MASCHINENBAU FORSCHT

>> **von Jürgen Wrede, Andreas Baum et al. >** Der Fachbereich Maschinenbau ist einer der forschungsstärksten Bereiche der Hochschule Pforzheim. Das Drittmittelaufkommen ist in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen und hat 2015 die 1 Mio Euro-Marke knapp verfehlt. Fast die Hälfte der Professoren ist daran beteiligt. Der folgende Artikel befasst sich mit dem Thema Forschung im Maschinenbau aus Sicht des Prodekans, der in der Fakultät für Technik im Vorstand zusammen mit dem IAF-Leiter für die Forschung zuständig ist. Berücksichtigt sind – aus Platz- und Abgrenzungsgründen – nur Aktivitäten, die über das Institut für Angewandte Forschung laufen und in die Statistik des MWK eingehen. Daneben gibt es zahlreiche weitere Aktivitäten in Transfer/Beratung, Mitwirkung bei VDI-Richtlinien sowie Einwerbungen von Maschinen, Geräten oder Stiftermitteln.

Warum forschen? Warum sollte neben umfangreicher Lehre und vielfältigen Aufgaben in der Selbstverwaltung noch Forschung betrieben werden? Weil die Forschungstätigkeit motiviert und begeistert. Intrinsische Motivation, die Neugier, die Lust am Neuen sind wohl die Haupt-Antriebsfedern. Und im Rahmen des Projekts eine gewisse Selbstbestimmtheit, das Projekt und eigene Projektmitarbeiter zu führen. Vielleicht auch noch ein persönlicher Imagegewinn innerhalb und außerhalb der Hochschule, der mit Forschung verbunden ist. Die meist gewährte Deputatsermäßigung ist eine wichtige, aber nur kleine Erleichterung, deckt den zeitlichen Aufwand in keiner Weise ab und ist sicher kein wesentlicher Grund, in die Forschung einzusteigen.

Was haben die Hochschule, die Fakultät für Technik und der Maschinenbau davon? Neben der Mitarbeiterakquise ist die Hochschule natürlich vor allem bei der anwendungsorientierten Forschung gesuchter Partner der Industrie, insbesondere auch der regionalen Unternehmen. So wächst das Netzwerk. Mit Forschung ist es spannend, auf dem Stand der Technik und „am Ball" zu bleiben. Forschung lässt sich meist hervorragend in die Lehre integrieren und eröffnet die Chance, Studierende frühzeitig durch faszinierende Projekte zu begeistern. So haben in den letzten 3 Jahren mehr als 100 Studierende in Projekten oder Abschlussarbeiten im Maschinenbau an Forschungsthemen mitgearbeitet. Nicht zu vernachlässigen ist natürlich auch der Effekt, dass aus Drittmitteln angeschaffte Maschinen, Geräte oder Software die Ausstattung verbessern.

Wie forschen? Im Landeshochschulgesetzt steht die anwendungsorientierte Forschung inzwischen neben Lehre und Selbstverwaltung als Dienstaufgabe. Als Forschungsförderung reicht dies jedoch nicht aus. Neben einem forschungsfreundlichen Klima ist konkrete Unterstützung bei Antragstellung und administrativer Projektdurchführung notwendig, wie sie durch das IAF und die Verwaltung geleistet wird. Viele Beispiele im Maschinenbau zeigen, dass Forschungswillige langfristig dranbleiben, Vorarbeiten leisten, Netzwerke aufbauen und den richtigen Zeitpunkt abwarten. Antragssteller müssen sich ohne Frust darauf einstellen, dass nicht jeder eingereichte Antrag sofort erfolgreich ist. Zu einem erfolgreichen Antrag gehören natürlich auch die passenden Themen und Unternehmen dazu sowie das notwendige Quäntchen Glück des Tüchtigen.

Im Maschinenbau ist ein hoher Prozentsatz der Professoren in Forschungs- und Entwicklungsprojekten engagiert. Aber natürlich können, wollen und sollen nicht alle Kollegen forschen. Die Lehre als unsere wichtigste Kernaufgabe muss in hoher Qualität abgedeckt werden, und hier sind Lehrbeauftragte und Lehrkräfte für besondere Aufgaben nur bis zu einem gewissen Grad ein adäquater Ersatz. Lehre und Forschung müssen in einem gesunden Gleichgewicht stehen, das nur im Einzelfall zu bemessen ist.

Was forschen? Schwerpunkthemen der im Rahmen des IAF abgewickelten Projekte sind die beiden Gebiete Werkstoffe/Fertigungstechnologien, meist unter dem Dach des IWWT (Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien, geleitet von Professor Dr.-Ing. N. Jost), sowie Fahrradtechnik/Mechatronik. Bei den Fahrrädern ist der bestimmende Teil die Prüfstandstechnik und Komponentenentwicklung zusammen mit der Firma Canyon unter der Leitung von Professor Dr.-Ing. P. Kohmann. Neben diesen beiden schon traditionell starken Drittmitteleinwerbern haben auch viele weitere Maschinenbau-Kollegen in den letzten Jahren erfolgreiche Forschungsanträge eingereicht, wie die Übersicht auf der folgenden Seite zeigt.

Die Projekte im Einzelnen seien hier kurz skizziert:

Neue innovative Metalle
Das Ziel aller Aktivitäten der IWWT-Arbeitsgruppe „Metallische Werkstoffe" ist grundsätzlich auf die Entwicklung neuer und/oder die effektive Optimierung bekannter metallischer Werkstoffe ausgerichtet. Wegen der hohen Zahl an aktuellen Einzelprojekten, die durch die Arbeitsgruppe bearbeitet werden, erfolgt hier wegen des besseren Überblicks eine Kurzbeschreibung der beiden primären Forschungsschwerpunkte. Unter diesen sind derzeit ca. 90% aller laufenden und in der Antragsphase befindlichen Projekte eingegliedert.

a) Entwicklung und Optimierung von Kupferbasislegierungen und
b) Herstellung und Charakterisierung von offenporigen zellulären Strukturen auf Metallbasis (Metallische Schäume).

Beide Schwerpunkte haben neben der Werkstoffentwicklung vor allem auch immer die Anwendungsoptimierung zum Ziel.

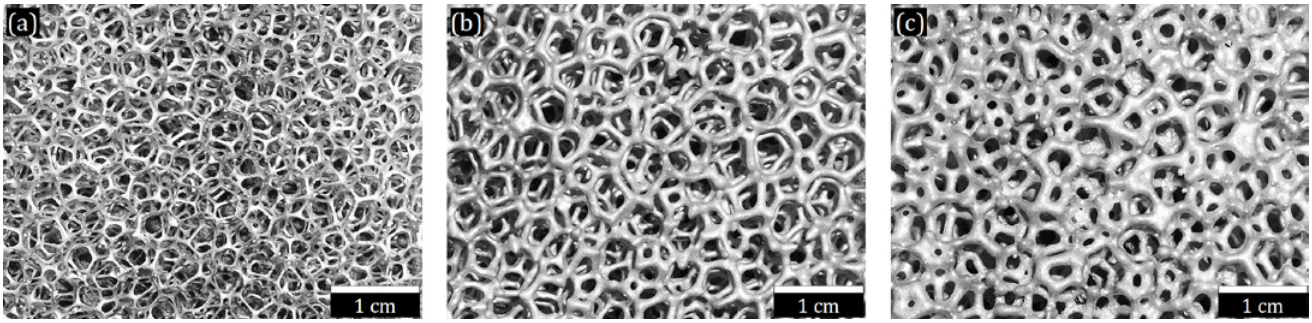
Das Arbeitsgebiet **„offenporige Metallschäume"** umfasst insbesondere die Herstellung und Charakterisierung wie auch die Optimierung dieser neuartigen zellulären Werkstoffe. Neben der Optimierung der Herstellungsmethoden und der Entwicklung alternativer Herstellungsrouten umfassen die Forschungstätigkeiten die mechanische und thermische Eigenschaftscharakterisierung sowie mikrostrukturelle Untersuchungen auf den unterschiedlichen Skalenebenen Makro, Meso und Mikro.
Durch Ihre Struktur, verbunden mit einer sehr großen Oberfläche, eignen sich offenporige Metallschäume besonders für den Einsatz in energieeffizienten wärmetechnischen Anlagen. Hierbei fokussiert sich die Arbeitsgruppe des IWWT z.B. auf thermo-elektrische Anwendungen im Maschinenbau bis hin zu gebäudetechnischen Anwendungen im Bereich Klima-, Heizungs- und Lüftungstechnik. >

ÜBERSICHT DER FORSCHUNGSPROJEKTE IM MASCHINENBAU

Stand Anfang 2016

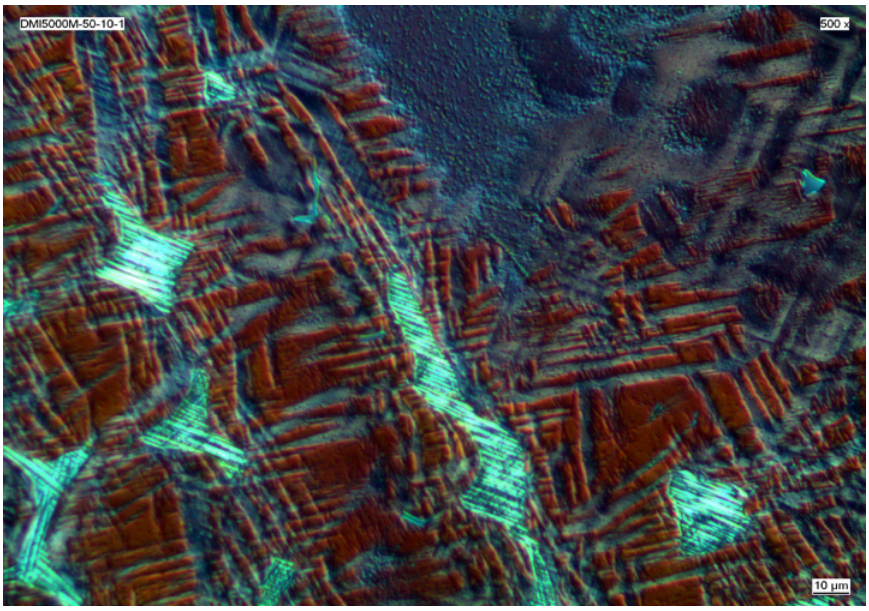
Forschender Professor	Projekt-kurzname	Projekttitel	Mittel-geber	Projekt-start	Projekt-ende	
Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln		Entwicklung einer mobilen Roboter-zelle	Industrie	31.8.2015	28.2.2017	
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Frey	HEIS	Heißluftmodul für energieeffiziente Impulserwärmung von Spritzgieß-werkzeugen	BMWi (ZIM)	1.3.2015	28.2.2017	
Prof. Dr.-Ing. Matthias Golle	STANZZEIT	Effizienzsteigerung von Hochleis-tungsschneidwerkzeugen	BMBF, Inge-nieurNach-wuchs	1.8.2011	31.12.2015	
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost	MatCoSt	Promotionskolleg: Materialentwick-lung zellulärer Composit-Strukturen	DFG	1.7.2015	30.6.2016	
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost	-	Grundlagenuntersuchungen zur Kalt-verformung von Metallen – Phase 2	Bühler Stiftung	1.1.2010	31.12.2016	
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost	-	Physikalische und mechanische Eigen-schaften von ausscheidungsfähigen Cu-Mg-Legierungen im Hinblick auf deren Anwendung für Drähte und Bauteile mit dünnen Querschnitten	BMWi / Industrielle Gemein-schafts-forschung (IGF)	1.5.2014	30.4.2016	
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost	RegSchaum	Entwicklung einer energieeffizienten dezentralen Be- und Entlüftung für wärmegedämmte Altbauten mithilfe von Metallschäumen	BMWi, ZIM	1.5.2014	30.4.2016	
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost	MagicMetal	Substitution toxischer Werkstoffe für thermoelektrische Anwendungen durch die Herstellung von Magnesi-umsilicid aus infiltrierten Metallschäu-men	Land BW	18.8.2015	31.12.2017	
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost	CuBe	Legierungsentwicklung und –charak-terisierung von Substitutionswerk-stoffen für Cu-Be-Legierungen	Land BW	18.8.2015	31.12.2017	
Prof. Dr.-Ing. Peter Kohmann		Experimentelle Untersuchungen an Fahrradrahmen	Industrie	1.11.2013	30.9.2016	
Prof. Dr.-Ing. Peter Kohmann		Optimierung der Kinematik von MTB-Fahrwerken	Industrie	1.10.2014	30.9.2016	
Prof. Dr.-Ing.Peter Kohmann		Schwingungsverhalten von Abgasan-lagen mit Entkoppelelementen	Industrie	1.5.2016	30.4.2019	
Prof. Dr.-Ing. Roland Wahl	MIMLAS	Metallpulverspritzguss abrasiver Werkstoffe in durch Laserauftrag-schweißen gepanzerte Werkzeuge	BMWi (ZIM)	30.4.2016	30.10.2018	
Prof. Dipl.Ing. Jürgen Wrede	BikeSafe	Fahrdynamisches Sicherheitssystem für E-Bikes	BMBF, FH-profUnt	1.9.2013	31.8.2016	

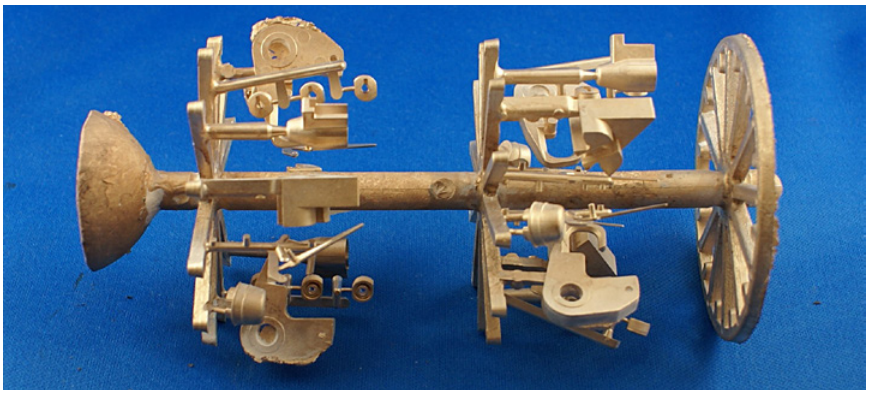
	Mittel für HS über Gesamt-laufzeit	beteiligte Unternehmen	beteiligte HS / Unis	Mitar-beiter (VZÄ)	Bemerkung
	51.000 €	robomotion GmbH, Gindele GmbH			
	174.000 €	Varioplast Konrad Däbritz GmbH, Ötisheim		200%	
	285.000 €	BRUDERER Deutschland GmbH, HÄRTER Werkzeugbau GmbH, KRAMSKI GmbH, KUMMER GmbH + Co.KG	TU München, Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg)	25%	Promotion Odai
	72.000 €	-	KIT, Karlsruhe (diverse Institute)	100%	Promotion Matz
	232.000 €	-	-	25%	
	252.000 €	fem – Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie sowie großes Konsortium aus Unternehmen der Cu-herstellenden und verarbeitenden Industrie	-	100%	
	174.000 €	Heiler, Heizungs- und Klimaanlagen, Waghäusel	-	100%	Promotion Matz
	225.000 €	Projektbegleitender Ausschuß aus diversen Institutionen und Unternehmen aus Wirtschaft und Industrie	Prof. Dr. rer. nat. Britta Nestler Hochschule Karlsruhe – IMP	200%	Promotion Mocker
	216.450 €	fem – Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie sowie großes Konsortium aus Unternehmen der Cu-herstellenden und verarbeitenden Industrie	-	100%	
	858.000 €	Canyon GmbH		300%	
	154.000 €	Canyon GmbH	Uni Chemnitz, Institut für Sportgerätetechnik, Prof. Dr.-Ing. Stephan Odenwald	50%	Promotion Häcker
	186.000 €	Witzenmann GmbH	Uni Erlangen, Lehrstuhl für Technische Mechanik, Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Willner	50%	Promotion Hiller
	190.000 €	OBE GmbH	TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Fertigungstechnik, Prof. Dr.-Ing. habil. Eckhard Beyer	100%	Promotion Cruz
	323.000 €	Robert BOSCH GmbH, Gustav Magenwirth GmbH & Co.KG, IPG Automotive GmbH	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mobile Systeme, Prof. Dr.-Ing. Roland Kasper	140%	gemeinsam mit Bereich IT Promotion Maier



Al-Basis-Schäume mit unterschiedlichen Dichten durch gezielt beeinflusste Porenstrukturen (a) mit ϱrel = 1,92%), (b) mit ϱrel = 14,42% und (c) mit ϱrel = 23,72%. Fotos: Alexander Matz.

In dem zweiten Schwerpunkt stehen **neuartige ausscheidungsfähige Kupfer-Magnesium-(X)-Legierungen** im Blickpunkt der Pforzheimer Forscher. Durch den Einsatz dieser Werkstoffe können Anwendungsfälle, bei denen z.B. hohe elektrische Leitfähigkeit bei gleichzeitig maximal hoher mechanischen Festigkeit gefordert werden, gezielt realisiert werden. In diesem Schwerpunkt werden aber auch Kupferwerkstoffe neu entwickelt, deren Legierungselemente teuer, toxisch und/oder längerfristig bzw. zukünftig schwer verfügbar sind. Zu solchen kritischen Legierungselementen gehört unter anderem Beryllium. Es steht zu erwarten, dass dieses Element in absehbarer Zeit aufgrund seiner Giftigkeit verboten werden wird. Somit war es nahezu eine zwangsläufige Entwicklung, dass die „Substitution von Beryllium in Cu-Legierungen" als ein weiterer wichtiger Beitrag zu neuen Werkstoffen auf Kupferbasis in das Projektportfolio des IWWT aufgenommen wurde.





Mikrogefüge einer CuBe2-Legierung (oben) und Versuchsguss an realen Mikrogussbauteilen aus CuBe2 (unten, Fa. Nonnenmacher Microguss, Ölbronn-Dürrn). Fotos: IWWT.

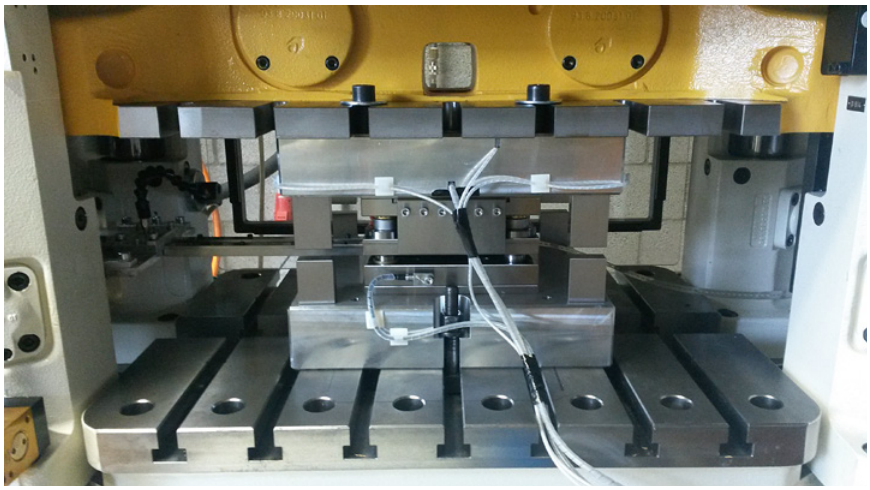
Zu beiden hier in aller Kürze vorgestellten Forschungsschwerpunkten bei den metallischen Werkstoffen ist der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand noch als höchst marginal einzustufen, so dass hier der Bedarf an einem tiefgreifenden und ganzheitlichen Verständnis als Basis für erfolgreiche industrielle Anwendungen vergleichsweise groß ist.

Optimierung von Stanzwerkzeugen – Projekt Stanzzeit

Primäres Ziel des Forschungsvorhabens ist eine deutliche Standzeiterhöhung von Schneidwerkzeugen zur Herstellung von Bauteilen auf schnelllaufenden Pressen. Die Standzeiterhöhung soll durch eine Beeinflussung der Schwingungs- und Dämpfungseigenschaften des Fertigungssystems erreicht werden. Erfahrungen aus der industriellen Praxis zeigen, dass die Substitution von Stahl durch Aluminium in Werkzeuggestellen eine erhebliche Verbesserung der Standzeit bewirken kann.

Durch die systematische Untersuchung der Schwingungs- und Dämpfungseigenschaften von Schneidwerkzeugen sollen Grundlagen geschaffen werden, die es erlauben, die derzeitigen Hubfrequenzen bei verlängerten Werkzeugwartungsintervallen noch weiter zu erhöhen und damit eine signifikante Effizienzsteigerung gegenüber der Ist-Situation zu erlangen.

Durch die Erarbeitung von Richtlinien für die Werkzeugauslegung kann auch die Planungsphase optimiert werden. Vor allem sind aber mit den zu gewinnenden Erkenntnissen Erweiterungen der technischen Grenzen hin zu kleineren Stempeldurchmessern, zur Bearbeitbarkeit von höherfesten Blechwerkstoffen sowie zu besseren Schnittflächenqualitäten und längeren Instandhaltungsintervallen zu erwarten.

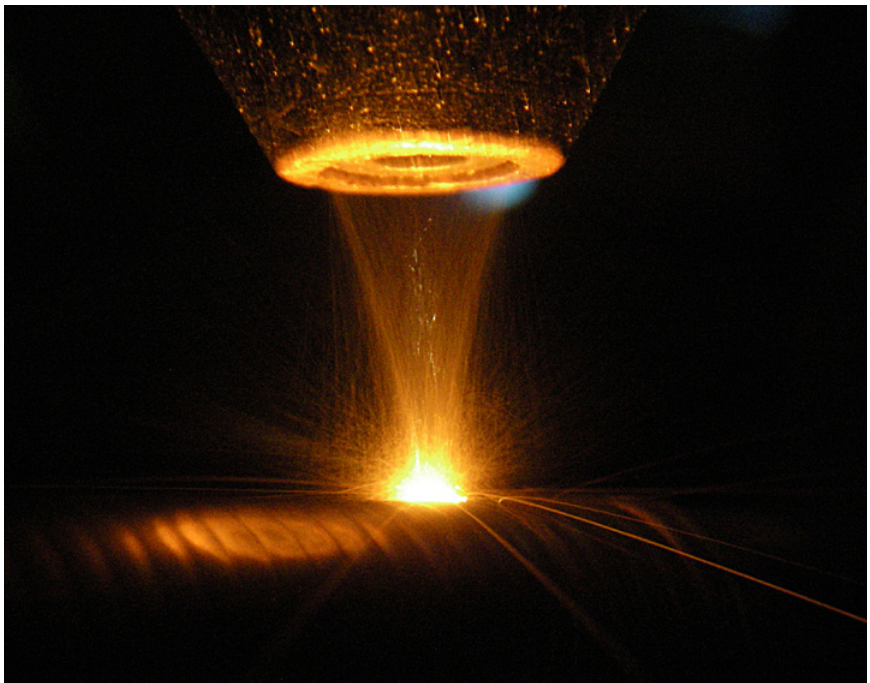


Versuchswerkzeug in der Bruderer Schnellläuferpresse.
Foto: IWWT Bereich Stanztechnik

Laserauftragsschweißen und Laserhärten

Im Laborbereich Fertigungstechnik/Lasertechnik wurden in der Vergangenheit einige Forschungsarbeiten auf den Gebieten des Laserauftragsschweißens und Laserhärtens durchgeführt. Ein aktuelles Projekt hat das Panzern von Spritzgießwerkzeugformen gegen abrasiven Verschleiß zum Ziel. Hierzu soll Hartmetall (HM) mittels Laserauftragsschweißen auf die Werkzeuge aufgetragen werden. Vor allem bei Spritzgießwerkzeugen für faserverstärkte Kunststoffe oder metallhaltige Kunststoffmassen (MIM) wird seitens der Industrie ein Bedarf dafür gesehen.

An der Hochschule wird die Verfahrens- und Prozesstechnik des Laserauftragsschweißens von HM für diese Anwendung weiterentwickelt. Dafür angepasste, besonders abrasionsfeste HM-Pulver werden untersucht, appliziert und analysiert.



Detailansicht des Laserauftragsschweißens mit pulverförmigem Auftragswerkstoff.
Foto: Tom Cruz

>

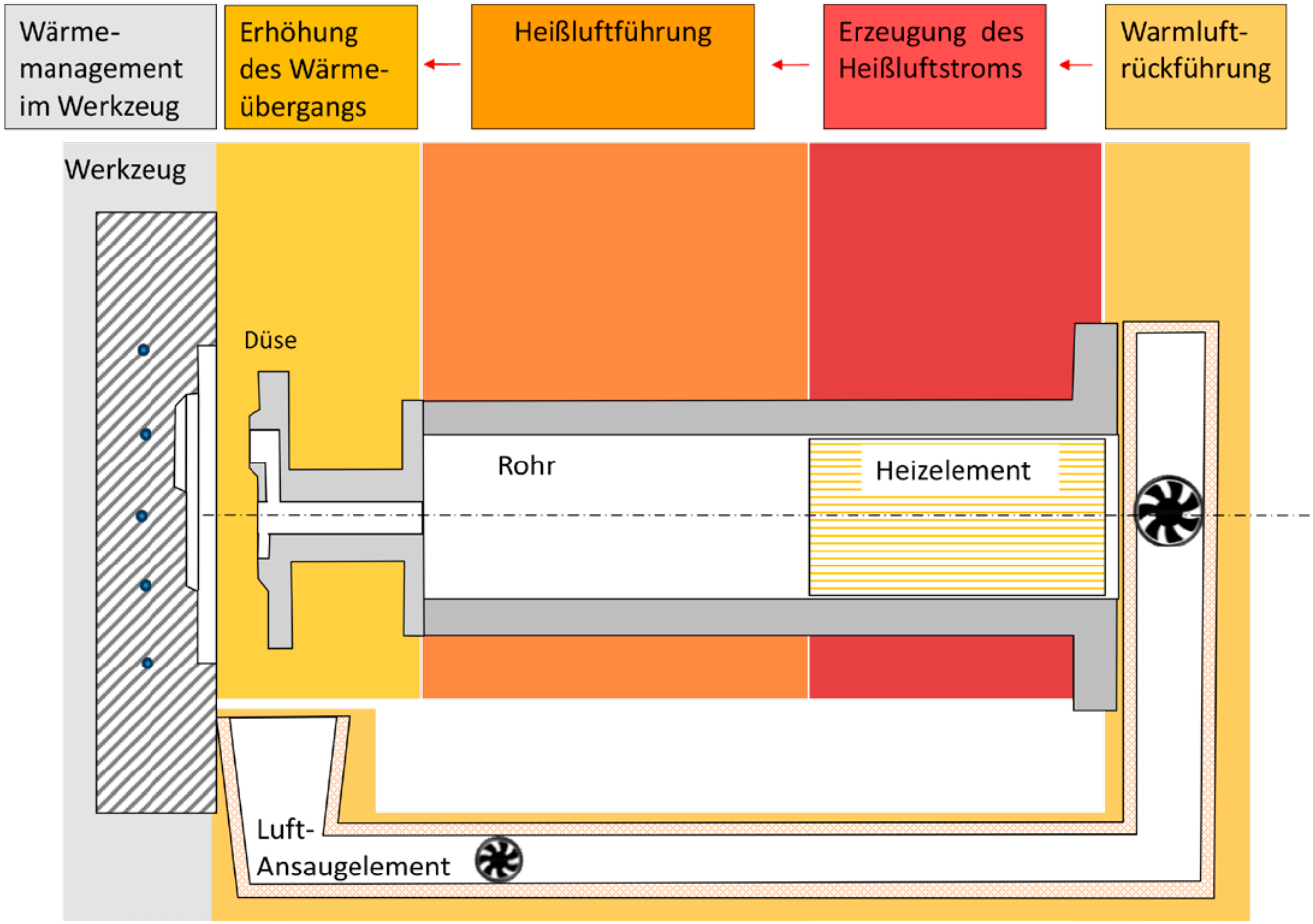
HEIS (Heißluftmodul für energieeffiziente Impulserwärmung von Spritzgießwerkzeugen)

Mit einer Wechseltemperierung des Werkzeugs können Spritzgießteile mit erheblichen Qualitätsverbesserungen gefertigt werden. Im abgeschlossenen Projekt KIS (Konturgenaue Impulserwärmung von Spritzgießwerkzeugen zur Qualitätssteigerung und Prozessoptimierung) wurde erfolgreich eine Methode zur schnellen Erwärmung der formgebenden Oberfläche von Spritzgießwerkzeugen entwickelt. Eine hohe Temperatur in der entscheidenden Füll-/Einspritzphase wird in einer bisher nicht praktizierten Vorgehensweise in Form einer Erwärmung durch Heißluft realisiert. Es wurde nachgewiesen, dass mit Heißlufttemperaturen von ca. 600°C eine oberflächennahe Erwärmung von Werkzeugen in kürzester Zeit möglich ist.

In dem darauf aufbauenden Projekt HEIS wird das Heißluftmodul unter ressourcenschonenden Aspekten weiterentwickelt. Die Weiterentwicklung im Besonderen:

- Für die Rückgewinnung /Wiederverwendung der abströmenden (verbrauchten) Heißluft werden Absaug- und Rückführungskonzepte entwickelt.
- Die Erzeugung der Heißluft (Erwärmung und Strömung) soll dezentral an der Maschine und nur im erforderlichen Zeitraum der Heizphase stattfinden.
- Durch die Entwicklung von spezifischen Anströmungselementen soll eine weitere Steigerung des Wärmeübergangskoeffizienten für spezielle Bauteilgeometrien ermöglicht werden.
- Durch Simulation der Anströmvorgänge wird eine Vorhersage des dynamischen Temperaturverlaufes möglich sein.

Es steht dann eine Temperiereinrichtung zur Verfügung, die ohne Umbaumaßnahmen eine schnelle und kostengünstige Erwärmung von üblichen Spritzgießwerkzeugen im Standardprozess ermöglicht. Damit kann eine deutliche Steigerung der Wirtschaftlichkeit und ein geringerer Werkstoff- und Energieeinsatz bewirkt werden. Zudem wird eine Verbesserung der Fertigungskonstanz und der Teilequalität erreicht. Die Ergebnisse werden mit der neuen Spritzgießmaschine Arburg 270 S im kunststofftechnischen Labor umgesetzt.



Prinzipskizze zur Heißlufterwärmung und -rückführung im Forschungsprojekt HEIS.
Skizze: Regina Weinland

Produktentwicklungsmethodik – Mobile Roboter

Um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist es auch für kleinere und mittlere Unternehmen der Kunststoffverarbeitung in der Zukunft wichtig, automatisierte Handhabungssysteme einzusetzen. Die Unternehmen brauchen aber Systeme, die nicht starr mit einer Maschine verbunden sind, sondern sehr schnell und flexibel Aufgaben an unterschiedlichen Maschinen übernehmen können. Für die gezielte Entwicklung eines solchen Systems sind genaue Kenntnisse der Kundenanforderungen, der Zielmarktpreise und auch der Wettbewerbssituation erforderlich. Diese Analyse wird im Rahmen des Projekts von der Hochschule Pforzheim durchgeführt, gleichzeitig aber eine Methodik entwickelt, die der Firma robomotion zukünftig eine eigenständige Durchführung ermöglicht. Damit robomotion ähnliche Systeme dieser Art in Zukunft kundenspezifisch schnell und zielsicher entwickeln und realisieren kann, wird zudem eine Methodik definiert, die eine schnelle Entwicklung kundenangepasster Lösungen erlaubt.

Prüftechnik für Fahrradkomponenten

Leicht, komfortabel und trotzdem stabil, diese und andere teilweise konträren Entwicklungsziele im „high-end" Fahrradbereich führen dazu, dass die Qualitätssicherung immer wichtiger wird. In Kooperation mit der Firma Canyon aus Koblenz werden an der Hochschule Prüfverfahren und Maschinen entwickelt, die weit über die gesetzlich vorgeschriebenen Anforderungen hinaus Bauteiltests ermöglichen. Neben der Hardware werden auch Softwareprogramme zur Steuerung und Regelung der Prüfstände, Tools zur Fernwartung sowie der Auswertung der Versuchsergebnisse entwickelt.

Prüfstand für Scheibenbremsen bei MTBs.
Foto: Matthias Häcker

Bremsdynamisches Assistenzsystem für Ebikes – Projekt BikeSafe

Ziel ist es, durch die Erforschung der fahrradspezifischen Grundlagen sowie die Entwicklung eines mechatronischen, bremsdynamischen Assistenzsystems die Bremssicherheit von E-Bikes deutlich zu verbessern. Blockierendes Vorderrad und Überschlag bei zu starkem Bremsen sollen verhindert werden. Dazu werden in Kooperation mit führenden Firmenpartnern moderne Entwicklungsmethoden eingesetzt, z.B. Simulationen, Hardware-in-the-Loop, Fahrversuche mit Dummys. Der neue Lösungsansatz für ein E-Bike-taugliches Bremsassistenzsystem beruht wesentlich auf einer mikromechanischen Sensorik zur Überschlagerkennung.

Hinterradabheben als Vorstufe zum Überschlag im Fahrversuch.
Foto: Jürgen Wrede

>

Mit wem forschen? Die Kooperationspartner sind oft in der regionalen Industrie zu finden, aber auch Weltkonzerne wie Bosch und renommierte Universitäten wie das KIT zählen dazu. Insgesamt laufen im Moment 7 kooperative Promotionsvorhaben. Allerdings fehlt dem Maschinenbau noch ein eigenes Promotionskolleg.

Das IWWT ist kein reines Maschinenbauinstitut, sondern hat inzwischen auch Mitglieder aus anderen Bereichen, z.B. Wirtschaftsingenieurwesen oder Medizintechnik aufgenommen. Beim BikeSafe-Projekt arbeiten Kollegen und Studierende aus Maschinenbau und Informationstechnik interdisziplinär eng zusammen und sogar eine Kollegin aus Wirtschaft und Recht ist bei der Unfallforschung beteiligt. Mit dem Thema „Additive Fertigung" wurde für das FH-Impuls-Programm" ein Antrag mit hochschulweiten Partnern unter Beteiligung des Maschinenbaus gestellt.

Wie geht's weiter? Bei öffentlichen Ausschreibungen zeichnet sich immer mehr der Trend ab, schon erfolgreich forschende Professoren oder Cluster zu fördern. Für junge Kollegen mit zündenden Ideen wird es zunehmend schwerer, an Mittel zu kommen. Ein möglicher und erfolgversprechender Weg ist es, Nachwuchsforscher mit passender Expertise und Motivation in vorhandene Projekte einzubinden und so den Start zu ermöglichen. Auch die Verstetigung von Forschungslinien ist eine Herausforderung, da nicht immer die passenden Programme zur richtigen Zeit zur Verfügung stehen. Gute Mitarbeiter für eine begrenzte Übergangszeit bis zum nächsten Projekt zu halten, ist hierbei sehr wichtig, da neben der Projektakquisition die Mitarbeitergewinnung eine der größten Hürden für erfolgreiche Projekte ist. Im Vergleich zur Drittmitteleinwerbung hat die Publikationstätigkeit im Maschinenbau noch Nachholbedarf, wird sich aber voraussichtlich im Rahmen der zahlreichen Promotionsvorhaben in Zukunft verbessern. Ansätze zur Forschungsförderung werden gerade in der Arbeitsgruppe Forschung im Rahmen der Strategieentwicklung der Hochschule entwickelt und hoffentlich auch die Forschung im Maschinenbau weiter befruchten.

Dipl.-Ing. Jürgen Wrede
ist Professor für Fahrzeugmechatronik, Bereichsleiter Maschinenbau und Prodekan der Fakultät für Technik.
Dr.-Ing. Andreas Baum
hat an der Hochschule Pforzheim in einem kooperativen Verfahren promoviert und ist wissenschaftlicher Mitarbeiter.
Dr.-Ing. Werner Engeln
ist Professor für Produktentwicklung.
Dr.-Ing. Gerhard Frey
ist Professor für Kunststofftechnik.
Dr.-Ing. Matthias Golle
ist Stiftungsprofessor für Stanztechnik.
Dr.-Ing. Norbert Jost
ist Professor und Leiter des Instituts für Werkstoffe und Werkstofftechnologien.
Dr.-Ing. Peter Kohmann
ist Professor für Technische Mechanik.
Dr.-Ing. Roland Wahl
ist Professor für Fertigungstechnik.