

TRANSFER

DAS STEINBEIS-MAGAZIN 01|24

MATERIALIEN UND WERKSTOFFE:

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG
MIT REAL IMPACT



Steinbeis

STEINBEIS: PLATTFORM FÜR ERFOLG

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen.

Über unsere Plattform wurden bereits über

2.000 UNTERNEHMEN

gegründet.

Entstanden ist ein Verbund aus **5.200 EXPERTEN**

in rund **1.100 UNTERNEHMEN**, die jährlich mit mehr als

10.000 KUNDEN Projekte durchführen.

So werden Unternehmen und Mitarbeiter professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt.

Und unser Verbund wächst stetig: Infos und Kontaktdaten unserer aktuell gegründeten Unternehmen finden Sie unter

→ **STEINBEIS.DE/AKTUELLES**

WIR HALTEN SIE AUF DEM LAUFENDEN

→ **TRANSFERMAGAZIN.STEINBEIS.DE**

Das Steinbeis Transfer-Magazin liefert Einblicke in spannende Success Stories aus dem Steinbeis-Verbund. Sie möchten informiert werden, wenn unser Online-Magazin erscheint?

Hier geht's zu unserem Online-Verteiler:

→ **STEINBEIS.DE/ONLINEVERTEILER**



facebook.com/Steinbeisverbund



instagram.com/steinbeisverbund



vimeo.com/Steinbeis



youtube.com/c/steinbeisverbund



linkedin.com/company/steinbeis

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

neue Materialentwicklungen und Innovationen in der Materialforschung spielen eine zentrale Rolle bei den weltweiten Megatrends und deren Anforderungen im Bereich der Medizintechnik, Nachhaltigkeit, Ressourcen- und Energieschonung und des Klimawandels. Die Materialforschung steht vor vielfältigen Herausforderungen, die zum einen die Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe sowie zum anderen die schnelle Anpassung bestehender Materialien und Werkstoffe an moderne und sich ändernde Anforderungen betreffen.

Die Materialforschung setzt sich fortlaufend mit diesen Herausforderungen auseinander, um innovative Lösungen zu entwickeln, die verschiedenen Industriebranchen, dem täglichen Leben und den großen Fragen der Energiewende, der Kreislaufwirtschaft und der Entwicklung nachhaltiger Technologien zum Klimaschutz in der Welt zugutekommen.

Aktuelle Megatrends in der Materialforschung sind:

- **Leichtbau und Materialoptimierung:** In vielen Branchen, insbesondere im Transportwesen und der Luftfahrt, besteht die Herausforderung darin Materialien zu entwickeln, die leichter, aber dennoch stark und langlebig sind, um die Effizienz zu steigern und den Energieverbrauch zu reduzieren.
- **Herstellungstechniken und Prozessoptimierung:** Effiziente Herstellungsverfahren und Techniken zur Skalierung von Materialproduktionen sind entscheidend, um neue Materialien auf den Markt zu bringen und deren Anwendung in großem Maßstab zu ermöglichen.
- **Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit:** Die Forschung sucht nach umweltfreundlichen Materialien, die ressourceneffizient hergestellt werden können und während ihres gesamten Lebenszyklus minimalen Einfluss auf die Umwelt haben.
- **Kreislaufwirtschaft und Recycling:** Die Entwicklung von leicht recycelbaren Materialien sowie die Förderung der Kreislaufwirtschaft, um Abfälle zu reduzieren und Ressourcen besser zu nutzen, sind wichtige Aufgaben.
- **Funktionale Materialien und neue Anwendungen:** Die Entwicklung von Materialien mit spezifischen funktionalen Eigenschaften für Anwendungen in Bereichen wie Elektronik, Energieerzeugung, Medizin und Robotik erfordert fortlaufende Forschung und Innovation.
- **Fortschritte in der Nanotechnologie:** Die Erforschung und Entwicklung von Materialien auf Nanoebene ermöglichen neue Eigenschaften und Anwendungen. Herausforderungen bestehen in der Skalierbarkeit, Herstellung und Kontrolle von Nanomaterialien.

Digitale Methoden besitzen eine zunehmende Bedeutung als real Impact auf dem Weg zu einer effizienten und schnellen Materialentwicklung und Materialanpassung. Computersimulationen, fortgeschrittene Datenanalyse, maschinelles Lernen und Technologien der künstlichen Intelligenz ermöglichen eine beschleunigte Materialentwicklung und Prozessgestaltung. Moderne Methoden des Datenmanagements und der Datenverarbeitung durch Nutzung geeigneter Infrastrukturen und die Möglichkeit der Generierung von Workflows und Ontologien ermöglichen neue automatisierte disruptive und beschleunigte Entwicklungen neuer Werkstoffe.

Die aktuelle Ausgabe des Steinbeis Transfer-Magazins gibt Ihnen einen Einblick, wie Expertinnen und Experten im Steinbeis-Verbund an Herausforderungen und Innovationen im Material- und Werkstoffbereich arbeiten. Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre!

Ihre



PROF. DR. BRITTA NESTLER
britta.nestler@steinbeis.de (Autorin)



DR.-ING. MICHAEL SELZER
michael.selzer@steinbeis.de (Autor)

Prof. Dr. Britta Nestler ist Sprecherin des Instituts für Digitale Materialforschung an der Hochschule Karlsruhe und Professorin für Mikrostruktursimulation in der Werkstofftechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Gemeinsam mit Dr.-Ing. Michael Selzer verantwortet sie das Steinbeis-Transferzentrum Werkstoffsimulation und Prozessoptimierung. Hier beschäftigen sich die beiden Wissenschaftler mit den Themen Modellbildung, Simulationstechniken und Softwareentwicklung.

www.steinbeis.de/su/1272



03
EDITORIAL

FOKUS

08

INNOVATIV, PRÄZISE, EFFIZIENT

Steinbeis-Experten entwickeln den neuen Ansatz in der Vernetzung von Flüssigsilikonkautschuk im Spritzgießprozess mit

10

REAL IMPACT BEDEUTET VERBESSERUNGEN IM ALLTAG ALS AUCH IN DER INDUSTRIE

Im Gespräch mit Professor Dr. Britta Nestler und Dr.-Ing. Michael Selzer, Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Transferzentrum
Werkstoffsimulation und Prozessoptimierung

14

PROZESS- UND RESSOURCENEFFIZIENZ IST ZIEL, CHANCE UND AUFGABE ZUGLEICH

Im Gespräch mit dem Steinbeis-Experten Professor Dr.-Ing. Michael Kaufeld

17

LASERTECHNOLOGIEN: EFFEKTIV, EFFIZIENT UND ÖKOLOGISCH

Im Gespräch mit Professor Dr.-Ing. Roland Wahl, Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Transferzentrum
Laserbearbeitung und Innovative Fertigung

20

ZWEI SEITEN EINER MEDAILLE: SCHADENSANALYSE UND PRODUKTENTWICKLUNG

Steinbeis-Team betrachtet den Material- und Produktbereich aus einer interdisziplinären Perspektive

22

WÄRMEBEHANDLUNGEN IN ALUMINIUM-LEGIERUNGEN LIVE VERFOLGEN

Steinbeis-Experten und Mubea-Team untersuchen neuartige Automobilkomponenten

25

ALD-VERFAHREN: EXTREM HOMOGENE UND DEKORATIVE FARBSCHICHTEN

Ein Beispiel für gelungenen Wissens- und Technologietransfer

30

ALLES AUS EINEM GUSS

Im Gespräch mit Professor Dr.-Ing. Lothar Kallien, Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Transferzentrum
Gießerei Technologie Aalen – GTA

32

„FLEXCORE“: FLEXIBEL, RESSOURCENSCHONEND UND KOSTENGÜNSTIG

Steinbeis-Experten entwickeln additive Fertigungstechnologie für komplexe Betonfertigteile mit

36

DIE ZUKUNFTSFÄHIGKEIT FEST IM BLICK

Im Gespräch mit Dr.-Ing. Stephan Issler und Professor Dr.-Ing. Peter Häfele, Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Transferzentrum Bauteilfestigkeit und -sicherheit, Werkstoff- und Fügetechnik (BWF) an der Hochschule Esslingen



QUERSCHNITT

40

EINE KOMMUNE AUF DEM WEG ZUR KLIMANEUTRALITÄT

Ein Steinbeis-Team moderiert die Bürgerbeteiligung bei der Ausarbeitung eines Klimaschutzkonzeptes für Schorndorf

43

KÜSS DIE FORSCHUNGSFÖRDERUNG WACH!

Steinbeis-Berater Helmut Haimerl unterstützt Start-ups auf dem Weg zu Finanzierungskapital

46

ESG-RATING FÜR KMU: SMART, SCHNELL UND GÜNSTIG

Steinbeis-Berater unterstützt Mittelständler bei der strategischen Ausrichtung auf Nachhaltigkeit

48

ESG BEI UNTERNEHMENSKÄUFEN: EIN ENTSCHEIDENDER FAKTOR FÜR ERFOLG UND UNTERNEHMENSWERT

Die Steinbeis M&A Partners GmbH und das Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management kooperieren in der Strategiearbeit

50

DIE KOMBI MACHT'S: SCHWEIßEN UND UMFORMEN IN EINEM

Steinbeis-Team entwickelt Verfahrenstechnik zum automatisierten Lichtbogenschweißen und Umformen von hochfesten Stahlstrukturbauteilen

54

DAS SPANNENDE ZUSAMMENSPIEL ZWISCHEN KONFLIKTEN UND INNOVATIONEN

Im Gespräch mit Dr. Wolfram Dreier, Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Transferzentrum Konfliktklärung

56

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ FÜR SOLARWÄRMESYSTEME

Steinbeis-Team entwickelt Algorithmen zur Steuerung von Wärmepumpen

58

TECHNISCHE FEHLER ERKENNEN – SPORTLICHE LEISTUNG STEIGERN

Im Gespräch mit Professor Dr. Jürgen Edelmann-Nusser, Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Forschungszentrum Technologien, Leistungsdiagnostik und Gesundheitsmanagement im Sport

60

„DAS MITTELSTÄNDISCHE UNTERNEHMER-GEN IST IN UNSERER EIGENEN DNA VERWURZELT“

Im Gespräch mit Dr. Cyrus Bark, Geschäftsführer der Mittelstandswerk GmbH

63

NEUERSCHEINUNGEN IN DER STEINBEIS-EDITION

66

VORSCHAU & UNSERE ONLINE-FORMATE

67

IMPRESSUM

Z
Y
R
J

H

C
C
K
E
Y
O
Y
P
C

X

H
J
Z
I
B

F
Y
F

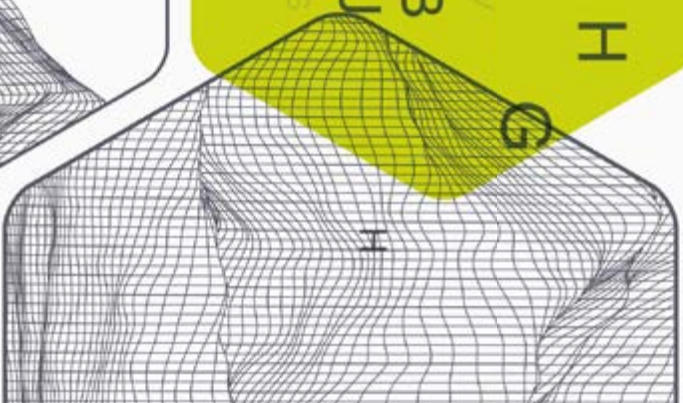
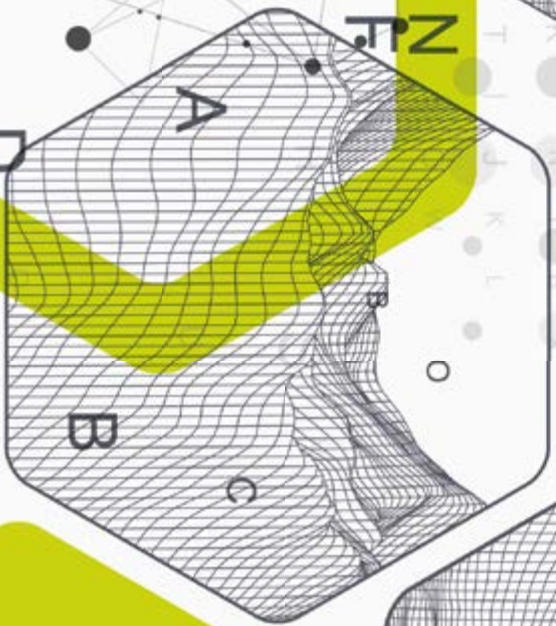
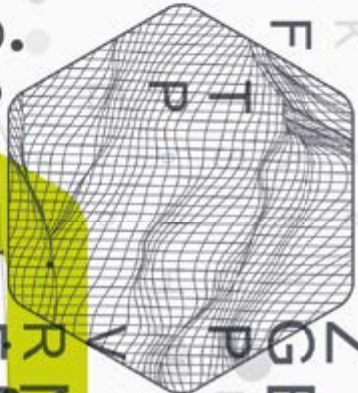
Z
G
B

B
E
J
P
T
W

T
P

P
V

H



MATERIALIEN UND WERKSTOFFE:

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG MIT REAL IMPACT

Im Jahr 2024 steht der **REAL IMPACT** sowohl für die **WIRTSCHAFT**, als auch für die **GESELLSCHAFT** im Fokus unseres Steinbeis Transfer-Magazins. In dieser Ausgabe widmen wir uns dem faszinierenden Bereich der **MATERIALIEN** und **WERKSTOFFE**: Diese stehen am Anfang jedes einzelnen Produktes und ermöglichen mit ihren spezifischen Eigenschaften verschiedene **PRODUKTFUNKTIONALITÄTEN**. Dabei sollen sie ressourcenschonend, kostengünstig, effizient und nachhaltig sein. Zusammen mit unseren **STEINBEIS-EXPERTEN** wollen wir verschiedene **LÖSUNGEN** vorstellen, mit denen alle diese **ANFORDERUNGEN** erfüllt werden können, und schauen dabei sowohl auf neue als auch auf bereits existierende Werkstoffe und Materialien.

INNOVATIV, PRÄZISE, EFFIZIENT

STEINBEIS-EXPERTEN
ENTWICKELN DEN
NEUEN ANSATZ IN DER
VERNETZUNG VON
FLÜSSIGSILIKON-
KAUTSCHUK IM
SPRITZGIEßPROZESS MIT



Die Bedeutung des in den 1970er-Jahren entwickelten Liquid Silicone Rubber (LSR), zu Deutsch Flüssigsilikonkautschuk, hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Grund dafür sind die gleichbleibenden mechanischen sowie elektrischen Eigenschaften über einen großen Temperaturbereich hinweg, die gute Alterungs-, UV-, Ozon- und Chemikalienbeständigkeit sowie die Biokompatibilität. Das Expertenteam der Hochschule Esslingen und des Steinbeis-Transferzentrums Kunststoffcenter hat nun eine innovative Methode entwickelt, mit der die Vernetzung von LSR während des Spritzgießprozesses in Echtzeit und mit bisher unerreichter Genauigkeit bestimmt werden kann. Diese innovative Erfindung verkürzt nicht nur Produktionszeiten erheblich, sondern stellt auch sicher, dass die hergestellten Bauteile eine optimale Vernetzung aufweisen und höchsten Qualitätsstandards genügen.

Dank seiner Eigenschaften kann LSR beispielsweise für Dichtungen in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, als Kabelisolierung für die Elektroindustrie, für Backformen in der Lebensmittelindustrie oder auch für medizinische Implantate und Geräte eingesetzt werden. Hinzu kommen hervorragende optische Eigenschaften, die den Einsatz in LED und Matrixscheinwerfern ermöglichen. Zu diesen herausragenden Anwendungseigenschaften kommen Vorteile bei der Verarbeitung hinzu. So

lässt sich LSR in kurzen Zykluszeiten, teilweise ohne Nachvulkanisieren, im Spritzgießprozess präzise verarbeiten und hat bei Raumtemperatur dennoch eine lange Topfzeit von über drei Tagen.

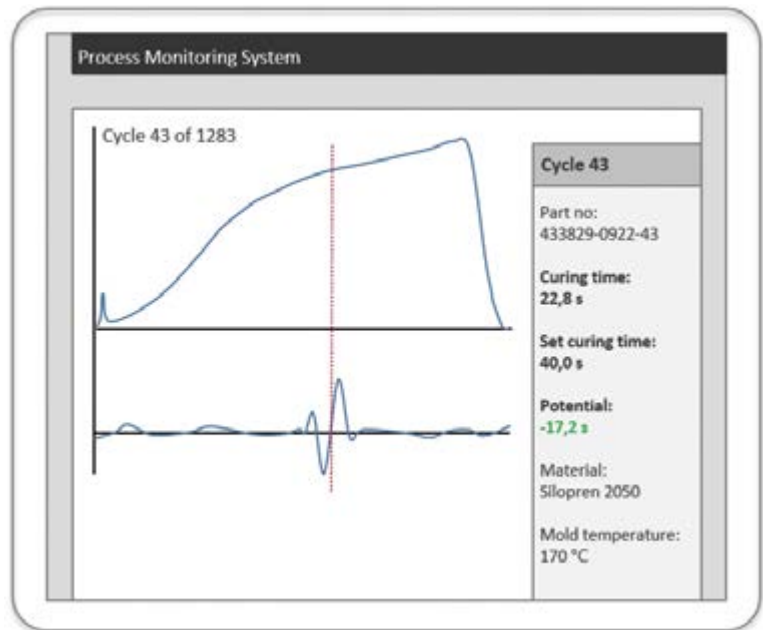
KOSTEN SPAREN UND QUALITÄT VERBESSERN

Das Steinbeis-Transferzentrum Kunststoffcenter beschäftigt sich intensiv mit LSR, dessen Eigenschaften sowie der Verarbeitung im Spritzgießprozess

und hat einen neuen Ansatz entwickelt, um die Vernetzung von Flüssigsilikonkautschuk während des Spritzgießprozesses präzise bestimmen zu können. Die wissenschaftliche Basis dafür bietet die analytische Untersuchung der Werkzeuginnendruckkurve während des Spritzgießprozesses, die von den Experten der Hochschule Esslingen durchgeführt und durch die Baden-Württemberg Stiftung im Rahmen des Forschungsprogramms „Biofunktionelle Materialien und Oberflächen“ finanziert worden ist. Hierbei gelang es den Forschenden, den für die Vernetzung entscheidenden Punkt im Verlauf des Werkzeuginnendrucks zu identifizieren. An diesem Punkt überlagert sich die vernetzungsbedingte Dichtezunahme des Flüssigsilikons mit dessen Wärmeausdehnung. Die präzise Bestimmung dieses Knickpunkts aus der Werkzeuginnendruckkurve ermöglicht eine genaue Einschätzung darüber, wann das Material im Werkzeug vollständig



DIE VORTEILE DIESER INNOVATION SIND WEGWEISEND.



➤ Mit zwei Spritzgießmaschinen für die Verarbeitung von Flüssigsilikonkautschuk und 2K-Verbundbauteilen ist das Steinbeis-Transferzentrum Kunststoffcenter für die LSR-Forschung gut aufgestellt.

➤ Anwendung der Methode als Detektion der Vernetzung des Bauteils im Rahmen des Prozess-Monitoring-Systems: Die Zykluszeit kann hier deutlich reduziert werden.

vernetzt ist. Durch Vergleichsmessungen mit der dynamischen Differenzkalorimetrie konnte das Steinbeis-Team eine übereinstimmende Verbindung zwischen den Knickpunkten der Werkzeuginnendruckkurven und den Vernetzungsverläufen nachweisen.

Die Vorteile dieser Innovation sind wegweisend: Zunächst verkürzt sich die Zykluszeit erheblich, da der Spritzgießprozess nun effizienter gesteuert werden kann. Durch die Kenntnis des optimalen Zeitpunkts für das Aushärten des LSR können die bisher eingesetzten Sicherheitsaufschläge bei der Vernetzungszeit vermieden werden. Dies führt nicht nur zu Kosteneinsparungen, sondern ermöglicht auch eine schnellere Bereitstellung von Bauteilen.

Darüber hinaus bietet die neue Technologie ein bisher unerreichtes Maß an Qualitätssicherung. Da der Vernetzungsgrad des LSR während des Prozesses kontinuierlich überwacht wird, können potenzielle Mängel oder Qualitätsabweichungen frühzeitig erkannt und korrigiert werden – falls gewünscht, für jedes Bauteil in situ. Das reduziert Ausschussquoten und steigert die Gesamtzuverlässigkeit des Herstellprozesses erheblich.

Steinbeis-Unternehmer Professor Dr.-Ing. Matthias Deckert betont die breite Anwendungspalette dieser Technologie: „Unsere Erfindung hat das Potenzial, die Herstellung von LSR-Bauteilen in zahlreichen Branchen zu revolutionieren. Die Kombination aus verkürzter

Produktionszeit, höherer Qualität und zuverlässiger Qualitätskontrolle macht diese Technologie zu einem wertvollen Werkzeug für Industrieunternehmen weltweit.“

VON DER FORSCHUNG IN DIE PRAXIS

Während das Hochschulteam die wissenschaftliche Grundlage liefert, arbeiten die Steinbeis-Experten aktuell daran, die Technologie auch auf andere heißvernetzende Werkstoffe zu übertragen. Das nächste Ziel ist es, interessierte Unternehmen zu finden, um mit ihnen die bereits durch die Baden-Württemberg Stiftung zum Patent angemeldete Methode zur Marktreife weiterzuentwickeln.

PROF. DR. MATTHIAS DECKERT
matthias.deckert@steinbeis.de (Autor)



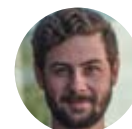
Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Kunststoffcenter (Neckarsulm)
www.steinbeis.de/su/2134

DENNIS WEISER
Dennis.Weisser@hs-esslingen.de (Autor)



Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fakultät Maschinen und Systeme I
Hochschule Esslingen – University
of Applied Sciences (Esslingen)
www.hs-esslingen.de

DENNIS MAYER
Dennis.Mayer@hs-esslingen.de (Autor)



Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fakultät Maschinen und Systeme I
Hochschule Esslingen – University
of Applied Sciences (Esslingen)
www.hs-esslingen.de



© istockphoto.com/Mykyta Dolmatov

REAL IMPACT BEDEUTET VERBESSERUNGEN IM ALLTAG ALS AUCH IN DER INDUSTRIE

IM GESPRÄCH MIT PROFESSOR DR. BRITTA NESTLER
UND DR.-ING. MICHAEL SELZER, STEINBEIS-UNTER-
NEHMER AM STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM
WERKSTOFFSIMULATION UND PROZESSOPTIMIERUNG

Ob Medizin, Energietechnik oder Bau – ohne Materialien und Werkstoffe geht es in keiner Branche voran. Daher bilden neue Werkstoffe und Materialien mit real Impact die Basis für jeden technologischen Fortschritt und die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. Aber was bedeutet das konkret? Darüber hat die TRANSFER mit Professor Dr. Britta Nestler und Dr.-Ing. Michael Selzer vom Steinbeis-Transferzentrum Werkstoffsimulation und Prozessoptimierung gesprochen und bekam Einblick in die faszinierende Welt der Materialforschung.

Frau Professor Nestler, Herr Dr. Selzer, das Thema unserer aktuellen Ausgabe lautet „Materialien und Werkstoffe: Forschung und Entwicklung mit real Impact“. Was stellen Sie sich unter real Impact in diesem Zusammenhang vor?

Nestler:

Bei der Forschung und Entwicklung neuer Materialien und Werkstoffe wird ein real Impact dann erreicht, wenn die Innovationen tatsächliche, spürbare beziehungsweise messbare Veränderungen und Verbesserungen im täglichen Leben oder bei Abläufen in der Industrie erwirken. Da Materialien überall in unserem Leben eine zentrale Rolle spielen, können durch die Entwicklung neuer Materialien innovative Technolo-

gien und Produkte entstehen, die sich maßgeblich auf unsere Zeit- und Arbeitsbelastung auswirken und die Art und Weise, wie wir Dinge tun, grundlegend verändern.

Selzer:

Ein sichtbarer Impact neuer Materialien ist die Verbesserung der Leistung von Produkten über eine höhere Festigkeit, ein geringeres Gewicht, eine verbesserte Haltbarkeit. Neben der Leistungsverbesserung können Materialien die Wirtschaftlichkeit erhöhen, indem sie dazu beitragen Prozesse effizienter zu gestalten, sodass dadurch Einsparungen im Ressourcen- und Energieverbrauch oder im Transportwesen erreicht werden. Ein Beispiel ist die Entwicklung neuer Materialien für Batterien, die die



EIN GANZ ENTSCHIEDENDER UND HOCHAKTUELLER REAL IMPACT IN DER MATERIALFORSCHUNG IST DIE ENTWICKLUNG KREISLAUFFÄHIGER WERKSTOFFE.

Verbreitung der Elektromobilität vorantreiben und so einen Beitrag zum Umweltschutz leisten.

Nestler:

Ein ganz entscheidender und hochaktueller real Impact in der Materialforschung ist die Entwicklung kreislauffähiger Werkstoffe, die sich recyceln und dann als neue oder andere Komponenten nutzen lassen. Hierbei ist das Ziel, herkömmliche Komponenten in den Werkstoffverbänden durch nachhaltige Substanzen zu ersetzen und durch Recycling und weniger Ressourcenverbrauch einen Beitrag zur Umweltfreundlichkeit zu leisten.

Welche Rolle spielt der Nachhaltigkeitsaspekt bei der Entwicklung von neuen Werkstoffen?

Nestler:

Bei den meisten aktuellen Forschungsinitiativen in der Materialforschung steht die Entwicklung nachhaltiger Materialien beziehungsweise die Entwicklung

von Materialien zur Förderung nachhaltiger Prozesse im Fokus. Nachhaltige Werkstoffe zeichnen sich durch eine effiziente Nutzung von Ressourcen aus, indem sie aus erneuerbaren oder recycelten Materialien hergestellt werden und bei der Produktion weniger Energie und Rohstoffe verbrauchen sowie weniger Emissionen produzieren. Zunehmend wächst die Bedeutung der Entwicklung eigens komponierter Werkstoffe mit spezifischen Eigenschaften für gezielte Funktionalitäten im jeweiligen Anwendungsbereich. Beispiele sind Leichtbaumaterialien im Transportwesen oder CO₂-reduzierte Ersatzwerkstoffe in der Baubranche.

Selzer:

Durch kreislauffähige Werkstoffe lässt sich das Abfallaufkommen und der Bedarf an Rohstoffen verringern. Eine Erhöhung der Lebensdauer von Produkten leistet einen weiteren Beitrag zur Nachhaltigkeit. Auch die Arbeitsbedingungen sind von Bedeutung: Neue nachhaltige Materialien, die unter fai-

ren Arbeitsbedingungen herstellbar sind, tragen zur Schonung der Umwelt und zur Schaffung einer nachhaltigeren Gesellschaft bei. So ist es auch ein Ziel, Materialien aus politisch bedenklichen Gebieten der Erde zu vermeiden und durch Materialien zu ersetzen, die ökologisch, sozial und politisch vertretbar gefördert werden können.

Auch bereits existierende Werkstoffe können an neue Anforderungen angepasst werden: Wo sehen Sie dabei die größten Herausforderungen, aber auch Chancen?

Selzer:

Herausforderungen bei der Werkstoffmodifikation liegen in der bereits häufig schon komplexen Zusammensetzung und Struktur der existierenden Materialien. Kleine Änderungen verursachen in dem vorliegenden mehrdimensionalen Parameterraum oft multiple Auswirkungen auf die Eigenschaften. Hierbei kann die erzielte Verbesserung einer bestimmten Eigenschaft eine

Verschlechterung anderer Charakteristiken zur Folge haben. Anpassungen bereits hochtechnologischer Werkstoffe sind wissenschaftlich sehr anspruchsvoll und können daher kosten- und zeitintensiv sein. Um die Vielfalt der Veränderungen zu erschließen, müssen umfangreiche Tests und Validierungen diverser physikalischer Eigenschaften durchgeführt werden.

Nestler:

Oftmals bieten Anpassungen etablierter und vielseitig bekannter Werkstoffe jedoch auch immense Fortschritte und Chancen in der Anwendung, indem signifikante Leistungssteigerungen, zum Beispiel hinsichtlich Festigkeit, Härte, Flexibilität oder Leitfähigkeit, erreicht werden. Die Nutzung solcher Innovationen erstreckt sich über sehr viele Branchen, von der Elektronik über die Medizin bis hin zur Automobilindustrie. Die Anpassung herkömmlicher Materialien hat den Vorteil einer schnelleren Markteinführung, da bereits vorhandene Produktionsprozesse und Infrastrukturen genutzt werden können.

Die allgegenwärtige Digitalisierung ist auch bei der Werkstoff- und Materialentwicklung nicht mehr wegzudenken. Wie profitieren Sie und Ihre Kunden von dieser Entwicklung?

Selzer:

Die Digitalisierung in der Materialforschung umfasst einerseits die schon seit einigen Jahrzehnten entwickelten Materialmodelle und hochleistungsfähigen Simulationsmethoden und andererseits das aktuelle, sich rasant entwickelnde strukturierte Datenmanagement und die Datenverarbeitung einschließlich maschineller Lernmethoden und künstlicher Intelligenz. Durch fortschrittliche digitale Modelle und Simulationsprogramme können Forscher und Ingenieure das Verhalten von Materialien bei veränderter Zusammensetzung unter verschiedenen Bedingungen sowie zeit-

lichen und räumlichen Auflösungen vorhersagen. Digitale Forschungsdateninfrastrukturen ermöglichen die nachhaltige Speicherung großer Mengen von Daten und Metadaten in umfassenden Materialdatenbanken oder elektronischen Laborbüchern. Dies erleichtert den Zugriff auf Eigenschaftsdaten, Herstellungsinformationen und andere relevante Details, die für die Materialauswahl und -anwendung wichtig sind. Hierdurch wird der Austausch von Wissen zwischen Forschern und Experten auf der ganzen Welt ermöglicht.

Nestler:

Durch umfangreiche High-throughput-Simulationen lassen sich Designvorschläge für die Entwicklung aussichtsreicher Materialkandidaten ableiten und kontrollierte Prozessierungsbedingungen gestalten. Virtuelle Prototypen und 3D-Druck ermöglichen eine effiziente Entwicklungsarbeit und eine Reduktion umfangreicher physischer Tests. In der Produktion können durch digitale Technologien Prozessabläufe automatisiert und hierdurch Effizienz und Qualität bei der Herstellung von Materialien gesteigert werden. Hochentwickelte Simulationsmethoden und datengetriebene Auswertungen in Verbindung mit einem guten Forschungsdatenmanagement sind in der heutigen Zeit unerlässliche Werkzeuge bei der Werkstoff- und Materialentwicklung, Kostensenkung, Qualitätsverbesserung und globalen Vernetzung.

Lassen Sie uns noch auf die Entwicklung funktionaler Werkstoffe zu sprechen kommen, worum geht es dabei? Und welchen Beitrag kann dabei der Wissens- und Technologietransfer leisten?

Nestler:

Bei der Entwicklung funktionaler Werkstoffe geht es um die Schaffung von Materialien mit spezifischen Eigenschaften oder Funktionen unter bestimmten Herausforderungen bei der Anwendung.

Diese Eigenschaften gehen über die traditionellen mechanischen oder strukturellen Merkmale hinaus. Beispiele hierfür sind unter anderem „stimuli-responsive“ Klebstoffe, selbstheilende Lacksysteme oder funktionale Keramikwerkstoffe für solarthermische Anwendungen. Durch Wissens- und Technologietransfer können Erkenntnisse, Ideen, Technologien und Best Practice aus verschiedenen Forschungsbereichen, wie der Nanotechnologie, Chemie oder Elektronik, interdisziplinär für eine schnelle Entwicklung funktionaler Werkstoffe angewendet werden. Hierdurch werden innovative Lösungen für die Anwendung geschaffen sowie technologische Fortschritte und Entwicklungsprozesse beschleunigt. Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung der Materialwissenschaften können durch den Technologietransfer in real anwendbare funktionale Werkstoffe in der Industrie umgesetzt werden. Bereits etablierte Technologien oder Methoden können auf die spezifischen Anforderungen funktionaler Werkstoffe angepasst werden.

PROF. DR. BRITTA NESTLER

britta.nestler@steinbeis.de (Interviewpartnerin)



Steinbeis-Unternehmerin
Steinbeis-Transferzentrum
Werkstoffsimulation und
Prozessoptimierung
(Karlsruhe)

www.steinbeis.de/su/1272

DR.-ING. MICHAEL SELZER

michael.selzer@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Werkstoffsimulation und
Prozessoptimierung
(Karlsruhe)

www.steinbeis.de/su/1272



© istockphoto.com/Funmap

PROZESS- UND RESSOURCEN-EFFIZIENZ IST ZIEL, CHANCE UND AUFGABE ZUGLEICH

IM GESPRÄCH MIT DEM STEINBEIS-EXPERTEN
PROFESSOR DR.-ING. MICHAEL KAUFELD

Die Entstehung neuer Materialien und Werkstoffe hat Auswirkungen auf viele Bereiche: Einerseits beeinflussen sie die Produkte, für deren Herstellung sie verwendet werden, andererseits erfordern sie neue (Gedanken)Wege bei der Entwicklung von Werkzeugen und Werkzeugtechnologien. Welche Aspekte dabei wichtig sind und welche Rolle die Digitalisierung dabei spielt, darüber hat die TRANSFER mit dem Steinbeis-Unternehmer und Werkzeugexperten Professor Dr.-Ing. Michael Kaufeld gesprochen.

Herr Professor Kaufeld, welche neuen Anforderungen an Werkzeugmaschinen ergeben sich aus der Entwicklung von neuen Werkstoffen und Materialien?

Werden neue Werkstoffe entwickelt, ist für deren Erfolg bereits im frühen Stadium eine konzertierte Zusammenarbeit unterschiedlicher Technologien und Branchen notwendig. Dies ist deshalb so wichtig, weil die Charakteristik der Bauteile untrennbar mit den Werkstoffeigenschaften und den Herstellungs- und (Weiter-)Verarbeitungsverfahren verbunden ist. Werkstoff, Prozesstechnik und Design müssen erfolgreich zusammenwirken. Aktuelle Themenfelder sind derzeit beispielsweise metallische Leichtbauwerkstoffe, Faserverbundwerkstoffe und technische Textilien, additive Werkstoffe mit dem möglichen Multimaterialdesign, Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz sowie zirkuläre Werkstoffe und zuletzt funktionsorientierte Oberflächen.

Für die Maschinenhersteller bedeutet das, dass die notwendigen Prozessverbesserungen an schwieriger zu bearbeitenden Materialien, wie beispielsweise hochfeste Metalle, bei gleichzeitig fili-

graner werdenden Bauteilen durchzuführen sind. Dies erfordert zunehmend Kompetenzen in Fragen des Werkstoffbeziehungswise Bauteilverhaltens, des Vorrichtungs- und Werkzeugdesigns sowie im Vorgehen einer zügigen Prozessoptimierung während der Auftragsrealisierung. Für den Maschinenbauer wird zunehmend das Prozessverständnis wichtig, werden doch schlüsselfertige Lösungen gefordert.

Zunehmen wird aus meiner Sicht auch die Nachfrage nach sogenannten hybriden Maschinen beziehungsweise Fertigungssystemen. Dies bedeutet, dass die Anlagen ganz unterschiedliche Technologien zur Komplettbearbeitung und Inspektion vereinen müssen. Damit muss sich der Maschinenbauer mit neuen, ergänzenden Technologien auseinandersetzen. Beispielsweise erfordert die additive Fertigung nicht nur das eigentliche Drucksystem, sondern zur Komplettierung der Bauteileigenschaften auch alle nachgelagerten Prozessschritte wie beispielsweise Wärmebehandlung, Oberflächenfinishing und mechanische Nachbearbeitung wie auch die notwendige integrale Prozesssicherung, zum Beispiel die Überprüfung des Bauteilaufbaus.

Auch die Herausforderungen, die sich aus dem Aspekt der Nachhaltigkeit ergeben, zwingen den Maschinenbau zur Auseinandersetzung mit neuen Werkstoffen und anderen als die bisher ihm bekannten Fertigungsverfahren. Exemplarisch sind Titanaluminide als sehr leichte und hochfeste Leichtbaumaterialien zu nennen. Wurden bisher Großbauteile aus üblichen Titanlegierungen gefräst, so zeichnet sich durch die additive Fertigung ein Weg zur Herstellung großvolumiger, defektfreier Bauteile ab.

Generell bin ich der Meinung, dass die hochentwickelten Werkstoffe auch deutlich in ihren Eigenschaften durch die nachfolgend gewählten Bearbeitungsparameter in der Bauteilherstellung beeinflusst werden können. Dies fordert gerade den Maschinenbauer heraus, sich intensiver mit den Materialeigenschaften im Zusammenwirken mit den Prozessparametern zu beschäftigen und Lösungen zu finden, um die geforderten Eigenschaften in der Serienfertigung abzusichern.

Wie beeinflussen neue Materialien die Entwicklung von Werkzeugtechnologien? Welche Chancen und Risiken sehen Sie?

Werden die Werkstücke zunehmend aus Leichtmetallen und hochfesten, für dünnwandige Strukturen geeigneten Eisenlegierungen gefertigt, werden zum einen Schneidstoffe mit hoher Standzeit notwendig und zum anderen müssen gerade die spanenden Werkzeuge bei deutlich gestiegenen Drehzahlen die notwendigen Bauteilqualitäten absichern. Dies erfordert unter anderem Leichtbaukonstruktionen bei den Werkzeugen (topologieoptimiertes Design), oftmals in Verbindung mit einem Werkzeugdesign, das mehrere Geometriemerkmale abbildet.

Die Werkzeughersteller müssen sich zunehmend auch mit dem Thema beschäftigen, wie das Werkzeug die Bauteil- beziehungsweise Werkstoffeigenschaften beeinflusst. Dies gilt nicht nur für die klassische spanende Bearbeitung mit den Aspekten des Schneidensdesigns, sondern auch bei Bearbeitungsprozessen, bei denen zum Beispiel der Laser oder der Wasserstrahl das Werkzeug sind.

Wie können diese Herausforderungen erfolgreich gemeistert werden, insbesondere von KMU?

Aus meiner Sicht ist es gerade für KMU, aber auch für größere Unternehmen wichtig, sich nicht nur den neuen, an sie herangetragenen Anforderungen zu stellen, sondern sich sozusagen schon proaktiv als „Technologiescout“ zu betätigen. Es ist von Bedeutung, schon früh die kommenden Produkte mit ihren „Werkstoff- und Designbesonderheiten“ zu erkennen, um sich dann strategisch in der eigenen Produktentwicklung darauf einstellen zu können. Sicherlich ist das im Tagesgeschäft eines KMU nur begrenzt möglich, sodass gezielte Tagungs- und Messebesuche oder regelmäßige „Innovations- und Trendberatungen“ durch Externe, wie die Experten im Steinbeis-Verband, hilfreich sein können.

Welche Fragestellungen beschäftigen aktuell Ihre Kunden und wie kann Ihr Steinbeis-Unternehmen sie dabei unterstützen?

Exemplarisch sind hier drei Betätigungsfelder zu nennen: Der Leichtbau, der auch wieder durch die Elektromobilität einen Schub bekommt, führt zwingend dazu, dass viele Bauteile aus Leichtmetallen zu fertigen sind. Dies bringt den Zwang und die Chance mit sich, beispielsweise die Zerspanungsprozesse filigraner, nachgiebiger Strukturen deutlich zu „speeden“. Dadurch ergeben sich besondere Herausforderungen an die Werkzeuge: Hier unterstützen wir bei der Bestimmung geeigneter Bearbeitungsparameter.

Das zweite Beispiel stammt aus den Neuentwicklungen der Funktechnologien: In diesem Bereich müssen Messgeräte entwickelt werden, die mit immer kleineren und filigraneren Bauteilen bestückt werden. Daraus resultieren Zerspanungsprozesse mit Werkzeugen, deren Durchmesser kleiner als 0,3 mm sind. Hier unterstützen wir bei der Optimierung der gesamten Prozesskette von der Maschine über das Werkzeug und die Einsatzparameter bis hin zur Qualitätssicherung.

Das dritte Beispiel macht deutlich, wie wichtig es ist, sich als Unternehmen stets die Frage zu stellen, wie Bearbeitungstechnologien aus anderen Branchen im eigenen Marktsegment anwendbar sind. Konkret geht es uns dabei um die Anwendung des aus der Bearbeitung harter Materialien bekannten Wasserstrahlschneidens in der Dentaltechnik.

Stichwort Digitalisierung: Welche Rolle wird diese bei der Lösung heutiger und zukünftiger Fragestellungen in der Materialbearbeitung spielen?

Die Digitalisierung bietet aus meiner Sicht die Chance, die Prozesse, aber auch die Material- beziehungsweise Bauteileigenschaften während der Bearbeitung zu überwachen. Die Gewichts- optimierungen führen beispielsweise zu reduzierten Sicherheitsfaktoren in der Auslegung, was dann aber zwangsweise zu einer verstärkten Fehler- und Versagenssicherheit führen muss. Hier können intelligente Sensoren, die schon heute vielfältig auf dem Markt sind, eingesetzt werden. Die Problematik liegt allerdings aktuell in der intelligenten Erfassung, Auswertung und Interpretation der Signale. Heute wird vielfach mit dem Hinweis auf KI eine Applikation angeboten, die eigentlich nur bisherige Auswertungen im Hinblick auf das Handling großer Datenmengen und hin zu smarten Endgeräten verbessert. Auf dem Gebiet der wirklich sinnvollen Interpretation der Daten und der daraus resultierenden Auswirkungen für Maschinen und Prozesse gibt es noch sehr viel zu tun, ist doch zu beachten, dass dies auch am Ende werkstatttauglich sein muss. Es muss immer das Ziel im Vordergrund stehen, die Prozess- und Ressourceneffizienz zu verbessern, was aus meiner Sicht eine große Chance, aber auch Aufgabe ist.

PROF. DR.-ING. MICHAEL KAUFELD
michael.kaufeld@steinbeis.de (Interviewpartner)

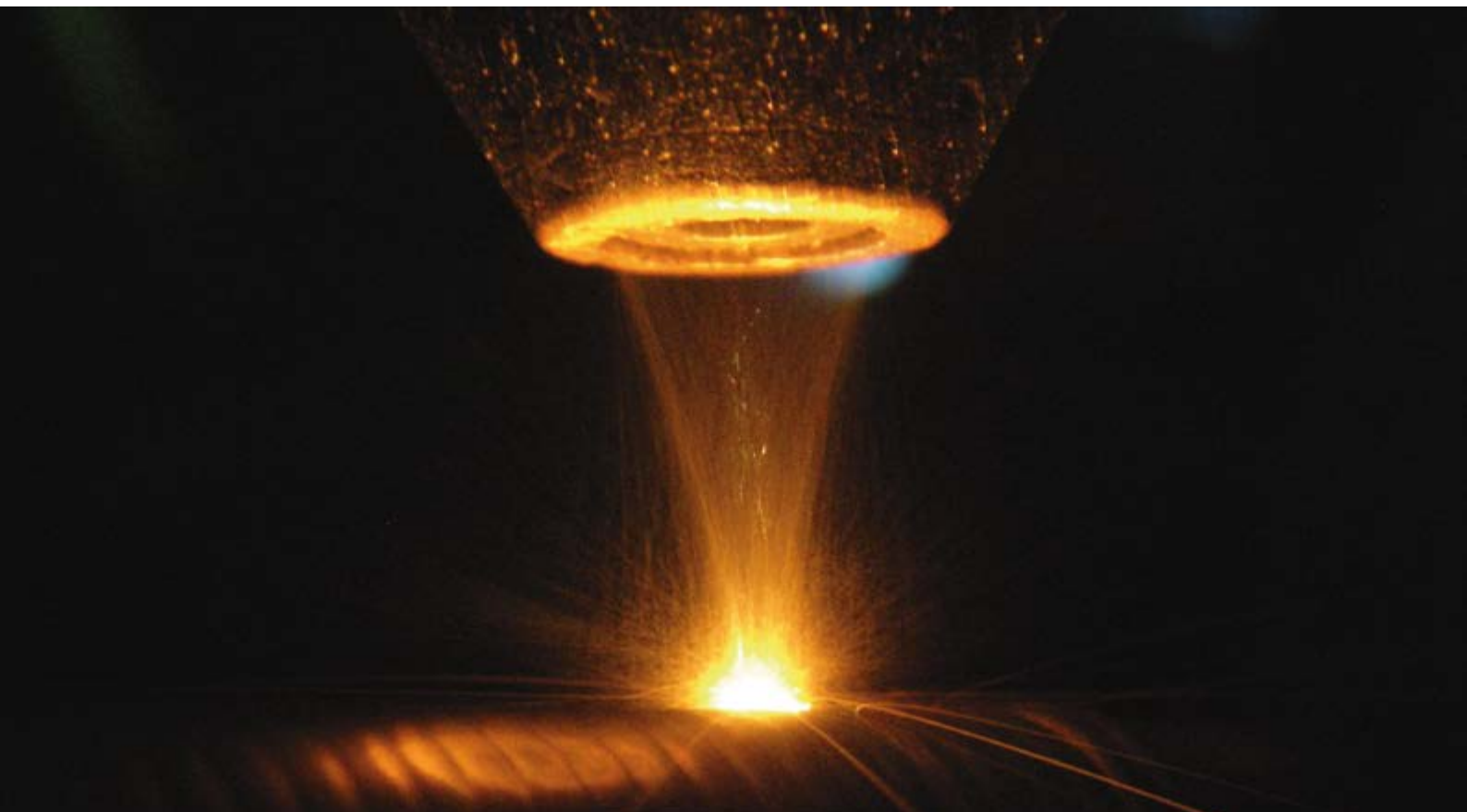


Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Produktionstechnik & Werkzeugmaschinen (TzPW) (Horgau)

www.steinbeis.de/su/0323

Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum
Hochdruck-Wasserstrahltechnik (BzHWT) (Horgau)

www.steinbeis.de/su/1787



➤ Laserauftragsschweißen

LASERTECHNOLOGIEN: EFFEKTIV, EFFIZIENT UND ÖKOLOGISCH

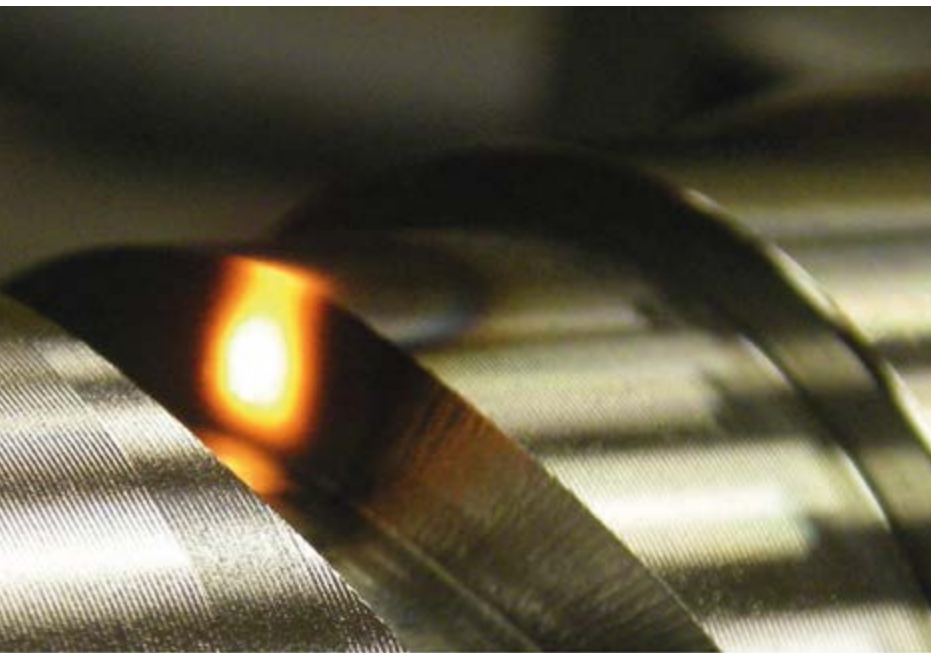
IM GESPRÄCH MIT PROFESSOR DR.-ING. ROLAND WAHL, STEINBEIS-UNTERNEHMER
AM STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM LASERBEARBEITUNG UND
INNOVATIVE FERTIGUNG

Präzise Kanten und exakte Schnittführung, keine Spanbildung und kein Materialverschleiß – das sind nur einige Vorteile der Lasertechnologien. Um mehr darüber zu erfahren, traf sich die TRANSFER mit dem Steinbeis-Experten Professor Dr.-Ing. Roland Wahl von der Hochschule Pforzheim. Der ist sich sicher: Uns erwarten noch viele spannende Entwicklungen in diesem Bereich und schon jetzt profitieren viele Industriebereiche vom Einsatz der Lasertechnologien.

Herr Professor Wahl, in Ihrem Steinbeis-Unternehmen entwickeln Sie Anwendungen zum Verschleißschutz, worin liegen dabei Ihre Schwerpunkte?

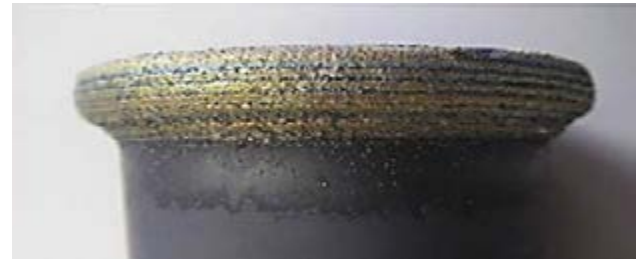
Unsere Schwerpunkte liegen in Prozessen zum Verschleißschutz von Kundenbauteilen, die mittels Laser durchgeführt werden. Zwei Technologien sind auf diesem Gebiet besonders wichtig:

Das Laserhärten und das Laserauftragsschweißen. Und beide gehören zu den Schwerpunkten in unserem Steinbeis-Unternehmen.



↙ Laserhärten einer Nutwand

↘ Laserauftragsschweißtes Hartmetall auf dem Schneidebereich eines Schmiedestanzstempels



Welche Dienstleistungen Ihres Steinbeis-Unternehmens werden derzeit besonders gefragt?

Insbesondere das Auftragen von Hartmetallschichten auf Stahlteile mittels Laserauftragsschweißen ist bereits seit Jahren gefragt und daran ändert sich auch derzeit nichts. Der Grund: Im Vergleich zum konventionellen Auftragen von Hartmetallschichten per Wolfram-Inertgasschweißen, kurz WIG, können wir mit diesem Verfahren in vielen Industriebereichen, zum Beispiel an Werkzeugen der Warmumformindustrie, die Lebensdauer der Teile um das Zwei- bis Dreifache steigern. Das ist auch aus ökologischer Sicht ein großer Erfolg, auf den wir stolz sind. Dazu kommt aber natürlich vor allem, dass dieses Verfahren deutlich weniger als das Zweifache gegenüber WIG kostet.

Auch das Laserhärten erfreut sich seit mindestens zehn Jahren einer großen Nachfrage immer dort, wo gehärtet werden muss, aber die Prozesswärme das Bauteil nicht mit Verzug und entsprechender Nacharbeit belasten soll.

Stichwort innovative Fertigung und innovative Werkstoffe: Welchen Stellenwert werden die Lasertechnologien in diesem Bereich zukünftig einnehmen?

Sie haben jetzt schon einen großen Stellenwert, der von der Fähigkeit des Lasers herrührt, sehr intensiv und auf sehr gezielter Fläche auf ein Bauteil, also auf einen Werkstoff, einzuwirken. Dieser Stellenwert wird in der Zukunft noch wachsen, da viele innovative Funktionen neuer Produkte von einem innovativen Werkstoffmix leben.

Als nur ein Beispiel, aber ein hochaktuelles, können Hochleistungsbatterien für Elektrofahrzeuge genannt werden, an denen zum Beispiel in hoher Zahl rüttelsichere elektrische Verbindungen zwischen Aluminium und Kupfer herzustellen sind. Klassisch würde man das mit Schweißverfahren nach dem Diffusionsprinzip angehen, nur dauert das zu lange und wird dadurch zu teuer. Daher wird angestrebt, mit dem viel schnelleren Schmelzschweißen per Laserstrahl durch die damit mögliche Gezieltheit der Aufschmelzung ausreichend rüttelsichere Legierungen in der Verbindungszone einzustellen, was zuvor mit dem konventionellen Schmelzschweißen wegen der schwierigen Metallurgie nicht ging.

Welche Trends in der Lasermaterialbearbeitung sehen Sie aktuell?



DIE TRENDS IN DER LASERMATERIALBEARBEITUNG WERDEN OFT VOM KUNDENMARKT AUSGELÖST.



↳ Mit Laser aufgeschweißtes Hartmetall (Schliff)

Die Trends in der Lasermaterialbearbeitung werden oft vom Kundenmarkt ausgelöst, der für ein bestimmtes Produkt die Vorteile der Bearbeitung mit Laser entdeckt hat und dann die Konstruktion seines Produktes danach ausrichtet.

Ein aktuelles Beispiel für einen solchen Trend sehe ich bei unseren Partnern in der Automobil- und Zulieferindustrie beispielsweise in den neuen, feinstaubarmen Bremscheiben für Fahrzeuge. Hier wird auch wieder das Auftragschweißen von Hartmetall verwendet, sogar mit angenehmer zu verarbeitenden Hartmetallmischungen als zum Beispiel in der Werkzeugindustrie. Zum Trend wurde es durch die Feststellung, dass an diesen Bremscheiben Bremsbeläge erfolgreich verwendet werden können, die deutlich weniger Feinstaub erzeugen.

Einen sehr interessanten neuen Trend in naher Zukunft sehe ich beim Laserschweißen durch den Einsatz immer höherfester Stähle in Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Fahrzeugindustrie. Diese höherfesten Stähle, die zum Beispiel auch im Antriebsstrang eines E-Fahrzeugs wegen der dort höheren

Antriebsdrehmomente interessant werden können, müssen oft in vorgewärmtem Zustand geschweißt werden, damit der Werkstoff die benötigte hohe Nahtqualität erhält. Da der Laserstrahl nicht nur ein ideales Schweißwerkzeug ist, sondern auch bei entsprechend intelligenter Vorgehensweise zum Vorwärmen genutzt werden kann, sehe ich da einige hochinteressante Entwicklungen auf uns zukommen.

Wie können insbesondere kleine und mittlere Unternehmen von diesen Trends profitieren?

Gerade kleine und mittlere Unternehmen müssen mit der vorhandenen Manpower auskommen und sich daher voll auf die Branche konzentrieren, in der sie tätig sind. Da ist es dann oft nicht sinnvoll oder möglich, auch noch neue Produktionsprozesse mit Laser komplett in der eigenen Versuchsabteilung zu entwickeln. Denn zu einer erfolgreichen Prozessentwicklung gehört in der Summe eine große Bandbreite an Tätigkeiten, vom Umgang mit dem Laserstrahl und anderen Prozesskomponenten über metallurgische Untersuchungen an den erzeugten Musterteilen und Prototypen bis hin zu Tests der Teile

auf Prüfständen, die sich idealerweise auf gesicherte internationale Normen abstützen. Daher ist es speziell für kleine und mittlere Unternehmen oft sinnvoll, sich mit einem erfahrenen und zuverlässigen F&E-Partner zusammenzutun. Erfreulicherweise, natürlich ganz ohne Werbung für uns machen zu wollen, sind wir ein solcher Partner.

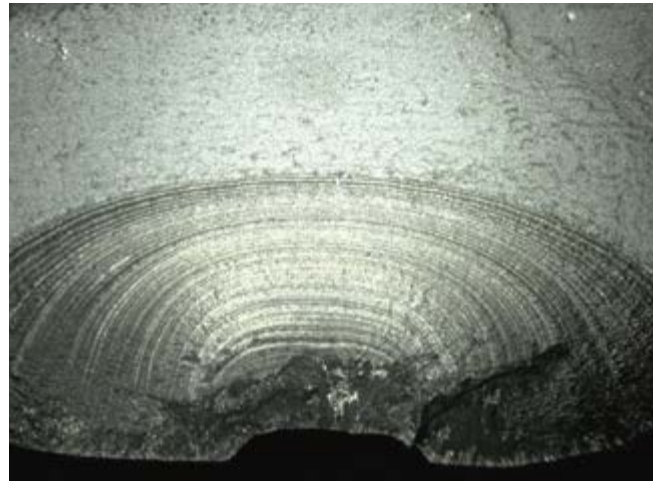
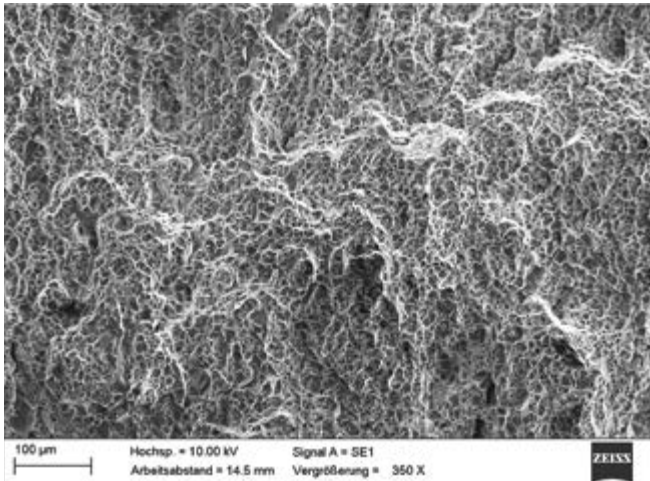
Darüber hinaus: Je kleiner das Unternehmen ist und je fokussierter es sich in seiner Branche engagiert, desto interessanter kann es werden, auch auf Dauer die Laserarbeiten von einem solchen Partner durchführen zu lassen. Auch das machten und machen wir und je vertrauensvoller die Zusammenarbeit ist, desto einfacher und erfolgreicher läuft das auch über viele Jahre.

PROF. DR.-ING. ROLAND WAHL
roland.wahl@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Lasermaterialbearbeitung und
Innovative Fertigung (Pforzheim)

www.steinbeis.de/su/0775



➤ Lichtmikroskopische und rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen

ZWEI SEITEN EINER MEDAILLE: SCHADENSANALYSE UND PRODUKTENTWICKLUNG

STEINBEIS-TEAM BETRACHTET DEN MATERIAL- UND
PRODUKTBEREICH AUS EINER INTERDISZIPLINÄREN PERSPEKTIVE

Um ein ganzheitliches Verständnis von Schäden und ihren Auswirkungen zu erhalten, dürfen Schäden nicht isoliert betrachtet werden, sondern müssen im Zusammenhang mit den Ursachen, Materialien, Umweltbedingungen und möglichen Lösungen verstanden werden. Das erfordert einen interdisziplinären Ansatz, der Wissen aus verschiedenen Bereichen wie Materialwissenschaft, Technik, Physik und Chemie einbezieht. Das Team am Steinbeis-Transferzentrum Material-Technologie hat dies erkannt und befasst sich intensiv mit diesem Ansatz.

Um einen Problemfall in allen seinen Facetten zu verstehen und sachgerechte Hypothesen und Lösungen zu entwickeln, ist eine systematische Arbeitsweise erforderlich. Sie hilft, Unordnung zu reduzieren, Effizienz zu steigern und konsistente Ergebnisse über die Einhaltung der vorgegebenen Schritte zu erzielen.

Die Lebensdauer von Produkten kann von der Konstruktion bis hin zu den eingesetzten Fertigungsverfahren beeinflusst werden. „Eine werkstoffgerechte Konstruktion bis hin zu werkstoffgerechten Fertigungsverfahren und

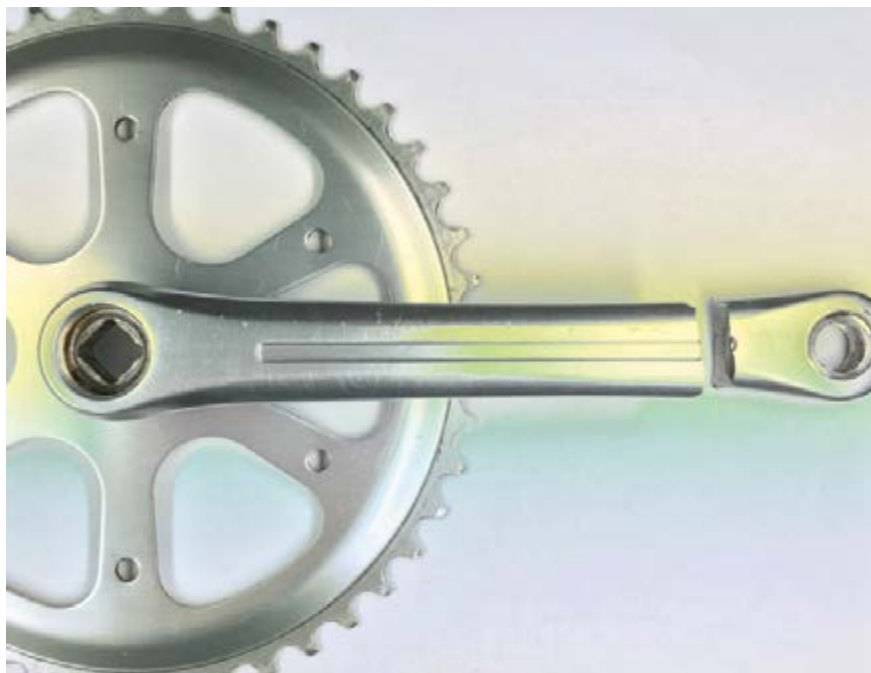
deren Wechselwirkungen können entscheidend dazu beitragen, einerseits die Qualität der Produkte zu verbessern und andererseits die Lebensdauer der Produkte unter den gegebenen Einsatzbedingungen zu verlängern“, erläutert Steinbeis-Unternehmer Professor Dr. Hadi Mozaffari-Jovein.

Sein Team am Steinbeis-Transferzentrum Material-Technologie erforscht, entwickelt und optimiert vor allem Werkstoffe und deren Verarbeitungstechniken und ist sowohl an der Entwicklung zukünftiger als auch an der Verbesserung bestehender Produkte

und deren Herstellungsverfahren beteiligt. Denn der Einsatz neuer Werkstoffe und Herstellungsverfahren erfordert ein Umdenken sowohl bei der Gestaltung neuer Produkte, als auch bei deren Funktionalisierung und Prüfmethoden.

DIE MATERIALANALYSE UNTER VERSCHIEDENEN BEDINGUNGEN IST WESENTLICH

Um die Eigenschaften eines Werkstoffs zu bestimmen, kommen verschiedene analytische Methoden zum Einsatz. Mechanische Eigenschaften, wie bei-



Bruchanalyse einer Fahrradkurbel aus einer Aluminiumlegierung

spielsweise die Dauerfestigkeit, und metallurgische Eigenschaften, wie das erzeugte Gefüge, werden sowohl nach dem Herstellungsprozess als auch nach dem anschließenden Postprocessing analysiert und bewertet. Dazu wird das Verhalten der Produkte in verschiedenen Medien unter unterschiedlichen Belastungsbedingungen untersucht. Das ist insbesondere für die Langzeitstabilität der Produkte von Bedeutung.

Bei der Herstellung von Produkten liegt das Hauptaugenmerk auf dem verwendeten Material und Werkzeug. Robuste und fehlerfreie Produkte werden dann erreicht, wenn beide Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Das Steinbeis-Team befasst sich daher mit verschiedenen Themen, die sowohl die Schadensanalyse als auch die werkstoffgerechten Fertigungsverfahren betreffen, wobei die Schadenskunde eines der zentralen Themen ist. Dabei werden ausgefallene Teile auf mögliche Ausfallursachen untersucht, um die Schwachstellen der Produkte oder die

durch das Material oder den Herstellungsprozess verursachten Schäden zu analysieren und zu dokumentieren.

„Nach einer umfassenden Problemanalyse ermitteln wir Ursachen und Faktoren, aus denen dann Hypothesen abgeleitet werden, was den Schaden verursacht haben könnte. Diese Hypothesen sollten sich auf fundierte Kenntnisse und Erfahrungen stützen“, beschreibt Hadi Mozaffari-Jovein das Vorgehen. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Analyse und etwaiger Tests können geeignete Lösungen zur

Beseitigung der Schadensursache wie auch Präventivmaßnahmen zur Beseitigung der Ausfallursachen entwickelt werden. Und ganz praktisch am Beispiel einer gebrochenen Fahrradkurbel, hergestellt aus einer Aluminiumlegierung, gezeigt: Die Ursache für den Bruch soll geklärt werden, dazu werden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt. Anhand der systematisch ablaufenden Prüfmethode und Untersuchungen der Bruchfläche ist es möglich, die Bruchart zu bestimmen und somit die erforderlichen Maßnahmen zur Behebung der Schwachstelle einzuleiten.

PROF. DR. HADI MOZAFFARI-JOVEIN
hadi.mozaffari-jovein@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum Material-Technologie (Deißlingen)

www.steinbeis.de/su/1380 | www.stz-material-technologie.de

WÄRME- BEHANDLUNGEN IN ALUMINIUM- LEGIERUNGEN LIVE VERFOLGEN

STEINBEIS-EXPERTEN UND MUBEA-TEAM
UNTERSUCHEN NEUARTIGE
AUTOMOBILKOMPONENTEN



Batterie Kühlung: Komponenten von oben nach unten: Batteriedeckel aus Stahl oder Aluminium, Batterie Packs, Hochvolt Speicher aus flexibel gewalztem Stahlblech, Kühlwanne aus Aluminiumlegierungen, Unterfahrschuss aus CFK
© Mubea Rollbonding Products

Mubea ist ein familiengeführter Weltmarktführer in der Entwicklung und Herstellung komplexer Komponenten für die Automobil- und Luftfahrtindustrie. In der Geschäftseinheit „Mubea Rollbonding Products“ liegt der Fokus auf Komponenten für Batteriegehäuse. Hier werden in einem kontinuierlichen Warmwalzprozess mittels Rollbonding Kühlplatten und komplex geformte Kühlteile aus verschiedenen Aluminiumlegierungen hergestellt. Die Komponenten weisen dabei eine hohe Flexibilität im Design als auch in der Kombination der Legierungen auf, wodurch individuelle Lösungen für unterschiedlichste Bauräume und Anforderungen ermöglicht werden können. Um effiziente Prozessrouten besonders für hochfeste Legierungen zu finden, ist das Verständnis der mikrostrukturellen Vorgänge im Material essenziell. Hier bilden in-situ-Analysen einen wichtigen Baustein, um die bestmögliche Lösung zu identifizieren. Dabei bekommt das Mubea-Team kompetente Unterstützung von den Experten des Steinbeis Transferzentrums Thermische Analyse.

Aluminiumlegierungen eignen sich aufgrund ihrer relativ geringen Dichte von nur $2,7 \text{ g/cm}^3$ sehr gut als Leichtbauwerkstoffe. Sie können besonders ziel führend in elektrisch angetriebenen Automobilen eingesetzt werden, um deren Masse zu verringern und Reichweite zu erhöhen. Dabei kommt es aber nicht nur auf die geringe Dichte, sondern auch auf die mechanischen Eigenschaften (zum Beispiel Festigkeit) und die Verarbeitbarkeit von Aluminiumlegierungen in der gesamten Prozesskette bis zum fertigen Bauteil an. Die mechanischen Eigenschaften werden maßgeblich durch den inneren Aufbau der Werkstoffe auf der Mikrometer- und Nanometerskala, die sogenannte Mikro- und Nanostruktur, beeinflusst. Deren gezielte Einstellung erfolgt in den Fertigungsschritten der Prozesskette, insbesondere während der Wärmebehandlung. Darunter

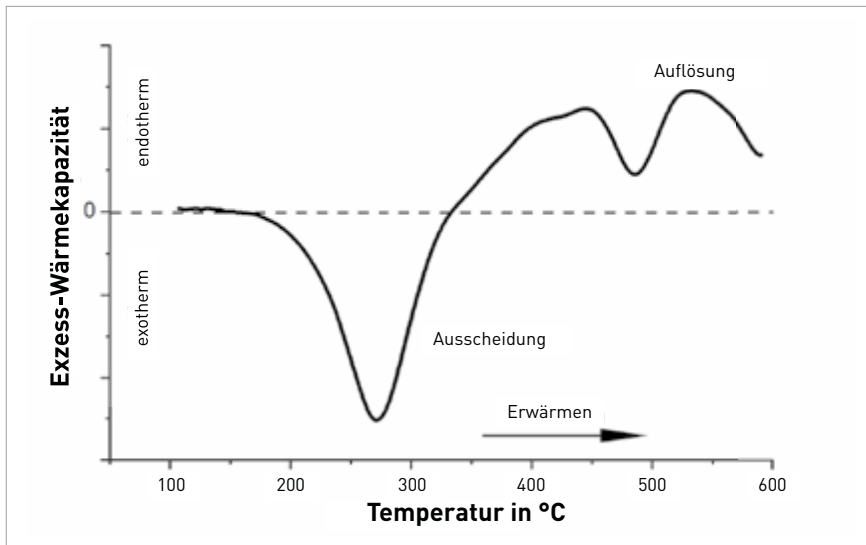
wird das Aufbringen eines definierten Temperatur-Zeit-Verlaufs auf das Bauteil verstanden. Wesentliche Prozessparameter sind Erwärmungsgeschwindigkeiten, Glühtemperaturen, Glühdauern und Abkühlgeschwindigkeiten. Die gezielte Auswahl der Wärmebehandlungsparameter bestimmt die resultierende Werkstoffstruktur und damit die Werkstoffeigenschaften. Dies erfolgt in der Regel mithilfe sogenannter ex-situ-Experimente: Dabei werden die Bauteile im Ausgangszustand vor der Wärmebehandlung und im Endzustand nach der Wärmebehandlung analysiert.

IN-SITU-ANALYSEN: BESSERE ERGEBNISSE MIT LIVE-MESSUNG

Bei ex-situ-Experimenten fehlen jedoch jegliche Information und damit wesentliches Verständnis über die wäh-

rend der Wärmebehandlung in der Aluminiumlegierung ablaufenden Vorgänge. Viel besser wäre es, die Wärmebehandlung in-situ, also live während des Erwärmens und des Abkühlens, zu analysieren. Dazu stehen grundsätzlich verschiedene werkstofftechnische Methoden zur Verfügung, bei denen eine charakteristische Eigenschaft gemessen wird, die sich in Abhängigkeit der Werkstoffstruktur verändert, beispielsweise

- Licht- und Elektronenmikroskopie mit Heiztischen,
- Röntgenbeugung, Analyse der Kristallstrukturen,
- Dilatometrie, Analyse der Volumenbeziehungsweise Längenänderung,
- Kalorimetrie, Analyse der Umwandlungswärme sowie
- Messung der thermischen oder der elektrischen Leitfähigkeit.



DSC-Erwärmversuch an einer Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung
© Mubea Rollbonding Products

Auswahlkriterien für geeignete in-situ-Analysemethoden sind Aufwand und Kosten für die Analyse und für die Probenpräparation sowie eine hohe Zeitauflösung, um auch während rascher Erwärm- und Abkühlvorgänge eine ausreichend hohe Anzahl von Messungen durchführen zu können. In-situ-Elektronenmikroskopie und -Röntgenbeugung sind sehr aussagekräftige Methoden, die aber häufig mit hohem Aufwand für die Analysen beziehungsweise für die Probenpräparation verbunden sind. Dagegen sind die in-situ-Dilatometrie, -Kalorimetrie sowie -Messung der thermischen oder elektrischen Leitfähigkeit häufig sehr effektive Analysemethoden.

Auf der Suche nach einem kompetenten Partner für solche dilatometrischen und kalorimetrischen Methoden für Aluminiumlegierungen wandte sich das Mubea-Team an das Steinbeis-Transferzentrum Thermische Analyse. Das Steinbeis-Unternehmen hat schon oft diese Analysemethoden für das Verständnis und die gezielte Auswahl von Wärmebehandlungsparametern in verschiedenen Projekten mit den Unternehmenspartnern angewendet. Dazu greifen die Steinbeis-Experten in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Werkstofftechnik der Universität Rostock auf zahlreiche Dilatometer und Ka-

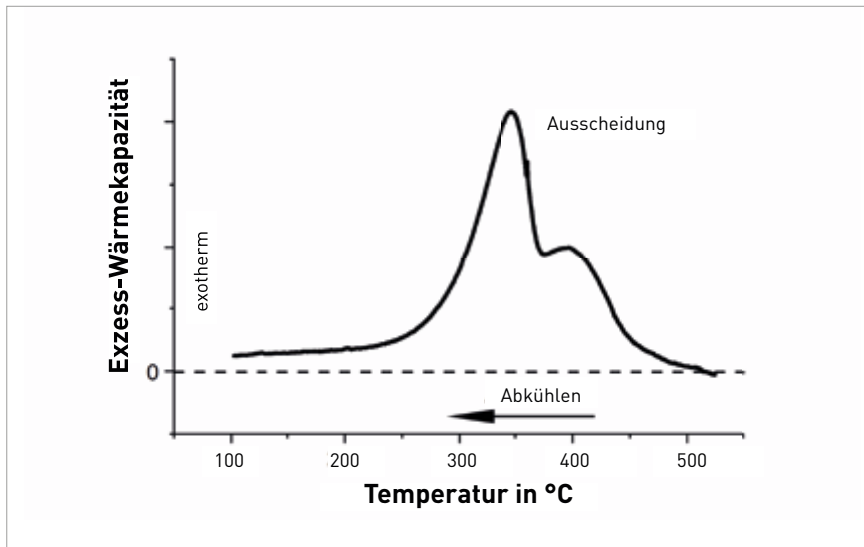
lorimeter zurück, die insgesamt einen sehr großen und international einmaligen Bereich von Erwärm- und Abkühlgeschwindigkeiten von ca. 10^{-5} K/s bis ca. 10^5 K/s bei Spitzentemperaturen von bis zu ca. 1.500 K abdecken können.

ALUMINIUMLEGIERUNGEN GEZIELT UNTERSUCHEN

Die Dilatometrie wird vor allem bei metallischen Werkstoffen angewendet, die bei der Wärmebehandlung eine Phasenumwandlung, also eine Mikrostrukturveränderung, durchlaufen, die mit einer ausgeprägten Volumen- beziehungsweise Längenänderung verbunden ist. Dazu zählen insbesondere solche metallischen Werkstoffe, bei denen das gesamte Werkstoffvolumen an der Phasenumwandlung beteiligt ist. Ein typisches Beispiel dafür sind Stähle, bei denen die Dilatometrie häufig genutzt wird, um sogenannte Zeit-Temperatur-Umwandlungs (ZTU-)Diagramme aufzunehmen. Bei Aluminiumlegierungen ist in der Regel nur ein kleinerer Teil des Werkstoffvolumens (typisch wenige Prozent) an der Phasenumwandlung beteiligt. Deshalb sind die auftretenden Volumen- beziehungsweise Längenänderungen deutlich kleiner und ihre Messung stellt eine besondere

Herausforderung dar, die die Steinbeis-Experten bereits erfolgreich gemeistert haben.

Bei den Aluminiumlegierungen wird jedoch häufiger die Kalorimetrie eingesetzt. Jegliche Phasenumwandlung, also die Veränderung der Werkstoffstruktur in metallischen Werkstoffen, ist mit dem Freiwerden einer Umwandlungswärme (exotherme Reaktion) oder mit dem Aufbringen einer Umwandlungswärme (endotherme Reaktion) verbunden. Mittels dieser Umwandlungswärmen können die Vorgänge im Werkstoff „in-situ“ charakterisiert werden. „Da diese Umwandlungswärmen in geeigneten Kalorimetern (Differential Scanning Calorimetry, DSC) mit sehr hoher Genauigkeit gemessen werden können, ist die Methode insbesondere für Aluminiumlegierungen geeignet, wo nur ein kleinerer Teil des Werkstoffvolumens an der Phasenumwandlung beteiligt ist“, fasst der Steinbeis-Unternehmer Professor Dr.-Ing. habil. Olaf Keßler zusammen. Typische Probenabmessungen liegen in der Größenordnung von $\varnothing 6 \times 1$ mm bis $\varnothing 6 \times 20$ mm und können häufig problemlos aus dem zu untersuchenden Bauteil entnommen werden. Die vorliegende DSC-Erwärmkurve einer Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung zeigt eine komplexe



➔ DSC-Abkühlversuch an einer Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung © Mubea Rollbonding Products: Im vorliegenden Beispiel zeigt die DSC-Abkühlkurve noch deutliche exotherme Ausscheidungsreaktionen. Für die Festlegung geeigneter Wärmebehandlungsparameter kann aus diesem Live-Experiment geschlussfolgert werden, dass die hier gewählte Abkühlgeschwindigkeit für die betrachtete Aluminiumlegierung noch nicht ausreichend hoch war. Weiterhin können Temperaturbereiche identifiziert werden, in denen die Erreichung einer bestimmten Abkühlgeschwindigkeit besonders relevant ist.

Abfolge von exothermen und endothermen Reaktionen, die der sogenannten Ausscheidungssequenz der Legierung zugeordnet werden können. Prinzipiell können damit Start- und Endtemperaturen sowie Intensitäten einzelner Reaktionen bestimmt werden. Teilweise überlappen sich mehrere Reaktionen. In diesem Fall ist die Trennung der überlappenden Reaktionen besonders anspruchsvoll. Weiterhin können bestimmten Temperaturbereichen charakteristische Stadien der Ausschreibungssequenz zugeordnet werden. Das praktische Ergebnis einer solchen Live-Untersuchung der Wärmebehandlung könnte beispielsweise darin bestehen, eine Mindesttemperatur festzulegen, bei der die beobachteten Ausscheidungs- und Auflösungs Vorgänge komplett abgeschlossen sind. Dies könnte beispiels-

weise eine geeignete Glühtemperatur darstellen.

Auch die DSC-Erwärmversuche werden für Aluminiumlegierungen häufig durchgeführt, die Mess- und Auswertestrategien hierfür sind allgemein bekannt. Anders sieht es mit DSC-Abkühlversuchen aus, die für wichtige Wärmebehandlungsschritte, wie das Abkühlen von einer Glühtemperatur, relevant sind. „Hier sind spezielle Mess- und Auswertestrategien zu beachten, die wir vom Steinbeis-Transferzentrum Thermische Analyse in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Werkstofftechnik der Universität Rostock erarbeitet haben“, so Olaf Kessler. Die vorliegende DSC-Abkühlkurve einer Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierung zeigt eine Abfolge von ausschließlich exothermen

Reaktionen. Dies liegt darin begründet, dass beim Abkühlen nur Ausscheidungsreaktionen (exotherm) und keine Auflösungsreaktionen (endotherm) stattfinden. Auch hier können prinzipiell wieder Start- und Endtemperaturen sowie Intensitäten einzelner Reaktionen bestimmt werden. In der Praxis wird häufig angestrebt so rasch abzukühlen, dass die Ausscheidungsreaktionen möglichst vollständig unterdrückt werden, das bedeutet, dass in der DSC-Abkühlkurve keine Reaktionen mehr detektierbar sind.

MIKROSTRUKTUREN UND EIGENSCHAFTEN

In Ergänzung zu den vorgestellten Live-Analysen können an den untersuchten Proben ex-situ-Experimente zur Charakterisierung der Mikrostrukturen und Eigenschaften vorgenommen werden. Hier bieten sich vor allem Licht- und Elektronenmikroskopie sowie Härteprüfungen an. Damit lässt sich die Zuordnung ausgewählter Reaktionspeaks zu bestimmten Stadien der Phasenumwandlung beziehungsweise der Ausscheidungssequenz konkretisieren. Während Ergebnisse von gemeinsamen Untersuchungen mit Unternehmenspartnern, darunter auch Mubea, vertraulich behandelt werden, haben die Steinbeis-Experten aus öffentlich geförderten Projekten inzwischen Informationen zum Umwandlungsverhalten beim Erwärmen und beim Abkühlen von ca. 20 verschiedenen Aluminiumlegierungen in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift mit Open Access Zugang veröffentlicht [1].

UNIV.-PROF. DR.-ING. HABIL. OLAF KESSLER
olaf.kessler@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum Thermische Analyse (Retschow)
www.steinbeis.de/su/2461

Inhaber
Lehrstuhl für Werkstofftechnik an der Universität Rostock (Rostock)
www.werkstofftechnik.uni-rostock.de

Quelle

[1] <https://www.mdpi.com/1996-1944/12/24/4083>



↖ Inhomogene Farbschichten, wie sie zum Beispiel durch die Feldeffekte bei der PECVD-Abscheidung entstehen können
© www.lvr-cycles.com [6]

ALD-VERFAHREN: EXTREM HOMOGENE UND DEKORATIVE FARBSCHICHTEN

EIN BEISPIEL FÜR GELUNGENEN WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

Auf einigen Metallen lassen sich transparente Deckschichten erzeugen, bei denen aufgrund von Interferenzeffekten die Schichten farbig erscheinen. Jedoch können bei der Herstellung durch PECVD-Verfahren aufgrund von elektrischen Feldeffekten an Kanten oder engen Vertiefungen deutliche Farbabweichungen durch Änderung der Schichtdicke auftreten. Die Experten des Steinbeis-Transferzentrums Oberflächen- und Beschichtungstechnik und der Hochschule Furtwangen haben sich mit dieser Problematik beschäftigt und festgestellt, dass der Einsatz der Atomlagenabscheidung (ALD)-Beschichtung diese Nachteile umgeht und die Abscheidung von Schichten mit exakter Dicke, zum Beispiel von Titan- oder Aluminiumoxid, erlaubt. Auf glatten metallischen Untergründen entstehen auf diese Weise sehr dekorative und aufgrund der Härte beständige farbige Schichten. Das Verfahren kann sowohl für Gestell- als auch für Schüttware eingesetzt werden.

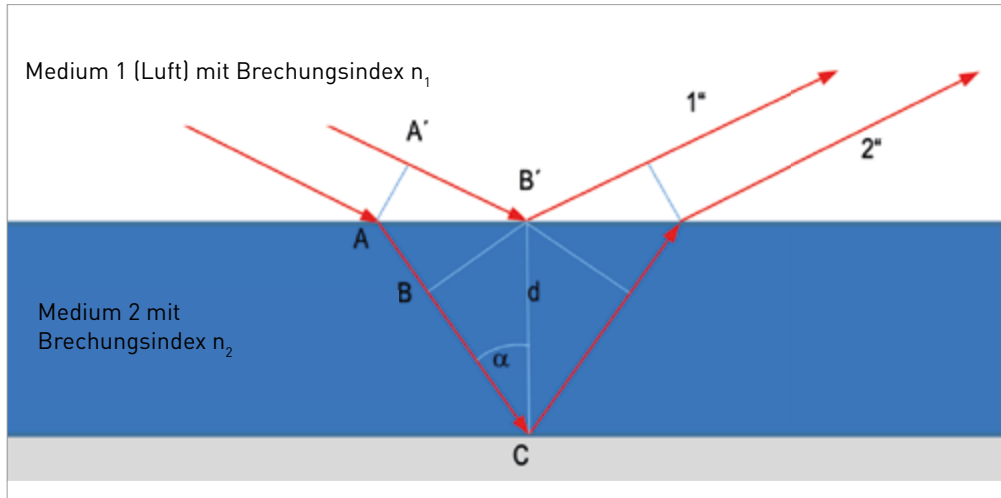
Die Abscheidung dünner Schichten im Plasma mit CVD-Verfahren (PECVD, plasma enhanced chemical vapor deposition) ist seit längerem bekannt und findet in vielen verschiedenen industriellen Anwendungen ein breites Ein-

satzspektrum. Jedoch lassen sich nur flache Bauteile gleichmäßig beschichten. Das Prinzip der Entstehung von Interferenzfarben sorgt dafür, dass sich variierende Schichtdicken visuell als Regenbogenfarben manifestieren, was

in den allermeisten Anwendungsfällen unerwünscht ist. Kleine Strukturen, wie sie in der Medizintechnik oder Uhrenindustrie zum Einsatz kommen, können mit PECVD oft nicht konturtreu beschichtet werden.



➤ Miniaturschrauben mit verschiedenen Schichtdicken einer ALD-Metalloxidschicht, die rechte Schraube ist unbeschichtet.



➤ Physikalische Zusammenhänge bei der Interferenz an einer dünnen Schicht [1]

Eine interessante Alternative dazu bietet das ALD-Verfahren (ALD – atomic layer deposition, Atomlagenabscheidung), bei dem sich die Schichtdicke im sub-Nanometerbereich genau einstellen lässt. Dadurch ist es möglich, auch Bauteile mit komplexen Geometrien und großen Aspektverhältnissen völlig gleichmäßig und auch reproduzierbar zu beschichten. Damit kann ein völlig homogener Farbeindruck erzielt werden. Auch bei größeren Chargen mit hoher Packungsdichte ist die Beschichtung aller Bauteile gleich, wodurch praktisch kein Ausschuss entsteht. Da das Verfahren im Vergleich zu PECVD teurer ist, wird es bevorzugt bei kleinen Komponenten, wie zum Beispiel Uhrenbauteilen, wirtschaftlich angewendet.

OPTISCHE INTERFERENZEFFEKTE

Interferenzfarben sind unter anderem von schwebenden Seifenblasen in der Sonne bekannt. Die Farbeffekte entstehen durch Verstärkung und Auslöschung von Lichtwellen. Die physikalischen Zusammenhänge der Interferenz an einer dünnen Schicht lassen sich folgenderweise beschreiben [1]: Eine ebene Lichtwelle fällt aus einem Medium der optischen Brechzahl n_1 auf eine dünne Schicht der Dicke d und der Brechzahl n_2 . Ein Teil der Welle wird

direkt an der ersten Grenzfläche zwischen den Medien reflektiert (B'), ein anderer Teil an der zweiten (unteren) Grenzfläche (C). Im Medium 2 haben die Lichtwellen eine andere Ausbreitungsgeschwindigkeit. Die reflektierten Strahlen $1''$ und $2''$ unterscheiden sich durch einen Gangunterschied g . Nach dem Fermatschen Prinzip ist die Laufzeit des Lichtes von A nach B gleich wie von A' nach B' . Hinzu kommt ein Phasensprung von π (halbe Periode) an der Grenzfläche Medium 1 / Medium 2, wenn $n_2 > n_1$ ist. Eine Auslöschung von Lichtwellenlängen λ (Farben) tritt auf, wenn die Phasendifferenz $= \pi$ ist [entspricht Gangunterschied $\lambda/2$].

Unterschiedliche Schichtdicken d sorgen also dafür, dass verschiedene Wellenlängen (Farben) aus dem reflektierten Licht fehlen. Das ursprünglich weiße, alle Farben enthaltende Beleuchtungslicht verliert einige Farbanteile und erscheint in einer Restfarbe. Der beschichtete Gegenstand erhält unter Beleuchtung somit eine Interferenzfarbe. Jeder Schichtdicke entspricht eine andere Farbe, wobei die Farben sich bei wachsender Schichtdicke periodisch wiederholen. Denn Auslöschung tritt nicht nur bei einem Gangunterschied von $\lambda/2$ auf, sondern auch bei $3\lambda/2$, $5\lambda/2$ und weiteren ungeraden Vielfachen von λ .

INHOMOGENE FARBEN AUFGRUND VON FELDEFFEKTEN

Wenn mit PECVD transparente Interferenzschichten auf Metallen abgeschieden werden, entsteht jedoch fast immer eine inhomogene Farbgebung als Ergebnis [2], da die Interferenzschichten auf 3D-Teilen in gewissem Umfang inhomogen aufwachsen. Selbst wenige Nanometer Schichtdickenunterschied führen bereits zu einem unterschiedlichen Farbeindruck. Der Grund für die inhomogenen Schichtdicken liegt in der unterschiedlichen elektrischen Feldverteilung auf den Substraten. Vor allem an Kanten oder in Vertiefungen besitzen die Schichten unterschiedliche Dicken. Die inhomogene Feldverteilung lässt sich wie folgt erklären: Metallische Oberflächen sind elektrisch leitend und somit elektrische Äquipotentialflächen, das heißt alle Punkte auf der Oberfläche haben das gleiche elektrische Potenzial. Für den einfachen Fall einer elektrisch leitenden und geladenen Kugel gilt, dass eine gleichmäßige Verteilung der Oberflächenladung vorliegt. Überschussladungen fließen sofort an eine beliebige Stelle auf der Kugeloberfläche, wodurch ein Potentialausgleich folgt (Faraday-Käfig). Je kleiner der Radius einer Kugel beziehungsweise einer durch eine Kugel angenäherten Ausbuchtung oder Spitze

einer metallischen Fläche ist, desto höher sind die Flächenladungsdichte und die Feldstärke auf diesem Flächenstück des zu beschichtenden Bauteils. Dieses vereinfachte Modell berücksichtigt keine Abschirmeffekte des Plasmas oder den Dunkelraum. Es macht aber plausibel, wie erhöhte Abscheideraten an Ecken und Kanten auftreten. Im Extremfall kann die Feldüberhöhung zu Spitzenentladung führen: Plasmatechniker kennen die gefürchteten elektrischen Überschläge, die von scharfen Kanten und Spitzen ausgehen können. Falls es sich aber um nicht zu spitze Geometrien handelt, kann hier über die höhere Feldstärke eine größere Abscheiderate der Schicht erreicht werden. In Vertiefungen erfolgt demzufolge aufgrund der Abschirmung des Felds (Faraday-Käfig-Effekt) eine verringerte Abscheidung. Je nach benötigter Anwendung lässt sich diese inhomogene Abscheiderate zur Erzeugung von Effekten ausnutzen, beispielsweise in Form bunter regenbogenfarbiger Fahrradketten oder Zahnkränze [6].

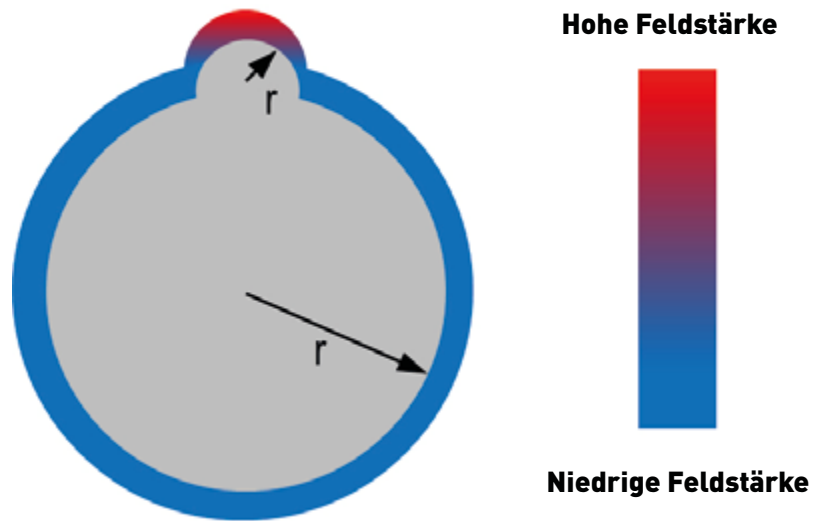
Eine Möglichkeit zur Herstellung von diesen Farbverläufen ist die PECVD-Beschichtungsmethode, die schillernde Interferenzfarben erzeugt. Ist diese erhöhte Abscheiderate unerwünscht, kann versucht werden, über Hilfelektroden das elektrische Feld um das zu beschichtende Bauteil zu homogenisieren. Allerdings ist diese Art, eine gleichmäßige Schichtdickenverteilung an Kanten zu erzielen, mit einem sehr hohen apparativen und regelungstechnischen Aufwand verbunden und führt bei zunehmender Komplexität der Bauteile schnell an die Grenzen des Verfahrens. Weiterhin ist bei PECVD die Schichtabscheidung in kleine Vertiefungen im sub-Millimeterbereich sehr schwer zu erreichen oder gar nicht möglich. Dies bedeutet, dass zum Beispiel für die Beschichtung von Uhrbauteilen ein anderes Verfahren benötigt wird. Die Atomlagenabscheidung kann dafür eine gangbare Lösung darstellen.

ATOMLAGENABSCHIEDUNG

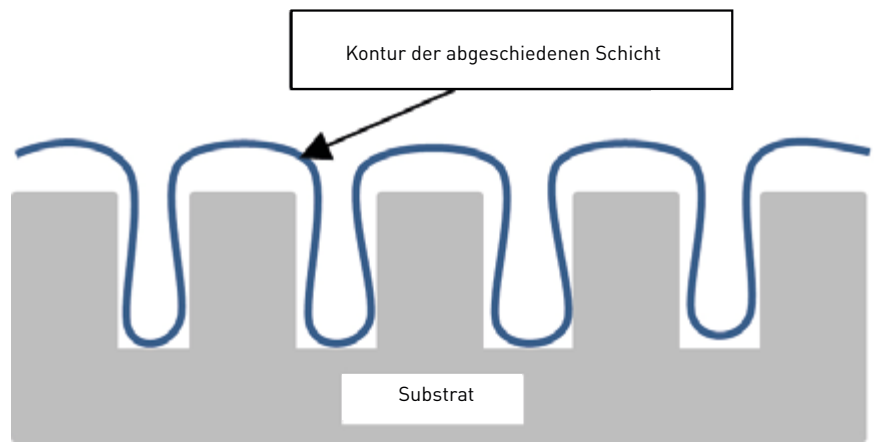
Im Gegensatz zu CVD- oder PECVD-Verfahren ist die Atomlagenabscheidung (atomic layer deposition, ALD) ein zweistufiges Verfahren [3, 4]. Dabei wird eine Oberfläche nacheinander zwei verschiedenen Reaktanden ausgesetzt: Der erste Reaktand bildet durch Adsorption an der Oberfläche zunächst eine Monolage, also eine Schicht, die nur ein einziges Molekül dick ist. Dabei ist entscheidend, dass sich keine wei-

teren Moleküle des ersten Reaktanden an die Monolage binden, sobald diese vollständig ist. Der Prozess ist damit selbstlimitierend. Nach einem Spül- und Abpumpschritt wird ein zweiter Reaktand eingeleitet, der mit der gebildeten Monolage zu einem festen Reaktionsprodukt in Form einer dünnen, monomolekularen oder monoatomaren Schicht reagiert.

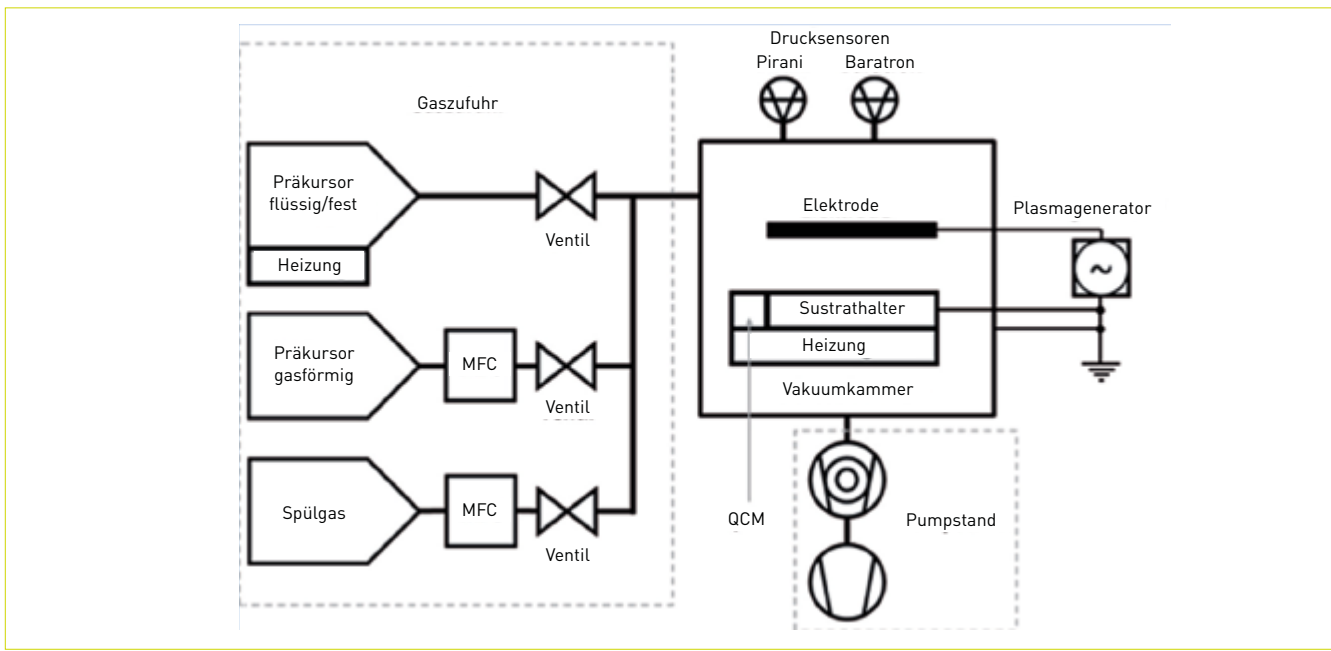
Bei thermischen ALD-Prozessen sind für eine erfolgreiche Abscheidung spe-



➤ Feldüberhöhung an kleinen Radien (Spitzen/Kanten) einer metallischen Fläche



➤ Erhöhung der Schichtdicke an Kanten und verringerte Abscheidung in Vertiefungen



↑ Allgemeiner Aufbau einer plasmaunterstützten ALD-Beschichtungsanlage, mit den grundlegenden Komponenten

zifische Grenzen bezüglich der anwendbaren Temperatur zu beachten. Wenn die Temperatur zu niedrig ist, sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit deutlich und die Zeit für einen Zyklus wird sehr lang. Außerdem kann es zur Kondensation und damit zu einer höheren Abscheiderate als erwartet kommen. Auf der anderen Seite führt eine zu hohe Temperatur entweder zu einer Desorption des Präkursors von der Oberfläche (Abscheiderate niedriger als erwartet) oder, falls dies nicht eintritt, zu einer thermischen Zersetzung an der Oberfläche (Abscheiderate höher als erwartet). In einigen Fällen ist damit kein praktikables Prozessfenster zu finden.

Um diese Einschränkung zu umgehen beziehungsweise grundsätzlich einen ALD-Prozess zu ermöglichen, kann die Reaktivität eines Präkursors erhöht werden, zum Beispiel durch Aktivierung beziehungsweise Ionisierung in einem Plasma [5]. Diese Technologie wird als PEALD (plasmaunterstützte Atomlagenabscheidung) bezeichnet. Dadurch ist eine Abscheidung bei deutlich niedrigeren Temperaturen möglich und es können temperaturempfindliche Werk-

stoffe, beispielsweise viele Kunststoffe, beschichtet werden. Die so erzeugten Schichten sind defektfrei und äußerst homogen. Wichtig dabei ist, dass das Plasma nur zur Aktivierung des Co-Reaktanden verwendet wird und der zweistufige Charakter des Verfahrens somit erhalten bleibt. Es ist naheliegend, dass PEALD-Verfahren klare Vorteile gegenüber reinen PECVD-Verfahren haben, wenn Bauteile mit komplexeren Geometrien beschichtet werden sollen.

AUFBAU EINER ALD-BESCHICHTUNGSANLAGE

Der Hauptbestandteil der Anlage ist die Prozesskammer, in der das Substrat auf Prozess Temperatur gehalten wird und die Prozessgase eingeleitet werden. Ein Pumpstand, bestehend aus zwei verschiedenen Vakuumpumpen, dient zum Evakuieren der Kammer. Ziel ist hier, Reaktionen mit Molekülen aus der Restgas-Atmosphäre zu vermeiden. Der optimale Basisdruck dieses Vakuums liegt üblicherweise im Bereich von etwa 0,002 mbar. Zur Drucküberwachung werden geeignete Drucksensoren

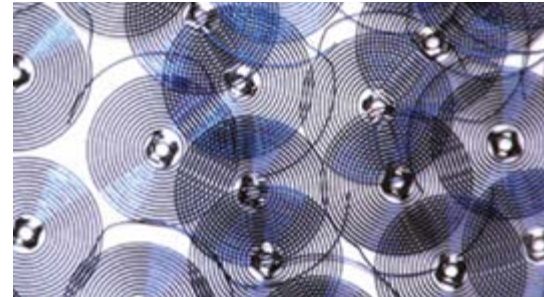
eingesetzt. Zum Einleiten der Ausgangschemikalie (Präkursoren) und des Spülgases dienen Hochgeschwindigkeits-ALD-Ventile. Flüssige und feste Präkursoren werden geheizt, gasförmige Präkursoren und das Spülgas werden zusätzlich mit einem MFC (mass flow controller, Massenflussregler) geregelt. Zur Erzeugung des Plasmas wird ein Hochfrequenz-Plasmagenerator verwendet, dessen Elektrode sich über dem Substrathalter befindet.

HERSTELLUNG DEKORATIVER UND BESTÄNDIGER ALD-INTERFERENZSCHICHTEN

Die Abscheidung von farbigen dekorativen Schichten ist nur auf metallisch glänzenden Grundwerkstoffen möglich. Bei matten Substraten tritt nicht genügend Reflexion an der unteren Grenzfläche auf. Kunststoffe müssen also zur Herstellung einer Interferenzschicht in einem ersten Schritt mit Metall beschichtet werden. Je glänzender die jeweilige Oberfläche ist, auf der die Schicht abgeschieden wird, desto brillanter erscheint die Interferenzfarbe.



➤ Mittels ALD blau beschichtete Federn, eingebaut in eine Uhr
 (© Carl Haas GmbH)



➤ Uhrenfedern mit einem Durchmesser von wenigen Millimetern können als Schüttgut mit ALD-Verfahren homogen blau beschichtet werden; sämtliche Flächen weisen die gleiche Beschichtungsdicke auf.

Die besten Effekte werden auf verchromten Oberflächen erreicht, aber auch Edelstahl oder Titan liefern sehr gute Resultate. Auf Aluminium werden die Farben in der Regel geringfügig matter.

Die bei Niedertemperatur ($T < 100\text{ °C}$) abgeschiedenen ALD-Schichten bestehen in der Regel aus Metalloxiden wie Titandioxid oder Aluminiumoxid. Die Schichtdicken bewegen sich im Bereich zwischen etwa 20 nm und 100 nm. Diese Oxidschichten sind thermodyna-

misch stabil und zeigen eine hervorragende Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und organische Lösemittel. Sie bieten somit einen optimalen Korrosionsschutz. Weiterhin ist bei geeigneter Wahl der Schicht auch die dermatologische Verträglichkeit oder Biokompatibilität gegeben. Wenn der Untergrund eine ausreichende Härte aufweist, können selbst dünne ALD-Oxidschichten sehr kratzfest sein. Uhrenteile, wie zum Beispiel Federn oder Schrauben, können damit effektiv farblich gestaltet werden.

THEORIE UND PRAXIS HAND IN HAND

Die Forschung zu ALD-Beschichtung zeigt einmal mehr, wie der Wissenstransfer aus der Forschung in die Praxis erfolgreich umgesetzt werden kann: Während die Experten der Hochschule Furtwangen die theoretische Basis liefern, führt das Team des Steinbeis-Transferzentrums Oberflächen- und Beschichtungstechnik Versuche zur Erprobung der Einsatzfähigkeit auf kleinen komplex geformten Bauteilen durch.

Quellen

[1] Ch. Gerthsen, H. Vogel: Gerthsen Physik; 20. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1999, S. 529
 [2] V. Bucher: Vakuum in Forschung und Praxis 18 [2006], Nr. 2, 27–31, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim; DOI:10.1002/vipr.200600281 27
 [3] A. Sherman: Atomic layer deposition for nanotechnology; Ivoryton Press, Ivoryton 2008
 [4] T. Kääriäinen, D. Cameron, M.-L. Kääriäinen, A. Sherman: Atomic Layer Deposition, Principles, Characteristics, and Nanotechnology Applications; Scrivener Publishing 2013
 [5] J. Geng, D. Hähnel: PEALD-Atomlagenabscheidung mit Plasmaunterstützung erschließt neue Anwendungsfelder; WOMag [4/2013]; DOI: 10.7395/2013/ GENG1
 [6] <https://www.lvr-cycles.com/de/ketten-kassetten-mtb/2605-9719-sram-cassette-xx1-eagle-12s-rainbow-xg-1299-10-50t.html>, abgerufen 30.01.2024
 [7] https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2023/10/21_bucher_ald_10j2023/21_bucher_ald_10j2023.php, abgerufen am 30.01.2024

Dieser Artikel erschien erstmals im Magazin WOMag, Ausgabe 10/2023 [7] und wurde für die Transfer überarbeitet.

PROF. DR. VOLKER BUCHER
 volker.bucher@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
 Steinbeis-Transferzentrum Oberflächen- und Beschichtungstechnik (Rottweil)
www.steinbeis.de/su/1877

Leiter
 Institut für Mikrosystemtechnik | Hochschule Furtwangen (Villingen-Schwenningen)
www.hs-furtwangen.de

WOLFRAM KINTZEL
 wolfram.kintzel@hfu.eu (Autor)



Laborleiter
 Forschungszentrum Rottweil
 Hochschule Furtwangen (Rottweil)
www.hs-furtwangen.de

NICOLAI SIMON
 nicolai.simon@hs-furtwangen.de (Autor)



Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 Forschungszentrum Rottweil
 Hochschule Furtwangen (Rottweil)
www.hs-furtwangen.de

ALLES AUS EINEM GUSS

IM GESPRÄCH MIT
PROFESSOR DR.-ING. LOTHAR KALLIEN,
STEINBEIS-UNTERNEHMER AM STEINBEIS-
TRANSFERZENTRUM GIEßEREI TECHNOLOGIE
AALEN – GTA

Mit den Innovationen im Bereich des Druckgießens kennt sich Professor Dr.-Ing. Lothar Kallien aus: Als Professor an der Hochschule Aalen und Steinbeis-Unternehmer am Steinbeis-Transferzentrum Gießerei Technologie Aalen – GTA zeigt er, wie Kooperationen zwischen Wissenschaft und Industrie erfolgreich gestaltet werden können. Im Gespräch mit der TRANSFER teilt er seine Einsichten darüber, welche Themen die Druckgussbranche derzeit bewegen und welche Entwicklungen die Zukunft der Branche bestimmen werden.



Herr Professor Kallien, seit mehr als 20 Jahren beschäftigen Sie sich mit der Gießereitechnologie, welche Entwicklungen haben die Branche in dieser Zeit am stärksten geprägt?

Meiner Meinung nach haben zwei Entwicklungen die Branche maßgeblich geprägt und tun es immer noch: Zum einen wird der Druckguss stark von Entwicklungen in der Automobilindustrie beeinflusst, da etwa 75 Prozent aller Druckgussteile für diese Branche hergestellt werden. Dies führt zu einer starken Abhängigkeit, da für den Druckguss teure Maschinen und Werkzeuge benötigt werden, deren Rentabilität erst bei hohen Stückzahlen erreicht wird.

Zum anderen sind die meisten Anbieter im Druckguss Mittelständler, die oft nicht über die Ressourcen für umfangreiche Entwicklungen verfügen und oft mit dem Tagesgeschäft ausgelastet sind. Hinzu kommen hohe Energiekosten, da das Aufschmelzen von Aluminium sehr energieintensiv ist. Dies führt dazu, dass deutsche Druckgussunter-

nehmen im europäischen Wettbewerb nicht gut positioniert sind.

Dazu kommt: Waren wir früher führend in technologischen Entwicklungen, doch jetzt setzt China zum Überholen an.

Mit welchen Fragestellungen wenden sich aktuell Ihre Kunden an Ihr Steinbeis-Unternehmen?

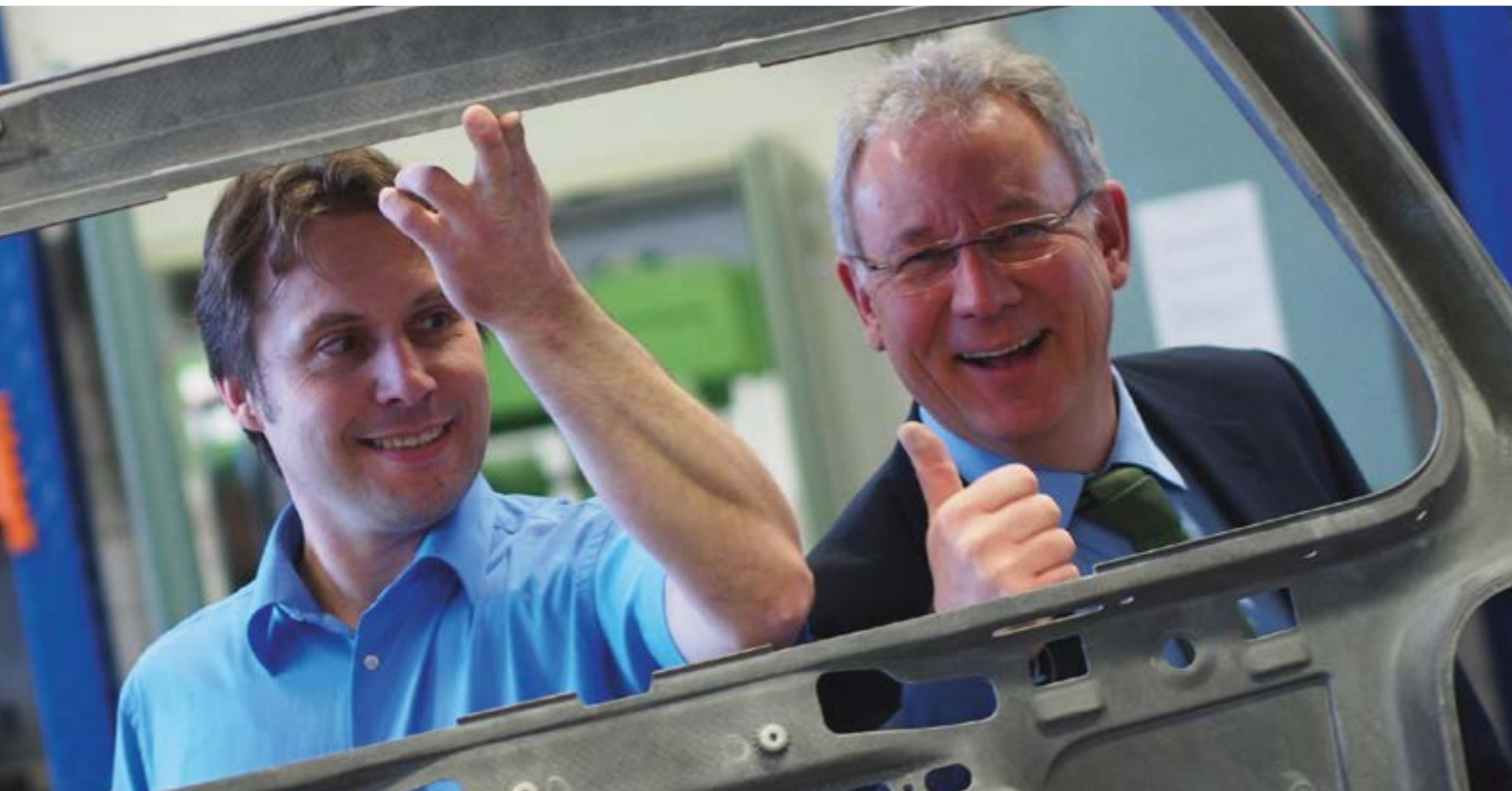
Unsere Kunden sind hauptsächlich Nutzer von Druckgussteilen, unter anderem namhafte Unternehmen aus der

Automobil- und Klebstoffindustrie. Sie kommen zu uns, wenn es um Themen wie Werkstoffprüfungen, Legierungsentwicklungen für Klebetechniken oder neue Schweißtechniken geht. Auch die Prozessanalyse wird stark nachgefragt. Hier geht es unter anderem um Produktionsfehler und deren Ursachenforschung.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Herstellung von Prüfgeometrien für das Werkzeugdesign, typischerweise für Kleinserien mit Stückzahlen von 500



MAGNESIUM IST AUFGRUND SEINER GERINGEN DICHTEN EIN ATTRAKTIVER WERKSTOFF.



➤ Thomas Weidler und Prof. Dr.-Ing. Lothar Kallien

bis 1.000 Teilen. Darüber hinaus führen wir beispielsweise Versuche und Messungen zur Wirksamkeit von Trennmitteln durch.

Ergänzend ist an dieser Stelle anzumerken, dass wir zu den wenigen gehören, die Magnesium gießen können, was aufgrund der Entzündungsgefahr im flüssigen Zustand sehr herausfordernd ist. Dennoch ist Magnesium aufgrund seiner geringen Dichte ein attraktiver Werkstoff.

Zu Ihren Schwerpunkten gehört unter anderem Optimierung von Gussteilen und gießtechnischen Prozessen, wo sehen Sie die größten Herausforderungen dabei?

Eine aus meiner Sicht große Herausforderung besteht darin, ausreichende Fördermittel für Optimierungsprojekte zu erhalten, da diese oft knapp bemessen sind. Dies betrifft insbesondere den Gussbereich, der mit anderen Bran-

chen um begrenzte Ressourcen konkurriert. Daher führen wir viele praxisorientierte Projekte mit der Industrie durch, wie beispielsweise die Untersuchung der Beschichtbarkeit beim Zinkdruckguss oder die Entwicklung von Vacural-Verfahren für Magnesium in Zusammenarbeit mit Unternehmen wie Bosch, der DLR und Stihl.

Welche Trends werden Ihrer Meinung nach die Zukunft der Branche am stärksten prägen? Welche Rolle spielt dabei die Digitalisierung?

Wir führen bereits Projekte im Bereich künstliche Intelligenz durch, obwohl dies nicht unbedingt zu meinen Kernkompetenzen gehört. Dabei arbeiten wir mit Experten zusammen, um vor allem die Qualitätssicherung und -kontrolle zu verbessern. In der Druckgussproduktion müssen Teile oft in Sekundenschnelle geprüft werden, dabei können KI-Anwendungen unterstützen. Jedoch ist vorher ein Lernprozess

erforderlich, damit die Qualität richtig bewertet werden kann.

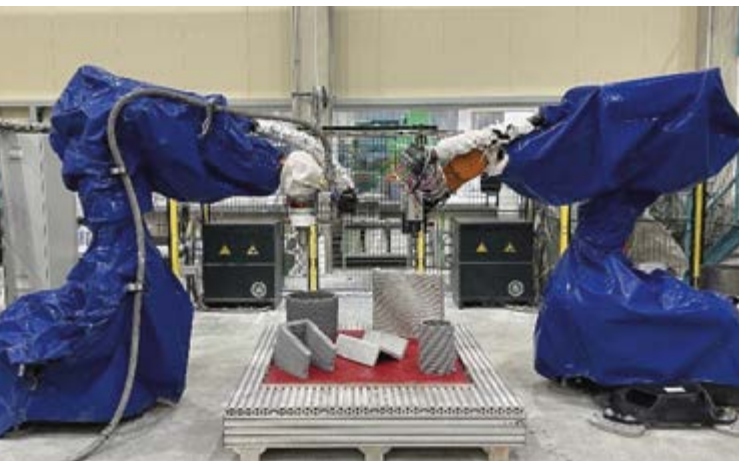
Was die Trends angeht, so glaube ich, dass das Mega-Casting- oder Giga-Casting-Verfahren von großem Interesse sein werden. In diesem Verfahren werden überdimensionierte Metallteile speziell für den Karosseriebau hergestellt. Das reduziert Gewicht, spart Zeit und Kosten, erfordert jedoch enorme Anfangsinvestitionen in große Druckgießmaschinen. Nationale wie internationale Unternehmen befassen sich damit, darunter sind auch Unternehmen aus China. Es bleibt abzuwarten, wer sich in diesem Bereich durchsetzen wird.

PROF. DR.-ING. LOTHAR KALLIEN
lothar.kallien@steinbeis.de (Interviewpartner)

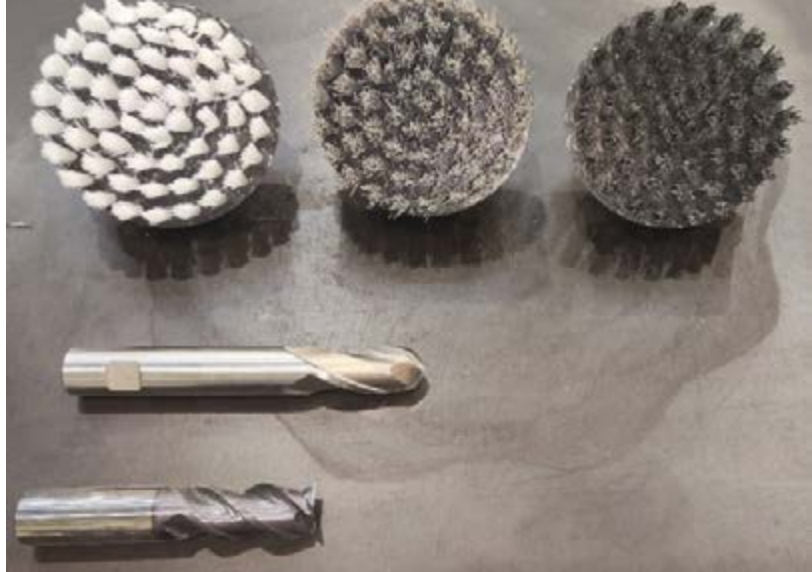


Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Gießerei Technologie Aalen – GTA
(Aalen)

www.steinbeis.de/su/0825



➤ Robo-Arena zur Extrusion und Fräsbearbeitung von Betonelementen



➤ Bürstaufsätze und Fräsköpfe mit verschiedenen Eigenschaften

„FLEXCORE“: FLEXIBEL, RESSOURCENSCHONEND UND KOSTENGÜNSTIG

STEINBEIS-EXPERTEN ENTWICKELN ADDITIVE FERTIGUNGSTECHNOLOGIE FÜR KOMPLEXE BETONFERTIGTEILE MIT

Zur Herstellung von Betonfertigelementen werden geometriebedingt häufig mehrteilige Schalungen benötigt, was nicht selten zu Problemen beim Entformen und somit zu Schäden an den Bauteilen führen kann. Auch ökologische und ökonomische Aspekte sollen dabei berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund entwickelt das Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete gemeinsam mit der WASA Compound GmbH & Co. KG. im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz innerhalb des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) geförderten Forschungsprojektes eine Fertigungstechnologie zur nachhaltigen Herstellung von flexiblen und recycelbaren Schalungselementen.

Die Erzeugung hohler Strukturen bedingt einen Schalungskern, der die Innenform des Betonfertigelements erzeugt und möglichst einfach zu entformen ist. Aufgrund von Schrumpfverhalten des Betons beim Abbinden zieht sich der Beton auf den Schalungskern zusammen, was zu Problemen beim Entformen und damit zu Beschädigungen des Bauteils und der Form führen kann. Ein weiterer Nachteil der geometriebedingten mehrteiligen Bauform der Schalung besteht in der notwendigen Integration von Entformungsschragen. Darüber hinaus gibt es in der

konventionellen Bauweise mit Formmaterialien wie Holz, glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) oder andere steifen Materialien keine Möglichkeit, Hinterschnitte im Betonfertigelement zu realisieren. Daher ist es notwendig, die konventionellen Bauweisen, wie zum Beispiel das Fräsen von ökologisch bedenkenswertem Polystyrol, zu überdenken sowie neuartige teure adaptive Schalungskonzepte zu ersetzen.

Mit Hilfe des vom Steinbeis-Team und seinen Projektpartner entwickelten Formgebungssystems auf der Basis

eines recycelbaren Materials sollen komplex geformte Betonfertigteile ressourcenschonend und kostengünstig gefertigt werden können. Innerhalb der Projektlaufzeit vom Oktober 2023 bis zum April 2025 entwickelt das Expertenteam eine Fertigungstechnologie zur nachhaltigen Herstellung von flexiblen und recycelbaren Schalungselementen. Dabei sollen die formgebenden Modelle mittels Extrusion und spanender Bearbeitung von klinkerreduziertem Beton im frischen und anschließend erhärteten Zustand hergestellt werden. Das auf Endkontur gefräste Modell er-

möglicht daraufhin eine ressourceneffiziente Abformung mit verschiedenen Gießharzen. „Das Modell kann anschließend recycelt und dem Stoffkreislauf wieder zugefügt werden, ohne die rheologischen und mechanischen Parameter des Betons negativ zu beeinflussen. Der entstehende Materialkreislauf ist der Schlüssel zum Erfolg für eine effiziente und nachhaltige Produktion von Betonfertigteilen“, erklärt Steinbeis-Unternehmerin Sandra Gelbrich. Die Kombination mit konventionellen Schalungselementen ermöglicht die Herstellung und einfache Entschalung komplexer Betonelemente ohne Entformungsschräge oder mit lokalen Hinterschnitten.

MATERIALENTWICKLUNG

Innerhalb des Forschungsprojektes wurde ein klinkerarmer Feinbeton aus CEM III/A-Zement, einem Gesteinsmehl mit einem Korngrößenbereich von 0 bis 200 µm, Zusatzmitteln und Wasser mit dem Ziel entwickelt, ein möglichst kostengünstiges Material zu erhalten, das additiv gefertigt und spanend bearbeitet werden kann. Der entwickelte Beton wurde durch kontinuierliche Tests unter Berücksichtigung der Parameter der Extrudierbarkeit, die zur Extrusion erforderliche Kraft, die optischen Eigenschaften nach Extrusion vor und nach dem Aushärten, die Haftung der einzelnen Druckschichten, der Stabilität beim Druckprozess sowie der Schrumpfung und Rissbildung zu einem Fünf-Stoff-System entwickelt.

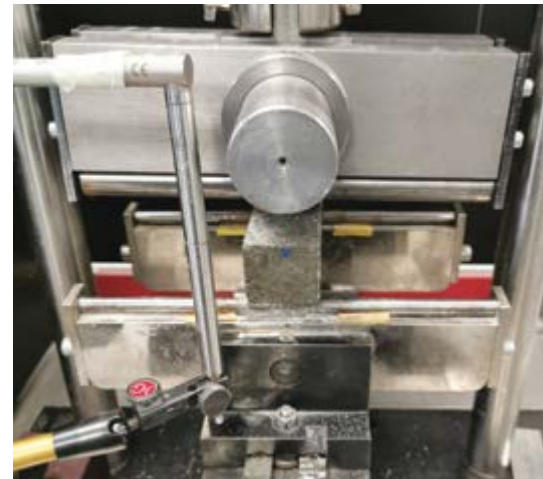
Anschließend wurde der Beton unter anderem mittels der Prüfung der Vier-Punkt-Biegezugfestigkeit, der Druckfestigkeit oder des Schwindmaßes mechanisch sowie rheologisch charakterisiert.

TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNG

Die additive Fertigung des endkonturnahen Modells erfolgt durch Extrusion des Betons mittels eines KUKA-Roboters. Ein weiterer KUKA-Roboter ermöglicht die anschließende Bearbeitung mittels Fräs- oder Bürstwerkzeugs im frischen Zustand. Durch eine Team-Anwendung der beiden Roboter kann das Fräsprogramm direkt am extrudierten Körper ausgerichtet werden. Die Fräs- und Bürstbearbeitung wurden umfassend charakterisiert und mögliche Zeitfenster zur Bearbeitung festgelegt: Die Fräsbearbeitung wird idealerweise in einem Zeitraum von zweieinhalb bis sechs Stunden und die Bürstbearbeitung von einer bis zwei Stunden nach Extrusion des Betons durchgeführt. Das Finish der Oberflächen wird anschließend im erhärteten Zustand, frühestens 24 Stunden nach Extrusion des Betons mit einer Fünf-Achs-CNC-Fräse durchgeführt. „Die entstehenden schalungsglatten Oberflächen sind hervorragend für die Abformung mit einem Gießharz geeignet. Das Modell kann anschließend mit Hilfe eines Turborotors recycelt und erneut im Extrusionsmaterial zur Substitution des Gesteinsmehl eingesetzt



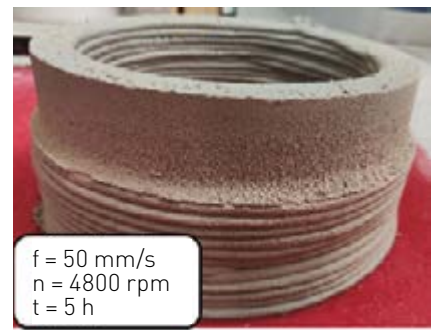
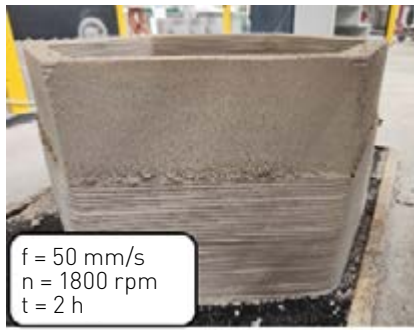
➤ Komplex geformte Betonmöbel benötigen mehrteilige Schalungen (© B&S Groeger GbR)



➤ Prüfung der Biegezugfestigkeit (oben) und des Schwindmaßes (unten)



➤ Finale Fräsbearbeitung des extrudierten Betons



➤ Durch Fräs- und Bürstbearbeitung im frischen Zustand wird das Bearbeitungswerkzeug geschont.

werden“, fasst der Steinbeis-Experte Marvin Abstoß zusammen.

TECHNOLOGIE IM PRAXISTEST

Für die Anwendung der Technologie wurde ein Pflanzgefäß aus Beton entworfen, das im Inneren keine Entformungsschrägen aufweist. Ein Hinterschnitt ermöglicht die Integration einer LED-Leiste zur indirekten Beleuchtung. Das Bauteil soll durch die Kombination der neuen Technologie mit konventionellen Schalungselementen umgesetzt werden: Während die Außenschalungs-

elemente konventionell aus GFK hergestellt werden, wird der Kern hingegen mit der im Forschungsprojekt entwickelten endkonturnahen Extrusionstechnologie mit anschließender Fräsbearbeitung im frischen und erhärteten Zustand hergestellt. Das Modell zur Abformung des Kerns mit einem Gießharz wurde aus fertigungstechnischen Gründen geviertelt.

Im weiteren Verlauf der Forschungsarbeit soll das Modell extrudiert, im frischen Zustand gefräst und anschließend im gehärteten Zustand auf die endgültige Kontur gefräst werden. An-

schließend wird das Modell mit einem Gießharz ausgeformt. Im Inneren des Formelementes wird ein Holzkern fixiert, der in einem ersten Schritt beim Entformen aus dem Gießharz entfernt werden kann.

Das dünnwandige, flexible Schalungselement kann einfach entformt werden, so dass keine Entformungsschrägen erforderlich sind und der Hinterschnitt hergestellt werden kann. Einfache Vorversuche wurden bereits durchgeführt und die Herstellung eines vereinfachten Betonpflanzgefäßes ohne Entformungsschrägen erfolgreich realisiert.



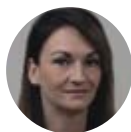
➤ Vereinfachter Demonstrator für Vorversuche zum Ausschalen ohne Entformungsschrägen

MARVIN ABSTOSS
marvin.abstoss@steinbeis.de (Autor)



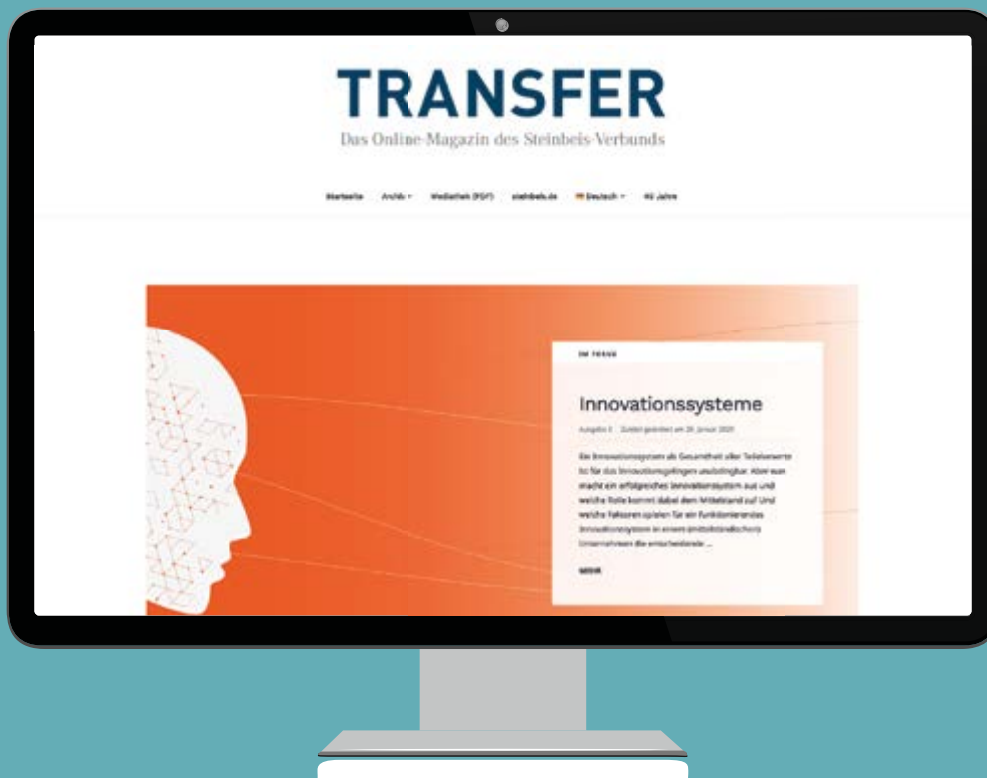
Mitarbeiter
Steinbeis-Innovationszentrum
FiberCrete (FC) (Chemnitz)
www.steinbeis.de/su/1612
www.fibercrete.de

PROF. DR.-ING. HABIL. SANDRA GELBRICH
sandra.gelbrich@steinbeis.de (Autorin)



Steinbeis-Unternehmerin
Steinbeis-Innovationszentrum
FiberCrete (FC) (Chemnitz)
www.steinbeis.de/su/1612
www.fibercrete.de

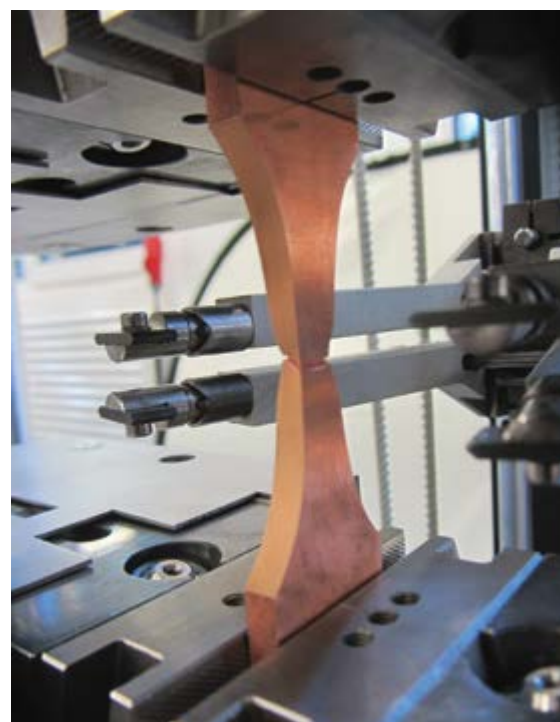
DIGITAL IMMER MIT DABEI: DIE **ONLINE-AUSGABE** DER TRANSFER



TRANSFERMAGAZIN.STEINBEIS.DE

DIE ZUKUNFTS- FÄHIGKEIT FEST IM BLICK

IM GESPRÄCH MIT DR.-ING. STEPHAN ISSLER
UND PROFESSOR DR.-ING. PETER HÄFELE,
STEINBEIS-UNTERNEHMER AM STEINBEIS-TRANSFER-
ZENTRUM BAUTEILFESTIGKEIT UND -SICHERHEIT,
WERKSTOFF- UND FÜGETECHNIK (BWF) AN
DER HOCHSCHULE ESSLINGEN



➤ Zugversuch an der Flachprobe aus hochreinem Kupfer

Bauteile sollen sicher und langlebig sein und die ihnen zugewiesenen Aufgaben zuverlässig erfüllen. Was auf den ersten Blick selbstverständlich klingt, ist in der Praxis komplex und anspruchsvoll in der Umsetzung. Dr.-Ing. Stephan Issler und Professor Dr.-Ing. Peter Häfele vom Steinbeis-Transferzentrum Bauteilfestigkeit und -sicherheit, Werkstoff- und Füge-technik sorgen dafür, dass diese Anforderungen gewährleistet sind. Wie sie dabei vorgehen, darüber haben sie mit der TRANSFER gesprochen. Ihre Empfehlung: Die aktuellen technologischen Entwicklungen stets im Blick haben, um auch in der Zukunft erfolgreich bleiben zu können.

Herr Dr. Issler, Herr Professor Häfele, Sie bieten Ihren Kunden unter anderem die Untersuchung von Bauteil- und Werkstoffeigenschaften an: Welche Themenbereiche können Sie damit abdecken?

Issler:

Wir beschäftigen am Steinbeis-Transferzentrum BWF rund 30 hochspezialisierte Mitarbeiter an zwei Standorten im Landkreis Esslingen: in Nürtingen und Esslingen selbst. Unseren Kunden bieten wir Entwicklungsdienstleistungen in folgenden Bereichen an: Festigkeits- und Steifigkeitsuntersuchungen an Bauteilen und Proben unter quasistatischer und hauptsächlich unter zyklischer Beanspruchung. Des Weiteren gehören dazu auch Werkstoff- und Schadensuntersuchungen, Messtechnik und experimentelle Spannungsanalyse, Lebensdauerabschätzungen sowie Weiterbildung- und Schulungsmaßnahmen.

Häfele:

Unsere Kunden kommen aus vielen Bereichen, überwiegend jedoch aus den im Großraum Stuttgart traditionell starken Branchen Fahrzeugtechnik und Maschinenbau. Darüber hinaus sind wir als von der DAkkS akkreditiertes Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 unter anderem auch in der Medizintechnik im Bereich der Erprobung von Implantaten tätig.

Seit mehr als 20 Jahren widmen Sie sich in Ihrem Steinbeis-Unternehmen den Werkstoffen und Bauteilen. Wie haben sich die Kundenanfragen in dieser Zeit gewandelt?

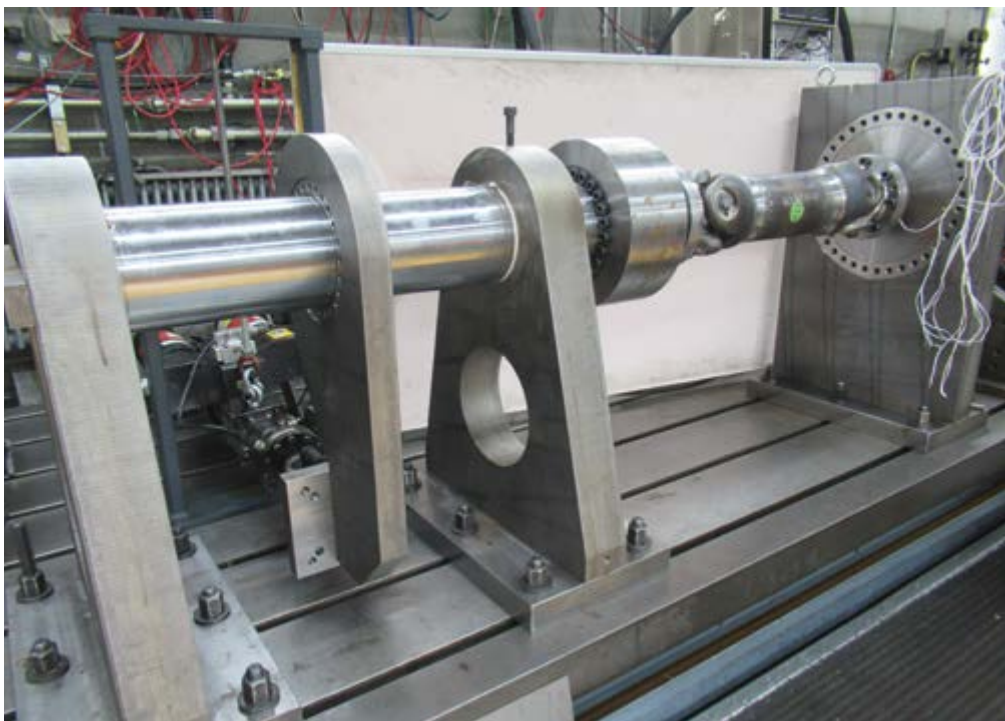
Issler:

Die Nachfrage nach reinen Prüfdienstleistungen ging in den vergangenen Jahren spürbar zurück, auch getrieben durch die Transformation in der Fahrzeugtechnik. Auch umfangreiche Ver-

suchsprogramme zur reinen Kennwertermittlung an Strukturwerkstoffen aus Stahl, wie sie bei der Entwicklung von Verbrennungsmotoren und Einspritzsystemen üblich waren, werden insgesamt weniger bedeutsam. Dagegen steigt die Nachfrage nach der Charakterisierung von „neuen“ Funktionswerkstoffen, wie zum Beispiel Elektrobleche, Permanentmagnete, Kupferlegierungen, Membrane. Daher stehen derzeit bei uns anstelle von Probenversuchen vorwiegend Bauteil- und Systemprüfungen im Vordergrund.

Häfele:

Eine weitere Tendenz besteht darin, dass Kunden zunehmend „All-inclusive-Pakete“ beauftragen. So werden häufig zusätzlich zur reinen Bauteil- oder Probenprüfung messtechnische Aufgaben, zum Beispiel Messungen mit Dehnmessstreifen, werkstofftechnische Untersuchungen, zum Beispiel von der



Torsionswechselversuch an Gelenkwelle
(HS Esslingen, LWF)



IN EINIGEN BRANCHEN WERDEN ZWISCHENZEITLICH NAHEZU FLÄCHENDECKEND UNTERSUCHUNGEN IM AKKREDITIERTEN BEREICH NACHGEFRAGT.

Härte, dem Gefüge, der chemischen Zusammensetzung, und fraktographische Nachuntersuchungen nachgefragt. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass einige Unternehmen diese Tätigkeiten nicht mehr als zentrale Kernkompetenz betrachten und sie in der Regel an fachlich ausgewiesene und spezialisierte Dienstleister vergeben.

Während bei der Gründung unseres Steinbeis-Unternehmens vor über 20 Jahren die Frage nach einer Akkreditierung kaum eine Rolle gespielt hat, gewinnt diese Frage aktuell zunehmend an Bedeutung. In einigen Branchen, zum Beispiel in der Medizintechnik und bei

Klassifikationsgesellschaften, werden zwischenzeitlich nahezu flächendeckend Untersuchungen im akkreditierten Bereich nachgefragt.

Zu Ihren Dienstleistungen gehören auch Sicherheitsanalysen von Bauteilen: In welchen Fällen wird Ihre Expertise in diesem Bereich von Kunden nachgefragt?

Issler:

Wir führen für unsere Kunden Festigkeitsnachweise an hochbelasteten Komponenten aller Art durch. Dabei sind wir sowohl auf der Seite der Beanspruchung in Form der Lastkollektivermittlung

als auch der Beanspruchbarkeit über die Ermittlung der Festigkeit tätig. Häufig geht es darum, Konservativitäten aus der Festigkeitsbetrachtung zu eliminieren, ohne ein Sicherheitsrisiko eingehen zu müssen. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Ermittlung der Lebensdauer zyklisch belasteter Bauteile nach unterschiedlichen Konzepten. Dies erfordert dann auch belastbare Untersuchungsergebnisse, die die getroffenen Annahmen belegen.

Häfele:

Ein weiteres Betätigungsfeld sind die Durchführung von Schadensanalysen. Hier untersuchen wir, warum es zu



Prüflabor des Steinbeis-Transferzentrums BWF in Nürtingen

Bauteilschäden im Betrieb oder bei Erprobungen gekommen ist. Das umfasst häufig zunächst die Analyse der Bruchfläche, um den genauen Entstehungsort und die Schädigungsmechanismen zu verstehen. Darauf folgt eine Überprüfung der Bauteilspezifikationen, wie zum Beispiel der Werkstoffeigenschaften. Häufig wird dann auf Basis der Untersuchungsergebnisse eine Schadenshypothese aufgestellt, die in einem Demonstratorversuch verifiziert wird. In vielen Fällen werden die Untersuchungen durch Vorschläge zur Schadensvermeidung ergänzt.

Welche technologischen Trends beeinflussen aktuell Ihre Arbeit und welche werden das Ihrer Meinung nach in Zukunft tun?

Häfele:

In der Tat ist es so, dass sich in den letzten Jahren einschneidende Änderungen ergeben haben. Dies hat zunächst einmal mit der Transformation ganzer Industriezweige zu tun, zum Beispiel in der Fahrzeugtechnik und im Maschinen- und Anlagenbau, aber auch in der Ener-

gietechnik. Und natürlich führt dies auch zu technologischen Veränderungen, was die Anforderungen an Werkstoffe und Bauteile angeht.

In der Fahrzeugtechnik bedeutet dies beispielsweise, dass weniger Bedarf für die Entwicklung von Stahlwerkstoffen vorhanden ist. Dafür spielt die Charakterisierung von Funktionswerkstoffen und Fügeverbindungen für Energiespeicher, E-Maschinen oder auch Wasserstoffantriebe eine große Rolle.

Issler:

Dies erfordert selbstverständlich auch eine Weiterentwicklung unseres Steinbeis-Transferzentrums im Hinblick auf unsere Zukunftsfähigkeit. Hierzu gehören Anpassungen der Ausstattung beispielsweise der Prüf- und Messmittel, vor allem aber die Weiterentwicklung von Fachkompetenzen unserer Mitarbeiter. Dies betrifft insbesondere Methodenkompetenzen sowie die Flexibilität sich auf die stetig verändernden Randbedingungen einstellen zu können.

DR.-ING. STEPHAN ISSLER

stephan.issler@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Bauteilfestigkeit und -sicherheit,
Werkstoff- und Füge-technik
(BWF) an der Hochschule
Esslingen
Nürtingen

www.steinbeis.de/su/0502

PROF. DR.-ING. PETER HÄFELE

peter.haefele@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum
Bauteilfestigkeit und -sicherheit,
Werkstoff- und Füge-technik
(BWF) an der Hochschule
Esslingen
Nürtingen

www.steinbeis.de/su/0502

QUERSCHNITT

AKTUELLE PROJEKTE AUS DEM STEINBEIS-VERBUND

EINE KOMMUNE AUF DEM WEG ZUR KLIMANEUTRALITÄT

EIN STEINBEIS-TEAM MODERIERT DIE BÜRGERBETEILIGUNG BEI DER AUSARBEITUNG EINES KLIMASCHUTZKONZEPTEES FÜR SCHORNDORF



➔ Moderator Michael Ilk

92 Maßnahmen für das Klimaschutzkonzept, die an fünf Abenden mit rund 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmern insgesamt 15 Stunden diskutiert, präzisiert und ergänzt wurden – so liest sich die eindrucksvolle Bilanz der Workshopreihe mit dem Ziel, ein „klimaneutrales Schorndorf 2035“ zu erreichen. Doch von vorn. Anfang 2021 hatte der Schorndorfer Gemeinderat beschlossen, dass die 40.000-Einwohner-Stadt im baden-württembergischen Rems-Murr-Kreis bis 2035 klimaneutral werden soll. Ein ehrgeiziges Ziel: Für die Stadt bedeutet das, den Ausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen auf ein Minimum zu reduzieren und so ein Gleichgewicht zwischen dem Ausstoß und der aktiven Bindung von Treibhausgasen zu schaffen. Das fachübergreifende Konzept, eine Art „Fahrplan zur Klimaneutralität“, wird von der städtischen Stabsstelle Klimaschutz und Mobilität erarbeitet. Damit die Handlungsziele für die Bürgerschaft nachvollziehbar und wirtschaftlich sowie sozial umsetzbar sind, war von Anfang an eine breite Beteiligung der Bürgerschaft wesentlich. Hier unterstützte das Team aus Maria Victoria Metz und Michael Ilk das Steinbeis-Beratungszentrum Wirtschaftsmediation aus Leipzig mit der Konzeption, Moderation und Dokumentation von drei Abenden im Zuge des Bürgerbeteiligungsprozesses, der von Mai bis September 2023 stattfand.

„Die Bürgerinnen und Bürger kennen ihre Stadt sehr genau und bringen enorm viel Expertise mit. Dieses Potenzial wollten wir nutzen, und das ist uns ganz gut gelungen!“, freuen sich Diana Gallego Carrera, die Leiterin der Stabsstelle Klimaschutz und Mobilität sowie Nikolai Licata, der städtische Klimaschutzmanager. Einige hundert Anregungen und Bemerkungen von Einwohnern, die im Laufe der vielfältigen Diskussionen aufkamen, haben den Prozess wesentlich unterstützt.

Das Team des Steinbeis-Beratungszentrums Wirtschaftsmediation hat jahrelange Erfahrung in Beteiligungsprozessen gesammelt und immer wieder

festgestellt, wie wichtig es Bürgerinnen und Bürgern ist, in Transformationsprozessen gehört und beteiligt zu werden. Informationen und Austauschangebote zeigen den Mitbürgern, dass sie ernst genommen werden, und können Widerstände abmildern. So kann Öffentlichkeitsbeteiligung verhindern, dass Projekte durch Konflikte verzögert oder sogar verhindert werden. Die Beteiligungsreihe „klimaneutrales Schorndorf 2035“ ist unter diesem Aspekt ein Best-Practice-Beispiel, denn die frühzeitige, transparente Kommunikation und das Aufgreifen der Bürgerbelange verspricht nachhaltige Lösungsansätze und die Bereitschaft der Bürgerschaft das Vorhaben gemeinsam anzugehen.

WORKSHOPREIHE SAMMELT IDEEN, SICHTWEISEN UND ANREGUNGEN

Den Auftakt des Beteiligungsprozesses in Schorndorf machte ein Visions-Workshop. Die Teilnehmenden sollten ihren ersten Ideen und Gedanken zum Thema freien Lauf lassen, ein „aber“ sollte erst einmal hintenangestellt werden. Die in Kleingruppen erarbeiteten Ideen reichten von einer „Seilbahn über die Teilorte“ und „Anbauflächen für das Gemeinwohl“ bis hin zu „Dämmung“, „Sanierung“ und weiteren Ideen zur Wärme- und Energieversorgung. Es folgte ein Workshop zu den Themen „Wirtschaft, Versorgung & Entsorgung“, in dem Vertre-



➔ Start der Workshopreihe am 23. Juni 2023

terinnen und Vertretern der Wirtschaft die von der Stabsstelle erarbeiteten ersten Maßnahmevorschläge für ein Klimaschutzkonzept präsentiert wurden.

Im Anschluss daran konzipierten und veranstalteten Maria Victoria Metz und Michael Ilk drei Workshops, die die Maßnahme-schwerpunkte der Themenfelder „Bildung, Kommunikation und Kooperation“, „Erneuerbare Energien, Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen“ sowie „Mobilität und Verkehr“ aufgriffen. Hier diskutierten Bürgerinnen und Bürger intensiv ganz unterschiedliche Schwerpunkte und Fragen, wie beispielsweise:

- **Digitalisierung der Verwaltung:**
Wege verkürzen, Vorgänge vereinfachen
- **Gelebte Klimaneutralität:**
vom Zuhause bis zur Schule und Arbeit
- **Strukturierte Klimaneutralität:**
von der Nachhaltigkeitskarte bis zur kommunalen Wärmeplanung und Energiegenossenschaften
- **Energie- und Förderberatung:**
von der Sanierung der eigenen vier Wände bis zur klimaneutralen Mobilität

■ **Klimaneutrales Stadtbild und -leben**

■ **Mobilitätsbedürfnisse:**

Wie verändert sich Mobilität und was wird zukünftig gebraucht?

Zudem bereicherten Expertinnen und Experten wie Christoph Gritsch (CA-TALENT Germany Schorndorf GmbH), Markus Rau (Stadtwerke Schorndorf GmbH) und Professor Dr. Barbara Lenz (Humboldt Universität zu Berlin) die Veranstaltungen durch themenbezogene Impulsvorträge.

Im Anschluss an die Workshops ging die Stabsstelle Klimaschutz und Mobilität im letzten Herbst an die intensive Ausarbeitung der Ergebnisse und Maßnahmen. Schon im Vorfeld hatte sich gezeigt, dass einige Ideen bei der Bürgerschaft immer wieder aufkamen:

- kostenloser ÖPNV und Ausbau des ÖPNV,
- Ausbau des sicheren Rad- und Fußverkehrs,
- transparente Kommunikation,
- Digitalisierung,
- Klimaschutz auch im Stadtbild verankern,

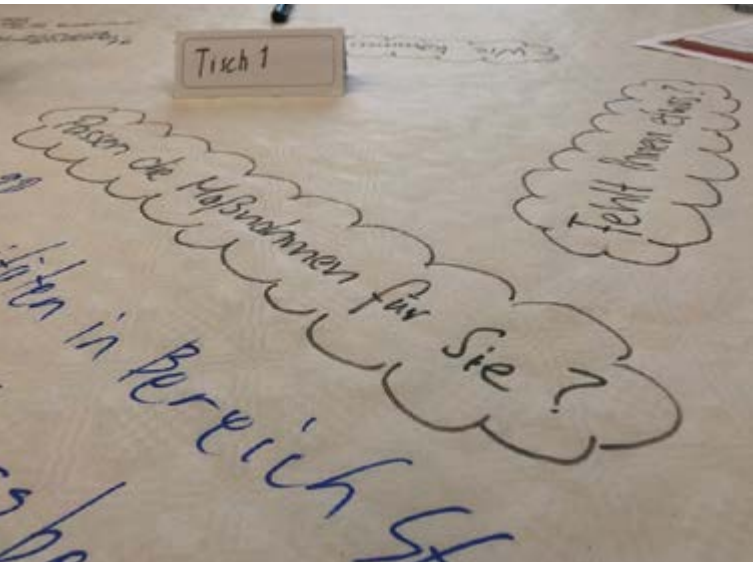
- intelligente Parkplätze und
- allgemeine Wärme- und Stromversorgung.

Wichtig ist zudem, dass die Themen Klimaschutz und Klimaneutralität zielgruppenübergreifend angegangen werden. So ist der Beitrag der einzelnen Bürgerinnen und Bürger genauso entscheidend, wie die Umstrukturierung in der Stadtverwaltung, in Wirtschaftsunternehmen, sowie in Vereinen und Verbänden.

BÜRGERINNEN UND BÜRGER WOLLEN AN DER STADT-ENTWICKLUNG BETEILIGT WERDEN

„Die Bürgerinnen und Bürger bringen bereits viel Expertise und Erfahrungen mit, die es zu nutzen gilt. Beteiligung bedeutet sich einzubringen und mitzugestalten und ich denke, das haben wir erreicht“, resümiert Maria Victoria Metz.

Diana Gallego Carrera und ihr Team der Stabsstelle Klimaschutz und Mobilität haben inzwischen die Maßnahmen konkretisiert und erarbeiten einen Entwurf für ein umfassendes Klimaschutzkon-



Ergebnisse der Thementische

Gallery-Walk im Rathaus

zept. Im Frühjahr 2024 soll dieses auf politischer Ebene im Gemeinderat diskutiert werden. Wie es danach weitergeht, bleibt spannend. Sicher ist aber bereits jetzt, dass die Bürgerinnen und Bürger am Thema Klimaschutz sehr interessiert sind und die Beteiligungsangebote gut angenommen haben.

Auch Moderator Michael Ilk zieht eine positive Bilanz: „Die Diskussionen waren offen, bisweilen sehr kritisch, aber immer von hoher Wertschätzung gegenüber Andersdenkenden geprägt. So bereitet Beteiligung nicht nur den Teilnehmenden Freude, auch wir als Moderatorenteam haben sehr gerne durch die Abende geführt.“

PROF. DR. HABIL. GERNOT BARTH
 gernot.barth@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
 Steinbeis-Beratungszentrum Wirtschaftsmediation (Leipzig)
 www.steinbeis.de/su/0941 | www.steinbeis-mediation.com

Professor für Konfliktmanagement und Mediation an der Fakultät für Business & Economics der Steinbeis Hochschule

MARIA VICTORIA METZ
 victoria.metz@steinbeis-mediation.com (Autorin)



Projektmitarbeiterin
 IKOME Dr. Barth GmbH & Co.KG (Leipzig)

MICHAEL ILK
 michael.ilk@steinbeis-mediation.com



Freier Moderator
 am Steinbeis-Beratungszentrum Wirtschaftsmediation

STEINBEIS BÜRGERBETEILIGUNGSREPORT

Das Steinbeis-Team hat 2023 die erste repräsentative Langzeitstudie zum Thema Bürgerbeteiligung bei Infrastrukturprojekten veröffentlicht. Der Steinbeis BürgerbeteiligungsReport 2023 untermauert mit Zahlen, was die Mitarbeiter des Steinbeis-Beratungszentrums in ihrer Praxis erleben: Die Bürgerinnen und Bürger nehmen Transformationsprozesse in ihrem Umfeld wahr und wollen Informations- und Beteiligungsangebote erhalten.



Der Report steht auf www.steinbeis-mediation.com zum kostenlosen Download bereit.

KÜSS DIE FORSCHUNGS- FÖRDERUNG WACH!

STEINBEIS-BERATER HELMUT HAIMERL UNTERSTÜTZT START-UPS AUF DEM WEG ZU FINANZIERUNGSKAPITAL



© istockphoto.com/Prostock-Studio

Start-ups in Deutschland sehen sich in finanzieller Hinsicht mit zunehmenden Herausforderungen konfrontiert: Venture Capital ist immer schwerer zu bekommen. So beliefen sich die Investitionen in junge Unternehmen im vergangenen Jahr auf rund sechs Milliarden Euro – nach 9,3 Milliarden in 2022. Und es spricht wenig dafür, dass sich die Finanzierungsmöglichkeiten für Gründer auf dem freien Markt dieses Jahr grundsätzlich ändern: Die geopolitische Lage bleibt unsicher, die Konjunkturaussichten sind düster. Alternativen werden für Start-ups damit immer wichtiger – allen voran die staatlichen Förderungsmöglichkeiten. Und dabei geht es längst nicht nur um die aktuell im Februar verabschiedeten

1,6 Milliarden Euro aus dem Zukunftsfonds, mit denen insbesondere junge, aufstrebende Technologieunternehmen unterstützt werden sollen. Steinbeis-Unternehmer Helmut Haimerl zeigt Start-ups sowie etablierten Unternehmen auch weniger bekannte Möglichkeiten auf, finanziellen Support für die Weiterentwicklung eines Unternehmens zu erhalten.

Schon seit Jahren hat sich die am 14. Dezember 2019 im Deutschen Bundestag verabschiedete Forschungsförderung bewährt. Das seit Januar 2020 geltende „Gesetz zur Forschung und Entwicklung“ soll grundsätzlich den Innovationsstandort Deutschland stärken und insbesondere die Forschungsaktivitäten kleiner

und mittlerer Unternehmen stimulieren. Es ist nicht explizit für Start-ups gemacht, hat insbesondere in der Gründerszene aber eine ganz besondere Wirkung. Denn:

- Die Bewilligung der Forschungsförderung steigert den Unternehmenswert. Man ist als Forschungsunternehmen anerkannt und erhält ein entsprechendes Siegel, das für die Außenkommunikation genutzt werden kann.
- Start-ups steigern ihren Marktwert bei Investoren, schließlich können die sich steigender Kapitalzuflüsse aus Erstattungen der Körperschaftsteuer sicher sein.
- Die bewilligten Steuererstattungen geben dem Management Planungs-

Steuerliche Forschungszulage ab 28.03.2024



Wer?

Unbeschränkt oder beschränkt Steuerpflichtige – egal ob Einzelunternehmer, oder Kapitalgesellschaft, unabhängig von Größe oder Branche



Was?

Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung



Wann?

Förderung auch rückwirkend ab dem 2. Januar 2020 möglich



Wie?

Arbeitslöhne, Auftragsforschung und abnutzbare Wirtschaftsgüter
Erhöhung der Bemessungsgrundlage von 4 auf 10 Mio. € jährlich

Arbeitslöhne der mit der
Forschung und
Entwicklung betrauten
eigenen Mitarbeiter



Bis 27.03.2023:
Auftragsforschung:
60 % des gezahlten
Entgelts

Ab 28.03.2024:

- **Auftragsforschung**
70 % des gezahlten Entgelts
- **Wertminderungen** auf abnutzbare
bewegliche Wirtschaftsgüter

= die steuerfreie Forschungszulage beträgt 25 % der Bemessungsgrundlage
+ Bonus für KMU in Höhe von 10 Prozentpunkten = 35 % für KMU

Bis 27.03.2024 maximal 1 Mio. € jährlich auf Gruppenebene

Ab 28.03.2024 max. 3,5 Mio. € p.a. auf Gruppenebene

©Steinbeis Beratungszentrum Technologieförderung & Projektfinanzierung

sicherheit – die Gutschriften sind ein attraktiver Finanzierungsbaustein abseits des Venture Capital-Marktes.

- Und: Eine Bonitätsprüfung findet nicht statt. Auch kleinere, weniger finanzstarke Gründungen haben also die Möglichkeit diese Hilfe zu beantragen. Bei traditionellen Zuschussprogrammen muss hingegen eine Durchfinanzierung bis Projektende nachgewiesen werden.

Mit dem jetzt verabschiedeten Wachstumschancengesetz haben sich die Bedingungen nochmals verbessert: So erhöht sich die maximale Bemessungsgrundlage um 250 Prozent und steigt auf jährlich zehn Millionen Euro. Mit dem Ausschöpfen der Forschungszulage können Unternehmen damit Jahr für Jahr 2,5 Millionen Euro als Steuergutschrift realisieren – KMUs, zu denen auch die Start-ups zählen, sogar 3,5 Millionen Euro. Vor allem: Zusätzlich zu den Arbeitslöhnen gelten künftig die

Anschaffungs- und Herstellungskosten von abnutzbaren beweglichen Wirtschaftsgütern des Anlagevermögens ebenfalls als förderfähige Aufwendungen. Für Start-ups kann das entscheidend sein: So können etwa Laborgeräte und -einrichtungen, Computer Hard- und Software für komplexe, neuartige Aufgaben oder Prüfstände, Analysegeräte oder Apparaturen zur Herstellung von Prototypen geltend gemacht werden. Und: Einzel- und Mitunternehmer können zukünftig für Eigenleistungen pauschal 70 Euro pro Arbeitsstunde geltend machen.

PROTEINHALTIGE BIOMASSE FÜR PHARMAZEUTIKA UND FUTTERMITTEL

Eine mögliche steuerliche Förderung der Investitionen und des Personalaufwands – das zieht bei Start-ups, wie zum Beispiel bei der 350 PPM Biotech GmbH. Das junge Unternehmen aus Hamburg

produziert proteinhaltige Biomasse auf Basis von CO₂-verbrauchenden Bakterien. Die Proteine können für die Weiterverarbeitung zu pharmazeutischen, kosmetischen Produkten genutzt werden – oder auch für die Herstellung von Futter- und Nahrungsergänzungsmitteln. Die Beimischung von Fischmehl etwa ist bei einem solchen Produktionsverfahren nicht mehr notwendig. Doch die Produktion mittels eines großtechnischen Fermentationsverfahrens ist komplex und mehrere Millionen Euro teuer. „Für uns war die Forschungsförderung ein ganz wesentlicher Baustein der Finanzierung“, so Erwin Jurtschitsch, CEO der 350 PPM Biotech GmbH.

KI ERSTELLT BAUPLÄNE FÜR DIE ELEKTROINSTALLATION

Gut 850 Kilometer südlich von Hamburg sitzt die innFactory GmbH. Das vor sechs Jahren gegründete Unternehmen aus Rosenheim ist als Dienstleister auf

die cloudbasierte Software- und App-entwicklung spezialisiert. Ein Unternehmensbereich dient speziell der Entwicklung eigener Produkte. Das jüngste Projekt: eine KI-basierte Software zur Erstellung von realen Bauplänen im Elektroinstallationsbereich. Was bis dato mühevoll (und fehleranfällig) an Steckdosen, Lichtschaltern, Heizungen mit der Hand in den Bauplan eingezeichnet wurde, übernimmt jetzt in Sekundenschnelle die künstliche Intelligenz. Das Programm wurde vorab mit tausenden von Bauplänen gefüttert. Eine solche Methodik ist nicht nur technologisch herausfordernd, sondern auch personalintensiv. Der Personalaufwand für die hier investierten Stunden konnte rückwirkend geltend gemacht werden.

ANFORDERUNGEN AN GEFÖRDERTE INNOVATIONEN: NIEDRIGER, ALS GEDACHT

„Die steuerliche Forschungszulage stellt im Vergleich zu FuE-Zuschüssen niedrigere Anforderungen an die Innovationshöhe“, meint Helmut Haimerl, Geschäftsführer der Steinbeis Technologie- & Innovationsberatung GmbH, „viele Entwicklungsvorhaben, die den hohen Anforderungen der Projektförderung nicht genügen, erfüllen die Ansprüche der steuerlichen Forschungszulage“. Aufgrund seiner langjährigen Erfahrung mit FuE-Anträgen beurteilt Helmut Haimerl sicher und verlässlich die Förderfähigkeit der Vorhaben. „Die Ausgangslage bei Start-ups unterscheidet sich grundsätzlich von der der Konzerne: Der Kreis der involvierten Personen ist überschaubar, Daten sind häufig zentral verfügbar, das Tempo ist hoch, aber die Managementkapazitäten sind extrem limitiert“, so Helmut Haimerl, der seit rund 15 Jahren Unternehmen im Bereich der Technologieförderung berät.

Grundsätzlich prüft die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

beauftragte Bescheinigungsstelle Forschungszulage (BSFZ) eine eingereichte Innovation nach fünf Kriterien:

- Sie muss auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse abzielen,
- sie muss schöpferisch originär sein,
- sie muss einem Plan folgen und budgetierbar sein,
- sie muss Unsicherheiten bezüglich des Endergebnisses enthalten,
- sie muss Möglichkeiten der Reproduzierbarkeit bieten.

Die selbstkritische Beurteilung dieser Kriterien für das eigene Forschungsprojekt und die wasserdichte Argumentationsführung für die BSFZ stellen Start-ups dabei immer wieder vor Herausforderungen. Beispiel IT: Hier genügt es nicht eine neue Anwendung oder Plattform zu entwickeln, wenn diese auf bekannten Methoden oder bereits existierenden Softwaretools beruhen. Für förderfähige Forschung und Entwicklung bei der Softwareentwicklung spricht:

- Die Entwicklung von Programmiersprachen und Betriebssystemen,
- die Entwicklung von Softwaretools/-technologien für spezialisierte Anwendungsgebiete, wenn dabei technologische Unsicherheiten zu lösen sind,
- in der Regel gilt: je aktiver/intelligenter die Software, desto innovativer,
- der Einsatz von Methodiken, die den umfassend genutzten Stand der Technik übersteigt.

„Die Bewerbung um die steuerliche Forschungsförderung unterscheidet sich grundsätzlich von den üblichen Pitch Decks. Hier mussten wir etwa mögliche Risiken in der Entwicklung offenlegen. Ein Aspekt, der in den gängigen Investorenpräsentationen nicht unbedingt nach vorn geschoben wird“, meint innFactory-CFO Maximilian Grassl, „für uns war das sehr hilfreich, weil wir die gesamte Entwicklung dadurch nochmal hinterfragt haben“.

„Die steuerliche Forschungsförderung ist eigentlich eine der besten Ideen der Merkel-Regierung gewesen, sie wurde danach maßgeblich optimiert, ist aber immer noch viel zu kompliziert und aufwendig. Ohne professionellen Beistand hätten wir die Forschungszulage nicht bekommen“, ergänzt Erwin Jurtschitsch.

Tatsächlich haben nur wenige Start-ups bereits Erfahrungen bei der Beantragung von Fördermitteln oder gar einem systematischen Fördermittelprozess. Hier helfen Berater wie Steinbeis-Experte Helmut Haimerl. In regelmäßigen, häufig wöchentlichen Calls hinterfragt er die Idee, ihre Innovationshöhe und mögliche technische Risiken. Zusammen mit den Projektverantwortlichen erarbeitet er eine schlüssige und richtlinienkonforme Argumentation, die den kritischen Augen der Gutachter standhält. Nach Bewilligung prüft die Steuerbehörde die tatsächlich angefallenen Kosten. Erwin Jurtschitsch resümiert: „Allein hätten wir das nie geschafft, wir brauchten einen professionellen Partner an unserer Seite“. Wer den gefunden hat, steigert seine Chancen auf eine Forschungszulage in Millionenhöhe. Zeit und Geld sind für Entrepreneurere also gut angelegt – erst recht in Zeiten immer schwierigerer Finanzierungsmöglichkeiten.

HELMUT HAIMERL
helmut.haimerl@steinbeis.de (Autor)



Geschäftsführer
Steinbeis Technologie- &
Innovationsberatung GmbH
(München)

www.steinbeis.de/su/2534



➔ Übergabe des ESG-Ratings an die Geschäftsführung der Schneider Bau GmbH & Co KG in Heilbronn Ende 2023: Eberhard Köhler, Doris Köhler (Schneider Bau) und Enrico Moretti (Steinbeis-Beratungszentrum ESG und Nachhaltigkeit) (v. l. n. r.)

ESG-RATING FÜR KMU: SMART, SCHNELL UND GÜNSTIG

STEINBEIS-BERATER UNTERSTÜTZT MITTELSTÄNDLER BEI DER STRATEGISCHEN AUSRICHTUNG AUF NACHHALTIGKEIT

ESG-Ratings bewerten Geschäftsmodelle von Unternehmen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit. Dazu werden Risiko-evaluierungen sowie Performancemessungen anhand ökologischer, sozialer und die Unternehmensführung betreffender Faktoren vorgenommen. Am häufigsten finden ESG-Ratings Anwendung bei der Bewertung der Nachhaltigkeitsperformance von börsennotierten Unternehmen, einige Anbieter untersuchen aber auch Staaten, Regierungen und Fonds. Steinbeis-Unternehmer Enrico Moretti hat sich auf ESG-Ratings für KMU spezialisiert, seine Mandanten erhalten ein ESG-Label, das öffentlich kommuniziert werden kann und einen Mehrwert gegenüber Wettbewerbern darstellt.

Wie funktioniert das ESG-Rating des Steinbeis-Beratungszentrums ESG und Nachhaltigkeit nun konkret? „Wir kaufen das Branchenrating von einem renommierten Analysehaus ein und stellen das Zielunternehmen in den Fokus dieser Branchenanalyse. Darauf folgt

ein Benchmarking und eine Feinjustierung mit 34 Zusatzinformationen und eine Anpassung des Ursprungsratings“, erläutert Enrico Moretti.

Ziel ist es, mit geringem Aufwand und niedrigen Kosten sowie unter Einbezug

staatlicher Förderungen einen transparenten ESG-Blick auf das Unternehmen zu erhalten. Das ESG-Rating offenbart Positionen, die schnell verbessert werden können, sogenannte Quick-Wins. Damit hilft das Rating bei der Vorbereitung auf Bankgespräche und kann



➤ Das Rating als Startschuss für das Nachhaltigkeitsprojekt

den Startschuss für das unternehmens-eigene Nachhaltigkeitsprojekt mit einem Wissensvorsprung für das Management darstellen.

DAS ESG-RATING ALS WETTBEWERBSVORTEIL

Das ESG-Rating des Steinbeis-Beratungszentrums ESG und Nachhaltigkeit ist vor allem dann wesentlich, wenn der Unternehmer frühzeitig die Weichen für eine gute Berichterstattung im Hinblick auf die seit 2022 geltende Corpo-

rate Sustainability Reporting Directive (CSRD) legen möchte. Denn im Jahr 2025 sammelt er die Daten für den 2026 zu veröffentlichenden CSRD-Bericht, der das Unternehmen für die Allgemeinheit in der Branchenbetrachtung vergleichbar macht – und das bis zum nächsten Nachhaltigkeitsbericht im Jahr 2027! Für viele Unternehmer ist es deshalb wichtig, bereits 2024 das ESG-Branchenrating und die Quick-Wins zu kennen und die Erkenntnisse daraus umzusetzen, um so dem eigenen Unternehmen in 2025 gute Zahlen und ei-

nen langanhaltenden Reputationsgewinn ab 2026 zu ermöglichen.

Sofern alle notwendigen, rund 30 Datenpunkte vorhanden sind, ist das ESG-Rating in aller Regel innerhalb weniger Tage fertiggestellt. Für die Recherche, Analyse, Verschriftlichung und Präsentation benötigt das Steinbeis-Team rund fünf Beratertage. Je nach Branche des Mandanten können die anfallenden Kosten um bis zu 80 % durch staatliche Zuschüsse reduziert werden.

VORTEILE EINES ESG-RATINGS

- Kostengünstiger Einstieg in die ESG-Systematik
- Eindeutige Ergebnisse mit geringem zeitlichen Aufwand
- Schnell umsetzbare ESG-Quick-Wins
- Wissensvorsprung für das Management
- Professionelle Vorbereitung auf Bankgespräche
- Gelungener Startschuss für Nachhaltigkeitsprojekte
- Benchmarking zur Branche
- Verbesserte Kommunikation mit den Mitarbeitenden
- Grundlage für das Controlling der Nachhaltigkeitsmaßnahmen
- Basis für den Nachhaltigkeitsbericht und für eine aktive Kommunikation mit den Stakeholdern

ENRICO MORETTI
enrico.moretti@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Beratungszentrum
ESG und Nachhaltigkeit
(Öhringen)

www.steinbeis.de/su/2500
www.esgprojekt.de

ESG BEI UNTERNEHMENSKÄUFEN: EIN ENTSCHEIDENDER FAKTOR FÜR ERFOLG UND UNTERNEHMENSWERT

DIE STEINBEIS M&A PARTNERS GMBH UND DAS STEINBEIS-BERATUNGSZENTRUM INSTITUTE FOR EFFECTIVE MANAGEMENT KOOPERIEREN IN DER STRATEGIEARBEIT

In einer sich rasant verändernden Welt haben Unternehmenszukäufe, sogenannte Mergers & Acquisitions (M&A), ihre Rolle erweitert: Sie dienen nicht mehr nur dem Unternehmenswachstum oder dem Erschließen neuer Märkte, sondern sind zentrale Werkzeuge für strategische Neuausrichtungen und nachhaltige Unternehmensentwicklungen. Die Prinzipien der Nachhaltigkeit, insbesondere die ESG-Kriterien (Umwelt, Soziales, Unternehmensführung), werden zu Schlüssелеlementen in M&A-Strategien und entscheidend für den langfristigen Unternehmenserfolg. Die Frage, wie ESG-Prinzipien die Risikominimierung, das Erkennen neuer Geschäftsmöglichkeiten und die Steigerung des Marktwertes beeinflussen, steht im Mittelpunkt von M&A-Entscheidungen. Die Partnerschaft zwischen dem Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management und der Steinbeis M&A Partners GmbH will ESG-Prinzipien zukünftig als Kernelemente effektiver und nachhaltiger M&A-Transaktionen wissenschaftlich etablieren.

Der Wandel in der M&A-Branche führt zu den zentralen Überlegungen, wie ESG-Prinzipien die Unternehmensbewertung und -auswahl in M&A-Transaktionen verändern und welche spezifischen ESG-Aspekte für Investoren und Käufer am wichtigsten sind. Aktuelle Studien zeigen, dass Unternehmen mit fortgeschrittenen ESG-Strategien bei Investoren beliebter sind und höhere Verkaufspreise erzielen, was den wirtschaftlichen Wert von ESG unterstreicht.

ESG IN DER M&A-STRATEGIE: PRAKTISCHE HANDLUNGS- SCHRITTE

„Angesichts der wachsenden Relevanz dieser Thematik ist es entscheidend, dass Unternehmen proaktiv handeln“, betont Daniel Lutzenberger, der am Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management die Themen ESG und Nachhaltigkeit verantwortet. Insbesondere fünf Maßnahmen empfiehlt er Unternehmen:

- 1. Wissensaufbau:** Fachliteratur und Branchenberichte bieten wertvolle Einblicke in ESG-Trends und -Praktiken.
- 2. Interne Analyse:** Eine kritische Überprüfung der eigenen M&A-Strategien im Hinblick auf ESG-Kriterien ist essenziell.
- 3. Stakeholder-Dialog:** Der Austausch mit Investoren, Kunden und Mitarbeitern kann das Verständnis für ESG-Belange vertiefen und zu ganzheitlichen Lösungen führen.
- 4. Zielsetzung:** Die Definition klarer Nachhaltigkeitsziele im Rahmen von M&A-Aktivitäten kann langfristig den Unternehmenswert steigern.
- 5. Expertenrat:** Die Einbindung von ESG-Experten in den M&A-Prozess unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung effektiver Strategien.

Diese Maßnahmen sind nicht nur für Risikominimierung und Compliance entscheidend, sondern bieten auch Chancen für nachhaltiges Wachstum, Innovation und Wettbewerbsvorteile.

ESG IN M&A-PROZESSEN: CHANCEN ERKENNEN, VERANTWORTUNG ÜBERNEHMEN

Die Integration von ESG-Aspekten in M&A-Strategien ist inzwischen keine optionale Ergänzung mehr, sondern eine strategische Notwendigkeit. Unternehmen, die das erkennen und proaktiv angehen, haben die Chance, langfristigen Geschäftserfolg zu sichern und gleichzeitig einen positiven Einfluss auf die Gesellschaft und die Umwelt auszuüben.

Der vom Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management und der Steinbeis M&A Partners entwickelte ESG-Quick-Check stellt ein wirksames Werkzeug für eine erste schnelle



Andreas Renner (Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management), Ralf Lauterwasser (Steinbeis), Anja Renner (Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management) und Steffen Lohrer (Steinbeis M&A Partners GmbH) bei den Starnberger See Gesprächen (v. l. n. r.)

Positionsbestimmung des eigenen Unternehmens dar. Die Checkliste ermöglicht es Unternehmen, schnell und zeitnah potenzielle Übernahmekandidaten gründlich zu bewerten, Risiken zu minimieren und Chancen für nachhaltige Wertschöpfung zu erkennen.

Die Zukunft von ESG in Verbindung mit M&A ist vielversprechend. Unternehmen, die ESG-Prinzipien in ihre Strategien integrieren, werden nicht nur von Investoren und Kunden honoriert, sondern tragen auch dazu bei, eine verantwortungsvollere Geschäftswelt zu schaffen. Die Partnerschaft zwischen dem Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management und der Steinbeis M&A Partners GmbH ist ein innovativer Ansatz, um die M&A-Landschaft nachhaltiger zu gestalten.

PARTNER FÜR IHRE M&A-STRATEGIE

Für Unternehmen, die in M&A-Prozessen und Transaktionen die Führung übernehmen wollen, bietet die Steinbeis M&A Partners GmbH eine ideale Plattform. Die Beratung erfolgt von Unternehmern zu Unternehmern. Das Steinbeis-Team unterstützt bei der effektiven Steuerung von komplexen Transaktionen und führt sie gemeinsam mit dem Kunden zum Erfolg.



Weitere Infos: www.steinbeis-finance.de

Das Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management bietet in der zentrumseigenen Steinbeis Augsburg Business School Weiterbildungen und Zertifizierungen im Bereich ESG. Mit einem umfassenden Lehrangebot begleiten die Experten Fach- und Führungskräfte auf ihrem Weg zur Zertifizierung und unterstützen bei der erfolgreichen Gestaltung von Karrieren.



Weitere Infos: www.steinbeis-ifem.de

DANIEL LUTZENBERGER

daniel.lutzenberger@steinbeis.de (Autor)

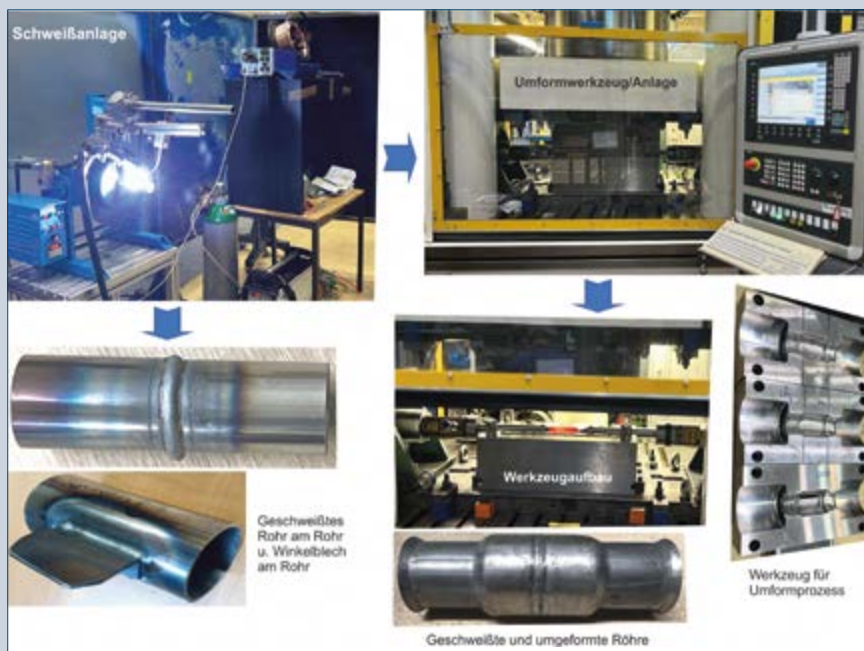


Mitarbeiter
Steinbeis-Beratungszentrum Institute for Effective Management (Augsburg)

www.steinbeis.de/su/2024 | www.steinbeis-ifem.de

DIE KOMBI MACHT'S: SCHWEIßEN UND UMFORMEN IN EINEM

STEINBEIS-TEAM ENTWICKELT VERFAHRENSTECHNIK ZUM AUTOMATISIERTEN LICHTBOGENSCHWEIßEN UND UMFORMEN VON HOCHFESTEN STAHLSTRUKTURBAUTEILEN



Eine im Projekt entstandene Arbeitsstation mit optimierter Bauteilzuführungs-/Handhabungstechnik, MSR-Technik sowie Bauteilbeheizungs-/kühlungsmoduleinheiten koppelt die beiden Bauteilherstellungsprozesse Schweißen und Umformen.

Der gegenwärtige Trend hin zur E-Mobilität und die weiter verschärften Anforderungen einer Reduktion der Schadstoff- und CO₂-Emissionen industrieller Erzeugnisse führen zu immer mehr industriellen Leichtbauanwendungen. Der industrielle Einsatz von hochfesten Stählen ermöglicht Kosteneinsparungen gegenüber faserverstärkten Materialien sowie metallischen Werkstoffen. In den von Industriekunden verstärkt nachgefragten Leichtbau- und energieeffizienten Materialien im Bereich des Fahrzeug-, Schienenfahrzeug- und Behälterbaus sollen funktionssichere Bauteilgeometrien ihre Anwendung finden. Die vielfältigen thermischen Fügeverfahren und umformtechnischen Verfahren können dabei einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung eines funktionellen Multi-Material-Designs leisten. Das Team des Steinbeis-Innovationszentrums Intelligente Funktionswerkstoffe, Schweiß- und Fügeverfahren, Exploitation hat in einem gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojekt mit der IWC Engineering GmbH eine kombinierte Verfahrenstechnik zum automatisierten Schweißen und Umformen von hochfesten Stahlstrukturbauteilen entwickelt. Die Schweißwärmeenergie im Bauteil wird dabei als Umformtemperatur zur Ausführung des Umformprozesses von hochfesten Stählen mit einem exakt gesteuerten Bauteilabkühlungsprozess genutzt.

Die Schweißbarkeit von hochfesten Stahlwerkstoffen ist heutzutage beherrschbar. Allerdings treten bei erhöhten Temperaturen Gefügeumwandlungen auf, was die Weiterverarbeitung

erschwert. Die Abkühlrate nach dem Schweißvorgang muss exakt definiert und eingestellt werden, damit die Schweißnaht annähernd ähnliche Werkstoffigenschaften wie das Restbau-

teil aus dem Grundwerkstoff aufweist. Insbesondere findet in der Schweißnaht und der Wärmeinflusszone (WEZ) eine Auflösung des Martensitgefüges statt. Dadurch bilden sich spröde Kohlenstoff-

anreicherungen, die das Material verspröden und die Bruchdehnung sinken lassen. Deshalb wird oft versucht die Schweißwärmeenergie bauteilangepasst und konzentriert einzuhalten, um definierte Nahtflächen erzeugen zu können und die negativen Temperatureinflüsse auf die Bauteileigenschaften zu verhindern.

DAS ZIEL: KOSTEN UND PROZESSZEITEN REDUZIEREN

In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Forschungsprojekt des Steinbeis-Teams und von IWC Engineering war deshalb eine kombinierte Verfahrenstechnik das Ziel, die die Schweißwärmeenergie intelligent weiternutzt. Mit der entwickelten Technik werden die definierten Bauteileigenschaften hohe Festigkeit und Härte, eine Gefüge-Feinkornzone und geringere Bauteileigenspannungen erzielt und negative Schweißprozesseinflüsse verhindert. Somit lassen sich geschweißte Dualphasenstähle nachträglich umformen und eine Vielzahl an werkstoff- und prozesstechnischen Vorteilen erreichen.

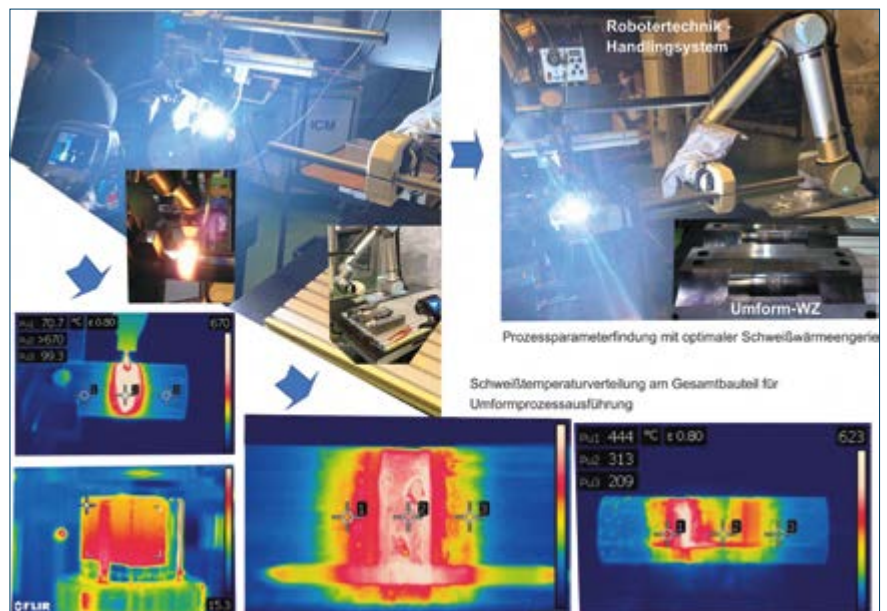
Gerade wegen des stark wachsenden Einsatzvolumens dieser hochfesten Stahlwerkstoffe besteht ein großer Bedarf an der Beherrschung und Verbesserung der Schweißnahteigenschaften durch Umformen der Schweißnaht und seiner Wärmeinflusszone. Diese Möglichkeit zur Einstellung der Nahteigenschaften und Optimierung des Umformgrades des Gesamtbauteilwerkstoffes hat das Projektteam im Rahmen der Entwicklungsarbeiten werkstoffprozess-technisch untersucht und anhand der Herstellung von Anwendungsbauteilen nachgewiesen. Dafür wurde eine Verfahrenstechnologie mit kombiniertem Lichtbogenschweiß- und Umformprozess entwickelt und bei der Herstellung von Finalbauteilen mit festgelegten mechanisch-technologischen Eigenschaften angewendet. Mehrere wissen-

schaftliche und unternehmerische Ziele wurden dadurch erreicht:

- prozesstechnische Kopplung der beiden Teilprozesse Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) sowie wirkmedienbasiertes Umformen durch Nutzung der Schweißwärmeenergie für eine qualitätsgerechte Ausführung des Umformprozesses mit definierten Umformtemperaturen, Wärmeausführungs- und Bauteilabkühlbedingungen,
- funktionssichere modulare Steuerungs- und Regelungsüberwachung des Gesamtprozesses mit einer effizienten Bauteilherstellungsprozesskette mit optimaler Bauteilzuführungs- und Handhabungstechnik,
- lokal temperierte und gekühlte Umformwerkzeugmoduleinheit mit einem passenden thermomechanischen, modularen Steuerungs- und Regelungssystem zur Überwachung des wirkmedienbasierten Umformprozesses und zur Sicherstellung qualitätsgerechter Bauteileigenschaften,

- Erzielung definierter technologisch-mechanischer Bauteileigenschaften bei eingesetzten hochfesten Dualphasenstählen und Gesamtbauteilstrukturen mittels der entwickelten Verfahrensprozesstechnologie und deren technischer Parameter.

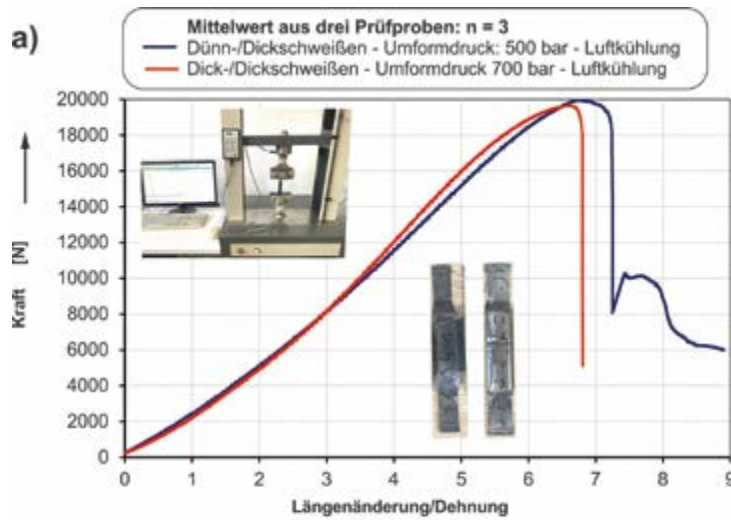
Die entwickelte Verfahrenstechnologie wurde so gestaltet, dass die einzelnen Teilprozesse in den bestehenden Prozessabläufen mit einem geringeren Aufwand gut miteinander gekoppelt sind. Das Projektziel war, durch den Einsatz einer kombinierten Verfahrensprozess-technologie eine gute Umformbarkeit sowohl bei den Schweißnähten und der WEZ als auch bei den Gesamtbauteilstrukturen zu erreichen. Dadurch können qualitätsgerechte Bauteilgeometrien hergestellt werden, die Kosten, Prozesszeiten und die Anzahl der Prozessschritte bei thermischen Füge- und Umformprozessen von hochfesten Stählen reduzieren. Das Projektteam hat die notwendige Verfahrensfunktionalität und deren spezifische Merkmale



➔ Prozessparameterfindung mit optimaler Schweißwärmeenergie und deren Verteilung am Gesamtbauteil für die Umformprozessausführung

und Daten zum Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißprozess) und Innenhochdruckumformen von hochfesten Stählen ermittelt und prozesstechnisch realisiert. Außerdem entstand ein werkstoff- und prozesstechnisches Anforderungsprofil im Hinblick auf die Schweißprozesstechnologie und deren Wärmeeinbringung, -ausbreitung ins Bauteil, Materialspezifikationen und Versuchsbauteilgeometrien.

Auf Basis werkstofftechnisch-konstruktiver Untersuchungen zur Prozessentwicklung wurde die Schweißprozesstechnologie mit anschließendem prozessbegleitendem Umformen entwickelt und umgesetzt. „Hergestellt und untersucht haben wir Schweißbauteile mit definierter Schweißnahtgeometrie bei unterschiedlicher Bauteilwärmeeinbringungsleistung und -abkühlbedingungen. Das aus der Lichtbogenschweißtechnologie resultierende Bauteil-Wärmeregime haben wir für das anschließende Umformen von geschweißten Bauteilen genutzt“, erläutert Steinbeis-Unternehmer Dr.-Ing. habil. Khaled Alaluss. Aus dem verwendeten Dualphasenstahl DP600 wurden bei Umformtemperaturen von 723 bis 880 °C Strukturteile als Finalprodukt umgesetzt. Zur Realisierung des Dünn/Dick-, Dünn/Dünn- und Dick/Dickschweißens verbanden die Experten bei variierenden Bauteilabkühlbedingungen und Wärmeenergieleistungen Rohre mit unterschiedlichen Abmessungen (Durchmesser 40 mm, Wanddicke 1,5 und 2 mm) schweißtechnisch miteinander und formten sie um. Schließlich erfolgte die Eigenschaftscharakterisierung der geschweißten Strukturen mit einer metallografischen Analyse und einer mechanischen Werkstoffprüfung hinsichtlich Kriterien wie Härte, Gefügebau, Bauteilformänderungen, Rissfreiheit und Festigkeit. Die damit erreichten Ergebnisse entsprachen den definierten Bauteilanforderungen und technischen Parametern.



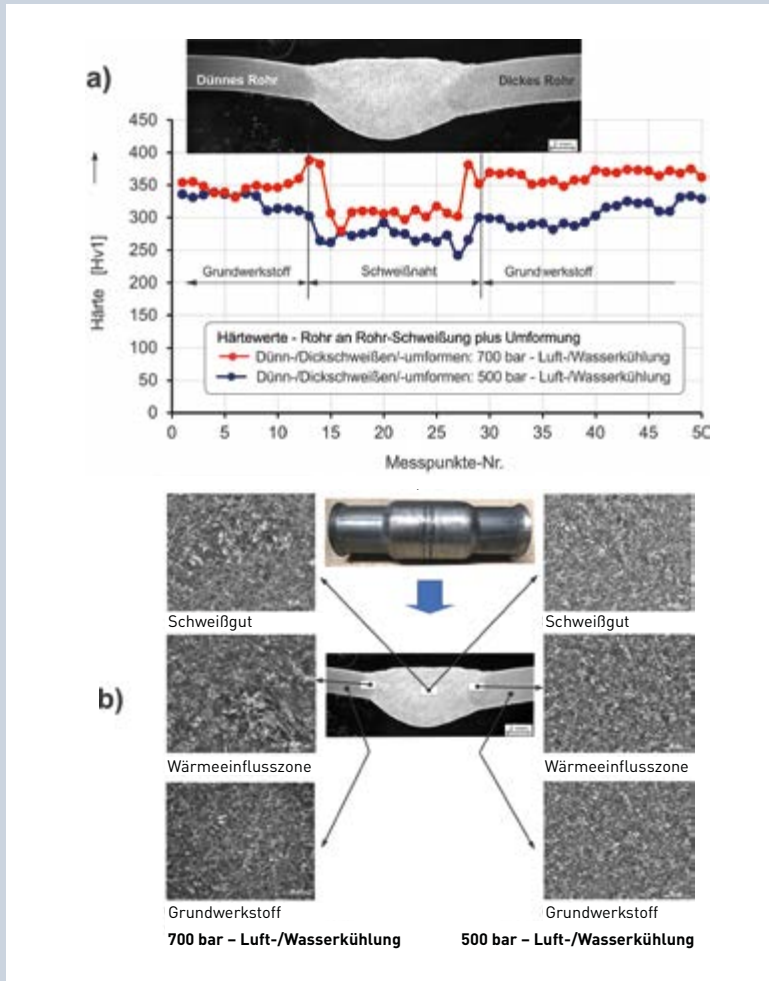
➔ Eigenschaftscharakterisierung geschweißter/umgeformter Bauteilstrukturen im Schweißnaht- und WEZ-Bereich: a) Nachweis erzielbarer Festigkeiten geschweißter/umgeformter Bauteilstrukturen, b) Rot-Weiß-Test zum Nachweis rissfreier Bauteilstrukturen

DIE DEMONSTRORTEILE BESTEHEN DIE PRÜFUNG

Die hergestellten Bauteilgeometrien untersuchte das Projektteam auf äußere Fehler, Maß-/Formgenauigkeit, Rissbildung und mechanisch-technologische Eigenschaften hin. Aus den Demonstrortteilen wurde durch zwei Trennschnitte in Achsrichtung ein Segment herausgetrennt. An einer Schnittfläche der aufgetrennten Demonstrortteile wurden die Rohrwanddicken und die Radien an definierten Punkten gemessen. Die Wanddicke entspricht bei beiden Messstellen der Wanddicke im Bereich der Ausformung. „Bei der Wanddicke muss berücksichtigt werden, dass sie sich durch die Ausformung und mögliche auftretende Zunderbildung aufgrund der Umformtemperatur verändern kann. Wir haben festgestellt, dass mit dem verursachten hohen Fließverhalten bei der definierten Umformtemperatur größere plastische Formänderungen bei einem hohen Umformgrad und rissfreier Bauteilgestalt entstanden“, meint Khaled Alaluss. Dies wirkt sich positiv auf die Umformradien

des Bauteils aus, sodass eine genaue Geometrie bei Bauteilmaß- und Bauteilformbildung abgebildet wurde. Es traten geringere Radiusänderungen in Abhängigkeit vom Druckwert (500/700 bar) und in Bezug auf Referenzbauteil-/Werkzeugform auf. Weiterhin zeigten die Bauteile geringere Wanddickenänderungen über die Gesamtlänge hinweg, die geringfügig mit zunehmendem Druckwert abnahmen. Somit entstanden keine Bauteilrisse bei geringfügiger Bauteildickenänderung.

Die erzielten Festigkeitswerte an den geschweißten und umgeformten Bauteilstrukturen beim Rohr-an-Rohrschweißen mit anschließendem Umformen zeigten sehr gute Ergebnisse. Hier wurden Festigkeitswerte von 694 bis 882 MPa an umgeformten Rohrteilen mit unterschiedlichen Wanddicken bei einer maximalen Prüfkraft von 18 bis 20 kN erzielt. Bei allen geprüften Proben entstanden die Materialbrüche im Grundwerkstoffbereich. Die Bildung von Gefügestrukturen (Martensit/Bainit) bei höheren Temperaturen führt zur Zunahme der Festigkeitswerte des



Eigenschaftscharakterisierung geschweißter/umgeformter Bauteilstrukturen im Schweißnaht- und WEZ-Bereich: a) Härteverläufe und b) Gefügeaufbaubildung. Erkennbar ist, dass die gemessenen Vickers-Härtewerte über das Gesamtbau teil von der Bauteildicke und den Umformparametern (Druckwerte 500/700 bar) abhängig und groß sind. In der WEZ und im Grundwerkstoffbereich bildeten sich typische Martensitanteile bei allen untersuchten Proben, wobei ihre Morphologie von Abkühlbedingungen abhängig ist. Es bildeten sich feine beziehungsweise grobe Gefügestrukturen [Zweitphase als inselförmige Strukturen [Martensit/Bainit]] an den Korngrenzen ab.

PD DR.-ING. HABIL. KHALED ALALUSS
khaled.alaluss@steinbeis.de (Autor)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Innovationszentrum
Intelligente Funktionswerkstoffe,
Schweiß- und Fügeverfahren,
Exploitation (Chemnitz)

www.steinbeis.de/su/1644

DR. JUR. LARS KULKE
lars.kulke@steinbeis.de



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Innovationszentrum
Intelligente Funktionswerkstoffe,
Schweiß- und Fügeverfahren,
Exploitation (Chemnitz)

www.steinbeis.de/su/1644

FRIEDEMANN SELL
friedemann.sell@steinbeis.de



Projektmitarbeiter
Steinbeis-Innovationszentrum
Intelligente Funktionswerkstoffe,
Schweiß- und Fügeverfahren,
Exploitation (Chemnitz)

www.steinbeis.de/su/1644

EGBERT EURICH
egbert.eurich@iwce.de

Geschäftsführer
IWC Engineering GmbH (Chemnitz)

www.iwc-engineering.de

PETER JURASCHEK
peter.juraschek@iwce.de

Projektmitarbeiter
IWC Engineering GmbH (Chemnitz)

www.iwc-engineering.de

Werkstoffes im Vergleich zu geringeren Temperaturen. Hier übt das Verfestigungsverhalten des hochfesten Stahlwerkstoffes einen bedeutenden Einfluss auf die Bauteilstruktur und den Werkstofffluss aus. Die Tests zeigten schließlich auch, dass im Gegensatz zu den umgeformten Proben bei Raumtemperatur und bei geringeren Umformtemperaturen (unter 400 °C) keine Risse oder Brüche weder im Schweißnahtbereich noch in der WEZ und im Grundwerkstoffbereich auftraten.

Das Projektteam kann einen Erfolg verbuchen: Es hat anhand der hergestellten, qualitätsgerechten Demonstratorbauteile die Eignung der entwickelten Verfahrenstechnologie mit einem prozessbegleitenden Umformprozess zur Herstellung hochfester Strukturbauteile als Finalbauteile aufgezeigt und ihre praktische Umsetzung nachgewiesen. Die hergestellten Strukturteile zeigten fehlerfreie, reproduzierbare und qualitätsgerechte mechanisch-technologische Bauteileigenschaften.



Dieses Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

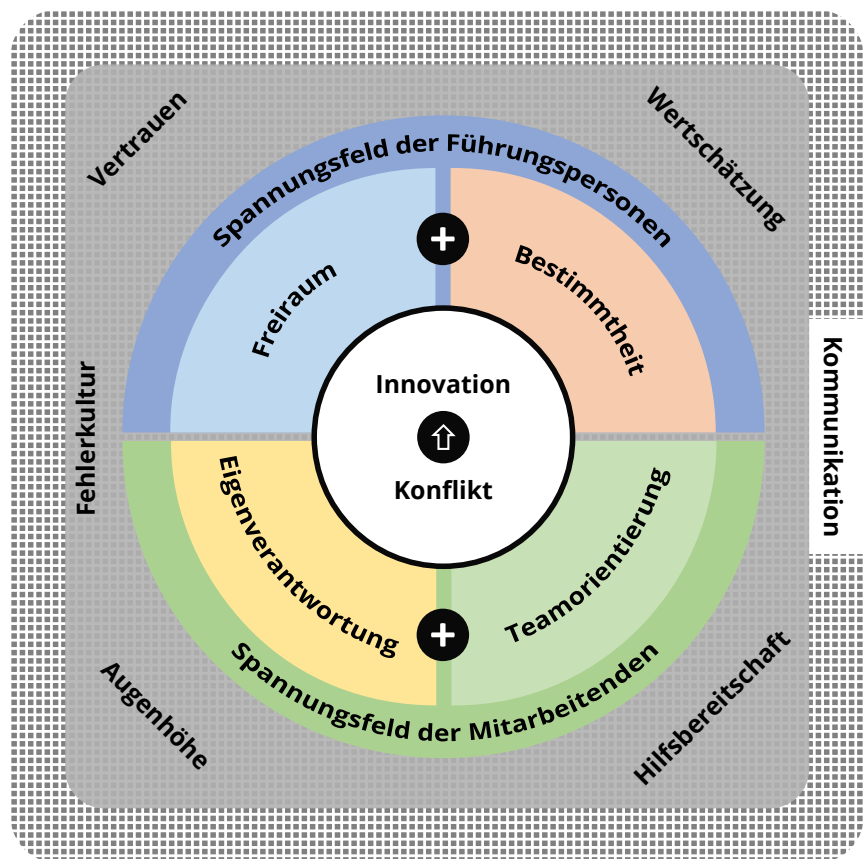
DAS SPANNENDE ZUSAMMENSPIEL ZWISCHEN KONFLIKTEN UND INNOVATIONEN

IM GESPRÄCH MIT DR. WOLFRAM DREIER, STEINBEIS-UNTERNEHMER AM
STEINBEIS-TRANSFERZENTRUM KONFLIKTKLÄRUNG

Wolfram Dreier ist seit fast 30 Jahren im Steinbeis-Verbund tätig und seit mehr als zwei Jahrzehnten verantwortet er das Steinbeis-Transferzentrum in Wangen im Allgäu, das sich kontinuierlich auf die Themen Mediation und Konfliktklärung spezialisiert hat. Da ist es nicht verwunderlich, dass diese Themen den Schwerpunkt seiner Dissertation bilden, die 2023 unter dem Titel „Innovationsförderndes Konfliktmanagement“ in der Steinbeis-Edition erschienen ist. Die TRANSFER hat mit ihm über seine Motivation, sein Verständnis von Konflikten und die zentralen Thesen seiner Promotion gesprochen.

Herr Dr. Dreier, wie kam es dazu, dass Sie sich auf Mediation und Konfliktmanagement spezialisiert haben?

Meine Tätigkeit als Mediator war zunächst nicht absehbar, aber rückblickend lassen sich einige Wegweiser erkennen. Während meines Zivildienstes in einer Klinik für psychosomatisch kranke Kinder wurde ich von der Arbeit der dortigen Psychologin inspiriert. Als Wirtschaftsingenieur konfrontierte mich meine erste Arbeitsstelle mit den Herausforderungen der Auseinandersetzungen zwischen den Geschäftsführern. Die Vielzahl an Gesprächen mit Unternehmern und der Einblick in innovative Betriebe während meiner Tätigkeit als von Steinbeis eingesetzter Geschäftsführer der Wirtschaftsförderungsgesellschaften in den Landkreisen Göppingen und Ravensburg motivierten mich maßgeblich. Mein Entschluss mich als Mediator zu qualifizieren war jedoch hauptsächlich von meinen Erfahrungen im Vorstand eines mittelständischen Unternehmens getrieben. Dort wurde mir bewusst, dass eine zu große Harmonieorientierung letztendlich nicht förderlich ist. Ich strebte mehr Klarheit im Umgang mit Konflikten an, weshalb ich eine Ausbildung zum Wirtschafts-



➔ Komponentenmodell „innovationsförderndes Konfliktmanagement“

mediator an der Steinbeis Akademie für Mediation, Soziales und Recht der Steinbeis Hochschule absolvierte und mein Wissen anschließend in einem be-

rufsbegleitenden Masterstudium an der Europa-Universität Viadrina in Frankfurt (Oder) vertiefte. Auch meine Masterarbeit habe ich 2017 als Buch mit

dem Titel „Über den Konflikt zur Innovation“ in der Steinbeis-Edition veröffentlicht.

Sie bezeichnen sich als „Mediator aus Überzeugung“, was genau bedeutet das?

Ich bin überzeugt von den Möglichkeiten, die sich aus dem Einsatz mediativer Elemente und einer mediativen Haltung ergeben. Solche Prinzipien wie wertschätzende Kommunikation, bewusstes Zuhören, Ergebnisoffenheit und echtes Interesse am Gegenüber haben sich im Arbeitsalltag als äußerst bedeutsam erwiesen. Als Mediator begleite ich Menschen auf dem Weg zur Konfliktlösung und strebe nicht nur danach, aktuelle Schwierigkeiten zu lösen, sondern auch die Angst vor Konflikten zu mindern.

Wie hängen aus Ihrer Sicht Konfliktmanagement, Mediationskompetenz und Innovationskraft eines Unternehmens zusammen?

Innovationen entstehen oft aus Reibungsprozessen. Der Mensch neigt dazu an Gewohntem festzuhalten, während Innovation Veränderung bedeutet und daher Konflikte hervorrufen kann. Die Frage ist nicht, ob Konflikte für Innovationen notwendig sind, sondern wie Unternehmen mit ihnen umgehen. Hier bieten meditative Prinzipien eine wertvolle Orientierung.

In Ihrer Dissertation geht es um das Komponentenmodell „innovationsförderndes Konfliktmanagement“, könnten Sie unseren Lesern mehr darüber verraten?

Dazu muss ich sagen, dass meine Dissertation an einigen Stellen auf meine Masterarbeit aufbaut. Ich habe die Frage vertieft, welche Rahmenbedingungen und welches Führungsverhalten dazu führen, dass aus Konflikten Innovationen entstehen. Hierzu habe

ich eine wissenschaftlich fundierte Untersuchung bei innovativen kleinen und mittleren Unternehmen durchgeführt und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in meinem Buch dargestellt. Diese Erkenntnisse münden in das Komponentenmodell „innovationsförderndes Konfliktmanagement“. In dessen Mittelpunkt steht das eben angesprochene Bewusstsein, dass Konflikte der Ausgangspunkt für Innovationen in Unternehmen sind. Wenn dieses Bewusstsein nicht gegeben ist, dann werden strittige Punkte unter den Teppich gekehrt, dann entsteht keine ehrliche Fehlerkultur und die Neuerungen werden eher als Bedrohung, denn als Chance wahrgenommen.

Dieses aktive Zulassen von Konflikten entsteht aus verschiedenen Spannungsfeldern für die Mitarbeitenden und auch für die Führungspersonen. Daher ist es wichtig, dass diese Spannungsfelder in eine entsprechend gelebte Unterneh-

menskultur eingebettet werden. Dabei spielen Aspekte wie Vertrauen, Eigenverantwortung, Hilfsbereitschaft und das Miteinander auf Augenhöhe eine wichtige Rolle. Letztlich müssen die Komponenten von einer übergreifenden innerbetrieblichen Kommunikation begleitet werden. Das Modell stellt diese Zusammenhänge und die Wechselwirkungen der Komponenten dar.

Wissenschaftliche Modelle sind hilfreich, aber was sagt die Praxis dazu?

Die dargestellten Aussagen und das abgeleitete Komponentenmodell werden durch konkrete Beispiele aus den Interviews unterlegt. Dies zu untersuchen war der Kern meiner Forschungsarbeit. Die Beispiele reichen von offenen Türen als Symbol für flache Hierarchien bis hin zur Nutzung von Humor zur Konfliktlösung. Die Praxis steht im Zentrum meiner Arbeit.

DR. WOLFRAM DREIER

wolfram.dreier@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Transferzentrum Konfliktklärung
(Wangen)

www.steinbeis.de/su/0561



Die Dissertation „Innovationsförderndes Konfliktmanagement“ ist im Shop der Steinbeis-Edition unter <http://tinyurl.com/mvzsh7a> erhältlich.



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ FÜR SOLARTHERMIEANLAGEN VON MORGEN

STEINBEIS-TEAM ENTWICKELT ALGORITHMEN ZUR STEUERUNG VON WÄRMEERZEUGUNGSANLAGEN

Unter dem Begriff „saM_soL“ erproben der in Frankfurt ansässige Regeltechnik-anbieter Samson und das Steinbeis-Innovationszentrum Solare und zukunfts-fähige thermische Energiesysteme (Solites) KI zur effizienten Steuerung von Solarthermieanlagen. Das Projekt mit einem Umfang von 1,92 Millionen Euro wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz als Beitrag zur Energiewende in Deutschland gefördert. Es konzentriert sich auf die Entwicklung eines selbstlernenden Algorithmus, der Netzeinspeise- und Übergabe-stationen, insbesondere für Solarthermieanlagen, optimieren soll.

Das wegweisende Forschungsprojekt basiert auf Machine Learning (ML) und soll eine verbesserte Nutzung erneuerbarer Energiequellen ermöglichen. Während Solites die notwendigen Algorithmen für das Machine Learning entwickelt, bringt Samson seine umfassende Expertise in der Regeltechnik sowie seine langjährige Erfahrung in der Entwicklung hochmoderner Steuerungssysteme ein. Der Projektträger ist das Forschungszentrum Jülich (FZJ).

ALGORITHMUS STEUERT SCHWANKENDE ENERGIEQUELLEN IM LAUFENDEN BETRIEB

Den Ausgangspunkt des Forschungsprojekts bilden Steuerungen mit in-

tegriertem PID-Algorithmus (PID: proportional-integral-differenziell) zur Regelung von Prozessen in Wärmenetzen. Die Regelung der thermischen Solaranlage wird virtualisiert und der so entstehende digitale Zwilling trainiert das zugrundeliegende Modell. Im Einsatz passt das ML-Modell die Regelparameter anlagenspezifisch und in Abhängigkeit von äußeren Einflüssen an. Später soll so die Steuerung sowohl zentraler als auch dezentraler Einspeisestationen für Wärme-erzeugungsanlagen mit schwankenden Energiequellen im laufenden Betrieb optimiert werden können. Im Fokus des Forschungsvorhabens steht die Solarthermie als eine besonders fluktuierende Energiequelle. Der Praxistest erfolgt

in der dezentralen solarthermischen Wärmenetzeinspeisestation der Stadtwerke Düsseldorf. Die Anlage mit 232 m² installierter Kollektorfläche erwärmt das aus dem Rücklauf des Fernwärmenetzes entnommene Fluid auf Vorlauf-temperaturniveau.

Thilo Walser ist Projektleiter bei Solites und erläutert das Ziel des Projekts: „Mit ‚saM_soL‘ entwickeln wir einen ML-Algorithmus im virtuellen Modell und trainieren diesen für den späteren Einsatz in der Realanlage. Aus wissenschaftlicher Perspektive bietet dieser neuartige Ansatz immense Potenziale zur verbesserten Regelung von stark fluktuierenden Wärme-erzeugungsanlagen. Der Ansatz soll später auf Netz-



DAS PILOTPROJEKT IST EIN WICHTIGER SCHRITT IN RICHTUNG EINES INTELLIGENTEN ENERGIEMANAGEMENTS.



➤ Solarthermieanlage Düsseldorf

einspeisestationen jeglicher Art übertragbar sein.“ Samson-Projektleiter André Strauch ergänzt: „Die Lösung wird am Ende Materialverschleiß und Temperaturschwankungen reduzieren und Ressourcen in den Heizkraftwerken und Wärmeerzeugungsanlagen einsparen. Für Samson ist das eine hervorragende Ergänzung seiner digitalen Produktpalette für die Nachhaltigkeit im Energiesektor, die wir auch unseren internationalen Kunden anbieten werden.“

IM FOKUS: EIN INTELLIGENTES ENERGIEMANAGEMENT

Die Nutzung von künstlicher Intelligenz in der Regelungstechnik eröffnet Samson neue Möglichkeiten für eine effizientere und nachhaltigere Energieversorgung. Das Pilotprojekt ist ein wichtiger Schritt in Richtung eines intelligenten Energiemanagements, das nicht nur die Effizienz steigert, sondern auch die Integration erneuerbarer Ener-

gien nahezu optimal ermöglicht. Nach erfolgreichem Abschluss des Projekts soll die entwickelte Lösung in das Produkt SAM DISTRICT ENERGY integriert werden, ein digitales Portal von Samson für die Wärmeverteilung, das von vielen Stadtwerken in Deutschland für die Verwaltung, Bedienung und Optimierung ihrer Systeme genutzt wird.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

THILO WALSER

thilo.walser@steinbeis.de (Autor)



Mitarbeiter
Steinbeis-Innovationszentrum
Solare und zukunftsfähige
thermische Energiesysteme
(Solites) (Stuttgart)

www.steinbeis.de/su/1156

ALIA BEGISHEVA

press-de@samsongroup.com (Autorin)

press-de@samsongroup.com
SAMSON AG (Frankfurt am Main)

www.samsongroup.com

TECHNISCHE FEHLER ERKENNEN – SPORTLICHE LEISTUNG STEIGERN

IM GESPRÄCH MIT PROFESSOR DR. JÜRGEN EDELMANN-NUSSER,
STEINBEIS-UNTERNEHMER AM STEINBEIS-FORSCHUNGSZENTRUM
TECHNOLOGIEN, LEISTUNGSDIAGNOSTIK UND GESUNDHEITSMANAGEMENT
IM SPORT

Die Sportbiomechanik ermöglicht eine genaue Bewegungsanalyse und Bewegungsoptimierung der Technik eines Sportlers mit dem Ziel, seine Leistung zu erhöhen und Verletzungsrisiken zu minimieren. Die TRANSFER traf sich mit Professor Dr. Jürgen Edelmann-Nusser, Steinbeis-Experte und Inhaber des Lehrstuhls für Sport und Technik im Bereich Sportwissenschaft der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, um mit ihm über aktuelle Entwicklungen in der Sportbiomechanik und die Rolle der technologischen Trends dabei zu sprechen.

Herr Professor Edelmann-Nusser, Sie beschäftigen sich mit der Sportbiomechanik, welche Themen stehen aktuell im Mittelpunkt Ihrer Forschung?

Der Fokus richtet sich auf die Anwendung von Inertialsensoren im Bereich der Biomechanik und Leistungsdiagnostik: Inertialsensoren werden genutzt, um biomechanische und leistungsbestimmende Merkmale in Echtzeit zu erfassen. Dabei geht es um einfach zu handhabende Systeme, die im täglichen Training verwendet werden können und eine sofortige Rückmeldung über die Ausführung der Bewegung auf einem Smartphone oder Tablet zusammen mit einem Video liefern. So können die Trainer und auch die Sportler bestimmte Vorgaben im täglichen Training gezielt ansteuern oder Fehler erkennen.

Wenn es um die technische Umsetzung geht, werden am Sportler zwei bis fünf Inertialsensoren angebracht und daraus über Algorithmen, die sportartspezifisch entwickelt werden, die entsprechenden relevanten Parameter bestimmt. Ein solches System wird aktuell zum Beispiel in einem Projekt zum Speerwerfen und Kugelstoßen zusammen mit dem

Deutschen Leichtathletikverband erstellt. Auch die in Smartphones verbauten Inertialsensoren kann direkt genutzt werden: So wurde im Bereich Kanurennsport ein System entwickelt, bei dem ein Smartphone über eine spezielle Halterung vorne am Kanu angebracht wird, das dann eine direkte Rückmeldung über die Schlagzahl, die Geschwindigkeit und die Rotationsbewegungen des Bootes um seine drei Achsen - Rollen, Gieren und Stampfen - ermöglicht. Dies kann synchron mit einem Video dargestellt werden oder man kann sich bestimmte Parameter in einem Ampelsystem anzeigen lassen: „Grün“ bedeutet, dass der Parameter in einem guten Bereich liegt, „gelb“ bedeutet „noch akzeptabel“ und bei „rot“ sollte der Parameter korrigiert werden.

Wie können diese Erkenntnisse nutzenstiftend in der Praxis angewendet werden?

Die genannte App im Kanurennsport kann gerade im Nachwuchsbereich dieser Sportart sehr gut eingesetzt werden. Dadurch entsteht auch im täglichen Training ein gewisser Wettkampfcharakter, um entweder in den grünen Bereichen zu bleiben und damit technisch

sauber zu paddeln oder beispielsweise die höchste heute gemessene Geschwindigkeit zu erreichen.

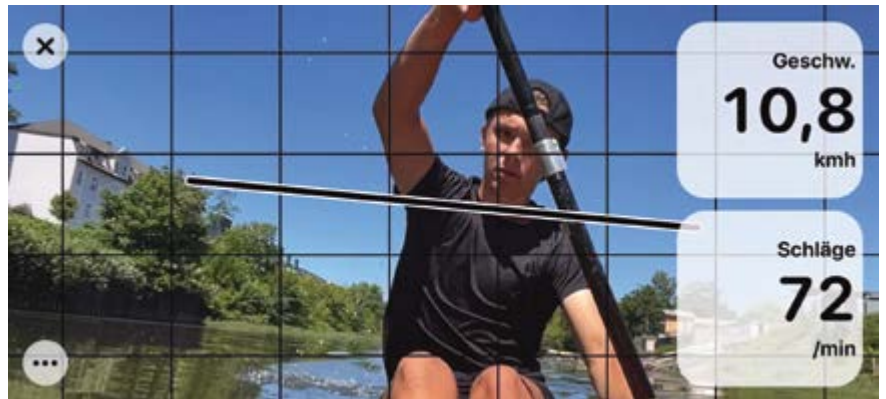
Welchen Einfluss auf Ihre Arbeit haben die aktuellen technologischen Trends wie zum Beispiel Digitalisierung?

Technisch gesehen können die erhobenen Daten aus der App zum Kanurennsport direkt über das Mobilfunknetz übertragen werden. Das bedeutet, dass der Trainer nicht vor Ort sein muss und trotzdem das Training in Echtzeit verfolgen kann. Dies ist gerade im Hochleistungssport von hoher Relevanz, da ein Bundestrainer damit auch Athleten, die an weit entfernten Orten trainieren, täglich betreuen kann.

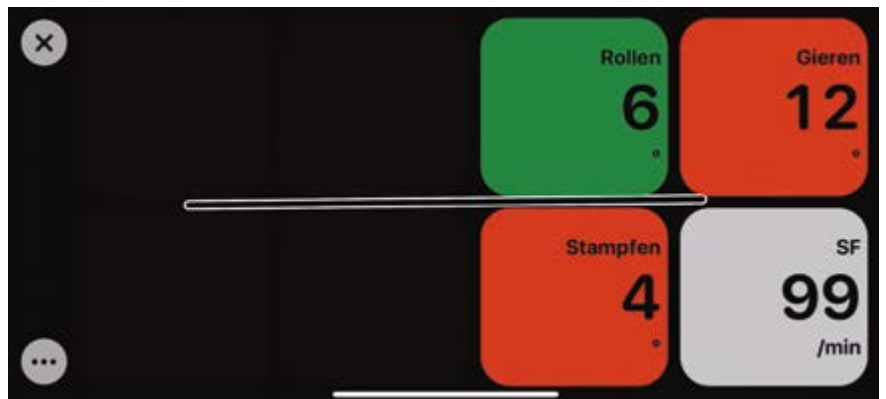
Sie sind einer der Mitveranstalter der Tagung der dvs-Sektion Biomechanik, die im September 2023 in Magdeburg stattgefunden hat: Was sind die Ziele dieser Veranstaltung? Welche neuen Erkenntnisse hat sie hervorgebracht?

Diese Tagung der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft findet in zweijährigem Rhythmus immer an un-

Bildschirm des auf dem Boot angebrachten Smartphone aus Sicht des Sportlers mit Video, Gitternetz, künstlichem Horizont, aktueller Geschwindigkeit und Schlagzahl



Bildschirm mit künstlichem Horizont, den Werten für Rollen, Gieren, Stampfen und der Schlagfrequenz. Grün: unterhalb Normwert, sehr gut
Gelb: zwischen den Normwerten, akzeptabel
Rot: über dem Normwert, zu groß



terschiedlichen Orten statt und dient dem wissenschaftlichen Austausch zur Sportbiomechanik in Deutschland. Themen der Tagung im September waren klinische Biomechanik mit Ganganalyse, muskuloskelettale Biomechanik, moderne Untersuchungsmethoden und Technologien sowie biomechanische Modellierung und Anwendungen in den Sportarten.

Neue Erkenntnisse gab es in Form vieler kleiner wissenschaftlicher Fortschritte zu einer Vielzahl von Problemen: So gab es einen Beitrag zur biomechanischen Ganganalyse bei Sportpferden, in einem Vortrag einer Arbeitsgruppe aus München wurde der Impact bei Kopfbällen im Fußball in Zusammenhang mit dem Leistungs-niveau thematisiert, Autoren aus Freiburg untersuchten den Einfluss des Alters auf die Kniegelenkbiomechanik bei weiblichen Nachwuchslieferungs-fußballerinnen. Ich selbst war an einer Untersuchung beteiligt, bei der es um die Einstellung der optimalen Sattelhöhe bei einer Zunahme der Belastungsintensität und einer damit einhergehenden Ermüdung im Radfahren ging.

Der dvs-Biomechanik 2023 Tagungsband ist im Shop der Steinbeis-Edition unter <https://tinyurl.com/y4jz43wj> erhältlich:



PROF. DR. JÜRGEN EDELMANN-NUSSER
juergen.edelmann-nusser@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis-Unternehmer
Steinbeis-Forschungszentrum
Technologien, Leistungsdiagnostik und Gesundheitsmanagement im Sport (Biederitz)
www.steinbeis.de/su/1588



© istockphoto.com/Dilok Klaisataporn

„DAS MITTELSTÄNDISCHE UNTERNEHMER-GEN IST IN UNSERER EIGENEN DNA VERWURZELT“

IM GESPRÄCH MIT DR. CYRUS BARK, GESCHÄFTSFÜHRER DER MITTELSTANDSWERK GMBH

Als kleines oder mittelständisches Unternehmen an externe Finanzmittel zu kommen, ist in der Theorie weitaus einfacher als in der Praxis. Diese Erfahrung musste Dr. Cyrus Bark in den vergangenen Jahren schmerzlich machen: Der großelterliche metallverarbeitende Betrieb auf der schwäbischen Alb mit über 70 Mitarbeitern und 10 Millionen Euro Umsatz benötigte 2019 zur Deckung einer temporären Finanzierungslücke dringend einen Überbrückungskredit. Die Auftragsbücher waren voll und der unternehmerische Ausblick positiv. Dennoch musste das Unternehmen Eigeninsolvenz anmelden: Für die klassischen Banken war das Risiko einer weiteren Kreditvergabe zu hoch und die gebotene Sicherheitenlage zu gering – für die alternativen Eigenkapitalgeber wie Private Equity Fonds war die Unternehmensgröße zu klein und die Renditeerwartung zu gering. Das Unternehmen fiel durchs Finanzierungs- wie auch Beratungsraster und wurde im Zuge eines Asset-Deals an einen türkischen Investor verkauft. Dank der Unterstützung der Kunden, Lieferanten, Mitarbeitenden sowie durch viel Eigenengagement und umfängliche private Mittel ist es der Unternehmerfamilie 2022 gelungen, das Unternehmen wieder in den Familienbesitz zurückzukaufen. Die schmerzhaft Erfahrung hat den umtriebigen Unternehmer dazu gebracht selbst aktiv zu werden: Die von ihm gegründete Mittelstandswerk GmbH berät KMU in betriebswirtschaftlichen Sondersituationen und arbeitet parallel am Aufbau eines Private Equity Fonds für genau diese kleinen und mittelständischen Unternehmen. Im Gespräch mit der TRANSFER und Steinbeiser Ralf Lauterwasser hat er von seinen Erfahrungen und Plänen berichtet.

Herr Dr. Bark, Unternehmertum und die Entscheidung für die Selbstständigkeit werden von allen Seiten bestärkt und unterstützt – beim Geld scheint diese Unterstützung dann aber leider ein jähes Ende zu haben. Was sind in Ihrer Erfahrung die Gründe dafür, dass etablierte Banken, Kreditinstitute und Fonds nicht mit KMU zusammenfinden?

Bark:

Die Gründe sind bei den etablierten Finanzierern des Mittelstandes und bei beispielsweise Fonds als Eigenkapitalgeber unterschiedlich.

Historisch waren die regionalen Sparkassen und Volksbanken der klassische Finanzpartner des kleinen Mittelstandes als Fremdkapitalgeber. Diese Rolle kann von den Kreditinstituten immer weniger

ausgefüllt werden. Wesentliche Gründe hierfür liegen in den strenger gewordenen Kreditvergabekriterien, hohen bürokratischen und regulatorischen Hürden, teilweise mangelnder Kompetenz der bankseitigen Ansprechpartner sowie einer viel höheren Risikoaversion der Institute. Das sind eben „Banker“ und keine Unternehmer – deshalb agieren sie auch nicht wie solche.

Die innovativeren Eigenkapitalgeber richten ihr Augenmerk hauptsächlich auf größere mittelständische Unternehmen mit Jahresumsätzen jenseits der 25 Millionen Euro oder auf „hochinnovative“ Start-ups mit teilweise extremen Entwicklungsphantasien. Da werden durchaus Start-up-Unternehmen mit Millionenbeträgen finanziert, die bisher lediglich einen dreizeiligen Programmiercode entwickelt und bis

dato nur Verluste eingefahren haben. Der klassische, etablierte Mittelstand, auch aus der Old Economy, geht da meist leer aus, da zu klein und anscheinend zu wenig „sexy“.

Zudem sprechen die Vertreter der Private Equity Fonds oftmals nicht dieselbe unternehmerische Sprache wie die Vertreter des inhabergeführten Mittelstandsunternehmens, der an Finanzmittel kommen möchte. Ein Beispiel: Ein Private Equity Consultant aus Düsseldorf oder Frankfurt mit handgenähten Budapestern und Nadelstreifenanzug kann schwerlich mit einem Inhaber einer Dreherei auf der Schwäbischen Alb kommunizieren, der morgens noch an der Maschine steht und produziert und mittags die Finanzierungsrunde verhandelt, und das liegt nicht am schwäbischen Dialekt.

Ihre eigenen Erfahrungen waren für Sie der Antrieb, diese Lücke zu füllen. Wie weit sind Sie aktuell in Ihrem Vorhaben, das Mittelstandswerk als den Ansprechpartner für KMU zu etablieren, und wo sind die Hürden vielleicht auch höher als erwartet?

Bark:

Wir haben unser Vorhaben, das „Mittelstandswerk-Konzept“ als Ansprechpartner für die KMU zu etablieren, in zwei separate Teilbereiche unterteilt, die aktuell auch unterschiedlich weit vorangeschritten sind.

Der erste Bereich ist die Beratung, die Mittelstandswerk GmbH. Hier sind wir bereits seit letztem Oktober operativ tätig und machen unsere mittelständischen Kunden fit für die Zukunft. Wir können durch die interdisziplinäre Qualifikation unserer Berater und der Schnittstelle zu Steinbeis im kaufmännischen als auch im technischen Bereich unterstützen. Wir verbessern Prozesse, heben Wertpotenziale und aktivieren das firmeneigene Humankapital. Dank unserer Kontakte und Partner schaffen wir Zugang zu diversen lokalen Netzwerken im Bereich Wirtschaft, Technologie und Markt.

Der zweite Bereich ist unser M-Werk Fonds. Dieser auf KMU maßgeschneiderte Private-Equity-Ansatz soll ab dem zweiten Quartal 2024 einsatzbereit sein. Wir wollen mittels des M-Werk Fonds Eigenkapital bereitstellen, beispielsweise für eine schnelle Marktdurchdringung, Geschäftsfelderweiterungen oder die Erschließung neuer Märkte und Kunden. Der Bedarf an Finanzmitteln im kleinen Mittelstand ist derzeit erfahrungsgemäß sehr hoch, ein Engpass an möglichen Zielunternehmen unseres Fonds sehe ich tendenziell nicht.

Herausfordernd wird fondsseitig sicherlich das Fundraising, um den Fonds

mit Eigenmitteln zu füllen. Die Bereitschaft potenzieller Investoren, generell und gerade jetzt in die Mittelstandswerk-Idee zu investieren, bleibt abzuwarten. Wenn die Fondsstruktur und die Rahmenbedingungen für die Investoren ab Quartal zwei stehen, werden wir aktiv in den Fundraising-Prozess einsteigen – erste Signale verschiedener Family-Offices, die wir in die Mittelstandswerk-Idee eingebunden haben, sind durchweg positiv und stimmen uns optimistisch. Ich persönlich halte den Zeitpunkt für eine Investition in den M-Werk Fonds derzeit für sehr günstig.

Was unterscheidet den Ansatz des Mittelstandswerks im Wesentlichen von dem der etablierten Berater und Kreditinstitute?

Bark:

Wir bieten Smart Money für den Mittelstand, damit heben wir uns von den etablierten Beratern und Kreditinstituten ab.

Der Smart Money-Ansatz unterscheidet sich erstens dadurch, dass wir im Gegensatz zu den Banken echtes Eigenkapital und kein Fremdkapital anbieten und im Gegensatz zu den klassischen Beratern durch unser Finanzengagement unmittelbar im Unternehmen involviert sind.

Der zweite Unterschied vom Smart Money-Ansatz besteht darin, dass wir im Gegensatz zu Banken und klassischen Beratern als unternehmerischer Partner auf Augenhöhe des Mittelständlers agieren und unsere vielfältigen Kompetenzen, interdisziplinären Qualifikationen und unser Netzwerk stark umsetzungsorientiert einbringen. Das mittelständische Unternehmer-Gen ist in unserer eigenen DNA verwurzelt, das unterscheidet uns.

Herr Lauterwasser, Steinbeis ist an der Mittelstandswerk GmbH betei-

ligt – auch Sie scheinen den Bedarf an Finanzierungslösungen für KMU als noch unbefriedigend beantwortet zu sehen. Was hat Sie an der Geschäftsidee von Herrn Bark überzeugt, die Unternehmensgründung des Mittelstandswerks zu unterstützen?

Lauterwasser:

Wir sehen die von Cyrus Bark dargestellte Finanzierungslücke, gerade bei technologieorientierten KMU, ebenfalls in vielen Projekten. Gerade diese mittelständischen Unternehmen bilden den Kern unserer Kunden. Die vielfältigen Herausforderungen in technologischer Hinsicht und des Marktes erfordern enorme Anstrengungen der Unternehmen. Die Herangehensweise des Mittelstandswerks mit einer kompetenten Beratung einerseits und einer Finanzierung mit Eigenkapital andererseits ist aus unserer Sicht die richtige und passende Vorgehensweise dafür. Wir unterstützen diese unternehmerisch getriebene Initiative mit Überzeugung als Gesellschafter und über die Expertise in unseren Steinbeis-Unternehmen.

DR. CYRUS BARK

cyrus.bark@mittelstandswerk.com (Interviewpartner)



Mittelstandswerk GmbH
(Überlingen)

www.mittelstandswerk.com

RALF LAUTERWASSER

ralf.lauterwasser@steinbeis.de (Interviewpartner)



Steinbeis GmbH & Co. KG für
Technologietransfer (Stuttgart)

www.steinbeis.de

EXPERTEN.WISSEN.TEILEN.

NEUERSCHEINUNGEN IN DER STEINBEIS-EDITION

Wir teilen unser Wissen mit Ihnen. Die Steinbeis-Edition publiziert als Verlag der Steinbeis-Stiftung das Expertenwissen des Steinbeis-Verbundes. Dazu gehört ein breit gefächertes Themenspektrum mit Einzel- und Reihentiteln, Magazinen sowie Begleitpublikationen zu Tagungen und Fachveranstaltungen. Über den Onlineshop www.steinbeis-edition.de sind sämtliche Titel leicht bestellbar.

STEINBEIS-EDITION
edition@steinbeis.de

www.steinbeis-edition.de



Band 1

2023 | E-Book (PDF)
kostenfrei | ISBN
978-3-95663-296-9

ANWENDUNG INFORMATIONSMANAGEMENT. BAND 1 SCHRIFTENREIHE WIRTSCHAFTSINFORMATIK HELMUT BECKMANN (HRSG.)

FORSCHUNG INFORMATIONSMANAGEMENT. BAND 2 SCHRIFTENREIHE WIRTSCHAFTSINFORMATIK HELMUT BECKMANN (HRSG.)

Die digitale Transformation ist eines der vorrangigen Themen in Wirtschaft und Wissenschaft, denn sie umfasst alle Bereiche unseres Lebens. Obwohl dies von allen Akteuren anerkannt und unbestritten ist, fehlt an vielen Stellen eine systematisch-methodische und pragmatische Vorgehensweise zu deren Umsetzung. Einen Ansatz hierfür bietet das sogenannte Enterprise Architecture Management (EAM), das die Unternehmensarchitektur auf fünf verschiedenen Ebenen betrachtet (Strategy and Motivation, Business Layer, Application and Data Layer, Technology and Physical Layer, Implementation Layer).



Band 2

2023 | E-Book (PDF)
kostenfrei | ISBN
978-3-95663-295-2

Die Sammelbände „AIM – Anwendung Informationsmanagement“ und „FIM – Forschung Informationsmanagement“, die im Rahmen der Schriftenreihe Wirtschaftsinformatik durch Professor Dr. rer. nat. Helmut Beckmann in Kooperation zwischen dem Steinbeis-Beratungszentrum Electronic Business und dem Institut für Wirtschaftsinformatik der Hochschule Heilbronn herausgegeben werden, adressieren aktuelle Fragestellungen aus Forschung und Transfer zur Betrachtung der digitalen Transformation unter Verwendung des EAM. Dabei werden Fall- sowie Forschungsstudien publiziert, die den aktuellen Wissensstand zu den einzelnen Themen darstellen und damit einen wesentlichen Beitrag zum Wissenstransfer, unter anderem in Richtung der Praxis, leisten.

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/1166



2024 | Softcover
kostenfrei | ISBN
978-3-95663-299-0

2023 | E-Book (PDF)
kostenfrei | ISBN
978-3-95663-300-3

SINN STIFTEN, WERTE SCHAFFEN. STEINBEIS 1983–2023

STEINBEIS-STIFTUNG (HRSG.)

→ WWW.STEINBEIS.DE

Der Namensgeber der Steinbeis-Stiftung, Ferdinand von Steinbeis (1807-1893), unterstützte im 19. Jahrhundert als Gewerbeförderer den Wissens- und Technologietransfer sowie die Gründung technologieorientierter Unternehmen. Er gilt als Vater der dualen Ausbildung in Württemberg. 40 Jahre sind nun vergangen, seit Johann Löhn 1983 begonnen hatte, die Steinbeis-Stiftung neu zu gestalten und auszubauen. Entstanden ist ein Verbund aus 1.100 Steinbeis-Unternehmen. Grundlage ist bis heute ein unternehmerischer Wissens- und Technologietransferprozess, ausgerichtet an den Bedürfnissen der Märkte.

Die Steinbeis-Stiftung hat dies zum Anlass genommen, in dieser Publikation die heute noch wesentlichen Problemlösungsansätze von Ferdinand von Steinbeis kaleidoskopisch an dem zu spiegeln, was den Verbund ausmacht: Sinn zu stiften und Werte zu schaffen für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Autoren und Gesprächspartner der Publikation sind Steinbeis-Unternehmerinnen und -Unternehmer wie auch langjährige Partner und Begleiter von Steinbeis.



2024 | Geheftet
9,90 € (D)
ISSN 2366-2336

2024 | E-Paper (PDF)
9,90 € (D)
ISSN 2629-0162

DIE MEDIATION - AUSGABE QUARTAL I / 2024

DIE KRAFT DER KOMMUNIKATION

GERNOT BARTH (HRSG.)

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/0941

Ein Gespräch mit der Partnerin oder dem Partner, ein kurzer Plausch mit Paketboten, ein Meeting mit den Arbeitskollegen: Der menschliche Alltag ist geprägt von Kommunikation. Selbst unbewusst senden wir beinahe ununterbrochen Signale – ein Lächeln oder eine gerunzelte Stirn sagen viel aus. Sowohl verbale als auch nonverbale Äußerungen sind mit einem hohen Potenzial verbunden – auch und gerade im Fall von Konflikten, Auseinandersetzungen und Streitigkeiten.

Die aktuelle Ausgabe der „Mediation“ beschäftigt sich ausführlich mit dem Thema „Die Kraft der Kommunikation“. Die Leser erfahren unter anderem, was eine gelungene Verständigung ausmacht, warum es dafür Feingefühl und Miteinander braucht und wie sie Missverständnisse gezielt vermeiden. Darüber hinaus sind folgende Beiträge in dieser Ausgabe zu finden:

- Was tun, wenn's richtig kracht? Konflikte effektiv und ohne Kollateralschäden beseitigen
- Die Luft lesen: Was wir von anderen Kulturen über Kommunikation lernen können
- Die Macht der Sprache macht verantwortlich
- Verhandeln als professionelles Handwerk: Argumente, gut gewürzt
- Virtuell verhandeln: Wie Sie Online-Verhandlungen optimal führen

Auch abseits des aktuellen Schwerpunkts finden die Leser viele wertvolle Impulse für ihre berufliche und private Entwicklung. Im gemeinsamen Gespräch mit Herausgeber Professor Dr. habil. Gernot Barth erörtert Larissa Zeichhardt, Nachfolgerin des Familienunternehmens LAT Gruppe, Themen wie Übergabe und Frauen in Führungspositionen. Außerdem erfahren die Leser, wie es ihnen gelingt, Wissen und Erfahrungen langfristig zu bewahren, welche Tücken der KI-basierte Textbot ChatGPT hat und was nötig ist, damit eine vergangene Liebe erneut wachsen kann.



2024 | Geheftet
9,90 € (D)
ISSN 2366-2336

2024 | E-Paper (PDF)
9,90 € (D)
ISSN 2629-0162

DIE MEDIATION - AUSGABE QUARTAL II / 2024 VISIONEN GERNOT BARTH (HRSG.)

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/0941

Persönliches Wohlbefinden, körperliche und geistige Gesundheit und ein friedvolles Zusammenleben auf der Welt – diese und ähnliche Faktoren machen für viele Menschen eine positive Zukunft aus. Im Mittelpunkt steht allerdings nicht nur, was wir uns wünschen, sondern vor allem, wie es gelingt diesen Zustand zu erreichen. Marie Curie, Martin Luther King und Steve Jobs sind nur drei der zahlreichen bekannten Persönlichkeiten, die davon träumten, die Welt ein kleines bisschen besser zu machen, und alles daransetzten, diese Utopie real werden zu lassen.

Die aktuelle Ausgabe der „Mediation“ beschäftigt sich ausführlich mit dem Thema „Visionen – Aktiv die Zukunft gestalten“. Die Leser erfahren unter anderem, ob es für das marode deutsche Schulsystem noch Hoffnung gibt, warum wir für eine gelungene Zukunft neue Narrative brauchen und wie ethische KI zu mehr Menschlichkeit beitragen können. Darüber hinaus bietet die Ausgabe folgende Beiträge zum Schwerpunkt:

- Leipziger Impulsgespräch: „Visionen dürfen keine Theorie bleiben“
(Herausgeber Prof. Dr. Gernot Barth im Gespräch mit Mediator Dr. Alexander Insam)
- Darwins fatales Konkurrenzmodell
- Tabuthemen und Transformationsaversion: Wie man den „Elefanten im Raum“ verjagt
- Wie die Beziehung glücklich bleibt – und wie eine gemeinsame Vision dabei hilft
- Der Visionär und sein Team

Des Weiteren finden die Leser in dieser Ausgabe wertvolle Impulse für ihre berufliche und private Entwicklung und erfahren unter anderem, wie professionelle Dienstleister den Markt der Bürgerbeteiligung beeinflussen, warum Reaktanz im Führungs- und Betriebsalltag zu Problemen führen kann und weshalb aktives Fragestellen nicht zwangsläufig die bessere Verhandlungsposition bedeutet.



2024 | Softcover
39,90 € (D) | ISBN
978-3-95663-302-7

THE AUTONOMATION OF CONSUMPTION DECISIONS A PREDICTIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE AUTONOMATION OF CONSUMPTION-RELEVANT DECISIONS ON CONSUMER SOVEREIGNTY MARKUS GEROLD

→ WWW.STEINBEIS.DE/SU/0403

The digital transformation constitutes an incisive development which allows for radical new possibilities of transferring work to technical systems. This is especially true for the adoption of certain tasks by decision-making systems which are supposed to relieve humans physically but in particular cognitively in decision-making processes. Recent decision-making systems are able to execute tasks in decision-making processes without human intervention on an unprecedentedly high level. This can be observed in a multitude of contexts from navigation, surveillance and warfare to medicine and economy. Especially in economical decision-making, the implementation of decision-making systems in various forms has greatly increased in the last few years. This dissertation examines the phenomenon of decision autonomation in consumption decisions from the perspective of consumer protection, analyzes the development of the phenomenon and asks the question of how this phenomenon can be critically evaluated with regard to the principle of consumer sovereignty. The dissertation also proposes a model for the measurement of consumer sovereignty and develops solutions for a possible decline in consumer sovereignty with an increasing progression of decision autonomation of consumption decision.

VORSCHAU

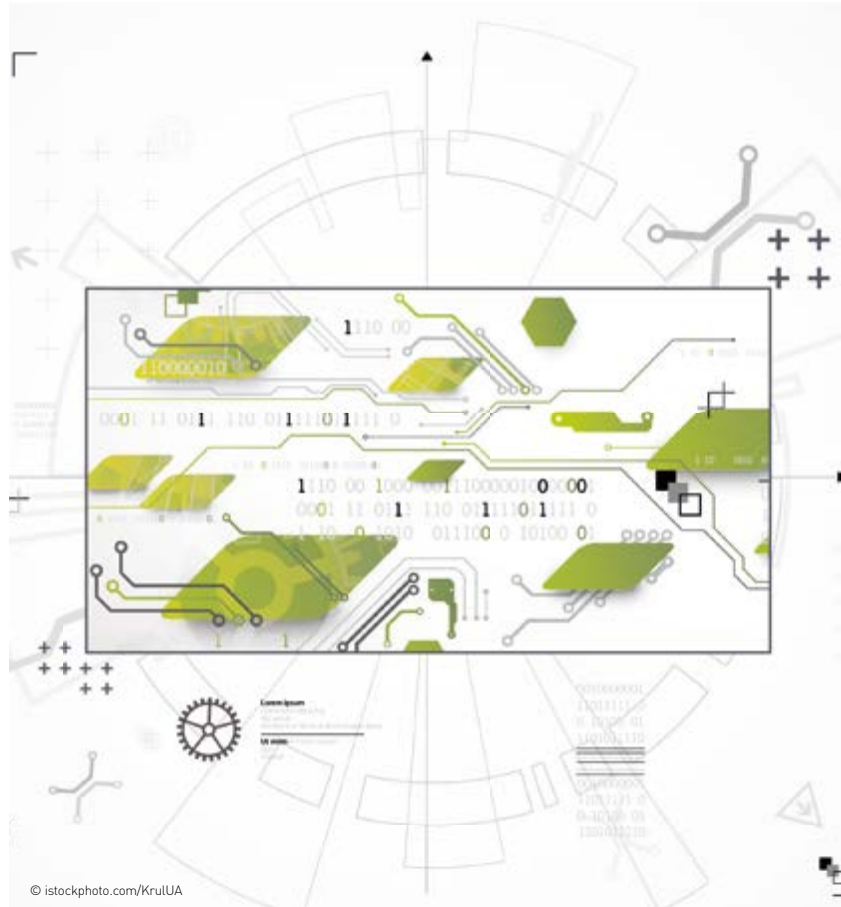
AUSGABE 02|2024

Schwerpunkt

Digitalisierung: Den Mehrwert in der Anwendung im Blick

Erscheinungstermin September 2024

Die Digitalisierung ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken und hat die Art, wie wir leben und arbeiten, gravierend verändert. Wollen die Unternehmen im Wettbewerb bestehen, ist die digitale Transformation ein Muss: Damit können die Arbeitsprozesse optimiert, Kosten gesenkt und Effizienz gesteigert werden. Gleichzeitig bringt diese Entwicklung auch einige Risiken und Herausforderungen mit sich, wie zum Beispiel Datensicherheit und Cyberkriminalität, aber auch die Veränderungen in der Arbeitswelt, die Unsicherheiten und Ängste auslösen können. Dazu kommt, dass nicht jede digitale Lösung automatisch einen Mehrwert für den Anwender bedeutet. In der zweiten Ausgabe dieses Jahres gehen unsere Steinbeis-Experten der Frage nach, wie sowohl die Wirtschaft, aber auch Gesellschaft von digitalen Lösungen profitieren können.



UNSERE ONLINE-FORMATE

Wir gehen online mit unseren Autorinnen und Autoren ins Gespräch:

In unseren beiden Formaten „**STEINBEIS LUNCHBREAK**“ und „**3 FRAGEN AN...**“

bekommen Sie einen weiterführenden Einblick in unsere in der **TRANSFER** vorgestellten Projekte.

STEINBEIS LUNCHBREAK | AUF EINEN HAPPEN MIT...

www.steinbeis.de/lunchbreak sowie www.youtube.com/c/steinbeisverbund



3 FRAGEN AN...

www.steinbeis.de/drei-fragen-an sowie www.youtube.com/c/steinbeisverbund



IMPRESSUM – TRANSFER. DAS STEINBEIS-MAGAZIN

Zeitschrift für den konkreten Wissens- und Technologietransfer
Ausgabe 1/2024
ISSN 1864-1768 (Print)

HERAUSGEBER

Steinbeis GmbH & Co. KG für Technologietransfer
Adornostr. 8 | 70599 Stuttgart
Fon: +49 711 1839-5 | E-Mail: stw@steinbeis.de
Internet: transfermagazin.steinbeis.de | www.steinbeis.de

VERANTWORTLICHE REDAKTEURIN

Anja Reinhardt
Adornostr. 8 | 70599 Stuttgart
E-Mail: anja.reinhardt@steinbeis.de

REDAKTION

Anja Reinhardt, Marina Tyurmina
E-Mail: transfermagazin@steinbeis.de

Für den Inhalt der einzelnen Artikel sind die jeweils benannten Autoren und Interviewpartner verantwortlich. Die Inhalte der Artikel spiegeln nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wider. Aufgrund der besseren Lesbarkeit werden in den Beiträgen in der Regel nur männliche Formen genannt, gemeint sind jedoch stets Personen jeglichen Geschlechts. Die Redaktion kann für die als Internetadressen genannten, fremden Internetseiten keine Gewähr hinsichtlich deren inhaltlicher Korrektheit, Vollständigkeit und Verfügbarkeit leisten. Die Redaktion hat keinen Einfluss auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung und auf Inhalte der verlinkten Seiten. Beiträge beziehen sich auf den Stand der genannten Internetseite, der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Ausgabe des Transfer-Magazins gilt.

ABBESTELLUNG

Möchten Sie das Steinbeis Transfer-Magazin in Zukunft nicht mehr erhalten, können Sie es jederzeit abbestellen. Bitte informieren Sie uns dazu per E-Mail an media@steinbeis.de oder telefonisch unter +49 711 1839-5. Ihre Abmeldung wird spätestens mit der übernächsten auf Ihre Abbestellung hin erscheinenden Ausgabe aktiv.

GESTALTUNG UND SATZ

Julia Schumacher

DRUCK

Berchtold Print-Medien GmbH, 78224 Singen

FOTOS UND ABBILDUNGEN

Fotos stellen, wenn nicht anders angegeben, die im Text genannten Steinbeis-Unternehmen und Projektpartner zur Verfügung.
Titelbild: © istockphoto.com/KrulUA

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen. Über unsere Plattform wurden bereits über 2.000 Unternehmen gegründet. Entstanden ist ein Verbund aus 5.200 Experten in rund 1.100 Unternehmen, die jährlich mit mehr als 10.000 Kunden Projekte durchführen. So werden Unternehmen und Mitarbeiter professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt.

227254-2024-01

