



TE

CEP

REP

ORT

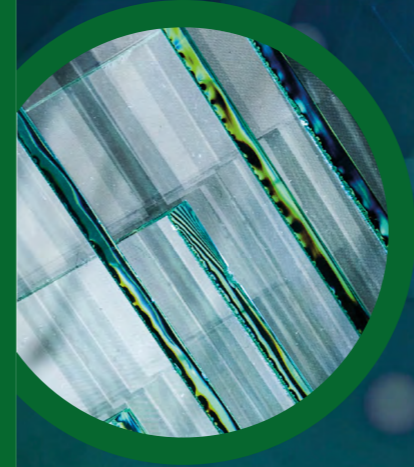
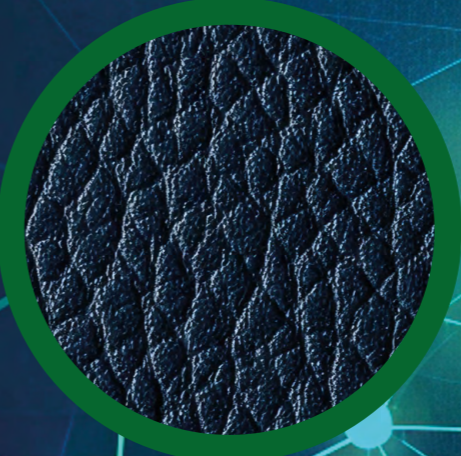
MATERIALIEN

MOBILITÄTSClUSTER

01/2026

www.acstyria.at

ЭТ НС РЕП ТРО



INHALT

04

Trends und Entwicklungen

Wie wird das Thema Materialien die Mobilität von morgen verändern und welche Perspektiven bieten sich für die Produktion?



42

Schulungen und Seminare

Erfolg braucht Know-how: Wie Sie sich und Ihr Personal zum Thema Materialien, Werkstofftechnologien und Kreislaufwirtschaft weiterbilden können.

46

Förderungen

Erfolg braucht Unterstützung: Wie Sie Ihren Projekten zusätzlichen Schub verleihen können.



48

Kompetenzlandkarte Digitalisierung

Die geballte Kompetenz aus dem Netzwerk des ACstyria im Überblick



VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

die Dekarbonisierung der industriellen Wertschöpfung zählt zu den zentralen Transformationsaufgaben unserer Zeit. Insbesondere die Mobilitätsbranche steht vor der Herausforderung, CO₂-Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette systematisch zu reduzieren – von der Materialauswahl über die Produktion und Logistik bis hin zu Nutzung und Recycling.

Für viele Unternehmen, insbesondere für kleine und mittlere Betriebe, bedeutet dies die Auseinandersetzung mit steigenden regulatorischen Anforderungen. Europäische Vorgaben wie CO₂-Emissionsstandards oder die Kreislaufwirtschaftsstrategie setzen klare Rahmenbedingungen, erfordern zugleich aber neue technologische und organisatorische Ansätze.

Als ACstyria verstehen wir diesen Wandel nicht als externe Vorgabe, sondern als Gestaltungsauftrag. Der gezielte Einsatz nachhaltiger und CO₂-armer Materialien – etwa recycelter oder biobasierter Werkstoffe – sowie die Weiterentwicklung von Produktions- und Lieferketten bieten die Möglichkeit, ökologische Verantwortung und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit miteinander zu verbinden.

Der vorliegende Report zeigt auf, wie Unternehmen der Mobilitätsindustrie diesen Herausforderungen begegnen können und welche Chancen sich durch Innovationen, Kooperationen und gezielte Förderprogramme eröffnen. Ziel ist es, Orientierung zu geben, Zusammenhänge sichtbar zu machen und Impulse für eine zukunftsorientierte Weiterentwicklung zu liefern.

Lassen Sie uns diesen Weg gemeinsam gestalten.

Viel Vergnügen beim Lesen wünscht Ihnen
Ihre Christa Zengerer



UAV-Plattform mit Gimbal zur Stabilisierung des Sensorsystems für die Laser-Ultraschallmessungen im Projekt LAUDENT.
©FH JOANNEUM

Drohnenbasierte Laser-Ultraschallprüfung für CFK-Strukturen - LAUDENT

Die zunehmende Verwendung faserverstärkter Verbundwerkstoffe im Flugzeugbau stellt neue Anforderungen an deren Inspektion. Viele strukturelle Schäden entstehen innerhalb des Materials und sind von außen nicht unmittelbar erkennbar. Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung spielen daher eine zentrale Rolle, um die strukturelle Integrität von Flugzeugbauteilen zuverlässig zu bewerten.

Konventionelle Inspektionsverfahren erfordern jedoch häufig direkten Kontakt mit der Oberfläche sowie aufwendige Zugangsstrukturen. Insbesondere bei großflächigen CFK-Bauteilen moderner Flugzeuge bedeutet dies einen erheblichen organisatorischen und zeitlichen Aufwand. Im Rahmen von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen (Maintenance, Repair and Overhaul – MRO) müssen oftmals Gerüste errichtet oder speziell geschulte Techniker eingesetzt werden, um schwer zugängliche Bereiche zu untersuchen. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Entwicklung flexibler, kontaktloser Inspektionsmethoden zunehmend an Bedeutung.

Mit dieser Fragestellung beschäftigte sich das Forschungsprojekt LAUDENT (Laser Ultrasonic Testing using Drones), das im Rahmen des FFG-Programms Take Off umgesetzt wurde. Ziel des Projekts war die Entwicklung eines drohnenbasierten Systems zur zerstörungsfreien Prüfung von CFK-Strukturen mithilfe von Laser-Ultraschall. Das Projekt wurde von RECENDT – Research Center for Non-Destructive Testing koordiniert und gemeinsam mit FACC, FH JOANNEUM, Flughafen Wien und AIRlabs Austria durchgeführt.

Die Laser-Ultraschallprüfung zählt zu den kontaktlosen Verfahren der zerstörungsfreien Materialprüfung. Dabei wird mittels eines gepulsten Lasers ein mechanischer Impuls im Material erzeugt, der sich als Ultraschallwelle innerhalb der Struktur ausbreitet. Ein zweiter Laser detektiert die resultierenden Oberflächenbewegungen und ermöglicht so Rückschlüsse auf innere Materialstrukturen und mögliche Defekte. Das Verfahren bietet eine hohe Auflösung sowie eine vergleichsweise große Eindringtiefe und eignet sich daher besonders für die Untersuchung von Verbundwerkstoffen.

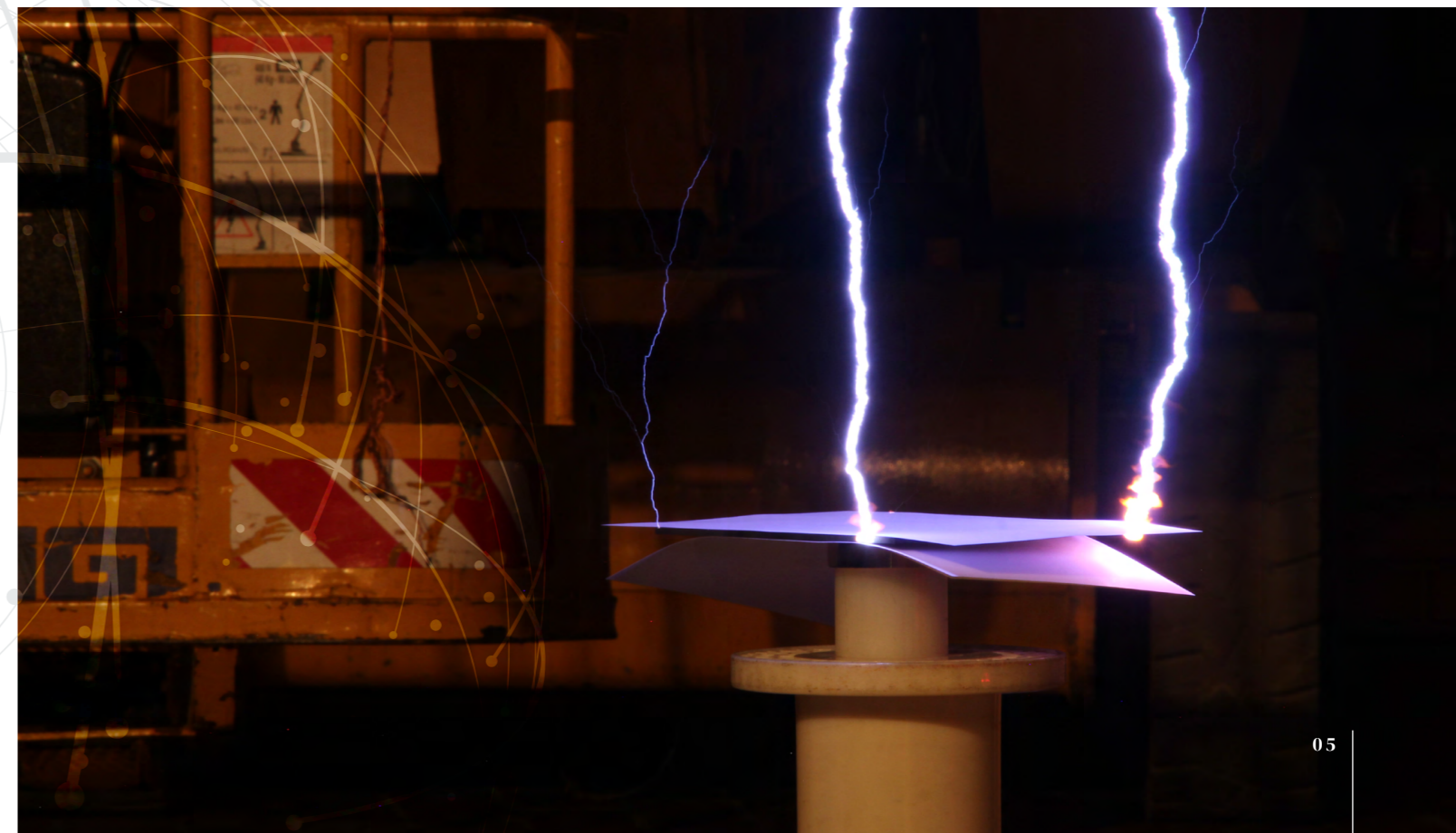
Im Rahmen des Projekts wurde in einem eigenen Arbeitspaket zunächst eine Analyse der in der Luftfahrt typischerweise auftretenden Schadensarten in CFK-Strukturen durchgeführt. Betrachtet wurden insbesondere Schäden, die im Betrieb oder während der Wartung entstehen können, darunter Delaminationen, Impact-Schäden oder Schäden durch Blitzschlag. Auf Basis dieser Analyse wurden an repräsentativen CFK-Proben gezielt künstliche Schadenszustände eingebracht, um realistische Schadensszenarien für die anschließenden Untersuchungen nachzubilden.

Im Projekt LAUDENT wurde diese Technologie mit einer unbemannten Luftfahrzeugplattform kombiniert. Während die Laserquelle in einer Bodenstation verbleibt, trägt die Drohne einen speziell entwickelten Messkopf zur Detektion der Ultraschallsignale. Die Energieübertragung erfolgt über eine faseroptische Verbindung zwischen Bodenstation und Drohne, wodurch die Sensorik mit geringem Gewicht betrieben und auf einer UAV-Plattform integriert werden kann.

Die drohnenbasierte Inspektion eröffnet neue Möglichkeiten für die Untersuchung großer Flugzeugstrukturen. Insbesondere schwer zugängliche Bereiche von Flugzeugrümpfen oder Tragflächen können flexibel und ohne aufwendige Infrastruktur untersucht werden. Gleichzeitig lassen sich Inspektionsprozesse automatisieren und potenziell effizienter gestalten, wodurch sich Standzeiten während Wartungsarbeiten reduzieren lassen.

Neben der Entwicklung des Messsystems stellte insbesondere die präzise Positionierung und Stabilisierung der Drohne während der Messung eine technische Herausforderung dar. Für eine zuverlässige Datenerfassung müssen Laserimpulse und Messpunkte exakt registriert

Simulierter Blitzschlagtest an einer CFK-Strukturprobe zur Erzeugung realistischer Schadensszenarien für die zerstörungsfreie Prüfung im Projekt LAUDENT. @FH JOANNEUM



Vita



Hauptautorin Yvonne Gerster, B.A.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut Luftfahrt der FH JOANNEUM. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in Forschungsprojekten im UAV-Bereich sowie in der wissenschaftlichen Kommunikation und Dissemination. Zuvor war sie bei AIRlabs Austria tätig, wo sie insbesondere für Projektdissemination, Öffentlichkeitsarbeit und wissenschaftliche Kommunikation verantwortlich war. In Forschungsprojekten arbeitet sie an der Schnittstelle zwischen Technologieentwicklung, Projektkommunikation und Wissenstransfer.



Co-Autorin DI (FH) Eva Windbacher-Schwager

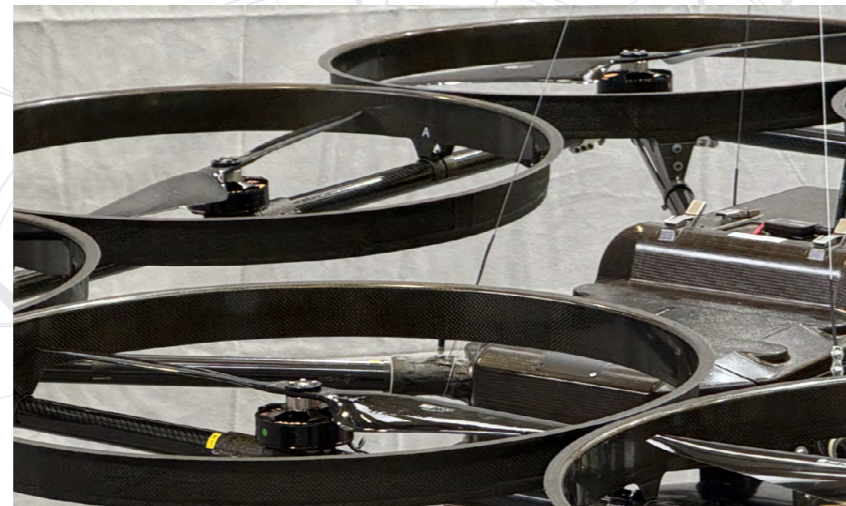
ist Senior Lecturer für Composite-Technologien an der FH JOANNEUM im Studiengang Luftfahrt. Ihre Schwerpunkte liegen in der Forschung und Lehre zu Faserverbundwerkstoffen und deren Anwendung in der Luftfahrt.

TRENDS UND ENTWICKLUNGEN

werden, während gleichzeitig äußere Einflüsse wie Luftbewegungen berücksichtigt werden. Entsprechend wurden im Projekt auch Fragen der Flugstabilisierung, Sensorintegration und Datenverarbeitung untersucht.

Das Projekt LAUDENT zeigt, dass die Kombination aus UAV-Technologie und moderner Materialdiagnostik neue Ansätze für die Inspektion von Verbundstrukturen eröffnet. Insbesondere für die Wartung moderner Luftfahrzeuge mit hohem Anteil an CFK-Bauteilen bietet die drohnenbasierte Laser-Ultraschallprüfung das Potenzial, Inspektionsprozesse flexibler und effizienter zu gestalten.

UAV-Testplattform mit Sensorsystem zur Laser-Ultraschallprüfung von CFK-Strukturen. © AIRlabs Austria GmbH



TRENDS UND ENTWICKLUNGEN



Nachhaltige Faserverbunde in der Luftfahrt – Potenziale und Grenzen von Bio-Composites

Unbemanntes Starrflügelflugzeug aus dem Projekt ELENA während der Testflüge. © FH JOANNEUM

Nachhaltigkeit in der Luftfahrt betrifft nicht nur Energiesysteme, sondern zunehmend auch die Werkstoffwahl. Faser-Kunststoff-Verbunde prägen den modernen Flugzeugbau, da sie hohe mechanische Leistungsfähigkeit bei geringem Gewicht ermöglichen. Insbesondere kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe gelten als Standard für Strukturbauteile. Gleichzeitig sind ihre Ausgangsstoffe überwiegend erdölbasiert, die Herstellung energieintensiv und die Lieferketten global organisiert, was zu erhöhten Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette führt. Vor diesem Hintergrund rückt im Zuge der Initiative Grüne Luftfahrt die Frage in den Fokus, inwieweit naturfaserverstärkte Verbunde konventionelle Systeme ergänzen oder ersetzen können.

Dieser Fragestellung widmete sich das erfolgreich abgeschlossene FFG Take Off Projekt ELENA – Einsatz autonomer unbemannter Luftfahrzeuge für ökologisch nachhaltige Anwendungen – unter maßgeblicher Beteiligung

der FH JOANNEUM. Das Projekt wurde von AIT (Austrian Institute of Technology) als Konsortialführer gemeinsam mit FH JOANNEUM, PIDSO, Austro Control, CEAD und AIRlabs Austria umgesetzt. Untersucht wurde, ob Faser-

TRENDS UND ENTWICKLUNGEN

Kunststoff-Verbunde aus Kohlenstoff- oder Glasfasern mit Epoxidmatrix materialtechnisch durch Bio-Composites substituiert werden können. Verglichen wurden Kohlenstoff- und Glasfasern mit Naturfasern aus Flachs und Basalt, jeweils im Verbund mit konventionellen beziehungsweise biobasierten Epoxidharzsystemen.

Ziel war es, die mechanische Leistungsfähigkeit der unterschiedlichen Verbundsysteme systematisch zu bewerten und die Ergebnisse als Grundlage für die Fertigung der Nase eines unbemannten Starrflügelflugzeugs heranzuziehen. Neben absoluten Festigkeitswerten wurden diese in Relation zu Gewicht und erforderlicher Bauteildicke gesetzt. Ergänzend flossen Qualität, Verfügbarkeit

und Marktgängigkeit der Halbzeuge in die Bewertung ein. Alle Proben wurden unter identischen Fertigungsbedingungen hergestellt, um eine belastbare Vergleichsbasis zu gewährleisten. „Biobasiert“ bedeutet hierbei nicht biologisch abbaubar, sondern einen anteiligen Einsatz nachwachsender Rohstoffe im Harz- beziehungsweise Härterssystem. Die mechanische Bewertung erfolgte mittels Zugprüfungen parallel zur Faserrichtung gemäß EN 2561, wobei insbesondere das Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht im Fokus stand.

Die Ergebnisse zeigen eine klare Differenzierung: Kohlenstofffaserverstärkte Verbunde erreichen die höchsten Festigkeitswerte, glasfaserverstärkte Systeme liegen

Im Projekt ELENA gefertigte Flugzeugnase aus naturfaserverstärktem Verbundwerkstoff mit biobasierter Epoxidmatrix als Demonstrator für nachhaltige Faserverbundstrukturen im UAV-Bereich @FH JOANNEUM

Unbemanntes Starrflügelflugzeug aus dem Projekt ELENA während der Testflüge. © FH JOANNEUM



TRENDS UND ENTWICKLUNGEN

darunter auf etabliertem Niveau. Flachsfaserverstärkte Kunststoffe erzielen deutlich geringere Kennwerte, können jedoch aufgrund ihrer geringen Dichte und guten Dämpfungseigenschaften für weniger hochbelastete Bauteile geeignet sein. Basaltfaserverstärkte Verbunde bewegen sich mechanisch im Bereich glasfaserverstärkter Systeme und stellen damit eine technisch relevante Alternative dar.

Für die konstruktive Bewertung wurden die Kennwerte in Relation zur Bauteildicke gesetzt. Geringere Festigkeiten der Flachsverbunde erfordern höhere Lagenzahlen beziehungsweise größere Wandstärken, was sich unmittelbar auf Masse und Auslegung auswirkt. Zusätzlich wurden Aspekte wie Halbzeugverfügbarkeit und Datenblattqualität berücksichtigt.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde die Nase eines unbemannten Starrflügelflugzeugs als Sicht-Bauteil aus Naturfasern und biobasiertem Epoxidharz gefertigt. Die Herstellung diente als praxisnaher Demonstrator zur Bewertung der Verarbeitbarkeit und Bauteilqualität. Dabei zeigten sich typische Herausforderungen naturfaserverstärkter Systeme, insbesondere hinsichtlich Harzinfiltration, Schnittkantenstabilität und Oberflächenhomogenität. Das Bauteil wurde erfolgreich in das Fluggerät integriert und in Testflügen erprobt, wodurch die grundsätzliche Praxistauglichkeit des gewählten Werkstoffsystems bestätigt werden konnte.

Die ökologische Einordnung zeigt, dass naturfaserbasierte Verbunde eine Reduktion fossiler Rohstoffanteile ermöglichen und potenziell geringere Treibhausgasemissionen in der Herstellung aufweisen. Aufgrund der duroplastischen Epoxidmatrix bleibt die stoffliche Trennbarkeit jedoch eingeschränkt. Die nachhaltige Sinnhaftigkeit ergibt sich daher nicht aus vollständiger Kreislauffähigkeit, sondern aus einer gezielten, anwendungsabhängigen Substitution konventioneller Werkstoffe. ELENA zeigt damit, dass Bio-Composites im UAV-Bereich keine pauschale Alternative zu CFK darstellen, jedoch für definierte Bauteilklassen technisch realisierbar sind.



Vita



Hauptautorin DI (FH) Eva Windbacher-Schwager

ist Senior Lecturer für Composite-Technologien an der FH JOANNEUM im Studiengang Luftfahrt. Zuvor war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin in Forschung und Lehre tätig und beschäftigt sich seit über zehn Jahren mit Faserverbundwerkstoffen und deren Anwendung im Luftfahrtbereich. Im FFG Take Off Projekt ELENA verantwortete sie die werkstofftechnischen Untersuchungen und leitete insbesondere die Analyse und Bewertung der eingesetzten Faserverbundmaterialien.



Co-Autorin Yvonne Gerster, B.A.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut Luftfahrt der FH JOANNEUM. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in Forschungsprojekten im UAV-Bereich sowie in der wissenschaftlichen Kommunikation und Dissemination.

Hightech-Sortierung: Wie KI die Schrottqualität verbessert

Das Leitprojekt KIRAMET markiert einen Meilenstein im Recycling von Metallen. Hinter dem Akronym verbirgt sich die Idee des KI gestützten Recyclings von Metallverbundabfällen – ein österreichisches Forschungsleitprojekt, dass die Ausschreibungsthemen Kreislaufwirtschaft, Materialrecycling und „AI for Green“ verbindet. Ein interdisziplinäres Konsortium aus 19 Partnern bündelt hier Wissen über Abfallwirtschaft und metallurgische Prozesse sowie modernster Künstliche Intelligenz (KI) Methoden.



Die Herausforderung:

Metallische Mischabfälle und hohe Materialqualität

Im Zentrum steht eine für Metalle werkstofftechnische Kernfrage: Wie lassen sich komplexe, heterogene Metallverbünde so aufbereiten, dass daraus Sekundärrohstoffe mit exakt definierten Profilen entstehen? Metalle sind prädestiniert für die Kreislaufwirtschaft, da ihre Eigenschaften zu hohen Teilen ohne Qualitätsverlust erhalten bleiben. In der Praxis limitiert jedoch die „Materialrealität“ von Post-Consumer-Schrotten dieses Potenzial. Haushaltsschrott, Elektrogeräte oder Fahrzeuge sind komplexe Gemenge von unterschiedlichen Metallverbunden. Herkömmliche Shredderprozesse trennen zwar Stähle von Nichteisenmetallen, hinterlassen aber oft unerwünschte Elementanreicherungen von Kupfer und anderen Metallen. Abbildung 1 zeigt ein typisches Bild des geschredderten Abfalls. KIRAMET verfolgt das Ziel, diese Altschrotte zur gezielten Sortierung so zu veredeln, dass sie Primärrohstoffe vollwertig ersetzen. Der Schlüssel zur Problemlösung liegt im Einsatz „Künstlicher Intelligenz“ entlang des Wertschöpfungskreislaufes.

Kupfer-Kontrolle im Stahlschrott

Für die Produktion von Hochleistungsstählen in der Automobilindustrie sind engste Toleranzen an Kupfer entscheidend, da sich Kupfer im Kreislauf anreichert und metallurgisch kaum entfernen lässt. Kupfer reichert sich im Kreislauf an und lässt sich metallurgisch kaum entfernen. Schon Spuren führen beim Warmwalzen zur Schädigung der Oberfläche von Flachprodukten, die höchsten Qualitätsansprüchen unterliegen. Da die Stahlindustrie auf die Technologie der Elektrolichtbogen-Route (EAF) umstellt, wird sortenreiner Schrott zum strategischen Sekundärrohstoff. KIRAMET entwickelt KI-gestützte Sortierkonzepte, um Kupfergehalte systematisch zu senken und die

Position der österreichischen Stahlindustrie an der technologisch Weltspitze abzusichern.

Maximale Reinheit für Kupfer

Während Kupfer im Stahl stört, ist es als Reinstoff der Motor der zunehmenden Elektrifizierung. Doch Schrotte aus Kabeln oder Motoren sind oft mit Zinn oder Blei verunreinigt, was die elektrische Leitfähigkeit von Recyclingkupfer massiv senkt. KI-Sortiersysteme spielen hier ihre Stärken aus. Durch die Fusion moderner Sensorik und Datenanalyse werden Kupferschrotte nach Zusammensetzung identifiziert. Die automatisierte Sortierung verhindert Downcycling und ermöglicht es, Sekundärkupfer als gleichwertigen Ersatz für Primärmaterial zu verwenden. (Abbildung 2) Im Projekt wird die gesamte Prozesskette der Kupferherstellung aus Sekundärrohstoffen, von pyrometallurgischen Prozessschritten bis zur Raffinationselektrolyse, digital modelliert und optimiert. Auf Basis dieser Simulationen kann der Einsatz unterschiedlicher Schrottqualitäten in den jeweiligen Aggregaten gezielt bewertet und so optimiert werden, dass eine möglichst hohe Produktreinheit und Prozesseffizienz erreicht wird.

Der Digitale Produktpass (DPP)

Die größte Hürde im Recycling ist oft das Unwissen über die exakte Zusammensetzung eines Bauteils. Hier entfaltet der Digitale Produktpass (DPP) sein Potenzial. Er macht Materialdaten von Produkten standardisiert und maschinenlesbar verfügbar. Das „Smart Waste“-Konzept

von KIRAMET koppelt DPP-Daten mit digitalen Zwillingen. In einer graphen-basierten Datenstruktur werden Beziehungen zwischen Bauteilen und Legierungen abgebildet. Auf dieser Basis laufen KI automatisierte Sortierentscheidungen ab und erlauben eine optimierte Logistik.

Danksagung: Das Leitprojektprojekt KIRAMET (FFG F0999899661) wird vom BMIMI/FFG gefördert und läuft noch bis Ende 2026.



Die wissenschaftliche Leitung liegt bei Alexia Tischberger-Aldrian, Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, 8700 Leoben.

Die Verantwortung für die metallurgischen Aspekte des Stahl-Recyclings liegt bei Klemens Winkler, K1-MET GmbH, Linz.

Aspekte der Nichteisenmetalle wie Kupfer im Metallschrottrecycling liegen bei Matthias Lindthaler, Mettop GmbH, Leoben

Der Themenbereich zum Digitalen Produktpasses wird von Felix Strohmeier, Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH, Salzburg geleitet.



Circular Advanced Materials – quo vadis?

Die Zirkularität von fortschrittlichen Materialien (Advanced Materials/AdMa) ist die Schlüsselkomponente, um regionale Widerstandsfähigkeit und Wohlstand sowie langfristige Lebensqualität für Mensch und Umwelt zu ermöglichen.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) beschreibt „fortschrittliche Materialien als Substanzen, die rational mit neuen, verbesserten Eigenschaften oder gezielten Strukturmerkmalen entwickelt wurden, um eine spezifische, überlegene funktionelle Leistung zu erzielen.“ [OECD, 2022, [Advanced Materials: Working Description, ENV/CBC/MONO\(2022\)29](#)]. Die Überlegenheit von Advanced Materials (AdMa) gegenüber herkömmlichen Materialien stellt enormes Potenzial dar und bringt neue Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen mit sich. Um diese Chancen auch heben zu können und gleichzeitig die Ressourcen unseres Planeten gewissenhaft einzusetzen, ist eine koordinierte Kooperation auf verschiedenen Ebenen, sowie die Integration des verantwortungsvollen Umgangs und der werthaltenden Anwendung/Verwendung von AdMa erforderlich.

Koordination

Die Europäische Kommission (EK) hat im Leitdokument zu AdMa [EC, 2024, [Advanced Materials for Industrial Leadership, COM\(2024\) 98 final](#)] hervorgehoben, dass koordinierte Zusammenarbeit zu AdMa auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene entscheidend ist, um Innovationskraft gezielt zu bündeln. Neben der Einrichtung des AdMa-Technologieclusters, der die politischen Repräsentanten der Mitgliedsstaaten zu diesem Thema vernetzt, wurden von der EK 14 Maßnahmen [EC, 2024#2, [Implementation of the](#)

[Actions on Advanced Materials, continuously updated. Accessed: 08.March 2026.](#)] festgehalten, die auf den verschiedenen Ebenen – regional, national, europäisch – umgesetzt werden sollen. Die regionale Ebene ermöglicht durch dichte Netzwerke zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und wissenschaftlichen Einrichtungen schnelle Entwicklungsschritte. Überregional und national sorgt abgestimmte Strategie für gemeinsame Standards, effiziente Nutzung von Fördermitteln und eine starke industrielle Basis. Auf europäischer Ebene entstehen durch gemeinsame Programme (z.B.: das nächste Forschungsrahmenprogramm), grenzüberschreitende Forschung und harmonisierte Rahmenbedingungen Skaleneffekte, die globale Wettbewerbsfähigkeit sichern. Nur durch diese mehrstufige Kooperation lassen sich komplexe Herausforderungen wie Nachhaltigkeit, Resilienz und technologische Souveränität effektiv bewältigen. [BNN - BioNanoNet Forschungsgesellschaft mbH](#) koordiniert die österreichische AdMa-Community ([ATIMA - Mobilisation and connection of national platforms on the topic "Advanced & Innovative Materials" in Austria](#)), und ermöglicht dadurch die Bündelung von Kompetenzen auf regionaler/nationaler Ebene, trägt zu regionalen Strategien (Bundesländer) bei, sowie erstellt die österreichische AdMa-Roadmap.

Darüber hinaus ist BNN auch das Bindeglied ins europäische Umfeld. Neben der Entwicklung von Nischenstärken

wird damit eine Hebelung der regionalen/nationalen Aktivitäten über die europäische Ebene erreicht. Als Koordinator des EU-Projektes [InnoMatSyn \(Innovative Materials Ecosystem for Synergies of regional, national and EU Initiatives\)](#) hat BNN hier die Schlüsselrolle inne, das europäische AdMa-Ökosystem in Kooperation mit allen relevanten AdMa-Initiativen in Europa aufzubauen. Im ersten Erhebungsschritt wurden dabei bereits über 100 AdMa-Initiativen identifiziert, deren Interaktion nun im Fokus der weiteren Projektumsetzung steht. Ein weiteres Ziel ist es, Förderorganisationen (sowohl öffentliche als auch private Geldgeber, als auch die Abwicklungsstellen) bei der inhaltlichen Gestaltung von Ausschreibungen zu unterstützen.

Werthaltende Anwendung/Verwendung – ein Erfolgsfaktor

Neben der Entwicklung von Technologien, Materialien und Produkten ist spätestens seit dem [Green Deal](#), sowie dem [GD Industrial Plan](#) und der daraus entsprungenen [Strategie für Nachhaltigkeit in der Chemischen Industrie](#) klar, dass neben der ökonomischen Dimension auch die ökologische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit beachtet werden muss. Demzufolge sind von der EK zwei querverbindende Elemente beschrieben, die zur erfolgreichen Umsetzung und Hebung des Potenzials von AdMa wichtig sind: Digitalisierung und die Umsetzung des Safe-and-Sustainable-by-Design Konzepts (SSbD). Digitalisierung kann hier ubiquitär in allen Disziplinen genannt werden und auch begleitend für die Umsetzung des SSbD-Konzepts angesehen werden. Im Zusammenhang mit AdMa ist die Umsetzung des SSbD Rahmenwerks von der EK empfohlen und als Innovationsmotor einzustufen. SSbD wurde von der EK erstmals 2022 [[Caldeira et al., 2022, Safe and sustainable by design chemicals and materials - framework for the definition of criteria and evaluation procedure for chemicals and materials, JRC Publications Repository](#)] und im März 2026 [[EC, 2026, COMMISSION RECOMMENDATION on revising the European assessment framework for 'safe and sustainable by design' chemicals and materials, C\(2026\) 1438 final](#)] in überarbeiteter Version publiziert. Das SSbD-Framework verfolgt den Zweck, Chemikalien, Materialien und Produkte bereits früh im Innovationsprozess so zu entwickeln, dass sie für Mensch und Umwelt über den gesamten Lebenszyklus sicher und nachhaltig sind. Sein Grundprinzip besteht darin, potenzielle Risiken und Umweltauswirkungen proaktiv zu identifizieren, zu minimieren oder zu vermeiden und diese Aspekte systematisch in Forschung, Entwicklung und Wirtschaft zu integrieren. Wesentlich dabei ist es, dass Materialien sicher sind, sowie während der Verarbeitung, im gesamten Produktlebenszyklus und auch nach deren Nutzung der Materialwert so weit wie möglich erhalten bleibt und somit ein Kreislauf-Nutzen ermöglicht wird.

BNN hat bereits 2013 damit begonnen – damals mit Fokus auf Materialicherheit –, früh in der technischen Entwicklung einzuwirken, um späte Entwicklungsfehler zu vermeiden und den Wert der eingesetzten Materialien bestmöglich zu erhalten. In den Folgejahren konnten wir über unsere Arbeit in europäischen Forschungsprojekten und durch die Mitgestaltung des SSbD-Konzepts facheinschlägige Kompetenz aufbauen, die wir nun Unternehmen als Umsetzungspartner für die Integration von SSbD im Innovationsprozess anbieten. Ein Erfolgsfaktor dabei ist, dass wir eine ausgewogene Abstimmung zwischen regulatorischem Bedarf (Sektoren: z.B.: Chemie, Pharma, Medical Devices, in-Vitro Diagnostika) und der maßgeschneiderten Umsetzung des SSbD-Konzepts erarbeiten, sodass dies als Innovationsmotor für Unternehmen eingesetzt werden kann. Insbesondere im AdMa-Bereich ist die Werterhaltung des Materials der entscheidende, nächste Schritt: in Richtung zirkulärer fortschrittlicher Materialien!

Vita



Andreas Falk, MSc, ist Geschäftsführer der BioNanoNet ForschungsGmbH (BNN; www.bnn.at) und studierte medizinische Analytik und Betriebswirtschaftslehre (Universität Graz).

Er war und ist an über 85 nationalen und europäischen Projekten in den Themenfeldern (Nano-)Medizin und Nano-Sicherheit, Innovation und nachhaltige Entwicklung beteiligt, hat seit 2013 an der Konzeptionierung des „Safe-and-Sustainable-by-Design“ (SSbD) Konzepts mitgewirkt, und ist mit BNN nun in der Umsetzung von SSbD als Innovationstreiber tätig.

Er koordiniert das europäische Ökosystem für fortschrittliche Materialien (AdMa) im Rahmen des EU-Projekts „InnoMatSyn“, sowie auf nationaler Ebene das österreichische AdMa-Ökosystem „ATIMA“.





Kreislaufwirtschaft in der Industrie:

Wie Messtechnik, Retrofit und Datenmanagement nachhaltige Werkstoffkreisläufe ermöglichen

Die industrielle Produktion steht vor einer doppelten Herausforderung: Einerseits müssen Unternehmen immer höhere Qualitätsanforderungen erfüllen, andererseits steigt der Druck, Ressourcen effizienter zu nutzen und nachhaltiger zu produzieren. Kreislaufwirtschaft, innovative Werkstoffe und neue Fertigungstechnologien verändern die industrielle Landschaft grundlegend. Damit diese Transformation gelingt, wird die industrielle Messtechnik zunehmend zu einem strategischen Schlüssel – insbesondere wenn sie mit datengetriebenen Prozessen, zerstörungsfreien Prüfmethoden und nachhaltigen Anlagenkonzepten kombiniert wird.

Neue Materialkonzepte wie Leichtbaulegierungen, Verbundwerkstoffe oder recycelte Materialien bringen häufig größere Schwankungen in ihren Eigenschaften mit sich. Um diese Materialien zuverlässig in der Produktion einsetzen zu können, ist eine präzise Analyse ihrer Struktur und Qualität unerlässlich. Moderne digitale Mikroskopie bietet hierfür wichtige Einblicke. Mit Systemen wie dem ZEISS Smartzoom 100 lassen sich Oberflächenstrukturen, Beschichtungen oder Materialdefekte schnell und reproduzierbar analysieren. Auto-

matisierte Bildanalysen und intuitive Bedienkonzepte ermöglichen es, Materialuntersuchungen effizient sowohl im Qualitätslabor als auch direkt in der Fertigung durchzuführen.

Noch tiefere Einblicke in Bauteile ermöglicht die industrielle Computertomographie. Diese Technologie erlaubt eine vollständig zerstörungsfreie Prüfung und visualisiert selbst komplexe innere Strukturen dreidimensional. Porositäten, Einschlüsse oder Strukturabweichun-

gen lassen sich präzise erkennen, ohne das Bauteil zu beschädigen. Gerade bei Bauteilen aus recycelten Materialien, Gussteilen oder bei additiven Fertigungsprozessen ist diese Transparenz entscheidend, um Qualität und Prozessstabilität sicherzustellen.

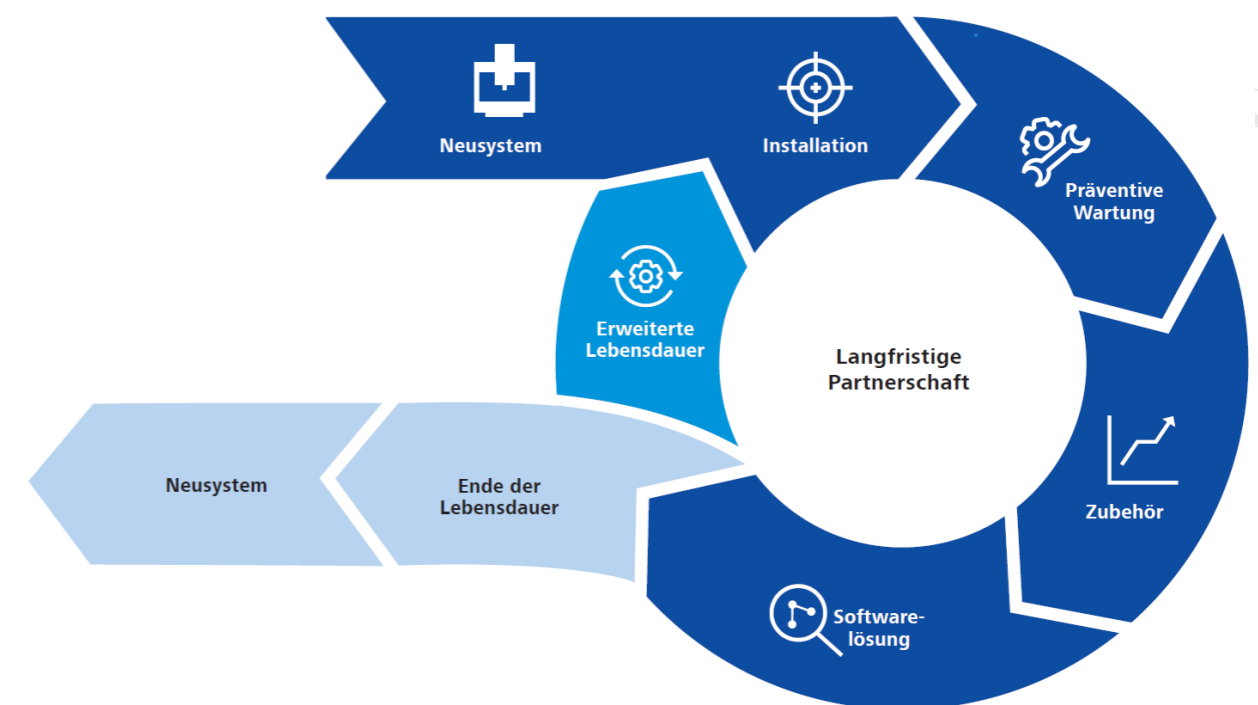
Neben der Analyse von Materialstrukturen spielt auch die vollständige digitale Erfassung von Bauteilen eine immer größere Rolle. Flexible 3D-Scanning-Technologien ermöglichen es, Geometrien schnell und hochpräzise zu digitalisieren – direkt in der Produktionsumgebung. Der Handheld-Laserscanner ZEISS T-SCAN hawk 2 erlaubt beispielsweise eine schnelle und detaillierte Erfassung unterschiedlichster Bauteile. Die generierten 3D-Daten können unmittelbar mit CAD-Modellen verglichen werden und helfen dabei, Fertigungsabweichungen frühzeitig zu erkennen. Gleichzeitig entstehen digitale Zwillinge, die auch für Reparaturprozesse, Reverse Engineering oder die Wiederverwendung von Komponenten genutzt werden können – wichtige Bausteine für funktionierende industrielle Kreislaufmodelle.

Mit der zunehmenden Digitalisierung entstehen jedoch enorme Mengen an Mess- und Qualitätsdaten. Der

eigentliche Mehrwert entsteht erst dann, wenn diese Informationen strukturiert ausgewertet und über Abteilungsgrenzen hinweg genutzt werden können. Moderne Datenmanagement- und Analyseplattformen ermöglichen es, Mess-, Produktions- sowie Managementdaten zusammenzuführen und unternehmensweit verfügbar zu machen.

Dieses Big-Data-basierte Qualitätsmanagement schafft Transparenz entlang des gesamten Produktlebenszyklus – von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Qualitätssicherung. Unternehmen können Materialverhalten besser verstehen, Prozessabweichungen schneller erkennen und ihre Produktionsprozesse kontinuierlich optimieren. Gleichzeitig entsteht eine wertvolle Wissensbasis, um zukünftige Werkstoffstrategien datenbasiert zu gestalten.

Nachhaltigkeit betrifft jedoch nicht nur Materialien und Prozesse, sondern auch den Umgang mit bestehender Infrastruktur. Unsere hochpräzisen Koordinatenmessgeräte sind langlebige Investitionen – ihre Modernisierung kann daher einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten. Mit dem ZEISS Retrofit



Programme lassen sich bestehende ältere Messsysteme technologisch auf den neuesten Stand bringen, indem beispielsweise Steuerungen, Sensoren oder Software aktualisiert werden.

Dadurch verlängert sich die Lebensdauer der Anlagen erheblich, während gleichzeitig aktuelle Messfunktionen und digitale Schnittstellen verfügbar werden. Retrofit reduziert den Ressourcenverbrauch im Vergleich zu einer Neuanschaffung deutlich und trägt damit aktiv zur industriellen Kreislaufwirtschaft bei.

Die Kombination aus moderner Mikroskopie, zerstörungsfreier Computertomographie, flexiblem 3D-Scanning, intelligentem Datenmanagement und nachhaltigen Retrofit-Konzepten zeigt, wie Qualitätstechnologie zu einer Schlüsseltechnologie der Kreislaufwirtschaft wird. ZEISS Industrial Quality Solutions unterstützt Unternehmen weltweit dabei, diese Technologien zu integrieren, Materialinnovationen sicher umzusetzen und Produktionsprozesse nachhaltiger und effizienter zu gestalten.

Weiterführende Links

Retrofit: Weitere Infos >>>

Datenmanagement: Weitere Infos >>>

Industrielle Computertomographie:

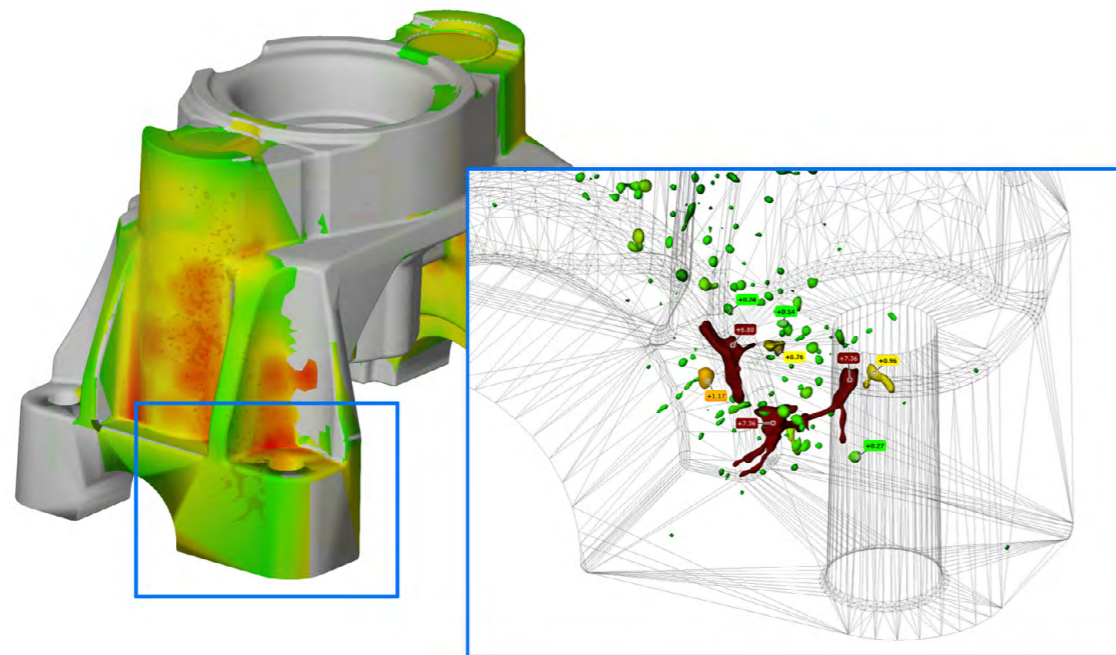
Weitere Infos >>>

Smartzoom 100: Weitere Infos >>>

3D Scanning: Weitere Infos >>>



ZEISS



Additive manufacturing for resilient, sustainable and human-oriented SME's based on bio-intelligence and regional demands

Raphael Tiefnig – Graz University of Technology, Austria

Franz Haas – Graz University of Technology, Austria

Additive Manufacturing (AM) has rapidly transformed from a rapid prototyping technique to a versatile industrial manufacturing technology, significantly benefiting Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) worldwide, especially analysed in Argentina. The evolution of AM technologies such as Selective Laser Melting (SLM), Fused Filament Fabrication (FFF), and Electron Beam Melting (EBM) has expanded its applicability to functional metal and composite components, offering SMEs high economic potential including reduced need of material, lower production costs and increased design flexibility. Recent technological advancements (e.g. multi-material printing, AI-driven design optimization, and bioprinting) additional force the application of additive manufacturing in diverse industry sectors. The paper provides a comprehensive assessment of AM's current applications within Argentine SMEs, supported by a detailed SWOT analysis and strategic implications for enhancing SME competitiveness through AM integration. Looking ahead, continued institutional support, targeted training programs, and sustainable manufacturing practices are essential to maximizing AM's economic, technological, and environmental potentials.

Additive Manufacturing (AM), commonly known as 3D printing, has evolved significantly from a niche rapid prototyping method into an industrial production technology. Initially limited to basic polymer prototypes through stereolithography in the 1980s, AM technologies progressively diversified into advanced methods including Selective Laser Melting (SLM), Fused Filament Fabrication (FFF), Electron Beam Melting (EBM)

and Direct Metal Laser Sintering (DMLS) [1]. These developments enable AM to transform SMEs to high-specialized experts in manufacturing of functional components. They are based on high performance metal alloys or multi-material hybrids, suitable for demanding engineering applications, substantially broadening the industrial relevance of the products [2].

In South America, small and medium-sized enterprises (SMEs), accounting for approximately 99% of all businesses, play a vital role in employment and regional economic development [3]. Given their limited financial resources, SMEs particularly benefit from AM's technological evolution, which allows the manufacturing of complex and customized products directly from the CAD-model without traditional tooling costs [4]. This capability significantly reduces both material costs and production times, key facts that enable SMEs to compete effectively against larger companies.

Furthermore, modern AM processes facilitate rapid product iteration and design flexibility, allowing SMEs to adapt quickly to changing market demands [5]. Additionally, AM technologies support decentralized and localized production concepts, improving supply chain resilience and reducing logistical dependencies, essential for geographically dispersed markets in South America [6]. As adoption continues, AM promises to enhance the competitiveness, innovation capacity and sustainability of South American SMEs.

1. TECHNOLOGICAL EVOLUTION OF ADDITIVE MANUFACTURING

Recent advances in Additive Manufacturing (AM) technologies have founded the base for an ongoing biological transformation of this sector. High-resolution process control now allows micro- and nanoscale feature fabrication, enabling structures that closely mimic biological complexity [7]. Multi-material AM systems can print composites with tailored gradients and interfaces, simulating natural material transitions found in tissues or nacre [8]. Additionally, novel laser beam shaping techniques allow localized thermal management, improving precision and material integrity [9]. Real-time in-situ monitoring using sensors and imaging systems enhances

quality assurance by enabling adaptive control during the build process [10]. When paired with AI-guided process optimization, these technological advances allow dynamic toolpath adjustments and defect mitigation, ensuring consistency and performance across complex parts and assemblies [11]. Together, these innovations not only improve technical performance, but also enable bio-inspired geometries, functional bio-integration, and intelligent interaction with biological systems - paving the way for the next phase of AM's evolution. Figure 1 highlights the general approach of production that can be transferred to Additive Manufacturing following the above-mentioned innovations.

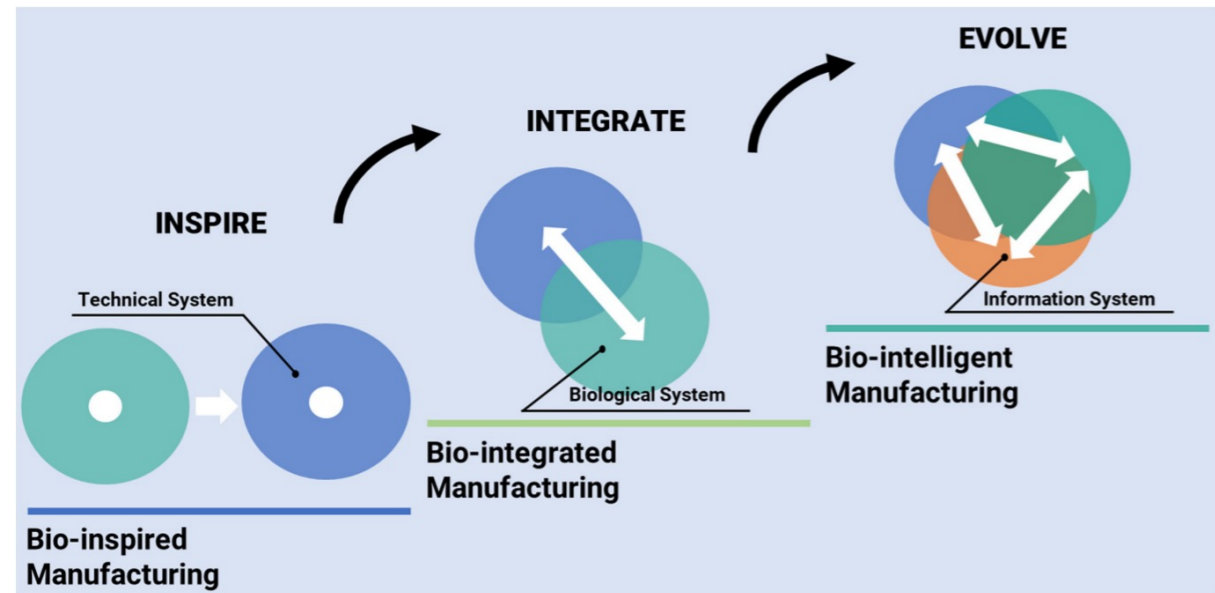


Figure 1: Levels of biological transformation in manufacturing industry, Source: Matt 2021, modified to AM with 4 levels – Inspiring / Integration / Interacting / Intelligence

1.1 Bio-Inspiration in Additive Manufacturing

Additive Manufacturing (AM) has increasingly drawn design principles from nature to enhance performance and functionality. Bio-inspired approaches mimic the hierarchical structures and efficient material use found in biological systems, yielding superior strength-to-weight ratios and novel multi-functional materials. For example, natural architectures like lamellar bone, bamboo, and mollusc shells have inspired lightweight lattice and composite designs in AM that improve toughness, vibration damping, and even add features like structural colour or hydrophobicity [12]. In aerospace and auto-

motive sectors, such biomorphic designs have enabled significant weight reduction and energy absorption gains. Trabecular bone-inspired lattices in aircraft parts or vehicle chassis achieve high stiffness with minimal mass [13]. Studies report that a 3D-printed beam optimized with a bone-mimicking porous infill showed over 100% greater bending stiffness than a topology-optimized solid, underscoring the mechanical advantages of bio-inspiration. Civil engineers have also applied bio-inspired topology to 3D-printed concrete, minimizing material usage while maintaining structural integrity [14].

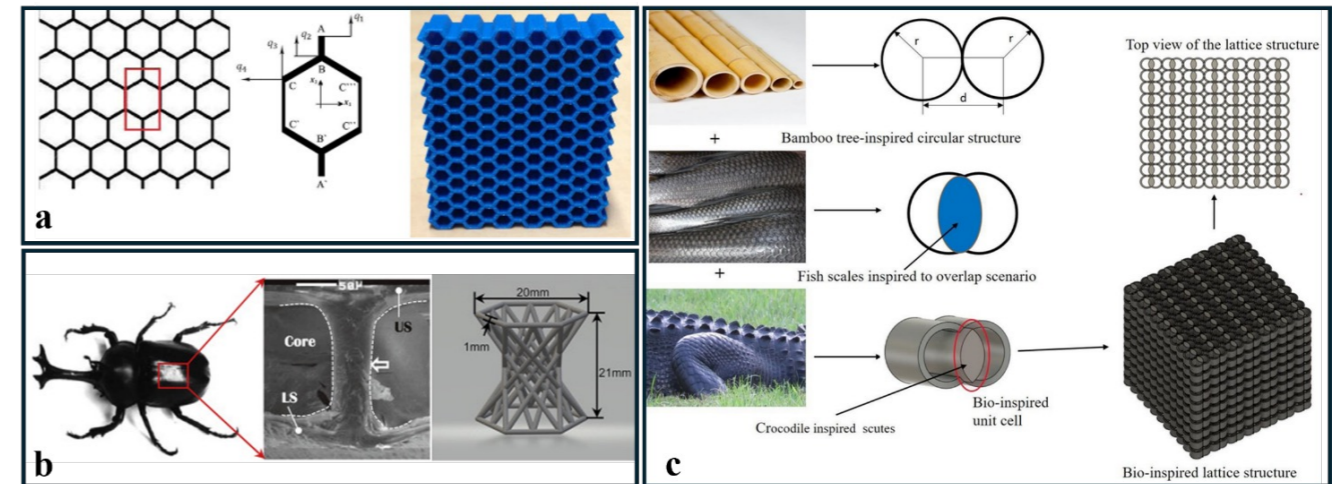


Figure 2: Bio-inspired 3D-printed lattice structures. (a) 3D-printed honeycomb structures (Hedayati et al., 2016); (b) lattice structure inspired from beetle front wing (Du et al., 2020); (c) bio-inspired lattice cellular structure from the bamboo tree, Fish scales and crocodile skin (Doodi, Gunji, 2023)

1.2 Bio-Integration in Additive Manufacturing

Bio-integration refers to the convergence of AM with biological materials, processes, or organisms, enabling fabrication of hybrid bio-technological systems. A prominent advancement is 3D bioprinting, where living cells are printed with biomaterial scaffolds to create tissues and organ constructs for regenerative medicine [15]. This integration allows printed structures to perform biological functions; for instance, bio-printed cardiac tissue has demonstrated synchronous contractions. Beyond biomedical uses, AM is increasing-

ly used in wearable and implantable devices. Custom 3D-printed wearables can now achieve intimate integration with curved body surfaces for health monitoring [16]. Bio-integration also fosters sustainable manufacturing through microbial synthesis of biopolymers for AM feedstocks. For instance, microbes can convert waste cooking oil into biodegradable materials for printing [17]. Researchers have also developed 3D-printed coral-inspired matrices that host microalgae, creating efficient bionic systems for bioenergy production [18].

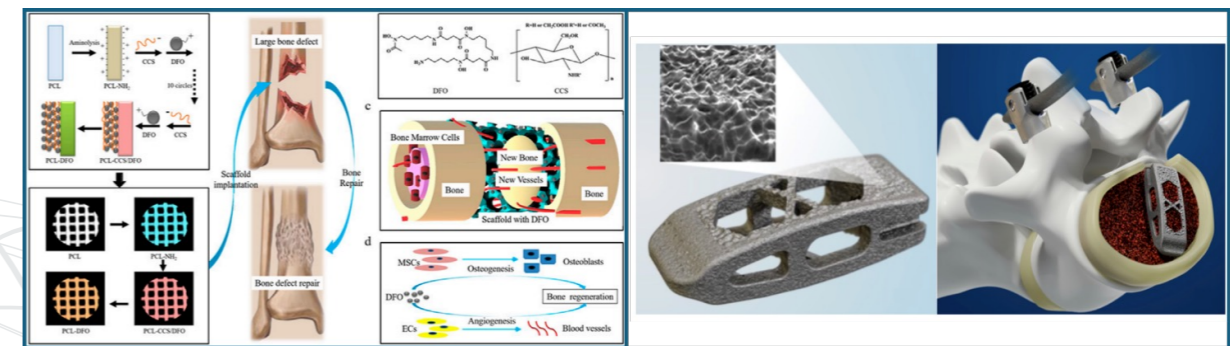


Figure 3: Biointegration through Additive Manufacturing. (left) Vascularized 3D printed scaffolds for promoting bone regeneration (Wang et al., 2022);(right) 3D printed titanium cage (B) with interbody placement (Kia et al., 2022)

1.3 Bio-Interaction in Additive Manufacturing

Bio-interaction involves AM-developed systems that actively interface with biological environments. These systems sense, respond, or adapt in the presence of biological stimuli. For example, 3D-printed wearable exoskeletons with embedded biosensors can monitor muscle activity and adapt support levels accordingly [19]. In soft robotics, 4D-printed actuators fabricated

via AM respond to humidity or temperature changes, emulating biological movements [20]. Hydrogel-based soft actuators can be tuned to respond to chemical or electrical stimuli, enabling motion and sensing capabilities [21]. These bio-interactive systems overcome the borders between biology and engineering, from microswimmers powered by microbes to chemical-responsive materials in environmental technology.

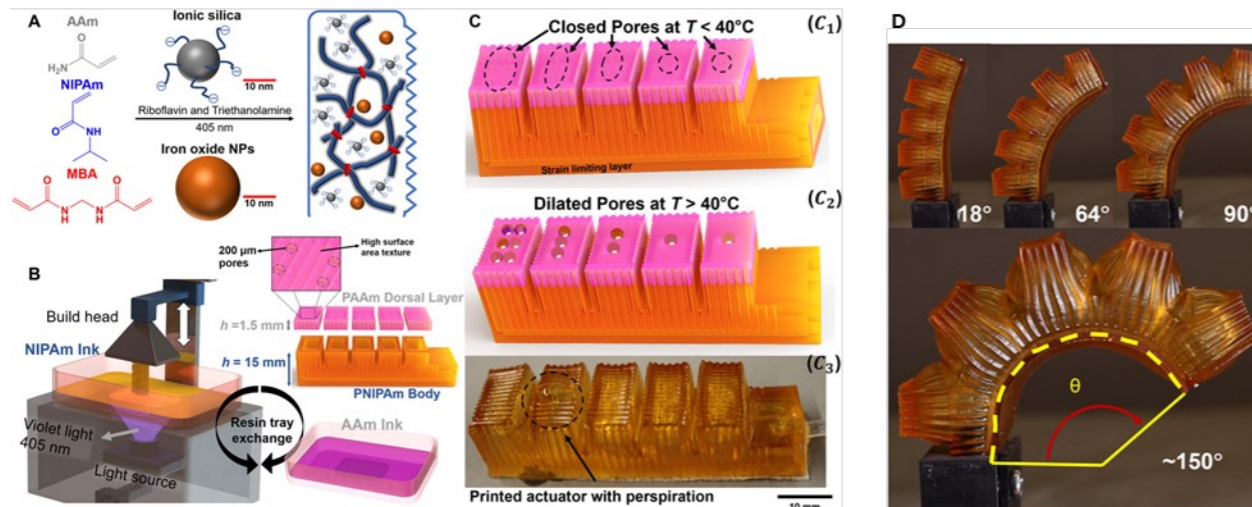


Figure 4: 3D-printed multi-material hydrogel actuator. (A) Chemistry of ionic composite hydrogels. (B) Simplified architecture of the SLA 3D printer. (C) 3D-printed actuator with high surface area and multi-material design. (D) Autonomous bending of the hydrogel actuator. Source: Mishra et al. 2020, modified.

1.4 Toward Bio-Intelligence in AM

The evolution of AM through bio-inspiration, integration, and interaction sets the foundation for Bio-Intelligence. Bio-intelligent systems merge biological principles with artificial intelligence to achieve self-optimization and adaptive manufacturing. For example, printed materials may one day include embedded sensors and neural network-like logic for real-time self-adjustment [22]. Bio-based manufacturing is already yielding measurable performance improvements and promises a future where AM created systems behave similar to living organisms [23].

4. REGIONAL DEMANDS ON BEHALF OF SOUTH AMERICA (ARGENTINA)

The chances of AM and the rapidness of the evolution process is determined on several factors. One of this points is the considering of the regional demands of the surrounding economy. Naturally, it is not the same

to find an AM ecosystem in a region that is mainly automotive oriented or an agricultural dominated area. The concepts of bio-intelligent AM has to be structured according the industrial infrastructure, the state of education and many other aspects. The author of the paper studies especially the AM landscape of Argentina, that is for Middle Europe not mainly in the focus. Therefore, the results are especially valuable and transferable.

4.1 Current AM Application Landscape

Additive Manufacturing (AM) is progressively finding its place within Argentina's Small and Medium Enterprises (SMEs) in the production sector, even if only on a modest scale. Adoption is currently centered around prototyping and tooling rather than full-scale production, reflecting a broader regional trend of cautious experimentation with advanced manufacturing technologies [25]. Despite macroeconomic instability, Argentina has fostered a developing AM ecosystem, with Buenos

Aires and Santa Fe emerging as key hubs for technology providers, service providers and local 3D printer manufacturers [26]. Institutions such as the Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) have played a crucial role in advancing AM knowledge and integration by offering technical support and promoting R&D activities [27]. University-led initiatives, such as those from the Universidad Tecnológica Nacional (UTN), have also contributed by providing AM training and infrastructure access to SMEs, helping to reduce the entry barrier for smaller companies [28].

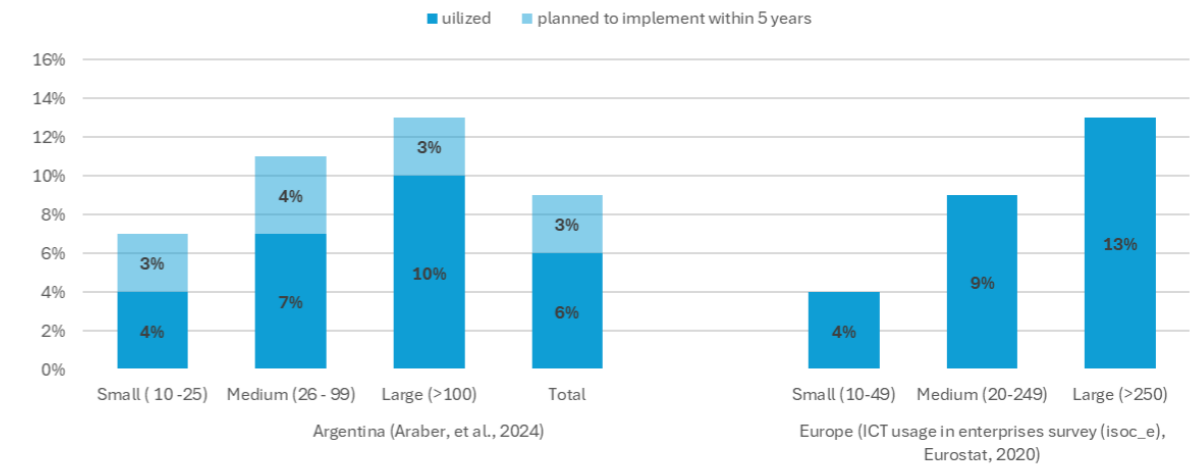


Figure 5: Use of 3D printing by companies according to size in Argentina and Europe

Furthermore, public-private collaborations and open innovation platforms are becoming increasingly common. For example, collaborative labs in industrial parks allow SMEs to test AM applications without upfront equipment investment. In some cases, provincial governments subsidize AM pilot projects for SMEs to demonstrate their feasibility and impact [29]. While the overall adoption rate remains limited, these supportive structures indicate a growing recognition of AM's strategic potential.

4.2 AM Applications for SMEs

SMEs in sectors such as automotive, aerospace and tooling are leveraging AM for rapid prototyping, low-volume parts and customized components. In aerospace, Argentina's Tronador II satellite launcher project has incorporated AM in the production of complex engine components [30]. In the automotive sector, SMEs use polymer-based AM for functional prototyping and the development of jigs and fixtures [31]. Additionally, agricultural machinery producers are exploring AM to print

obsolete or customized replacement parts, offering significant logistical and economic benefits [32]. Metal additive manufacturing, though less widespread, is gaining traction in advanced sectors such as defense and energy, where small-batch production of high-performance components is economically viable. Several SMEs have also begun producing customized biomedical devices like orthoses and dental models, taking advantage of the customization capabilities of additive manufacturing [33].

4.3 SWOT Analysis

To understand the position of Additive Manufacturing (AM) for Argentine SMEs within the manufacturing sector, a structured SWOT analysis offers valuable insight. This framework outlines the internal strengths and weaknesses, as well as the external opportunities and threats, shaping AM adoption and integration. It provides a holistic overview of how SMEs can strategically navigate current challenges and leverage emerging potentials.

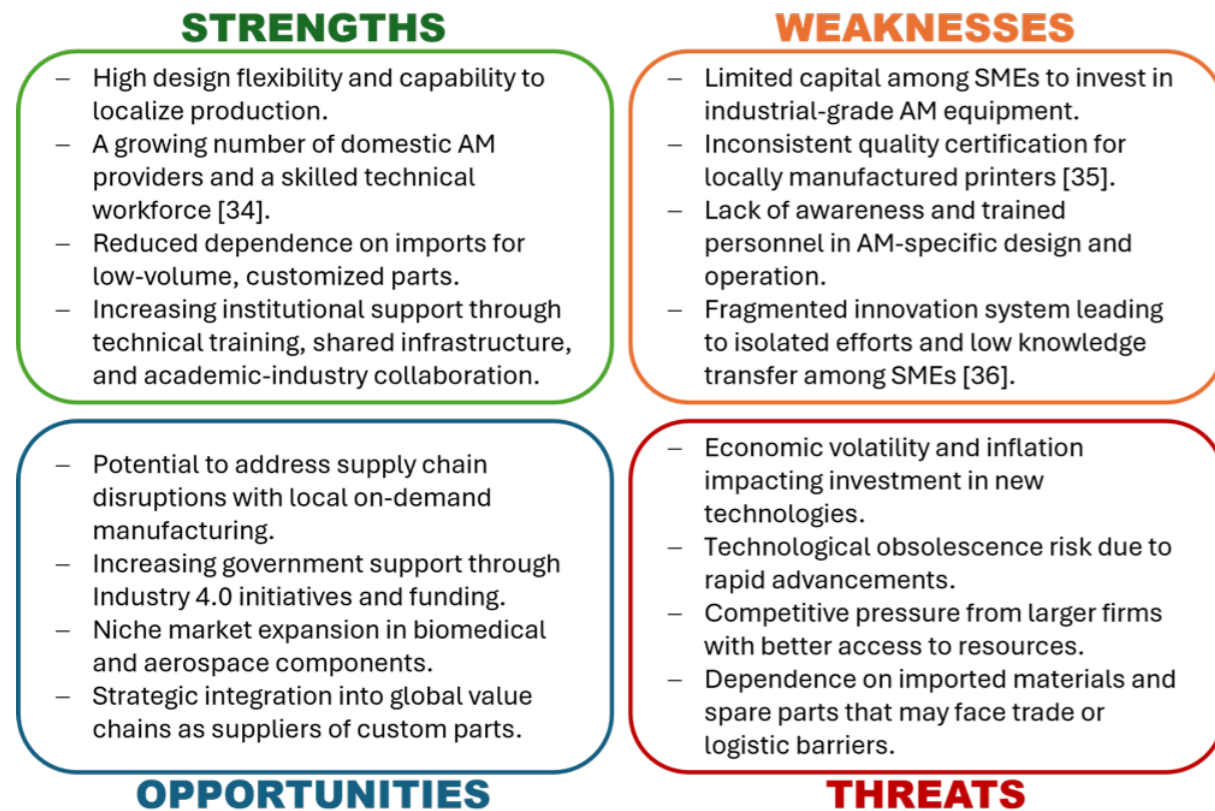


Figure 6: SWOT Analysis for AM in Argentine SMEs, Own illustration

4.4 Regional AM Strategies for SME 5.0

Building on the SWOT analysis, this section outlines actionable strategies tailored to the Argentine SME context. It has to be mentioned, that SME 5.0 meetings and bilateral scientific exchange find a common result, that the strategies can be applied in a general manner. Regional aspects are definitely highlighted in the strategies but they are not limited to a special continent or state. By aligning strengths with opportunities and addressing weaknesses and threats, these strategic directions aim to enhance the impact and sustainability of AM adoption across key industrial sectors.

SO-Strategies (Leveraging Strengths to Exploit Opportunities):

d regional AM networks that capitalize on skilled technical workforce and institutional support to provide rapid local manufacturing for sectors vulnerable to supply value chain disruptions.

- >> Promote industry-academia innovation hubs that focus on biomedical and aerospace component development, leveraging strong academic collaboration.

WO-Strategies (Overcoming Weaknesses by Using Opportunities):

- >> Secure public-private funding schemes (e.g., through Industry 4.0 incentives) to help SMEs invest in certified, industrial-grade AM equipment. The programs also must address already established processes and machines to avoid high implementation and service costs.
- >> Develop targeted AM training programs, jointly organized by universities and government, to address skill shortages and improve knowledge diffusion across SME clusters.
- >> Networks that use experience to accelerate learning processes.

ST-Strategies (Using Strengths to Mitigate Threats):

- >> Expand local part production capabilities using design flexibility and existing providers to reduce vulnerability to import disruptions and inflation-sensitive logistics.
- >> Foster certification and quality initiatives through collaboration between skilled local actors and institutions, staying ahead of competitive pressure and obsolescence.

WT Strategies (Minimizing Weaknesses and Avoiding Threats):

- Create shared AM service centers for SMEs that cannot afford individual investments, reduce capital burdens and fragmentation while increasing resilience to economic volatility.
- Encourage government-supported standardization efforts to unify certification protocols and facilitate easier global integration and competition.

6. OUTLOOK FOR AM IN ARGENTINIAN SMEs

The major aspect and the key point for economic success and competitiveness is the transition from prototyping to high-volume AM. The personal experience and surveys show that then the economic income is high enough to work independent and future oriented. With emerging capabilities such as multi-material printing [37], AI-guided design [38], and bioprinting [39], SMEs can explore applications far beyond traditional prototyping. In the industrial sector, advancements in generative design and localized production offer shorter lead times and reduce material waste, while in medicine, custom implants and regenerative treatments are rapidly gaining feasibility [40].

Argentina's National Institute of Industrial Technology (INTI) and academic institutions are already investing in these advanced techniques, with public-private initiatives promoting AM integration aligned with Industry 4.0 goals [41]. Environmentally, these technologies promise sustainable development by enabling circular economy models and reducing carbon footprints [42]. Economically, they can empower SMEs to enter high-value markets such as aerospace, defense [43], and personalized healthcare [44], even with limited resources.

Continued support through innovation policy, training programs, and international collaboration [45] will be critical in realizing these potentials. As a result, AM is ready to transform Argentine SMEs into agile, sustainable, and competitive players in the global manufacturing landscape.

CONCLUSION

This research paper has provided a comprehensive analysis of Additive Manufacturing (AM) technology and its transformative potential for Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) in Argentina. Initially, the study explored the historical evolution and technological advancements in AM, emphasizing significant breakthroughs such as enhanced precision, multi-material capabilities, AI-driven design processes, and bioprinting technologies. Through examining sector-specific applications in industries including aerospace, automotive, agriculture, and healthcare, the paper illustrated the broad applicability and growing significance of AM for SMEs in general.

The structured SWOT analysis offered an insightful evaluation of AM's current status, highlighting critical internal strengths and weaknesses along with external opportunities and threats. Building on this analysis, targeted strategic recommendations are formulated to help SMEs leverage AM effectively, overcome existing barriers, and utilize emerging opportunities for sustainable growth and competitiveness.

Looking forward, the study underscores the need for continuous institutional support, specialized AM training programs, enhanced collaboration between academia, industry and government entities, and sustainable manufacturing initiatives. Collectively, these actions will empower SMEs to not only navigate future challenges successfully but also fully exploit on AM's potential, positioning SME 5.0 as a key initiative in the global manufacturing landscape.

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper is part of the project "SME 5.0 - A Strategic Roadmap Towards the Next Level of Intelligent, Sustainable and Human-Centred SMEs" and has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement no. 10108648. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the EIT. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

REFERENCES

- [1] I. Gibson, D. Rosen, and B. Stucker, Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, 3rd ed. New York: Springer, 2021.
- [2] L. Zhou, et al., Additive Manufacturing: A Comprehensive Review. *Sensors*. 2024; 24(9):2668. <https://doi.org/10.3390/s24092668>
- [3] OECD/CAF (2019), Latin America and the Caribbean 2019: Policies for Competitive SMEs in the Pacific Alliance and Participating South American countries, SME Policy Index, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/d9e1e5f0-en>.
- [4] T. Rayna and L. Striukova, "From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 102, pp. 214–224, 2016.
- [5] M. Attaran, "The rise of 3D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing," *Business Horizons*, vol. 60, no. 5, pp. 677–688, 2017.
- [6] M. H. Keskin, et al. Additive Manufacturing for Remediating Supply Chain Disruptions and Building Resilient and Sustainable Logistics Support Systems. *Sustainability*. 2025; 17(6):2783. <https://doi.org/10.3390/su17062783>
- [7] M. Mao, et al. The Emerging Frontiers and Applications of High-Resolution 3D Printing. *Micromachines*. 2017; 8(4):113. <https://doi.org/10.3390/mi8040113>
- [8] U. Shaukat, E. Rossegger, S. Schlögl. A Review of Multi-Material 3D Printing of Functional Materials via Vat Photopolymerization. *Polymers*. 2022; 14(12):2449. <https://doi.org/10.3390/polym14122449>
- [9] B. Lane et al., "Laser Beam Shaping for Additive Manufacturing," *Additive Manufacturing*, vol. 28, pp. 595–603, 2019.
- [10] B. Zhang et al., "In-situ Process Monitoring and Control for Additive Manufacturing: A Review of Current Technologies and Research Directions," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 135, pp. 24–45, 2019.
- [11] D. Wuest et al., "Machine Learning in Additive Manufacturing: State of the Art and Perspectives," *Additive Manufacturing*, vol. 36, Art. 101538, 2020.
- [12] J. Wei et al., "Bioinspired Additive Manufacturing of Hierarchical Materials: From Biostructures to Functions," *Research*, vol. 6, Art. 0164, 2023.
- [13] N. Cadoret, J. Chaves-Jacob, and J.-M. Linares, "Structural Additive Manufacturing Parts Bio-Inspired from Trabecular Bone," *Materials & Design*, vol. 231, Art. 112029, 2023.
- [14] C. Audibert, J. Chaves-Jacob, and J.-M. Linares, "Bio-inspired method based on bone architecture to optimize the structure of mechanical workpieces," *Materials & Design*, vol. 160, pp. 708–717, 2018.
- [15] N. A. Mirsky, et al. Three-Dimensional Bioprinting: A Comprehensive Review for Applications in Tissue Engineering and Regenerative Medicine. *Bioengineering*. 2024; 11(8):777. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11080777>
- [16] T. R. Ray et al., "Bio-Integrated Wearable Systems: A Comprehensive Review," *Chemical Reviews*, vol. 119, no. 8, pp. 5461–5533, 2019.
- [17] B. Wu, A. Sufi, et al. Direct Conversion of McDonald's Waste Cooking Oil into a Biodegradable High Resolution 3D Printing Resin. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2019.
- [18] D. Wangpraseurt, S. You, F. Azam, et al. Bionic 3D printed corals. *Nat Commun* 11, 1748 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15486-4>
- [19] D. M. G. Preethichandra, et al. Passive and Active Exoskeleton Solutions: Sensors, Actuators, Applications, and Recent Trends. *Sensors*. 2024; 24(21):7095. <https://doi.org/10.3390/s24217095>
- [20] Y. S. Alsheibly et al., "Bioinspired Pattern-Driven Single-Material 4D Printing for Self-Morphing Actuators," *Sustainability*, vol. 14, no. 16, Art. 10141, 2022.
- [21] W. Sun, S. Schaffer, K. Dai, et al. 3D Printing Hydrogel-Based Soft and Biohybrid Actuators: A Mini-Review on Fabrication Techniques, Applications, and Challenges. *Frontiers in Robotics and AI*. Vol.8, 2021.
- [22] Massachusetts Institute of Technology. "New programmable materials can sense their own movements." *ScienceDaily*, 2022. [Online] Available: www.sciencedaily.com/releases/2022/08/220810161047.htm
- [23] K. Wegener et al., "Biologicalisation in Manufacturing – Current State and Future Trends," *CIRP Annals*, vol. 72, no. 2, pp. 781–807, 2023.
- [24] G. Byrne et al., "Towards High Performance Living Manufacturing Systems – A New Convergence between Biology and Engineering," *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 34, no. 2, pp. 599–610, 2021.
- [25] M. Paredes, "Latin America's 3D Printing Revolution," *3Dnatives*, Aug. 14, 2021. [Online]. Available: <https://www.3dnatives.com/en/latin-americas-3d-printing-revolution-200120216/>
- [26] C. Sánchez, "Argentina y su ecosistema de empresas dedicadas a la impresión 3D," *3Dnatives*, Feb. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.3dnatives.com/es/argentina-impresion-3d-250220252/>
- [27] INTI, "Tecnologías de Impresión 3D: Situación y Oportunidades en la Industria Argentina," *Instituto Nacional de Tecnología Industrial*, Dec. 2022. [Online]. Available: <https://www.inti.gob.ar>
- [28] VoxelMatters, "UTN Buenos Aires offers a Diploma in 3D Printing and 3D Design," *VoxelMatters.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.voxelmatters.com/utn-buenos-aires-offers-diploma-3d-printing-3d-design>
- [29] UN PAGE, "Bringing Green Transition to SMEs in Practice in Argentina," *UN PAGE*, 2023. [Online]. Available: <https://www.un-page.org/news/bringing-green-transition-to-smes-practice-in-argentina>
- [30] Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), "El lanzador Tronador II supera un nuevo hito tecnológico," *CONAE*, 2024. [Online]. Available: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-lanzador-tronador-ii-supera-un-nuevo-hito-tecnologico>

- [31] E. Suárez, "Prototipado funcional en PYMEs automotrices argentinas mediante tecnologías 3D," *Revista Ingeniería Aplicada*, vol. 12, no. 2, pp. 33–40, 2023.
- [32] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), "Aplicaciones de manufactura aditiva en maquinaria agrícola en zonas rurales," *Boletín Técnico INTA*, vol. 18, pp. 51–58, 2022.
- [33] A. Rodríguez and L. Menéndez, "Impresión 3D en salud: oportunidades para PYMEs biomédicas argentinas," *Revista de Tecnología Médica*, vol. 7, no. 1, pp. 21–28, 2024.
- [34] A. Fernández, "El talento argentino en impresión 3D: un activo estratégico," *Revista Industria Hoy*, vol. 32, no. 2, pp. 44–49, 2023.
- [35] Trideo, "Desafíos en la certificación de impresoras 3D industriales en Latinoamérica," *Boletín Técnico Trideo*, vol. 5, no. 1, pp. 12–17, 2024.
- [36] World Bank, "Argentina – Unleashing Productive Innovation Project," *World Bank Documents*, 2020. [Online]. Available: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/755011588018076692/pdf/Argentina-Unleashing-Productive-Innovation-Project.pdf>
- [37] D. Sher, "INTI Leads Argentina's Leapfrog in Industrial Technology through 3D Printing," *3D Printing Industry*, Feb. 2016. [Online]. Available: <https://www.3dprintingmedia.net/work/inti-argentina-strataysys-object/>
- [38] Forbes Argentina, "Por qué la IA sería la clave para desbloquear la industria de la impresión 3D," Aug. 2023. [Online]. Available: <https://www.forbesargentina.com/innovacion/por-que-ia-seria-clave-desbloquear-industria-impresion-3d-n38779>

- [39] V. Listek, "3D Printing Congress in Argentina: Novel Ideas and a Harsh Landscape Ahead," *3DPrint.com*, Nov. 2019. [Online]. Available: <https://3dprint.com/259960/3d-printing-congress-in-argentina/>
- [40] INTI, "Panorama de la Manufactura Aditiva – Aplicaciones en salud y odontología," 2021. [Online]. Available: <https://www.inti.gob.ar/publicaciones/maditiva2021>
- [41] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, "Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030," *Gobierno de Argentina*, 2022. [Online]. Available: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/plan-nacional-cyt-2030>
- [42] INTI, "Post-Consumer Recycled Plastics Used for 3D Printed Devices," Oct. 2016. [Online]. Available: <https://www.inti.gob.ar/prensa/plasticorecicladoimpresion3d>
- [43] Renishaw, "Catec e Invap colaboran en componentes impresos 3D para satélites," May 2019. [Online]. Available: <https://www.renishaw.com/es/catec-e-invap-colaboran-en-componentes-impresos-3d-para-satelites-44379>
- [44] INTI, "Avances en impresión 3D para aplicaciones biomédicas en Argentina," 2023. [Online]. Available: <https://www.inti.gob.ar/publicaciones/biomedicas-impresion3d>
- [45] ensun.io, "Cámara Argentina de Impresión 3D – Key Takeaway," 2025. [Online]. Available: <https://ensun.io/company/camara-argentina-de-impresion-3d>



Wintererprobung Velaro Novo (Selzthal) © Alle Bilder: FSiemens Mobility Austria GmbH 2022 | Eco-Design für Schienenfahrzeuge

Eco-Design für Schienenfahrzeuge

Moderne Schienenfahrzeuge stehen ständig im Wettbewerb zu Flug- und Individualverkehr und sind meist die attraktivste Option, um zwischen Städten zu reisen. Neben dem Vorteil komfortablen Reisens, steht immer mehr der ökologische Aspekt im Hinblick auf effiziente Nutzung vorhandener Ressourcen im Vordergrund.

Aus diesem Grund hat SIEMENS Mobility für seine Fahrzeugflotte einen entsprechenden Entwicklungsschwerpunkt aufgesetzt, um der Vision der Green Mobility gerecht zu werden. Energie und nachhaltiger Ressourcen-Einsatz sind dabei die wertvollsten Ressourcen unserer Zeit.

Kaum eine physikalische Größe innerhalb des Mobilitäts-Sektors nimmt einen so großen Einfluss auf die Energieeinsparung, wie der Luftwiderstand. Der Luftwiderstand ist ein wichtiger Faktor für die Geschwindigkeitsleistung von Hochgeschwindigkeitszügen. Der Luftwiderstand nimmt quadratisch mit der Geschwindigkeit zu, so dass bei höheren Geschwindigkeiten der Einfluss der Luftströmung immer größer wird. Die Gestaltung von Hochgeschwindigkeitszügen ist daher darauf ausgerichtet, den Luftwiderstand zu minimieren, um die Effizienz zu maximieren.

Über die letzten Jahrzehnte der Hochgeschwindigkeitsentwicklung ist hierbei ein Trend deutlich zu beobachten. Die Geschwindigkeiten mit denen moderne Hochgeschwindigkeitszüge unterwegs sind, werden hierbei laufend ge-

steigert. Beginnend mit anfänglichen Geschwindigkeiten von bis zu 200 km/h hat sich heute die Tendenz deutlich in Richtung 300 km/h in Europa und weltweit teilweise darüber hinaus verschoben. Dies wird nicht zuletzt durch die Laufstabilität moderner Drehgestelle und dem Bau spezieller Hochgeschwindigkeitsstrecken möglich.

Energieverbrauch spielte historisch in der Entwicklung von Schienenfahrzeugen eine untergeordnete Rolle und wurde lediglich bei Hochgeschwindigkeitszügen aufgrund der zunehmenden Geschwindigkeiten und der damit notwendigen Traktionsausrüstung immer wichtiger.

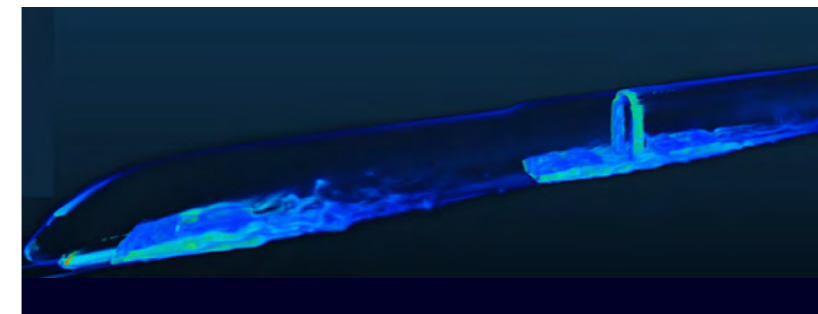
Beim Velaro Novo, der neuesten Hochgeschwindigkeitsgeneration von SIEMENS Mobility, wurden alle Potentiale zur Hebung der Effizienz vorhanden sind. Hierbei spielen die Fahrwerke eine nicht unwesentliche Rolle. Durch Anbringung von Verkleidungselementen kann der Luftwiderstand maßgeblich verbessert werden (ca. um 15% Reduktion des Gesamtwiderstandes des Zuges).

Gleichzeitig sind die Anforderungen an entsprechende Bauteile sehr hoch. Die Entwicklung aerodynamisch optimierter Verkleidungselemente erfordert eine sorgfältige Balance zwischen Formgebung, struktureller Festigkeit und funktionaler Sicherheit. Die Herausforderung in der Entwicklung dieser Bauteile liegen in der aerodynamischen Formgebung, der Festigkeitsauslegung aufgrund von hohen Belastungen, Erfüllung des Brandschutzes und Widerstandsfähigkeit gegen Schotterflug bei gleichzeitiger Anforderung hinsichtlich minimalen Gewichts und Kosten.

Neben klassischen Materialien für die Fahrwerksverkleidung wie Stahl, Aluminium und Faserverbundwerkstoff wurde ein Eco-Design aus Holzschichtverbund entwickelt. Neben der Materialcharakterisierung für die Dimensionierung, der Festigkeitsbewertung sind auch die Erprobung von Bauteilen in Labor und Feldversuch essenziell.

Eco Design wird dabei als strategischer Ansatz verstanden, der es Unternehmen wie Siemens Mobility ermöglicht, nachhaltigere Produkte zu entwickeln und gleichzeitig die Umweltwirkungen der eigenen Geschäftstätigkeit zu reduzieren. Die Integration ökologischer Kriterien bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung leistet einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung und zur Reduktion von Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs hinweg.

Im Rahmen der Untersuchungen hat sich Holz als Werkstoff mit hohem Potenzial für Verkleidungselemente herausgestellt. Holz und Holzfaserverbundwerkstoffe können unter bestimmten Voraussetzungen die geforderten mechanischen, funktionalen und sicherheitsrelevanten Anforderungen erfüllen und gleichzeitig ökologische Vorteile bieten. Damit eröffnen sich neue Perspektiven für den Einsatz nachhaltiger Materialien im Schienenfahrzeugbau, insbesondere im Kontext aerodynamisch optimierter und umweltfreundlicher Hochgeschwindigkeitszüge.



Strömungsverluste an einem Hochgeschwindigkeitszug



Konstruktionsstand Fahrwerksverkleidung aus Holzschichtverbund

Vita

Michael Kopp (57)

Studium der Elektrotechnik an der Friedrich Alexander Universität Erlangen. Ab 1993 im Vertrieb für Hochgeschwindigkeitszüge bei Siemens, u.a. Gesamtprojektleiter für die 2. Bauserie des ICE T der DB AG. 2006 bis 2014 Entwicklungs- und Vertriebsleitung für den Desiro ML. Seit 2014 Program Director für den Velaro Novo.

Siemens Mobility GmbH, SMO RS HI PL,
Siemenspromenade 8
91058 Erlangen, Deutschland
E-Mail: michael.kopp@siemens.com

Dr.-Ing. Thomas Moshhammer (58)

Studium Allgemeiner Maschinenbau an der Technischen Universität Wien, Doktoratsstudium an der Technischen Universität in Graz bis 1998 mit Abschluß Dr.-Ing., Sabbatical bei NASA Langley in Virginia. Seit 2007 bei der Siemens Mobility Austria GmbH, Mobility, im Bereich Fahrwerksentwicklung für die Fachthemen Konstruktion Strukturbauteile, Lastannahmen, Festigkeitsberechnung, Laborversuche und Validierung, seit 2016 Leiter der Abteilung Structure, Simulation, Validation und seit 2020 Innovations Area Leiter Advanced Methods, Digital Twins, Engineering Data Analytics und Lean Processes.

Siemens Mobility GmbH, SMO RS CP BG&P EN SSV

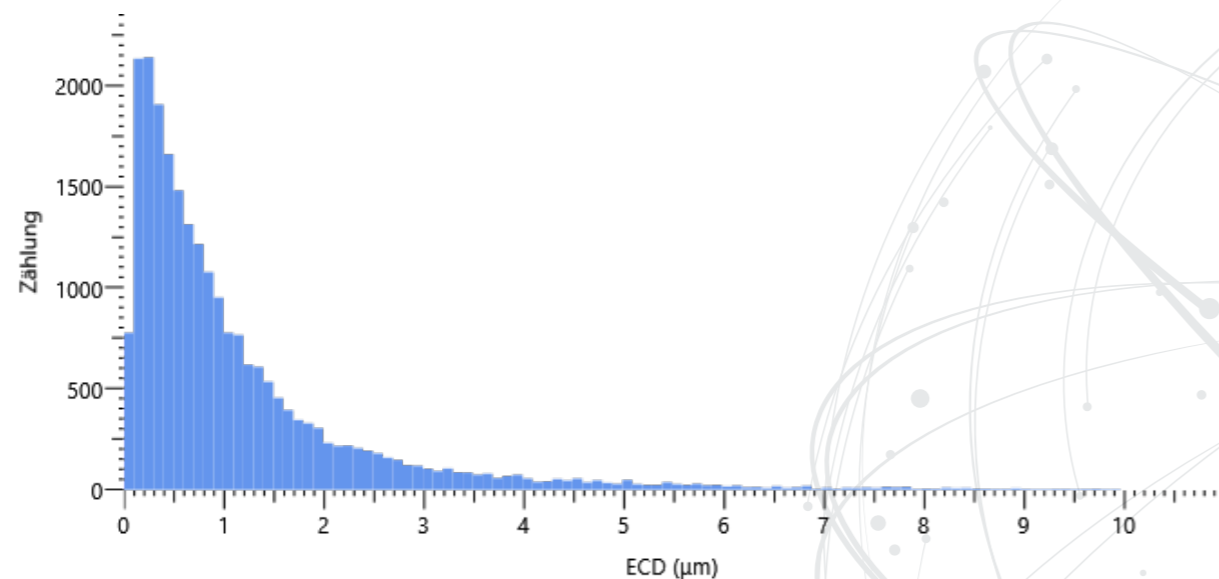
Eggenberger Str. 31, 8020 Graz, Austria.
E-Mail: thomas.moshhammer@siemens.com

Mikro- und Nanoanalytik im Einsatz gegen Feinstaub: Forschung am FELMI-ZFE Graz

Das Zentrum für Elektronenmikroskopie Graz (ZFE) bildet mit dem Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik (FELMI) der Technischen Universität Graz den Forschungsverbund (FELMI-ZFE). Dieser verbindet Grundlagenforschung mit angewandter Forschung und stellt eine führende Institution im Bereich moderner Probenpräparation, vielfältiger Mikroskopietechniken, sowie Mikrobereichs- und Nanoanalytik dar. Dank der umfangreichen erstklassigen Instrumentierung kann eine breite Palette von Untersuchungsmethoden anwendungsspezifisch eingesetzt werden. Durch das Mitwirken in vielen nationalen und internationalen Projekten kann umfassendes Expertenwissen für die Mikro- und Nanocharakterisierung angeboten werden. Als Österreichs größte außeruniversitäre Forschungseinrichtung im Bereich der elektronenmikroskopischen Charakte-

risierung und Nanoanalytik ist das ZFE-Graz gut in die Österreichische Forschungslandschaft eingebettet. Als Mitglied der Austrian Cooperative Research (ACR) arbeitet das ZFE sehr intensiv mit kleinen und mittleren Unternehmen zusammen. Das ZFE-Graz ermöglicht Kooperationspartnern und Kunden Zugang zu den neuesten Technologien für die fortgeschrittene Materialcharakterisierung, Qualitätskontrolle und Fehleranalyse. Das ZFE wird vom gemeinnützigen Verein zur Förderung der Elektronenmikroskopie und Feinstrukturfor schung betrieben. Die EN ISO 9001-2015 Zertifizierung bekräftigt den gesetzten hohen Qualitätsstandard.

Seit vielen Jahren wird auch die Methodenentwicklung im Bereich der Umweltanalytik zum Beispiel zum Nachweis von Mikro- und Nanoplastik oder Feinstäuben



Partikelgrößenverteilung und chemische Zusammensetzung der vermessenen Bremspartikel aus einem Prüfstandtest
~25.000 Partikel im Bereich 0,06µm – 10µm ECD = Equivalent Circular Diameter

(Luftgüteüberwachung (Pollen, Asbestproblematik), Lebensmittelsicherheit, ...) in komplexen Umgebungen als Forschungsschwerpunkt am Institut intensiv verfolgt.

Abriebpartikel von Reifen, Bremsen und Fahrbahn sind mittlerweile für den Großteil der verkehrsbedingten Feinstaub- und Mikroplastikbelastung verantwortlich. Wenn 2030 EU-weit strengere Luftgütegrenzwerte in Kraft treten, werden diese ohne eine Reduktion der Abriebemissionen kaum einzuhalten sein.

Im Rahmen von mehreren Forschungsprojekten arbeitet das Team des FELMI-ZFE gemeinsam mit Partnerinstituten der TU Graz (Institut für Thermodynamik und Nachhaltige Antriebssysteme (ITnA), Institut für Fahrzeugtechnik (FTG), Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik (EMS), Institut für Betriebsfestigkeit und Schienenfahrzeugtechnik (BST)) und Firmen-Kooperationspartnern aus dem Automotive-Bereich in unterschiedlichen Konstellationen an präzisen Analysemethoden und realistische Testverfahren für verschiedene Fahrzeugklassen und -komponenten sowie technische Lösungen, mit denen sich Emissionen maßgeblich reduzieren lassen.

Im Rahmen der neuen Verordnung (EU) 2024/1257 werden erstmals Emissionsquellen aus nicht-verbrennungsmotorischen Prozessen im Verkehrswesen reglementiert. Dabei wird in der Kategorie der Nichtabgasemissionen zwischen Brems- und Reifenemissionen unterschieden.

Im Projekt „ULEED - Ultra Low Emission Electrical Drum Brake“ werden Prüfstandversuche zu Bremsleistungen, thermischen Verhalten und Partikelemissionen (Brake-WLTP, RDE-Zyklen, AK-Master Tests) am FTG durchgeführt. Getestet werden repräsentative Serienbremsen im Vergleich zu im Projekt entwickelten emissionsreduzierten Bremsen mit Standardbelägen und mit verbesserten Reibbelägen.

Im Projekt „TRACER - Tirewear Reduction, Analysis of Components and Emissionmeasurement Research“ fokussieren sich die ForscherInnen auf die durch den

Vita

Hartmuth Schrötner

ist seit 1991 am ZFE-Graz beschäftigt und ist seit 2005 Arbeitsgruppenleiter und Projektleiter. Er fungiert als Erstansprechpartner für Anfragen von Forschungspartnern von Forschungsinstituten, aus Industrie und KMU. Die Schwerpunkte seiner Arbeitsgruppe sind die Mikrobereichscharakterisierung, Korrelative Mikroskopie und ESEM & in-situ Mikroskopie, sowie die Entwicklung von Präparationstechniken und Methoden für die elektronenmikroskopische und korrelative Mikrobereichsanalyse.



Manfred Nachtnebel

ist seit 2017 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Elektronenmikroskopie (ZFE-Graz) im Bereich Materialwissenschaften und -analytik tätig. Er verfügt über ein umfangreiches in Projekten erarbeitetes Wissen in Bezug auf Partikeldetektion. Sein tiefes Verständnis der Materialwissenschaften und seine Fachkenntnisse im Bereich Elektronenmikroskopie und unterschiedlicher Spektroskopie Methoden können gezielt genutzt werden, um Schlüsselfragestellungen im Bereich der Umweltanalytik zu beantworten.



Niko Koch

ist seit 2025 als PhD-Student am Institut für Elektronenmikroskopie und Nanoanalytik (FELMI) der TU Graz tätig. Nach seinem Masterabschluss in Advanced Materials Science widmet er sich der Untersuchung von Abriebemissionen. Dabei nutzt er automatisierte SEM-EDX-Partikelanalysen, um diese Emissionen zu charakterisieren und gemeinsam mit dem Projektteam Ansätze zu deren Reduktion zu entwickeln.

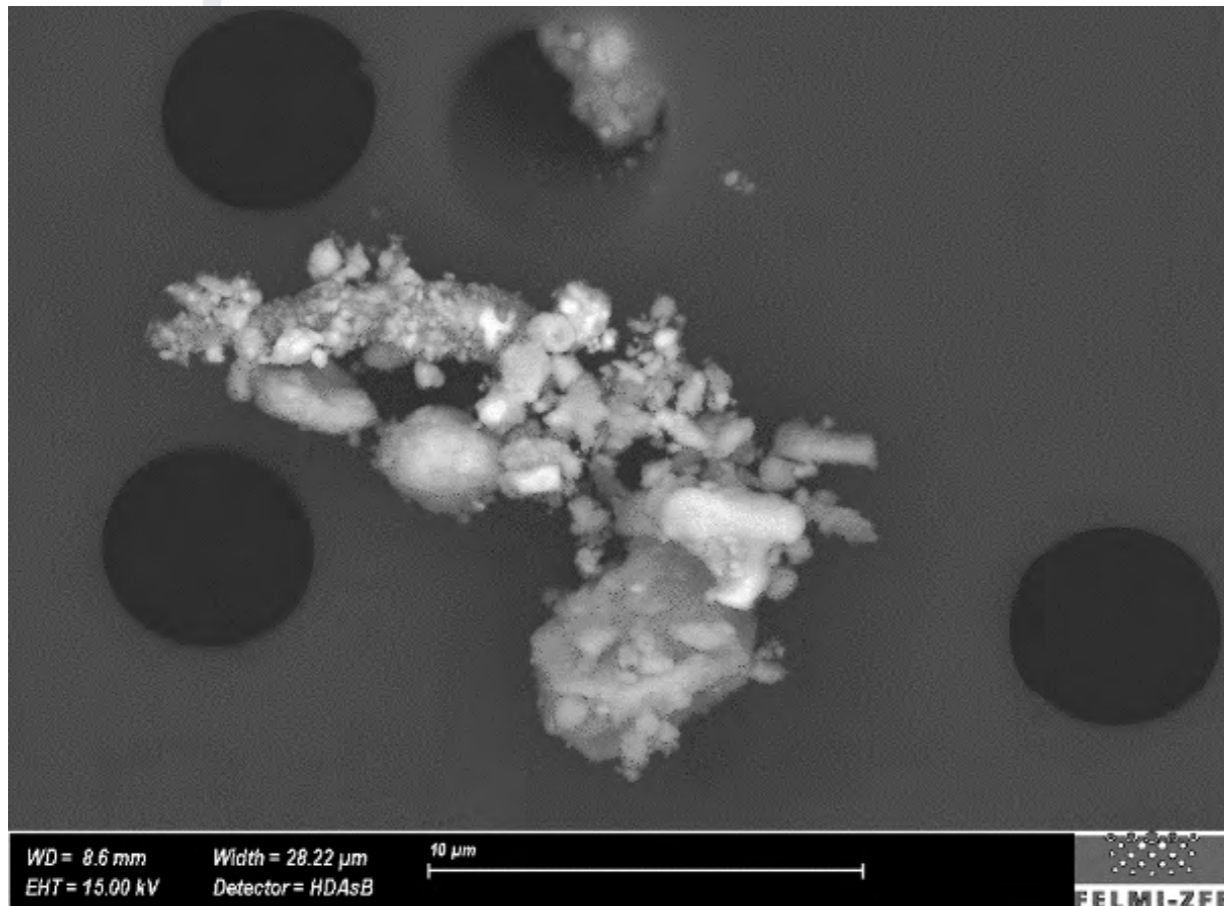
TRENDS UND ENTWICKLUNGEN

Abrieb des Reifens entstehenden feinen und ultrafeinen Partikel welche aufgrund ihrer Größe ein gesundheitliches Risiko für Mensch und Tier darstellen könnten. Messfahrten im realen Straßenverkehr dienen als Referenzgröße für die Kalibrierung und Justierung der Reifen-Prüfstände, um einen realitätsnahen Reifenabrieb unter Laborbedingungen gewährleisten zu können.

Im Rahmen des TU Graz Fields of Expertise (FoE) Leadprojekts „NExT - Non-Exhaust Emission Topics“ erforschen interdisziplinäre Teams von fünf Instituten unter der Projektleitung von Cornelia Lex und Stefan Hausberger die Entstehung von Reifen-, Bremsen-, Fahrbahn- und Schienenabriebpartikeln. Nachhaltige Mobilität ist dabei ein zentraler Forschungsschwerpunkt. Ziel ist die Entwicklung von realistischen Testverfahren und Sensoren, sowie die verlässliche Bewertung und effektive Reduzierung von Abrieb-Emissionen. Simulationsmodelle sollen weiterentwickelt und durch reale Test- und

Messfahrten validiert werden. Die Impulse aus der Grundlagenforschung sollen zukünftig dazu beitragen die verkehrsbedingten Emissionen weiter zu reduzieren.

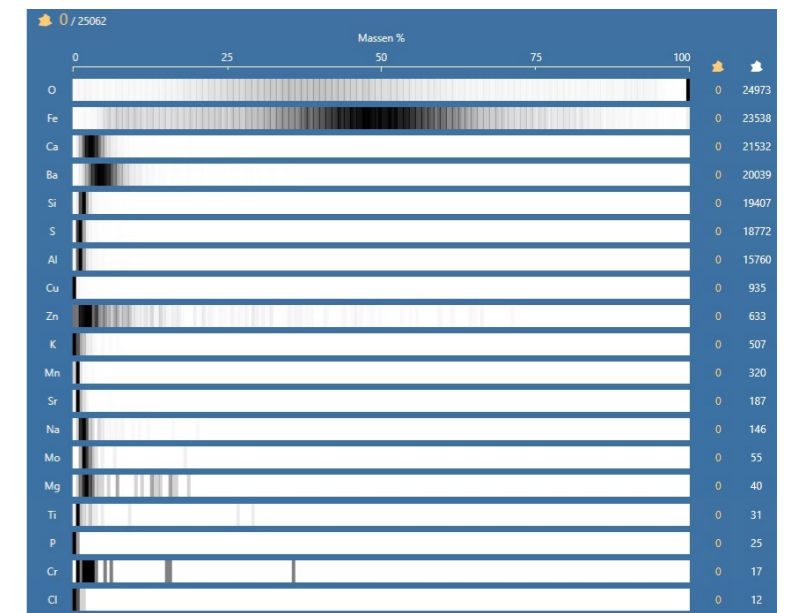
Das ZFE optimiert mit den Projektpartnern die Probenahme im Hinblick auf die ideale Position und den geeigneten Belegungsgrad der Filter an den unterschiedlichen Prüfständen und unter unterschiedlichen Testbedingungen. Die in den unterschiedlichen Projekten gesammelten Feinstaubproben werden am ZFE präpariert und im hochauflösenden Rasterelektronenmikroskop morphologisch und chemisch charakterisiert. Die am ZFE eingesetzte korrelative Elektronenmikroskopie (REM) in Verbindung mit Röntgenspektroskopie (EDX) und Raman-Spektroskopie bietet den Vorteil, neben detaillierter visueller Charakterisierung der Partikel, einschließlich Größe, Größenverteilung, Form und Oberflächenmerkmalen auch die Identifizierung der chemi-



Rückstreuelektronen-Abbildung von Rückständen im Inneren einer Trommelbremse nach Prüfstandstestlauf.

TRENDS UND ENTWICKLUNGEN

schen Zusammensetzung bzw. die Veränderung der Mikro- und Nanopartikel zu erfassen. Dies ist im zum Beispiel (siehe Abbildungen von einer Filterprobe aus einem PKW-Bremsprüfstand) im Besonderen für die Feinstäube und Ablagerungen von den Bremsprüfständen interessant, da es hier zu möglichen Veränderungen der eingesetzten Komponenten des Bremsbelages durch Temperatureinfluss in Abhängigkeit der Bremsleistung oder im Langzeitverhalten kommen könnte. In einem Folgeschritt werden die Feinstaubproben danach weiterführend mittels automatisierter Vielteilchenanalyse statistisch umfangreich erfasst und klassifiziert. Für die Auswertung der riesigen Datensätze kommen verstärkt Machine Learning und AI Ansätze zum Einsatz. Damit wird die benötigte Datenbasis geschaffen, damit im Zuge der Projekte die Partikelemission in den verschiedenen Phasen des Einsatzes und im zeitlichen Ablauf miteinander verglichen werden können. Auf Basis dieser Resultate können die beteiligten Projektpartner dann wiederum weitere Schritte zur Optimierung an den Prüfstands-/Testabläufen, an den Simulationsmodellen und zur technischen Emissionsreduktion unternehmen.



Danksagung/Acknowledgement:

Die Autoren danken der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) für die Förderung der Projekte: „ULEED“ Ultra Low Emission Electrical Drum Brake (FFG Antragsnummer: 52242405 - Mobilität 2023: Urbane Mobilität und Fahrzeugtechnologien) „TRACER“ Tirewear Reduction, Analysis of Components and Emissionmeasurement Research (FFG Antragsnummer: 58742891 - Mobilitätswende 2024/1: Mobilitätstechnologie)

Die Autoren danken der Technischen Universität Graz für die (Co-) Finanzierung der Arbeiten im Rahmen des TU Graz Fields of Expertise (FoE) Leadprojektes NExT (Non Exhaust Topics).

Kontakt:

Group-Leader SEM / IR / Raman
KAM Automotive
Zentrum für Elektronenmikroskopie Graz
Steyrergasse 17, A-8010 Graz

Hartmuth Schröttner
Phone: +43 (0)316 873 8349
Mobile: +43 (0)664 60 873 8349
E-Mail: hartmuth.schroettner@felmi-zfe.at



Integrated Material Intelligence – Beschleunigte Materialinnovationen als Schlüssel für Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und digitale Transformation

Moderne Werkstoffe (Advanced Materials) – von hochleistungsfähigen Stählen und Metalllegierungen über Energiematerialien bis hin zu intelligenten Materialsystemen für die Mikroelektronik – bilden das Fundament der industriellen Wertschöpfung. Europa ist in diesem Bereich derzeit weltweit führend. Doch in einer Zeit von intensiver globaler Konkurrenz und dringlichen Transformationen, gewinnt neben Innovationskraft und technologischer Exzellenz auch die Geschwindigkeit des Innovationsprozesses an Bedeutung.

Der neuartige Forschungsansatz „Integrated Material Intelligence (IMI)“ adressiert diesen Bedarf mit einer klaren Vision: Die Entwicklung innovativer, wettbewerbsfähiger und kreislauffähiger Werkstoffe mittels digitalisierter und KI-gestützter Workflows.

Damit sollen Materialentwicklungsprozesse bis hin zur industriellen Anwendung radikal beschleunigt und die Werkstoffe gleichzeitig nachhaltiger und resilienter gestaltet werden.

Die neue Realität der Materialforschung: Geschwindigkeit, Nachhaltigkeit, Resilienz

Klassische sequenzielle Entwicklungszyklen stoßen angesichts aktueller Herausforderungen an ihre Grenzen. In IMI werden daher integrierte, zunehmend automatisierte Entwicklungspipelines etabliert, die Daten,

Modelle und Experimente miteinander verknüpfen – ein wesentliches Element moderner Materialbeschleunigungsplattformen (MAPs).

In MAPs integrierte KI-gestützte Design- und Optimierungsverfahren ermöglichen es, neue Legierungen, Oberflächen oder Funktionsmaterialien schneller zu entwerfen, zu testen und in industrielle Prozesse zu überführen.

Drei zentrale Herausforderungen treiben das Forschungsprogramm IMI

Für den langfristigen Erfolg auf dem Gebiet der Advanced Materials und deren Anwendungsfeldern gibt es drei miteinander verknüpfte technologische und wirtschaftliche Notwendigkeiten: Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Digitalisierung.

1. Wettbewerbsfähigkeit: Beschleunigte Materialinnovation als Standortfaktor

Advanced Materials begründen rund 20 % der europäischen Industrieleistung und sind entscheidend für Branchen wie Automobil, Luft- und Raumfahrt, Elektronik, Energie oder Sicherheit.

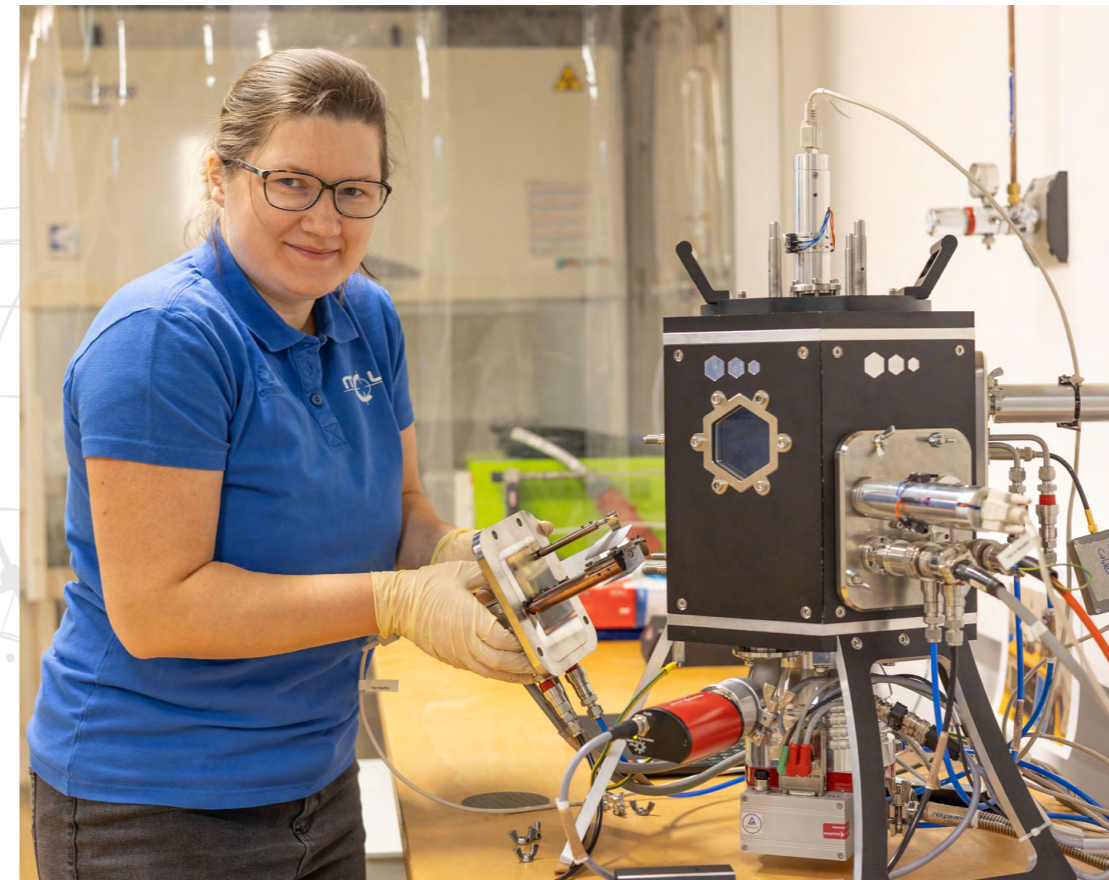
Um Europas Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern, sind erforderlich:

- Neue Werkstofflösungen, die schnell in marktfähige Anwendungen übergehen
- Hochautomatisierte, KI-gestützte Workflows für Materialdesign und Qualitätskontrolle
- Schnelle Transfers vom Labor in die industrielle Produktion

IMI begegnet dieser Anforderung mit materialzentrierten Innovationen und entlang der Wertschöpfungskette integrierten Entwicklungsprozessen.

2. Nachhaltigkeit: Materialien für eine kreislauffähige Industrie

Die Versorgungssicherheit kritischer Rohstoffe wie Seltenerdmetalle, Nickel, oder Kobalt wird zunehmend durch geopolitische Spannungen und ethische Aspekte gefährdet. Der europäische Critical Raw Materials Act (CRMA) unterstreicht die Dringlichkeit neuer Strategien.



Dr. Werner Ecker

ist Geschäftsführer der Materials Center Leoben Forschung GmbH (MCL, mcl.at). Er studierte und promovierte an der Montanuniversität Leoben.

Sein Steckenpferd ist die Beschleunigung von industriellen Innovationsprozessen. Der Fokus erstreckt sich von Materialentwicklung über neue und optimierte Herstellungsverfahren bis zur Materialeignung und -innovation in Produkten.

Er leitet das COMET-Zentrum IC-MPPE und ist im Zuge des Aufbaus einer europäischen digitalen Infrastruktur für Advanced Materials (MaterialsCommons) für Uses Cases und Industrieimplementierung verantwortlich.

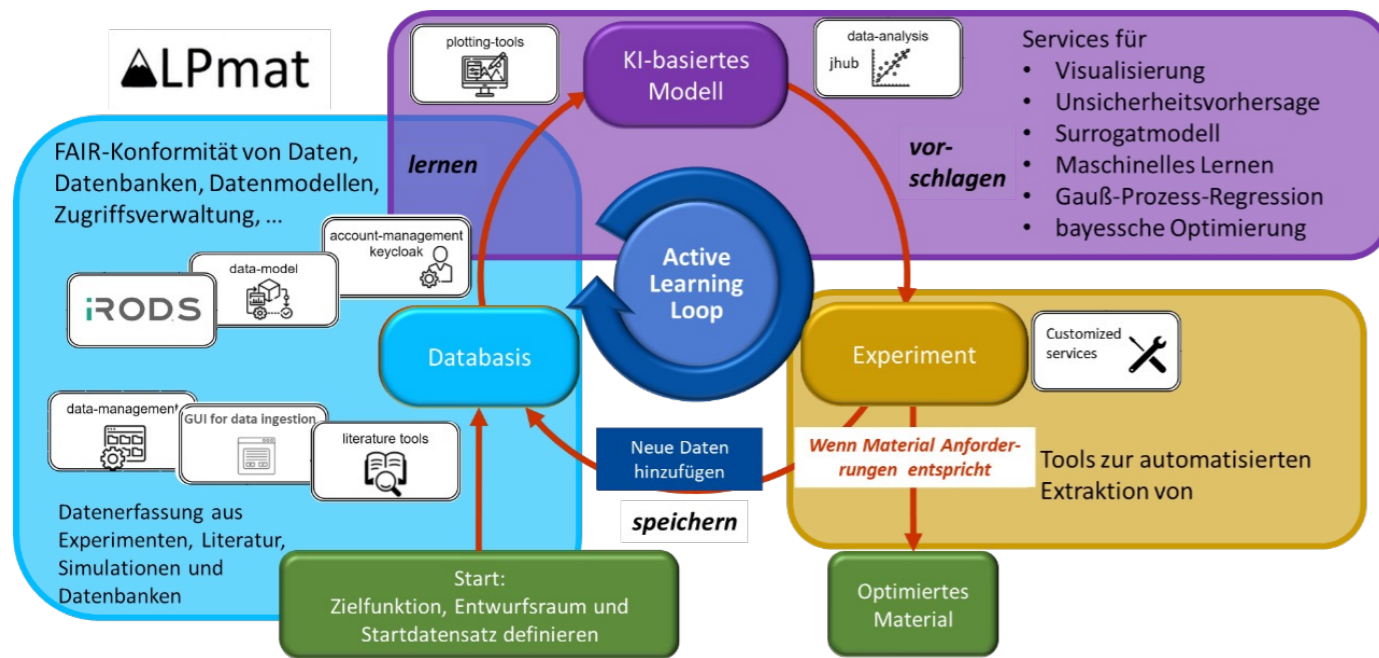


Abbildung 1: Schematischer Überblick über Elemente und Funktionsweise eines Active Learning Workflows in ALPmat

Zwei zukunftsweisende Nachhaltigkeitspfade sind dabei:

1. Kreislaufmaterialflüsse
 - Einsatz von Sekundärrohstoffen
 - Kreislauforientierte und ressourceneffiziente Produktionsprozesse
 - Einsatz von Rezyklaten in Hochleistungswerkstoffen
2. Materialdesign mit reduziertem CRM-Gehalt
 - Minimierung kritischer Rohstoffe
 - Substitution durch neue Legierungskonzepte oder Funktionsmaterialien
 - Entwicklung resilienzsteigernder Prozessketten

Beide Ansätze stärken die Rohstoffunabhängigkeit und ermöglichen gleichzeitig eine ökologisch nachhaltige und wirtschaftlich attraktive Produktion.

3. Digitalisierung: Von Daten zu autonomen Werkstoffsystemen

Digitale Technologien verändern Materialwissenschaft und Produktion grundlegend. Die Vision: Eine vollständig integrierte, virtualisierte und automatisierte Material-, Prozess und Produktentwicklung.

Kernkomponenten im Forschungsansatz IMI sind:

- FAIR-Datenarchitekturen (auffindbar, zugänglich, interoperabel, wiederverwendbar)
- Datengesteuerte Methoden und KI-basierte Modelle
- Interoperable, orchestrierte Workflows
- Aktive Lernschleifen (Active Learning Loops), die etwa Experimente autonom steuern
- Materialbeschleunigungsplattformen (MAPs) zur Industrialisierung digitaler Methoden

Damit wird der Übergang von der klassischen Materialentwicklung hin zu kombiniert erfahrungs- und datengetriebenen und automatisierten Innovationsprozessen realisiert.

Ausblick: Eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Zukunft gestalten

Die Zukunft der Materialentwicklung ist digital, vernetzt und zirkulär. Das Materials Center Leoben (MCL) hat daher mit ALPmat eine MAP entwickelt, die eine zentrale Rolle bei der Bildung einer vernetzten digitalen Materialforschungsinfrastruktur im europäischen Leuchtturmprojekt MaterialsCommons spielen wird. Darüber hinaus hat MCL die neue Phase seines COMET-Zentrums dem Forschungsansatz IMI gewidmet.

Thermophysik für Luft- und Raumfahrtanwendungen

Jede Woche treten mehrere Tonnen ausgedienter Satelliten, Raketenstufen und anderer Komponenten in die Erdatmosphäre ein. Der Großteil verglüht, jedoch nicht alles. Die Problematik besteht dabei im unkontrollierten Zerfall dieser Bruchteile. Um das Risiko zu reduzieren, fordern internationale Abkommen inzwischen entweder einen kontrollierten Wiedereintritt oder eine Risikobewertung für unkontrollierte Abstürze. Diese Anforderungen gelten für jeden Neustart in den erdnahen Orbit.

Welche Werkstoffe kommen zum Einsatz?

Zum Einsatz kommen eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe. Metallische Werkstoffe bilden nach wie vor das Rückgrat vieler Raufahrtsysteme: Aluminium- und Titanlegierungen, Nickelbasislegierungen und Stähle. Neben metallischen Legierungen werden insbesondere kohlefaserverstärkte Kunststoffe verwendet, wie sie in Satellitenstrukturen und Raketenstufen weit verbreitet sind. Darüber hinaus finden auch hochtemperaturbeständige Materialien wie keramische Fasergewebe, Aerogele oder Graphitschäume Verwendung, die häufig als Schichtverbunde in ausfaltbaren Hitzeschutzsystemen integriert werden

Warum Materialdaten so entscheidend sind!

Für die Risikobewertung werden numerische Simulationen der thermischen und mechanischen Belastung bzw. des Verglühens beim Wiedereintritt durchgeführt. Um die Vorhersagemöglichkeit zu verbessern, werden hierfür valide Werkstoffdaten von den verwendeten Materialien bis zu sehr hohen Temperaturen bzw. bis in die schmelzflüssige Phase benötigt.

Welche Herausforderungen liegen bei der Bestimmung der thermophysikalischen Eigenschaften vor?

Eine besondere Herausforderung bei der Charakterisierung von Werkstoffen für Raumfahrtanwendungen stellen keramische Gewebe und Graphitschäume dar. Diese Materialien werden unter anderem als Schichtverbunde in ausfaltbaren Hitzeschutzsystemen (Advanced Inflatable Thermal Protection Systems) für Erd- und zukünftige Marsmissionen eingesetzt. Da für die Simulation des Wiedereintritts Materialkennwerte bis weit über 1000 °C benötigt werden, eignet sich zur Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit, und damit zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit im Hochtemperaturbereich, praktisch ausschließlich die Laser-Flash-

Vita



Dr. Andreas Cziegler

ist Absolvent der Montanuniversität Leoben, Fachrichtung Metallurgie mit Studienschwerpunkt im Bereich Gießereitechnik. Nach Abschluss des Studiums Metallurgie war er als Universitätsassistent und Projektmitarbeiter am Lehrstuhl für Gießereikunde an der Montanuniversität Leoben in Forschung und Lehre beschäftigt. Am ÖGI liegen seine Schwerpunkte in der Thermophysik, der numerischen Gießsimulation sowie in der Leitung gießereispezifischer Projekte. Seit Oktober 2024 ist er zudem in der Funktion des stellvertretenden Geschäftsführers tätig.

Methode. Zusätzliche Herausforderungen ergeben sich aus der Herstellung geeigneter Proben, der schwer exakt definierbaren Dicke der Gewebe und Schäume sowie deren Inhomogenität. Insbesondere die hohe Porosität dieser Werkstoffe stellt erhöhte Anforderungen an die Messmethodik und die korrekte Auswertung der Ergebnisse.

Das ÖGI verfügt über ein umfassendes Equipment zur thermophysikalischen Charakterisierung von Werkstoffen für Luft- und Raumfahrtanwendungen. Darunter u.a. die Laserflash Apparatur zur Bestimmung der Temperaturleitfähigkeit und in weiter Folge zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit, welche in Kooperation mit dem Materials Center Leoben betrieben wird. Die Laser-Flash-Methode bietet nicht nur einen großen nutzbaren Tem-

peraturbereich, sondern ermöglicht auch Messungen unter variablen Drücken und unterschiedlichen Gasatmosphären - ein entscheidender Vorteil für poröse und anisotrope Materialien wie keramische Gewebe und Graphitschäume. Ergänzt wird das Equipment durch Differenzwärmestromkalorimeter, Schubstangendilatometrie, Thermogravimetrie sowie simultane Thermoanalyse. Mit dieser Ausstattung war und ist das Institut in zahlreiche internationale Forschungsprojekte eingebunden. Dank dieser langjährigen Erfahrung ist das ÖGI ein verlässlicher Partner für Unternehmen, welche valide Werkstoffdaten über einen weiten Temperaturbereich benötigen. ÖGI ein verlässlicher Partner für Unternehmen, welche valide Werkstoffdaten über einen weiten Temperaturbereich benötigen.



Schichtverbund aus keramischen Geweben und Graphitschäumen für ausfaltbare Hitzeschutzschilder, www.efesto-project.eu

Steigerung des Einsatzes von Recyclingmaterial in Aluminium-Gussbauteilen durch Ultraschallbehandlung von Metallschmelzen

Die Herstellung von sicherheitsrelevanten Aluminiumgussbauteilen sowie von sichtbaren Strukturkomponenten, wie sie insbesondere in der Automobilindustrie eingesetzt werden, erfolgt bislang überwiegend aus Primärlegierungen. Diese Legierungen werden aus Hüttenaluminium hergestellt und erfüllen aufgrund ihrer hervorragenden Gebrauchseigenschaften, etwa hinsichtlich Festigkeit, Dehnung, Crash-Verhalten oder Korrosionsbeständigkeit, die hohen Anforderungen dieser Anwendungen. Die Produktion ist jedoch aufgrund des verwendeten Hüttenaluminiums äußerst energieintensiv.

Demgegenüber können Sekundäraluminiumlegierungen, die aus Kreislaufmaterial bzw. Aluminiumschrott hergestellt werden, mit bis zu 95 % geringerem Energieeinsatz und entsprechend deutlich reduzierten CO₂ Emissionen erzeugt werden. Ihr Einsatz ist jedoch bislang eingeschränkt, da sie im Vergleich zu Primärlegierungen ungünstigere mechanische und korrosive Eigenschaften aufweisen und damit die geforderten Leistungsmerkmale sicherheitskritischer Bauteile oft nicht erreichen.

Herausforderungen beim Einsatz von Sekundäraluminiumlegierungen

Der wesentliche Nachteil von Sekundärlegierungen gegenüber aus Hüttenaluminium hergestellten Primärlegierungen liegt in ihren ungünstigeren Gebrauchseigenschaften. Besonders betroffen sind die mechanischen Kennwerte wie Festigkeit, Dehnungsverhalten, Dauerfestigkeit sowie das Crash Verhalten. Auch die Korrosionsbeständigkeit kann deutlich reduziert sein. Daher können Sekundärlegierungen insbesondere bei sicherheitsrelevanten Bauteilen nur eingeschränkt eingesetzt werden. Auch für Bauteile im Sichtbereich, die hohen ästhetischen Ansprüchen genügen müssen, eignen sich Sekundärlegierungen nur bedingt. Ursache für die geringeren mechanischen und korrosiven Eigenschaften sind erhöhte Gehalte an Verunreinigungselementen, u.a. Eisen, die sich abhängig vom Schrottzustand im Kreislaufprozess anreichern können. Diese Elemente fördern die Bildung unerwünschter intermetallischer Phasen, welche die Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit der Legierungen erheblich beeinträchtigen.

Vita



Dr. Andreas Cziegler

ist Absolvent der Montanuniversität Leoben, Fachrichtung Metallurgie mit Studienschwerpunkt im Bereich Gießereitechnik. Nach Abschluss des Studiums Metallurgie war er als Universitätsassistent und Projektmitarbeiter am Lehrstuhl für Gießereitechnik an der Montanuniversität Leoben in Forschung und Lehre beschäftigt. Am ÖGI liegen seine Schwerpunkte in der Thermophysik, der numerischen Gießsimulation sowie in der Leitung gießereispezifischer Projekte. Seit Oktober 2024 ist er zudem in der Funktion des stellvertretenden Geschäftsführers tätig.

*Gemeinschaftsforschungsprojekt des ÖGI, OFI und der KMFA, gefördert vom Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur im Rahmen der ACR – Austrian Cooperative Research - Strategische Projekte.

Ein weiteres Problem ergibt sich aus der begrenzten Verfügbarkeit geeigneter Schrotte für die Herstellung von Sekundäraluminiumlegierungen sowie aus den Strukturen der globalen Abfallwirtschaft und des internationalen Schrottmarktes. Durch den Export hochwertiger Aluminiumschrotte sinkt der lokal nutzbare Anteil, was den Selbstversorgungsgrad deutlich reduziert. Zukünftig ist mit einem zunehmend intensiven globalen Wettbewerb um hochwertige Schrotte zu rechnen.

Innovationsbedarf zur nachhaltigen Nutzung von Sekundärlegierungen

Um den steigenden Anforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit gerecht zu werden und gleichzeitig im internationalen Wettbewerb bestehen zu können, sind innovative Ansätze erforderlich. Diese müssen einerseits die Nachteile eines erhöhten Anteils an Sekundärlegierungen im Produktionsprozess ausgleichen und andererseits den Umgang mit Schrottmaterialien geringerer Qualität ermöglichen, um den Aufbereitungsaufwand und damit einhergehend einen wiederum steigenden Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen zu verhindern.

Ultraschalltechnologie als innovativer Ansatz zur Steigerung des Einsatzes von Sekundäraluminiumlegierungen

Die Ultraschalltechnologie wird bereits erfolgreich in verschiedenen Branchen, u.a. der Lebensmitteltechnik, Kosmetik, Farbenherstellung zur Homogenisierung, etc. von Flüssigkeiten eingesetzt. Am Österreichischen Gießerei-In-

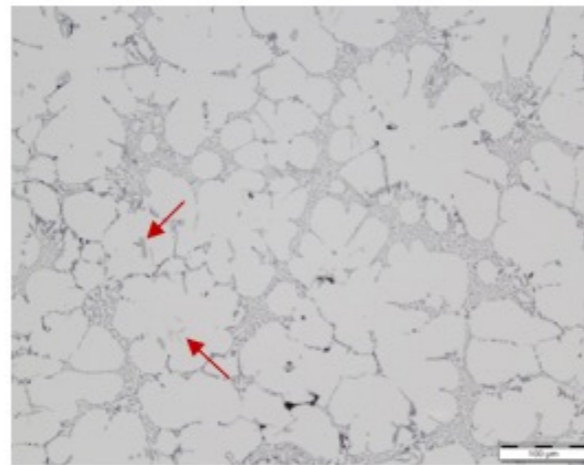
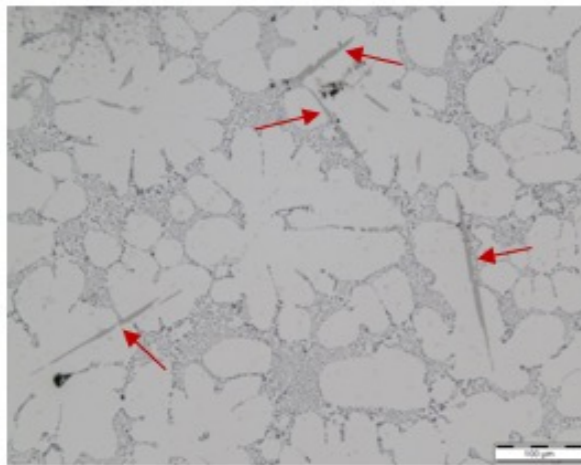
stitut wird daran geforscht*, wie die Ultraschallbehandlung von Aluminiumschmelzen gezielt genutzt werden kann, um die Wirkung nachteiliger intermetallischer Gefügephasen zu minimieren bzw. im besten Fall zu unterbinden.

Die Ultraschallbehandlung von Flüssigkeiten nutzt hochfrequente Schallwellen von typischerweise 20–40 kHz. Diese Schallwellen erzeugen in einem flüssigen Medium abwechselnde Druck- und Zugphasen, wodurch ein physikalischer Prozess entsteht, der als akustische Kavitation (Gasbläschen) bezeichnet wird. Sobald die Kavitäten eine kritische Größe erreichen, kollabieren diese und führen lokal zu enormen Drücken und Temperaturen. Dies führt in weiterer Folge zu einer Reihe von Effekten:

- Intensive Durchmischung und Homogenisierung führen zu einer Verteilung von Partikeln
- Aufbrechen von Agglomeraten und Dispergierung
- Entgasung von Flüssigkeiten

In Metallschmelzen kann eine Ultraschallbehandlung die Bildung unerwünschter intermetallischer Phasen beeinflussen, Oxide benetzen, die Keimbildung während der Erstarrung fördern und somit das Gefüge verfeinern und damit die mechanischen Eigenschaften verbessern.

Damit wird die Ultraschalltechnologie zu einem potentiellen Werkzeug, um den Sekundäraluminiumanteil in Gusskomponenten trotz erhöhter Verunreinigungsgehalte zu steigern.



Gefüge einer Aluminiumgusslegierung mit groben, nadelförmigen intermetallischen Titanphasen (links). Feine, fragmentierte Titanphasen infolge der Ultraschallbehandlung in der schmelzflüssigen Phase.

Nachhaltiger Metallguss durch 3D-gedruckten Sand-Formstoff

Gussprodukte sind ein oft unsichtbarer, aber unverzichtbarer Bestandteil unseres Alltags, sie stecken in Kopfhörern, Türrahmen, Maschinen und vor allem in Motoren. Obwohl Gießverfahren seit Jahrzehnten etabliert und vergleichsweise kostengünstig sind, sind sie hochkomplex. Unter den Gesichtspunkten, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, müssen Prozesse effizienter, ressourcenschonender und emissionsärmer gestaltet werden.

Formstoffe als Schlüsselkomponente im Gießprozess

Ein zentraler Ansatzpunkt sind Sandkerne, die im Gießverfahren die Innengeometrie eines Bauteils formen. Während die äußere Kontur durch eine Stahl- oder Sandform vorgegeben wird, bestimmen die Sandkerne die inneren Hohlräume. Sie müssen stabil genug sein, um der heißen Metallschmelze standzuhalten, sollen aber nach dem Erstarren des Metalls möglichst leicht zerfallen, damit der Sand rückstandslos entfernt werden kann. Verbleibende Sandkörner im Bauteil könnten später zu schweren Schäden führen. Das Entfernen der Sandkerne, das sogenannte Entkernen, ist traditionell ein energieintensiver und potenziell schädlicher Prozess. Bauteile werden gerüttelt oder mit Hämmern bearbeitet, was nicht nur Zeit und Energie kostet, sondern auch das Risiko birgt, das gegossene Teil zu beschädigen.

Wie 3D-gedruckte Sandkerne das Entkernen revolutionieren

Um diesen Schritt zu optimieren, forscht das ÖGI an 3D gedruckten Sandkernen. Bei diesem Verfahren wird ein Bindemittel gezielt auf Sand aufgetragen, sodass die gewünschte Form Schicht für Schicht entsteht. Der entscheidende Vorteil: Es wird nur dort Bindemittel eingesetzt, wo es strukturell notwendig ist. Der Kern bleibt im Inneren lose und rieselt nach dem Gießen fast von selbst heraus. Während herkömmliche Kerne rund 40 Schläge benötigen, um vollständig entfernt zu werden, reichen bei den optimierten 3D Kernen nur noch vier. Die optimale Verteilung des Bindemittels wird mithilfe von Simulationssoftware berechnet, basierend auf jahrelangen Messungen im hausinternen Formstofflabor.

Bindemittel als Hebel für nachhaltigere Gießverfahren

Ein weiterer wichtiger Hebel für nachhaltigere Gießverfahren sind die Bindemittel selbst. Organische Bindemittel sind zwar bewährt und lassen sich gut entfernen, verursachen jedoch hohe Emissionen. Anorganische Alternativen auf Basis von Natriumsilicaten sind emissionsfrei, bereiten jedoch beim Entkernen noch Schwierigkeiten, was ihre Umweltbilanz wieder relativiert. Das ÖGI arbeitet daher daran, die Vorteile beider Systeme zu vereinen und emissionsfreie Bindemittel praxistauglicher zu machen. Insgesamt zeigt die Arbeit des ÖGI, wie Digitalisierung, Materialforschung und innovative Fertigungstechnologien zusammenwirken können, um traditionelle Industrieverfahren nachhaltiger und effizienter zu gestalten.

Vita

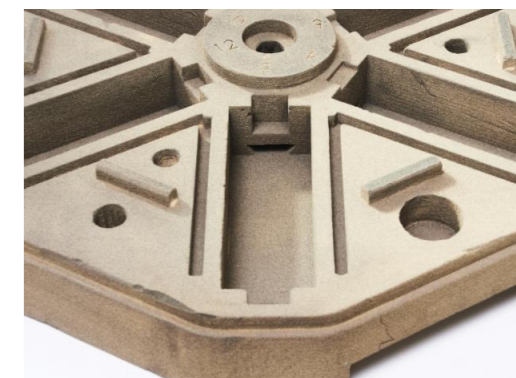


DI Mirnes Berbic

ist Leiter des Formstofflabors am Österreichischen Gießerei-Institut. Nach seinem Studium der Metallurgie an der Montanuniversität Leoben war er in namhaften Unternehmen als Gießereingenieur tätig und betreut seit 2017 neben dem Formstofflabor am ÖGI den hausinternen 3D-Druck sowie Projekte im Bereich Dauerformguss.



Auftrag des Bindemittels mittels 3D-Drucker auf eine Sandschicht.



Aus Quarzsand gedruckte Formen.

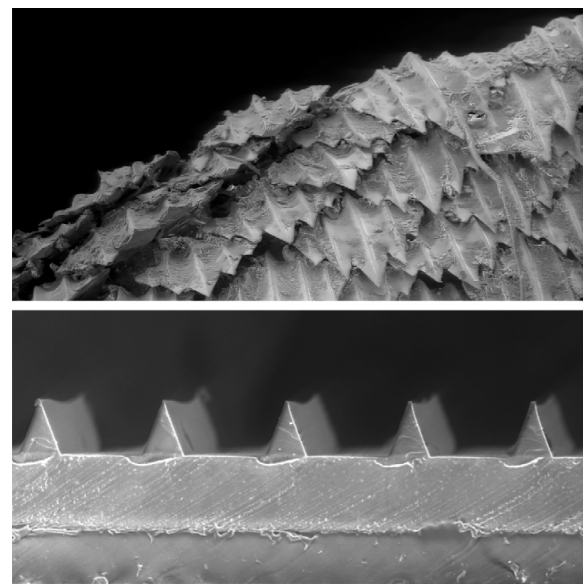
400 Millionen Jahre Evolution als Schlüssel zur Effizienz

Effizienzsteigerung durch bioinspirierte Oberflächen

Steigende Energiepreise, ambitionierte Klimaziele und der globale Wettbewerb stellen Industrie und Mobilitätssektor vor große Herausforderungen und heben die Bedeutung von Effizienzsteigerungen technischer Anwendungen zunehmend hervor. Neben innovativen Antriebstechnologien spielen dabei auch strömungsmechanische Optimierungen eine entscheidende Rolle. In Bereichen wie Luftfahrt, Schifffahrt oder Schienenverkehr können vergleichsweise einfache Verbesserungen des Strömungsverhaltens eine deutliche Reduktion von Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Betriebskosten ermöglichen. Ein vielversprechender Ansatz stammt aus der Natur: Mikrostrukturierte Riblet-Oberflächen orientieren sich an der Oberflächenbeschaffenheit von Haien und überführen deren physikalische Prinzipien als „Shark Skin“ in die Technik.

Evolution als Meister der Ingenieurskunst

Die einzigartige Struktur ihrer Haut macht Haie zu den effizientesten Schwimmern der Natur. Mikroskopisch kleine Strukturen greifen in die turbulente Grenzschicht ein und beeinflussen die Strömungsverhältnisse wesentlich. Durch ihre Interaktion mit wandnahen Wirbelstrukturen wird Reibung maßgeblich reduziert. Auf technische Ober-



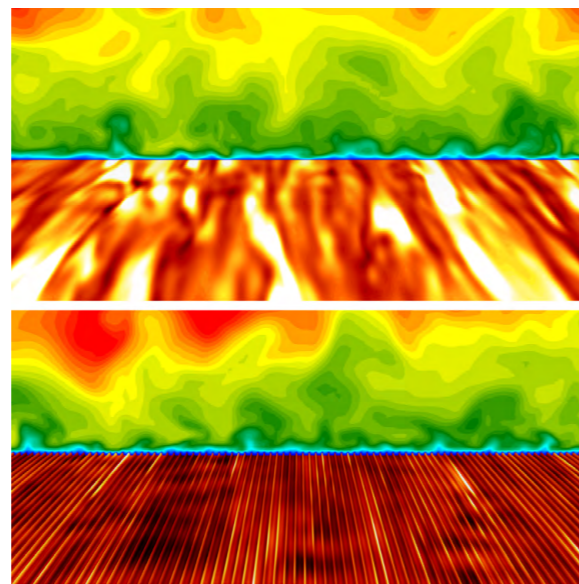
Vergleich Haifischhaut und Riblets unter Mikroskop

flächen übertragen funktionieren „Riblets“ nach dem gleichen Wirkprinzip. Durch die Reduktion der Wandschubspannung verringern sich die Reibungsverluste und damit der gesamte Strömungswiderstand.

CFD als Schlüsseltechnologie

Die Entwicklung moderner Riblet-Strukturen basiert auf hochauflösenden numerischen Strömungssimulationen (CFD). Sie ermöglichen die Analyse komplexer Strömungsphänomene und damit die gezielte Optimierung der Mikrostrukturen. Dieser Schwerpunkt wird bei bionic surface technologies GmbH verfolgt und dient neben der Umsetzung von Industrieprojekten der eigenen Forschung und Weiterentwicklung der Riblet-Technologie.

Klassische Riblet-Strukturen erreichen unter idealen Bedingungen eine Reduktion des fluidodynamischen Widerstandes von bis zu 8 %. Mit neuartigen Mikrostrukturen wurde im Jahr 2025 dabei ein Durchbruch erreicht. Erste experimentelle Tests der „Alternating Valley Riblets“ zeigen Effizienzsteigerungen von bis zu 12 % gegenüber glatten Oberflächen. Dies ist ein signifikanter Fortschritt gegenüber etablierten Riblets und wird deren Industrialisierung wesentlich beschleunigen.



Vergleich Visualisierung Strömungssimulation von Strömung über ebene Platte – oben ohne Riblets, unten mit Riblets; helle gelbe Bereiche stellen Wandschubspannung (Reibung) dar; Bei Riblets klar ersichtlich geringer

Industrielle Anwendungen und Potenzial

Die Einsatzmöglichkeiten von Riblet-Oberflächen sind vielfältig und betreffen prinzipiell alle Anwendungen mit einem großen Verlustanteil durch fluidodynamischen Widerstand in turbulenten Strömungen. Industrielle Anwendungen existieren bereits in der Luftfahrt und auf Windkraftanlagen, wobei Effizienzsteigerungen von über 1 % erreicht werden. Aufgebracht auf eine Boeing 777-300ER bedeutet dies eine jährliche Ersparnis von rund 365 Tonnen Treibstoff, etwa 1.150 Tonnen CO₂ und über 300.000 Euro im Betrieb. Insbesondere bei Hochrechnung auf größere Flotten verdeutlicht sich das erhebliche wirtschaftliche und ökologische Potenzial. Weitere potenzielle Anwendungsgebiete mit vielversprechenden Effizienzsteigerungen reichen von der Schifffahrt über Hochgeschwindigkeitszüge bis hin zu Turbinen, industriellen Strömungsmaschinen oder Rohrleitungen.

Herausforderung Industrialisierung

Die größte Herausforderung für die Technologie stellt bislang deren industrielle Umsetzung und Skalierung dar. Während für die Aufbringung der Strukturen auch andere Ansätze wie Laser-Strukturierung oder die Aufprägung mit Beschichtungen existieren, sind vor allem strukturierte Kunststofffolien marktreif. Deren Aufbringung ist jedoch insbesondere bei großen und komplexen Oberflächen mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden und limitiert als zentrales Bottleneck die wirtschaftliche Skalierung.

Die von bionic surface technologies GmbH neu entwickelten „Alternating Valley Riblets“ verstärken durch signifikant höhere Effizienzsteigerungen die Wirtschaftlichkeit von Riblet-Anwendungen deutlich. Mit verbessertem Return on Investment schafft diese Optimierung die Grundlage für Skalierung und breite industrielle Umsetzung und kann damit neue Anwendungsfelder über bestehende Einsatzbereiche hinaus eröffnen.

Mit den „Alternating Valley Riblets“ als Enabler für großflächige Anwendungen entwickeln sich Riblet-Oberflächen von einer hochspezialisierten Effizienzmaßnahme zu einer wirtschaftlich und ökologisch relevanten Schlüsseltechnologie mit erheblichem Wirkungspotenzial in der Gesamtbetrachtung.

„BST Riblet technology perfectly complements Nikon precision patterning capabilities, and BST’s vision for enhancing systems’ efficiency and conserving energy aligns well with our commitment to continually creating value in novel fields and solving societal challenges”, says Yuichi Shibasaki, Nikon Corporate Vice President and General Manager of the Next Generation Project Division.“

Testimonial von Nikon

Vita



DDipl.-Ing. Peter Leitl

ist technischer Geschäftsführer der bionic surface technologies GmbH und Experte der Strömungsdynamik mit tiefgehender Expertise in der numerischen Strömungssimulation (CFD). Sein Schwerpunkt liegt auf der Analyse komplexer Strömungsphänomene und deren Übertragung in technisch und wirtschaftlich optimierte Anwendungen. Er beschäftigt sich intensiv mit der Optimierung von Riblet-Strukturen und hat sich mit der Entwicklung neuer Riblets sowie deren experimenteller Validierung maßgeblich am weltweiten wissenschaftlichen Fortschritt in diesem Feld führend beteiligt.



Dr. Andreas Flanschger

ist wirtschaftlicher Geschäftsführer der bionic surface technologies GmbH und hat tiefgehende Expertise in der Strömungsdynamik. Er verantwortet die strategische Ausrichtung sowie die industrielle Weiterentwicklung der Riblet-Technologie. Mit langjähriger Erfahrung an der Schnittstelle von Forschung, Industrie und internationalen Kooperationen treibt er die Überführung technologischer Innovationen in marktfähige Lösungen voran. Sein Fokus liegt auf der Skalierung und wirtschaftlichen Umsetzung effizienter Oberflächentechnologien sowie deren Positionierung in globalen Märkten.

Schulungen und Seminare

Weiterbildungen im Materialien,
Werkstofftechnologien und Kreislaufwirtschaft



Interne:r Auditor:in für Umweltmanagementsysteme nach EN ISO 14001:2015 ACstyria ACADEMY

Das Ziel des Seminars ist die Vermittlung der Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem mit referenzierenden Regelwerken, ein praxisorientiertes und ein prozessorientiertes Auditieren im Unternehmen.

Termin: 21.09.2026

Nachhaltigkeitsbeauftragte:r der Zukunft Akademie für Nachhaltigkeit

Das Ziel des Seminars ist die Vermittlung der Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem mit referenzierenden Regelwerken, ein praxisorientiertes und ein prozessorientiertes Auditieren im Unternehmen.

Termin: auf Anfrage

Hochschulkurs: Freiwillige Nachhaltigkeitsberichterstattung: Datenmanagement und Implementierung FH Campus02

Sie erwerben fundiertes Wissen zu Standards wie ESRS und VSME, üben den Umgang mit ESG-Kennzahlen und entwickeln anhand realer Beispiele die Fähigkeit, Nachhaltigkeitsberichte eigenständig zu erstellen und wirksam zu kommunizieren.

Termin: 21.04.2026

MCL Academy Material Center Leoben

Seit vielen Jahren nutzt das Material Center Leoben das umfangreiche Wissen um kundenspezifische Seminare in den verschiedensten Bereichen der Werkstoff- und Prüftechnik durchzuführen. Das Angebot der Seminare wird stetig erweitert und umfasst neben dem Bereich Materialien der Mikroelektronik nun auch das Materialdesign und die Simulation.

Termin: auf Anfrage

Anwendungsorientierte LCA Grundlagen

Montanuniversität Leoben – Wirtschafts-
und Betriebswissenschaften WBW

Seit vielen Jahren nutzt das Material Center Leoben das umfangreiche Wissen um kundenspezifische Seminare in den verschiedensten Bereichen der Werkstoff- und Prüftechnik durchzuführen. Das Angebot der Seminare wird stetig erweitert und umfasst neben dem Bereich Materialien der Mikroelektronik nun auch das Materialdesign und die Simulation. Lebenszyklusanalysen (LCA – Life Cycle Assessment) bzw. Ökobilanzen erfüllen diesen Zweck. Mit der Kompetenz, ein LCA durchführen zu können, eröffnen sich neue Möglichkeiten und Chancen: Produkte können sich als „Green Materials“ für neue Märkte qualifizieren oder es können Kooperationsmöglichkeiten mit anderen Unternehmen entstehen. Auch fördert die Einführung einer Ökobilanzierung als Teil eines bereits bestehenden oder entstehenden Umweltmanagementsystems den Innovationsgehalt der Produkte und deren Nachhaltigkeit

Termin: 10.-11.03.2026



Workshop Reihe | Sustainable Development Goals

Pro Sustainability

Sie, als Unternehmer/in, entwickeln eine SDG Strategie und werden anhand konkreter Beispiele und Indikatoren die betriebliche Umsetzung der 17 SDGs für ihr Unternehmen erarbeiten.

Termin: 05.05.2026

Grundlagen zu Life Cycle Assessment und Carbon Footprinting

Quality Austria Trainings, Zertifizierungs und
Begutachtungs GmbH

In diesem Seminar lernen Sie die Grundlagen zum Life Cycle Assessment und damit auch die Grundlagen zum Carbon Footprint kennen. Wir vermitteln Ihnen weiters das Verständnis für eine Lebenszyklusanalyse, die auch hilfreich für die Erstellung von Umweltproduktdeklarationen und für das Carbon Footprinting ist.

Termin: 21.-22.09.2026

Umweltmanagement Basiswissen ISO 14001:2025

Quality Services & Wissen powered by TSM

Dieses Seminar vermittelt Ihnen die Grundlagen im Umweltmanagement und vermittelt Ihnen anschaulich die Anforderungen, welche hinter der ISO 14001 stecken. Des Weiteren erhalten Sie wichtige Handlungsanweisungen für die Einführung eines Umweltmanagement-Systems auf Basis der ISO 14001.

Termin: 09.-10.04.2026

UMB – Umweltmanagement Beauftragte:r Ausbildung nach ISO 14001

Quality Services & Wissen powered by TSM

Dieses Seminar bietet Ihnen eine umfassende Einführung in das Umweltmanagementsystem nach ISO 14001. Sie werden gezielt auf die Rolle als Umweltmanagementbeauftragte:r vorbereitet und lernen, die Anforderungen der ISO 14001 praktisch umzusetzen. Ein kompakter Vergleich mit EMAS verdeutlicht wichtige Unterschiede und Gemeinsamkeiten.

Termin: 17.-19.06.2026

Praxisworkshop Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) von Druckgeräten mit niedrigem Gefahrenpotenzial (NGP)

TeLo GmbH

Theorie & Praxis kombiniert - Mit einer Vielzahl an Beispielen im Bereich visueller Prüfung (VT), Farberdringprüfung (PT) sowie bei der Einstufung von Druckgeräten und der Befüllung von Prüfprotokollen werden die theoretischen Grundlagen rund um Druckgeräte vertieft. Ziel der Schulung ist es, Unsicherheiten hinsichtlich der werksinternen Prüfung von Druckgeräten mit niedrigem Gefahrenpotenzial zu minimieren.

Termin: 13.-14.04.2026

Executive MBA in Green and Digital Transition

TU Graz | Life Long Learning

Lernen Sie, wie Sie den grünen und digitalen Wandel vorantreiben und aus der Perspektive einer Führungskraft eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Organisation aufbauen. Der interdisziplinäre Universitätslehrgang „Executive MBA in Green and Digital Transition“ (kurz EMBA Twin) verbindet die beiden Zukunftsthemen „Digitale Transformation“ und „Green Transition“ und ermöglicht eine wissenschaftlich fundierte und gleichzeitig handlungsorientierte Qualifizierung von Executives auf strategischer und operativer Ebene.

Termin: 02.03.2026

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung – Grundlagen

TÜV AUSTRIA Akademie

Bei der Zerstörungsfreien Prüfung kurz – ZfP – werden Bauteile auf Qualitätsmängel geprüft, die deren Verwendbarkeit beeinträchtigen könnten, ohne diese zu beschädigen. Die ZfP ist ein fixer Bestandteil der Qualitätssicherung zum Zweck der Schadensverhütung durch frühzeitiges Erkennen von Fehlern am Material.

Termin: 12.06.2026

**Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung –
Grundkurs Eindringprüfung – Stufe 1**
TÜV AUSTRIA Akademie

Die Eindringprüfung zielt darauf ab Werkstofftrennungen, die zur Oberfläche hin offen sind nachzuweisen. Dabei können Volumsfehler (Oberflächenporen, Oberflächen-lunker,...) und flächige Fehler (Risse, Falten,...) nachgewiesen werden.

Termin: 11.-15.06.2026

**Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung –
Grundkurs Magnetpulverprüfung – Stufe 1**
TÜV AUSTRIA Akademie

Bei der Magnetpulverprüfung, oft auch als Rissprüfung bezeichnet, zielt man vornehmlich darauf ab feine Oberflächenrisse in ferromagnetischen Werkstücken zu detektieren. Mittels unterschiedlicher Methoden (Joch, Spule, Stromdurchflutung) wird in das Prüfstück ein Magnetfeld eingebracht.

Termin: 16.-19.06.2026

**Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung –
Ultraschall Prüfung Stufe 1 - Praktikum**
TÜV AUSTRIA Akademie

Das Ultraschallpraktikum soll die bereits erworbenen Fähigkeiten verbessern und festigen und dient als optimale Vorbereitung auf Ihre Qualifizierungsprüfung.

Termin: 22.-24.06.2026

**Ausbildung zertifizierte:r CSR- &
Nachhaltigkeitsbeauftragte:r TÜV®**
TÜV AUSTRIA Akademie

Die verantwortungsvolle Koordination und Steuerung der betrieblichen ESG ist Voraussetzung für die Aufrechterhaltung der Legal Compliance und erfolgreicher Marktbeziehungen. In der Ausbildung zum:r CSR & Nachhaltigkeitsmanager:in TÜV® (CSR & Sustainability Manager TÜV®) erfahren Sie, wie Sie Nachhaltigkeitsmanagement im Betrieb lebbar realisieren, welche Melde- und Berichtspflichten zu berücksichtigen sind und mit welchen Methoden bzw. Tools Sie die notwendigen Daten und Prozesse sicher stellen.

Termin: 14.04.-12.06.2026

**Ausbildung zertifizierte:r CSR- &
Nachhaltigkeitsbeauftragte:r TÜV®**
TÜV AUSTRIA Akademie

Erfolgreiches Nachhaltigkeitsmanagement kommt direkt aus dem Betrieb heraus. In dieser Grundausbildung erfahren Sie, was Nachhaltigkeit bedeutet und wie Sie Ihre ersten ESG-Schritte im Unternehmen zielführend für den Betrieb planen, implementieren und betreiben.

Termin: 14.-17.04.2026

Grundlagen der Kreislaufwirtschaft
TÜV AUSTRIA Akademie

Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) ist ein wesentlicher Aspekt für optimiertes Ressourcenmanagement und damit für kosteneffiziente Abläufe. In diesem Seminar gewinnen Sie einen Einblick in regulatorische Anforderungen und mögliche Lösungen am Weg zu gelebter Kreislaufwirtschaft.

Termin: 19.-20.05.2026

Der CO₂ Fußabdruck
TÜV AUSTRIA Akademie

In diesem Seminar lernen Sie die wichtigsten Begriffe im Kontext des CO₂ Fußabdrucks. Sie erfahren, wie Sie die verschiedenen Scopes nach GHG Protokoll unterscheiden und CO₂ Äquivalente zu berechnen. Sie erlangen das Wissen um die Prozessschritte zur Erstellung der CO₂ Bilanz, um die praktische Umsetzung im eigenen Betrieb zu planen und zu koordinieren.

Termin: 10.-12.05.2026

**CSR-Webinar: Nachhaltigkeits-
berichterstattung**
TÜV NORD

In unserem eintägigen CSR-Webinar Nachhaltigkeitsberichterstattung erhalten Sie einen praktischen Überblick über die Grundlagen eines Berichts zur CSR (Corporate Social Responsibility) Ihres Unternehmens.

Termin: 05.05.2026

Nachhaltiges Lieferkettenmanagement
TÜV NORD

Im Seminar Nachhaltiges Lieferkettenmanagement erhalten Sie an zwei Tagen einen umfassenden Überblick über die rechtlichen und normativen Anforderungen und erfahren außerdem, wie Sie das Lieferkettenmanagement praktisch und nachhaltig im Unternehmen umsetzen können.

Termin: 14.-15.09.2026

Grundlagenwissen Kunststofftechnik
VDI Wissenforum

In diesem Seminar wirst du mit den Grundlagen der Kunststofftechnik und des Werkstoffes Kunststoff, seinen Strukturen, Eigenschaften und Verarbeitungsbesonderheiten vertraut gemacht und erlernst die wesentlichen Kenntnisse zum erfolgreichen Einsatz von Thermoplasten und Elastomeren in Bauteilen.

Termin: 30.-31.07.2026

Aktuelle Trends im Kunststoffrecycling
VDI Wissenforum

Im Seminar „Aktuelle Trends im Kunststoffrecycling“ lernst du das 1x1 des Kunststoffrecyclings von der Erfassung und Sammlung von Kunststoffabfällen über Verfahren zur Sortierung und Aufbereitung bis hin zum Einsatz von Recyclaten kennen. Insbesondere erfährst du, welche Technologien und Verfahren am besten geeignet sind, um die erzielbaren Recyclingmengen und -qualitäten zu steigern.

Termin: 21.-22.04.2026

**Kreislaufgerechte Entwicklung von
technischen Kunststoffbauteilen**
VDI Wissenforum

Das Seminar eignet sich auch ideal als Einstieg für Konstrukteure, die den Leichtbautrends folgend Metallbauteile durch den Werkstoff Kunststoff ersetzen wollen. Die Inhalte des Online-Seminars decken sich grundsätzlich mit denen des Präsenz-Seminars, lediglich die im Seminar durchgeführten Übungen werden dem Format angepasst.

Termin: 19.-20.05.2026

**Grundlagen der metallischen
Werkstofftechnik**
VDI Wissenforum

Im Seminar werden allgemeine werkstoffkundliche Grundlagen vermittelt. Dabei werden die Beziehungen zwischen der Struktur und dem Gefüge von Werkstoffen sowie den daraus resultierenden Eigenschaften ebenso betrachtet wie Verarbeitungs- und Beanspruchungs-Aspekte. Zudem werden die chemisch-physikalischen Grundlagen, thermodynamische Aspekte und Elemente der zerstörenden und zerstörungsfreien mechanischen Werkstoffprüfung vermittelt und anhand von anschaulichen Fallbeispielen diskutiert.

Termin: 21.-22.04.2026

**Festigkeitsberechnung bei
Verbundwerkstoffen**
VDI Wissenforum

Nach dem Besuch des Seminar „Festigkeitsberechnung bei Verbundwerkstoffen“ kennen Sie die wichtigsten Methoden zur Dimensionierung von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen und wissen, welche Software Sie wie unterstützen kann. Die Lösungswege in diesem Seminar werden dabei softwareneutral vorgestellt.

Termin: 30.11.-01.12.2026



Förderungen im Überblick

Europäische Ebene – Horizon Europe (EU)

Cluster 4 – Digital, Industry & Space (Materials & Production)

Themenfokus: Materialien, Produktionstechnologien, Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft.

Call-Bezeichnung	Themenschwerpunkt	Öffnungsdatum	Frist	Hinweise
HORIZON-CL4-2026-01-MAT-PROD	Leadership in Materials & Production (u. a. RIA/IA zur zirkulären Produktion, innovative Materialien)	06.01.2026	21.04.2026	Single-Stage Calls (z. B. „Optimise the usage of resources in a circular economy“)
HORIZON-CL4-2026-02-MAT-PROD-21 (two-stage)	Nachhaltige Alternativen zu problematischen Substanzen (IA)	16.12.2025	17.03.2026 (1st Stage)	Zweistufiges Verfahren: 2. Frist ggf. Herbst 2026
HORIZON-CID-2026-01-01	Clean Industrial Deal: Dekarbonisierung energieintensiver Industrie (IA)	18.12.2025	15.09.2026	Clean Industrial Deal Call mit Fokus auf Industrie-Dekarbonisierung

Hinweis: Diese Horizon Europe Calls decken oft mehrere Themen ab, z. B. Materialinnovation, Kreislaufprozesse oder digitale Produktionstechnologien. Die Fristen variieren je nach Verfahren (single / two-stage).

Nationale Ebene – FFG (Österreich)

FFG Basisprogramm 2026

Beschreibung: Förderung von F&E-Projekten in Unternehmen (inkl. Produktionstechnologien, neue Materialien).

Programm	Inhalt	Einreichzeitraum
Basisprogramm 2026	Unternehmens-F&E (technologieoffen, u. a. Kreislauf & Produktion)	13.01.2026 – 24.09.2026

FFG Frontrunner 2026

Beschreibung: Unterstützung besonders innovative, transformative F&E-Projekte mit hohem Technologiegehalt.

Programm	Inhalt	Einreichzeitraum
Frontrunner 2026	Innovations- und Wachstumsprojekte (Produktion / neue Materialien)	01.01.2026 – 31.12.2026



Weitere laufende FFG-Instrumente (laufende Einreichung)

Call	Bemerkung	Frist
FFG Kleinprojekt	Kleine F&E-Projekte	laufend
FFG Impact Innovation	Innovations-Impulse	laufend

SFG

Call	Bemerkung	Frist
Ideen! Reich	kleinste, kleine und mittlere Unternehmen	laufend

KOMPETENZLANDKARTE

Materialien, Werkstofftechnologien und Kreislaufwirtschaft

4a

Die 4a Technology GmbH ist ein international tätiger Engineering-Dienstleister mit Schwerpunkt auf Akustik, Schwingungstechnik und strukturdynamischer Entwicklung. Das Unternehmen unterstützt Industriepartner entlang des gesamten Entwicklungsprozesses – von der Simulation über die Messtechnik bis zur Optimierung komplexer Produkte und Systeme. Mit umfassender Expertise in numerischer Simulation, Prüfstandstechnologie und experimenteller Analyse entwickelt 4a Technology Lösungen für anspruchsvolle Anwendungen in der Mobilitätsindustrie, insbesondere in den Bereichen Automotive, Aerospace und Rail Systems. Ziel ist es, Produkte hinsichtlich Akustik, Komfort, Effizienz und struktureller Leistungsfähigkeit zu verbessern und innovative Entwicklungsprozesse für moderne Fahrzeug- und Antriebstechnologien zu ermöglichen.

ALPHACAM Austria GmbH

Die alphacam austria GmbH ist Österreichs größter Full-Service-Provider im Bereich additive Fertigung. Mit 4 Marken und 8 Technologien sowie den dazugehörigen Nachbearbeitungsschritten haben wir alle state-of-the Art Möglichkeiten der additiven Fertigung im Portfolio. Wir erarbeiten und produzieren mit und für unsere Kunden neue Produktionskonzepte, Ersatzteilstrategien, Produkte und Projekte rund um den 3D-Druck in allen Mobilitätsbereichen von der Schiene über die Straße bis in die Luft.

axtesys GmbH

Die axtesys GmbH entwickelt digitale Technologien, darunter nachhaltige Innovationen der Kreislaufwirtschaft wie etwa resiliente Klettsysteme für flexiblen Hochbau, Piezoelektrik zur Energiegewinnung für autarke Sensorik in Gebäuden, und Sensorfusion für präzise Materialsortierung im Kunststoffrecycling.

BDO Consulting GmbH

Mehr als 900 BDO Mitarbeiter:innen stehen österreichweit an 8 Standorten als kompetente Berater:innen für Ihren Unternehmenserfolg zur Verfügung. Für Wirtschaftsprüfung und prüfungsnahen Dienstleistungen, steuer- und wirtschaftsrechtliche Beratung oder Advisory Services bietet Ihnen BDO stets die richtige Ansprechperson samt zukunftssträchtigen Lösungen. Persönliche Betreuung, Verlässlichkeit und höchste Qualität sowie die Einbindung in das leistungsfähige internationale BDO Netzwerk gewährleisten einen auf Ihre individuellen Bedürfnisse abgestimmten Rundumservice. Wir sind Teil des internationalen BDO Netzwerks (seit 1963), mit insgesamt 97.292 Mitarbeiter:innen in 167 Ländern. Sie erhalten stets die richtige Ansprechperson - zu jedem Thema, überall auf der Welt.

BNN

BNN supports its partners from idea to reality. How to make an idea become reality? The only way to be successful is through the alignment and collaboration of multidisciplinary and complementary skills (e.g. technology development skills, business management knowledge, entrepreneurial spirit), infrastructure (e.g. quality-ensured testing/manufacturing facilities) and market knowhow. All these competences are available within our network. BNN supports scientific ideas by adding safety and sustainability expertise and uses its knowledge in innovation to pave the way and reach the market.

CodeFlügel GmbH

CodeFlügel bietet ein innovatives Klimareporting-Tool speziell für KMU an. Dieser CO2-Rechner liefert automatisiert und ERP-eingebunden normgerechte Carbon Footprints für Ihr nachhaltiges Unternehmen.

FOCUSON INDUSTRIAL SERVICES

Spezialist für Outsourcing, Logistik und Qualitätssicherung. Mit 20 Jahren Erfahrung optimieren wir Prozesse, steigern Effizienz und tragen mit unseren Lösungen zur Dekarbonisierung ihrer Wertschöpfungskette bei.

Grazer Energieagentur

Die Grazer Energieagentur fördert nachhaltige Energielösungen in Mobilität, Gebäuden und Energiesystemen. Wir unterstützen Unternehmen dabei, ihre Nachhaltigkeitsziele zu erreichen und ihre Erfolge transparent und verständlich zu kommunizieren. Als verlässlicher Partner unterstützen wir Sie dabei, die Anforderungen der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), der EU-Taxonomie sowie der Treibhausgasbilanzierung in Ihrer Nachhaltigkeitsberichterstattung zu erfüllen.

Materials Center Leoben Forschung GmbH

Das MCL ist ein international renommiertes angewandtes Forschungsinstitut für Material-, Prozess- und Produktengineering und Kreislaufwirtschaft. In seinem Servicebereich liefert MCL rasche Materiallaboruntersuchungen und bietet Lösungen für komplexe Werkstofffragen von Schadensanalysen bis zu langfristiger Entwicklung und Optimierung. Der Servicebereich des MCL ist seit 2012 nach ISO 9001:2015 zertifiziert und seit 2019 nach EN ISO/IEC 17025:2017 akkreditiert.

Montanuniversität Leoben

Im Rahmen der Energietransformation und der angestrebten Klimaschutzziele beschäftigt sich der Lehrstuhl „Wirtschafts- und Betriebswissenschaften“ an der Montanuniversität Leoben intensiv mit der zielgerichteten Anwendung und Verbesserung von Life Cycle Assessments zur Analyse der ganzheitlichen und betriebsübergreifenden Umweltauswirkung von Produkten und Verfahren sowie zur Ableitung geeigneter Mitigationsmaßnahmen. In diesem Zusammenhang werden sowohl softwaregestützte Assessments in Wirtschaftsbetrieben durchgeführt als auch praxisorientierte Trainings angeboten, um diese Kompetenz in Unternehmen insbesondere zur wirtschaftlichen Vermeidung von CO2-Emissionen aufzubauen.

Österreichische Gießerei-Institut (ÖGI)

Das Österreichische Gießerei-Institut (ÖGI) ist das Gemeinschaftsforschungsinstitut der österreichischen Gießereiindustrie. Mit rund 40 Mitarbeitern beschäftigt sich das ÖGI mit allen Fragestellungen auf dem Gebiet der Gießereitechnik und betreibt im Rahmen dessen eine eigene Versuchsgießerei, in welcher anwendungsnahe Forschung in den jeweiligen Gießverfahren und Gusslegierungen betrieben wird. Als außeruniversitäres Forschungsinstitut ist das ÖGI zudem eines der führenden Prüflaboratorien in Österreich. Das Forschungs- und Prüfangebot umfasst dabei ein breites An-

wendungsspektrum: von der zerstörungsfreien Prüfung mittels Röntgen und Computertomographie über die Schadensfallanalytik und Metallographie, der chemische Analytik und Füge-/Oberflächen-/Klebeteknik, bis hin zur mechanischen Werkstoffprüfung und der Thermophysik mit einem breiten Temperatur- und Werkstoffspektrum. Die Prüfstelle ist durch die Akkreditierung Austria in den Bereichen Thermophysik, chemische Analytik, mechanische Werkstoffprüfung und Metallographie akkreditiert und entspricht dabei den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 in 24 Prüfverfahren.

pentanova GmbH

Entwicklung und Implementierung einer vollautomatischen Fahrwerksmontage mit E-Antrieb-Baukasten für die Fertigung von Elektrofahrzeugen – Ermöglichung adaptive Fertigung: Für einen großen deutschen Automobilkonzern entwickelte und implementierte PENTANOVA eine vollautomatische Fahrwerksmontage mit E-Antrieb-Baukasten für die Fertigung von Elektrofahrzeugen. So wurde erstmals eine vollautomatisierte Anlage für den Bau von Elektroautos in Betrieb genommen, die auch große Typenvielfalt bei engen Taktzeiten problemlos meistern kann.

PMT

PMT bietet energieeffiziente Feinstvermahlung von Industriemineralen mit Spiralstrahlmühlen. Kundenspezifische Lohnmahlung erweitert Kapazitäten, beschleunigt Entwicklungszeiten und gewährleistet höchste Pulverfeinheiten sowie konstante Qualität durch innovative Technologie.

PROSE GmbH

Als Consulting- und Engineering-Service-Provider mit der Vision „Engineering Tomorrow's Mobility“ arbeitet PROSE täglich an nachhaltigen Transportsystemen der Zukunft. Wir entwickeln innovative, maßgeschneiderte Lösungen zur CO2-Reduzierung und -Vermeidung für Schienenfahrzeuge und betrachten dabei neben CO2-Einsparung auch Umsetzbarkeit, Zulassungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und die finanzielle Seite des Kundenverhaltens.

s2 data GmbH

S2data ist auf innovative Planung und Optimierung der Supply Chain spezialisiert und bietet Lösungen, die nicht nur effizient, sondern auch schnell und einfach zu integrieren und bedienen sind. Die selbst entwickelte SaaS-Lösung senkt die Logistikkosten und Emissionen erheblich und bietet verbesserte Sichtbarkeit und Effizienz entlang der gesamten Lieferkette. Das Unternehmen konzentriert sich auf die Optimierung von eingehenden und ausgehenden Logistikprozessen sowie der optimalen Routen- und Tarifwahl und schafft so einen Mehrwert in der Planung.

Siemens Mobility

Siemens Mobility in Graz ist spezialisiert auf die Entwicklung und Produktion von Drehgestellen und Pantographen für den Schienenverkehr. Dabei werden auch alternative Werkstoffe wie Holzverbundwerkstoffe für leichte und umweltfreundliche Fahrwerkskomponenten eingesetzt. Durch den Einsatz hochfester Stähle und leichter Radsatzwellen wird ein konsequentes Leichtbaukonzept umgesetzt. Am Standort wird Nachhaltigkeit auch durch Recyclingprojekte und den Ausbau erneuerbarer Energien, wie der PV-Anlage und Ladestationen für Elektrofahrzeuge, gefördert.

Steiermarkbahn Transport und Logistik GmbH

erbringt europaweite Transportdienste im Schienenverkehr. Ihr umweltfreundliches Angebot und ihr Beitrag zu einem intermodalen Verkehr unterstützt die Dekarbonisierung der Transportindustrie und reduziert ökologische Fußabdrücke ihrer Kunden.

TCM International - Tool Consulting & Management GmbH

TCM International optimiert als führender Anbieter im technologieorientierten Tool Management Produktionsprozesse in der zerspanenden Fertigung und trägt damit gleichzeitig zur Steigerung der Energieeffizienz und Emissionsreduktion bei. Die Wiederaufbereitung von Werkzeugen in modernen Schleifzentren spart unseren Kunden nicht nur Geld, sondern schont auch wertvolle Ressourcen.

TDK Electronics GmbH & Co OG

TDK arbeitet in der Produkt- und Prozessentwicklung an der Reduktion des Einsatzes von energieintensiven Rohstoffen wie zum Beispiel Edelmetallen. Weiters werden bei den laufenden Prozessen alternative Verfahren eingesetzt, die den Energiebedarf deutlich senken. Im Facility Management werden laufend Maßnahmen zur Reduktion des Energiebedarfs der Produktion und des gesamten Standorts gesetzt.

Virtual Vehicle Research GmbH

Die Mobilität der Zukunft ist nachhaltig, digital und multimodal. VIRTUAL VEHICLE liefert zusammen mit Partnern Schlüsseltechnologien für die Industrie, damit innovative Lösungen schneller umgesetzt und in den Markt gebracht werden können. Der Erfolg nachhaltiger Mobilität wird durch Attraktivität und Zuverlässigkeit von innovativen Lösungen beschleunigt. Aktuelle Zahlen untermauern das: VIRTUAL VEHICLE konnte mit seinem 300-köpfigen Team ein Projektvolumen von über 36 Mio. € aus H2020 nach Österreich holen, ein Großteil der EU-Forschungsgelder kommen aus dem Bereich „Green Mobility“, „Digital Twin“ sowie Automatisierung und Artificial Intelligence (AI).

voestalpine Böhler Aerospace

Als einer der weltweit führenden Hersteller von hochwertigen Schmiedeprodukten ist sich voestalpine BÖHLER Aerospace der Verantwortung für Arbeitssicherheit und einen nachhaltigen Schutz der Umwelt bewusst. Bei unseren Produktionsprozessen setzen wir auf Energieeffizienz. Ständig leisten wir durch die Verbesserung von Materialeffizienz und Verwertungsmöglichkeiten einen langfristigen Beitrag zu einer ressourcenschonenden Zukunft. Dazu zählen Maßnahmen wie der Einsatz von innovativen Technologien bei Neuanlagen sowie beim Umbau von bestehenden Anlagen. Optimierung von Prozessen und Produktionsabläufen (konkretes Beispiel – Forschungsprojekt mit externem Partner): Im Bereich der Fertigung werden Simulationsmodelle mit Künstlicher Intelligenz (KI) eingesetzt, um Prozesse abzubilden, zu analysieren und den Schmiedeprozess zu optimieren. Das System soll Technikerinnen und Techniker unterstützen, Strategien zur Fehlervermeidung zu entwickeln und individuell auf Fehler im Fertigungsprozess zu reagieren. Mittels intelligenter Systeme können auch die notwendigen Rohstoffeinsätze zur Herstellung der Produkte minimiert werden. Das führt zu einer geringeren Umweltbelastung und zu weniger CO2-Emissionen.

EVENTS 2026

TERMINE



29. Jänner
ACstyria Neujahrsempfang

25. März
Materials Day

21. April
Transformation Lounge

22. April
Battery Safety Talk

21. Mai
Transformation Forum

11. Juni
BL Security & Defense

18. Juni
AIRTechTalk 

01. Juli
AUTOTechTalk 

01. Oktober
BL Security & Defense

13. Oktober
RAILTechTalk 

18. November
Zukunftstag 2026

24. November
BL Antriebs-,
Fahrzeugtechnologien
& Produktion

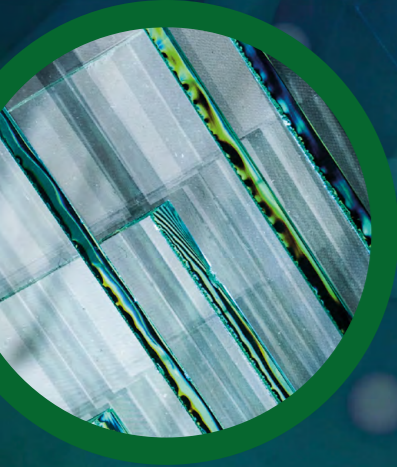
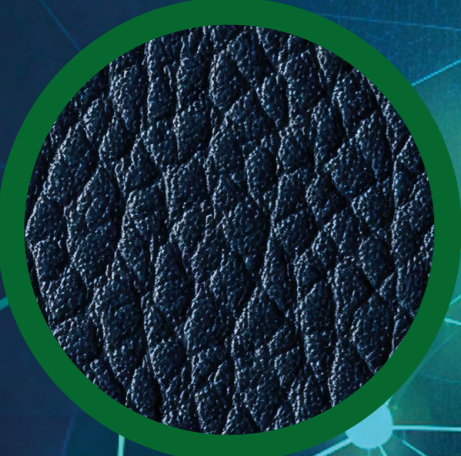
01. Dezember
BL Digitalisierung

BL = Business Lounge



ACstyria Events





FOI
FOI
FOI



ACstyria Mobilitätscluster GmbH

Parkring 1

8074 Raaba-Grambach

AUSTRIA

T: +43 316 40 96 96-0

F: +43 316 40 96 96-33

E: office@acstyria.com

IMPRESSUM:

ACstyria Mobilitätscluster GmbH | Parkring 1 | 8074 Raaba-Grambach | Austria