

• IAF •  
INSTITUT FÜR  
ANGEWANDTE FORSCHUNG

---

JAHRESBERICHT 2020



## **IMPRESSUM**

### **Herausgeber**

• IAF • Institut für Angewandte Forschung  
Prof. Dr. Thomas Greiner

Hochschule Pforzheim - Gestaltung, Technik, Wirtschaft und Recht  
Tiefenbronner Straße 65  
75175 Pforzheim

[iaf@hs-pforzheim.de](mailto:iaf@hs-pforzheim.de)  
[www.hs-pforzheim.de/iaf](http://www.hs-pforzheim.de/iaf)

### **Redaktion**

Monika Roller  
E-Mail: [monika.roller@hs-pforzheim.de](mailto:monika.roller@hs-pforzheim.de)  
T: 07231 28-6135

### **Stand**

Februar 2021  
© · IAF · Institut für Angewandte Forschung

## Übersichtsangaben zu den FuE-Leistungen der Hochschule Pforzheim

### Verantwortliche für den Bericht

Prof. Dr. Thomas Greiner  
Wissenschaftlicher Direktor des IAF  
E-Mail: [thomas.greiner@hs-pforzheim.de](mailto:thomas.greiner@hs-pforzheim.de)  
T: 07231 28-6689

Prof. Dr. Rebecca Bulander  
Stellv. wissenschaftliche Direktorin des IAF  
E-Mail: [rebecca.bulander@hs-pforzheim.de](mailto:rebecca.bulander@hs-pforzheim.de)  
T: 07231 28-6499

### Ansprechpartnerin für Rückfragen

Dr. Monika Roller  
Forschungskordinatorin  
E-Mail: [monika.roller@hs-pforzheim.de](mailto:monika.roller@hs-pforzheim.de)  
T: 07231 28-6135

Pforzheim, den 19.02.2021

---

Prof. Dr. Ulrich Jautz

Rektor

---

Prof. Dr. Thomas Greiner

Wissenschaftlicher Direktor

## Vorwort

Das Jahr 2020 wird sicherlich auch im Forschungsbereich noch lange im Gedächtnis bleiben. Dieser Bereich wurde ebenfalls durch die Covid-19-Pandemie heftig durcheinandergewirbelt. Es zeigten sich aber erfreulicherweise schnell neue Perspektiven: Projektbesprechungen fanden als Videokonferenzen statt, Fachkonferenzen wurden virtuell angeboten und Konferenzvorträge waren über eine längere Zeit auf Abruf verfügbar. Diese Neuerungen stellen sicherlich eine Verbesserung dar und sollten – nach dem hoffentlich bald erreichten Abflauen der Pandemie – weiter angeboten werden. Stark vermisst werden allerdings die vielen direkten Kontakte und „Kaffeegespräche“, in denen neue Forschungsideen entwickelt und diskutiert werden können.

Im Jahr 2020 lief der bisherige Struktur- und Entwicklungsplan der Hochschule aus. Um es kurz zusammenzufassen: Wesentliche Ziele für die Forschung konnten erreicht werden. Dies gilt zum einen für eine deutliche Steigerung des Drittmittelvolumens und zum anderen für die Zahl der begutachteten Publikationen. Letztendlich bedeutet dies, dass die eingeleiteten Maßnahmen zur Stärkung der Forschung an der Hochschule Pforzheim erfolgreich waren. Es gilt nun, den eingeschlagenen Weg weiter zu beschreiten, die Erfolge zu konsolidieren und neue Zielsetzungen zu formulieren.

Die Hochschule konnte im Jahr 2020 eine Vielzahl neuer wichtiger Forschungsprojekte akquirieren, deshalb fällt es schwer, einige wenige hervorzuheben. Besonders nennenswert an dieser Stelle: Dem Institut für Industrial Ecology (INEC) gelang es, eine größere Zahl von Projekten zu akquirieren, die vom baden-württembergischen Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft gefördert werden. Das vom BMBF im Rahmen der Ausschreibung FHKooperativ geförderte Projekt Modular Engineering Techniques for Heterogeneous Discrete Systems (METHODS) wurde am Institut für Smart Systems und Services (IoS<sup>3</sup>) erfolgreich gestartet. Nicht zuletzt wurde am Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien (IWWT) – nach erfolgreicher Evaluierung – die zweite Förderphase des ZAFH Innovative Schaumstrukturen für effizienten Leichtbau begonnen.

Unser Dank gilt allen forschungsaktiven Professorinnen und Professoren und ihren Arbeitsgruppen für die geleistete Arbeit und ihre Anstrengungen, die anwendungsnahe Forschung an der Hochschule voranzubringen.

Prof. Dr. Thomas Greiner und Prof. Dr. Rebecca Bulander  
Wissenschaftliche Leitung des IAF

# 1 Inhalt

Übersichtsangaben zu den FuE-Leistungen der Hochschule Pforzheim.....	I
Vorwort.....	II
1 Inhalt.....	III
1 Forschungsarbeit im Überblick.....	1
1.1. Berichte der Forschungsinstitute des IAF .....	1
1.1.1. Institut für Industrial Ecology – INEC .....	1
1.1.2. Institut für Smart Systems und Services - IoS3.....	18
1.1.3. Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien – IWWT .....	29
1.1.4. Institute for Smart Bicycle Technology – ISBT .....	48
1.1.5. Schmucktechnologisches Institut – STI.....	59
1.1.6. Institut für Personalforschung – IfP .....	65
1.1.7. Institute for Human Engineering & Empathic Design – HEED .....	68
2 Personalia.....	72
2.1. Institut für Angewandte Forschung .....	72
2.2. Persönliche Mitglieder des IAF .....	72
2.3. Fachinstitute und ihre Mitglieder.....	73
3 Publikationen .....	75
3.1. Peer-Review-Publikationen (=73).....	75
3.1.1. Beiträge aus Journalen in Thomson Reuters Master Journal List (=33) .....	75
3.1.2. Beiträge aus Journalen in AGIV-Liste (=6).....	77
3.1.3. Beiträge mit separatem Nachweis des Peer-Reviews (=34).....	78
3.2. Dissertationen (=2).....	81
3.3. Weitere wissenschaftliche Publikationen (=156).....	81
3.3.1. Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Proceedings (=63) .....	81
3.3.1.1. Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Proceedings (ohne Nachweis)	
(=42) .....	81
3.3.1.2. Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Proceedings (mit Nachweis)	
(=21) .....	85
3.3.2. Herausgeberschaft, Buchveröffentlichungen, Monographien und Beiträge in	
Fachbüchern (=93) .....	86
3.4. Vormerkungen für 2021.....	95
3.5. Patentoffenlegung .....	95
3.6. Vorträge .....	95
3.7. Messen .....	95

# 1 Forschungsarbeit im Überblick

## 1.1. Berichte der Forschungsinstitute des IAF

---

### 1.1.1. Institut für Industrial Ecology – INEC

---



#### Institut für Industrial Ecology (INEC)

Das INEC bestand im Jahr 2020 aus 8 Professoren und 17 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, darunter 3 Stipendiaten (Schäfer, Rötzer, Preiß) des kooperativen Promotionskollegs ENRES, und noch zwei externe Kollegiaten (Issaoui, Stratmann). Neu hinzugekommen sind 2020 die wissenschaftlichen Mitarbeiter M. Sc. Aline Hendrich und M. Sc. Florian Bodrogi. Zum Ende des Jahres 2020 haben folgende Mitarbeiter/-innen das Institut verlassen: Gasde, Lazar, Melian. Das Institut organisiert neben dem Promotionskolleg (Leiter Prof. Schmidt) die Studiengänge Ressourceneffizienz-Management ( B. Sc., Studiengangsleiter Prof. Bertagnolli) und Life Cycle & Sustainability ( M. Sc., Studiengangsleiterin Prof. Tietze).



Abb. 1: INEC-Team-Besprechung im Corona-Jahr 2020 (ohne die Professoren Lambrecht, Woidasky und die Mitarbeiter Bodrogi, Lazar)

Die Kooperation mit Baden TV wurde im Jahr 2020 fortgesetzt. So konnten weitere 9 Filmbeiträge rund um das Thema Nachhaltigkeit sowie um die Lehre in Corona-Zeiten professionell erstellt und im regionalen Fernsehen gesendet werden. Die Filme sind zudem auf Youtube verfügbar.

Die Kooperation wurde maßgeblich von der PSD-Bank Karlsruhe-Neustadt gefördert, die ebenfalls die Stiftungsprofessur „Lean Production und Ressourceneffizienz“ (Prof. Bertagnolli) finanziert. Für das neue Jahr ist eine Neuausrichtung geplant, sowohl was die Förderung durch PSD als auch das Format der Außenkommunikation (bisher hauptsächlich über Baden TV) betrifft. Statt der Weiterförderung der Stiftungsprofessur ist die Förderung von Promotionen am INEC angedacht.

Eine Förderung von Promotionen am INEC zu Umweltthemen ist ebenfalls von der Pforzheimer Karlheinz-Osterwald-Stiftung in Aussicht gestellt worden. Diese soll im Jahr 2021 erstmals starten. Angedacht sind abwechselnd insgesamt 4 kooperative Stipendien, die hälftig am INEC und am ITAS (KIT) federführend betreut werden.

Die Förderphase des kooperativen Promotionskollegs „Energiesysteme und Ressourceneffizienz“ (ENRES), zusammen mit der HfT Stuttgart und dem KIT in Karlsruhe, lief zum Ende des Jahres 2020 offiziell aus. Einige Kollegiaten konnten im Jahr 2020 ihre Arbeit bereits abschließen. Die Prüfungen verzögerten sich allerdings aufgrund der Pandemie-Situation erheblich. Seitens der vom INEC betreuten Kollegiaten konnte Philipp Schäfer seine Promotion erfolgreich abschließen. Er erhielt am KIT ein „summa cum laude“ und wurde von der Hochschule Pforzheim auch mit dem Research Excellence Award des Jahres 2020 in der Kategorie Mitarbeiter ausgezeichnet. Roukaya Issaoui hat ebenfalls ihre Dissertation, zum Thema des Abbaus und Recyclings von Phosphor, abgegeben. Die Abgabe der Arbeiten von Matthias Stratmann und Nadine Rötzer stehen für Anfang 2021 an. Die Dissertation von Marlene Preiß wird im Verlauf des Jahres 2021 erwartet. Erfolgreich abgeschlossen und verteidigt hat auch Philipp Preiß seine Dissertation zu den sozialen Kosten der Stromerzeugung an der Universität Stuttgart. Die Dissertation von Eloy Melian an der TU München wird für Anfang 2021 erwartet.



Abb. 2: Erfolgreich promoviert: Philipp Schäfer (links) mit Betreuer Prof. Dr. Mario Schmidt am KIT (linkes Bild). Philipp Preiss (2. v. l.), Prof. Dr.-Ing. Rainer Friedrich, Prof. Dr.-Ing. Michael Resch, Prof. Dr. techn. Günter Scheffknecht (rechtes Bild)

Die Ergebnisse des kooperativen Promotionskollegs ENRES werden nach einer Übereinkunft mit dem Springer-Verlag Heidelberg 2021 als Sonderheft (mit einem doppelten Begutachtungsprozess) in der Fachzeitschrift „Sustainability Management Forum“ erscheinen. Die Dissertation von Philipp Schäfer erscheint aufgrund des breiten Interesses in der Fachwelt Anfang 2021 als Buch im Springer-Verlag.

Bei den Forschungsarbeiten sind folgende Projekte zu erwähnen:

### **Projekt 100 Betriebe UMR**



Nach längeren Verzögerungen hat das baden-württembergische Umweltministerium im Frühjahr 2020 grünes Licht für die Fortsetzung des erfolgreichen 100-Betriebe-Projektes gegeben. In diesem Projekt werden betriebliche Fallbeispiele zur Ressourceneffizienz in der Produktion gesammelt, dargestellt und analysiert. Das Projekt wird zusammen mit der Landesagentur Umwelttechnik BW durchgeführt und wird bis voraussichtlich Ende 2022 gefördert.

Im Rahmen des aktuellen Projekts werden verschiedene Ziele verfolgt, die sich aus den Erfahrungen und Erkenntnissen der vorangegangenen Projekte ergeben. So wird zum einen eine Verstärkung der Sammlung von Praxisbeispielen angestrebt, wobei das vorhandene Spektrum an technologischen Maßnahmen gezielt um bislang noch nicht dargestellte Bereiche erweitert werden soll. Zum anderen soll im Hinblick auf den positiven Effekt von Ressourceneffizienzmaßnahmen auf den Klimaschutz die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch diese Maßnahmen, die hauptsächlich den nicht-energetischen Rohstoffbereich betreffen, verbessert werden. Hierbei gilt es ebenso zu erörtern, wie sich diese Einsparungen in nationale und internationale Klimaschutzaktivitäten einbinden lassen. Um die gewonnenen Erkenntnisse in die betriebliche Praxis zu transferieren, wird anhand der Fallbeispiele ein Handlungskonzept in Form eines Leitfadens erarbeitet. Dieser Leitfaden soll Hürden gegenüber Ressourceneffizienzmaßnahmen in Unternehmen senken. Da sich in den Fallbeispielen gezeigt hat, dass eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit wesentlich zum Erfolg von Ressourceneffizienzmaßnahmen beitragen kann, soll aus den Unternehmen ein aktives Netzwerk mit regelmäßigem Austausch und Zusammenarbeit im Bereich Ressourceneffizienz entwickelt werden.

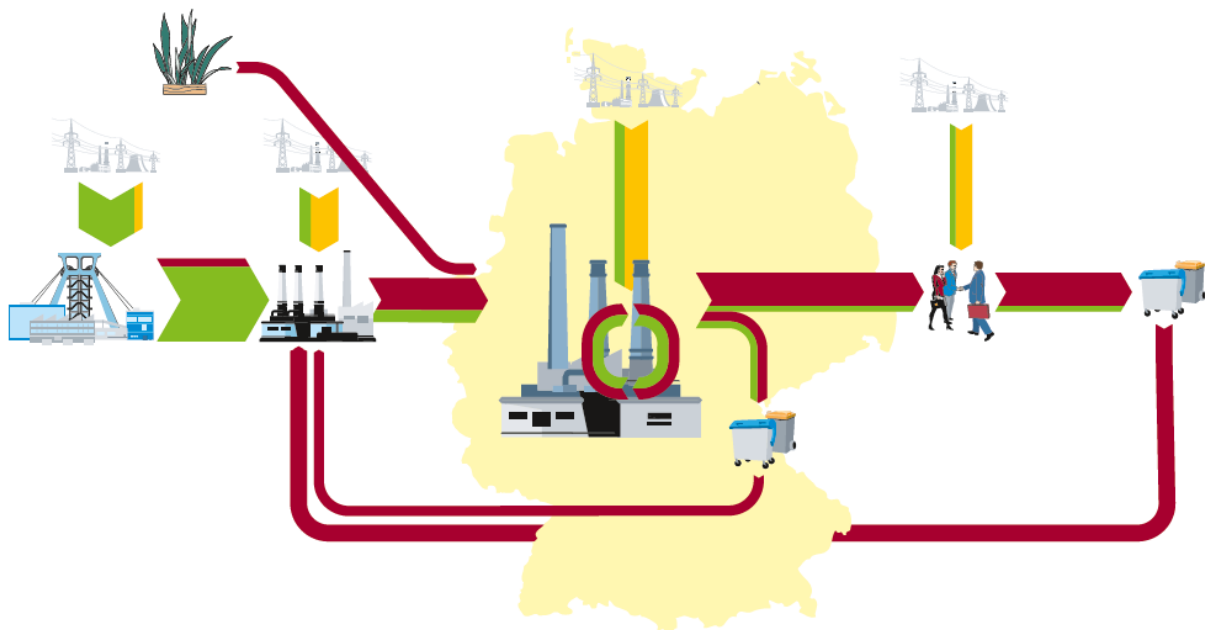


Abb. 3: 100 Betriebe: Die Rückführung von Produkten im globalen Handel stellt eine besondere Herausforderung dar.

### Projekt DiWaL

Im Fokus des Projekts DiWaL unter Leitung von Prof. Lang-Koetz stand die Entwicklung eines ressourceneffizienten Wassermanagement- und Anlagenkonzepts für Vorbehandlungs- und Tauchlackieranlagen unter Nutzung der Elektroimpulstechnologie zur Dekontamination von industriellen Wässern und Lacken.

Aufgaben des INEC waren insbesondere die strukturierte Aufnahme und Abstimmung von Anforderungen an das Verfahren unter Berücksichtigung der Aspekte Markt – Anwender – Technik –

Umwelt. In einer integrierten Nachhaltigkeitsanalyse wurden ökonomische und ökologische Aspekte auf Basis eines Energie- und Stoffstrommodells analysiert und eine Fachanalyse zu Bioziden durchgeführt.

Das Projekt wurde zum 31.3.2020 erfolgreich abgeschlossen. Die Projektergebnisse wurden auf der SCAP – Stuttgart Conference on the Automotive Production (9. –10.11.2020) – präsentiert.

### Projekt EnSource – 2. Förderphase

Im Jahr 2020 stand im Forschungsvorhaben „**EN**ergiesysteme und **RE**sourceneffizienz – **EN**source“ die Erprobung der für Deutschland aktualisierten und erweiterten Methode der ökologischen Knappheit (MöK) im Fokus. Die MöK wurde zur Bewertung des Energiesystems der Fallstudie Mainau angewandt und zur vergleichenden Analyse von Strom- und Wärmeerzeugungstechnologien (Technologiesteckbriefe) genutzt sowie testweise im Energiesystemmodell KomMod des Projektpartners Fraunhofer ISE implementiert. Dabei hat sich gezeigt, dass neben Treibhausgasemissionen auch Wirkungskategorien wie Landnutzung oder Schadstoffemissionen einen wichtigen Beitrag zur Umweltwirkung von Energiesystemen haben und somit bei deren Planung mit einbezogen werden müssen.

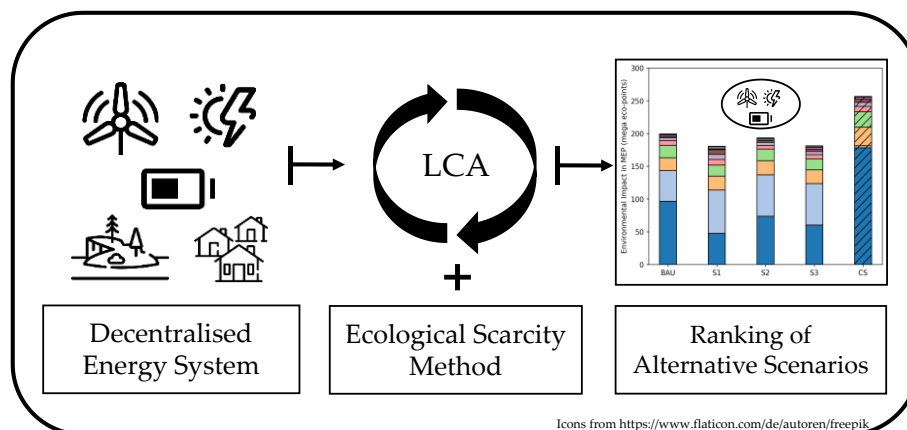


Abb. 4: Graphical Abstract aus Lambrecht et al. 2020 (siehe Kapitel Publikationen)

In vier digitalen Dialogforen wurde im Juli 2020 die ENsource-Methodik Stakeholdern der Energiesystem-Planung aus Industrie, Dienstleistung und Politik erfolgreich vorgestellt. Die vergleichende Umweltbewertung von Energiesystemen mittels MöK geht über die in der Energiewirtschaft üblichen Ansätze der Umweltbewertung hinaus, weckte als Bestandteil einer integrierten Methode zur Planung, Auslegung und Bewertung von Energiesystemen jedoch das Interesse der Teilnehmer. Die Weiterentwicklung der Methode soll daher auch nach Projektende fortgesetzt werden. So wurden 2020 zwei Folgeanträge gestellt: das „ENsource Reallabor“ – leider ohne Erfolg – beim MWK und das Verbundvorhaben „Klimaresilientes Gebäudemanagement“ mit der Stadt Karlsruhe als Partner beim BMU. Der Abschluss von ENsource ist im ersten Quartal 2021 mit einer Präsentation (22.2.) sowie einer Buch-Veröffentlichung (31.3.) der Projektergebnisse geplant. Referenz: siehe Kapitel Publikationen, Publikation Nr. 6.

### Projekt GrüNetz

Ein neues, von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördertes Projekt wird 2021 unter der Leitung von Prof. Lang-Koetz beginnen: „GrüNetz – Markteintritt grüner Gründungen durch zielgerichtete Vernetzung mit dem Mittelstand stärken“. Projektpartner sind die Landesagentur Umwelttechnik Baden-Württemberg GmbH (Projektleitung), das INEC – Hochschule Pforzheim und Innovations- und Start-up-Schmiede „Grünhof“ aus Freiburg. Ziel des Projekts ist es, Synergie-

potenziale aus der Kooperation zwischen Mittelstand und grünen Start-ups mit passgenauen Themen- und Technologiefokussierungen sowie innovativen Matching- und Partneringformaten effektiv zu erschließen. Schlussendlich können damit die Umsetzung und Diffusion von Umweltinnovationen beschleunigt, zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen sowie signifikante Beiträge zu Klima- und Umweltschutz geleistet werden. Betrachtete Innovationsfelder liegen in den Bereichen der Umwelttechnik (u. a. Kreislaufwirtschaft, Luftreinhaltung, Wasserwirtschaft) und Ressourceneffizienz (Material- und Energieeffizienz).

### Projekt InnoDiZ

Ziel des BMBF-Forschungsprojekts „Selbstorganisiertes Innovationsmanagement im digitalen Zeitalter“ (InnoDiZ) ist die Ausarbeitung und Erprobung eines Blended-Learning-Konzepts mit Online-Plattform für die virtuelle überbetriebliche Zusammenarbeit kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU). Damit soll das zunehmend selbstorganisierte Innovationsmanagement in KMU unterstützt werden (siehe [www.innodiz.com](http://www.innodiz.com)). Die InnoDiZ-Arbeitsgruppe an der Hochschule Pforzheim (am INEC und am IfP – Institut für Personalforschung) hat gemeinsam mit dem Entwicklungspartner imu augsburg GmbH & Co. KG auf Basis der fachlich-inhaltlichen Anforderungen der Anwendungspartner ein Curriculum für die Weiterbildung „Innovationsmanagement in KMU“ konzipiert. Dieses besteht aus folgenden wissensorientierten Modulen:

- Einführung und Grundlagen des Innovationsmanagements
- Zukunftsthemen und Innovationsstrategie
- Innovationsanstoß und Ideengewinnung
- Ideenbewertung und -auswahl im Innovationsmanagement
- Einführung in die Methoden agilen Arbeitens
- Innovationskommunikation und Markteinführung für Innovationen

Die Module wurden durch die Hochschule Pforzheim inhaltlich ausgestaltet, Lernvideos aufgezeichnet und schließlich E-Learning-Module auf der InnoDiZ-Plattform umgesetzt (siehe folgende Abbildung 5). Kernelemente der Module sind Lernvideos zur Wissensvermittlung, Übungen zur Anwendung des erlernten Wissens, Reflexionsfragen als Übungen und virtuelle Präsenzveranstaltung zur Klärung von Verständnisfragen sowie zur Vertiefung des Transfers.



Abb. 5: Beispielhafte Umsetzung der Lernvideos im Forschungsprojekt InnoDiZ

Weiterhin wurde gemeinsam mit dem imu augsburg ein Vorgehensmodell für ein selbstorganisiertes Innovationsmanagement in KMU entworfen, das auch ein an KMU angepasstes Rollenkonzept berücksichtigt. Es beruht auf einer situationsgerechten Auswahl von klassischen oder agilen Methoden/Herangehensweisen sowohl zur Adressierung verschiedener Arten von Innovationen als auch in den einzelnen Phasen des Innovationsprojekts oder im Innovationsprozess. Grundgedanke dahinter ist die in der Innovationsforschung (Stichwort: Ambidextrie) entwickelte

Unterscheidung zwischen Exploitation und Exploration und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die zu wählenden konkreten Methoden. Die dahinterstehenden Überlegungen wurden weiterhin auf der Konferenz ISPIIM Innovation Conference 2020 präsentiert.

### **Projekt InPEQt**

Zum 1.2.2021 startet am INEC ein Forschungsvorhaben zur kosten- und lebenszyklusbasierten Planung dezentraler Energiesysteme für eine energie- und ressourcenschonende Quartierentwicklung (InPEQt), das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert wird. Neben INEC sind die Stadt Konstanz, die Gemeinden Gerstetten und Wiernsheim, die Netze BW GmbH, die Netzgesellschaft Ostwürttemberg DonauRies GmbH und die Stadtwerke Fellbach GmbH beteiligt.

Das über drei Jahre laufende Vorhaben und wurde seitens INEC von Prof. Ingela Tietze akquiriert, die es gemeinsam mit Prof. Tobias Viere und Dipl.-Ing. Heidi Hottenroth auch bearbeiten wird.

Hauptziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Erprobung eines Planungsmodells für dezentrale Energiesysteme, das eine umfassende Umweltwirkungsbewertung ermöglicht. Das zu entwickelnde Planungsmodell unterstützt die Transformation zu klimaneutralen Energieversorgungssystemen für Quartiere unter Minimierung von sonstigen Umweltwirkungen. Zielkonflikte zwischen Umweltwirkungen und Kosten sowie zwischen den Umweltwirkungen untereinander werden aufgelöst bzw. minimiert. Ergebnis des Modells sind Ausbau- und Einsatzpfade für Energieversorgungstechnologien im Zeitverlauf mit ausgewogenen und insgesamt verringerten Umweltwirkungen in den einzelnen Wirkungskategorien. Die ermittelten Ergebnisse sollen als Grundlage für die Weichenstellung in Quartieren dienen, indem daraus für Neubauquartiere konkrete Vorgaben im Hinblick auf einzusetzende Energieversorgungstechnologien, z. B. für Bebauungspläne, abgeleitet werden können. Aufgrund des Bestandsschutzes und der individuellen Kostenstrukturen der Immobilieneigentümer sollen die Ergebnisse in Bestandsquartieren demgegenüber insbesondere zur Identifikation und Festlegung geeigneter Anreize zur Unterstützung der umweltschonenden Transformation der Energiesysteme herangezogen werden.

### **Projekt KligWeR**

Zusammen mit dem Thinktank Industrielle Ressourcenstrategien am KIT wird das Projekt „Klimaschutz in globalen Wertschöpfungsketten durch Ressourceneffizienz in der produzierenden Wirtschaft“ (KligWeR) durchgeführt. Praxispartner sind die Firmen BOSCH und ZEISS, Partner im Unterauftrag ist die Hamburger Firma Sustain GmbH. Die Leitung hat Prof. Mario Schmidt.

Treibhausgas-Emissionen (THG) treten nicht nur am Standort eines produzierenden Unternehmens (Scope 1) oder bei der Bereitstellung von Energie, wie z. B. Elektrizität (Scope 2), auf, sondern vor allem auch in der Lieferkette, d. h. für die Bereitstellung von Rohstoffen und Vorprodukten (Scope 3.1). Analysen im Rahmen des am INEC durchgeführten NEXUS-Projektes haben beispielsweise gezeigt, dass die THG-Emissionen, die mit dem Metalleinsatz in der baden-württembergischen Industrie verbunden sind, in der gleichen Größenordnung liegen wie die Verkehrsemissionen in diesem Bundesland. Effizienzmaßnahmen, die sich auf Rohstoffe, Materialien oder Vorprodukte des produzierenden Gewerbes beziehen, haben deshalb einen ebenso wichtigen – manchmal sogar entscheidenden – Beitrag zum globalen Klimaschutz wie die direkten THG-Emissionen des Unternehmens. Deshalb müssen bei THG-Bilanzen von Unternehmen

diese indirekten Emissionen in den globalen Wertschöpfungsketten mitberücksichtigt werden. Nur damit lässt sich beurteilen, ob gewisse Klimaschutz-Maßnahmen tatsächlich positiv auf die globale THG-Bilanz wirken oder nicht. Die Bilanzierung von begrenzten Subsystemen, egal ob räumlicher, zeitlicher oder sächlicher Art, kann dagegen zu Fehlentscheidungen in Wirtschaft und Politik führen. So würde z. B. die Verlagerung eines Produktionsstandortes ins Ausland die Territorialbilanz Deutschlands verbessern, die globale Bilanz möglicherweise sogar verschlechtern. Deshalb ist die Einbeziehung der Scope-3-Emissionen wichtig.

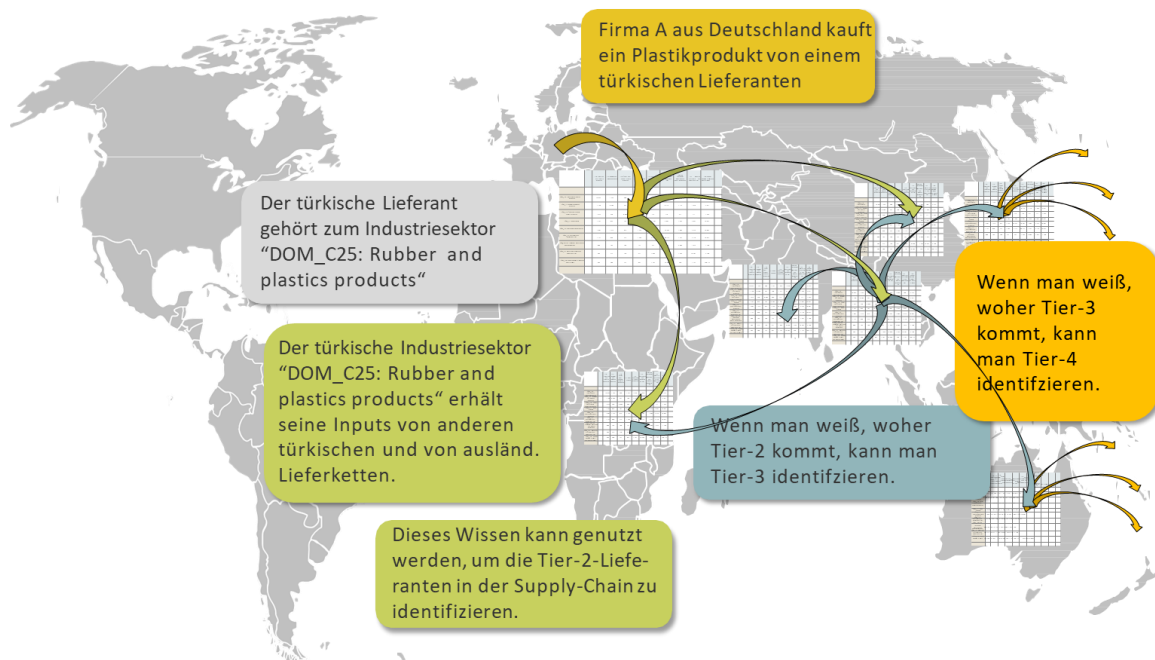


Abb. 6: Die rechnerische Verfolgung der Lieferkette zur Ermittlung der globalen Emissionen ist Aufgabe von KligWeR.

Lieferketten sind heute aufgrund geringer Fertigungstiefe und globaler Vernetzung komplex und sehr umfangreich. Will man die Emissionen bis zum Ursprung, also bis zur Gewinnung der Rohstoffe, zurückverfolgen, so erfordert das einen sehr großen Aufwand. Für einzelne Produkte oder Produktgruppen wird dies üblicherweise mit sogenannten Life Cycle Assessments (LCA) gemacht, bei denen der gesamte Lebensweg eines Produktes von der Gewinnung und Produktion über die Nutzung bis zur Entsorgung analysiert wird, allerdings immer nur als einmalige Momentaufnahme. Für ein ganzes Unternehmen oder Teile davon, das möglicherweise (Zehn-)Tausende von Produkten produziert und (Zehn-)Tausende von Lieferanten international hat, ist diese Methode schon aus Aufwandsgründen nicht mehr anwendbar, erst recht nicht, wenn sie periodisch wiederholt werden soll. Trotzdem sind entsprechende Bilanzierungen notwendig, wenn das Unternehmen seine Klimabilanz erstellen und Maßnahmen bewerten will oder gar Klimaneutralität anstrebt.

Das INEC beschäftigte sich bereits im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte vielfach mit der betrieblichen Treibhausgasbilanzierung und wendete sie auch im konkreten betrieblichen Rahmen mehrfach an. Insbesondere wurde die Anwendbarkeit der ökologisch erweiterten Input-Output-Analyse (IOA) zur Schätzung indirekter Emissionen untersucht. Zusammen mit dem Partner Systain werden nun Multi-Regional-IOA (MRIO) zum Einsatz kommen. In den Fallbeispielen (Bosch und Zeiss) sollen einerseits die Scope-3-Emissionen der komplexen Lieferkette ermittelt werden, andererseits soll daraus ein öffentlich kostenloses webbasiertes Tool entwickelt werden.

## **Projekte mit LGI und Witzenmann**

Prof. Dr. Frank Bertagnoli führte die erfolgreiche Zusammenarbeit mit Firmen im Rahmen von Drittmittelprojekten fort. Allerdings mussten die laufenden Projekte aufgrund von coronabedingten Verzögerungen verlängert werden. Sie konnten sodann aber erfolgreich fortgesetzt und vorangetrieben werden.

Das Projekt mit der LGI: „Weiterentwicklung und Auditierung Ideallogistik ‚Lean Logistics‘ 2. und 3. Welle – Lean Log 2 + 3“ beschäftigt sich mit der wissenschaftlichen Begleitung bei der Weiterentwicklung und Konzeption einer Ideallogistik nach den Prinzipien der schlanken Logistik (Lean Logistic). Ziel ist unter anderem die Abbildung eines Logistikprozesses in eine Modelllogistik (analog Modellfabrik) und die Anwendung auf einen firmeninternen Wertstrom inklusive eines Vergleiches mit dem externen Benchmark. Im Dezember 2020 wurde ein Anschlussprojekt mit einer Laufzeit bis 2023 gestartet: Weiterentwicklung Ideallogistik „Lean Logistics“ WELLE 4,5.

Das Projekt GAMMA bei der Firma Witzenmann hat seinen Schwerpunkt auf der ganzheitlichen Analysemethodik zur Materialflusseffizienzsteigerung für eine Einzelanfertigung. Hierin ist auch eine komplette Neuordnung des Produktionssystems nach Prinzipien und deren Bewertung enthalten. Das Projekt läuft noch bis Mai 2021.

## **Projekt MAFIMA**

Im Rahmen des baden-württembergischen Schwerpunktprogramms „Digitalisierung und Ultraeffizienz“ wurde 2020 unter Leitung von Prof. Mario Schmidt mit dem Verbundprojekt „Material Flow Based Improvement Assessments (MaFImA)“ begonnen. Das Projekt wird am INEC bis Ende 2022 gefördert. Die Federführung liegt bei dem Projektpartner IFU Hamburg GmbH.

Das Projekt dient der Erarbeitung von Grundlagen und wissenschaftlichen Methoden, wie die nach ISO 14051 standardisierte Materialflusskostenrechnung (MFCA) weiterentwickelt werden kann, um damit später auch in produzierenden Unternehmen eine Maßnahmensuche und -bewertung vornehmen zu können. Die Vision ist es, dem MFCA ein MaFImA methodisch zur Seite zu stellen, das den möglichen Maßnahmenkorridor nach einer MFCA aufspannt und die Möglichkeit eröffnet, einzelne Maßnahmen hinsichtlich ihrer Kosten- und Umweltwirkung zu bewerten. Dies ist mit MFCA derzeit methodisch nicht möglich.

MaFImA erfordert die Einbeziehung eines breiten Erfahrungsschatzes aus dem Ressourceneffizienzbereich, um eine Systematisierung von möglichen Maßnahmen in unterschiedlichen Technologiebereichen zu ermöglichen. Ebenso erfordert MaFImA die methodische Weiterentwicklung im Bereich der mathematischen Algorithmen, um von einer reinen Kostenrechnung zu einer vergleichenden Szenarienrechnung zu kommen und dies künftig auch softwareseitig unterstützen zu können. MaFImA soll weiterhin einen wesentlichen Beitrag liefern, die Hemmnisschwelle für den Einsatz von MFCA und Ressourceneffizienz-Maßnahmen gerade auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zu senken und zu diesem Zwecke den Einsatz von digitalen Instrumenten zu forcieren. Die Arbeiten dazu liefen an und sind – mit leichter zeitlicher Verzögerung wegen der Pandemie – bislang erfolversprechend.

## **Projekt MaReK**

Jedes Jahr fallen in Deutschland ca. 3,1 Millionen Tonnen Verpackungsabfall an. Ein Großteil davon wird bislang verbrannt oder in Form von minderwertigeren Produkten verwertet. Die For-

scher im BMBF-Projekt MaReK (Markerbasiertes Sortier- und Recyclingsystem für Kunststoffverpackungen) haben mit dem Tracer-Based-Sorting (TBS) ein Verfahren entwickelt, um die weggeworfenen Verpackungen besser zu recyceln. Das Verbundvorhaben wurde von den INEC-Professoren Dr. Woidasky und Dr. Lang-Koetz geleitet.

TBS ermöglicht die Sortierung von Produkten oder Werkstoffen unabhängig von deren physikalischen Eigenschaften. Der Ansatz verwendet fluoreszierende, anorganische Tracer (auch „Marker“ genannt) in minimalen Konzentrationen im ppm-Bereich. Diese können auf Produkten und deren Etiketten oder direkt in Werkstoffen aus Kunststoffen eingesetzt werden. Mit einer auf die Tracer abgestimmten Identifikationstechnik können dann z. B. Kunststoffverpackungen mit bewährter Anlagentechnik aussortiert werden, um ein sortenreines Recycling zu ermöglichen. Durch TBS kann werkstoffunabhängig identifiziert und anschließend getrennt werden, so dass z. B. Lebensmittel- von Nicht-Lebensmittelverpackungen getrennt werden können, obwohl für beide Anwendungen identische Werkstoffe eingesetzt wurden. In 2020 standen am INEC die folgenden Arbeiten im Fokus:

- Abschluss der ökologischen Bewertung durch eine ökobilanzielle Bewertung des Sortierprozesses sowie der Verwertung von Leichtverpackungen aus Kunststoff unter Berücksichtigung des Einsatzes des Tracer-Based-Sorting (TBS).
- Suche nach neuen Anwendungsideen für TBS über den Bereich Kunststoffverpackungen hinaus: über einen Open Innovation-Wettbewerb (durchgeführt von der Firma Hyve als Unterauftragnehmer) wurden über 100 Anwendungsideen für die TBS-Technologie durch 78 externe Ideengeber eingereicht.
- Publikation hochrangiger Veröffentlichungen gemeinsam mit den industriellen Forschungspartnern in der Fachzeitschrift „Chemie-Ingenieur-Technik (CIT)“, den internationalen Journals „Resources, Conservation & Recycling“, „Sustainability“ und „Technology Innovation Management Review“.
- Aufbereitung der Projektergebnisse für einen verbesserten Transfer an Praktiker und interessierte Öffentlichkeit, insbesondere durch eine neue Website des Projekts [www.hs-pforzheim.de/marek](http://www.hs-pforzheim.de/marek) und einen Beitrag des Hochschule Pforzheim Magazins von Baden TV „[Projekt MaReK erforscht Tracer-Based Sorting](#)“.

Das Projekt MaReK wurde zum 31.12.2020 nach dreieinhalb Jahren Laufzeit erfolgreich abgeschlossen.

### **Projekt ReDiBlock**

Das Verbundprojekt „Ressourcenschonung durch Distributed-Ledgers- und Blockchain-Technologie für die industrielle Produktion und Kreislaufwirtschaft – ReDiBlock“ wird federführend vom Thinktank Industrielle Ressourcenstrategien am KIT Karlsruhe durchgeführt. Das INEC ist unter Leitung von Prof. Mario Schmidt Partner mit einem Teilprojekt bis Ende 2022 beteiligt.

Die entlang des Lebenszyklus eines Produktes generierten, umfangreichen Daten nutzen zahlreiche Akteure für ihre Entscheidungen. In Wertschöpfungsketten und -netzen sind diese Informationen dezentral verteilt. Während der Nutzungsphase fallen weitere Informationen an, wobei sogar der generierende Konsument in der Regel kein originäres Interesse an deren Weitergabe und Sammlung hat. Sowohl die vorgeschalteten Bereiche der Produktion und Verteilung als auch die nachgeschalteten Bereiche der Sammlung, Wiederverwendung und Kreislaufführung könnten von diesen Informationen erheblich profitieren.

Ein transparenter und manipulationssicherer Austausch von Material-, Energie-, Produktions-, Qualitäts-, Wartungs- und Recyclinginformationen bildet die Basis, um eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft effektiv auszugestalten und zu steuern. Physische Stoff- und Güterströme müssen über den gesamten Produktkreislauf verlässlich qualifiziert, quantifiziert, analysiert, bewertet und interpretiert werden können, damit der Produktlebenszyklus bzw. -kreislauf, aus jeder Lebenszyklusphase heraus, effizient hinsichtlich regulatorischer, technischer, ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte gesteuert werden kann.

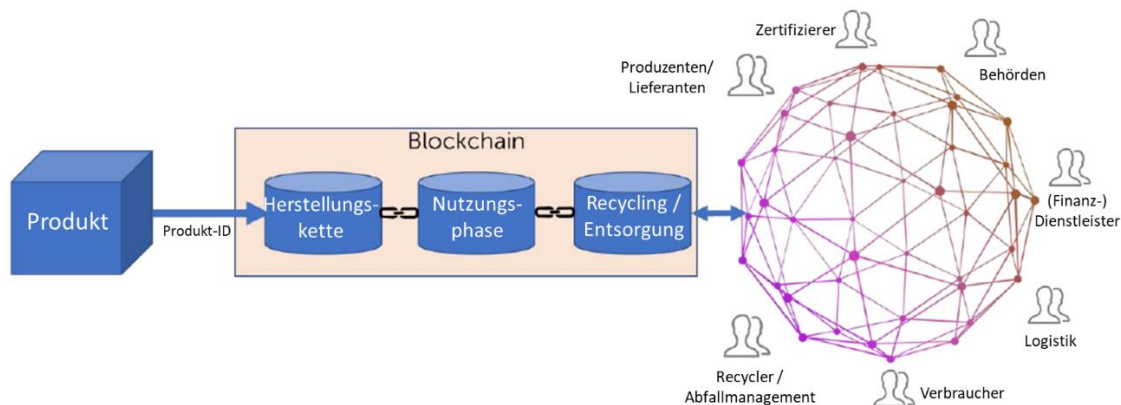


Abb. 7: Die Blockchain bzw. DL stellt die informatorische Verbindung zwischen Produkt und Entscheidungsträgern dar.

Da dies bisher in der Praxis nicht oder nur zum Teil der Fall ist, bietet der Ansatz einer Distributed-Ledger-Technologie (DLT)- bzw. Blockchain-Plattform hier die Möglichkeit, die Datenbasis für alle Akteure in den Wertschöpfungs- und Kreislaufwirtschaftsnetzwerken zu verbessern.

Das Teilprojekt des INEC hat das Ziel, den nicht informationstechnischen Teil von Anforderungen an eine Blockchain (bzw. Distributed Ledger) im Kontext von Nachhaltigkeitsaspekten und einer Circular Economy zu formulieren, Handlungsoptionen und Grenzen aufzuzeigen und später die Konzepte zu evaluieren. Es wird ein Anforderungskatalog erarbeitet und während der Projektphase immer wieder abgeglichen. Dazu sind umfangreiche Recherchen, Analysen und Abstimmungsprozesse erforderlich.

### Projekt UDEP

Das Teilprojekt „Die Umweltbilanz von Digitalisierungsstrategien im Rahmen von (Ultra-)Effizienzansätzen in der Produktion“ (UDEP) wurde vom Land Baden-Württemberg im Rahmen ihrer Ultraeffizienzstrategie gefördert und unter Leitung von Prof. Mario Schmidt 2020 abgeschlossen. Verschiedene ökologische Aspekte der Digitalisierung wurden berücksichtigt. Methodisch wurde das Life Cycle Assessment (LCA) in den Mittelpunkt gerückt. Es arbeitet mit einem großen Indikatorensetz, die Analysen sind umfangreich und beziehen sich meistens nur auf wenige Produkte bzw. Einzelkomponenten. Doch für den IKT-Bereich gibt es vergleichsweise wenige veröffentlichte LCA. Bei Elektronik kommt es entscheidend auch auf den Einsatz von geringen Materialmengen (z. B. Dotierungen, Goldkontakten etc.) an, die aber von den Herstellern meistens vertraulich behandelt werden. Deshalb ist die Abschätzung der ökologischen Auswirkungen des IKT-Einsatzes schwierig. In dem Teilprojekt wurden umfangreiche Recherchen über entsprechende Fachliteratur und Datenbanken vorgenommen, zusammengestellt und ausgewertet. Insbesondere sollten dabei auch die Hot Spots der ökologischen Wirkungen von IKT benannt werden.



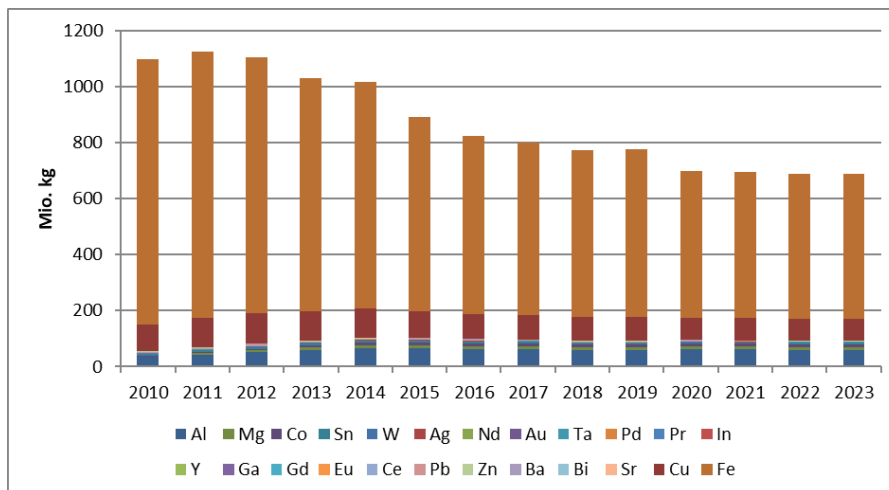


Abb. 8: Globaler Metallbedarf der IKT-Endgeräte (Desktops, Notebooks, Tablets, Smartphones und Mobiltelefone)

Geklärt werden sollte u. a., ob es ausreicht, beim IKT-Einsatz auf Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen zu fokussieren, oder ob weitere ökologische Wirkungsindikatoren zu berücksichtigen sind. Diese Frage stellt sich insbesondere in Hinblick auf die Nutzung abiotischer Rohstoffe bzw. kritischer Rohstoffe. Die Bedeutung des Rohstoffeinsatzes durch IKT kann auch für Energie und Klima abgeschätzt werden. Dazu wurde auf Ergebnisse aus dem NEXUS-Projekt zurückgegriffen und entsprechende Modellrechnungen wurden durchgeführt. Es wurden erste Abschätzungen exemplarisch vorgenommen, welche Umweltbelastungen und Einsparpotenziale durch IKT-Einsatz in der Produktion vorliegen und wie belastbar die Zahlen sind. Darüber hinaus gibt es zahlreiche Vorschläge, wie Digitalisierungsmaßnahmen eingesetzt werden können, um das Konzept der Circular Economy (CE, zu Deutsch Kreislaufwirtschaft) zu unterstützen und Materialien und Rohstoffe im Wirtschaftskreislauf zu halten. Praktische Umsetzungen solcher Digitalisierungsmaßnahmen gibt es bis dato jedoch nur wenige.

Populär ist derzeit die Frage, was die Digitalisierung zum Klimaschutz beiträgt. Methodisch verbirgt sich dahinter die Frage, wie man Nutzen und Aufwand einer Technologie oder eines Produktes gegeneinander aufrechnet. Das ist nicht neu und schon in anderen Branchen kritisch diskutiert worden, z. B. zu Dämmstoffen aus der chemischen Industrie, die einerseits Emissionen verursachen, andererseits Energie einsparen helfen. Die Schwierigkeit liegt hier in der Modellierung von geeigneten Vergleichsszenarien, in denen Entscheidungssituationen definiert sind. Es macht wenig Sinn, einen allg. technologischen Trend einzelnen technischen Innovationen zuzurechnen, da nicht abgeschätzt werden kann, welche Entwicklung ohne diese Innovation erfolgt wäre. Noch problematischer ist das, für ganze Technologiebereiche, die zudem Reboundeffekte usw. nach sich ziehen können. Die vorhandenen Studien (GeSI, METI usw.) wurden vor dem Hintergrund der seriösen Technikfolgenabschätzungstheorie kritisch bewertet. Darauf aufbauend wurde auch vorgeschlagen, wie entsprechende Analysen entscheidungsorientiert durchgeführt werden können, welche Bilanzgrenzen dabei einzuhalten sind und vieles mehr.

### Projekt WeLaReBaWü

Eine gewisse politische Bedeutung hat die im Jahr 2020 unter Leitung von Prof. Mario Schmidt durchgeführte Konzeptstudie „Weiterentwicklung Landesstrategie Ressourceneffizienz Baden-Württemberg“. Die im Jahr 2016 vom baden-württembergischen Ministerrat verabschiedete „Landesstrategie Ressourceneffizienz Baden-Württemberg“ soll in 2021 fortgeschrieben werden. Dazu wurden vom Ministerrat neue Themenschwerpunkte definiert, die von der Konzeptstudie

inhaltlich vorbereitet werden sollten, u. a. durch Analyse des Wissensstandes und durch Einbeziehung der Expertise entsprechender Stakeholder aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Das Projekt wurde mit Partnern des Fraunhofer-Instituts für Systemanalyse (ISI), des Wuppertal-Instituts und des KIT unter Federführung des INEC durchgeführt.

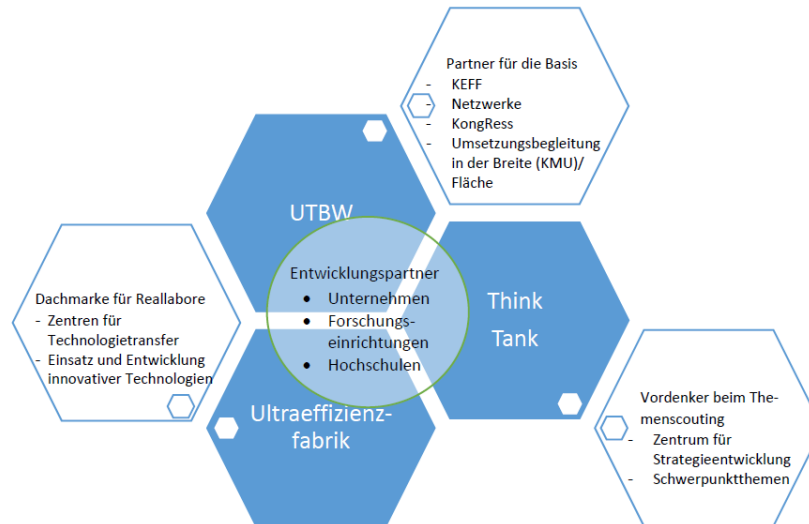


Abb. 9: Analyse der bestehenden und weiterer Institutionen für Ressourceneffizienz in Baden-Württemberg

Schwerpunktthemen der Konzeptstudie sind Digitalisierung und Ressourceneffizienz, Ökologische Produktgestaltung und neue Geschäftsmodelle, Kreislaufführung von Rohstoffen, Ressourceneffizienz in der Baubranche, Neue Ansätze zur Gewinnung von heimischen Primärrohstoffen für die Industrie, Ressourceneffizienz und Klimaschutz sowie Querschnittsthemen wie der Rohstoffeinsatz im Gesundheitswesen.

Aus den Analysen heraus wurden für eine Weiterführung der Landesstrategie Ressourceneffizienz Vision und Handlungsziele entwickelt. Diese wurden für die verschiedenen Schwerpunktthemen mit Maßnahmenvorschlägen, die sich aus der wissenschaftlichen Arbeit sowie einem Stakeholder-Prozess ergaben, unterfüttert und priorisiert. Die Ergebnisse wurden im September 2020 Vertretern verschiedener baden-württembergischer Ministerien vorgestellt, die die Anregungen nun für einen Entwurf eines neuen Ministerratsbeschlusses verwenden.

### Verschiedenes

Auch im Jahr 2020 wurden wieder Kontakte nach Indien geknüpft. Mit einer Delegation unter Leitung von Staatsministerin Schoppe sowie Staatssekretärin Gurr-Hirsch wurde der Bundesstaat Maharashtra besucht und Kontakte zu einem Unternehmensnetzwerk in Aurangabad geknüpft. Ziel war es, u. a. erfolgreiche deutsche Projekte nach Indien zu übertragen, u. a. das RE:PLAN-Projekt zu Planspielen im Ressourceneffizienzbereich. Dazu wurde dann im Frühjahr gemeinsam mit indischen Partnern ein Projektantrag beim DAAD gestellt, der leider erfolglos blieb. Weitere Aktivitäten sind für 2021 geplant, dazu wurden 2020 mit Pilotanalysen von MFCA in indischen Unternehmen Vorarbeiten durchgeführt. Die Arbeiten wurden mit dem indischen Partner Prashant Dongle durchgeführt. Einen 2-monatigen Praktikumsaufenthalt in Indien absolvierte noch kurz vor der Corona-Pandemie der INEC-Mitarbeiter Benjamin Fritz.



Abb. 10: Links: Anand Chordia von Suhana Spices an der Maharashtra Chamber of Commerce, Industries and Agriculture – MCCIA, rechts: Gruppenbild mit Staatssekretärin Friedlinde Gurr-Hirsch

Auf einer der letzten „live“-Tagungen des Corona-Jahres 2020 konnten Nadine Walter, Philipp Schäfer und Prof. Mario Schmidt ihre Ergebnisse aus dem abgeschlossenen NEXUS-Projekt auf der Berliner Recycling- und Sekundärrohstoff-Tagung vorstellen.

Das „Forum for Sustainability through Life Cycle Innovation“ (FSLCI) ist ein weltweites Netzwerk von Praktiker/-innen und Forscher/-innen im Themenfeld Ökobilanzierung bzw. Life Cycle Assessment (LCA), dem auch Tobias Viere (INEC) angehört. Zusammen mit Guido Sonnemann (Universität Bordeaux) und Philip Strothmann (FSLCI) koordiniert er die Arbeitsgruppe „LCA in higher education“ innerhalb von FSLCI. Die Arbeitsgruppe hat u. a. einen Überblick zur Ökobilanzierung in der Hochschullehre erarbeitet, der unter Federführung von Tobias Viere im renommierten International Journal of LCA erschienen ist (Viere, T., Amor, B., Berger, N. et al. Teaching life cycle assessment in higher education. Int J Life Cycle Assess (2020) <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01844-3>). Der Überblick fasst den Stand der publizierten Forschung zur ökobilanziellen Hochschullehre zusammen, differenziert Kompetenzlevel und Lernziele, nennt wichtige Lehrbücher und -materialien und ordnet Fachinhalte und ihren jeweiligen typischen Workload den Kompetenzleveln zu. Bisher gab es einen solchen Überblick und eine solche Kategorisierung nicht.



Abb. 11: Arbeitsgruppentreffen in Bordeaux von FSLCI mit Prof. Viere (links)

Trotz der Corona-Pandemie konnte die Kooperation mit der brasilianischen Bundesuniversität UFOPA im Staat Pará zu den Umweltauswirkungen des artisanalen Goldabbaus fortgesetzt werden. Der brasilianische Partner Prof. Peregovich übernahm die Aufgabe, konkrete Quecksilber-Messungen in den Garimpos im Regenwald des Amazonas vorzunehmen. Diese Arbeiten wurden im Sommer 2020 und vor Weihnachten durchgeführt. Eine Auswertung und entsprechende Fachpublikationen sind für 2021 geplant.



Abb. 12: Goldgräber im Amazonas-Regenwald waschen ihr Gold mit Quecksilber (Q: November 2020, Prof. Peregovich).

Im September 2020 wurde das Institut von einer Gruppe von Executive-Master-Studenten der französischen ICN ARTEM Business School an der Université de Lorraine in Nancy unter Leitung von Prof. Klaus-Peter Schulz besucht. Das Interesse lag bei den Ansätzen zum nachhaltigen Innovationsmanagement sowie zur Ressourceneffizienz in Unternehmen. Prof. Claus Lang-Koetz und Marlene Preiß, M. Sc. stellten die Ansätze und Projektergebnisse des INEC vor.



Abb. 13: Teilnahme am diesjährigen Ressourceneffizienzkongress in Baden-Württemberg, diesmal als Online-Kongress mit 1.500 Teilnehmern. Ein Videobericht dazu unter: <https://www.youtube.com/watch?v=RmsgeBWArxo>.

Fast schon traditionell war das INEC auch am 9. Ressourceneffizienz- und Kreislaufwirtschaftskongress des Landes Baden-Württemberg beteiligt. Vor 10 Jahren wurde der Kongress auf Anregung von Prof. Dr. Mario Schmidt und Dr. Christian Kühne eingerichtet, 2012 erstmals im Rahmen des Landesjubiläums durchgeführt. 2020 musste der Kongress als Online-Veranstaltung stattfinden, konnte aber dadurch seine Teilnehmerzahl von bisher knapp 1.000 Teilnehmer/-innen auf 1.500 steigern. Der Kongress wird jedes Jahr vom Ministerpräsidenten des Landes eröffnet. Die Organisation liegt bei der Landesagentur Umwelttechnik BW. Prof. Schmidt ist seit Anbeginn im Beirat der Landesagentur und des Kongresses.

Das INEC ist auch weiterhin mit Prof. Tobias Viere und Prof. Mario Schmidt in der internationalen Standardisierung aktiv. Konkret haben beide an der ISO 14053 zu Material Flow Cost Accounting in SME mitgearbeitet und außerdem in neuen Aktivitäten zu Circular Economy und zu Carbon Neutrality. Die Arbeiten werden auch 2021 intensiv fortgesetzt werden und haben einen großen normativen Einfluss auf die internationale Handhabung des betrieblichen Klimaschutzes und der Ressourceneffizienz. Auf VDI-Ebene wurde die Diskussion um die VDI 4800 Blatt 3 fortgesetzt, die sich mit der ökologischen Senkenfunktion des Ressourceneinsatzes befasst. Sie wird voraussichtlich in einer Aktualisierung des Manteldokuments Blatt 1 ihren Niederschlag finden.

### Publikationen

Das Jahr 2020 war hinsichtlich der Fachpublikationen äußerst erfolgreich. Gleich zu Beginn wurde der gedruckte Beitrag von Schäfer und Schmidt in der ehrwürdigen Fachzeitschrift *Environmental Science & Technology* verfügbar. Es folgte ein Beitrag von Rötzer und Schmidt in *Resources*, der auch als Titelbild der Aprilausgabe diente. Die Ergebnisse des vor einem Jahr abgeschlossenen NaGold-Projektes konnten einerseits mit einem Beitrag zum Goldrecycling und andererseits zu den sozialen Bedingungen des artisanalen Goldabbaus im *International Journal of Life Cycle Assessment* veröffentlicht werden. Ebenso wurden mehrere Beiträge mit INEC-Beteiligung in der Springer-Buchreihe *Progress in Life Cycle Assessment* veröffentlicht.

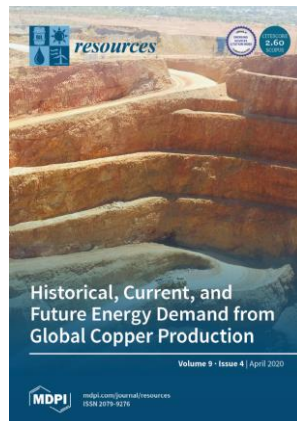


Abb. 14: Rötzer & Schmidt in der Fachzeitschrift „Resources“

Der Forschungsbericht aus einem Teilprojekt des abgeschlossenen NEXUS-Projektes unter Leitung des INEC wurde im Frühjahr 2020 von Systain veröffentlicht. Er ist im [Internet](#) abrufbar und fokussiert auf die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Metalleinsatz in Baden-Württemberg.

MLICS-Alumna Pia Szichta hat im Rahmen ihrer Masterthesis Befragungen zur Sharing-Economy in der Elektrizitätswirtschaft durchgeführt. Ihre Ergebnisse zu Treibern und Hemmnissen dienten als Grundlage für die Analyse von drei Fallbeispielen, die sie gemeinsam mit ihrer Betreuerin Prof. Ingela Tietze durchführte. Die Ergebnisse dieser Fallanalyse zeigen Heterogenitäten im Aufbau und in der praktischen Umsetzung, weshalb Verallgemeinerungen zu Treibern und Hemmnissen nur beschränkt möglich sind. Der in dem Beitrag beschriebene Systematisierungsansatz bietet allerdings die Möglichkeit, verschiedene Fallbeispiele inhaltlich differenziert zu untersuchen und miteinander zu vergleichen. Der [Artikel](#) wurde im NachhaltigkeitsManagementForum veröffentlicht.

Auf Basis mehrerer studentischer Arbeiten, in deren Rahmen repräsentative Umfragen zur Nutzung von Laptops durchgeführt wurden, konnte 2020 ein Beitrag unter Leitung von Prof. Woidasky erstellt werden. Das Ergebnis dieser Eigenforschung wurde zur [Veröffentlichung](#) im angesehenen Journal of Cleaner Production angenommen.

Im November 2020 konnte die zweite und erweiterte Auflage des Lean-Management-Buches von Prof. Bertagnolli im Verlag Springer Gabler publiziert werden. Bereits die erste Auflage aus dem Jahr 2018 wurde sehr gut von Studierenden sowie Wissenschaftler/-innen aufgenommen und inzwischen vielfach in wissenschaftlichen Publikationen zitiert. Die neue Auflage wurde um drei Kapitel erweitert: Digitalisierung, Beratung und Projekte sowie Change Management.

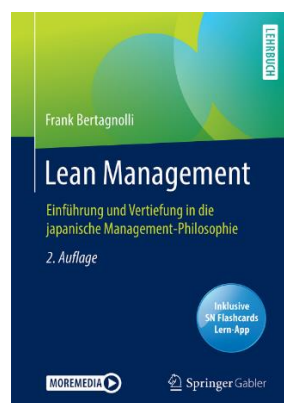


Abb. 15: Zweite Auflage des Buches „Lean Management“ von Prof. Bertagnolli

### Und zum Schluss noch etwas Süßes

Im Rahmen von HUMUS+ wurde das Lehrprojekt „BEEsy Mission“ von Prof. Bertagnolli durch das Land Baden-Württemberg mit knapp 3.000 Euro gefördert. Studierende bauten projekthaft und forschend einen Bienenstock an der Hochschule Pforzheim auf. Das Projekt war erfolgreich und brachte neben einigen wenigen Gläsern Honig mehrere Medienberichte und viel Erfahrungszuwachs bei allen Beteiligten mit sich. Das Projekt wurde verlängert und geht im Sommersemester 2021 in eine zweite Runde.



Abb. 16: Honigwabe mit den Bienen der Hochschule Pforzheim und Regionaler Honig der Hochschule Pforzheim

**Institutsleitung: Prof. Dr. Mario Schmidt, stellv. Prof. Dr. Nikolaus Thißen**

Weitere Informationen: <http://umwelt.hs-pforzheim.de>

### 1.1.2. Institut für Smart Systems und Services - IoS3

---

#### **Institut für Smart Systems und Services (IoS<sup>3</sup>)**

Das Jahr 2020 verlief für das Institut wiederum sehr erfolgreich. Es konnten sowohl neue Forschungsprojekte akquiriert als auch laufende Forschungsprojekte erfolgreich weitergeführt bzw. abgeschlossen werden.

#### **Im Jahr 2020 neu hinzugekommen sind die Forschungsprojekte:**

- METHODS – Modular Engineering Techniques for Heterogeneous Discrete Systems – Plug&Produce von heterogenen und strukturvariablen Fertigungsmodulen auf Basis von Verwaltungsschalen der Industrie 4.0 und semantischen Informationsmodellen (Prof. Dr. Drath)
- HOME-KI – Methoden in der künstlichen Intelligenz zur Gebäudeautomatisierung (Prof. Dr. Schmitz)
- Digitaler Status – Digitales Reifegradmodell für Smarte Kommunen und Städte (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)

#### **Weitergeführt wurden im Jahr 2020 die Forschungsprojekte:**

- Digital Hub Nordschwarzwald „RESPOND“ – Steigerung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit durch personalisierte (kontextbasierte), digitale Produkte und Dienstleistungen (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)
- APV – ASIL Prepared Video in Automobilen (Prof. Dr. Blankenbach)
- DIGISTRANET – Methodisch, cross-sektoral und innovativ zur Digitalisierungsstrategie im Netzwerk (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)
- IMPACT – Innovative Methods for Programming of Automation Control Technology (Prof. Dr. Greiner, Prof. Dr. Drath)
- EAES – Promotionskolleg Entwurf und Architektur eingebetteter Systeme (Prof. Dr. Greiner)
- GaNEsHA – Ganzheitlicher Netzwerkansatz zur Erkennung systemimmanenter Hindernisse und Abstimmungspotenziale (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)
- OTEC – Zukunft der Gleitschleifmaschinen (Prof. Dr. Barth)
- Komo3D – Kontextsensitives mobiles 3D-Multisensorsystem (Prof. Dr. Greiner)
- TrueCultureDig – Konzeption und Begleitung von KMU-spezifischen Digitalisierungsstrategien zur Umsetzung neuer digitaler Geschäftsmodelle (Prof. Dr. Weiß)
- ZAFH MikroSens – Innovative Millimeterwellen-Sensorik für industrielle Anwendungen (Prof. Dr. Rech, Prof. Dr. Kesel)

Im Folgenden wird näher auf die einzelnen Projekte eingegangen:

#### **METHODS – Modular Engineering Techniques for Heterogeneous Discrete Systems** (Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath, Prof. Dr.-Ing. Mike Barth, Prof. Dr.-Ing. Thomas Greiner)

Das Ziel von METHODS ist die Erforschung und Entwicklung eines strukturierten und herstellerunabhängigen Engineering-Konzepts für Plug&Produce (PnP) in einer heterogenen sowie gemischt real-virtuellen Landschaft von Fertigungsmodulen. Mithilfe der damit abgezielten Wandelbarkeit, die ein Kernziel der Industrie 4.0 repräsentiert, soll zukünftig eine modulare Anlage unterschiedlicher Hersteller flexibel und adaptiv an veränderte Produktionsziele angepasst werden können.



Zum Erreichen dieser Wandelbarkeit und einer PnP-fähigen Anlage ist eine umfassende Selbstbeschreibung der Module erforderlich, d. h., es soll zuerst ein Meta-Informationsmodell für Fertigungsmodule auf Basis einer Anforderungs-, Anwendungsfall- und Literaturanalyse für heterogenes PnP entwickelt werden. Ein vielversprechender Ansatz ist die erfolgreiche Methodik des Module Type Packages der Prozessautomation, das im Rahmen dieses Projektes erstmalig auf die Domäne der diskreten Automatisierung angewandt werden soll. Die dabei entstehenden Informationsmodelle der Module sollen als Wissensbasis automatisiert in Industrie-4.0-Verwaltungsschalen (VWS) integriert werden. Anschließend sollen diese VWS in einer dafür geeigneten Industrie-4.0-Plattform automatisch vom übergeordneten Orchestrierungssystem erkannt, exploriert und zu einem geeigneten Anlagenlayout unter Berücksichtigung heterogener Semantiken orchestriert werden. Zur Erleichterung des Modul- und Anlagenengineering sollen zudem reale und virtuelle Fertigungsmodule durch ein neuartiges virtuelles Engineering verschmelzen, bei dem die VWS eines virtuellen und eines realen Moduls identisch und für das Orchestrierungssystem nicht unterscheidbar sein sollen. Ziel ist es daher, Fertigungsmodule in einer geeigneten Softwareumgebung von Anfang an virtuell zu entwickeln und zu simulieren. Daraus resultiert, dass der Entwurf, die Visualisierung, der Test und die Inbetriebnahme virtueller Module im Kontext der realen Anlage stattfinden können.

Das Projekt ermöglicht die Promotion von zwei Doktoranden und erfolgt in Zusammenarbeit mit Festo AG und Festo Didactic.



Abb. 1: Verschmelzung realer und virtueller Fertigungsmodule

### **HOME-KI – Methoden in der künstlichen Intelligenz zur Gebäudeautomatisierung (Prof. Dr. Schmitz)**

Ziel des Forschungsprojektes ist die Erforschung von Lernverfahren zur Automatisierung von privaten und kleinen kommerziellen Gebäuden als Teilnehmer an der Energiewende. Dabei soll analysiert werden, in welchen Bereichen der Einsatz der künstlichen Intelligenz sinnvoll ist und welche Verfahren gewinnbringend eingesetzt werden können. Die Modellierung der Flexibilität in der Energieversorgung und die Erfassung der Gebäudesituation auf Basis von Sensordaten sind zentrale Bestandteile des Projektes.

## **Digitaler Status – Digitales Reifegradmodell für Smarte Kommunen und Städte (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)**

Der kommunale IT-Dienstleister Komm.ONE (AöR) führt in Zusammenarbeit mit dem Institut Smart Systems & Services (IoS<sup>3</sup>) der Hochschule Pforzheim und in Abstimmung mit den kommunalen Spitzenverbänden und seinen Gremien-Mitgliedern die erste breit angelegte Studie zur Erhebung des Digitalstandes in allen Kommunen in Baden-Württemberg durch. Die Forschungsschwerpunkte dieser Arbeit liegen auf der Zusammenfassung und Erhebung des aktuellen Forschungsstands zu den Forschungsthematiken SmartCity, Reifegradmessung (RGM) und der Kombination beider Konzepte.

Die Reifegradmessung mit begleitender Studie verfolgt mehrere Ziele:

1. Den aktuellen Digitalstatus in allen Kommunen in Baden-Württemberg in zehn relevanten Kategorien fundiert zu erfassen und die gesammelten Daten und Informationen
  - a.) als Individualergebnis (mittels Sofortauswertung direkt nach Dateneingabe) sowie
  - b.) als Kollektivergebnis (mittels nachgelagerter repräsentativer Studie) allen öffentlichen Interessengruppen und Beteiligten transparent zur Verfügung zu stellen, zur Ableitung weiterer, individueller und/oder gemeinschaftlicher Schritte und Maßnahmen.
2. Die Daten- und Informationslage jährlich zu erweitern sowie die erzielten Ergebnisse so zu aggregieren und anzureichern, dass daraus ein universell einsetzbares, mitwachsendes Werkzeug und Vergleichsinstrument im Zeitablauf entsteht, welches allen Kommunen in Baden-Württemberg regelmäßig und wiederkehrend zur Nutzung – auch unterjährig – zur Verfügung gestellt wird.
3. Die aus der Reifegradmessung gewonnenen Erkenntnisse sollen dynamisch in die Entwicklung und Bereitstellung eines kommunalen Standards bzw. Digitalisierungsmanagementsystems einfließen.

## **Digital Hub Nordschwarzwald „RESPOND“ (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)**

Der **Digital Hub Nordschwarzwald** mit seinen drei Standorten in Pforzheim, Nagold und Horb ist die zentrale Anlaufstelle für alle Themen im Bereich Digitalisierung für kleine und mittlere Unternehmen sowie für Existenzgründer und Start-ups in der Region Nordschwarzwald. Zielsetzung des Projektes ist die Unterstützung von kleinen und mittelständischen Unternehmen im Rahmen des digitalen Wandels. Das Know-how der regionalen Unternehmen soll mit dem Wissen von Digitalisierungsexpertinnen/-experten, Hochschulen und anderen Initiativen in diesem Bereich zusammengebracht werden. So können neue Perspektiven diskutiert und Impulse für den digitalen Wandel gesetzt werden. Diese Ergebnisse der Arbeit werden in wissenschaftlicher Form verwertet. Dazu zählen Publikationen über z. B. Best Practices, Grundlagen zu verschiedenen Themenschwerpunkten oder Wissensportionen. Die Werke werden u. a. über die Homepage (<https://digitalhub-nordschwarzwald.de/>) zur Verfügung gestellt.

Ferner hat der Digital Hub Nordschwarzwald ein vielfältiges Angebot für kleine und mittlere Unternehmen: Veranstaltungen (z. B. Workshops, branchenbezogene Informationsveranstaltungen), individuelle Angebote (z. B. Mentoring-Netzwerke, kostenfreie Initialberatung, Digitalisierung'), Schulungs- und Weiterbildungsangebote (z. B. im Bereich E-Commerce) ebenso wie räumliche Angebote (z. B. Experimentierräume, Co-Working Spaces). Bei dem Angebot wird dabei der Schwerpunkt auf folgende Themen gesetzt: Personalisierte bzw. kontextadaptive Produkte und Dienstleistungen, Digitaler Zwilling, Digitalisierung im ländlichen Raum, Neue Ge-

schäftsmodelle, Mentoring-Netzwerke, Schulungen und Weiterbildung im Bereich digitaler Handel/ E-Commerce, Sensibilisierung künftiger Fachkräfte für die Digitalisierung, Qualifizierung und Führung im digitalen Zeitalter, Existenzgründungen und Start-ups.

### APV – ASIL Prepared Video in Automobilen (Prof. Dr. Blankenbach)

Kameras spielen eine immer wichtigere Rolle in modernen Fahrzeugen. Ein gewissermaßen schon etabliertes Beispiel sind Rückwärtsfahr-Kameras, die auf dem Infotainment-Display für den Fahrer visualisiert werden. An diesem Beispiel werden die Aufgaben und Herausforderungen für eine sichere Datenübertragung und Visualisierung nach dem ASIL-Standard (Automotive Safety Integrity Level) unmittelbar klar: Das Kamerabild muss ohne Verzögerung und unverfälscht von der Kamera bis zum Display „transportiert“ und dort originalgetreu visualisiert werden, siehe Abbildung 2. Ein zukünftig wichtiger Fall ist die „Fernsteuerung“ eines vollautonomen Fahrzeuges durch einen Mitarbeiter in einem Kontrollzentrum. Hier werden dann die Videobilder drahtlos und über sogenannte Consumer Electronics Hard- und Software übertragen.

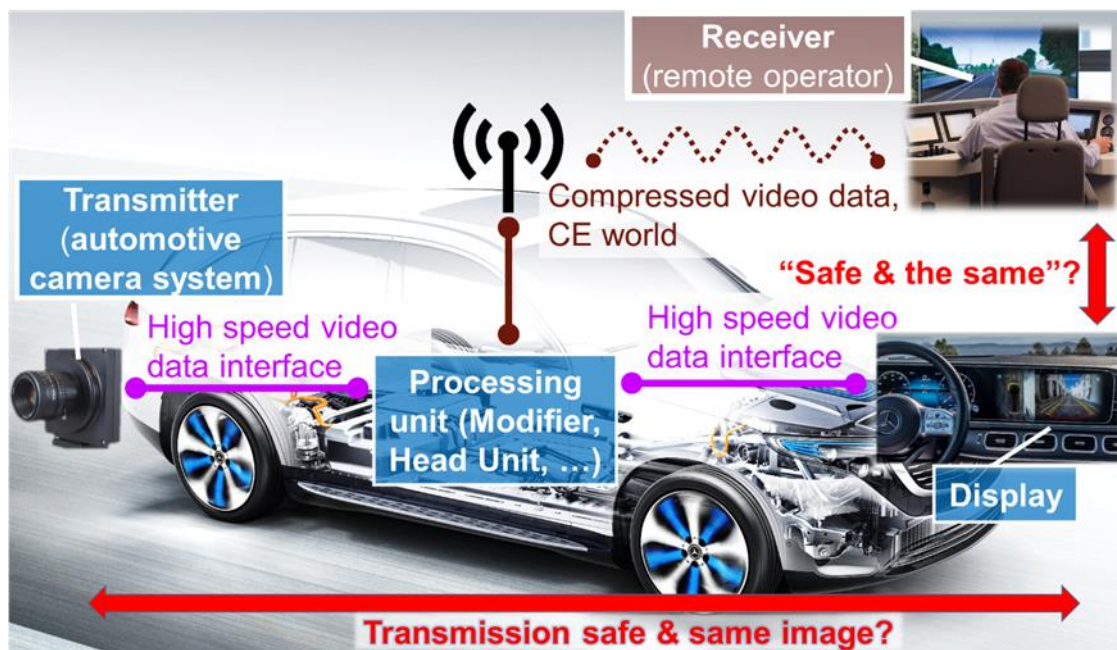


Abb. 2: Übersicht zur sicheren Videoübertragung von Fahrzeugkameras auf Bildschirmen

Das Projekt wurde von einer Forschungsabteilung des MERCEDES Konzerns beauftragt und wird mit weiteren Partnern (u. a. Universität des Saarlandes) bearbeitet. Die Aufgaben der Hochschule Pforzheim liegen in der Überwachung des Displays und der angezeigten Daten. Hierbei werden erstmals nicht nur digitale Daten geprüft, sondern auch deren Korrelation mit den dargestellten Bildinhalten mittels Strom- und optischer Messung. Displays in Kontrollzentren werden dagegen am besten mit kleinen Kameras überwacht, was auch im Fahrzeug funktioniert. Eine wichtige Teilkomponente ist die sogenannte „Safety Box“, in der die Übertragungs- und Visualisierungs-Qualität bewertet wird und die z. B. das Display im extremen Fehlerfall abschaltet. Wissenschaftlich anspruchsvoll ist die Bewertung der „graceful degradation“, bei der ein verfälschtes Bild trotzdem angezeigt wird – jedoch mit Warnhinweisen – da dies in vielen Fällen besser als ein Abschalten des Displays ist.

## Innovationsforum DIGISTRANET – Kreativität trifft Mittelstand (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)

Das Ziel des Innovationsforums „**DIGISTRANET – Methodisch, cross-sektoral und innovativ zur Digitalisierungsstrategie im Netzwerk**“ ist der Aufbau und die Weiterentwicklung eines interdisziplinären, überregionalen Netzwerks zwischen Partnern aus den Branchen Präzisionstechnik, Logistik, Maschinenkommunikation und aluminiumverarbeitende Technologien sowie die Entwicklung und Ermittlung der Potenziale neuer, innovativer Kreativitätsmethoden für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) vor dem Hintergrund der eigenen Digitalisierungsstrategie.

Generell stellt gerade ein KMU die Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie vor große Herausforderungen, da es damit häufig Neuland betritt. Das Projekt DIGISTRANET will deshalb ein interdisziplinäres, „bottom-up“-orientiertes, branchenübergreifendes Netzwerk zwischen IT-Wirtschaft, Anwenderbranchen und Wissenschaft aufbauen, mit dem Ziel, gemeinsam methodische Werkzeuge zu erproben, zu diskutieren und zu analysieren, um in einer gemeinsamen, anregenden Umgebung neuartige Digitalisierungsvorhaben zu entwickeln und zu realisieren. „DIGISTRANET“ möchte KMU die digitale Transformation anhand von geeigneten Kreativitätstechniken, die von KMU erprobt und angenommen werden können, eröffnen. Dabei muss der erste Schritt das Erarbeiten einer Digitalisierungsstrategie sein, das ist eine dokumentierte Form der strategischen Situationsanalyse und Planung der Maßnahmen und Initiativen des jeweiligen Unternehmens. Grundlage jedes methodischen Vorgehens sind Kreativitätstechniken. Welche bestehenden Methoden sich gerade für KMU eignen und bei Digitalisierungsvorhaben bewähren, ist noch nicht systematisch erforscht worden. Das Innovationsforum DIGISTRANET will daher mit wissenschaftlichen Methoden herausfinden, welche aus einer zunächst ausgewählten Zahl an Kreativitätsfördernden Methoden im ersten Schritt der Digitalen Transformation besonders geeignet scheinen. Dazu wurden 2019 mehrere Workshops durchgeführt und wissenschaftlich begleitend untersucht:



Abb. 3: Übersicht der durchgeführten Workshops

Die Netzwerke des Innovationsforums wirken in den jeweiligen Anwendungsbranchen vielfältig zusammen:

- Aluminiumverarbeitende Technologien (Netzwerk connect.Dreiländereck Lörrach) mit zahlreichen metallverarbeitenden Unternehmen
- Logistik (Netzwerk connect.IT Heilbronn-Franken) mit den Schwerpunkten Handel und Automobilindustrie
- Maschinenkommunikation (Netzwerk IT Cluster Ulm/Oberschwaben) mit den Schwerpunkten Maschinenbau, produzierendes Gewerbe, Automobilindustrie
- Präzisionstechnik (Netzwerk IT+Medien Pforzheim) mit den Schwerpunkten Automotive, E-Mobilität, Elektronik, Medizin- und Dentaltechnik, Luft- und Raumfahrt.

Die Workshops bestanden zum einen aus einem Impulsreferat und hatten zum anderen einen Schulungscharakter mit einem interaktiven Teil. Die Fachworkshops werden zur vertieften Bearbeitung der erlernten Kreativitätsmethoden eingesetzt. Die inhaltliche und wissenschaftliche Unterstützung übernahm dabei die Hochschule Pforzheim in Form von Prof. Dr. Bernhard Kölmel und Alexander Richter.

### **IMPACT – Innovative Methods for Programming of Automation Control Technology (Prof. Dr. Greiner, Prof. Dr. Drath)**

Im Rahmen des Vorhabens sollen neue Ansätze für die Softwareentwicklung für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) entwickelt werden. SPS realisieren die Automatisierung von Prozessschritten in der Produktion; die zur Programmierung genutzten Sprachen verfügen jedoch nur über begrenzte Abstraktionsmechanismen. Die Formulierung von komplexen Abläufen ist daher aufwendig, die Änderung solch komplexer Programme führt oft zu unerwünschten Seiteneffekten. Dies beeinflusst die Erreichbarkeit eines zentralen Ziels von Industrie 4.0 – die effiziente Wandelbarkeit von Produktionsanlagen. Um industrielle Anbieter und Nutzer bei der Modernisierung ihrer Automatisierungstechnik zu unterstützen, ist es sinnvoll, Lösungen für diese Fragestellungen zu erforschen und damit einen Beitrag zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit in diesem Bereich zu leisten. Zu diesem Zweck sollen moderne Softwarekonzepte mit der Robustheit und Echtzeitfähigkeit von SPS verbunden werden.

### **Promotionskolleg „Entwurf und Architektur eingebetteter Systeme (EAES)“ (Prof. Dr. Greiner)**

Das baden-württembergische Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst und die Universität Tübingen stellen zwölf Doktoranden-Stipendien zur Stärkung des Forschungs- und Wirtschaftsstandorts Baden-Württemberg im Rahmen des **Promotionskollegs „Entwurf und Architektur eingebetteter Systeme (EAES)“** zur Verfügung. Über einen Zeitraum von drei Jahren werden die jungen Nachwuchswissenschaftler im Rahmen zahlreicher Veranstaltungen strukturiert zur Promotion geführt.

Das gemeinsame Promotionskolleg mit der Universität Tübingen (Sprecher Prof. Dr. Greiner und Prof. Dr. Rosenstiel) ermöglicht es, Masterabsolventen von Hochschulen für Angewandte Wissenschaften und Universitäten eine anspruchsvolle wissenschaftliche Qualifikation in dem zukunftssträchtigen Themengebiet „Eingebettete Systeme“ anzubieten. Bei „Eingebetteten Systemen“ handelt es sich um Hardware-Software-Systeme, die das Herz vieler moderner Produkte vom Auto über den Maschinenbau bis zur Kommunikationstechnik ausmachen. Diese Systeme übernehmen weitgehend unsichtbar eine Vielzahl von Steuerungs- und Überwachungsaufgaben.

Im Jahr 2020 konnte Herr Tobias König, Stipendiat des Promotionskollegs, erfolgreich seine Promotion über einen neuen Ansatz zur Digitalisierung der Sensordatenauswertung abschließen. Seine Doktorarbeit wurde im Verlag Dr. Hut publiziert.

### **GaNEsHA – Ganzheitlicher Netzwerkansatz zur Erkennung systemimmanenter Hindernisse und Abstimmungspotenziale (Prof. Dr. Kölmel, Prof. Dr. Bulander)**

Millionen Deutsche stehen täglich im Stau. Der Auf- und Ausbau der Verkehrswege kann mit dem stetig wachsenden Mobilitätsbedarf nicht Schritt halten. Gleiche Geschäftszeiten von Unternehmen, starr festgelegte Routen öffentlicher Dienstleister und Logistiker, Baustellen sowie eine

große Anzahl von Einzelfahrten verstärken das Problem. Für die Kraftfahrer bedeutet dies tagtäglich Stress und eine zusätzliche Belastung. Das Unfallrisiko steigt und sorgt für zusätzliche Behinderungen.

Das GaNEsHA-System verarbeitet Netz- und Verkehrsinformationen auf der Suche nach einem Gesamtoptimum. Spezielle Logistikoptimierungsverfahren werden durch Big-Data-Technologie beschleunigt und erweitert, um individuelle Empfehlungen zu berechnen. Nutzerfreundliche Anwendungen geben die errechneten Routen an alle Teilnehmer weiter. Die Einhaltung/Umsetzung der gemachten Vorschläge und die Nutzung der GaNEsHA-Lösungen wird durch ein nutzerzentriertes Anreizsystem motiviert.

Die Hochschule Pforzheim ist in diesem Projekt als einer von sieben Konsortialpartnern für die Entwicklung von Geschäftsmodellen und Anreizsystemen zuständig. Mehr Informationen zu diesem Projekt finden Sie unter: [ganesha-mobility.de](http://ganesha-mobility.de). Des Weiteren stellt die HS PF mit dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Alexander Richter den Forenpaten für die „m-Fund“-Arbeitsgruppe „Datengetriebene Geschäftsmodelle“. Ziel dieser Arbeitsgruppe ist die Multiplikation von umsetzungsrelevantem Wissen zum Themenfeld digitaler Geschäftsmodelle an die Projekte des „m-Fund“-Förderprogrammes.



Abb. 4: Vorbereitung auf den GaNEsHA Projektabschluss (v. l. n. r.): Patrice Glaser (HS PF), Lukas Waidelich (HS PF)

Das im Jahr 2017 gestartete Projekt wurde Ende des Jahres 2020 im Rahmen einer digitalen Abschlussveranstaltung aller Projektpartner und eines Referatmitglieds des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erfolgreich abgeschlossen.

### **OTEC – Zukunft der Gleitschleifmaschinen (Prof. Dr. Barth)**

Im Rahmen dieses Kooperationsprojektes soll der Technologievorsprung der OTEC Präzisionsfinish GmbH in Straubenhardt ausgebaut werden. Dieser Vorsprung betrifft sowohl das Engineering der Sonderanlagen und -maschinen als auch deren Automatisierungstechnologie. Ziel ist ein virtualisiertes modellbasiertes Engineering, in welchem ein vollständiger digitaler Zwilling der Anlage (kinematisierter beweglicher 3D-Aufbau) in Kombination mit der Steuerungssoftware erzeugt wird. Hieraus soll eine vollständige virtuelle Inbetriebnahme der Maschinen und Anlagen sowie deren Integration in die digitale Fabrik des Kunden möglich sein. Dabei sollen Automation-of-

Automation-Technologien eingesetzt werden, die den manuellen Modellierungs- und Engineering-Aufwand deutlich verringern.

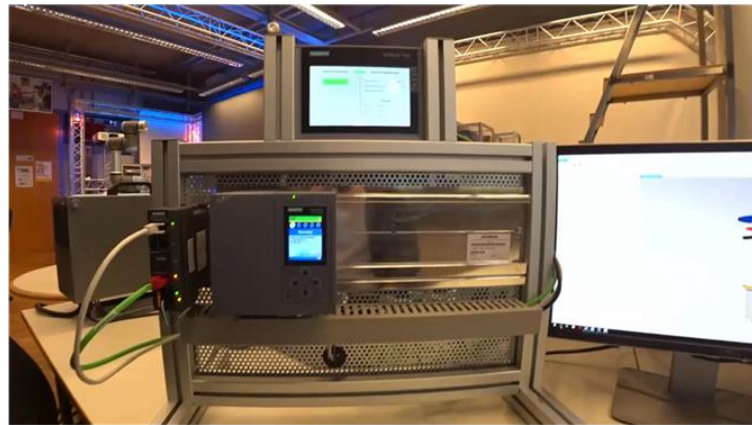
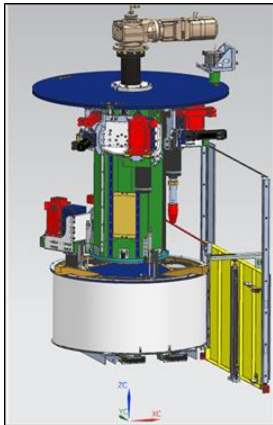


Abb. 5: HIL-Simulation

Das begleitende Promotionsverfahren wird in Kooperation mit Prof. Dr. Alexander Fay von der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg durchgeführt.

### **Komo3D – Kontextsensitives mobiles 3D-Multisensorsystem (Prof. Dr. Greiner)**

Im Rahmen des Vorhabens wird ein innovatives mobiles 3D-Multisensorsystem erforscht und realisiert werden, das durch die Auswertung von Kontextinformationen situationsgerecht Bilddaten erfassen und auswerten kann. Wesentliches Kennzeichen ist eine 3D- Multisensorik zur Erfassung der Bilddaten in Verbindung mit einer verteilten Systemarchitektur bestehend aus Komponenten mit unterschiedlichem Leistungsvermögen in Bezug auf Echtzeitfähigkeit und Rechenleistung. Die Gewinnung der 3D-Daten erfolgt durch eine Multisensorik-Bilderfassung auf einem mobilen System bestehend aus einer passiv arbeitenden Lichtfeldkamera (LF) und einer aktiv arbeitenden Time-of-Flight-Kamera (TOF) in Verbindung mit einem Field Programmable Gate Array (FPGA) zur echtzeitfähigen Bildauswertung und -klassifikation. Um der begrenzten Rechenleistung der mobilen Einheit Rechnung zu tragen, wird diese durch ein abgestuftes Edge-/Cloud-Computing-System unterstützt. Die Teilsysteme kommunizieren hierbei über drahtlose Kommunikationsschnittstellen miteinander. Zur Klassifikation werden Verfahren des maschinellen Lernens auf Basis von Convolutional Neural Networks (CNN) eingesetzt. Um auf unterschiedliche Situationen reagieren zu können, werden kontextabhängig die Sensordaten fusioniert und jeweils passend trainierte Netze zur Klassifikation eingesetzt. Als Anwendungsfall wird Ambient Assisted Living betrachtet. Konkret soll das Konzept für einen mit einer mobilen Energieversorgung ausgestatteten Rollator entworfen und erprobt werden. Im ARD- und SWR-Fernsehen wurde ausführlich über das Projekt berichtet (<https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/intelligenter-rollator-102.html>).

### **TrueCultureDig Transformation von Unternehmenskulturen durch innovative Prozesstechnik und -organisation (Prof. Dr. Weiß)**

Seit Oktober 2018 begleitet das Forschungsteam um Prof. Dr. Peter Weiß kleine und mittelständische Unternehmen bei der aktiven Gestaltung des digitalen Wandels. Das BMBF-Forschungsverbundprojekt „TrueCultureDig“ setzt sich dabei spezifisch mit der Erarbeitung und Erprobung digitaler Technologien und Anwendungsfälle auseinander. Gemeinsam mit dem Anwendungspartner Scherzinger wurde nun die „Digitale Roadmap“ verabschiedet. Neben der Umsetzung neuer digitaler Technologien stehen ebenso die soziokulturellen Gestaltungsbereiche beim Forschungsprojekt „TrueCultureDig“ im Vordergrund. Im Zuge dessen gilt es, gemeinsam mit den

Unternehmen kulturelle Fähigkeiten zu analysieren und zu entwickeln sowie an die individuellen digitalen Maßnahmen anzupassen. Hierfür arbeitet das Forschungsteam der Hochschule Pforzheim eng mit den Forschungsinstituten ISI-Fraunhofer sowie iAi Bochum zusammen.



Abb. 6: true culture dig

### **ZAFH MikroSens – Innovative Millimeterwellen-Sensorik für industrielle Anwendungen (Prof. Dr. Rech, Prof. Dr. Kesel)**

Mit dem Zentrum für Angewandte Forschung an Hochschulen (ZAFH) „MikroSens – Innovative Millimeterwellen-Sensorik für industrielle Anwendungen“ soll kleineren und mittleren Unternehmen in Baden-Württemberg neuartige und hochintegrierte Millimeterwellen-Radarsensorik für verschiedene Applikationsfelder zugänglich gemacht werden.

In der ersten Phase bis Ende 2018 wurde an der HS Pforzheim dazu ein neuartiges Signalverarbeitungssystem für Radar-Signale nach dem Chirp-Sequence-Verfahren entwickelt und mit einem 160-GHz-Radar-Frontend der Universität Ulm integriert. Basis ist ein SoC, das klassische Prozessoren mit einem FPGA kombiniert und dadurch eine erheblich höhere Leistungsfähigkeit erreicht. Nach positiver Begutachtung wurde das Projekt bis Ende 2020 verlängert.

Um die entwickelte Millimeterwellen-Radar-Technologie für die Zielgruppe der industriellen Anwender umsetzbar zu machen, wird ein EvalKit dafür entwickelt, der einerseits mit einem Web-basierten GUI einen sehr einfachen ersten Zugang für Versuche bietet und andererseits durch die unter Linux laufende Steuerung dem erfahrenen Anwender die Integration eigener Messprogramme ermöglicht.

Anwendungen der Millimeterwellen-Sensorik liegen im Bereich der Pegel- und Strömungsmesstechnik (Umwelttechnologien), der Boden- und Straßenzustandserkennung (nachhaltige Mobilität), der Automatisierungstechnik (IKT und intelligente Produkte, Industrie 4.0, komplexe Messumgebungen) sowie der Mediensensorik und Medizintechnik. Die Projektpartner sind die Hochschulen in Ulm, Heilbronn und Pforzheim sowie die Universität Ulm. Die Förderung stammt jeweils zur Hälfte aus Mitteln des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst sowie des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) der Europäischen Union.



Abb. 7: MikroSens EvalKit der HS Pforzheim



## Weitere Informationen zu Aktivitäten im Institut:

### Digitales Pilotprojekt zur Baumbewässerung

Die HS PF und die Stadt Pforzheim starten ein gemeinsames Pilotprojekt, um mithilfe digitaler Sensortechnik die Bewässerung von Bäumen zu optimieren und den damit zusammenhängenden Wasserverbrauch zu reduzieren. Angesichts immer länger anhaltender Phasen trockenen und heißen Wetters wird die Optimierung der Bewässerung zunehmend wichtiger, angesichts dessen sich Stadt und Hochschule von der Digitalisierung wichtige Erkenntnisse über Optimierungsmöglichkeiten versprechen. Die Baumbewässerung im Stadtgebiet erfolgt derzeit ausschließlich auf der Grundlage von Wetterbeobachtung. Steigen die Temperaturen auf ein sommerliches Niveau und bleiben Niederschläge über mehrere Wochen hinweg aus, beginnen die Baumpfleger mit der notwendigen Bewässerung der Baumbestände. Der tatsächliche Wasserbedarf, der je nach Baumstandort individuell ausfällt, lässt sich bisher noch nicht bestimmen. Dies will die Stadt Pforzheim durch den pilothaften Einsatz verschiedener digitaler Sensoren ändern, die mit Unterstützung der Hochschule (Prof. M. Barth) in einem genau abgegrenzten Baumquartier in unterschiedlichen Bodenschichten angebracht werden. Dort messen die Sensoren die Bodenfeuchtigkeit und erfassen die Bodentemperatur. Anhand der generierten Daten soll der richtige Zeitpunkt für die Wasserzufuhr sowie die notwendige Wassermenge ermittelt werden.



Abb. 8: Professor Dr. Mike Barth (HS PF), Bürgermeisterin Sibylle Schüssler, Professor Dr. Ulrich Jautz (vorne v. l.).  
Foto: Stadt Pforzheim/Stefan Baust

Seit 2017 ist Prof. Dr.-Ing. Reichel im **Beirat des DIN-Normenausschusses „Feinmechanik und Optik“ (NAFuO)**. Bis 2023 ist er mitverantwortlich für Planung, Koordinierung, Finanzierung sowie Grundsatzentscheidungen des Ausschusses. Verschiedene Arbeitsgruppen bearbeiten hier die in den Bereichen Feinmechanik (einschließlich deren Anwendung in der Medizintechnik), Mikrosystemtechnik, Optik und Photonik sowie Schmuck und Uhren notwendig werdenden Normungsaufgaben.

Außerdem ist Prof. Reichel aktives Mitglied und stellvertretender Obmann im DIN-Normenausschuss „NA 027-01-05 AA Optische Werkstoffe“. Aufgrund seiner langjährigen Expertise unterstützt er hierbei zusammen mit den Firmen SCHOTT AG und Zeiss AG die Normung aus dem Bereich Optische Materialien. Im Jahre 2020 wurde die DIN ISO 12123 „Optik und Photonik – Spezifikation von optischem Rohglas (ISO 12123:2018)“ erfolgreich abgestimmt und weltweit aktiviert.

**Die Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS)** fand 2020 an der Charité in Berlin als Online-Konferenz statt. Als Mitglied des wissenschaftlichen Programmkomitees beteiligte sich Prof. Dr. Seifert als Gutachter im Peer-Review- und Meta-Review-Prozess (Entscheidungsfindung im Peer-Review-Prozess), sowie im Preiskomitee für die Vergabe des Preises für den besten Beitrag.

**Institutsleitung: Prof. Dr. Thomas Greiner und Prof. Dr. Bernhard Kölmel (Stellvertreter)**

Weitere Informationen: [www.hs-pforzheim.de/ios3](http://www.hs-pforzheim.de/ios3)

### 1.1.3. Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien – IWWT

---

#### **Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien (IWWT)**

Auch im Jahre 2020 gab es in der Zusammensetzung der Arbeitsgruppen des IWWT keine Änderungen. Gesamtheitlich setzt sich das IWWT mithin wie folgt zusammen:

1. **Metallische Werkstoffe** (Prof. Dr. Norbert Jost)
2. **Kunststoffe und Fertigungstechnologien** (Prof. Dr. Gerhard Frey)
3. **Stanztechnik** (Prof. Dr. Matthias Golle)
4. **Werkstoffkreisläufe** (Prof. Dr. Jörg Woidasky)
5. **Abtragende Fertigungsverfahren** (Prof. Dr. Kai Oßwald)
6. **Materialwissenschaften in der medizinischen Anwendung** (Prof. Dr. Prof. Dr. Volker Biehl, Prof. Dr. Ulrich Heinen, Prof. Dr. Tobias Preckel)

Der nachfolgende Bericht fasst in bewährter Weise wieder die wesentlichen Aktivitäten des IWWT in den Arbeitsgruppen zusammen. Leider hat die allgemeine und für den Bereich Forschung sicher nochmals sehr besondere Entwicklung der Corona-bedingten Einschränkungen in der letztjährigen Arbeit des IWWT ihren Tribut gefordert. Gleichwohl gelang es aber in allen Bereichen die Zeit für eine erfolgreiche Konsolidierung zu nutzen und so eine für das folgende Jahr dann gute Basis zu schaffen.

#### **1. Metallische Werkstoffe**

Die beiden Hauptarbeitsgebiete der Arbeitsgruppe „Metallische Werkstoffe“ waren im Jahre 2020 unverändert. Somit standen weiterhin zum einen die metallischen Schäume und zum anderen die Entwicklung von innovativen Kupfer-Basis-Legierungen im Fokus.

##### **a) Metallische Schäume**

Die Arbeitsgruppe setzte sich zum Ende des Berichtsjahres aus den sechs wiss. Mitarbeitern, M. Eng. Bettina Stefanie Matz, M. Eng. Pierre Kubelka, M. Sc. Jan Frömert, B. Eng. (jetzt M. Sc.) Johann Heimann, B. Eng. Oliver Hügel und M. Sc. Andreas Karl zusammen. Die einzelnen Forschungsarbeiten in dieser Gruppe wurden hierbei durch studentische Hilfskräfte sowie Projektarbeiter und Bacheloranden unterstützt.

Zum Start der zweiten Runde des Forschungsprojektes „**Innovative Schaumstrukturen für effizienten Leichtbau**“ (**InSeL**) fand Ende Juli eine Webkonferenz des Forschungsnetzwerkes statt. Koordinatoren des Online-Meetings waren Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost, Leiter des Instituts für Werkstoffe und Werkstofftechnologien an der Hochschule Pforzheim, und das Pforzheimer InSeL-Team. Die Forschungspartner der Hochschulen Karlsruhe und Reutlingen, des Karlsruher Instituts für Technologie sowie des Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Instituts an der Universität Tübingen bilden das Grundgerüst für die Entwicklung und Herstellung spezifischer Schaumstrukturen (**Abb. 1**). Nach der Analyse und Evaluation der ersten Projektphase folgten die einzelnen Teilprojektvorstellungen mit der zeitlichen Konzeptionierung der Aufgabenstellung für die nun zweijährige Fortsetzungsphase.

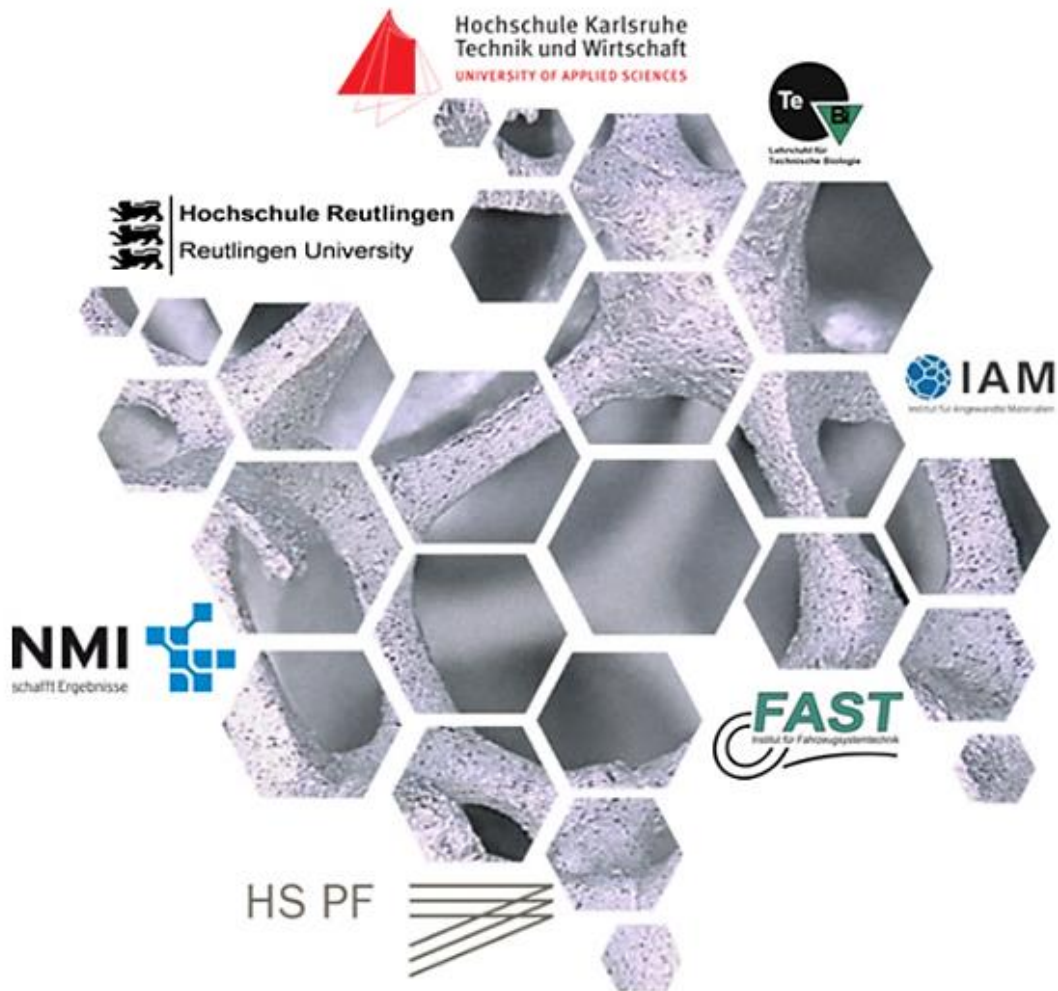


Abb. 1: Forschungsverbund des InSeL-Projektes mit dem Fokus der zellulären Schaumstrukturen

An der Hochschule Pforzheim werden im Rahmen des Projektes InSeL vier Teilprojekte bearbeitet, die im Folgenden näher dargestellt werden:

### InSeL-Teilprojekt 1

#### Schmelzmetallurgische Herstellungsrouten für Magnesium-Schaumstrukturen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Metallschaumherstellung an der Hochschule Pforzheim werden retikuliert offeneporige Mg-Schäume hergestellt. Hierfür wurde das experimentelle Setup an die Magnesiumschmelze angepasst und weiterentwickelt. Zum einen ist das Ziel, eine komplette Formfüllung und zum anderen eine glatte Oberfläche ohne Wechselreaktionen zwischen Magnesium und Einbettmasse zu erreichen. Für die Formfüllung werden die Gussparameter experimentell ermittelt. **Abb. 2** zeigt erste erfolgreiche Ergebnisse, eine vollständige Formfüllung wurde erreicht. Kleine Oberflächenreaktionen sind aber noch vorhanden. Um diese zu minimieren, wird der Einbettprozess zur Erstellung der Gusskokille in zwei Teilschritte zerlegt. Im ersten Schritt wird über die Modelle eine Hülle aus einer keramischen Spinellen-Einbettmasse gebildet und im zweiten Schritt mit Zirkonsand eingebettet.



Abb. 2: In (a) ist eine mikroskopische Aufnahme einer keramischen Hülle dargestellt, das Kunststoffmodell wird ausgebrannt und hinterlässt die mit Mg zu füllenden Kavitäten. Durch Anpassung der Parameter wird in (c) die Formfüllung und Oberfläche signifikant gegenüber (b) verbessert.

### InSeL-Teilprojekt 2

#### Effizienzsteigerung schwingend beanspruchter Werkzeugmaschinen und -komponenten durch dämpfungsoptimierte Strukturwerkstoffe

In diesem Jahr lag der Fokus auf der mechanischen Charakterisierung von offen- und geschlossenenporigen Schäumen im Allgemeinen und der einheitlichen Definition von Kennwerten und charakteristischen Punkten im Spannungs-Deformations-Diagramm im Speziellen. Insbesondere wurden Lücken in der Charakterisierung von duktilen metallischen Schäumen mit einer Verfestigung im Plateaubereich in der Literatur ausgemacht. Daraufhin wurde ein Verfahren zur Auswertung des Verfestigungsverhaltens von duktilen metallischen Schäumen entwickelt und publiziert, durch welches die charakteristischen Punkte reproduzierbar bestimmt werden konnten. Diese Daten bilden eine Grundlage für die Konstruktion und Simulation von Bauteilen mit metallischen Schäumen. **Abb. 3** zeigt neben dem eigentlichen Druckversuch (links) die Druckfestigkeit verschiedener metallischer Schäume als Ergebnis des Versuchs.

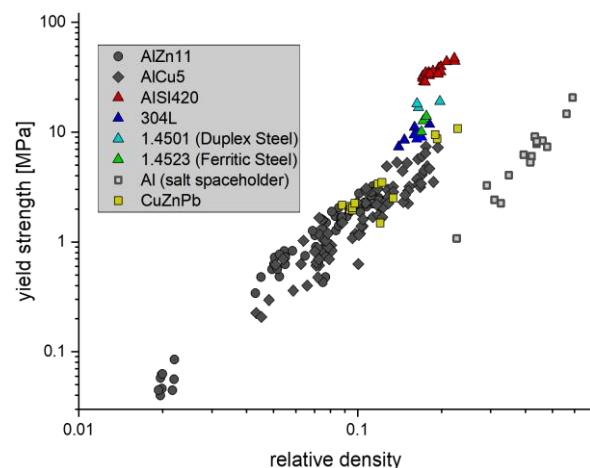


Abb. 3: Mechanische Charakterisierung von offenzelligen Schäumen: Druckversuch (links) und Ashby-Diagramm der Festigkeit von Metallschäumen verschiedener Legierungen in Abhängigkeit von der relativen Dichte (rechts).

### InSeL-Teilprojekt 3

#### Prototypen und Halbzeuge

Als Arbeitsgrundlage soll in diesem Bereich ein Ersatzmodell dienen, die Entscheidung fiel letztendlich auf die sogenannte „Weaire-Phelan structure“, da diese die größte geometrische Ähnlich-

keit mit einer stochastischen Schaumstruktur hat. Zunächst wurde mit Creo 4 ein Zelltyp als Konstruktionselement erstellt, um anschließend zu einem Schaum zusammengesetzt zu werden. Der zweite Zelltyp ergibt sich aus den entsprechenden Leerstellen innerhalb des Modells. Die Parameter Dichte sowie Pores per Inch können stufenlos eingestellt werden. Im nächsten Schritt wurde die Druckfähigkeit der Schaummodelle geprüft und erste Muster aus AlMg5 und 1.4404 im Feingussverfahren angefertigt.

**Abb. 4** zeigt eine einzelne Zelle der Weaire-Phelan structure, die die Grundlage des Schaummodells bildet. Ebenfalls ist in

**Abb. 4** ein gegossenes Schaummodell, bestehend aus den zusammengesetzten Einzelzellen, zu sehen.

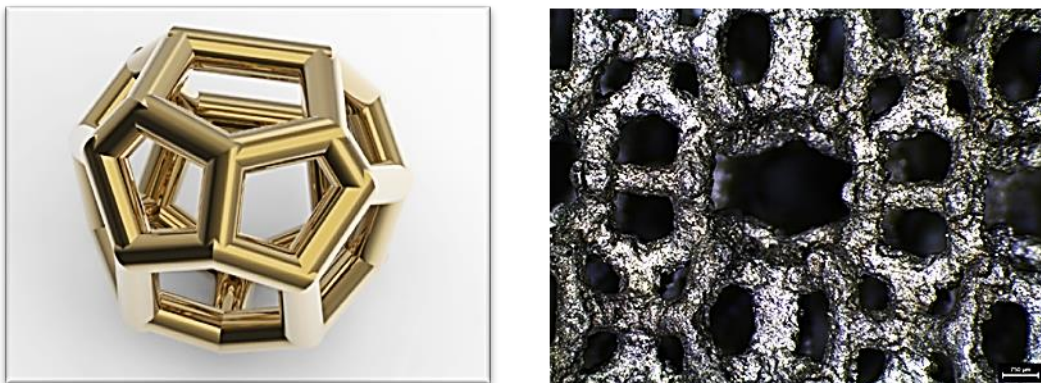


Abb. 4: Eine in Creo 4 modellierte Einzelzelle der Weaire-Phelan structure (links) sowie ein fertig gegossenes Modell aus 1.4404 (rechts)

#### InSel-Teilprojekt 4

##### Herstellung und Charakterisierung von metallischen zellularen Strukturen auf Basis von Al und Mg

Im Jahr 2020 wurden in diesem Teilprojekt Untersuchungen in Richtung der Herstellung und Charakterisierung von Al-Basis-Schäumen und syntaktischen Mg-Schäumen durchgeführt. Die Herstellung der steuerbaren und manipulierbaren Al-Schäume, angefertigt im Feinguss mit bio-orientierten Templaten, forderte eine Anpassung der durch die HS Reutlingen/NMI zur Verfügung gestellten Template hinsichtlich der Gießbarkeit. Die Anpassung der Prozessparameter ermöglichte eine reproduzierbare Herstellung der Platzhalter-basierten Schäume, die durch einfache Möglichkeiten in ihrer Struktur geändert werden können (s. **Abb. 5 (a)**). Die mechanischen Eigenschaften gilt es noch zu optimieren, um sie zu den retikulierten Schäumen konkurrenzfähig zu machen. Bei den syntaktischen Schäumen wurden erste Untersuchungen zum Verhalten der Kompositstruktur aus Mg und einer Keramik durchgeführt. Hierbei wurde das vorhandene Infiltrationsverfahren auf Mg angepasst, um reproduzierbare Proben zu erhalten (s. **Abb. 5 (b)**). Die Einstellung unterschiedlicher Materialzustände zeigt, dass eine signifikante Änderung der Materialgrenzflächen bewirkt werden kann. Dadurch wird letztendlich das makroskopische mechanische Verhalten des Schaums beeinflusst. Die gewonnenen Ergebnisse gilt es mit einer AlMg-Legierung zu erweitern, um dadurch eine bessere Aussage hinsichtlich der Gefüge-Eigenschafts-Beziehungen treffen zu können.

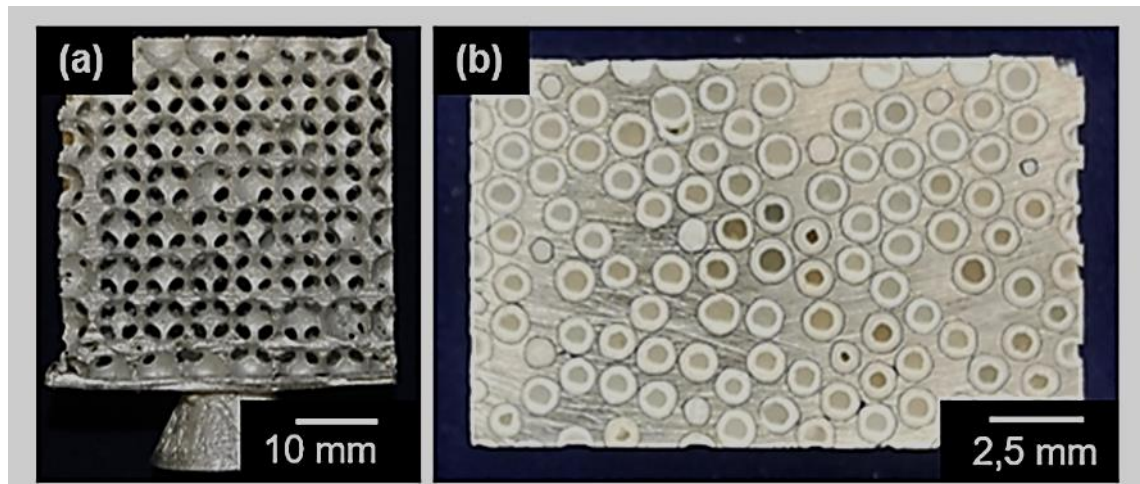


Abb. 5: (a) Ergebnis der schmelzmetallurgischen Herstellung im Feinguss der Al-Schäume mit biobasierten Templaten (b) Ergebnis der schmelzmetallurgischen Herstellung mit Niederdruck-Infiltration der syntaktischen Mg-Schäume mit Kaolin-Hohlkugeln

Der gesamte Forschungsverbund InSeL beteiligte sich in diesem Jahr an der **Internationalen Konferenzreihe der „Cellular Materials“ (CellMAT)**, die vom 7. bis zum 9. Oktober 2020 im Rahmen einer Web-Conference stattfand (**Abb. 6**).



Abb. 6: Poster der CellMAT 2020

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Arbeitsgruppe „Metallische Werkstoffe“ des Instituts für Werkstoffe und Werkstofftechnologien der HS PF (IWWT) präsentierten in einer eigenständigen InSeL-Session mit insgesamt zehn Fachvorträgen zusammen mit den Forschungspartnern der Hochschulen Karlsruhe und Reutlingen, des Karlsruher Instituts für Technologie sowie des Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Instituts an der Universität Tübingen ihre aktuellen Forschungsergebnisse.

Abschließend sei noch erwähnt, dass sich das Pforzheimer Insel-Team auch im Rahmen der Wechsellausstellung „**Innovation Interdisziplinarität Internationalität – Die Hochschule Pforzheim nach 1945**“, die bis Mitte 2021 besichtigt werden kann, mit unterschiedlichen Exponaten und Posterbeiträgen engagiert. Hier werden u. a. die offenporigen metallischen Schaumwerkstoffe, die als Zellersatzstrukturen in einem maßstabsgetreuen Naturabguss eines Oberschenkelknochens zur medikamentösen Versorgung bei unterschiedlichen Frakturbehandlungen eingesetzt werden, in den Fokus gerückt (**Abb. 7**).



Abb. 7: Metallische Schauminsets, die unterschiedliche Frakturbehandlungen darstellen

**Zusätzlich zu den Publikationen, die im Kapitel Publikationen aufgeführt sind, wurden nachfolgende Informations- und Kommunikationsmaßnahmen im Rahmen des ZAFH „Innovative Schaumstrukturen für den effizienten Leichtbau (InSeL)“ durch die HS Pforzheim durchgeführt:**

31.08.2020	Karl, A.: Homepage-Beitrag – Kick-off-Meeting
02.10.2020	Kubelka, P.: Cellular MMC (Präsentation)
08.10.2020	Frömert, J.: Mechanical Characterization of Metal Foams (Präsentation)
08.10.2020	Kubelka, P.: Interfacial behavior and impact on the mechanical properties of Mg matrix syntactic foams manufactured by infiltration casting (Präsentation)
08.10.2020	Kubelka, P.: Bio-inspired polymeric foams as templates for investment casting of open-cell metal foams (Präsentation)
08.10.2020	Heimann, J.: Diffusion triggered synthesis of Mg <sub>2</sub> Si based on infiltrated silicon structures in a molten Mg alloy (Präsentation)
23.10.2020	Karl, A.: Institutsflyer der IWWT-Forschungsgruppe Metallische Schäume (Trifold-Flyer)
02.11.2020	Karl, A.: Posterbeitrag für die Vernissage (Stadtmuseum Pforzheim)
03.11.2020	Karl, A.: Homepage Beitrag – CellMAT

#### b) Innovative Kupfer-Basis-Legierungen

Die Arbeitsgruppe um Ursula Christian beschäftigte sich, mit Unterstützung durch studentische Mitarbeiter wie auch Bacheloranden, vertiefend mit dem mechanischen Legieren von Kupfer und dabei insbesondere mit Untersuchungen zum Einwalzlegieren in Kupfer zur Erzeugung von Kupferverbundwerkstoffen.



## **Zielsetzung**

Die Weiterführung der Versuche des mechanischen Legierens durch Einwalzen und anschließender Diffusionsbehandlung zur Erstellung von Kupferverbundwerkstoffen wurde anhand der Kombination Kupfer/Titan untersucht. Auch hier war die Zielsetzung, durch Diffusion einen Verbund zwischen einer gut leitenden Kupferhülle und einem festigkeitssteigernden Kern herzustellen. Für die Anwendung kommen zuerst eher Sonderanfertigungen infrage, da der Herstellungsprozess der Legierungsverbunde recht aufwendig und teuer ist.

Die dabei durchgeführten Versuchsreihen sollten Aufschluss über das Diffusionsverhalten mit den damit verbundenen Legierungs- und Eigenschaftsänderungen geben.

## **Versuchsablauf**

Als erster Schritt erfolgt die Herstellung eines irreversiblen Walzverbundes aus Kupfer und Titan mittels geeigneter Oberflächenbehandlung der Verbundmaterialien und anschließender Walzverformung. Anschließend sollte die Variation von Glüh- und Umformbedingungen zur Optimierung beitragen. Die Beurteilung der unterschiedlichen Versuchsstadien erfolgte mittels metallografischen Schiffs. Die Prüfung der Härte sollte die Veränderung der Behandlung auf die mechanischen Eigenschaften der Legierungspartner aufzeigen. Als letzter Schritt brachte die Analyse der Verbundmetalle und ihrer Diffusionsschichten mit den dabei auftretenden intermetallischen Phasen mittels Rasterelektronenmikroskopie und EDX-Analyse Klarheit über die Diffusionsvorgänge.

## **Versuchsergebnisse**

Bei den Versuchen zeigte sich klar, dass eine Vielzahl an Parametern für eine erfolgreiche Verbindung entscheidend ist. Dabei kommt der Probenvorbehandlung eine entscheidende Rolle zu. Wichtig ist ein entsprechendes Aufrauen der Oberflächen; dabei spielt auch die Oberflächenhärte der Verbundmaterialien eine große Rolle, da mit zunehmender Rauigkeit die Chance einer erfolgreichen gut haftenden Verbindung steigt. Durch einen dichten Materialschluss wird bei den Glühungen eine Oxidation zwischen den beiden Metallen unterbunden und somit eine ungestörte Diffusion ermöglicht. Im vorliegenden Fall traten bei der Oberflächenbearbeitung Schwierigkeiten auf, da die Oberflächenhärte des verwendeten Kupfers an der oberen Grenze für den Zustand „weich“ war. Aus diesem Grund war eine haftende Verbindung der Materialien erst nach intensiver Bearbeitung und einer Walzstichabnahme von 70 % vorhanden, was die Belastungsgrenze für die vorhandene Walze darstellte.

Bzgl. Aufbau und Ablauf der Versuchsvarianten wurden unterschiedliche Glühbehandlungen in Verbindung mit der maximalen Umformfähigkeit von 70 % appliziert. Folgende Dokumentationsreihen zeigen die dabei erzielten Ergebnisse. Als Beispiele wurden die Wärmebehandlungen gewählt, die die aussagekräftigsten Ergebnisse erbrachten.

### Versuchsstufe A – Verformen und 1. Glühbehandlung

Es zeigt sich das rekristallisierte Gefüge des Kupfers. Im Titan sind noch Verformungszwillinge vorhanden. Mikroskopisch sichtbare Veränderungen in der Kontaktzone lassen sich nur bei einer Glühtemperatur von 700 °C erkennen. Auch die Analyse zeigt auf, dass es zu einer deutlichen Diffusionsschicht im Titan erst bei diesen Temperaturen kommt. Allerdings scheint eine gewisse Löslichkeit des Kupfers für Titan bereits bei 500 °C vorhanden zu sein.

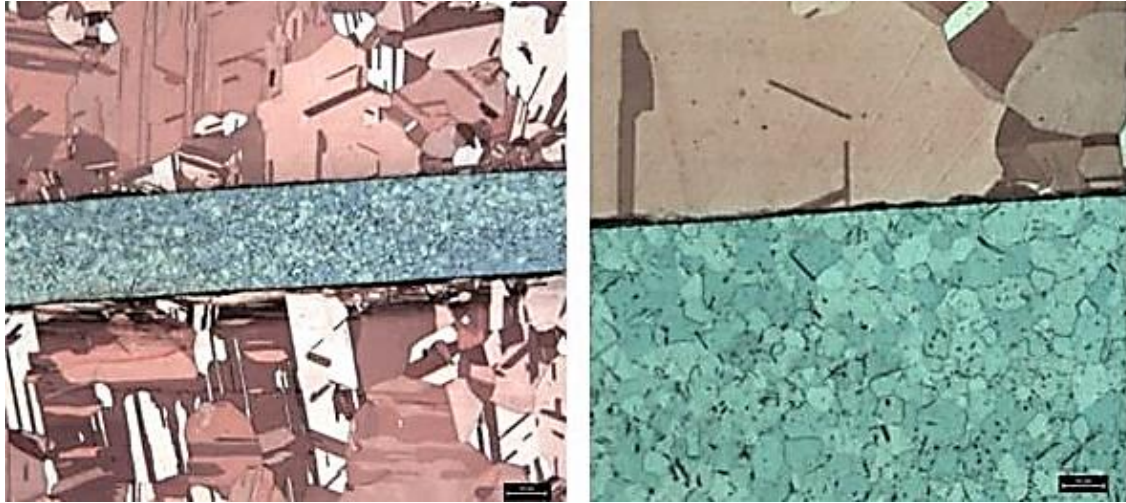


Abb. 8: Probe 753: 70 % gewalzt + 700 °C 0,5 h. Vergrößerung 50x

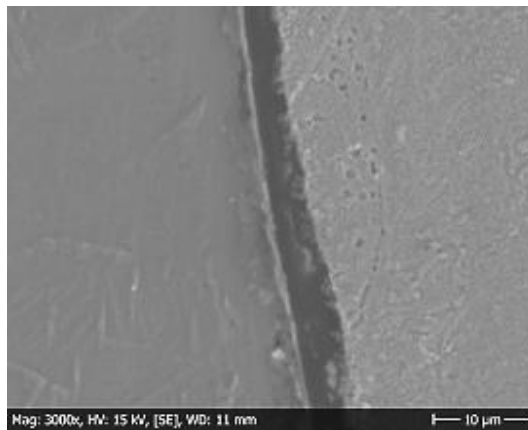


Abb. 9: REM-Aufnahme, Vergrößerung 3.000x

Veränderung des Härteverlaufs Kupfer–Titan durch die Glühbehandlung:

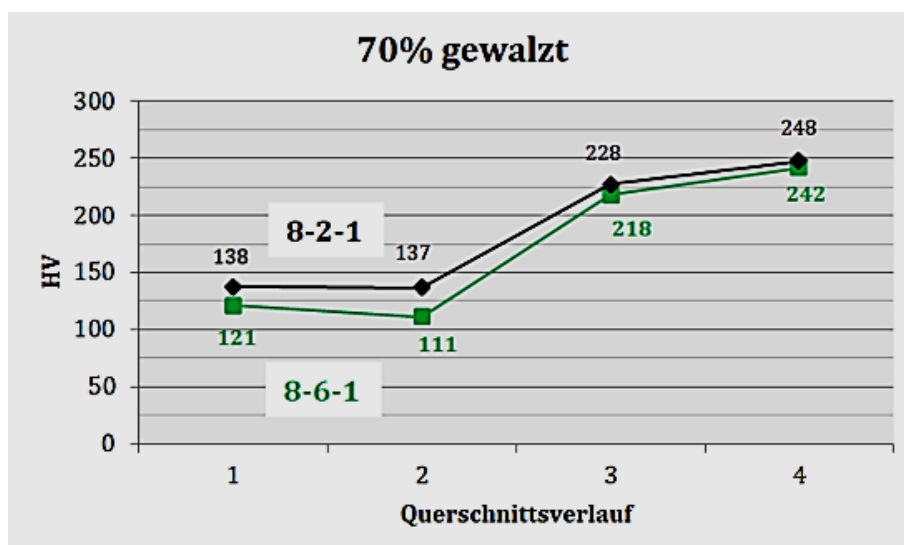


Abb. 10: 70 % gewalzt

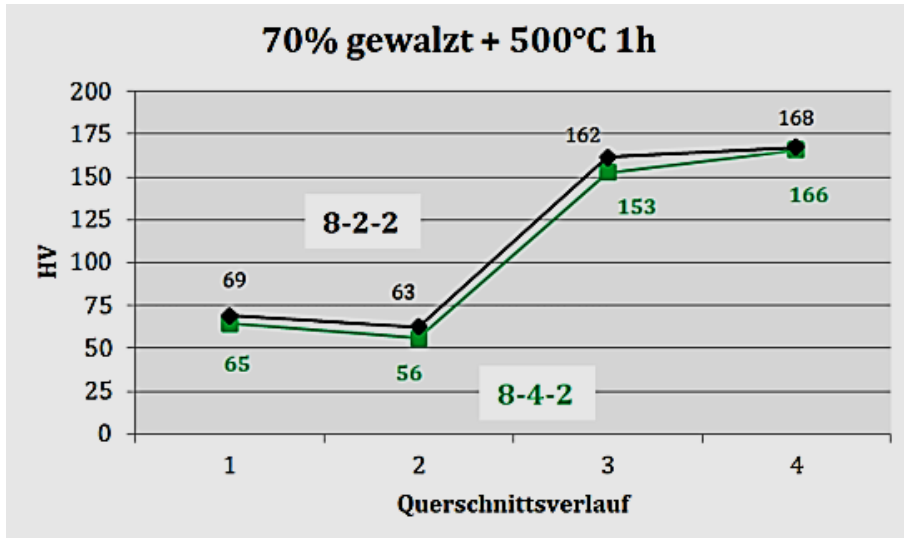


Abb. 11: 70 % gewalzt + 500 °C 1 h

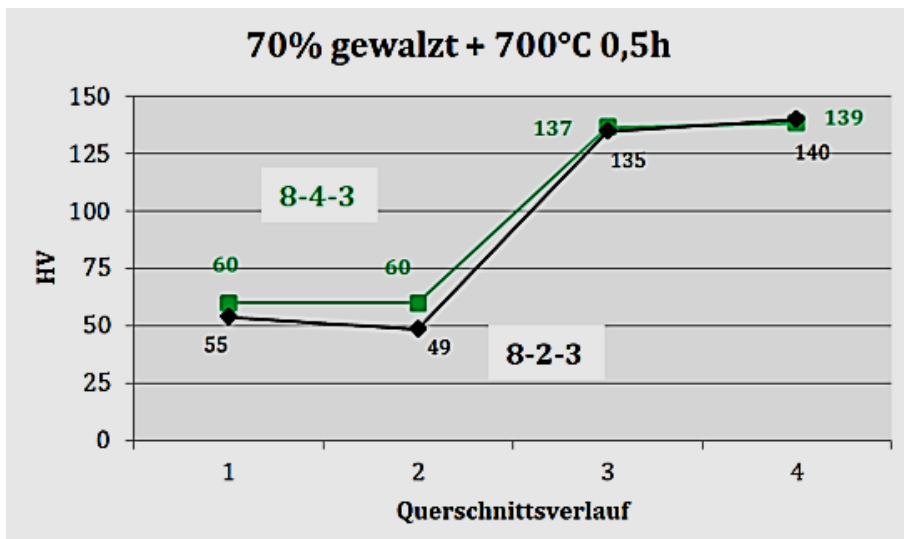


Abb. 12: 70 % gewalzt + 700 °C 0,5 h

Veränderung der Zusammensetzung in Abhängigkeit von der Glühbehandlung:

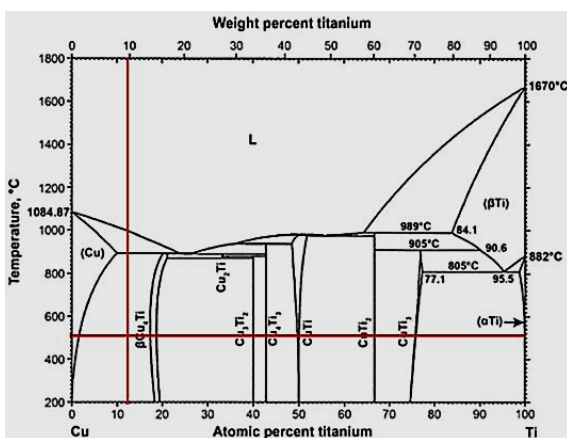


Abb. 13: Gewalzt + 500 °C 1 h

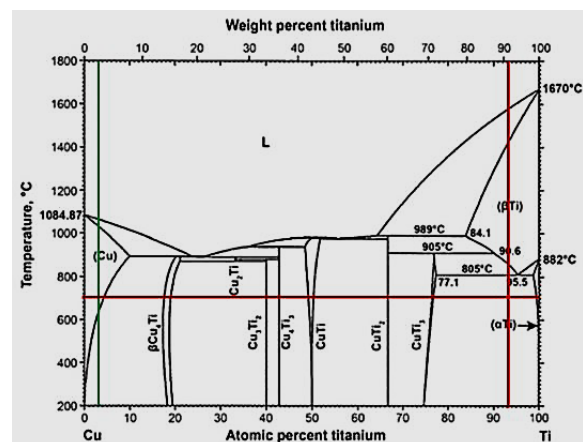
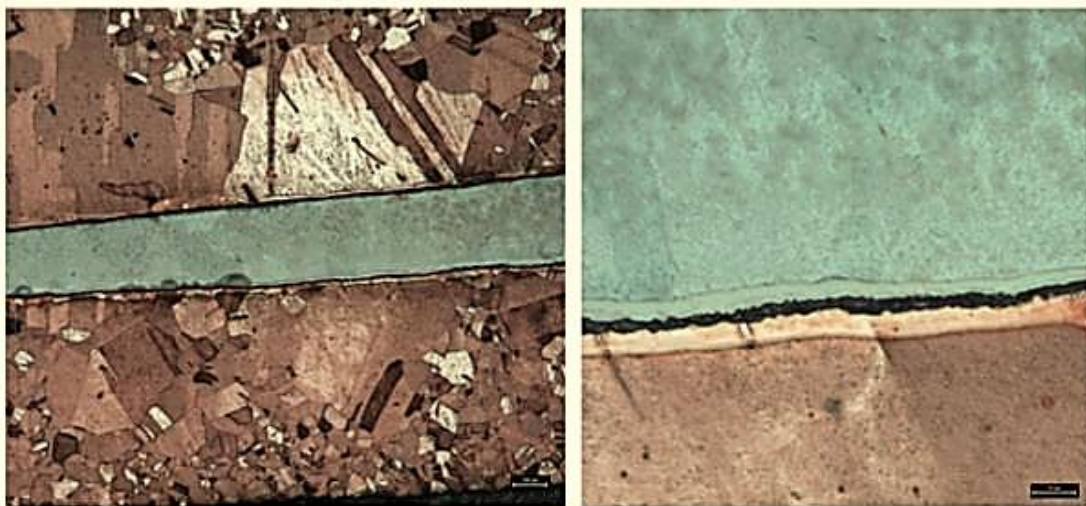


Abb. 14: Gewalzt + 700 °C 0,5 h

### Versuchsstufe B – Diffusionsglühung

Im weiteren Schritt wurden die Proben mit der Zwischenglühung von 500 °C und 700 °C weitere 70 % verformt und anschließend bei 700 °C 1 h und 3 h diffusionsgeglüht. Es zeigt sich, dass das Verhalten durch die unterschiedliche Vorglühung nicht von entscheidender Bedeutung ist. Die längere Diffusionsglühung zeigte erwartungsgemäß die deutlichsten Diffusionsschichten. Der Grundwerkstoff Kupfer ist stärker affin für Titan als umgekehrt. Alle Schichten waren nach der Glühung rissfrei. Ebenso wie im Gefüge zeigt sich auch in der Härte kein signifikanter Unterschied in Abhängigkeit von der Vorbehandlung.



100:1

Abb. 15: 70 % gewalzt + 500 °C 1 h + 70 % gewalzt + 700 °C 3 h

500:1

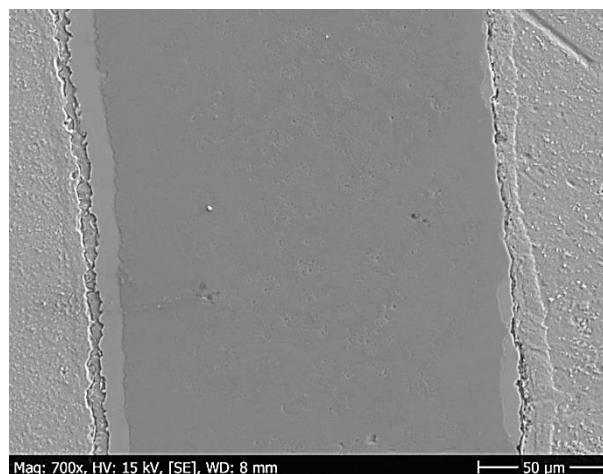


Abb. 16: REM-Aufnahme Vergrößerung 700x

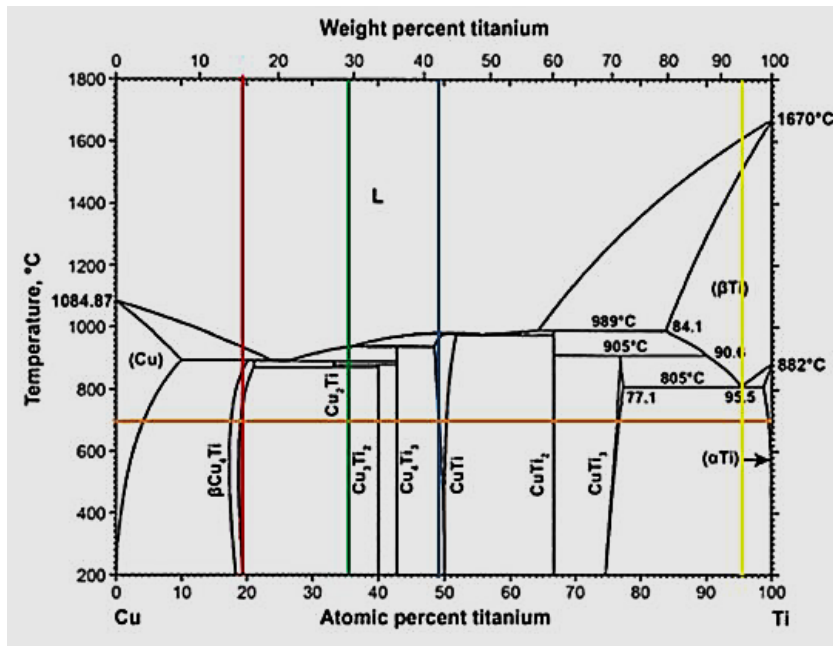


Abb. 17: Linescan-Messung über 16 h

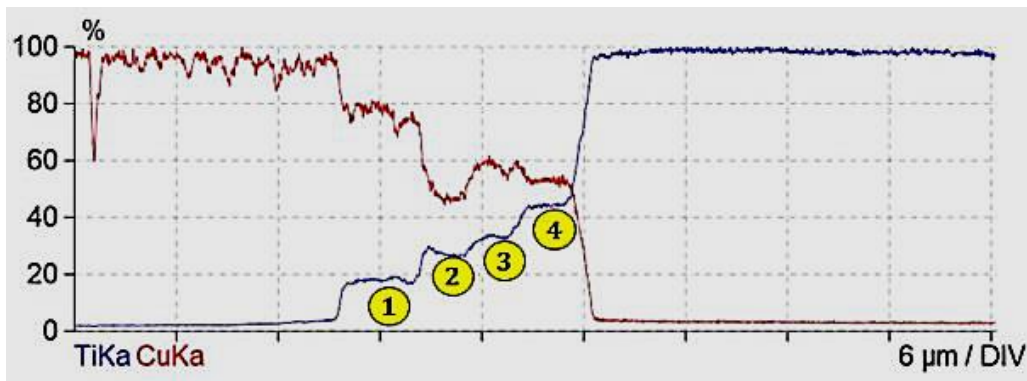


Abb. 18: Linescan-Messung über 16 h

Die Linescan-Messung über 16 h macht die unterschiedlichen Phasen in der Diffusionsschicht deutlich. Auch hier zeigt sich im Kupfer ein deutlicheres Diffusionsgefälle im Vergleich zum Titan.

Härteverlauf: Vergleich der unterschiedlichen Vorbehandlung:

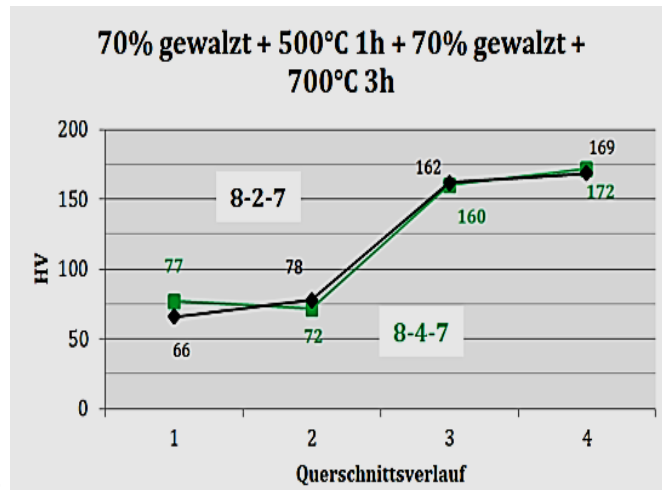


Abb. 19: 70 % gewalzt + 500 °C 1h + 70 % gewalzt + 700 °C 3h

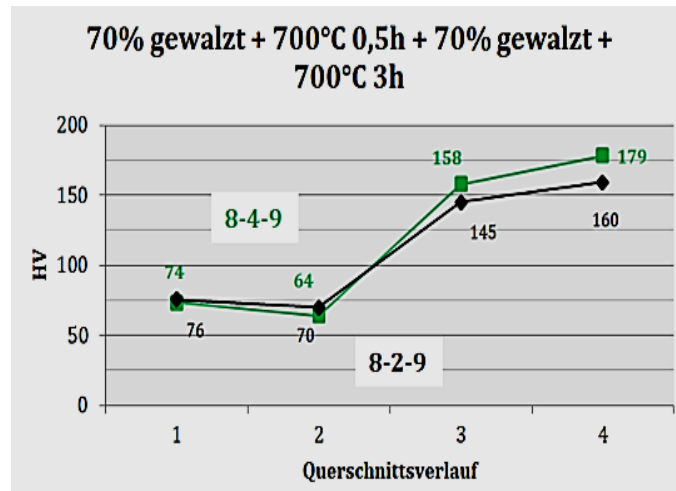


Abb. 20: 70 % gewalzt + 700 °C 0,5 h + 70 % gewalzt + 700 °C 3 h

### Zusammenfassung

Die Fortsetzung der Untersuchung des mechanischen Legierens durch Einwalzen mit anschließender Diffusionsbehandlung zur Erstellung von Kupferverbundwerkstoffen wurde in der Kombination Kupfer mit Titan durchgeführt. Die Versuche, die mit zwei Verformungsschritten und unterschiedlichen Glühbehandlungen durchgeführt wurden, zeigten ausgeprägte Diffusionsschichten, die keine Anrisse aufweisen. Es wird deutlich, dass die Diffusion in Richtung Kupfer am stärksten ausgeprägt ist. Die Endglühung ist für die Bildung der Diffusionsschichten entscheidend. Die Höhe der Zwischenglühung, bei Einhaltung der Rekristallisationstemperatur, spielt nur eine untergeordnete Rolle. Die Glüh Temperatur von 500 °C wirkt sich im vorliegenden Fall sehr günstig für das Kornwachstum aus, zudem reduziert sie die Oxidationsgefahr zwischen den Verbindungsschichten. Der über 16 Stunden ausgeführte Linescan gibt eine detaillierte Auskunft über die Bildung der verschiedenen Diffusionsschichten.

## 2. Kunststoffe und Fertigungstechnologien (Prof. Dr.-Ing. Gerhard Frey)

Keine berichtenswerten Ereignisse.

## 3. Stanztechnik (Prof. Dr.-Ing. Matthias Golle)

Keine berichtenswerten Ereignisse.

## 4. Werkstoffkreisläufe (Prof. Dr.-Ing. Jörg Woidasky)

Der Hauptarbeitsschwerpunkt der Arbeitsgruppe im Jahr 2020 lag wie im Vorjahr in der Bearbeitung des BMBF-Projekts MaReK (Markerbasiertes Sortier- und Recyclingsystem für Kunststoffverpackungen) in Kooperation mit dem INEC der HS Pforzheim. Zu den relevanten Aktivitäten im Berichtszeitraum gehörten neben einer weiter intensiven Veröffentlichungstätigkeit vor allem die 2019 begonnene Charakterisierung gebrauchter Verkaufsverpackungen aus der deutschlandweiten Sammlung in „Wissenschaftssäcken“:

Mehr als 300 Haushalte nahmen an der zweiwöchigen Sammlung teil und stellten ihre Verkaufsverpackungen der Arbeitsgruppe zur Verfügung. Die Organisation und Durchführung wurde gemeinsam mit der Stadt Straubing und weiteren Projektpartnern aus dem BMBF-Vorhaben „VerPlaPoS“ („Verbraucherreaktionen bei Plastik und dessen Vermeidungsmöglichkeiten am Point of Sale“; [www.plastikvermeidung.de](http://www.plastikvermeidung.de)) durchgeführt. Diese Verpackungen wurden umfassend aus

werkstofftechnischer und kreislaufwirtschaftlicher Sicht charakterisiert (Abb. 221), um eine robuste Datenbasis für die Auslegung innovativer kreislaufwirtschaftlicher Ansätze wie z. B. der Einführung von Markersubstanzen im Verpackungsbereich zu legen.

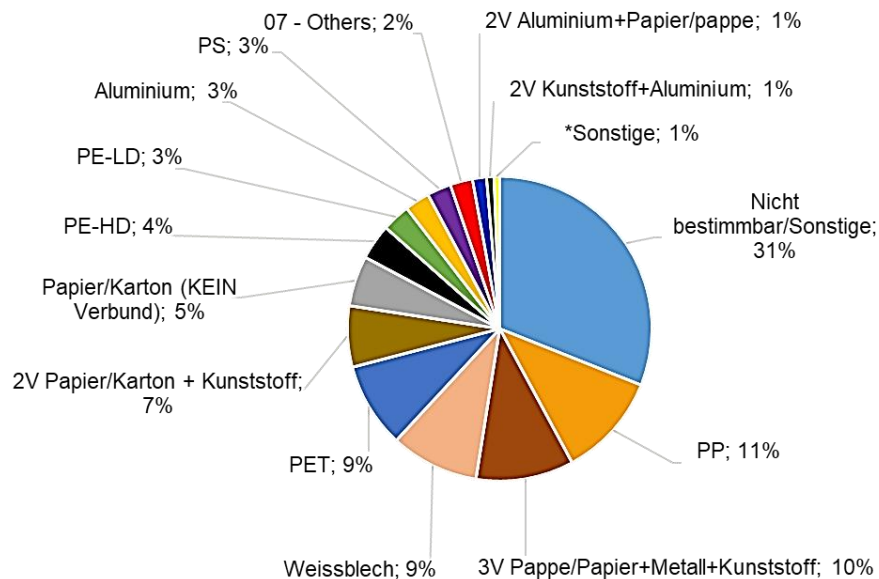


Abb. 21: Werkstoffliche Zusammensetzung der Leichtverpackungen in Haushaltssammlungen in Deutschland (Angaben in Gew.-%) – Sortierergebnisse (Auswahl, Stand 8/2020) aus der MaReK-Verpackungscharakterisierung

Insgesamt wurden etwa 270 kg gebrauchte Verpackungen untersucht und 27.000 einzelne Artikel charakterisiert, erfasst und jeweils standardisiert fotografiert (Abb. 22). Diese Datensammlung ermöglicht zum einen eine Untersuchung der Entwicklung der Verpackungsgestaltung aus Recyclingsicht in Zukunft, aber auch Folgevorhaben unter Nutzung künstlicher Intelligenz für Bild- bzw. Objekterkennung im Verpackungsbereich. Erste Anfragen hierfür liegen bereits vor. Da eine so umfassende, verbrauchernahe Verpackungscharakterisierung bisher nicht durchgeführt bzw. veröffentlicht wurde, wurde die Durchführung eines Promotionsvorhabens in diesem Bereich geprüft. Der formale Betreuungsvertrag zu diesem Thema soll nach Abschluss des Masterstudiums des Kandidaten Anfang 2021 mit dem Institut für Kreislauf- und Abfallwirtschaft der TU Dresden geschlossen werden, die mündliche Zusage liegt bereits vor.

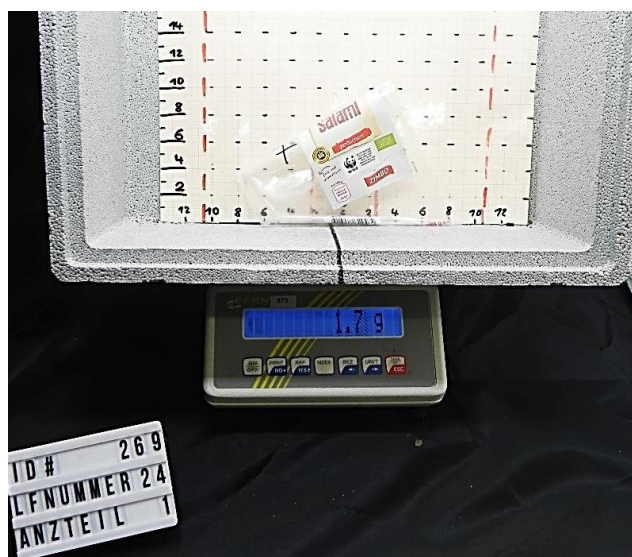


Abb. 22: Foto-Arbeitsplatz für die Verpackungscharakterisierung im Labor der Arbeitsgruppe

Anschließend an das bereits 2018 abgeschlossene Vorhaben zur Metallidentifikation durch optische Verfahren „AMIKA“, das gemeinsam mit der Arbeitsgruppe von Prof. Oßwald und auch Prof. Volz (Wirtschaftsingenieurwesen) bearbeitet worden war, konnte ein Folgeantrag für ein Kurz-Konzeptvorhaben beim BMBF im Bereich „Digital GreenTech“ gestellt werden: Das Projekt „Künstliche Intelligenz zur Digitalisierung der Schleiffunkenprobe“ (KIDS) des Instituts für Werkstoffe und Werkstofftechnologien (IWWT) an der Pforzheimer Fakultät für Technik hat zum Ziel, das Recycling von Stahl durch den Einsatz künstlicher Intelligenz zu vereinfachen. Allein in der deutschen Stahlrecyclingwirtschaft sind fast 40.000 Menschen in rund 7.000 Betrieben beschäftigt, davon auch viele in der Region. In Deutschland werden jährlich etwa 27 Millionen Tonnen Schrott umgeschlagen und zum Beispiel über 430.000 Tonnen Edelstahl hergestellt. Die Recyclingquoten von Edelstahlprodukten erreichen zum Teil allerdings lediglich 60 Prozent. Einer der Gründe für diese zu geringe Recyclingrate ist der Aufwand bei der Erkennung und manuellen Sortierung der Edelstahlschrotte.

Das Vorhaben führt die Vorarbeiten aus zwei Bachelorarbeiten fort: Während Jannick Schmidt sich mit der KI-basierten Auswertung von Schleiffunken von Metallen beschäftigte, erarbeitete Maximilian Auer einen Machine-Learning-Ansatz zur Auswertung der Emissionen elektrischer Lichtbögen. Sie werden gemeinsam das Forschungsprojekt bearbeiten. Das Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung eines Industriearbeitsplatz-Konzepts zur Schrottsortierung mit KI-Entscheidungsunterstützung, da auch heute noch in Deutschland viele Schrotte manuell sortiert werden: Die Funken, die beim Anschleifen von Metallen entstehen, haben je nach Zusammensetzung des Metalls unterschiedliche Farben und Formen, so dass die Schleiffunken-Bilder (Abbildung 23) die Zusammensetzung des Materials verraten.

„Sehr erfahrene Werker können einige Legierungen mit bloßem Auge erkennen, aber diese Arbeit ist sehr anstrengend und gleichzeitig monoton. Unser Ansatz soll die Werker entlasten, für sehr viele Legierungen genaue Ergebnisse liefern und so die Sortierqualität verbessern“, konkretisiert Jannick Schmidt das Forschungsziel. Für die Bilderkennung der Funkenschweife und Lichtemissionen entwickelte er gemeinsam mit Maximilian Auer eine TensorFlow-Anwendung unter Nutzung der Programmierumgebung Python. Neben der technischen Weiterentwicklung der Software und des bereits vorhandenen Prüfstandes sollen in dem Vorhaben auch potenzielle Anwender für diesen Ansatz gefunden und einbezogen werden.



Abb. 23: M. Auer arbeitet am Funkenprüfstand für das KIDS-Vorhaben (Foto: Zundel/HSPF)



Einen weiten Akquisitionserfolg konnte die Arbeitsgruppe im Bereich der Verwertung von Lebensmittelabfällen gemeinsam mit Prof. Oßwald und dem Unternehmen Alpha-Protein, das bereits im Rahmen einer EXIST-Förderung der HSPF verbunden war, 2020 erringen: Das Vorhaben „Insektenprotein als nachhaltiger Rohstoff in der Lebens- und Futtermittelindustrie“ (Akronym „Insektenprotein“) wird im Rahmen des F&E-Förderprogramms „Bioökonomie als Innovationsmotor für den Ländlichen Raum“ durch das Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg gefördert. Mit seinem Beginn zum 1.12.2020 hat es zum Ziel, Lebensmittelabfälle als Anzuchtsubstrat für die Produktion von Mehlwürmern einzusetzen. Die Mehlwürmer wiederum können tierisches Protein z. B. aus Fischmehl ersetzen und so Futtermittel für die Fischzucht bereitstellen. Während der Industriepartner bereits umfangreiche konzeptionelle Arbeiten durchgeführt hat und über ein entsprechendes Patentportfolio verfügt, wird der Schwerpunkt der Arbeitsgruppe an der Hochschule auf der praktischen Umsetzung der Anzucht und Vermehrung der Mehlkäfer liegen. Dafür sind neben der Puppenaufzucht auch Aspekte der Belüftung, des Temperaturmanagements sowie der Eignungsprüfung verschiedener Lebensmittelabfälle relevant. Die praktischen Arbeiten sind für 2021 vorgesehen.

Die Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe „Werkstoffkreisläufe“ im Jahr 2020 sind im Kapitel Publikationen aufgeführt.

### 5. Abtragende Fertigungsverfahren (Prof. Dr.-Ing. Kai Oßwald)

Bedingt durch das Forschungssemester von Prof. Dr. Oßwald im Sommersemester und die Einschränkungen durch die Corona-Pandemie sind im Jahr 2020 weniger Aktivitäten der Arbeitsgruppe Abtragende Fertigungsverfahren zu berichten als in den vergangenen Jahren.

#### High Speed Wire EDM (HSWEDM)

Die Aktivitäten im Bereich HSWEDM wurden auf der Basis einer Bachelorarbeit „auf kleiner Flamme“ weitergeführt, da in diesem Bereich derzeit keine Förderung zur Verfügung steht. Dennoch konnte in diesem Rahmen die Bewegung der Entladungsfußpunkte auf den Elektroden untersucht werden. Ein entsprechender Journal-Artikel wurde eingereicht und angenommen (siehe Kapitel Publikationen, Publikation Nr. 21). Abbildung 24 zeigt ein Beispiel der Resultate.

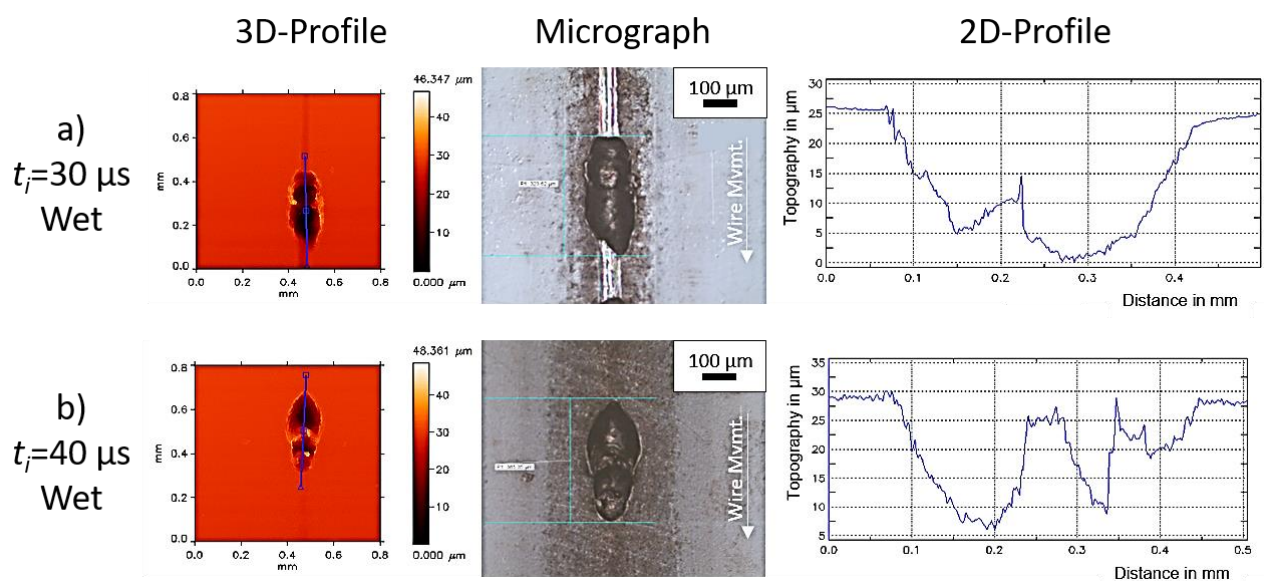


Abb. 24: Untersuchung von Entladungsfußpunkten beim HSWEDM, hier in der Variante mit flüssigem Arbeitsmedium [Oßwald, Brandl und Lochmahr]

## Metallschaben

Das im Jahr 2019 begonnene ZIM-Projekt „AutoScrape“ in Zusammenarbeit mit Firma ROMAI konnte, bedingt durch einen Personalwechsel und die Corona-Pandemie, nicht in der geplanten Weise vorangetrieben werden. Dennoch konnten einige Zwischenziele erreicht werden. So steht für professionelle Untersuchungen des Schabprozesses nun ein fest installierter Prüfstand zur Verfügung (vgl. Abbildung 25). Außerdem wurden bei der Erarbeitung der Codegenerator-Software, die zur G-Code Programmierung des automatisierten Schabens dienen soll, substantielle Fortschritte erzielt. Aufgrund einer verspäteten Auslieferung des Schabwerkzeugs durch den Projektpartner konnten jedoch noch keine aussagekräftigen Untersuchungen zum automatisierten Schabprozess selbst vorgenommen werden.

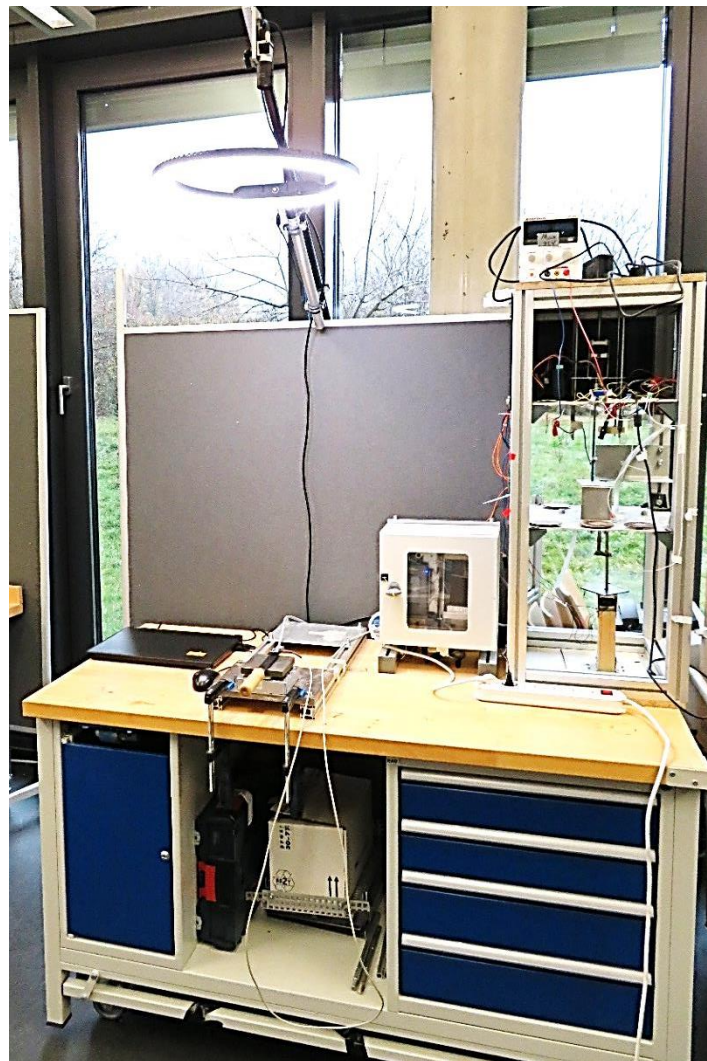


Abb. 25: Prüfstand für die Untersuchung des Metallschabens. Im Vordergrund ist das Werkstück (mit aufliegendem Werkzeug) zu sehen, das auf einer Kraftmessplattform installiert ist. Links davon befindet sich der Auswertungsrechner und rechts davon der Schaltkasten mit der Messelektronik. Am oberen Bildrand sind Kamera und Beleuchtung zu sehen, die zur Messung des Bewegungsablaufs dienen.

## Schnelle Metallidentifikation

Wie in früheren Jahren berichtet, bestehen Aktivitäten zur schnellen Metallidentifikation in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Werkstoffkreisläufe unter Prof. Dr.-Ing. Jörg Woidasky und Prof. Dr. Raphael Volz. Die Bemühungen um eine öffentliche Förderung in diesem Bereich waren von Erfolg gekrönt: das beantragte Projektvorhaben „Künstliche Intelligenz zur Digitalisierung der

Schleiffunkenprobe“ (KIDS) wurde im Programm „Umwelttechnik digital“ des BMBF bewilligt und die Bearbeitung konnte im Dezember 2020 begonnen werden.

## 6. Materialwissenschaften in der medizinischen Anwendung

Neue Materialien in der molekularen Diagnostik (Prof. Dr. Tobias Preckel)

Materialeigenschaften von Implantaten: Material-Körper-Interaktion (Prof. Dr. Volker Biehl)

In den vergangenen Monaten wurde im Wesentlichen daran gearbeitet, eine Zellkultur-Infrastruktur an der Hochschule zu etablieren. In Kooperation streben die Professoren Preckel/Biehl an, Fragestellungen zur Kompatibilität von Implantat-Werkstoffen und Zellgewebe gemeinsam anzugehen. Nach Fertigstellung des Analytiklabors im April 2019 gelang es durch Zusammenarbeit mit der Firma Agilent Technologies in Waldbronn, eine Zellkultur-Sterilbank und einen Zellinkubator auf Spendenbasis zu erhalten. Diese Geräte wurden im Sommer 2019 im Labor installiert, im Jahr 2020 gewartet und deren Funktion validiert (studentische Projektarbeit). 2020 konnten darüber hinaus weitere notwendige Geräte angeschafft werden. Zum einen wurde ein manuell einstellbares inverses Mikroskop für die Durchlicht- und Fluoreszenzmikroskopie mit WLAN-fähiger Kamera angeschafft. Zum anderen konnte ein vollautomatischer Tischautoklav erworben und installiert werden. Damit sind nun alle Geräte für den Betrieb einer Zellkultur vorhanden. In den kommenden Monaten sollen erste humane Zelllinien etabliert werden.

Erste Zellen sollen Anfang 2021 in Kultur genommen werden. Hierzu wurde von T. Preckel ein Kontakt mit der Forschungsgruppe Prof. Eric Gottwald (Leiter der Arbeitsgruppe 3D-Kultursysteme am KIT) etabliert, aus dessen Labor erste Zellproben im Januar 2021 vom KIT an die HSPF transferiert werden sollen.



Abb. 26: Zellkultur-Sterilbank & -Inkubator

### Innovative Tracermaterialien in der bildgebenden Diagnostik (Prof. Dr. Ulrich Heinen)

Bedingt durch die Pandemiesituation konnten im vergangenen Jahr experimentelle Arbeiten zur Synthese von Tracermaterialien basierend auf superparamagnetischen Eisenoxidnanopartikeln (*Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles, SPIONs*) für die Magnetpartikelbildgebung (*Magnetic Particle Imaging, MPI*) nur in geringem Umfang durchgeführt werden, so dass stattdessen die Arbeit an einer verbesserten Modellierung der Partikeleigenschaften fortgeführt wurde. Dazu wurde das im Vorjahr entwickelte Simulationsprogramm deutlich erweitert und in seiner Rechengeschwindigkeit gesteigert, um das Verhalten der Nanopartikel unter dem Einfluss magnetischer Wechselfelder unter Verwendung von unterschiedlichen phänomenologischen Relaxationsmodellen zu untersuchen. Von der Firma Bruker BioSpin MRI GmbH (Ettlingen) wurden dazu freundlicherweise kalibrierte experimentelle Datensätze zur Verfügung gestellt, die zur Optimierung der jeweils verwendeten Simulationsparameter herangezogen werden. Die Arbeiten werden auch im Jahr 2021 weiter fortgeführt; gleichzeitig sind weitere Module für das Simulationsprogramm in Vorbereitung, um auch Experimente mit bewegten Proben und mit alternativen Scannergeometrien untersuchen zu können.

Für das Pforzheimer MPI-Bildgebungssystem entstand im Rahmen einer Bachelorarbeit eine verbesserte Probenzuführung, eine optimierte Steuerung sowie eine aktive Hintergrundkorrektur. Mit dieser konnten nicht kompensierte Restanteile des Anregungssignals, die dem Messsignal überlagert sind, um weitere 13 dB gedämpft werden. Eine weitere Verbesserung soll vorläufig durch eine Verringerung des magnetischen Gradientenfeldes erzielt werden, was zwar die potenzielle Ortsauflösung verringert, aber das Messsignal bei gleichzeitiger Verringerung des Anregungssignals erhöht. Zudem wurde ein Faradaykäfig für das Gerät konstruiert, um externe Störsignale insbesondere vom Antriebsaggregat zu reduzieren. Im Rahmen einer weiteren Bachelorarbeit wurden optimierte Anordnungen der Kodiermagnete des Bildgebungssystems basierend auf Halbach-Anordnungen per Simulation sowie experimentell untersucht. Durch diese Untersuchungen konnten einerseits die Anforderungen an das Justiersystem besser spezifiziert werden, andererseits wurden Spielräume für die Erhöhung der Ortsauflösung bzw. für eine Vergrößerung des Untersuchungsvolumens aufgezeigt.

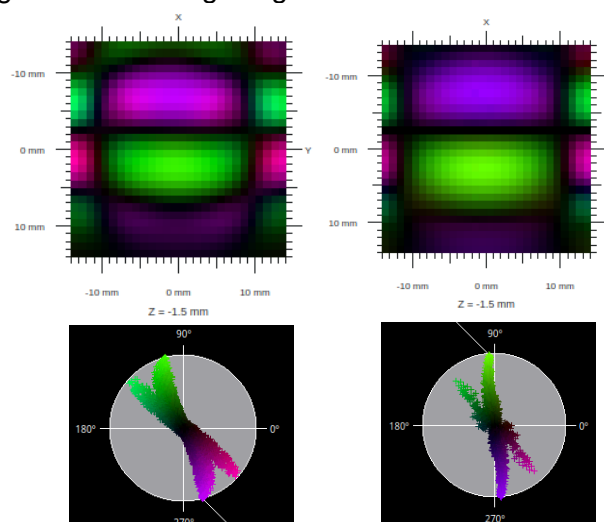


Abb. 27: Experimentelle und simulierte Signalantwort von magnetischen Nanopartikeln im 3D-MPI-Experiment bei einer Detektionsfrequenz von 230,4757 kHz (X-Komponente). Oben: Räumliche Verteilung der Signalantwort. Unten: Phasen-/Magnitudenverteilung bei dieser Frequenz. Links: Experimentelle Daten (Synomag, Micromod Partikeltechnologie GmbH, Rostock, Selektionsfeld 2,2 T/m, Anregungsfeld 14mT/14mT/14 mT). Rechts: Simulation auf Basis eines biexponentiellen Relaxationsmodells mit zwei Komponenten). Die Messdaten wurden freundlicherweise von der Bruker BioSpin MRI GmbH, Ettlingen, bereitgestellt. Man beachte, wie die flügelartige Struktur im Phasendiagramm durch das verwendete Relaxationsmodell qualitativ richtig reproduziert wird.

Ebenfalls im Berichtszeitraum wurde ein breitbandiger Signalvorverstärker aufgebaut, der jedoch aufgrund von Instabilitäten noch nicht zum Einsatz kommen konnte.

Für 2021 ist die Wiederaufnahme der Partikelsynthesen geplant, wobei in Zusammenarbeit mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Berlin (Arbeitsgruppe Dr. Frank Wiekhorst) ein neues Synthesekonzept untersucht werden soll. Die Arbeiten am Bildgebungssystem werden fortgeführt, dazu besteht inzwischen auch ein regelmäßiger Kontakt zur RWTH Aachen (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Volkmar Schulz).

**Institutsleitung: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Norbert Jost und Prof. Dr. Gerhard Frey (Stellvertreter)**

Weitere Informationen: [www.hs-pforzheim.de/iwwt](http://www.hs-pforzheim.de/iwwt)

## 1.1.4. Institute for Smart Bicycle Technology – ISBT

---

### Institute for Smart Bicycle Technology (ISBT)

#### Motivation und Gründung

Die Fahrradtechnik hat sich in den letzten Jahren rasant in Richtung Hightech entwickelt: Leichtbau (Alu und Carbon), Einzug der Elektronik und Sensorik mit elektrisch unterstützten Fahrrädern (Pedelects/E-Bikes) und ersten Fahrerassistenzsystemen, wie zum Beispiel ABS. Die Entwicklung steht jedoch erst am Anfang und bietet noch viel Potenzial, speziell in Richtung einer umweltfreundlichen Mobilität. Auch die Qualitätsansprüche sind stark gewachsen und damit die Anforderungen an die Prüfstandstechnik.



Besonders Pedelects, aber auch E-Bikes ohne Pedale oder Elektroleichtfahrzeuge bieten ein ideales, interdisziplinäres Betätigungsfeld für Forschung und Entwicklung an HAWs. Vereinzelt Aktivitäten auf diesen Gebieten sind bekannt, jedoch kein gebündeltes Institut.

An der Hochschule Pforzheim, speziell der Fakultät für Technik, wurden in den vergangenen Jahren sehr erfolgreich Drittmittel in erheblichem Umfang eingeworben, sowohl aus der Industrie für Prüfstandsbau und Leichtbau (Kooperation von Prof. Kohmann mit Canyon Bicycles GmbH) als auch öffentlich geförderte Programme (FHprofUnt: BikeSafe, Ingenieurnachwuchs: BikeAssist, beides mit Partner Bosch und Fa. IPG Automotive GmbH in Karlsruhe). Eine kooperative Promotion (O. Maier) wurde auf diesem Gebiet bereits abgeschlossen, 2 weitere laufen und weitere sind in der Anbahnung. In Summe sind dort zurzeit und perspektivisch für die nächsten Jahre insgesamt 6 Mitarbeiter (VZÄ) beschäftigt.

Aus diesen Gründen war die Zeit reif, die Aktivitäten an der HS Pforzheim zu bündeln und ein Fahrrad-Institut zu gründen.

Nach Beantragung und Genehmigung durch die Gremien wurde somit mit Wirkung vom 1.9.2019 das Institute for Smart Bicycle Technology gegründet.

Gründungsmitglieder des Instituts aus den Fachbereichen Maschinenbau und Informationstechnik sind:



**Prof. Dr.-Ing. Peter Kohmann**



**Prof. Dr.-Ing. Ingolf Müller**  
Stellv. Leiter



**Prof. Dr.-Ing. Martin Pfeiffer**



**Prof. Dr.-Ing. Stefan Hillenbrand**



**Prof. Dipl.-Ing. Jürgen Wrede**  
Leiter



Abb. 1: Institutsmitglieder und Mitarbeiter im ISBT, v. l. n. r. Matthias Häcker, Yannick Hanakam, Marc Schulz, Prof. Ingolf Müller, Prof. Stefan Hillenbrand, Prof. Martin Pfeiffer, Prof. Peter Kohmann, Manuel Gerth, Marian Burkhardt, Philipp Bauer, Manuel Hauer, Prof. Jürgen Wrede, Daniel Steudle  
Foto: Julia Kikel

### **Generelle Institutsaktivitäten im Jahr 2020**

Aufgrund der Corona-Pandemie waren die Aktivitäten im Jahr 2020 stark behindert. Im Frühjahr 2020 war geplant, andere fahrradaffine Institute in Deutschland, Norditalien und den Niederlanden zu besuchen und Kontakte aufzubauen bzw. zu vertiefen. Dies war leider nicht möglich. Im Juli 2020 stand ein gemeinsamer Fahrradausflug des ISBT auf dem Programm, mit dem Ziel, durch die gemeinsam verbrachte Zeit den Austausch und Zusammenhalt zu fördern.



Abb. 2: Fahrradausflug des ISBT im Juli 2020

Im Dezember 2020 fand ein virtueller Workshop aller Institutsmitglieder und Mitarbeiter statt, bei dem jeder Arbeitsbereich – Assistenzsysteme, Prüfstandsbaue und Leichtbau – seine aktuellen Aktivitäten vorstellte.

Exponate, Poster, Filme und weitere Informationen über das abgeschlossene Projekt „BikeSafe“ (Projektschwerpunkt: Entwicklung eines ABS für E-Bikes) wurden dem Stadtmuseum Pforzheim für die Ausstellung „Innovation, Interdisziplinarität, Internationalität – Die Hochschule Pforzheim nach 1945“ zur Verfügung gestellt. Zurzeit ist die Ausstellung pandemiebedingt nur virtuell zu besuchen.



Abb. 3: Versuchsträger und Poster zum Projekt „BikeSafe“ im Stadtmuseum Pforzheim

**Themenfelder:**

Am ISBT werden verschiedene Aspekte der Fahrradtechnik adressiert:

- Neue mechatronische Fahrerassistenzsysteme, z. B. ABS für eBikes
- Komponenten- und Prüfstandsentwicklung für Fahrräder (MTB, Rennrad, eBikes)
- Entwicklung von Leichtbaukomponenten mit neuem 3D-Faser-Wickelroboter; Entwicklung von hybriden Leichtbau-Materialien
- Entwicklung neuer Forschungsfelder, z. B. Lastenräder, Elektroleichtfahrzeuge etc.



Abb. 4: Fahrerassistenzsysteme für eBikes, selbstfahrender Versuchsträger und Hardware-in-the-Loop-Prüfstand für eBike ABS aus abgeschlossenem Projekt „BikeSafe“





Abb. 5: Prüfstandstechnik für Fahrräder und eBikes, Multiforce-Prüfstand zur Dauerprüfung von Fahrrad-Rahmen

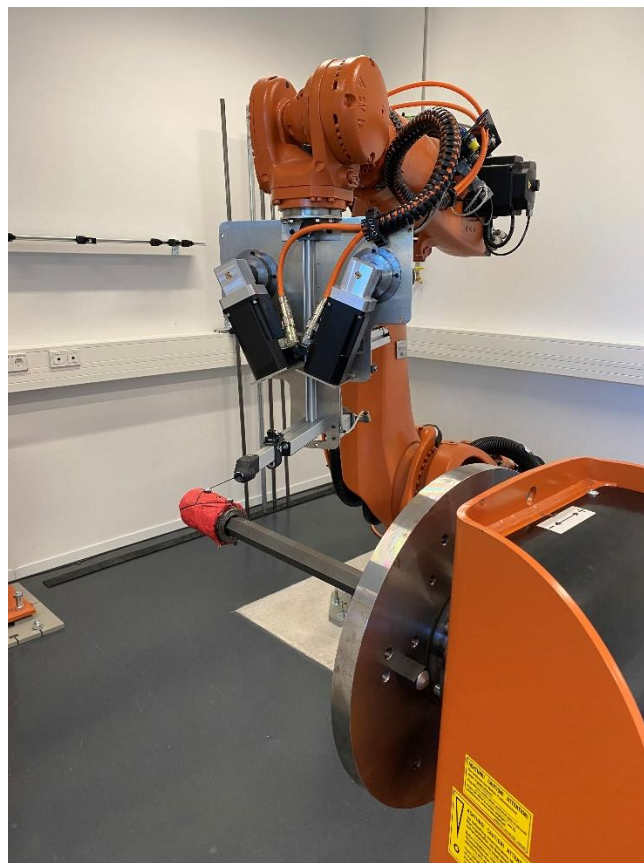


Abb. 6: Leichtbaustrukturen in Faserverbundtechnologie mit Wickelroboter

## Projekte

### BikeAssist

Das vom BMBF im Rahmen des Programms „Ingenieurnachwuchs2016“ geförderte Projekt „Querstabilisierung elektrisch unterstützter Fahrräder bei niedrigen Geschwindigkeiten – BikeAssist“ (FKZ 13FH533IX6) wird seit Oktober 2018 bis 2022 gefördert.

Während das Fahrradfahren bei mittleren Geschwindigkeiten von den meisten Menschen problemlos beherrscht wird, ist das Gleichgewicht halten und das präzise Kurshalten in engen Fahrspuren bei langsamer Fahrt besonders für weniger geübte Fahrerinnen und Fahrer sowie für viele ältere Menschen eine anspruchsvolle Fahraufgabe. Entsprechend einer Studie aus den Niederlanden ereignen sich daher 16 % aller Fahrrad-Alleinunfälle bei geringer Geschwindigkeit. Kritische Situationen sind insbesondere das Anfahren und das Anhalten.

Ziel des Forschungsprojektes ist es, ein Assistenzsystem für Fahrräder zu entwickeln, mit dessen Hilfe das Fahrrad bei langsamer Fahrt (Geschwindigkeit kleiner ca. 7 km/h) genauso einfach und sicher gefahren werden kann wie bei mittleren Geschwindigkeiten. Das System soll für E-Bikes entwickelt werden, um deren Stromversorgung und Steuergerät zu nutzen, und so ausgelegt sein, dass es eine realistische Option für einen späteren Serieneinsatz gibt.

Im Rahmen des Projektes sollen verschiedene Eingriffsmöglichkeiten des Systems (z. B. über Lenkmoment oder Kreisel) in der Simulation untersucht und darauf aufbauend das ausgewählte Aktorkonzept prototypisch an einem Versuchsfahrrad umgesetzt werden. Die Wirkungsweise und der Nutzen des Systems soll in Probandenstudien nachgewiesen und bewertet werden.

Am Projekt BikeAssist sind die Institutsmitglieder Prof. M. Pfeiffer, Prof. S. Hillenbrand und Prof. J. Wrede beteiligt. Im Rahmen der Probandenstudie besteht eine intensive Zusammenarbeit mit Prof. Christa Wehner von der Fakultät W&R. Bezüglich elektrischer Aktorik unterstützt uns Kollege Prof. Peter Heidrich aus dem Maschinenbau.

Die für April 2020 geplante 1. Probandenstudie musste aufgrund der Pandemie auf September 2020 verschoben werden. Die notwendige Umplanung verursachte erheblichen Aufwand und eine besondere Schwierigkeit lag darin, die Teilnahmebereitschaft der bereits gewonnenen Probanden und Probandinnen zu erhalten.



Abb. 7: Mitarbeiter und Probandin auf dem Testparcour



Abb. 8: E-Bike Versuchsträger Centurion E-Fire City R2500 ABS mit Messtechnik

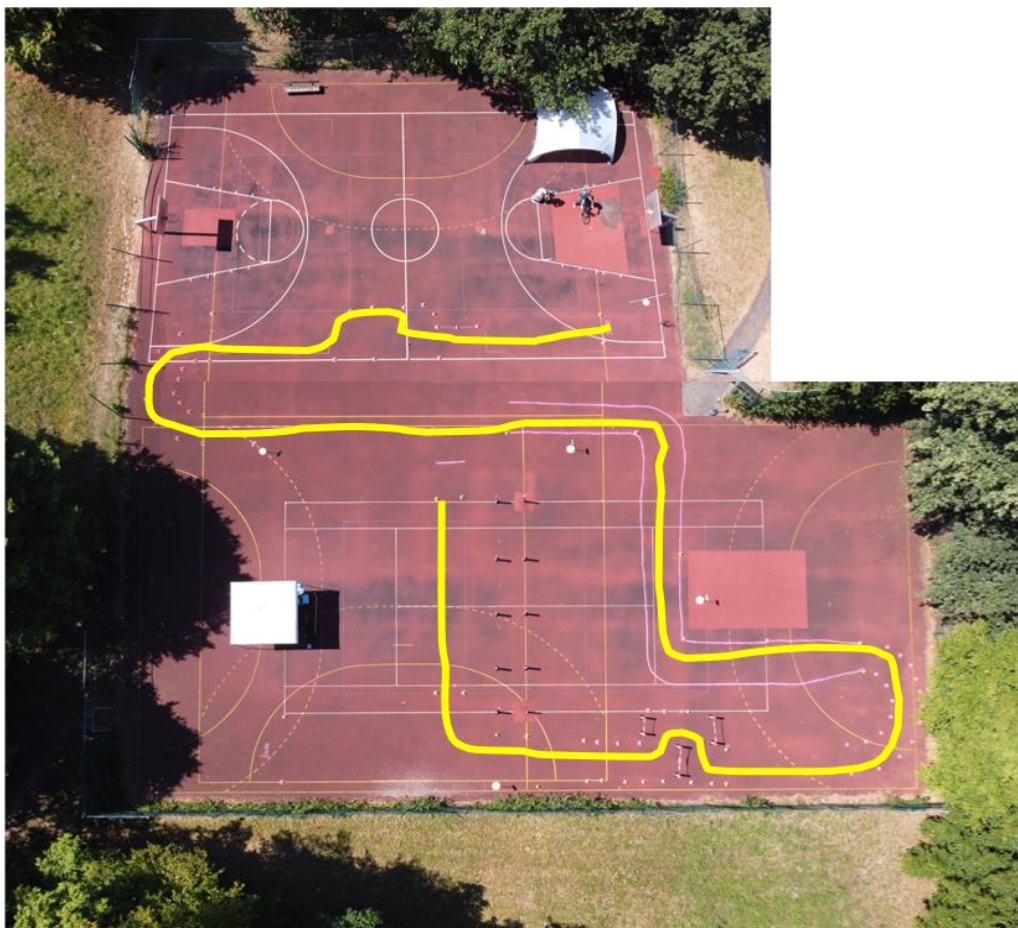


Abb. 9: Der Testparcour auf dem Tennisplatz des Hochschulsportclubs der HSPF von oben

An der Studie, die auf dem alten Tennisplatz des Hochschulsportvereins hinter dem Verwaltungsgebäude stattfand, beteiligten sich über 60 E-Bike-Fahrer/-innen, je zur Hälfte Männer und Frauen.

Mit dem mit Messtechnik für Lenkwinkel, Position und Wankwinkel/-rate ausgerüsteten Versuchsträger wurde ein Parcours abgefahren und anschließend wurden subjektive Einschätzungen zum Fahrsicherheitsgefühl abgefragt. Zusätzlich erfolgten Filmaufnahmen des Fahrverhaltens mit Action-Kameras und einer Drohne. Die Fragebögen wurden in enger Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Christa Wehner entwickelt und werden zurzeit zusammen mit den umfangreichen Messdaten statistisch ausgewertet. Insgesamt kann die Studie als voller Erfolg gewertet werden. Dank an das Team aus Mitarbeiter/-innen und Professor/-nnen für das gute Miteinander und das Engagement!

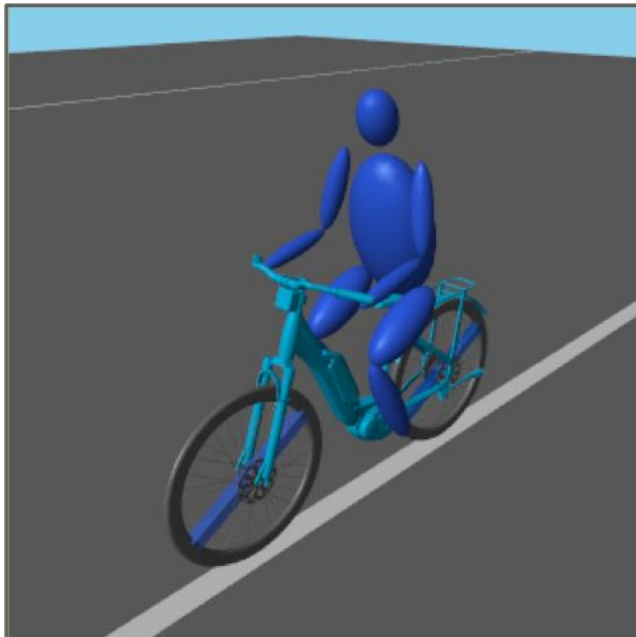


Abb. 10: Animation des E-Bikes mit Radfahrer/-in

Ein weiteres wichtiges Werkzeug für die Untersuchung der Fahrstabilität ist die Simulation. Im Rahmen einer Bachelor- und einer darauf aufbauenden Master-Thesis wurde dazu in SimScape (Fa. mathworks) ein umfangreiches Simulationsmodell eines Fahrrads mit Fahrer/-in entwickelt. Es ermöglicht die Parametrierung unterschiedlicher Personen von der 5-Perzentil-Frau bis zum 95-Perzentil-Mann, unterschiedliche Fahrmanöver und Stelleingriffe. Durch Vergleiche mit Literaturwerten und Fahrversuche wurde das Simulations-Programm gut plausibilisiert und validiert.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten war die Entwicklung eines ins Steuerrohr integrierten Lenkmomentsensors. Dazu war ein speziell angefertigter Sonderrahmen der Fa. Centurion erforderlich. Die Herausforderung dabei besteht darin, sehr kleine Lenkmomente zu messen, ohne Verfälschung durch die sehr viel größeren, an gleicher Stelle auftretenden Biegemomente. Die Komponenten des Lenkmomentsensors sind montiert, so dass Anfang 2021 mit der Kalibrierung begonnen werden kann. Anschließend werden Fahrversuche durchgeführt, um die auftretenden Lenkmomente zu ermitteln und Auslegungsdaten für einen Lenkaktor zu erhalten.

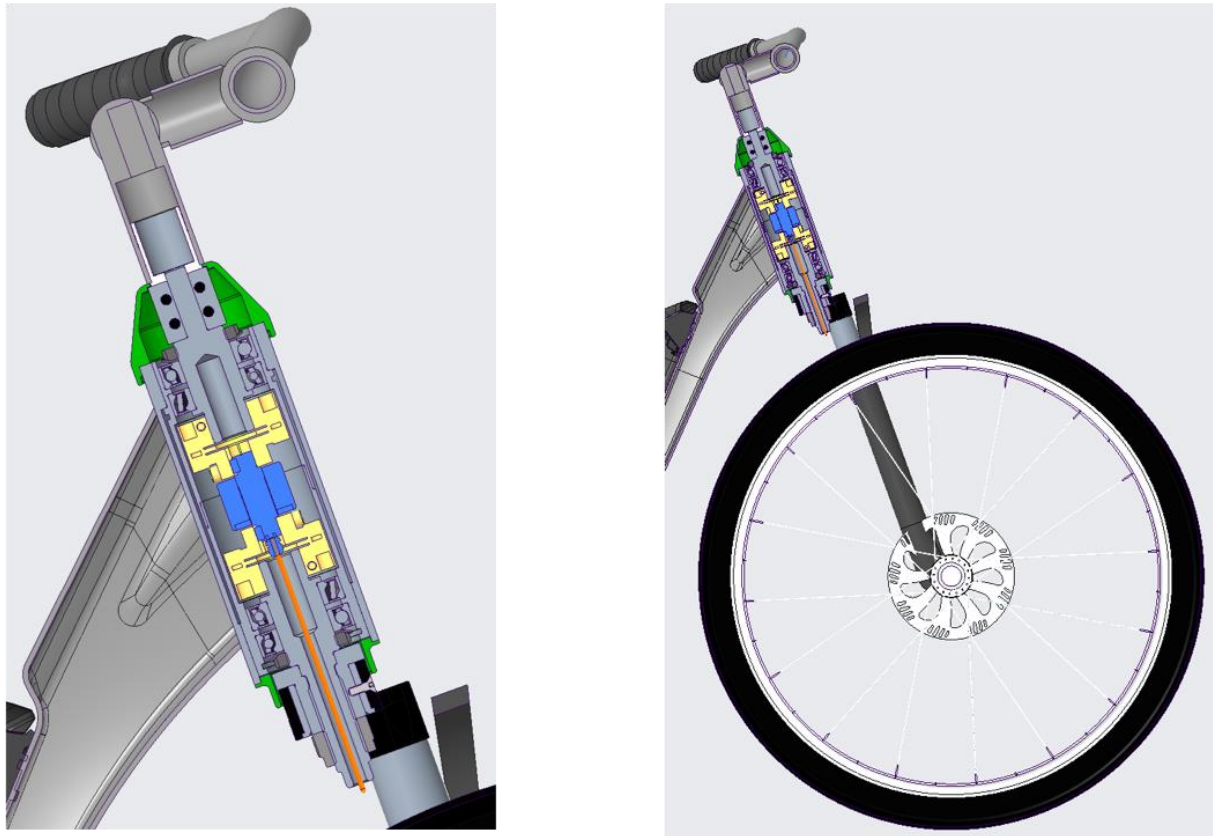


Abb. 11: Schnittbild durch CAD-Darstellung des ins Steuerrohr integrierten Lenkmomentsensors

Zu einem Lenkaktor, der zur Stabilisierung ein Lenkmoment auf den Lenker einbringen kann, wurden im Rahmen von Abschlussarbeiten verschiedene Studien durchgeführt, erste Prototypen aufgebaut und in Betrieb genommen.

Insgesamt hat das Projekt BikeAssist, trotz der Einschränkungen durch die Corona-Pandemie, gute Fortschritte erzielt und befindet sich im Zeit- und Kostenplan.

### **Prüfstandentwicklung in Kooperation mit Fa. Canyon Bicycles GmbH**

„High-End“-Rennräder und -Mountainbikes haben sich in den letzten Jahren zu Leichtbaustrukturen weiterentwickelt. Um die Betriebssicherheit dieser Räder zu gewährleisten, ist eine umfassende Qualitätssicherung notwendig, die eine dynamische Betriebsfestigkeitsuntersuchung beinhaltet.

Da diese Sportgeräte deutlich stärker belastet werden als „normale“ Fahrräder, sind die bekannten EN-Standardprüfverfahren unzureichend. Ferner sind die Entwicklungszyklen in diesem Bereich sehr kurz und die Kunden wünschen sich neue Räder, die es ihnen ermöglichen, alte Grenzen zu sprengen und noch ambitioniertere Ziele (schneller, höher, weiter) zu erreichen.

Da es für extreme Fahrsituationen nur unzureichende Kenntnisse über die tatsächlich auftretenden Belastungen gibt, sind für diese Grenzbereiche neue Messungen erforderlich.

Hierzu wurde in diesem Jahr ein Messrad mit entsprechenden Sensoren ausgestattet und erste Messreihen für unterschiedliche Randbedingungen wurden ermittelt. Mit dem Programm *nCode* der Firma HBM lassen sich aus diesen Messdaten schädigungsäquivalente Lastkollektive ermittelt. Diese neu generierten Lastkollektive bilden die Grundlage für zukünftige Komponententests bei der Firma Canyon.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt war in diesem Jahr die Untersuchung des sogenannten Pedalrückschlags bei MTBs. Dieses Phänomen tritt beim Downhillfahren auf. Die Intensität der Rückwirkung des Fahrwerks auf den Fahrer hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, die im Detail untersucht wurden. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit, die aus einer Kooperation mit der Firma SRAM entstanden sind, wurden in einer Publikation veröffentlicht.

### **Konzeption, Entwicklung, Fertigung und Erprobung eines ultraleichten Flaschenhalters für Rennräder**

Rennräder sind als leichte Sporträder für den Gebrauch im Straßenradsport konzipiert. Ein bedeutender Fokus liegt hierbei insbesondere auf dem Leichtbau für die Rahmenstruktur eines solchen Rades. Weitere signifikante Potenziale für die Masse-Reduktion beim Rennrad finden sich in der Optimierung von Komponenten und Anbauteilen, wobei im High-End-Bereich dieser Sportgeräte um jedes Gramm gekämpft wird. Ein wichtiges Anbauelement für jedes Rennrad ist ein Flaschenhalter, der Trinkflaschen mit einem Fassungsvermögen zwischen 0,5 und 0,7 Liter aufnimmt. Für einen solchen Flaschenhalter wird ein ultraleichtes Konzept entwickelt, erprobt und automatisiert gefertigt.

Hierfür kommen 3-dimensionale Wickelstrukturen aus endlosfaserverstärkten Kunststoffen (CFK & GFK) zum Einsatz. Durch lastgerechte Auslegung und Fertigung der Bauteile ist es möglich, das maximale Leichtbaupotenzial zu erzielen. Bisherige Leichtbau-Flaschenhalter sind im Bereich von 10 Gramm verfügbar. Das aktuell favorisierte Konzept für einen solchen Flaschenhalter kann die Masse auf ca. 5 Gramm reduzieren.



Abb. 12: Konzept für einen ultraleichten Flaschenhalter

### **Leichtbau-Strukturen aus Thermoplast-Duroplast-Hybriden auf der Basis von Polyamid 6 und kohlenstoffaserverstärktem Epoxid**

Die Kombination von duroplastischen und thermoplastischen faserverstärkten Kunststoffverbunden ermöglicht die Herstellung von hochbelastbaren, kostengünstigen und vollautomatisiert herstellbaren Strukturbauteilen. Ziel ist es, roboterbasierte 3D-Faserwickelstrukturen aus endloskohlenstoffaserverstärktem Epoxid mit kurzfaserverstärktem Polyamid 6 zu kombinieren. Eine solche vorteilhafte Kombination der beiden Werkstoffe ist bislang nicht oder nur unter starken Einschränkungen bei den mechanischen Eigenschaften möglich.

Hochbelastbare, ultraleichte, endlosfaserverstärkte Kunststoffbauteile können beispielsweise mithilfe des roboterbasierten 3D-Towpreg-Wickelfahrens hergestellt werden. Die durch dieses Verfahren erzeugten Strukturen sind meist fachwerkartige, lastpfadgerechte Bauteile und Konstruktionen. Nachteil dieses Fertigungsverfahrens ist neben der nicht optimalen Oberflächenqualität insbesondere das Problem, dass meist keine ebenen, flächigen Bauteile mit in sich geschlossener Oberfläche fasergerecht erzeugt werden können. Durch Umspritzen der Strukturen mit thermoplastischem Material können solche Bauteile jedoch erzeugt werden. Dabei bildet das bereits ausgehärtete duroplastische TowPreg-Material das lasttragende zwei- oder dreidimensionale Grundgerüst (Skelett) und das thermoplastische Spritzgussmaterial übernimmt Zusatzfunktionen. Die Zusatzfunktionen können dabei geschlossene und qualitativ hochwertige Oberflächen sein oder Bereiche zur Schubunterstützung der hauptsächlich auf Zug und Druck belastbaren Tragstrukturen. Auch können Lasteinleitungselemente oder zusätzliche Befestigungselemente, wie etwa Clips oder Haken, dargestellt werden.

Damit diese Funktionen abgebildet werden können, muss aber eine hinreichend belastbare Anbindung (Interface) zwischen den beiden Kunststoff-Materialsystemen vorhanden sein. Dieses Interface wird im Labor für Festigkeitslehre & Leichtbau detailliert untersucht. Dabei kommen unterschiedliche Vorbehandlungsmethoden, wie etwa das Niederdruckplasma, zum Einsatz. Auch werden für die Untersuchung des Interfaces neuartige Ansätze untersucht, bei denen das vorhandene TowPreg-Material speziell an diesen Hybrid-Prozess angepasst wird und der roboterbasierte Wickelprozess modifiziert wird.

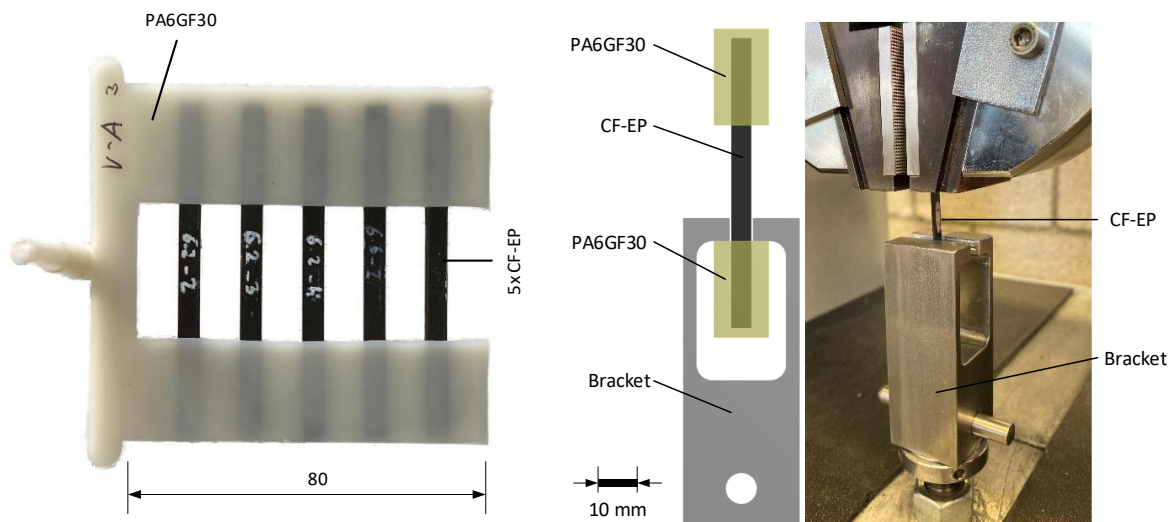


Abb. 13: Zugproben des Verbundmaterials und Zugversuch

### Herstellung von duroplastischem unidirektionalem Faserhalbzeug (Towpreg) zum Einsatz im 3D-Faserwickelverfahren

Ziel des Projektes ist es, eine kostengünstige Laboranlage zur Herstellung von vorimprägnierten Kohlenstofffasern (Towpreg) – auf Basis von Epoxidharzen – zu entwickeln. Dazu wurden zunächst die Grundlagen von duroplastischen Matrixsystemen für die Herstellung von vorimprägnierten Fasern betrachtet und geeignete Harz- und Härterkomponenten identifiziert. Anschließend wurde für die Herstellung des Towpreg-Materials ein geeignetes Herstellungsverfahren festgelegt und erprobt sowie eine entsprechende Anlage für den Laborbetrieb konzipiert, entwickelt und in Betrieb genommen. Bislang konnte damit die grundsätzliche Machbarkeit zur Eigenfertigung von vorimprägnierten Kohlenstofffaser-Halbzeugen belegt werden. Im Weiteren

wird das entstehende Faserhalbzeug (Towpreg) so optimiert, dass es auf den Anlagen des Leichtbaulabors (insbesondere der robotergestützten 3D-Faserwickelanlage) weiterverarbeitet werden kann.

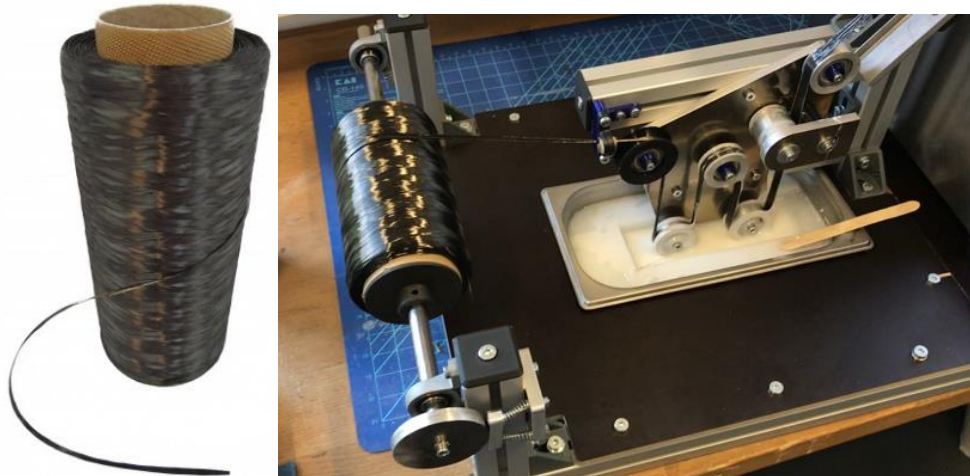


Abb. 14: Carbonfaser-Towpreg-Material (links); Teil der entwickelten Faserimprägnieranlage (rechts)

**Institutsleitung: Prof. Dipl.-Ing. Jürgen Wrede, Prof. Dr.-Ing. Ingolf Müller (Stellv.)**  
Weitere Infos: <https://www.hs-pforzheim.de/isbt/>



### 1.1.5. Schmucktechnologisches Institut – STI

---

#### **Schmucktechnologisches Institut (STI)**

Das Schmucktechnologisches Institut der Hochschule Pforzheim entwickelt feinwerktechnische Verfahren, Geräte und Vorrichtungen zur Automatisierung von Fertigungsschritten sowie schmuckrelevante Werkstoffe und wurde 1996 als „Antwort“ auf den Strukturwandel in der Schmuckbranche gegründet. Um diesem Strukturwandel entgegenzutreten, nahm sich das STI zum Ziel, eine eigene Wertigkeit zu definieren und neue Ideen in der Fertigung voranzutreiben. Die regionalen Schmuckunternehmen setzten sich zusammen mit der Landesregierung für die Gründung eines wissenschaftlichen Instituts ein, das diese Ansprüche fördern sollte. Von Beginn an beschäftigte sich das Institut mit der Übertragung neuer, moderner, serieller Fertigungstechnik auf die Schmuckbranche. Die Fortsetzung der erfolgreichen Zusammenarbeit mit der regionalen Schmuckindustrie, die Entwicklung neuer Verfahren in der Schmuckherstellung sowie innovative Werkstoffe für die Luxusgüterherstellung sind wichtige Bestandteile der tagtäglichen Arbeit am Schmucktechnologischen Institut. Das Institut wird von regionalen Unternehmen der Schmuckindustrie, Verbänden, der Stadt Pforzheim und der Sparkasse Pforzheim Calw sowie der baden-württembergischen Landesregierung getragen.

Seit der Übernahme der Leitung des Instituts durch Prof. Dr. Carlo Burkhardt hat das Institut, unter Beibehaltung seiner bisherigen Tätigkeitsschwerpunkte, seine Forschungsthemen um die Entwicklung von Werkstoffen und Technologien für die indirekte additive Fertigung und Methoden zum Recycling und der Weiterverarbeitung von Permanentmagneten auf Nd-Fe-B-Basis erweitert.

Durch die vielseitige Geräteausstattung und Fachkunde bietet das STI eine breite Vielzahl unterschiedlicher Leistungen an:

- Unterstützung bei der Entwicklung neuer Produkte und Verfahren
- Untersuchung verschiedenartigster Schadensfälle, Erarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen
- Fehlersuche und Analyse von Fremdpartikeln in der Oberfläche und im Material, die zu Kommas, Flecken und sonstigen Verarbeitungsproblemen führen
- Messungen der Festigkeit und der Härte an Bauteilen, elektrochemischen Komponenten und an Ringen, Verschlüssen und Ketten
- Untersuchung z. B. von Gefügen, Korngrößen und Ausscheidung an Werkstoffen aller Art
- Messung der Zusammensetzung von Metallen, Keramiken und Edelsteinen, galvanischen Schichten
- Messung der Rautiefe an komplizierten Oberflächen mit einem 3-D-Laserscan-Mikroskop
- Untersuchung der Ursachen von Gießfehlern wie Poren, Risse, Grobkorn, Blausilber
- Messung von Schmelztemperatur von Legierungen, Wachsen
- Messung von Gewichtsveränderung oder Schmelzverhalten von Stoffen bei Erwärmung
- Überprüfung von Temperaturen in Öfen, Gieß- und Sinteranlagen
- Korrosionstests, Salzsprühstests und Prüfung eines Anlaufschutzes oder des Einflusses von Verpackungsmaterialien auf Silber- und Goldlegierungen
- Beispiele für Geräteentwicklungen: Zuführeinrichtungen, Positionierhilfen, elektronischer Ringmessschieber, Induktionslötten, Messvorrichtungen

Im Bereich der Werkstoffcharakterisierung und -analyse wurde mit den Kunden Bosch und Enayati ein industriefinanziertes Entwicklungsprojekt zur Charakterisierung und Serienüberwachung der Schichtdicke von Thiol(ODT)-Beschichtungen als Korrosionsschutz für Kontaktierschichten aus Silber in der Elektronikindustrie fortgeführt. Die Erkenntnisse werden sukzessive in eine Qualitätsrichtlinie und einen Prozess zur serienbegleitenden Prüfung übersetzt.

Für den Forschungsschwerpunkt „indirekte additive Fertigung“ konnte über das SI-BW-Programm der Landesstiftung Baden-Württemberg, kombiniert mit einem Antrag für Forschungs Großgeräte nach Art. 91 b GG, die notwendige Erstausrüstung, bestehend aus Filamentdrucker, Hochtemperaturkammerofen und Messgeräten im Wert von 520 TSD EUR angeschafft werden. 2020 wurden vier Bachelorarbeiten, zwei Masterarbeiten und eine Promotion betreut. Als Ausgründung des Instituts wurde das Start-up „MetShape GmbH“ gegründet, das vom Programm „Junge Innovatoren“ der Landesregierung Baden-Württemberg gefördert wird. Neben den Eigenentwicklungen im Bereich Lithography-based Metal Manufacturing LMM und Fused Filament Fabrication FFF wird für das konkurrierende Verfahren Metal Binder Jetting BJ eine Entbinder- und Sinterentwicklung für die Firma BMW durchgeführt.

Im Forschungsschwerpunkt „Recycling und die Weiterverarbeitung von Permanentmagneten auf Nd-Fe-B-Basis“ wurde im ERA-MIN-2-Programm der Europäischen Kommission das Projekt „MaXycle“ mit einem Gesamtvolumen von 1.056.380 EUR bei einer Laufzeit vom 1.5.2018 bis 30.4.2021 genehmigt. Die Fördersumme für das STI beträgt hierbei 363.134,81 EUR. Zusammen mit den Partnern IVL Swedish Environmental Research Institute, dem Institut Jozef Stefan und Magneti Ljubljana d. d. (beide Slowenien), der University of Birmingham (UK) und der Rocklink GmbH (D) ist das Projektziel von MaXycle die Entwicklung einer umweltfreundlichen, ‚abgekürzten‘ Wiederaufarbeitung für NdFeB-Magnete durch

- a) Schaffung eines Kennzeichnungssystems für neu produzierte SE-Permanentmagnete,
- b) Verwendung des hocheffizienten HPMS-Prozesses für eine direkte Wiederverwendung der NdFeB-Legierung,
- c) verbesserte Methoden zur Vermeidung von Verarbeitungsrückständen während des Recyclings,
- d) Methoden zur Verbesserung der magnetischen Eigenschaften von Recyclingmagneten durch gezieltes Einstellen von Mikrostruktur/Phasenzusammensetzung und
- e) Betrachtung der industriellen Großserientauglichkeit incl. einer umfassenden Betrachtung der Ökobilanz.

MaXycle leistet so einen signifikanten Beitrag zur Erhöhung der heute sehr niedrigen Recyclingraten, die insbesondere auf geringe Rücknahmequoten und schlechtes Schnittstellenmanagement zwischen Logistik, mechanischer Zerkleinerung und metallurgischer Rückgewinnung zurückzuführen sind.

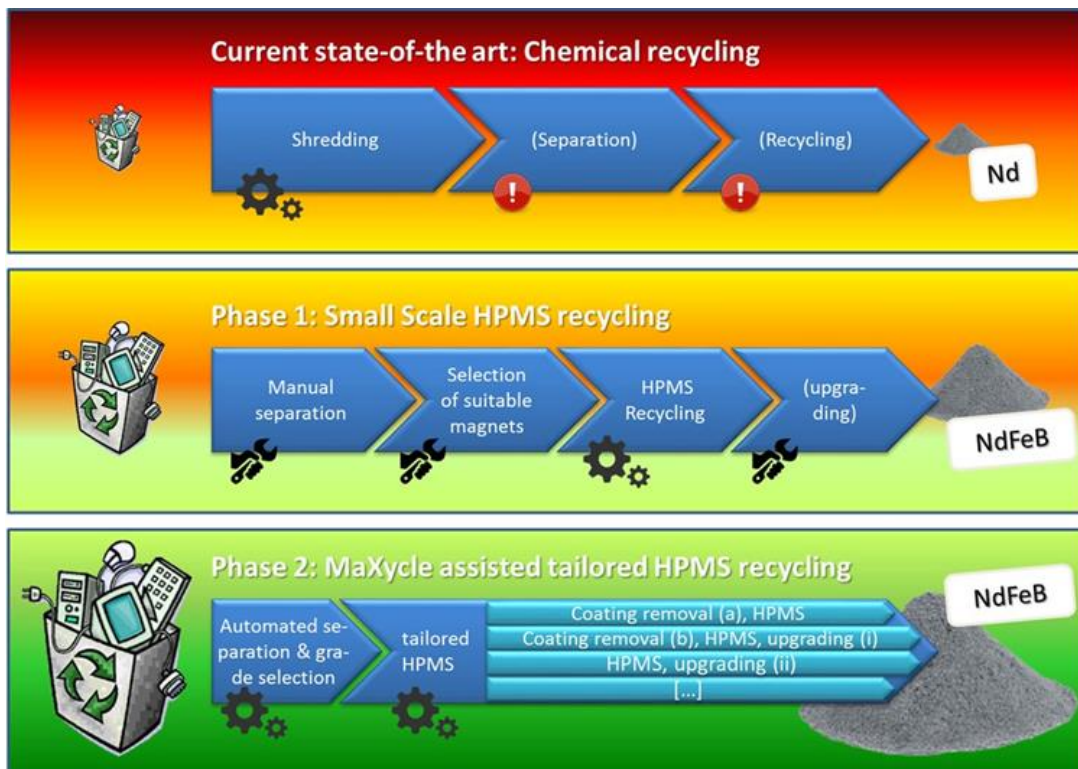


Abb. 1: Illustrates the MaXycle concept in comparison with existing technology

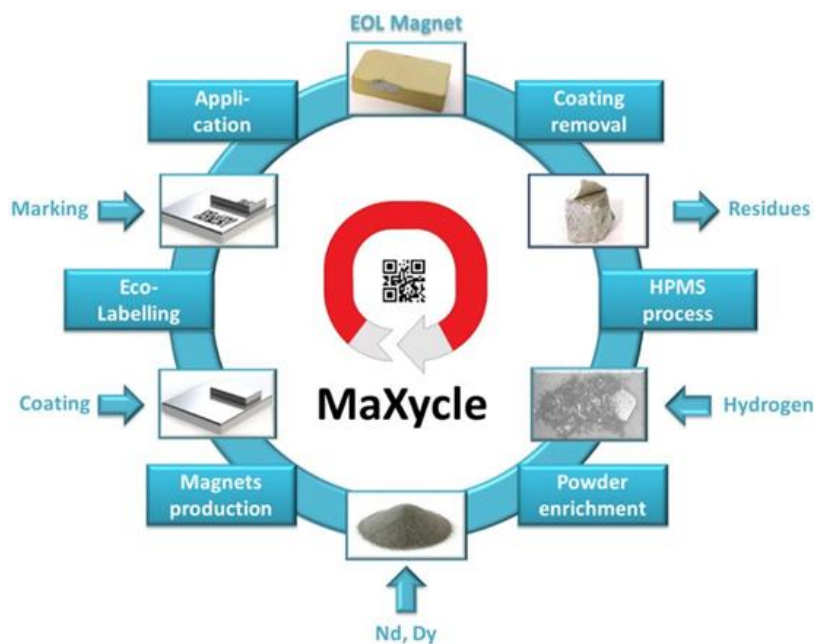


Abb. 2: Illustrates the MaXycle process

Im Rahmen des Projekts wurde eine Glovebox zur inerten Verarbeitung von Magnetmaterial angeschafft.

Im Forschungsförderungsprogramm Horizon2020 der Europäischen Union wurde das Projekt SUSMAGPRO (Sustainable Recovery, Reprocessing and Reuse of Rare-Earth Magnets in a Circular Economy) genehmigt, bei dem das STI die Projektkoordination übernimmt. Das Projekt hat eine Laufzeit vom 1.6.2019 bis 31.5.2023. Zusammen mit den Partnern B&C Speakers s.p.a., Bunting Magnetics Europe Limited, Fotec Forschungs- und Technologietransfer GmbH, Grundfos

Holding AS, Inserma Anoaia, S.L., Institut Jozef Stefan, Kolektor Magnet Technology GmbH, Less Common Metals Limited, Magneti Ljubljana d. d., MIMplus Technologies GmbH & Co. KG, Montanuniversität Leoben, Rise Research Institutes of Sweden AB, Sennheiser Electronic GmbH & Co. KG, Steinbeis Innovation gGmbH, Stena Recycling International AB, Universität Leiden, University of Birmingham und ZF Friedrichshafen AG entwickelt das Projekt die Infrastruktur zur Rückgewinnung der vielen Tonnen Magnete, die bereits in Millionen von Geräten nach Europa eingeführt wurden, anstatt diese kritische Ressource am Ende des Produktlebenszyklus auf Deponien zu entsorgen oder in andere Teile der Welt zu exportieren.

Die in 4 Pilotanlagen realisierten Aufbereitungswege decken die gesamte Wertschöpfungskette ab, von der robotergestützten Sortierung, Trennung und Magnet-/Legierungsherstellung bis hin zu neuen Permanentmagneten aus recyceltem Material.



Abb. 3: SUSMAGPRO Konsortium

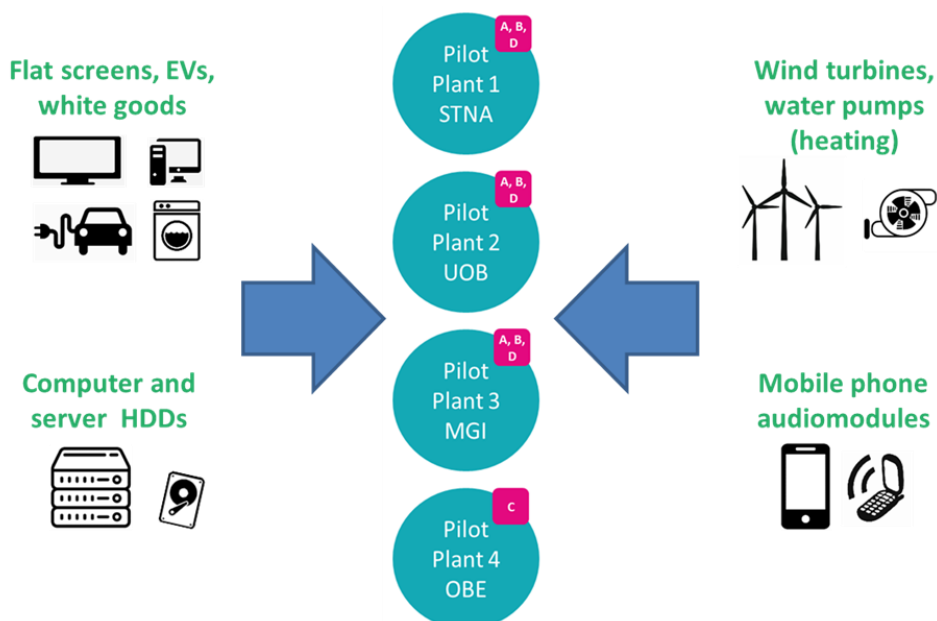


Abb. 4: SUSMAGPRO Stoffströme

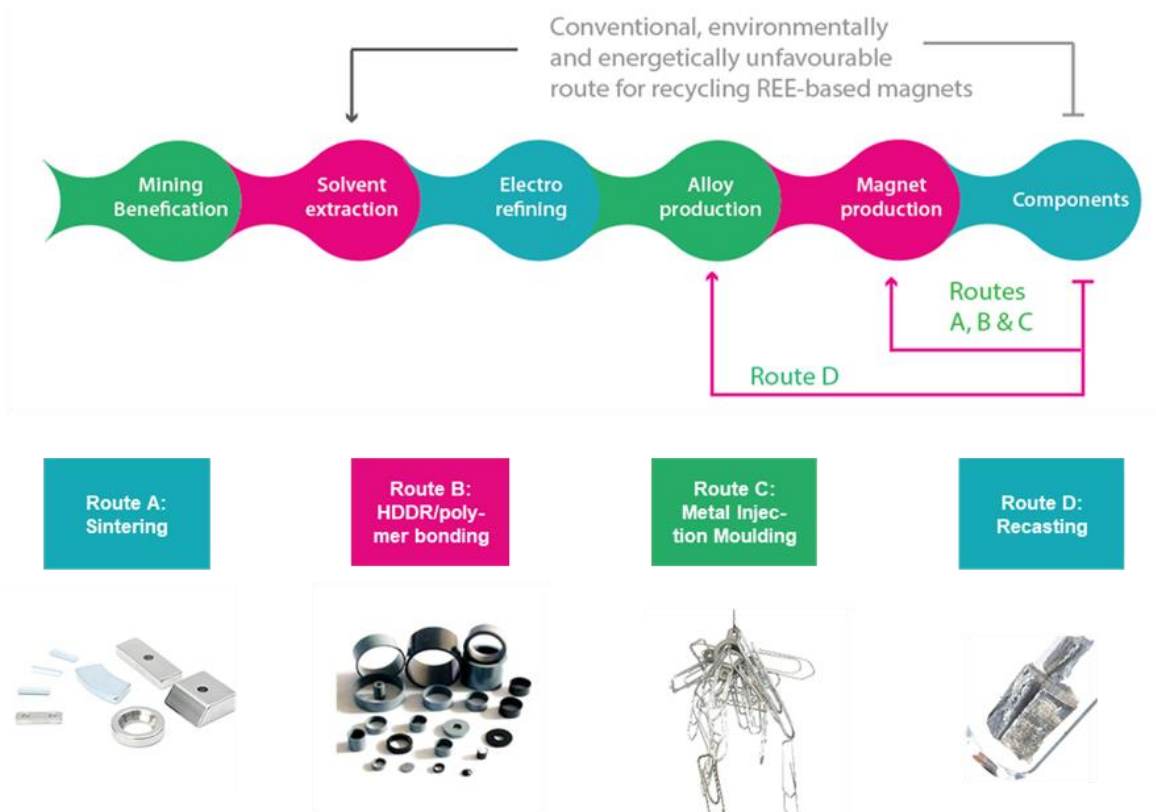


Abb. 5: „Abgekürzter“ SUSMAGPRO-Recyclingweg und -Recyclingprodukte

Im Rahmen des Projekts wurden ein Magnetometer, ein Magnetpulser, ein Extruder zur Fertigung magnetischer Filamente, eine OES-ICP sowie ein weiterer Sinterofen im Wert von knapp 500 TSD Euro angeschafft, um die umfangreichen Projektaufgaben zu bewältigen. 2020 wurden im Rahmen von SUSMAGPRO drei Studentenprojekte, eine Masterarbeit und eine Promotion betreut.

Im Projekt ADMIRAL, das im Rahmen des Programms Innovative Projekte/ Kooperationsprojekte des MWK mit der HS Aalen und den Industriepartnern Lithoz GmbH, MAG IAS GmbH und Siemens AG durchgeführt wird, werden die Möglichkeiten der additiven Fertigung von Permanentmagneten ausgelotet.

Die sich stark beschleunigende Elektrifizierung breiter Bereiche und der fortschreitende Ausbau der erneuerbaren Energie erfordern effiziente Energiewandlermaschinen. Material-, energie- und ressourceneffiziente Energiewandlermaschinen benötigen leistungsstarke, kostengünstige und langlebige Dauermagnete im Rotor. Allerdings sind mit den heute favorisierten starken Seltenerd-magneten erhöhte Kosten verbunden, wegen der enthaltenen strategisch kritischen Seltenerd-metalle. Ein vielversprechender Lösungsansatz ist die Erforschung und Entwicklung von auf die Systemanforderungen maßgeschneiderten Dauermagneten gesicherter Qualität. Hier verspricht der Einsatz neuer innovativer Fertigungstechnologien wie der additiven Fertigung vielseitige neue Perspektiven. Mit der additiven Fertigung von (kunststofffreien) Dauermagneten wird wissenschaftliches Neuland betreten.

Gesamtziel des Projekts ist, die Möglichkeiten verschiedener innovativer generativer Fertigungsverfahren zur Realisierung neuer Dauermagnetmaterialien zu eruieren und zu evaluieren, um mit dieser wichtigen Werkstoffklasse neue Wege in der Produktentwicklung und -gestaltung von effizienten elektrischen Energiewandlern zukünftig zu beschreiten.

Im Fokus steht ein umfassendes Screening vielversprechender innovativer Ansätze und Prozesse. Das Screening erfolgt durch die Erprobung von laserbasierter und lithografiebasierter additiver Fertigung im Labormaßstab mit dafür bereits aufgebauten Anlagen. Die erzielten Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der machbaren Magneteigenschaften und Qualität der Komponenten unter Einbeziehung wirtschaftlicher Gesichtspunkte bewertet.

So können mit ADMIRAL wertvolle Beiträge der Werkstoffforschung zu den Bedarfsfeldern Elektromobilität, Energieforschung und Industrie 4.0 und deren nachhaltiger Etablierung geleistet werden, was wegen der damit einhergehenden Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der nicht aufhaltbaren Digitalisierung von größtem gesellschaftlichem Interesse ist.

**Institutsleitung: Prof. Dr. Carlo Burkhardt**

Weitere Informationen: [www.hs-pforzheim.de/sti](http://www.hs-pforzheim.de/sti)

### 1.1.6. Institut für Personalforschung – IfP

---

#### **Institut für Personalforschung (IfP)**

Das Institut für Personalforschung im Human Resources Competence Center (HRCC) an der Hochschule Pforzheim arbeitete im Jahr 2020 in verschiedenen Themenbereichen.



Im **Themenbereich Agilität und Innovation** agiert das IfP gemeinsam mit dem Institut für Industrial Ecology (INEC, Prof. Dr. Claus Lang-Koetz) als Entwicklungspartner im Forschungsprojekt **„Selbstorganisiertes Innovationsmanagement im digitalen Zeitalter – InnoDiZ“**. Projektbeteiligte am IfP sind Prof.

Dr. Stephan Fischer und Dr. Sabrina Weber. Das dreijährige Forschungsprojekt startete am 1.1.2019 und wird im Rahmen des Förderprogramms „Zukunft der Arbeit“ als Teil des Dachprogramms „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfond gefördert. Der Projektverbund besteht aus zwei weiteren Entwicklungspartnern und fünf Anwendungspartnern. Bei den fünf Anwendungspartnern handelt es sich um kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aus verschiedenen Branchen mit Sitz in Süddeutschland. Details zum Projektverbund können der Website des Projekts entnommen werden ([www.innodiz.com](http://www.innodiz.com)).

Hauptziel des Vorhabens ist die Konzeption und Evaluation des Curriculums „Agiles Innovationsmanagement“ im Rahmen der Blended-Learning-Weiterbildung „Innovationsmanagement in KMU“. Die beiden Institute IfP und INEC erforschen und entwickeln in diesem Kontext relevante Inhalte für die Unterstützung der Verbundpartner beim Thema des selbstorganisierten Innovationsmanagements im digitalen Zeitalter. Dazu gehört die Auswahl geeigneter klassischer und agiler Innovationsmanagement-Methoden, die in der Praxis benötigt werden und eine hohe Akzeptanz erfahren. Diese werden didaktisch sinnvoll in Form von Lernvideos und anderen Lernmaterialien auf einer Lern- und Kollaborationsplattform aufbereitet. Übergreifend wird ein entsprechendes Vorgehensmodell für das Innovationsmanagement in KMU entwickelt. Dies wird durch die Nutzung einer überbetrieblichen Vernetzung mithilfe der Lern- und Kollaborationsplattform unterstützt. Es wird untersucht, ob sich die Methoden und Rollen im agilen Projektmanagement auch auf das Innovationsmanagement in KMU in den im Projekt vertretenen Branchen übertragen lassen. Ebenso relevant ist die Frage, inwieweit es eine spezielle Kultur in den Unternehmen benötigt, um die Innovationsfähigkeit zu fördern. Schließlich soll noch untersucht werden, ob und inwieweit sich die im Kontext agilen Arbeitens postulierten Vorteile organisationaler Netzwerke auch in dem diesem Forschungsverbund zugrunde liegenden inter-organisationalen Netzwerk zeigen. Die eingesetzten Methoden, die firmenübergreifende Kollaboration und die Nutzung der Lern- und Kollaborationsplattform werden projektbegleitend evaluiert. Gleichzeitig werden die Projektergebnisse und -erfolge für die Verbreitung und den Transfer aufbereitet und in der wissenschaftlichen Community (insbesondere über themenspezifische Fachkonferenzen und Veröffentlichungen) und in der Unternehmenspraxis (insbesondere über multiplikationsrelevante Veranstaltungen in der Wirtschaft) verbreitet.

Das Forschungsprojekt InnoDiZ verfolgt eine iterative Entwicklung und Ausweitung der entwickelten Blended-Learning-Weiterbildung in drei Phasen (vgl. Abb.). In einer ersten Runde wird die Weiterbildung unter Teilnahme von Personen ausschließlich aus dem Kreis der fünf Anwendungspartner (KMU) durchgeführt und weiterentwickelt. Die zweite Runde der Weiterbildung steht

sowohl für weitere Personen aus den Anwendungsunternehmen als auch für assoziierte Partner-Organisationen zur Verfügung. In einer dritten Runde schließlich kommen relevante Netzwerke und Cluster hinzu. Über die drei Runden erfolgt sukzessive der Auf- und Ausbau von firmenübergreifender themenbezogener Vernetzung.

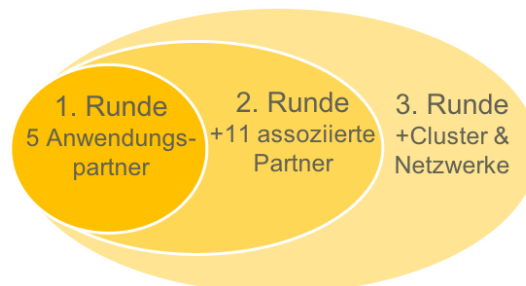


Abb. 1: Phasen im Projekt InnoDiZ. Quelle: Eigene Abbildung.

Im Berichtszeitraum 2020 standen zunächst die Durchführung, der Abschluss und die Evaluation der ersten Phase der entwickelten Blended-Learning-Weiterbildung an. Diese Kohorte umfasste Mitarbeitende aus den fünf Anwendungsunternehmen des Projektkonsortiums. In die weiterentwickelte Blended-Learning-Weiterbildung starteten im Herbst 2020 neue Teilnehmende aus den fünf Anwendungsunternehmen sowie Mitarbeitende aus elf assoziierten Organisationen. Zentrale Ansatzpunkte im Projekt InnoDiZ sind ein starker Bezug zu konkreten laufenden Innovationsprojekten der Teilnehmenden und der firmenübergreifende Austausch, auch zwischen den Kohorten. Erste Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt InnoDiZ wurden 2020 auf der ISPIM Innovation Conference „Innovating in Times of Crisis“ im Juni 2020 präsentiert. Das Konferenzpapier wurde anschließend überarbeitet und ist für die Einreichung bei einer Fachzeitschrift vorgesehen.

Im **Themenbereich industrielle Beziehungen/Arbeitsbeziehungen** wurde fortlaufend an der wissenschaftlichen Verwertung von Ergebnissen des bereits abgeschlossenen zweijährigen Forschungsprojekts „Social Partner Engagement and Effectiveness in European Dialogue (SPEEED)“ gearbeitet. Im Jahr 2020 umfasste die Verwertung insbesondere die Vorbereitung und Veröffentlichung von Publikationen in internationalen Fachzeitschriften und die Entwicklung von Konferenzbeiträgen. Weiterhin wurde im Rahmen eines internationalen Konsortiums ein auf den Erkenntnissen des Forschungsprojekts SPEEED aufbauender Forschungsantrag bei der Europäischen Kommission gestellt.

Das Projekt SPEEED war am IfP mit einer Laufzeit bis 30.03.2018 unter der Leitung von Dr. Sabrina Weber bearbeitet worden. Gefördert wurde das Forschungsprojekt von der Europäischen Kommission unter dem Förderkennzeichen VS/2016/0092 in der Budgetlinie „Verbesserung des Kenntnisstandes im Bereich der Arbeitsbeziehungen“. Koordiniert wurde das Projekt an der Business School der Universität Durham (Großbritannien); die weiteren Projektbeteiligten waren an der Universität Göteborg (Schweden) und den Universitäten Warwick und Cardiff (beide Großbritannien) tätig. Das Projekt SPEEED untersuchte die Beteiligung der Sozialpartner – Arbeitgeber und Gewerkschaften der EU-28, die mit unterschiedlichen strukturellen Herausforderungen konfrontiert sind – am europäischen sektoralen sozialen Dialog (ESSD). Über den ESSD haben die Sozialpartner die Möglichkeit, sich an der Gestaltung europäischer Politik zu beteiligen oder selbst bilateral für ihre Branche gestaltend tätig zu werden; allerdings wird dies nicht von allen Sozialpartnern genutzt. Das Projekt beschäftigte sich daher mit den Barrieren eines umfassenden Engagements im ESSD.



## Das Team des Instituts für Personalforschung (IfP)



**Prof. Dr.  
Stephan Fischer**  
Direktor



**Prof. Dr.  
Cathrin Eireiner**  
Stellv. Direktorin



**Prof. Dr.  
Anja Schmitz**  
Projektleiterin



**Prof. Dr.  
Markus-Oliver Schwaab**  
Projektleiter



**Prof. Dr.  
Carsten Weber**  
Projektleiter



**Dr. Sabrina Weber**  
Projektleiterin  
Akademische Mitarbeiterin

**Institutsleitung: Prof. Dr. Stephan Fischer**

Weitere Informationen: [www.institut-personalforschung.de](http://www.institut-personalforschung.de)

### 1.1.7. Institute for Human Engineering & Empathic Design – HEED

---

#### **Institute for Human Engineering & Empathic Design (HEED)**

Seit Oktober 2016 agiert das von der Karl Schlecht Stiftung geförderte Institut HEED unter dem Dach des IAF. Mit der Berufung des Stiftungsprofessors Dr. Sven Schimpf, der seit März 2020 zum Team gehört, liegt ein Fokus des HEED auf Innovations- und Interdisziplinaritätsforschung. Das Team des HEED umfasst drei Professoren und vier Mitarbeiter/-innen.

Einen Überblick über die Arbeit des HEED gibt die Instituts-Website [www.hs-pforzheim.de/heed](http://www.hs-pforzheim.de/heed). Nachfolgend werden die Projekte des HEED vorgestellt.

## 1. Projekte

### **Neu: KSG-Ideenaufruf „FÜHRUNG+Vertrauen“**

Im Rahmen des von der Karl Schlecht Stiftung initiierten Ideenaufrufs „FÜHRUNG+X“ untersuchte das HEED gemeinsam mit dem Masterstudiengang Creative Direction der Fakultät für Gestaltung unter der Betreuung von Dr. Robert Eikmeyer die Bedeutung von *Vertrauen* für zukünftige Führungskonzepte.



Abb. 8: Studierende des MACD im Gespräch mit Künstler Jonathan Meese (©HEED)

In 14 Podcasts kommen Stimmen aus der Wissenschaft, der Politik, dem Unternehmertum und der Zivilgesellschaft zu Wort und liefern Zeugnis von guter Führung und Vertrauen als entscheidende Faktoren der Krisenbewältigung. Aus der Vielzahl der Ergebnisse wurden vier Kurzfassungen für die Themenkampagne FÜHRUNG+X ausgewählt. In diesen vier Folgen unterhalten sich Dr. Anna Christmann (MDB für Bündnis 90/Die Grünen), Antje von Dewitz (Geschäftsführerin VAUDE), Jonathan Meese (Künstler) und Prof. Dr. Sven

Schimpf als Vertreter des HEED im Dialog mit den Masterstudierenden über die Bedeutung von Vertrauen in den Führungskontexten der jeweiligen Gesprächspartner/-innen.

Die ausgewählten Kurzfassungen sind unter <https://www.fuehrungplusx.de/> zu finden. Alle 14 Folgen in Originallänge können auf der Website des HEED abgerufen werden.

### **Neu: Studie: Fachliche und funktionale Interdisziplinarität im Innovationsprozess: Aktueller Stand und Herausforderungen**

Eine im November 2020 gestartete Studie des HEED nimmt sich der Fragestellungen an, welche Herausforderungen Unternehmen durch Interdisziplinarität und Cross-Funktionalität im Innovationsprozess erleben und welche methodischen und strukturellen Lösungsansätze in Unternehmen bereits angewandt werden, um Schnittstellenprobleme zu vermeiden.

Durch explorative Experteninterviews, die im Rahmen einer Studie von Prof. Dr. Sven Schimpf mit Vertreter/-innen der Industrie durchgeführt werden, wird die Zusammenarbeit von Industriedesign und Technik in Unternehmen verschiedener Branchen untersucht. Es soll herausgefunden werden, wo Unternehmen beim Einsatz von Methoden und Strukturen zur Überwindung von Schnittstellenproblemen stehen und wo die größten Herausforderungen liegen.

### Neu: Studie: Design Thinking und Bauhaus

Auf der Suche nach den Ursprüngen des Design Thinking stößt man auf dem Weg zurück in die Vergangenheit auf eine berühmte Bewegung: Laut Tom Kelley, einem der Gründerväter des Design Thinking, wurde dieses stark durch das Bauhaus geprägt. Tatsächlich lässt sich das Bauhaus-Manifest von Walter Gropius aus dem Jahr 1919 über weite Strecken wie ein Mission Statement heutiger Design-Thinking-Workshops lesen: „*Vermeidung alles Starren*“, „*Bevorzugung des Schöpferischen*“, „*Gemeinsame Planung*“, „*Mitarbeit aller Meister und Studierenden [...] mit dem Ziel allmählichen Einklangs*“. Schon am Bauhaus ging es in den Jahren 1919 bis 1933 um die enge Zusammenarbeit zwischen Disziplinen mit dem Ziel, die Lösungskompetenz für komplexe

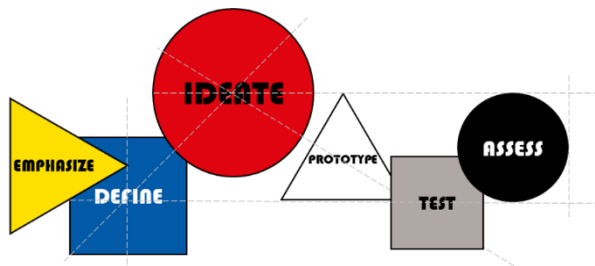


Abb. 9: Die Phasen des Design Thinking

Fragestellungen zu erlangen. Neben der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen gibt es weitere Parallelen zur Bauhaus-Pädagogik: die ausgeprägte Funktions- und Nutzerzentrierung, geprägt unter anderem durch das „Form follows function“-Prinzip, und die frühe Einbindung von Nutzer/-innen in den Innovationsprozess.

Ausgehend von diesen Beobachtungen werden im Projekt (Prof. Dr. Sven Schimpf, Prof. Dr. Thomas Hensel et al.) die Innovationsmethoden des Bauhauses nahsichtig untersucht mit dem Ziel, das Design Thinking aus historischer Perspektive zu überdenken und zu optimieren.

### Neu: Artist-Workplace Collaboration

Im Rahmen des Jubiläums 100 Jahre Joseph Beuys **beuys2021** thematisiert HEED die Aktivitäten der Artist Placement Group. Konzipiert als „*eines der radikalsten sozialen Experimente der 1960er Jahre*“, platzierte die APG, die zeitweilig auch die Unterstützung von Joseph Beuys fand, bildende Künstler/-innen in Unternehmen, der Industrie oder der öffentlichen Verwaltung. Durch diese Kooperationen sollten wechselseitig die künstlerischen und unternehmerischen Handlungsfelder erweitert werden.

Die historischen Anfänge gehen auf das englische Arts and Crafts Movement zurück, dessen geistiger Wegbereiter John Ruskin bereits Mitte des 19. Jahrhunderts das Verhältnis von Kunst und Wirtschaft zu bestimmen versuchte. Kooperationen von Kunst und Industrie zur Neugestaltung der Arbeit finden sich in der Folge u. a. in der „wirtschaftskulturellen Vereinigung“ des Deutschen Werkbundes, dem Staatlichen Bauhaus in Weimar, dem Produktionismus der frühen Sowjetunion und den Aktivitäten der Artist Placement Group und von Joseph Beuys in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Das von Dr. Robert Eikmeyer verantwortete Forschungsprojekt zur „Artist-Workplace Collaboration“ behandelt die Fragestellung, wie die Interaktion zwischen Kunst und Arbeit unsere gegenwärtige Vorstellung von Produktion und Innovation beeinflusst.

### Weitergeführt: Interdisziplinäre Brücken als Mediator in heterogenen Produktentwicklungsteams

Im Rahmen des Projekts „Interdisziplinäre Brücken als Mediator in heterogenen Produktentwicklungsteams“ untersucht Alexandra Göhring M. Sc., wie es in der Produktentwicklung gelingen

kann, Brücken zwischen der Technik und dem Industriedesign zu schlagen, um die Zusammenarbeit zu mediieren. Die wissenschaftliche Basis des Projekts bildet eine im Berichtsjahr 2020 veröffentlichte qualitative Metaanalyse zur Zusammenarbeit in fachlich und funktional heterogenen Teams.

### **Weitergeführt: Nachhaltigkeitsbezogene Erwartungen in interdisziplinären Produktentwicklungsteams**

Im Rahmen des Projekts „Nachhaltigkeitsbezogene Erwartungen in interdisziplinären Produktentwicklungsteams“ befasst sich Dipl.-Des. Barbara Gröbe M. Sc. mit der Frage, wie nachhaltigkeitsbezogene Erwartungen in interdisziplinären Produktentwicklungsteams entstehen, wie sie wirken und wie diese artikuliert werden. Im Rahmen des Projekts wird u. a. untersucht, inwieweit persönliche Erwartungen aus dem privaten oder unternehmerischen Kontext eine Rolle für die Umsetzung von Nachhaltigkeitserwartungen in der Produktentwicklung spielen.

### **Neu: „SPIEL MAL“ – Pforzheim wird kreativer Spielraum**

Nach welchen Kriterien soll die nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft erfolgen? Die Nachhaltigkeitsforschung führt hier die Trias von Sozialem, Wirtschaft und Ökologie an. Große Visionen sollten im Kleinen beginnen, aber nur allzu häufig spielen hierbei die Erfahrungen aus dem Lebensalltag der Menschen eine untergeordnete Rolle. Dieses kreative Potenzial möchten die Initiatoren des Projekts SPIEL MAL wecken, indem sie die Stadt Pforzheim für den Zeitraum von



Abb. 10: Gewächshaus mit der IPAT-Formel von Liam Gillik (©Fair Land)

zwei Jahren in einen temporären Spielraum verwandeln. Dazu kooperiert die Hochschule Pforzheim, von der das Gesamtkonzept stammt, mit dem Kulturhaus Osterfeld, dem Stadtjugendring sowie der Stadt Pforzheim.

Den Auftakt machte von April bis August 2020 die Fakultät für Gestaltung in Kooperation mit dem HEED unter Federführung von Dr. Robert Eikmeyer mit dem Ökosystem „A Fair Land Pforzheim“ auf dem Waisenhausplatz in Pforzheim. Über mehrere Wochen hinweg konnte dort eine

Art Model Village mit eigener Ökonomie – ein Gewächshaus und ein Straw Bale Garden für über 200 Zucchini – besucht werden. Ergänzend fanden partizipative Workshops statt, in denen Produkte für und aus der Ernte hergestellt wurden. Gemeinsam mit der britischen Künstlerorganisation Grizedale Arts stellen sich die Initiatoren im „Fair Land“ Fragen nach dem Making Everyday. Ist das, was hier entsteht, wünschenswert (desirable), nützlich (useful) und machbar (achievable)?

\* SPIEL MAL wird vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg im Sonderprogramm „Gesellschaftlicher Zusammenhalt“ gefördert.

### **Weitergeführt: „Gestaltung ausstellen. Die Sichtbarkeit der HfG Ulm.“**

Gestaltung ist keine den Dingen äußerliche Form. Fragen der Gestaltung berühren vielmehr grundsätzliche Probleme, die auf uns selbst als tätige Subjekte zurückweisen. Diese Perspektive führte in den vergangenen Jahren zu einer verstärkten Thematisierung von Fragen der Gestaltung in der geistes- und sozialwissenschaftlichen Forschung. Als Vorreiter dieses Ansatzes kann

die Hochschule für Gestaltung Ulm (HfG) bezeichnet werden, deren Selbstverständnis sich insbesondere in vier in Ulm konzipierten Ausstellungen (1955–1967) zeigt.

Das HfG-Archiv bewahrt sämtliche der noch erhaltenen, an der HfG erarbeiteten Ausstellungstafeln über die Hochschule und deren Unterrichtsergebnisse sowie zahlreiche mit diesen verbundene Dokumente auf. Dieses Material zu heben, zu dokumentieren und zu analysieren sowie auf dieser Basis die Geschichte der Gestaltung und deren Vermittlung in der Nachkriegsmoderne exemplarisch wissenschaftlich zu erforschen, ist das Hauptziel des Projekts. Als Ort experimenteller interdisziplinärer Kreativitäts- und Innovationsprozesse ist die HfG ein mustergültiges Studienobjekt für HEED.

Das Projekt wird seit 1. April 2017 (bis 31. März 2021) von der Volkswagen Stiftung gefördert und ist eine Kooperation zwischen dem HfG-Archiv Ulm, der Hochschule Pforzheim und der Folkwang Universität der Künste Essen. Seinen Abschluss findet das Projekt unter anderem in einer Website, die bislang unbekanntes Quellenmaterial veröffentlicht, und der Ausstellung „HfG Ulm: Ausstellungsfever“, die vom 1. Mai 2021 bis 19. September 2021 im Museum Ulm und im Anschluss an anderen Orten gezeigt werden wird (unter anderem im Bauhaus Museum Dessau). Die unter der Mitwirkung von HEED-Direktor Prof. Dr. Thomas Hensel vorbereitete Ausstellung ermöglicht einen neuen Blick auf die Designhochschule im internationalen Kontext. Im Mittelpunkt stehen erstmals die Ausstellungen der HfG, die zur weltweiten Bedeutung der Design- und Lehrkonzepte der Hochschule beitrugen.

**Institutsleitung: Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln, Prof. Dr. phil. Thomas Hensel, Prof. Dr.-Ing. Sven Schimpf**

Weitere Informationen: [www.hs-pforzheim.de/heed](http://www.hs-pforzheim.de/heed)

## 2 Personalia

### 2.1. Institut für Angewandte Forschung

---

Wissenschaftlicher Direktor	Prof. Dr. Thomas Greiner
Stellv. wissenschaftliche Direktorin	Prof. Dr. Rebecca Bulander
Forschungskoordinatorin	Dr. Monika Roller
Junior Forschungsreferent/in	N. N.

### 2.2. Persönliche Mitglieder des IAF

---

(1)	Prof. Dr. Tobias Brönneke	Wirtschaft und Recht
(2)	Prof. Dr. Ulrich Föhl	Wirtschaft und Recht
(3)	Prof. Dr. Rainer Gildeggen	Wirtschaft und Recht
(4)	Prof. Dr. Peter Heidrich	Technik
(5)	Prof. Dr. Silke Helmerdig	Gestaltung
(6)	Prof. Dr. Jasmin Mahadevan	Technik
(7)	Prof. Dr. Klaus Möller	Wirtschaft und Recht
(8)	Prof. Gabriele Naderer	Wirtschaft und Recht
(9)	Prof. Dr. Waldemar Pförtsch	Wirtschaft und Recht
(10)	Prof. Dr. Heiko Thimm	Technik
(11)	Prof. Dr. Jörg Tropp	Wirtschaft und Recht
(12)	Prof. Dr. Roland Wahl	Technik
(13)	Prof. Dr. Nadine Walter	Wirtschaft und Recht
(14)	Prof. Dr. Dirk Wentzel	Wirtschaft und Recht

## 2.3. Fachinstitute und ihre Mitglieder

---

### Institut für Industrial Ecology – INEC

---

(1)	Prof. Dr.-Ing. Frank Bertagnolli	Wirtschaft und Recht
(2)	Prof. Dr. Guy Fournier	Technik
(3)	Prof. Dr. Hendrik Lambrecht	Wirtschaft und Recht
(4)	Prof. Dr. Claus Lang-Koetz	Wirtschaft und Recht
(5)	Prof. Dr. Mario Schmidt (Leiter)	Wirtschaft und Recht
(6)	Prof. Dr.-Ing. Nikolaus Thißen (Stellvertretender Leiter)	Wirtschaft und Recht
(7)	Prof. Dr. Ingela Tietze	Wirtschaft und Recht
(8)	Prof. Dr. Tobias Viere	Wirtschaft und Recht
(9)	Prof. Dr.-Ing. Jörg Woidasky	Technik

### Institut für Smart Systems und Services – IoS3

---

(1)	Prof. Dr. Mike Barth	Technik
(2)	Prof. Dr. Karlheinz Blankenbach	Technik
(3)	Prof. Dr. Rebecca Bulander	Technik
(4)	Prof. Dr.-Ing. Rainer Drath	Technik
(5)	Prof. Dr. Thomas Greiner (Leiter)	Technik
(6)	Prof. Dr. Bernhard Kölmel (Stellvertretender Leiter)	Technik
(7)	Prof. Dr. Ansgar Kühn	Technik
(8)	Prof. Dr. Wolf-Henning Rech	Technik
(9)	Prof. Dr. Steffen Reichel	Technik
(10)	Prof. Dr. Guido Sand	Technik
(11)	Prof. Dr. Norbert Schmitz	Technik
(12)	Prof. Dr. Thomas Schuster	Wirtschaft und Recht
(13)	Prof. Dr. Sascha Seifert	Technik
(14)	Prof. Dr. Raphael Volz	Technik
(15)	Prof. Dr. Peter Weiß	Wirtschaft und Recht

### Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien – IWWT

---

(1)	Prof. Dr. Volker Biehl	Technik
(2)	Prof. Dr. Gerhard Frey (Stellvertretender Leiter)	Technik
(3)	Prof. Dr. Matthias Golle	Technik
(4)	Prof. Dr. Ulrich Heinen	Technik
(5)	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Norbert Jost (Leiter)	Technik

(6)	Prof. Dr. Kai Oßwald	Technik
(7)	Prof. Dr. Tobias Preckel	Technik
(8)	Prof. Dr.-Ing. Jörg Woidasky	Technik

Institute for Smart Bicycle Technology – ISBT

---

(1)	Prof. Dr.-Ing. Stefan Hillenbrand	Technik
(2)	Prof. Dr.-Ing. Peter Kohmann	Technik
(3)	Prof. Dr.-Ing. Ingolf Müller (Stellvertretender Leiter)	Technik
(4)	Prof. Dr.-Ing. Martin Pfeiffer	Technik
(5)	Prof. Dipl.-Ing. Jürgen Wrede (Leiter)	Technik

Schmucktechnologisches Institut – STI

---

(1)	Prof. Dr. Carlo Burkhardt (Leiter)	Technik
-----	------------------------------------	---------

Institut für Personalforschung – IfP

---

(1)	Prof. Dr. Cathrin Eireiner (Stellvertretende Leiterin)	Wirtschaft und Recht
(2)	Prof. Dr. Stephan Fischer (Leiter)	Wirtschaft und Recht
(3)	Prof. Dr. Anja Schmitz	Wirtschaft und Recht
(4)	Prof. Dr. Markus-Oliver Schwaab	Wirtschaft und Recht
(5)	Prof. Dr. Carsten Weber	Wirtschaft und Recht

Institute for Human Engineering & Empathic Design – HEED

---

(1)	Prof. Dr. Felix Buchmann	Wirtschaft und Recht
(2)	Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln (Leiter)	Technik
(3)	Prof. Dr. phil. Thomas Hensel (Leiter)	Gestaltung
(4)	Prof. Dr. Simone Huck-Sandhu	Wirtschaft und Recht
(5)	Prof. Dr. Claus Lang-Koetz	Wirtschaft und Recht
(6)	Prof. Dr. Jan Of	Gestaltung
(7)	Prof. Dr. phil. Katja Puteanus-Birkenbach	Gestaltung
(8)	Prof. Dr.-Ing. Sven Schimpf (Leiter)	Gestaltung
(9)	Prof. Dr. Andrea Wechsler	Wirtschaft und Recht



## 3 Publikationen

### 3.1. Peer-Review-Publikationen (=73)

---

#### 3.1.1. Beiträge aus Journalen in Thomson Reuters Master Journal List (=33)

---

1. Abraham, V., **Bremser, K.**, Carreno, M., Crowley-Cyr, L. & Moreno, M. (2020). Exploring the consequences of COVID-19 on tourist behaviors: perceived travel risk, animosity and intentions to travel. *Tourism Review*, insg. 17 Seiten. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/TR-07-2020-0344/full/html>
2. **Antony, J.** & Klarl, T. (2020). Estimating the income inequality-health relationship for the United States between 1941 and 2015: Will the relevant frequencies please stand up? *The Journal of the Economics of Ageing*, 17, 100275, insg. 30 Seiten. <https://doi.org/10.1016/j.jeoa.2020.100275>, ISBN: 9780367135980
3. **Antony, J.** & Klarl, T. (2020). The implications of automation for economic growth when investment decisions are irreversible. *Economics Letters*, 186, 108757. insg. 5 Seiten. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.108757>
4. Axmann, B., Langner, F., **Blankenbach, K.**, **Vogelmann, M.**, Gaisberg, A., Strobel, L. & Bauer, J. (2020). Advanced methods for safe visualization on automotive displays. *Journal of the Society for Information Display*, 28(6), S. 483–498. <https://doi.org/10.1002/jsid.909>
5. **Blankenbach, K.**, Hertlein, F. & Hoffmann, S. (2020). Advances in automotive interior lighting concerning new LED approach and optical performance. *Journal of the Society for Information Display*, 28(8), S. 655–667. <https://doi.org/10.1002/jsid.887>
6. Budzinski, O. & **Lindstädt-Dreusicke, N.** (2020). Antitrust policy in video-on-demand markets: the case of Germany. *Journal of Antitrust Enforcement*, S. 1-21 <https://doi.org/10.1093/jaenfo/jnaa001>
7. **Burkhardt, C.** (2020). A beginner's Guide to 3 Leading Sinter-based Metal Additive Manufacturing Technologies. *International Journal of Powder Metallurgy*, 14, S. 69–79.
8. Franke, J., Baxan, N., Lehr, H., **Heinen, U.**, Reinartz, S., Schnorr, J., Heidenreich, M., Kiessling, F. & Schulz, V. (2020). Hybrid MPI-MRI System for Dual-Modal In Situ Cardiovascular Assessments of Real-Time 3D Blood Flow Quantification-A Pre-Clinical In Vivo Feasibility Investigation. *IEEE transactions on medical imaging*, 39 (12), S. 4335–4345. <https://doi.org/10.1109/TMI.2020.3017160>
9. **Fritz, B.**, **Aichele, C.** & **Schmidt, M.** (2020). Environmental impact of high-value gold scrap recycling. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(10), S. 1930-1941. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01809-6>
10. **Gasde, J.**, **Preiss, P.** & **Lang-Koetz, C.** (2020). Integrated Innovation and Sustainability Analysis for New Technologies: An approach for collaborative R&D projects. *Technology Innovation Management Review*, 10(2), S. 37–50. <https://doi.org/10.22215/timreview/1328>
11. **Gasde, J.**, **Woidasky, J.**, Moesslein, J. & **Lang-Koetz, C.** (2021). Plastics Recycling with Tracer-Based-Sorting: Challenges of a Potential Radical Technology. *Sustainability*, 13(1), S. 258–274. <https://doi.org/10.3390/su13010258>

12. **Gerth, M.**, Haecker, M. & **Kohmann, P.** (2020). Influence of mountain bike riding velocity, braking and rider action on pedal kickback. *Sports Engineering*, 23(1), insg. 9 Seiten. <https://doi.org/10.1007/s12283-019-0315-4>, ISSN 1369-7072
13. Höfling, T. T. A., Gerdes, A. B. M., **Föhl, U.** & Alpers, G. W. (2020). Read My Face: Automatic Facial Coding Versus Psychophysiological Indicators of Emotional Valence and Arousal. *Frontiers in psychology* (11), 1388, insg. 15 Seiten. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01388>
14. **Kraus, P.**, Stokes, P., Cooper, C., Liu, Y., Moore, N., **Britzelmaier, B.** & Tarba, S. (2020). Cultural Antecedents of Sustainability and Regional Economic Development - A Study of SME 'Mittelstand' Firms in Baden-Württemberg (Germany). *Entrepreneurship & Regional Development*, 32(7-8), S. 629–653. <https://doi.org/10.1080/08985626.2020.1713223>
15. **Lambrecht, H.**, **Lewerenz, S.**, **Hottenroth, H.**, **Tietze, I.** & **Viere, T.** (2020). Ecological Scarcity Based Impact Assessment for a Decentralised Renewable Energy System. *Energies*, 13(21), 5655, insg. 14 Seiten. <https://doi.org/10.3390/en13215655>
16. Larsson, B., Galetto, M., **Weber, S.**, Bechter, B. & Prosser, T. (2020). What's the point of European Sectoral Social Dialogue? Effectiveness and polycontextuality in the hospital and metal sectors. *Industrial Relations Journal*, 51(5), S. 410–426. <https://doi.org/10.1111/irj.12305>
17. Long, J. H. & **Nothhelfer, R.** (2020). Chemotech International, Inc.: Accounting for International Differences in the Measurement of Raw Material and Work-in-Process Inventories. *Issues in Accounting Education*, 35(3), S. 57–67. <https://doi.org/10.2308/issues-19-020>
18. **Mahadevan, J.** (2020). Ethnographic studies in international human resource management: Types and usefulness. *German Journal of Human Resource Management: Zeitschrift für Personalforschung*, 34(2), S. 228–251. <https://doi.org/10.1177/2397002220908214>
19. **Mahadevan, J.** & **Schmitz, A. P.** (2020). HRM as an ongoing struggle for legitimacy A critical discourse analysis of HR managers as “employee-experience designers”. *Baltic Journal of Management*, 15(4), S. 515–532. <https://doi.org/10.1108/BJM-10-2018-0368>
20. **Moczadlo, R.** (2020). Re-industrialization to foster growth and employment in the European Union. *Ekonomski Vjesnik*, 33(1), S. 39–58. <https://search.proquest.com/scholarly-journals/re-industrialization-foster-growth-employment/docview/2422403023/se-2?accountid=16224>
21. **Oßwald, K.**, Brandl, L. & **Lochmahr, I.** (2020). Experimental investigation into material removal mechanisms in High Speed Wire EDM. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 111 (7-8), S. 2163–2170. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-06264-z>
22. **Oßwald, K.**, **Gissel, J. C.** & Lochmahr, I. (2020). Macroanalysis of Hand Scraping. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 4(3), 90, S. 1-12 <https://doi.org/10.3390/jmmp4030090>
23. **Rötzer, N.** & **Schmidt, M.** (2020). Historical, Current, and Future Energy Demand from Global Copper Production and Its Impact on Climate Change. *Resources* (ISSN 2079-9276), 9(4), 44, insg. 31 Seiten. <https://doi.org/10.3390/resources9040044>
24. Saenz Arteaga, A. R., Ostos Mariño, J. & **Bremser, K.** (2020). The influence of the project team efficacy and organizational factors on the success of mining project management. *Revista Universidad y Empresa*, 22(39), insg. 23 Seiten. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.7721>
25. **Schäfer, P.** & **Schmidt, M.** (2020). Discrete-Point Analysis of the Energy Demand of Primary versus Secondary Metal Production. *Environmental science & technology*, 54(1), S. 507–516. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05101>

26. **Springer, S. K.**, Peregovich, B. G. & **Schmidt, M.** (2020). Capability of social life cycle assessment for analyzing the artisanal small-scale gold mining sector—case study in the Amazonian rainforest in Brazil. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(11), S. 2274–2289. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01828-3>
27. **Thimm, H.** & Rasmussen, K. B. (2020). Website disclosure of environmental compliance management—the case of European production companies. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, insg. 23 Seiten. <https://doi.org/10.1007/s13412-020-00643-4>
28. **Tietze, I., Lazar, L., Hottenroth, H. & Lewerenz, S.** (2020). LAEND: A Model for Multi-Objective Investment Optimisation of Residential Quarters Considering Costs and Environmental Impacts. *Energies*, 13(3), 614, insg. 22 Seiten. <https://doi.org/10.3390/en13030614>
29. Verones, F., Hellweg, S., Antón, A., Azevedo, L. B., Chaudhary, A., Cosme, N., Cucurachi, S., Baan, L., Dong, Y., Fantke, P., Golsteijn, L., Hauschild, M., Heijungs, R., Jolliet, O., Juraske, R., Larsen, H., Laurent, A., Mutel, C. L., Margni, M., Núñez, M., Owsianiak, M., Pfister, S., Ponsioen, T., **Preiss, P.**, Rosenbaum, R. K., Roy, P.-O., Sala S., Steinmann, Z., Zelm, R., van Dingenen, R., Vieira, M., Huijbregts, M. A. J. (2020). LC-IMPACT: A regionalized life cycle damage assessment method. *Journal of Industrial Ecology*, 24(6), S. 1201–1219. <https://doi.org/10.1111/jiec.13018>
30. **Viere, T.**, Amor, B., Berger, N., Fanous, R. D., Arduin, R. H., Keller, R., Laurent, A., Loubet, P., Strothmann, P., Weyand, S., Wright, L. & Sonnemann, G. (2020). Teaching life cycle assessment in higher education. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, insg. 17 Seiten. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01844-3>
31. Wencki, K., Thöne, V., Ante, A., Hogen, T., Hohmann, C., Tettenborn, F., Pohl, D., **Preiss, P.** & Jungfer, C. (2020). Approaches for the evaluation of future-oriented technologies and concepts in the field of water reuse and desalination. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 10(4), S. 269–283. <https://doi.org/10.2166/wrd.2020.022>
32. **Woidasky, J.**, Moesslein, J., Wendler, P., Kirchenbauer, D., Wacker, D., Gao, G. & **Lang-Koetz, C.** (2020). Kunststoffidentifikation und -sortierung in der Circular Economy durch Fluoreszenzmarker. *Chemie Ingenieur Technik*, 92(4), S. 441–451. <https://doi.org/10.1002/cite.201900126>
33. **Woidasky, J.**, Sander, I., Schau, A., Moesslein, J., Wendler, P., Wacker, D., Gao, G., Kirchenbauer, D., Kumar, V., Busko, D., Howard, I. A., Richards, B. S., Turshatov, A., Wiethoff, S. & **Lang-Koetz, C.** (2020). Inorganic fluorescent marker materials for identification of post-consumer plastic packaging. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104976, insg. 9 Seiten. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104976>

### 3.1.2. Beiträge aus Journalen in AGIV-Liste (=6)

---

34. Baum, A., Armbruster, C. & **Burkhardt, C.** (2020). Lithography-based Metal Manufacturing - Ein additives Fertigungsverfahren zur Herstellung höchstpräziser, kleiner Metallbauteile. *Industrie 4.0 Management*, 2020(4), S. 7–10. [https://doi.org/10.30844/I40M\\_20-4\\_S7-10](https://doi.org/10.30844/I40M_20-4_S7-10)
35. **Binder, B.** (2020). Women with STEM qualifications on supervisory boards. Does a high women quota in supervisory boards influence firm success? *European Accounting and Management Review*, 7(1), S. 28–46. <https://doi.org/10.26595/eamr.2014.7.1.2>
36. **Hinderer, H. & Martin, L.** (2020). Towards Understanding the Impact of Innovation — An Application of the Need-Driven Ecosystem Theory. *International Journal of Innovation, Management & Technology*, 2020(Vol. 11; No. 6), S. 159–164. <http://www.ijimt.org/vol11/896-A2025.pdf>

37. **Schmidt, M.** (2020). Corona and resource resilience—is efficiency still a desirable goal? Sustainability Management Forum | NachhaltigkeitsManagementForum, 28(3-4), S. 73–75. <https://doi.org/10.1007/s00550-020-00493-2>
38. **Szichta, P. & Tietze, I.** (2020). Sharing Economy in der Elektrizitätswirtschaft: Treiber und Hemmnisse. Sustainability Management Forum | NachhaltigkeitsManagementForum, 28(3-4), S. 109–125. <https://doi.org/10.1007/s00550-020-00506-0>
39. **Zerr, K., Tropp, J. & Linxweiler, R.** (2020). Kommunikationsparadigma im Wandel: Auf dem Weg zum kommunikativen Ökosystem. Marketing Review St. Gallen, 2020 (5) S. 888-895.

### 3.1.3. Beiträge mit separatem Nachweis des Peer-Reviews (=34)

---

40. **Andraschko, L. & Britzelmaier, B.** (2020). Adaptation of cryptocurrencies in listed companies: empirical findings of a CFO survey in the German capital market. International Journal of Big Data Management, 1(1), Artikel 106875, insg. 24 Seiten. <https://doi.org/10.1504/IJBDM.2020.106875>
41. Barbe, O., **Britzelmaier, B.**, List, F. & **Andraschko, L.** (2020). Key financial performance indicators in German family firms: findings of an empirical study. International Journal of Business and Globalisation, 24(1), Artikel 104963, insg. 18 Seiten. <https://doi.org/10.1504/IJBG.2020.104963>
42. **Barth, M.**, Kübler, K., Heinzerling, T., Rosen, R. & Jäkel, J. (2020). Eine systematische Bewertung der Qualität von Simulationsmodellen. atp magazin, 62(6-7), S. 68–75. <https://doi.org/10.17560/atp.v62i6-7.2487>
43. **Bauer, P.**, Becker, Y. N., Motsch-Eichmann, N., Mehl, K., **Müller, I.** & Hausmann, J. (2020). Hybrid thermoset-thermoplastic structures: An experimental investigation on the interface strength of continuous fiber-reinforced epoxy and short-fiber reinforced polyamide 6. Composites Part C: Open Access, 3, 100060. <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2020.100060>
44. **Bergmann, G.** (2020). Industrie 4.0 – Konsequenzen für industrielle Arbeitsprozesse und Qualifizierung. Wirtschaftspsychologie (3), S. 43–58.
45. **Binder, B.** (2020). Correlation of women quota and profit measured by Ebit of DAX 30 companies. In: D. Vrontis, Y. Weber & E. Tsoukatos (Vorsitz), 13th Annual Conference of the EuroMed Academy of Business. S. 1286- 1288. <https://emrbi.org/wp-content/uploads/2020/10/EuroMed-13-19.10.20.pdf>
46. **Binder, B.** (2020). Women quota of DAX 30 companies and their corporate sustainability reporting. In: D. Vrontis, Y. Weber & E. Tsoukatos (Vorsitz), 13th Annual Conference of the EuroMed Academy of Business. S. 1289-1291. <https://emrbi.org/wp-content/uploads/2020/10/EuroMed-13-19.10.20.pdf>
47. **Binder, B.** (2020). Women's Presence on European Boards and The Performance Cycle of Value Creation as an Instrument to Achieve the Gender Quotas. International Journal of Economic Behavior, Vol 10, No 1 (2020), S. 97-111. <https://doi.org/10.14276/2285-0430.2387>.
48. **Britzelmaier, B.** (2020). Internationalisation of SMEs – A framework to determine their cost of equity capital. International Journal of Management Cases, 2020(22), S. 54–76.
49. **Britzelmaier, B., Armbruster, J., Podolnji, N. & Wiesner, D.** (2020). Chinese Foreign Direct Investments in Germany: Impact on Company-specific factors and the development of the investment target. International Journal of Management Cases (22 (2)), S. 19–26.

50. **Britzelmaier, B.**, Graue, C. & Sterk, M. (2020). Big data in SMEs – findings of an empirical study. *Global Business and Economics Review*, 22(1/2), Artikel 105034, S. 115–134. <https://doi.org/10.1504/GBER.2020.105034>
51. **Britzelmaier, B.**, Pöpplow, U. & **Andraschko, L.** (2020). Capital budgeting practices of SME in Baden-Württemberg: findings of an empirical study. *International Journal of Business and Globalisation*, 24(1), Artikel 104958, S. 78-93. <https://doi.org/10.1504/IJBG.2020.104958>
52. **Burkhardt, C., Lehmann, A., Podmiljsak, B. & Kobe, S.** (2020). A Systematic Classification and Labelling Approach to Support a Circular Economy Ecosystem for NdFeB-Type Magnet. *Journal of Materials Science and Engineering B*, 10(4), S. 125-133. <https://doi.org/10.17265/2161-6221/2020.7-8.001>
53. **Fritz, B. & Schmidt, M.** (2020). Analysis of Life Cycle Datasets for the Material Gold. In: S. Albrecht, M. Fischer, P. Leistner & L. Schebek (Hg.), *Progress in Life Cycle Assessment 2019*, 1. Auflage, S. 99–112. Springer International Publishing; Imprint Springer. ISBN 978-3-030-50518-9. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6_8)
54. **Goehlich, V., Fournier, G. & Richter, A.** (2020). What can we learn from digitalisation and servitisation to shape a new mobility paradigm. *International Journal of Business and Globalisation*, 24(3), Artikel 106467, S. 296-306. <https://doi.org/10.1504/IJBG.2020.106467>
55. **Härle, C., Barth, M. & Fay, A.** (2020). Ein Assistenzsystem zur automatischen Komposition und Konfiguration von Co-Simulationen atp magazin, 62(9), S. 72–79. <https://doi.org/10.17560/atp.v62i9.2504>
56. **Lindstädt-Dreusicke, N. & Budzinski, O.** (2020). The Video-on-Demand Market in Germany: Dynamics, Market Structure and the (Special) Role of YouTube. *Journal of Media Management and Entrepreneurship*, 2(1), S. 108–123. <https://doi.org/10.4018/JMME.2020010107>
57. **Melian, E., Klein, H. & Thißen, N.** (2020). Economic and Environmental Optimization of Rotary Heat Exchangers: A Closer Look at the Conflict. S.145-158. In: S. Albrecht, M. Fischer, P. Leistner & L. Schebek (Hg.), *Progress in Life Cycle Assessment 2019*, 1. Auflage, S. 145–158. Springer International Publishing; Imprint Springer. Online ISBN 978-3-030-50519-6. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6_11)
58. **Morelli, F. & Schmid, R.** (2020). Intelligente Optimierung der langfristigen Liquiditätsplanung. Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik, Nr.12 (2020), S. 94-95. <https://ojs-hslu.ch/ojs3211/index.php/akwi/article/download/41/43>
59. **Morelli, F., Heiler, J. & Goehlich, V.** (2020). Surviving possible? A qualitative analysis of the current transformation processes in the German automotive supplier industry, due to autonomous and electric vehicles. *Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik*, 11 (2020), S. 79-88. <https://www.ojs-hslu.ch/ojs3211/index.php/akwi/article/view/13>
60. **Morelli, F., Mema, D. & Goehlich, V.** (2020). Evaluierung der Wahrnehmung von Chatbots im Kundenservice zur Optimierung der Mensch-Maschine-Interaktion. *Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik*, 12 (2020), S. 48-63. <https://ojs-hslu.ch/ojs3211/index.php/akwi/article/view/33>
61. **Pelzer, F., Klose, A., Barth, M., Manske, H., Oehlert, R., Vélez León, S., Horch, A., Knab, J., Gut, B., Drath, R. & Urbas, L.** (2020). Intermodulare funktionale Sicherheit für flexible Anlagen. Teil 1: Grundlagen und Anforderungen. atp magazin, 62(6-7), S. 84–92. <https://doi.org/10.17560/atp.v62i6-7.2488>

62. Pelzer, F., Klose, A., **Drath, R.**, Horch, A., Vélez Leon, S., Manske, H., Kotsch, C., Oehlert, R., Knab, J., **Barth, M.**, Gut, B. & Urbas, L. (2020). Intermodulare funktionale Sicherheit für flexible Anlagen der Prozessindustrie. Teil 2: Architektur und Engineering intermodularer Sicherheit und Safety-MTP. *atp magazin*, 62(10), S. 44–53. <https://doi.org/10.17560/atp.v62i10.2508>
63. **Rodriguez Kübler, A., Morelli, F.** & Kail, R. (2020). Virtuelle Head-Mounted-Display (HMD)-Kollaboration zur Abstimmung von Fahrzeugentwicklungsergebnissen. *AKWI Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik*, 11 (2020), S. 92–93. <https://ojs-hslu.ch/ojs3211/index.php/akwi/article/view/18>
64. Roßmann, M., **Stratmann, M., Rötzer, N., Schäfer, P. & Schmidt, M.** (2020). Comparability of LCAs — Review and Discussion of the Application Purpose. In: S. Albrecht, M. Fischer, P. Leistner & L. Schebek (Hg.), *Progress in Life Cycle Assessment 2019*, 1. Auflage, S. 213–225. Springer International Publishing; Imprint Springer. ISBN 978-3-030-50518-9. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50519-6_15)
65. Scheu, T., Schmidtke, J. & **Volkert, J.** (2020). »Ich brauche gute Arbeit. Nicht einfach Arbeit, aber gute Arbeit« Bedeutung, Hürden und Einflussfaktoren der Arbeitsmarktintegration Geflüchteter aus Sicht von Geflüchteten und Jobcentern. *Zeitschrift für Flüchtlingsforschung*, 4(2), S. 181–212. <https://doi.org/10.5771/2509-9485-2020-2-181>
66. Schlegel, D. & **Kraus, P.** (2020). Robotic Process Automation as an emerging career opportunity: an analysis of required qualifications and skills. In: D. Vrontis, Y. Weber & E. Tsoukatos (Vorsitz), *13th Annual Conference of the EuroMed Academy of Business*. S 1083-1096. ISSN: 2547-8516, ISBN: 978-9963-7111-89-5. <https://emrbi.org/wp-content/uploads/2020/10/EuroMed-13-2020.pdf>
67. **Schoger, M., Hetznecker, A. & Heinen, U.** (2020). Estimation of FFP accuracy in an MPI scanner with rotating magnets in Halbach arrangement. *International Journal on Magnetic Particle Imaging*, Vol 6 No 2 Suppl. 1 (2020), Article ID 2009012, insg. 3 Seiten. <https://doi.org/10.18416/IJMPI.2020.2009012>
68. **Theobald, E., Malthaner, M. & Föhl, U.** (2020). KI schlägt Mensch?! HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, insg. 15 Seiten. <https://doi.org/10.1365/s40702-020-00658-z>
69. **Thimm, H. H.** & Rasmussen, K. B. (2020). Disclosure of Environmental Compliance Management on Corporate Websites. *International Journal of Sustainable Entrepreneurship and Corporate Social Responsibility*, 5(1), S. 42–55. <https://doi.org/10.4018/IJSECSR.2020010103>
70. **Thimm, H. H.** & Rasmussen, K. B. (2020). Environmental Website Disclosure of ICT Use and Compliance Management: A Comparison of Large Production Companies in the USA and in Europe. *International Journal of Environmental Sustainability and Green Technologies*, 11(2), S. 48–67. <https://doi.org/10.4018/IJESGT.2020070104>
71. **Tietze, I.** (2020). Sharing economy in the German energy transition. *International Journal of Business and Globalisation*, 24(3), Artikel 106466, S. 392-412. <https://doi.org/10.1504/IJBG.2020.106466>
72. van Wyk, N., A. Johnston, K., **Moeller, K. & Haas, F.** (2020). Developing an IT Course for Emerging Technologies Using a Framework – An Example of an IoT Course V1.0. In *InSITE Conference, Proceedings of the 2020 InSITE Conference*, S. 15–45. Informing Science Institute. <https://doi.org/10.28945/4521>
73. **Wall F. & Morelli F.** (2020). End-to-end Data-Warehouse-Szenario von Social-Media-Daten mithilfe moderner SAP-Technologien. *Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik AKWI*, S. 92–93. <https://ojs-hslu.ch/ojs3211/index.php/akwi/issue/view/12/12>

## 3.2. Dissertationen (=2)

---

74. **Engelsberger, M.** (2020). Dynamisches Management serviceorientierter Ressourcen in cyber-physischen Produktionssystemen mittels multipler Evaluationskriterien und Ressourcenoperationen, 1. Auflage. Informatik. Verlag Dr. Hut, ISBN: 9783843943963, Betreuer: Prof. Dr. Thomas Greiner, Hochschule Pforzheim und Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel, Eberhard Karls Universität Tübingen
75. **König, T.** (2020). Erweiterung und Optimierung der Funktionalität magnetostruktiver Längenmesstechnik mittels Verfahren der digitalen Signalverarbeitung, 1. Auflage. Informatik. Verlag Dr. Hut. ISBN: 9783843944557, Betreuer: Prof. Dr. Thomas Greiner, Hochschule Pforzheim und Prof. Dr. Wolfgang Rosenstiel, Eberhard Karls Universität Tübingen

## 3.3. Weitere wissenschaftliche Publikationen (=156)

---

### 3.3.1. Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Proceedings (=63)

---

#### 3.3.1.1. Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Proceedings (ohne Nachweis) (=42)

---

76. **Antony, J.** & Klarl, T. (2020). Knowledge Transfer, Transitional Dynamics and Optimal Research & Development Policy in a Dynamic Monopoly Setting. *Review of Industrial Organization*, 57(3), S. 579–606. <https://doi.org/10.1007/s11151-020-09779-7>
77. **Assmann, S.** & Matenaer, S. (2020). Fallstudie: Übertragung von Betriebsvermögen im Rahmen der vorweggenommenen Erbfolge (I). *Zeitschrift für Familienunternehmen und Strategie*, 2020(1), S. 24–32.
78. **Assmann, S.** & Matenaer, S. (2020). Fallstudie: Übertragung von Betriebsvermögen im Rahmen der vorweggenommenen Erbfolge (II). *Zeitschrift für Familienunternehmen und Strategie*, 2020(1), S. 68–73.
79. **Beck, H.** & Prinz, A. (2020). Coronavirus-Pandemie: Eine makroökonomische Analyse. *WiSt - Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 49(9), S. 33–41. <https://doi.org/10.15358/0340-1650-2020-9-33>
80. **Beck, H.** & Prinz, A. (2020). Inkonsistenz-Triaden und Konfliktpotenziale in einer Währungsunion. *WiSt - Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 49(5), S. 24–29. <https://doi.org/10.15358/0340-1650-2020-5-24>
81. **Beck, H.** & Prinz, A. (2020). Soll die Europäische Zentralbank Aktien kaufen? *Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen*, 2020(17), S. 36–40.
82. **Bertagnolli, F.** & Waible, F. (2020). Ganzheitliche Transparenz und Begleitung des Wandels. *Changeмент!*, 2020(6), S. 13–15.
83. **Binder, B.**, Morehead Dworkin, T., Nae, N., Schipani, C. & Averianova, I. (2020). The Plight of Women in Positions of Corporate Leadership in the United States, the European Union, and Japan: Differing Laws and Cultures, Similar Issues. *Michigan Journal of Gender & Law*, Volume 26, Issue 2, S. 279-340. <https://doi.org/10.36641/mjgl.26.2.plight>

84. **Binder, B.** (2020). Women on Boards and How their Number Could Be Increased with the Help of a Performance Cycle of Value Creation. In F. Musso (Vorsitz), Proceedings of the 1st Interdisciplinary Workshop on “Strategic Decision-Making in International Context”, S. 211-228. <https://press.uniurb.it/index.php/UrbinoUP/catalog/book/978-88-31205-04-7>, ISBN: 9788831205047
85. **Blankenbach, K.** (2020). Automotive Display Technologies Shine at Display Week 2020. Information Display, 36(5), S. 49–53. <https://doi.org/10.1002/msid.1154>
86. **Blankenbach, K., Isele, R., Ochs, D. & Reichel, S.** (2020). LED-based automotive exterior displays and interior signage for autonomous cars. In: J.-H. Lee (Hg.), Proceedings of SPIE. 5200-: volume 11304, Advances in Display Technologies X: 5-6 February 2020, San Francisco, California, United States. SPIE, insg. 12 Seiten. <https://doi.org/10.1117/12.2543253>
87. **Buchmann, F.** (2020). Aktuelle Entwicklungen im Fernabsatzrecht 2019/2020. Kommunikation & Recht, 2020 (10), S. 642-649.
88. **Buchmann, F.** & Großbach, F. (2020). Belehrungspflicht über Herstellergarantien bei Fernabsatzverträgen (?). Kommunikation & Recht, 2020(4), S. 259–263.
89. **Buchmann, F.** & Hoffmann, A. L. (2020). Covid-19 und Distanzgeschäfte – Sonderregeln für einen “C-Commerce”. Kommunikation & Recht, 2020(5), S. 325–333.
90. **Drath, R.** (2020). Industrielle Anforderungen an Künstliche Intelligenz-Lösungen, In: VDI-Berichte 2375, Tagungsband zum 21. Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik Automation 2020, S. 617-628. ISBN 978-3-18-092375-8, 2020. <https://www.vdi-nachrichten.com/shop/automation-2020/>
91. **Eichner, K.** & Dischler, A. (2020). Reviewing M&A Valuations: A Framework for Senior Executives to Ask the Right Questions When It Matters the Most. M&A Review, 31. Jahrgang (12/2020), S. 414–421. <https://ma-review.de/reviewing-ma-valuations-a-framework-for-senior-executives-to-ask-the-right-questions-when-it-matters-the-most/>
92. **Elazhary, M. & Morelli, F.** (2020). Dynamic capabilities of big data analytics and its impact on firm performance. In: Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS) (Ed.), PACIS 2020, 20th to 24th June 2020, Dubai, S. 1-12. <https://aisel.aisnet.org/pacis2020/156>
93. **Engel, G., Bhatti, F., Greiner, T., Heizmann, M. & Quint, F.** (2020). Distributed and Context Aware Application of Deep Neural Networks in Mobile 3D-Multi-sensor Systems Based on Cloud-, Edge- and FPGA-Computing. In: IEEE (Hg.), 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA), S. 993–999. <https://doi.org/10.1109/ICIEA49774.2020.9101915>
94. **Fournier, G., Boos, A., Wörner, R., Jaroudi, I., Morozova, I. & Nemoto, E. H.** (2020). Substituting individual mobility by mobility on demand using autonomous vehicles - a sustainable assessment simulation of Berlin and Stuttgart. International Journal of Automotive Technology and Management, 20 (4), Artikel 112029, S. 369-407. <https://doi.org/10.1504/IJATM.2020.112029>
95. **German, K., Limm, M., Wölfel, M. & Helmerdig, S.** (2020). Co-designing Object Shapes with Artificial Intelligence. In: A. L. Brooks & E. I. Brooks (Hg.), Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering: Bd. 328. Interactivity, game creation, design, learning, and innovation: 8th EAI International Conference, ArtsIT 2019, and 4th EAI International Conference, DLI 2019, Aalborg, Denmark, November 6-8, 2019, proceedings (Bd. 328, S. 309–327). SPRINGER. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-53294-9\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-53294-9_21)



96. **Härle, C., Barth, M.** & Fay, A. (2020). Assistance system for the automated composition and configuration of a Co-Simulation: Proceedings of the 34th Annual European Simulation and Modelling Conference (ESM 2020), S. 155–162, ISBN 978-9492859-12-9. <https://www.eurosis.org/cms/index.php?q=taxonomy/term/58#ESM>
97. **Hildebrandt, G.**, Imle, M. & **Sand, G.** (2020). Automatische Zusammenstellung von Montagesätzen für Axial-Radial-Zylinderrollenlager. In J. Jäkel & R. Thiel (Hg.), Tagungsband AALE 2020: Automatisierung und Mensch-Technik-Interaktion : 17. Fachkonferenz, 4. März-6. März 2020, HTWK Leipzig, 1. Auflage, S. 113-123. VDE VERLAG GMBH, ISBN 978-3-8007-5180-8
98. Hoffmann, M. W., **Drath, R.** & Ganz, C. (2020). Proposal for requirements on industrial AI solutions. In J. Beyerer, A. Maier & O. Niggemann (Hg.), Machine Learning for Cyber Physical Systems: selected papers from the International Conference ML4CPS, Band 13, S. 63–72. Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-62746-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62746-4_7)
99. Klose, A., Pelzer, F., **Barth, M., Drath, R.**, Oehlert, R., Leon, S. V., Horch, A., Kotsch, C., Knab, J., Gut, B., Manske, H. & Urbas, L. (2020). Distributed Functional Safety for Modular Process Plants. In 2020 25th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA): Proceedings : Vienna, Austria - hybrid, 08-11 September, 2020, S. 1381–1384. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ETFA46521.2020.9212037>
100. Knapp, M., **Greiner, T.** & Yang, X. (2020). Pay-per-use Sensor Data Exchange between IoT Devices by Blockchain and Smart Contract based Data and Encryption Key Management. In: IEEE (Hg.), 2020 International Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS), S. 1–5. IEEE. <https://doi.org/10.1109/COINS49042.2020.9191390>
101. **Krebber, F.** & Hitschfeld, U. (2020). Akzeptanz und Legitimation von Unternehmen in modernen Gesellschaften: Kommunikative Herausforderung für Unternehmen und Interessengruppen. In: U. Röttger, P. Donges & A. Zerfaß (Hg.), Handbuch Public Affairs, S. 1–25. Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-23391-4\\_12-1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-23391-4_12-1)
102. **Kubelka, P., Matz, A. M. & Jost, N.** (2020). Compression Behavior of Low-Pressure Cast AMC Syntactic Foams with High Porosity. In: N. Dukhan (Hg.), The Minerals, Metals & Materials Series. Proceedings of the 11th International Conference on Porous Metals and Metallic Foams (MetFoam 2019), S. 115–126. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42798-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42798-6_11)
103. **Lang-Koetz, C., Reischl, A. & Sorg, F.** (2020). Umweltwirkungen von Innovationsideen bewerten und verbessern mit dem Tool „Green Check Your Idea“. Ideen- und Innovationsmanagement. 2020 (2), S. 62-66. <https://doi.org/10.37307/j.2198-3151.2020.02.08>
104. **Lehnert, C., Engel, G. & Greiner, T.** (2020). Distributed Ledger and Smart Contract Based Approach for IoT Sensor Applications. In IEEE (Hg.), 2020 International Conference on Omni-layer Intelligent Systems (COINS), S. 1–6. <https://doi.org/10.1109/COINS49042.2020.9191409>
105. **Matz, A. M., Matz, B. S. & Jost, N.** (2020). Microstructural Effects on Compressive Behavior and Deformation Band Propagation in Open-Pore Metal Foams. In: N. Dukhan (Hg.), The Minerals, Metals & Materials Series. Proceedings of the 11th International Conference on Porous Metals and Metallic Foams (MetFoam 2019), S. 47–57. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42798-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42798-6_5)
106. Mezger, D., **Jehnichen, T.**, Schulz, R., **Möller, K. & Gairing, F.** (2020). Forschungsprojekt "Lern-Lager": Individuelle und innovative Lernprozesse in der manuellen Kommissionierung. Jahrbuch Logistik 2020, S. 72–75. Herausgeber: unika Werbeagentur GmbH, <https://www.jahrbuchlogistik.de/das-jahrbuch.html>

107. **Morelli, F.**, Geschwill, S., **Zerr, K.** & Lossos, C. (2020). Rationalität maschineller Entscheidungen im Unternehmen durch die Einbindung von „Explainable Artificial Intelligence“ (XAI). In: F. Nees, I. Stengel, V. Meister, T. Barton, F. Herrmann, C. Müller & M. Wolf (Hg.), *Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik 2020: Tagungsband zur 33. AKWI-Jahrestagung am 14.09.2020*, ausgerichtet von der Hochschule Karlsruhe - Wirtschaft und Technik, S. 8–17. mana-Buch. ISBN: 9783944330662. <http://www.akwi.de/tagungen.html>
108. Prinz, A. & **Beck, H.** (2020). Cash is King? Zur Rolle des Bargelds in den kommenden Jahrzehnten: Ein Vorschlag. *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik*, 45(4), S. 441–453. <https://doi.org/10.1007/s41025-020-00188-y>
109. **Reichel, S.**, **Blankenbach, K.**, **Koop, K.**, **Najiba, F.**, **Ulrich, M.** & Hertlein, F. (2020). Advanced optical characterization of automotive interior materials for premium visual quality. *SPIE 11302, Light-Emitting Devices, Materials, and Applications XXIV*, 113021V, insg. 11 Seiten, <https://doi.org/10.1117/12.2542777>
110. Rosen, R., Jaekel, J., **Barth, M.**, Stern, O. & Röhler, M. (2020). Simulation und digitaler Zwilling im Anlagenlebenszyklus. *VDI Statusreport*, insg. 29 Seiten, <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/simulation-und-digitaler-zwilling-im-anlagenlebenszyklus>
111. **Schmitz, A. P.** & Graf, N. (2020). Agiles Lernen, New Learning, Lernen 4.0. Eine Abgrenzung. In *Personalmagazin : Management, Recht und Organisation*, insg. 5 Seiten, <http://mentus.de/wp-content/uploads/2020/01/Schmitz-Graf2020Agiles-Lernen-New-Learning-Lernen-4.0.pdf>
112. **Schoblik, J.**, **Kölmel, B.**, **Bulander, R.**, **Richter, A.** & **Waidelich, L.** (2020). Methoden des kundenzentrierten Innovationsmanagements als Basis der personalisierten Produkt-/Servicegestaltung. In: *Dialogmarketing Perspektiven 2019/2020: Tagungsband 14. wissenschaftlicher interdisziplinärer Kongress für Dialogmarketing*. 1. Auflage, S. 1–19. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Gabler. ISBN 978-3-658-29455-7 [https://doi.org/10.1007/978-3-658-29456-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-29456-4_1)
113. Stutz, A., Fay, A., **Barth, M.** & Maurmaier, M. (2020). Choreographies in Microservice-Based Automation Architectures : Next Level of Flexibility for Industrial Cyber-Physical Systems. In *2020 IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS)*, S. 411–416. <https://doi.org/10.1109/ICPS48405.2020.9274719>
114. **Waidelich, L.**, **Richter, A.**, **Bulander, R.**, **Kölmel, B.** & **Glaser, P.** (2020). Product-Service Systems at a Glance. How Classification and Typification Contribute to Comprehensibility. In Obaidat (Hg.), *Communications in Computer and Information Science. E-Business and Telecommunications*, Band 1247, S. 61–84. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52686-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52686-3_3)
115. Rittweger, R., Kronibus, A. & **Weiß, P.** (2020). Value Co-creation as the Core of Service Innovation: Impacts of a Case Study of a Fully Digitized Health Insurance Company. S. 86–92. In: J. Spohrer & C. Leitner (Hg.), *Advances in Intelligent Systems and Computing: Bd. 1208. Advances in the human side of service engineering: Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conference on The Human Side of Service Engineering*, July 16-20, 2020, USA, Bd. 1208. SPRINGER. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51057-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51057-2_13)
116. **Weiss, P.** (2020). Microfoundations for Building Systems of Engagement: Enable Actor Engagement Using Service Dominant Architecture. S. 116–122. In: J. Spohrer & C. Leitner (Hg.), *Advances in Intelligent Systems and Computing: Bd. 1208. Advances in the human side of service engineering: Proceedings of the AHFE 2020 Virtual Conference on The Human Side of Service Engineering*, July 16-20, 2020, USA. Band 1208. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51057-2\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51057-2_17)

117. **Woidasky, J., Schmidt, J., Auer, M., Sander, I., Schau, A., Moesslein, J., Wendler, P., Kirchenbauer, D., Wacker, D., Gao, G., Turshatov, A., Richards, B. S., Wiethoff, S. & Lang-Koetz, C.** (2020). Photoluminescent Tracer Effects on Thermoplastic Polymer Recycling. In: Hopmann & Lehnert (Hg.), *Advances in Polymer Processing 2020*, 1. Auflage, S. 1–13. Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-60809-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-60809-8_1)

### 3.3.1.2. Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften und Proceedings (mit Nachweis) (=21)

---

118. **Blankenbach, K., Axmann, B., Vogelmann, M., Langner, F. & Conrad, M., Bauer, J.** (2020). Supervising (Automotive) Displays for Safeguard Camera Monitor Systems. *Digest of Technical Papers*, S. 85–91 (SID Vehicle Display 2020 Vehicle Displays and Interfaces Symposium (online)).
119. **Blankenbach, K., Reichel, S., Ochs, D., Diener, K., Kugel, M. & Trinchieri, A.** (2020). Evaluation of Advanced Automotive Interior Lighting using “Pixelated” RGB LEDs. *DGaO Proceedings*, 121.Tagung.
120. **Blankenbach, K., Reichel, S., Späth, F. & Majer, P.** (2020). Optical Characterization of Automotive Interior Materials by BSDF. *DGaO Proceedings*, 121.Tagung.
121. **Blankenbach, K. & Vogelmann, M.** (2020). Advanced Optical Methods to Ensure Safe Image Reproduction on Automotive Displays (27) (IDW'20, 27th International Display Workshops (virtual)).
122. Bruns, B., Sasmaz, S., **Schmitz, A.** (2020). Berufliche Weiterbildung - Quo vadis? Entwicklungen und Spannungsfelder im Kontext von Digitalisierung und Corona-Pandemie., *Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis / Andreas Hohenstein/Karl Wilbers (Hrsg.)* S. 1–14.
123. **Buchmann, F.** (2020). Besonderheiten bei Verbraucherverträgen. In: T. Sassenberg & T. Faber (Hg.), *Rechtshandbuch Industrie 4.0 und Internet of Things: Praxisfragen und Perspektiven der digitalen Zukunft*. 2. Auflage, S. 360–387. C.H. Beck; Vahlen. ISBN: 9783406729171
124. **Cleff, T., Walter, N. & Elezi, E.** (2020). Rebranding - A Criteria-Based Analysis and Comparison of the Rebranding Strategies of the Fashion Heritage Brands Burberry and J. Crew, In Barkovic, D. et al. (Eds.), *Interdisciplinary Management Research XVI* (pp. 366-393). Faculty of Economics, Josip Juraj Strossmayer Univ. ISSN: 1847-0408
125. **Bhatti, F. & Greiner, T.** (2020). HLS Based Optimizations of an FPGA Hardware Design for Plenoptic Image Processing Algorithm. In: 2019 IEEE 62nd International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), Dallas, TX, USA, 2019, pp. 690-693 <https://doi.org/10.1109/MWSCAS.2019.8885282>, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8885282>
126. **Goehlich, V., Gilbertson, B. & Bremser, K.** (2020). Implementation of Female Mentoring Programs in German Companies: Still Some Way To Go. In: S. M. R. Shams, D. Vrontis, E. Tsoukatos & Y. Weber (Hg.), *The Cross-Disciplinary Perspectives of Management*, S. 83–95. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83867-249-220191008>
127. **Haefele, M.** (Hg.) (2020). Kommentierung zu § 150 AktG - Gesetzliche Rücklage. Kapitalrücklage, insg. 12 Seiten. Stollfuß Verlag.
128. **Krebber, F.** (2020). Kommunikation ohne Kommunikatoren: Zu Qualität und Anbietern von Bürgerbeteiligung. *prmagazin*, 2020(05), S. 64–71, ISBN 978-3-08-255800-3

129. **Reischl, A., Lang-Koetz, C., Fischer, S. & Weber, S.** (2020). Contextual ambidexterity: Tackling the exploitation and exploration dilemma in SMEs through two different innovation management approaches. Proceedings of The ISPIM Innovation Conference – Innovating in Times of Crisis, 2020, Event Proceedings: LUT Scientific and Expertise Publications: ISBN 978-952-335-466-1
130. **Schmitt, R.** (2020). Kommentierung von Nr. 4100-7008. In Beck'sche Kurz-Kommentare Kostenrecht Band 2, S. 2033–2144.
131. **Schmitz, A. P., Beer, A. & Fölsing, J.** (2020). Werkzeugkiste (62): Barcamps als Seismographen für emergente Veränderungen. Organisationsentwicklung. Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Change Management(1), S. 85–93
132. Spachmann, K. & **Huck-Sandhu, S.** (2020). Von der Mitarbeiterinformation zu Orientierung und Enabling. prmagazin, 2020(03), S. 68–78.
133. **Tavakoli, A.** (2020). Legal Tech statt Fluggastklagen – Der effektive Weg zur Entlastung. Deutsche Richterzeitung (6), S. 15–17.
134. **Tavakoli, A.** (2020). Automatische Fluggast-Entschädigung durch smart contracts. Zeitschrift für Rechtspolitik, 53(2), S. 46–49. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7416058>
135. **Theobald, E.** (2020). Systematisches Marketing-Controlling. So machen Sie Erfolge von Marketing-Kampagnen sichtbar. Perspektive B2B-Kommunikation der Zukunft. Perspektive Das Magazin, 2020(1), S. 40-41. Stuttgart.
136. **Thimm, H.** (2020). Towards Decision Tree Based Assistance Functions of a Cloud Platform for Environmental Compliance Management. In A. Kamilaris, V. Wohlgemuth, K. Karatzas & Athanasiadis (Hg.), 34th Int. Conf, Environmental Informatics (EnvirolInfo), S. 72–80.
137. **Woidasky, J.** (2020). Plastics Recycling. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2020, S. 1–29, ISBN 9783527303854
138. **Woidasky, J., Osswald, K., Deuschle, L. & Weiser, V.** (2020). Environmental effects of fireworks with special consideration of plastic emissions. 15. Recy&DepoTech 2020, 18.-20.11.2020, Leoben/Österreich, S. 255–262, ISBN 978-3-200-07190-2

### 3.3.2. Herausgeberschaft, Buchveröffentlichungen, Monographien und Beiträge in Fachbüchern (=93)

---

139. **Bacher, U.** & Bacher, P. (2020). Instagram - Ein Geschäftsmodell mit Bildern. In: H. Pforzheim, F. o. E. Osijek & Croatian Academy of Sciences and Arts (Hg.), Interdisciplinary Management Research XVI, S. 514–527. ISSN 1847-0408
140. **Bergmann, G.** (2020). Industrie 4.0 – Arbeitswelt 4.0: Konsequenzen für Arbeitsprozesse und Qualifizierung in der industriellen Produktion, S. 11-45, In: A. Haubrock (Hg.), Digitalisierung - das HR-Management der Zukunft, 1. Auflage, S. 11–54. Verlag Kohlhammer. ISBN: 9783170373877
141. **Bertagnolli, F.** (2020). Lean Management: Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie. 2. Auflage. Lehrbuch. Springer Gabler. ISBN: 9783658312398

142. **Binder, B. C.** (2020). Can a High Women Quota in Supervisory Boards Influence Enterprise Success? In: S. M. R. Shams, D. Vrontis, E. Tsoukatos & Y. Weber (Hg.), *The Cross-Disciplinary Perspectives of Management*, S. 71–82. Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83867-249-220191007>
143. **Britzelmaier, B.** (2020). *Controlling: Grundlagen, Praxis, Handlungsfelder*. 3. Auflage. *wirtschaft: Bandnummer 4411*. Pearson Deutschland GmbH. ISBN: 9783868944112
144. **Britzelmaier, B.** (2020). *Kompakt-Training Rechnungswesen*. 2. Auflage. *Kompakt-Training Praktische Betriebswirtschaft*. NWB Verlag. ISBN: 9783470101620
145. **Britzelmaier, B., Schmidtmeier, S., Weidler, C. & Crovini, C.** (2020). Exploring SMEs' Risk Management in Southern Germany. In: A. Thrassou, D. Vrontis, Y. Weber, S. M. R. Shams & E. Tsoukatos (Hg.), *Changing Role of SMEs in Global Business: Volume I Paradigms of Opportunities and Challenges*. Palgrave Studies in Cross-disciplinary Business Research, In Association with EuroMed Academy of Business, S. 15–42. Cham: Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-45831-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45831-7_2)
146. **Brönneke, T., Gildeggen, R., Schmitt, R., Keimeyer, F., Gailhofer, P., Gsell, M., Graulich, K., Prakash, S. & Scherf, C.-S.** (2020) Weiterentwicklung von Strategien gegen Obsoleszenz einschließlich rechtlicher Instrumente. UBA TEXTE 115/2020 Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit Forschungskennzahl 3716 373111 FB000307. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/weiterentwicklung-von-strategien-gegen-obsoleszenz>
147. **Brönneke, T.** (2020). Herausgeberschaft. In: T. Brönneke, A. Willburger & S. Bietz (Hg.), *Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V.: Band 43. Verbraucherrechtsvollzug: Zugang der Verbraucher zum Recht*. 1. Auflage. Nomos. ISBN: 9783848766338
148. **Willburger, A.** (2020). Herausgeberschaft. In: T. Brönneke, A. Willburger & S. Bietz (Hg.), *Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V.: Band 43. Verbraucherrechtsvollzug: Zugang der Verbraucher zum Recht*. 1. Auflage. Nomos. ISBN: 9783848766338
149. **Broenneke T.** (2020). Buchkapitel 4: § 10 „E-Commerce“. In: T. Brönneke, A. Willburger & S. Bietz (Hg.), *Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V.: Band 43. Verbraucherrechtsvollzug: Zugang der Verbraucher zum Recht*. 1. Auflage, S. 345–382. ISBN: 9783848766338. Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783748907138-125>
150. **Broenneke T.** (2020). Buchkapitel 8: Durchsetzung von Verbraucherrecht und Zugang der Verbraucher zum Recht: ein vorläufiges Zwischenfazit. In: T. Brönneke, A. Willburger & S. Bietz (Hg.), *Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V.: Band 43. Verbraucherrechtsvollzug: Zugang der Verbraucher zum Recht*. 1. Auflage, S. 419–433, Nomos. ISBN: 9783848766338. <https://doi.org/10.5771/9783748907138-125>
151. **Buchmann, F.** (2020). Buchkapitel 2.6 Effiziente Rechtsdurchsetzung vs. Missbrauch im deutschen Lauterkeitsrecht - Zum Entwurf eines Gesetzes zur Stärkung des fairen Wettbewerbs. In: T. Brönneke, A. Willburger & S. Bietz (Hg.), *Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V.: Band 43. Verbraucherrechtsvollzug: Zugang der Verbraucher zum Recht*. 1. Auflage, S. 125–138. Nomos. ISBN: 9783848766338. <https://doi.org/10.5771/9783748907138-125>
152. **Tavakoli, A.** (2020). Buchkapitel 3.5 Fluggastrechte und smart contract. In: T. Brönneke, A. Willburger & S. Bietz (Hg.), *Schriftenreihe des Instituts für Europäisches Wirtschafts- und Verbraucherrecht e.V.: Band 43. Verbraucherrechtsvollzug: Zugang der Verbraucher zum Recht*. 1. Auflage, S. 199–202. ISBN: 9783848766338. Nomos, <https://doi.org/10.5771/9783748907138-125>

153. Budzinski, O., **Lindstädt-Dreusicke, N.** & Kunz-Kaltenhäuser, P. (2020). Ökonomische Effekte von Big Data - Grundlagen der modernen Datenökonomik. In: M. Steven, T. Klünder & N. Lindstädt-Dreusicke (Hg.), *Moderne Produktion. Big Data: Anwendung und Nutzungspotenziale in der Produktion*, S. 190–214. Kohlhammer Verlag, ISBN: 978-3-17-036476-9
154. **Eichner, K.** (2020). Beta-Faktoren in der Bewertung von Banken. Eine empirische Bottom-Up-Analyse. In: B. Schwetzler & C. Aders (Hg.), *Jahrbuch der Unternehmensbewertung 2020: Fachbeiträge - Bewertungskennzahlen*, 1. Auflage, S. 203–223. Handelsblatt Fachmedien, ISBN: 978-3-947711-40-6 <https://www.fachmedien.de/jahrbuch-der-unternehmensbewertung-2020>
155. **Engeln, W.** (2020). *Methoden der Produktentwicklung: Technische Produkte kundenorientiert entwickeln*. 3. Überarbeitete und ergänzte Ausgabe. Vulkan-Verlag GmbH, ISBN: 9783835674271
156. **Felleisen, M.** (2020). *Wechselstromtechnik für Dummies*. 1. Auflage. Wiley-VCH, ISBN 978-3-527-71674-6
157. **Fischer, S., Matt, S. & Eireiner, C.** (2020). Future of Work - Wie sieht die Arbeitswelt der Zukunft aus? In: K. Schwuchow & J. Gutmann (Hg.), *HR-Trends 2021: Strategie, Kultur, Big Data, Diversity*. 1. Auflage, S. 366–376. Haufe Lexware GmbH & Co KG, ISBN 9783648135198
158. **Föhl, U. & Theobald, E.** (2020). Qualifizierung für eine Smart Data World – Anforderungen an Marketing Intelligence Professionals. In: B. Keller, H.-W. Klein, A. Wachenfeld-Schell & T. Wirth (Hg.), *Marktforschung für die Smart Data World: Chancen, Herausforderungen und Grenzen*. S. 57–67. GABLER. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-28664-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-658-28664-4_5)
159. **Gairing, F.** (2020). Transformationskompetenz - Welche Fähigkeiten brauchen Menschen und Organisationen zur erfolgreichen Gestaltung der digitalen Transformation und wie können diese gefördert werden? *Industrie 4.0 - Arbeitswelt 4.0: Konsequenzen für Arbeitsprozesse und Qualifizierung in der industriellen Produktion*. In: A. Haubrock (Hg.), *Digitalisierung - das HR-Management der Zukunft*. 1. Auflage, S. 166–212. Verlag Kohlhammer. ISBN: 978-3-17-037387-7
160. **Brönneke, T.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
161. **Buchmann, F.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
162. **Eisenberg, C.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
163. **Gildeggen, R.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>

164. **Harriehausen, S.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
165. **Jautz, U.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
166. **Lorinser, B.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
167. **Schmitt, R.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
168. **Schweizer, K.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
169. **Tavakoli, A.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
170. **Thäle, B.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
171. **Wechsler, A.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
172. **Willburger, A.** (2020). Herausgeberschaft. In: Rainer Gildeggen, Barbara Lorinser, Andreas Willburger, Felix Buchmann, Tobias Brönneke, Claudius Eisenberg, Simone Harriehausen, Ulrich Jautz, Ralph Schmitt, Kerstin Schweizer, Anusch Tavakoli, Brigitte Thäle & Andrea Wechsler (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte. 4., aktualisierte und erweiterte Auflage.* De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>

173. **Brönneke, T.** (2020). Besonderheiten bei Verbraucherverträgen. In: R. Gildeggen, T. Brönneke, F. Buchmann, C. Eisenberg, S. Harriehausen, U. Jautz, B. Lorinser, R. Schmitt, K. Schweizer, A. Tavakoli, B. Thäle, A. Wechsler & A. Willburger (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4. Auflage, S. 59–75. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
174. **Eisenberg, C.** (2020). Kapitel 11 Delikte. In: R. Gildeggen, T. Brönneke, F. Buchmann, C. Eisenberg, S. Harriehausen, U. Jautz, B. Lorinser, R. Schmitt, K. Schweizer, A. Tavakoli, B. Thäle, A. Wechsler & A. Willburger (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4. Auflage, S. 303–329. De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
175. **Schmitt, R.** (2020). Darlehensverträge. In: R. Gildeggen, T. Brönneke, F. Buchmann, C. Eisenberg, S. Harriehausen, U. Jautz, B. Lorinser, R. Schmitt, K. Schweizer, A. Tavakoli, B. Thäle, A. Wechsler & A. Willburger (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4. Auflage, S. 293–302. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
176. **Schmitt, R.** (2020). Verjährung. In: R. Gildeggen, T. Brönneke, F. Buchmann, C. Eisenberg, S. Harriehausen, U. Jautz, B. Lorinser, R. Schmitt, K. Schweizer, A. Tavakoli, B. Thäle, A. Wechsler & A. Willburger (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4. Auflage, S. 146–152. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
177. **Thäle, B.** (2020). Vertragsschluss durch Stellvertreter. In: R. Gildeggen, T. Brönneke, F. Buchmann, C. Eisenberg, S. Harriehausen, U. Jautz, B. Lorinser, R. Schmitt, K. Schweizer, A. Tavakoli, B. Thäle, A. Wechsler & A. Willburger (Hg.), *Wirtschaftsprivatrecht: Kompaktwissen für Betriebswirte*. 4. Auflage, S. 75-96. De Gruyter Oldenbourg. ISBN: 9783110648256. <https://doi.org/10.1515/9783110648256>
178. **Haefele, M.** (2020). Anzahlungen in der Handels- und Steuerbilanz. In: H. Kußmaul & S. Müller (Hg.), *Handbuch der Bilanzierung - Univ.-Prof. Dr. und Univ.-Prof. Dr. Stefan Müller (Ed.)*, S. 1–18. Haufe. ISBN 978-3-448-08290-6
179. **Haefele, M.** (2020). Betriebsveräußerung/Betriebsaufgabe/Betriebsverpachtung. In: H. Kußmaul & S. Müller (Hg.), *Handbuch der Bilanzierung - Univ.-Prof. Dr. und Univ.-Prof. Dr. Stefan Müller (Ed.)*, S. 1–60. Haufe. ISBN 978-3-448-08290-6
180. **Haefele, M.** (2020). Zahlungsunfähigkeit und Zahlungseinstellung. In: H. Kußmaul & S. Müller (Hg.), *Handbuch der Bilanzierung - Univ.-Prof. Dr. und Univ.-Prof. Dr. Stefan Müller (Ed.)*, S. 1–27. Haufe ISBN: 978-3-448-08290-6.
181. **Haefele, M.** & Schmidt, H. (2020). Maßgeblichkeitsprinzip: Grundsatz und Auswirkungen. In: R. Federmann, H. Kußmaul & S. Müller (Hg.), *Handbuch der Bilanzierung: Das gesamte Wissen zur Rechnungslegung nach HGB, EStG und IFRS*, S. 1–49. Haufe. ISBN 978-3-448-01178-4
182. **Haefele, M.** & Schmidt, H. (2020). Steuerbilanz nach EStG. In: R. Federmann, H. Kußmaul & S. Müller (Hg.), *Handbuch der Bilanzierung: Das gesamte Wissen zur Rechnungslegung nach HGB, EStG und IFRS, Kapitel 127*; S. 1-124. Haufe. ISBN 978-3-448-01178-4
183. Häusling, A. & **Fischer, S.** (Hg.) (2020). *Der Weg zur agilen HR-Organisation: Modelle und Praxisbeispiele zur agilen Transformation*. 1. Auflage. Haufe Group, ISBN: 9783648134399
184. **Fischer, S.** & Häusling, A. (2020). Gründe für eine neue HR-Organisation. S. 17–24. In: A. Häusling & **S. Fischer** (Hg.), *Der Weg zur agilen HR-Organisation: Modelle und Praxisbeispiele zur agilen Transformation*. 1. Auflage. Haufe Group; Haufe, ISBN 9783648134399



185. Früh, A., Menges, D. & **Fischer, S.** (2020). Eine kurze Analyse aktueller Modell zu HR und Transformation. S. 25–52. In: A. Häusling & **S. Fischer** (Hg.), Der Weg zur agilen HR-Organisation: Modelle und Praxisbeispiele zur agilen Transformation, 1. Auflage. Haufe Group; Haufe, ISBN 9783648134399
186. **Fischer, S.** (2020). Die fünf Reifegrade der Organisationsentwicklung und der Organisationstransformation. S. 212–220. In: A. Häusling & **S. Fischer** (Hg.), Der Weg zur agilen HR-Organisation: Modelle und Praxisbeispiele zur agilen Transformation. 1. Auflage. Haufe Group; Haufe, ISBN 9783648134399
187. **Huck-Sandhu, S.** (2020). Mitarbeiterkommunikation aus Sicht der PR-Forschung. S. 1–17. In: Einwiller, S., Sackmann, S., Zerfaß, A. (Hg.), Handbuch Mitarbeiterkommunikation. Interne Kommunikation in Unternehmen. Springer Gabler. ISBN: 9783658233907
188. **Huck-Sandhu, S.** (2020). Internationale Unternehmenskommunikation. S. 455–472. In: C. Mast (Hg.), utb: Betriebswirtschaftslehre, Kommunikationswissenschaft: Band 2308. Unternehmenskommunikation: Ein Leitfaden. 8. Auflage. UVK Verlag. ISBN: 9783825250775
189. Jecker, C. & **Huck-Sandhu, S.** (2020). Von der Information zur Orientierung. Zur (neuen) Rolle der internen Kommunikation in Selbstorganisationen. S. 351–371. In: O. Germanis & S. Hutmacher (Hg.), Der Mensch in der Selbstorganisation: Kooperationskonzepte für eine dynamische Arbeitswelt. Springer Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-27048-3\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-658-27048-3_23)
190. **Kraus, P., Britzelmaier, B.,** Moore, N. & Stokes, P. (2020). Corporate Social Responsibility in mittelständischen Unternehmen: Ausgewählte Ergebnisse einer explorativen Feldstudie in Baden-Württemberg. S. 145-168. In: Hildebrandt, Alexandra, Landhäußer, Werner (Eds.), CSR und Energiewirtschaft. Springer Gabler Verlag [https://doi.org/10.1007/978-3-662-59653-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-59653-1_11)
191. **Krebber, F.** (2020). Partizipation und reflexive Vermittlung in der gesellschaftsorientierten Kommunikation von Unternehmen. In: A. Lorenz, C. Hoffmann & U. Hitschfeld (Hg.), Partizipation für alle und alles? Fallstricke, Grenzen und Möglichkeiten. S. 363–382. Springer VS. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-27898-4\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-658-27898-4_20)
192. **Kurz, R.** (2020). Degrowth. In: S. O. Idowu, R. Schmidpeter, N. Capaldi, L. Zu, M. Del Baldo & R. Abreu (Hg.), Encyclopedia of sustainable management. S. 1–7. SPRINGER. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4\\_501-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4_501-1)
193. **Kurz, R.** (2020). Postgrowth. In: S. O. Idowu, R. Schmidpeter, N. Capaldi, L. Zu, M. Del Baldo & R. Abreu (Hg.), Encyclopedia of sustainable management. S. 1–14. SPRINGER. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4\\_499-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4_499-1)
194. **Kurz, R.** (2020). Rebound Effects of Eco-efficiency. In: S. O. Idowu, R. Schmidpeter, N. Capaldi, L. Zu, M. Del Baldo & R. Abreu (Hg.), Encyclopedia of sustainable management. S. 1–5. SPRINGER. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4\\_498-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4_498-1)
195. **Kurz, R.** (2020). Sufficiency. In: S. O. Idowu, R. Schmidpeter, N. Capaldi, L. Zu, M. Del Baldo & R. Abreu (Hg.), Encyclopedia of sustainable management. S. 1–7. SPRINGER. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4\\_497-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02006-4_497-1)
196. **Mahadevan, J.** (2020). Interkulturelle Kompetenz: Genealogie statt native categories und naiver Realismus. In A. Moosmüller (Hg.), Interkulturelle Kompetenz: Kritische Perspektiven. S. 187–202. Waxmann. ISBN 9783830992455

197. **Mahadevan, J.**, Primecz, H. & Romani, L. (Hg.). (2020). Cases in critical cross-cultural management: An intersectional approach to culture. Series: Routledge studies in international business and the world economyRoutledge, Taylor et Francis Group. ISBN: 9780815359340
198. **Mahadevan, J.**, Primecz, H. & Romani, L. (2020). Why study culture in intersection? S1–11 In: J. Mahadevan, H. Primecz & L. Romani (Hg.), Cases in critical cross-cultural management: An intersectional approach to culture. Series: Routledge studies in international business and the world economyRoutledge, Taylor et Francis Group. ISBN: 9780815359340
199. **Nunka Dikuba, S. & Mahadevan, J.** (2020). Race and privilege in CCM: A cross-cultural life-story. S. 22–32. In: J. Mahadevan, H. Primecz & L. Romani (Hg.), Cases in critical cross-cultural management: An intersectional approach to culture. Series: Routledge studies in international business and the world economyRoutledge, Taylor et Francis Group. ISBN: 9780815359340
200. Kakar, Q. & **Mahadevan, J.** (2020). Configurations of power and cultural explanations: The case of a Chinese–Pakistani mining project. S. 86–99. In: J. Mahadevan, H. Primecz & L. Romani (Hg.), Cases in critical cross-cultural management: An intersectional approach to culture. Series: Routledge studies in international business and the world economyRoutledge, Taylor et Francis Group. ISBN: 9780815359340
201. **Mahadevan, J., Cetinkaya, E. & Özer, D.** (2020). Lived Ethnicity : Two ‘Turkish’ Women in Germany. S. 113–124. In: J. Mahadevan, H. Primecz & L. Romani (Hg.), Cases in critical cross-cultural management: An intersectional approach to culture. Series: Routledge studies in international business and the world economyRoutledge, Taylor et Francis Group. ISBN: 9780815359340
202. Utzeri, M., Nagy, B. & **Ilie, I. A.** (2020). Gender initiatives between support and denial: A Cross-Cultural Study of Two Automotive Companies in Germany and France. S.163–173. In: J. Mahadevan, H. Primecz & L. Romani (Hg.), Cases in critical cross-cultural management: An intersectional approach to culture. Series: Routledge studies in international business and the world economy-Routledge, Taylor et Francis Group. ISBN: 9780815359340
203. **Mahadevan, J.** (2020). The Concept of Culture in Cross-Cultural Management: Genealogical Considerations. S. 66-80. In: n B. Szkudlarek, L. Romani, D.V. Caprar & J.S. Osland (Eds.), The Sage Handbook of Contemporary Cross-Cultural Management(pp. 66-80). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781529714340.n7>
204. Moore, F. & **Mahadevan, J.** (2020). Ethnography and Cross-Cultural Management. S.128-140. In: n B. Szkudlarek, L. Romani, D.V. Caprar & J.S. Osland (Eds.), The Sage Handbook of Contemporary Cross-Cultural Management(pp. 66-80). SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.4135/9781529714340.n11>
205. Romani, L., **Mahadevan, J.** & Primecz, H.. (2020). Methods of Critical Cross-Cultural Management. S. 141-155. In: n B. Szkudlarek, L. Romani, D.V. Caprar & J.S. Osland (Eds.), The Sage Handbook of Contemporary Cross-Cultural Management(pp. 66-80). SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.4135/9781529714340.n12>
206. **Moeller, K., Gabel, J. & Bertagnolli, F.** (2020).Case 12: fischer Fixing systems: Moving forward with the workforce – Change communication at the Global Distribution Centre. S.426-432. In Gardiner D., Reefke H. (Eds.), Operations Management for Business Excellence: Building Sustainable Supply Chains. Routledge, Taylor and Francis Group. 4. Auflage. ISBN 9780367135980

207. Niermann, P. F.-J. & **Schmitz, A. P.** (2020). Digitale Disruption. So lernen wir morgen! S.313-332. In: M. Harwardt, P. F.-J. Niermann, A. M. Schmutte & A. Steuernagel (Hg.), Führen und Managen in der digitalen Transformation: Trends, Best Practices und Herausforderungen, S. 313–332. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Gabler. ISBN 978-3-658-28669-9 [https://doi.org/10.1007/978-3-658-28670-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-658-28670-5_17)
208. **Noll, B.** (2020). Wirtschaftskriminalität: Eine wirtschaftsethische Herausforderung. 1. Auflage. Verlag W. Kohlhammer. ISBN 978-3-17-029246-8.
209. **Noll, B.** (2020). Wirtschaftskriminalität: Zur besonderen Bedeutung der Corporate Crimes. S55-80. In: C. Müller, H. Jung, B. Würfel & M. Dabrowski (Hg.), Geld, Gier und Gott: Wirtschaft und Skandale. 1. Aufl., Metropolis. ISBN 978-3-7316-1449-4
210. **Reichel, S.** (2020). Diffraktive Optiken. S. 471–490. In: M. Löffler-Mang, H. Naumann & G. Schröder (Hg.), Handbuch Bauelemente der Optik: Grundlagen, Werkstoffe, Geräte, Messtechnik. 8. Auflage. Hanser. ISBN 9783446461260
211. Schirovsky, H., Schmidtke, J. & **Volkert, J.** (2020). Nicht nur über, auch mit Geflüchteten reden. Verwirklichungschancen, Einschränkungen und Integration aus der Sicht Geflüchteter. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-45008>
212. Schmidtke, J. & **Volkert, J.** (2020). Zuwanderungspolitik und Integration Geflüchteter. Ethische Positionen, die Perspektive Geflüchteter und ein Projekt Forschenden Lernens. S. 27–55. In: J. Volkert (Hg.), Nicht nur über, auch mit Geflüchteten reden. Verwirklichungschancen, Einschränkungen und Integration aus der Sicht Geflüchteter. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-45008>
213. **Volkert, J.** (2020). Der Capability-Ansatz als konzeptioneller Rahmen zur Analyse der Verwirklichungschancen Geflüchteter. S. 59–68. In: J. Volkert (Hg.), Nicht nur über, auch mit Geflüchteten reden. Verwirklichungschancen, Einschränkungen und Integration aus der Sicht Geflüchteter. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-45008>
214. **Kilian-Yasin, K.** & Schirovsky, H. (2020). Interkulturelle Perspektiven - Kulturkonzepte und Grundhaltungen für empirisches Forschen in multikulturellen Settings. S. 87–108. In: J. Volkert (Hg.), Nicht nur über, auch mit Geflüchteten reden. Verwirklichungschancen, Einschränkungen und Integration aus der Sicht Geflüchteter. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-45008>
215. **Kilian-Yasin, K., Naderer, G. & Volkert, J.** (2020). Verwirklichungschancen Geflüchteter in Pforzheim und Tübingen 2017 und 2018: Perspektiven, S. 255–278. In: J. Volkert (Hg.), Nicht nur über, auch mit Geflüchteten reden. Verwirklichungschancen, Einschränkungen und Integration aus der Sicht Geflüchteter. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-45008>
216. Schmidtke, J. & **Volkert, J.** (2020). Verwirklichungschancen und Integration Geflüchteter. Ergebnisüberblick, Erfahrungen und Schlussfolgerungen. S. 325–383. In: J. Volkert (Hg.), Nicht nur über, auch mit Geflüchteten reden. Verwirklichungschancen, Einschränkungen und Integration aus der Sicht Geflüchteter. <https://doi.org/10.15496/PUBLIKATION-45008>
217. **Schmidt, M.**, Scholz, J., Severith, M. & Nill, M. (2020). Analyse des Einsatzes von Metallrohstoffen für Baden-Württemberg. Sustain Consulting GmbH. <https://www.sustain.com/?ddownload=6474>
218. **Schmidt, M., Schäfer, P. & Rötzer, N.** (2020). Primär- und Sekundärmetalle und ihre Klimarelevanz. S. 156–171. In: K. J. Thomé-Kozmiensky & D. Goldmann (Hg.), Recycling und Rohstoffe. Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH. ISBN 978 3 944310 51 0

219. **Schmitt, R.** (2020). Die Kaufpreisherabsetzung im Wege des Schadensersatzes bei Verletzung vorvertraglicher Aufklärungspflichten. In: S. Grundmann, H. Merkt & P. O. Mülbart (Hg.), Festschrift für Klaus J. Hopt zum 80. Geburtstag am 24. August 2020, S. 1111–1126. De Gruyter.
220. **Scholz, M.** & Schlarp, E. (2020). Änderungen im Steuer- und Gesellschaftsrecht 2019/20. StB - Steuerberaterverlag Rheinland-Pfalz GmbH. <https://www.stb-verlag-rlp.de/onlineshop.php>
221. **Scholz, M.** & Schlarp, E. (2020). Änderungen im Steuer- und Gesellschaftsrecht 2020/21. StB-Buch: Bd. 51. StB-Steuerberaterverlag Rheinland-Pfalz GmbH. <https://www.stb-verlag-rlp.de/onlineshop.php>
222. **Scholz, M.** & Stark, C. L. (2020). Praxisrelevante Steuergestaltung 2020: StB-Buch 60. StB-Steuerberaterverlag Rheinland-Pfalz GmbH. <https://www.stb-verlag-rlp.de/onlineshop.php>
223. Tamm, M., Tonner, K., **Brönneke, T.** & Bergmann, S. (2020). Verbraucherrecht: Rechtliches Umfeld, Vertragstypen, Rechtsdurchsetzung: Beratungshandbuch. 3. Auflage. Nomos. ISBN 9783848759286
224. **Theobald, E.** & Jentschke, M. (2020). Kundenzentriertes Markenmanagement: Effektive Markenführung entlang der Customer Experience Journey. 1. Auflage. essentials. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Gabler. ISBN: 9783658280215
225. Tritschler, J., Walz, S., **Rupp, R.** & Mucka, N. (2020). Financial Accounting with SAP S/4HANA: Business User Guide. 1. Auflage. SAP PRESS Englisch. Rheinwerk Publishing; SAP Press. ISBN: 978-1-4932-1863-9
226. **Tropp, J.** & Baetzgen, A. (2020). Breiter, tiefer, schräger: Diversifikation von Medienunternehmen. S. 557–583. In: J. Krone & T. Pellegrini (Hg.), Handbuch Medienökonomie. Cham: Springer. ISBN 978-3-658-09559-8. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-09560-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-658-09560-4_28)
227. **Tropp, J.** & Weinacht, S. (2020). Management von Medienmarken. In: J. Krone & T. Pellegrini (Hg.), Handbuch Medienökonomie, S. 677–703. Cham: Springer. ISBN 978-3-658-09559-8. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-09560-4\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-658-09560-4_21)
228. **Woidasky, J.** (2020). Recyclingfähigkeit und End-of-Life-Konzept im Leichtbau. In: F. Henning & E. Moeller (Hg.), Handbuch Leichtbau: Methoden, Werkstoffe, Fertigung. 2. Auflage, S. 1141–1160. Hanser. ISBN 978-3-446-45638-9
229. **Woidasky, J.**, Seiler, E., Henning, F., Wolf, M.A. & Harsch, M. (2020). Kunststoffe und Bauteile – Umwelt und Recycling. In: P. Eyerer, H. Schüle & P. Elsner (Hg.), Polymer Engineering: Werkstoff und Bauteilprüfung, Recycling, Entwicklung. S. 89–139. Morgan Kaufmann. ISBN 978-3-662-59838-2. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-59839-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-59839-9_2)
230. **Woidasky, J., Lang-Koetz, C., Gasde, J.** & Moesslein, J. (2020). Tracer-Based Sorting als Querschnittstechnologie für die Kreislaufwirtschaft. S. 256–267. In K. J. Thomé-Kozmiensky & D. Goldmann (Hg.), Recycling und Rohstoffe. Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH. ISBN: 9783944310510
231. **Wolf, S.** (2020). Vom Nutzen sektorenübergreifender Versorgung. In: U. Hahn & C. Kurscheid (Hg.), Intersektorale Versorgung: Best Practices - erfolgreiche Versorgungslösungen mit Zukunftspotenzial. S. 3–10. Springer Gabler. ISBN 978-3-658-29014-6. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-29015-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-29015-3_1)

### 3.4. Vormerkungen für 2021

---

- VM 1 **Barth, M.**, Stutz, A., Fay, A., Maurmaier, M. Orchestration vs. Choreography Functional Association for Future Automation Systems. IFAC World Congress 2020.
- VM 2 **Dieterle, O. N., Greiner, T. & Heidrich, P.** (2020). Feedforward Compensation of Torque Ripples in Dual Three-Phase PMSM Fed from Separate DC Links with Different Voltage Levels. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 1. <https://doi.org/10.1109/TIE.2020.3026293>
- VM 3 Liu, H., Schoefer, K., **Fastoso, F.** & Tzemou, E. (2020). EXPRESS: Perceived Brand Globalness/Localness: A Systematic Review of the Literature and Directions for Further Research. Journal of International Marketing, 1069031X2097318, insg. 18 Seiten. <https://doi.org/10.1177/1069031X20973184>
- VM 4 **Melian, E.**, Klein, H. & **Thißen, N.** (2021). Improvement of a Nusselt-Based Simulation Model for Heat Transfer in Rotary Heat Exchangers. Energies, 14(1), 10, insg. 26 Seiten. <https://doi.org/10.3390/en14010010>
- VM 5 **Binder, B.** & Dillerup, R. (2020). Planung im digitalen Zeitalter. Controller Magazin, Ausgabe 1 (1/2021), S.75–81.
- VM 6 **Dieterle, O., Greiner, T.**, State Reference Computation for PMSM Implemented with Single-Precision Floating Point Datatype. IEEE International Conference on Power Electronics, Drives, and Energy Systems (PEDES 2020). <http://pedes2020.com/index.html>, Proceedings noch nicht veröffentlicht
- VM 7 **Dieterle, O., Greiner, T.** Feedforward Compensation of Torque Harmonics in Permanent Magnet Synchronous Machines. <https://www.ifac2020.org>, Proceedings noch nicht veröffentlicht
- VM 8 **Sand, G., Reimschüssel, S., Schaan, J., Wanko, S.**, Waffenschmidt, R. (2021). Optimale Produktions- und Personaleinsatzplanung. Inkrementelle mathematische Modellierung. atp Magazin, zur Veröffentlichung akzeptiert.

### 3.5. Patentoffenlegung

---

In diesem Jahr wurde an der Hochschule Pforzheim keine Patentanmeldung veröffentlicht.

### 3.6. Vorträge

---

Die Vorträge der Pforzheimer Professorinnen und Professoren werden derzeit nicht gesondert erfasst. Zur Veröffentlichung in Form eines Papers gelangte Vorträge finden sich unter 4.3.1 Weitere wissenschaftliche Publikationen.

### 3.7. Messen

---

Auch in diesem Jahr wurden keine Messebesuche zentral vom IAF aus organisiert und betreut. Allerdings wurden einzelne Forschungsschwerpunkte auf Messen vorgestellt.