



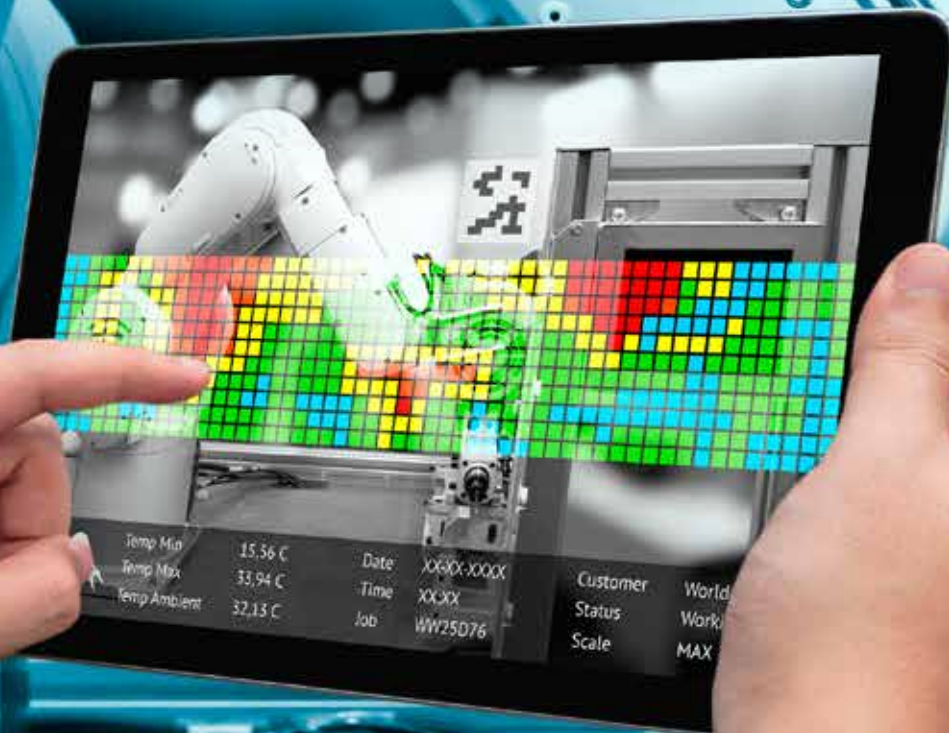
**FFG**

Österreichische  
Forschungsförderungsgesellschaft

# Produktion der Zukunft

Forschung und Technologie-  
entwicklung für eine innovative  
Sachgüterproduktion

Eine Information des Bundesministeriums für Verkehr,  
Innovation und Technologie





Die Fertigungsmaschinen der Zukunft sind mit Prozessoren und Sensoren ausgestattet. Sie kommunizieren miteinander und mit den Produkten, die sie fertigen. Sie organisieren sich selbst und optimieren ihre Abläufe: Die smarten Maschinen überprüfen ihre Lager- und Produktionsstände, bestellen nach und können auch auf Störungen und Ausfälle rasch, flexibel und eigenständig reagieren. Der große Vorteil: Massenproduktion und Einzelanfertigung sind keine Widersprüche mehr und individuelle Kundenwünsche sind rascher umsetzbar.

Der Strukturwandel in der Produktion ist gravierend, die „vierte industrielle Revolution“ oder „Industrie 4.0“ sind zu geflügelten Begriffen geworden. Dieser Wandel bietet österreichischen Unternehmen große Chancen, indem sie ihr Angebot differenzieren und sich so einen Vorteil im globalen Wettbewerb schaffen.

Industrie 4.0 ist jedoch auf die passenden Materialien und Werkstoffe angewiesen, um maßgeschneiderte, günstige und hochwertige Produkte nach individuellen Kundenwünschen zu ermöglichen. Um das zu erreichen, ist in der Produktionsforschung die enge Zusammenarbeit zwischen Produzenten, industriellen Anwendern und Forschungseinrichtungen zentral.

Wohlstand, Beschäftigung und Wachstum in Österreich hängen maßgeblich von der Sachgütererzeugung und einer leistungsstarken Industrie ab. Deswegen setzt das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie bei der Innovationsförderung einen Schwerpunkt auf Produktionstechnologien. Wir investieren jährlich rund 115 Millionen Euro in die österreichische Produktionsforschung, um ideale Voraussetzungen für die Produktion der Zukunft zu schaffen.

Die vorliegende Broschüre enthält eine Auswahl an Projekten, die im Rahmen des Forschungsprogramms „Produktion der Zukunft“ gefördert werden und bietet so eine Übersicht über die technologische Leistungsfähigkeit der österreichischen Sachgüterindustrie und ihrer Partner aus der Wissenschaft. Ich wünsche ihnen eine spannende und informationsreiche Lektüre.

Jörg Leichtfried



Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie



Jörg Leichtfried.  
Bundesminister für  
Verkehr, Innovation und  
Technologie

# Inhalt

- 1 **Vorwort** - Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie
  - 3 **Produktion der Zukunft** - Herausforderung und Mission, Das Programm Produktion der Zukunft, Material- und Produktionsforschung in der FFG
  - 8 **Interview mit Kurt Hofstädter** - Wir brauchen mehr Fachkräfte
  - 10 **Interview mit Reinhold Ebner** - Neue Materialien sind erforderlich
- 

## Assistenzsysteme I4.0

- 13 **Leitprojekt MMAssist II** - Hilfreiche Maschinen für vielfältige Produktion

## Generative Fertigung

- 14 **Leitprojekt addmanu** - Industrieller Fortschritt durch Additive Manufacturing

## Ressourceneffiziente Produktionsverfahren

- 16 **Efficient2Gloves** - Latexhandschuhe rundum verbessert
- 17 **EQPell** - Vorsprung durch Ressourceneffizienz
- 18 **Optima** - Qualitätsschub für die Halbleiterproduktion

## Digitalisierung und Industrie 4.0

- 19 **DARWIN** - Die Integration von Digital und Real
- 20 **AssistMe** - Kritische Rohstoffe aus dem Abfall schürfen
- 21 **FASAN** - Mehr Selbstständigkeit für drahtlose Sensornetze

## Rohstoffe und Werkstoffe

- 22 **AKRosA II** - Kritische Rohstoffe aus dem Abfall schürfen
- 23 **MD-Gold** - Gold aus dem Abwasser
- 24 **GrecoMet** - Metallrückgewinnung aus Müllverbrennungssasche
- 25 **Versatzsysteme** - Gebirge besser versetzen
- 26 **RECOMET 2.0** - Kritische Metalle aus Abwässern rückgewinnen
- 27 **SuSteel** - Stahlherstellung ohne CO<sub>2</sub>
- 28 **NextGen 3D** - 3D-Druck: die nächste Generation
- 29 **NovoTube** - Technologiesprung im Leichtbau
- 30 **PURPUR** - Sichere und leichte Autoteile

## Biobased Industry

- 31 **Lignoraffinerie II** - Mehr machen aus Holz
- 

- 32 **Kontakte**

# Produktion der Zukunft

## Herausforderung und Mission



Dr. Henrietta Egerth und Dr. Klaus Pseiner

Geschäftsführung der Österreichischen  
Forschungsförderungsgesellschaft FFG

„Nicht nur Werkstoffe und Produktionstechnologien, sondern auch die Erwartungen von Kunden an ihre Lieferanten haben sich in den letzten Jahren entscheidend verändert. Laufende Innovationen sind daher entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Sachgüterproduktion. Um diesen Wandel zu unterstützen und die heimische Wirtschaft noch konkurrenzfähiger

zu machen, fördert die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG die Entwicklung neuer, verbesserter und effizienterer Produkte und Prozesse. Intelligente Materialien, Industrie 4.0, nachhaltige und ressourceneffiziente Produktionsverfahren, Photonik, Robotik und die Biobased Industry bilden die wichtigsten Förderschwerpunkte der nächsten Jahren. Damit stärken wir unsere heimischen Unternehmen und sichern langfristig Arbeitsplätze in Österreich.“

Die Sachgüterindustrie ist ein zentraler Faktor der österreichischen Wirtschaft. Rund 630.000 Beschäftigte in 30.000 Unternehmen erwirtschafteten 2016 einen Umsatz von rund 200 Milliarden Euro. Der Beitrag der österreichischen Sachgüterindustrie an der Gesamtwertschöpfung liegt bei knapp 20 Prozent. Somit wird jeder fünfte Euro durch die heimische Sachgüterindustrie umgesetzt.

Österreich verfügt über hervorragende produzierende Unternehmen, darunter auch Weltmarkt- und Technologieführer. Heimische Produkte und Dienstleistungen sind international gefragt, was auch an einer Exportquote der Sachgüterindustrie von über 56 Prozent deutlich wird.

Aufgrund des internationalen Wettbewerbsdrucks ist es für die österreichische Industrie notwendig, innovative Produkte und Prozesse zu entwickeln und die Produktivität stetig zu steigern. So haben im Zeitraum 2012–2014 knapp 60 Prozent der österreichischen Unternehmen Innovationsaktivitäten durchgeführt. Dazu zählen beispielsweise neue oder

---

### Überblick zur FTI Initiative „Produktion der Zukunft“

[www.ffg.at/produktion](http://www.ffg.at/produktion)

[www.ffg.at/produktionderzukunft](http://www.ffg.at/produktionderzukunft)

---

### „Produktion der Zukunft“ 2011–2016

- 117 Millionen EURO Förderung vergeben
- 226 geförderte Projekte
- 656 Millionen EURO beantragte Kosten
- 803 Projektanträge
- 2700 Beteiligungen aus Wirtschaft und Wissenschaft

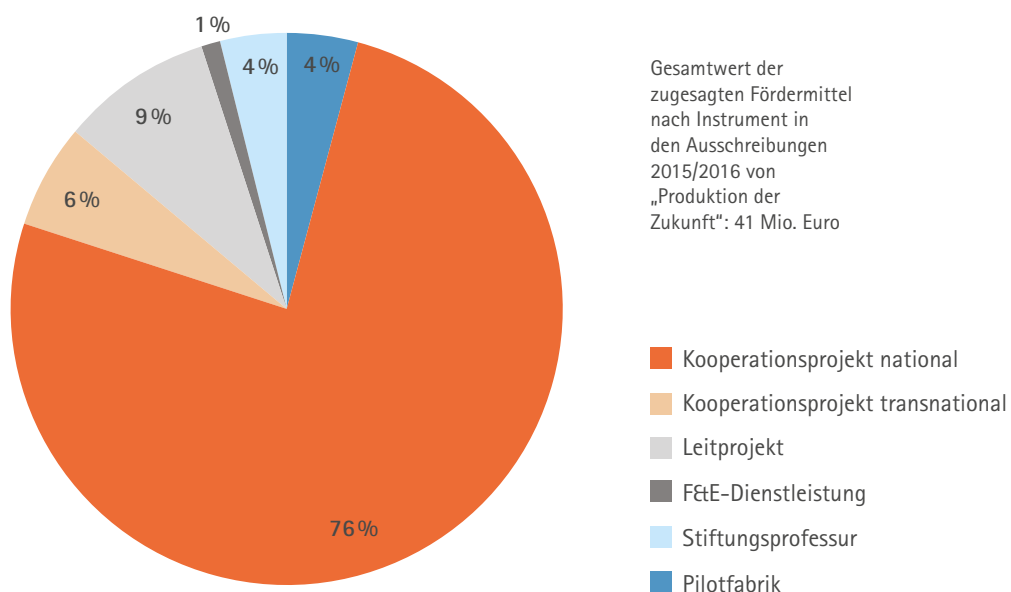
deutlich verbesserte Produkte, die auf den Markt gebracht wurden oder das Einführen innovativer Prozesse im Unternehmen. Organisatorische oder marketingrelevante Innovationen zählen ebenso dazu wie Aktivitäten, die auf die Einführung von Produkt- oder Prozessinnovationen abzielen. In Summe wurden 2014 rund 8,5 Milliarden Euro für Innovationen aufgewendet, 69 Prozent davon für interne Forschung und Entwicklung. Mehr als die Hälfte der technologischen Innovatoren haben für Entwicklungen mit anderen Organisationen kooperiert, vor allem mit Zulieferunternehmen ist die Zusammenarbeit sehr stark ausgeprägt.

Um das Ziel der Wettbewerbsfähigkeit weiterhin zu verwirklichen, wurden 2016 in der Sachgüterindustrie rund 9,6 Milliarden Euro investiert. Dies entspricht einer Steigerung von 24,5 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Um Wettbewerbsvorteile zu erlangen oder zu halten, haben österreichische Unternehmen in Summe über alle Branchen 2016 mehr als fünf Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung investiert. Österreichweit sind im Unternehmenssektor rund 46.000 Personen in Forschung und Entwicklung beschäftigt.

#### Dynamik und Wandel

Die Rahmenbedingungen für die globale Sachgüterproduktion unterliegen einem tiefgreifenden Wandel. Die Diskussion, unter anderem rund um das Thema Industrie 4.0, hat in Österreich, Europa und den USA in den letzten Jahren zu einer hohen Dynamik im Produktionssektor beigetragen. In den kommenden Jahren wird mit einem industriellen Strukturwandel gerechnet, dessen Auswirkungen weit über den Produktionssektor hinausreichen. Seine Effekte werden zu einem Wandel in den Ausbildungssystemen, den produktionsnahen Dienstleistungen, den Rechtssystemen sowie der Arbeitsplatzgestaltung führen.

### Zugesagte Fördermittel nach Instrument in den Ausschreibungen 2015/2016 von „Produktion der Zukunft“



Eine weitere Anforderung an die Industrie: Produkte speziell nach Kundenwunsch zu fertigen. Produktionsanlagen sollen in der Lage sein, auch kleine und kleinste Stückzahlen in ökonomisch effizienter Weise herzustellen, um den veränderten Ansprüchen des Marktes gerecht zu werden. Sowohl Wissenschaft als auch Wirtschaft sind daher gefordert, sich in globalen Wissensnetzwerken zu positionieren und Forschung und Entwicklung zur besten Nutzung und Optimierung von Wertschöpfungsketten voranzutreiben.

## Das Programm Produktion der Zukunft

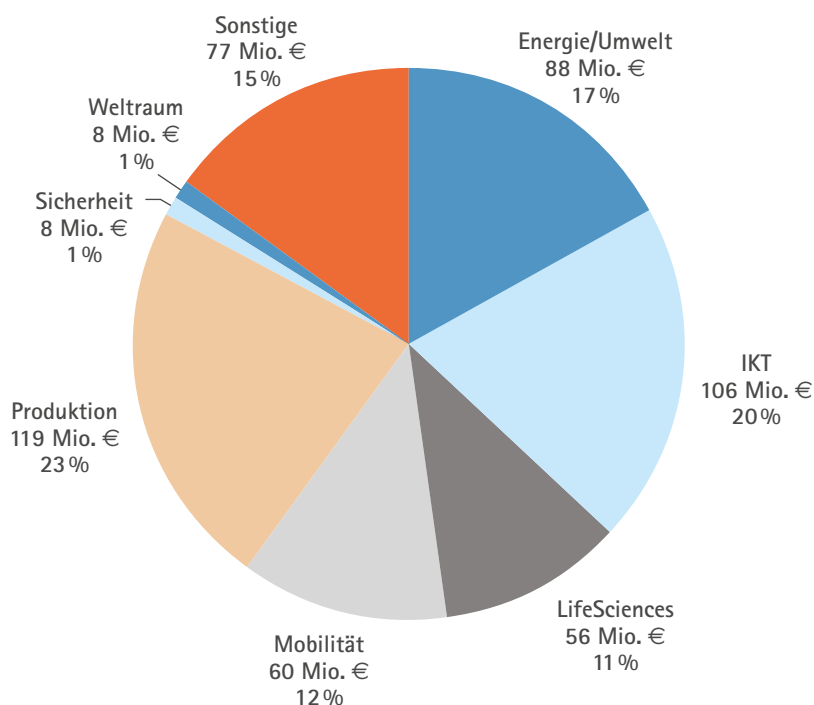
Diesen Herausforderungen wird in der FTI-Initiative „Produktion der Zukunft“ begegnet durch Förderung von Projekten, die einen gezielten Beitrag zur effizienten Ressourcen- und Rohstoffnutzung, zu effizienten Produktionstechnologien, zur Flexibilisierung der Produktion als auch zur Herstellung hochwertiger Produkte leisten.

Seit Beginn der FTI-Initiative „Produktion der Zukunft“ im Jahr 2011 wurden eine Reihe neuer strategischer Maßnahmen umgesetzt. In mehr als 800 Projektanträgen wurden sowohl nationale, transnationale aber auch Maßnahmen zum Aufbau von Forschungsinfrastruktur, wie „Pilotfabriken Industrie 4.0“, umgesetzt. Zusätzlich unterstützt die Förderung von Stiftungsprofessuren den Aufbau von Humanressourcen.

Förderungen zu Material und Produktion in der FFG

[www.ffg.at/material-und-produktion](http://www.ffg.at/material-und-produktion)

### FFG-Gesamtförderung nach Themen im Jahr 2016



Diese Darstellung beinhaltet sämtliche Förderquellen sowie Darlehen und Haftungen

Quelle: FFG-Förderstatistik 2016; Gesamtförderung FFG

Insgesamt wurden bis dato von 2700 Beteiligten aus Wissenschaft und Wirtschaft 656 Millionen EURO an Gesamtprojektkosten in Produktion der Zukunft beantragt. Es wurden 226 Projekte mit einem Förderungsvolumen von 117 Millionen EURO bewilligt.

Jährlich werden rund 25 Millionen EURO an Förderungsmitteln für Vorhaben in unterschiedlichen Instrumenten bereitgestellt. Das wichtigste Instrument ist, mit mehr als 90 Prozent der bewilligten Fördermittel, das Instrument der Kooperativen F&E Projekte, zu dem auch die Leitprojekte zählen.

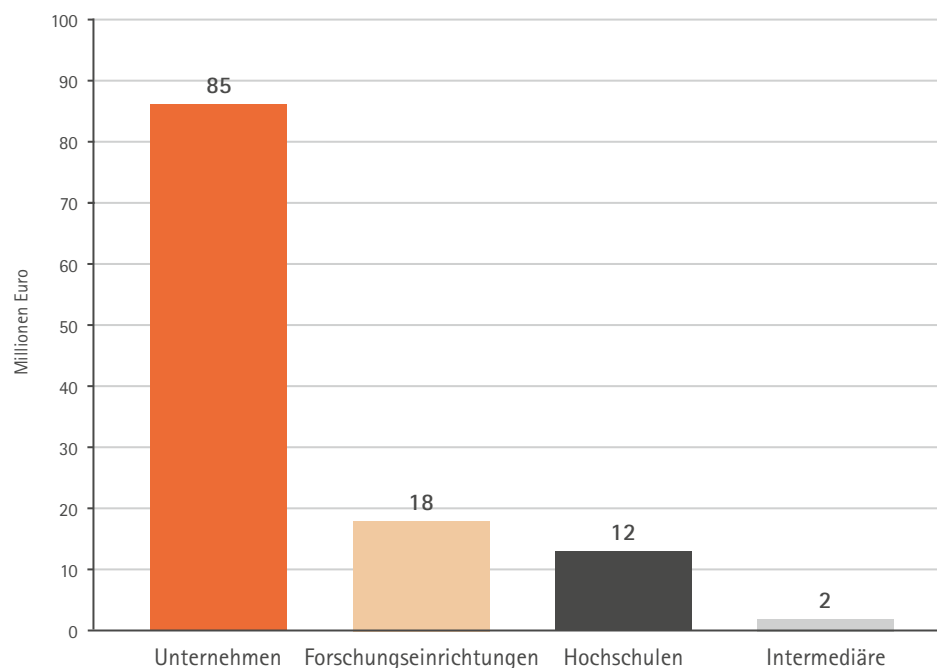
Mit der vorliegenden Broschüre wird zum zweiten Mal ein Auszug an geförderten Projekten der jährlichen Ausschreibungen in Produktion der Zukunft präsentiert. Die vorliegenden 18 Projekte stehen stellvertretend für alle geförderten, hoch innovativen F&E Projekte in den Themenfeldern

- Ressourceneffiziente Produktionsverfahren
- Digitalisierung & Industrie 4.0
- Rohstoffe & Werkstoffe
- Biobased Industry

Das Programm „Produktion der Zukunft“ ist, neben Formaten wie etwa den Basisprogrammen, COMET oder Fronrunner, ein wichtiger Bestandteil der Produktions- und Materialforschung in der FFG und in Österreich geworden.

### Förderungen nach Organisationstypen, Produktionsforschung, FFG-weit 2016

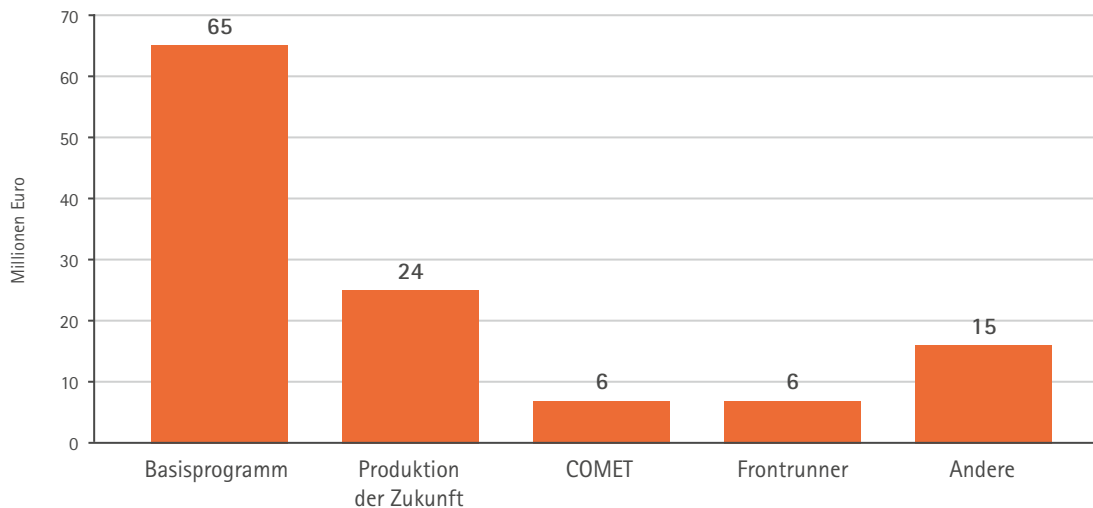
Gesamtwert der Förderungen nach Organisationstypen, Produktionsforschung, FFG-weit 2016: 119 Mio. Euro



Quelle: FFG-Förderstatistik 2016; Gesamtverteilung FFG nach Organisationstypen



Förderungen nach Programmen, Produktionsforschung, FFG-weit 2016



Quelle: FFG-Förderstatistik 2016; Gesamtförderung Themenbereich Produktion

Diese Darstellung beinhaltet neben Mitteln des BMVIT auch Darlehen und Haftungen sowie Mittel des BMWFW sowie des Klima- und Energiefonds

Material- und Produktionsforschung in der FFG

„Produktion der Zukunft“ steht für die Vermittlung des themenoffenen und themenspezifischen Förderungsportfolios der Produktions- und Materialforschung in der FFG.

Rund ein Viertel aller neu bewilligten Projekte forschen im Bereich „Material- und Produktion“. Das Themenfeld nimmt mit 119 Millionen Euro Förderungsmitteln bewilligter FFG-Projekte im Jahr 2016 den ersten Platz ein.

Stärken

Der größte Teil der Förderungen wird im Bereich der Industriellen Fertigung und der Werkstofftechnik umgesetzt. Sie spiegeln die für Österreich bedeutenden Branchen der metall-erzeugenden und verarbeitenden Industrie, der Herstellung von Metallernzeugnissen und des Maschinenbaues sowie der Kunststofftechnik wider. Aber auch in Photonik und in Mikro- und Nanoelektronik sind deutliche Stärken zu verzeichnen.

Einreichmöglichkeiten in der FFG

Projekte aus dem Bereich der Materialwissenschaften sowie Produktionstechnologien und -verfahren können in vielen Programmen der FFG gefördert werden. Das Angebot an themenspezifischen Programmen wie „Produktion der Zukunft“ oder „IKT der Zukunft“ spricht die großen Herausforderungen der Wirtschaft und Gesellschaft an. Das Angebot an themenoffenen Formaten wie die Einzelprojekte im Basisprogramm, oder das „Kompetenzzentren-Programm COMET“, aber auch das „Frontrunner Programm“ zur Förderung von Unternehmen im kompetitiven Marktumfeld sind für alle Themenfelder offen.

Die FFG unterstützt weiters die Beteiligung österreichischer Forschungseinrichtungen und Unternehmen an Horizon 2020 und an einer Reihe weiterer transnationaler Förderungsmöglichkeiten.

## DIGITALE, VERNETZTE PRODUKTION

# Wir brauchen mehr Fachkräfte

Österreich ist für Industrie 4.0 gut aufgestellt und könnte noch produktiver sein, wenn sich mehr junge Menschen für technische Berufe interessieren würden, sagt Kurt Hofstädter, Leiter der Division Digital Factory bei Siemens CEE.

**Wie schätzen Sie die Chance ein, durch digitale und vernetzte Produktionstechnologien für eine Re-Industrialisierung Europas und damit zu höherer Industriewertschöpfung und mehr qualifizierten Industriearbeitsplätzen zu sorgen?**

Österreich hat immer noch einen hohen Industrieanteil, einige mitteleuropäische Länder konnten diesen Anteil in den vergangenen Jahren sogar steigern, insbesondere Zentral- und Osteuropa. Bratislava zum Beispiel ist ein Zentrum der Automobilindustrie. Das heißt, ich sehe hier keine Re-Industrialisierung, insbesondere bei hochwertiger Industrie, sondern eine Weiterentwicklung. Wenn wir die digitale Transformation richtig angehen, dann werden wir in Europa, insbesondere in Zentraleuropa, stark profitieren. Gerade für Hochlohnländer ist die Digitalisierung eine Chance, den Wirtschaftsstandort weiter zu behaupten und auszubauen, denn da geht es um Qualifikation und weniger um die Produktionskosten.

**Wird aus europäischer Sicht Industrie 4.0 zu globalen oder regionalen Netzwerken führen?**

Es wird beides geben – sowohl regionale Cluster als auch regionenübergreifende Wertschöpfungsketten. Ein Schwerpunkt in Österreich ist die Automobil-Zulieferindustrie, vor allem für Deutschland. Wenn ich Schaltpläne, Zeichnungen, Angebote, alles digital übermitteln kann, ist es egal, ob ich neben VW in Deutschland sitze oder in Bratislava.

**Die digitale Fabrik benötigt einen neuen Typ von MitarbeiterInnen, der mit dem Computer interagieren kann. Gibt es am Arbeitsmarkt bereits ausreichend Fachkräfte dafür?**

Ich glaube, dass die Veränderungen nicht so schnell kommen werden. Wir haben in Österreich eine hervorragende Ausbildung. Wir haben die duale Lehre, die HTL, die Fachhochschulen, die Universitäten – die sind dafür bestens gerüstet. Mechatronik, Industrie-elektronik, das sind genau die Ausbildungen, die wir brauchen werden, und das wird auch jetzt schon unterrichtet. Unsere Ausbildungsstätten sind hervorragend. Meine einzige Sorge ist, dass wir nicht genug AbsolventInnen haben. Wir werden für diesen Prozess qualifizierte MitarbeiterInnen brauchen, aber es gehen zu wenige junge Menschen in die technische Ausbildung, Frauen schon gar nicht. Wer nicht schon in der Schule für Naturwissenschaften interessiert wird, der macht das nicht. Wir müssen vielleicht die LehrerInnen der Mittelschulen dafür ausbilden, das Interesse für praktische Naturwissenschaften und praktische Mathematik besser wecken zu können.

### In welchen Industriesparten wird sich Industrie 4.0. am schnellsten durchsetzen?

Das geht quer durch. Die momentanen Vorreiter sind die Unternehmen der Automobilindustrie, die sind schon sehr weit. Beim Maschinenbau haben wir eine ganze Reihe von exzellenten österreichischen Unternehmen, die alles das, was die digitale Welt bietet, bereits nützen. Das gilt aber auch für die Prozessindustrie. Ich denke an die Biochemie, an die Nachverfolgbarkeit von Produkten, von Prozessschritten, die Nahrungsmittelindustrie. Wir können zum Beispiel bei Schokolade schon lange nachvollziehen, wo die dafür verwendete Milch herkommt, damit man eventuelle Verkeimungen festmachen kann.

Die, die nicht dabei sind, werden Probleme bekommen. Ich erlebe aber bei allen Vorträgen, die ich halte, größtes Interesse von CEOs, CTOs, Werksleitern. Das heißt, das Thema ist bei uns in Österreich nicht nur angekommen, sondern breit in der Industrie und bei Klein- und Mittelbetrieben vertreten. Jetzt geht es darum, die Konzepte anzubinden und zu sagen, welche sind die nächsten Schritte, wie kann man investitionsicher seine Werke und seine Standorte herrichten.

### Welche Lehren konnten Sie bereits aus der ersten Pilotfabrik für Industrie 4.0 in der Seestadt Aspern in Wien ziehen?

In Aspern haben wir die modernste Technik eingebaut. Das ist TIA, Total Integrated Automation, Werkzeugmaschinen-technik, Energieeffizienzmethoden. Wir stehen aber trotzdem erst ganz am Anfang mit unseren Analysen und Untersuchungen. Nächste Schritte sind Cloud-basierte Lösungen, damit wir alles das, was heute digital möglich ist, in einem lebensnahen Laborbetrieb ausprobieren und dann in die Industrie gehen können. Wir können dort in einer produktionsnahen Umgebung das Zusammenspiel aller unserer Produkte mit dem Maschinenbau, mit der Werkzeugmaschine testen, die Vorteile analysieren – das bringt uns große Vorteile.

Das modernste Werk von Siemens ist in Amberg in Deutschland, das ist bereits Industrie 4.0. Die Fabrik wurde vor 20 Jahren mit 1000 MitarbeiterInnen gegründet. Wir haben immer noch 1000 MitarbeiterInnen, aber die Produktivität ist neun Mal so hoch, und die Fehlerquote ist unter zwölf Fehler auf eine Million produzierter Stück. Damit können wir auch mitten in Deutschland, in einem Hochlohnland, die profitabelste Fertigung von Siemens betreiben. Interessant ist auch: In dieser Fabrik ist nicht nur die Anzahl der MitarbeiterInnen gleich geblieben, sondern auch die Verteilung der Qualifikationen. Die Angst ist ja immer die menschenleere Fabrik, aber dort finden auch die weniger Qualifizierten ihre Tätigkeit, weil wir heute mit Touchscreen-Technologie die Möglichkeit haben, mit einer Einschulungszeit von einer Woche unsere MitarbeiterInnen fit zu machen für die Bedienung von modernen SMD-Automaten, also Bestückautomaten für Elektronikleiterplatten.

### Wie sehen Sie Österreich im Innovationstrend Industrie 4.0 aufgestellt?

Ich glaube, dass Österreich verglichen mit anderen europäischen Ländern gut positioniert ist. Wir haben viele Großbetriebe, die schon sehr weit sind, auch viele Klein- und Mittelbetriebe sind sehr gut positioniert. Wo wir eindeutig schärfen müssen, ist die technische Ausbildung, da haben wir zu wenige AbsolventInnen. Wir haben bei Siemens eine Einheit mit ca. 100 MitarbeiterInnen in Linz, dort könnte ich sofort 30 Leute aufnehmen, die gibt es aber nicht auf dem Markt. In Graz suchen wir zehn MitarbeiterInnen und bekommen vielleicht einen. Magna sucht für ein neues Werk 2000 bis 3000 MitarbeiterInnen. Dort sehe ich eher das Nadelöhr.

INTERVIEW: SONJA BETTEL



### DI Dr. Kurt Hofstädter, MBA

leitet seit Oktober 2012 die Digital Factory CEE der Siemens AG Österreich. Er hat an der Technischen Universität Wien Elektrotechnik, Fachrichtung Industrielle Elektronik- und Regelungstechnik studiert, ein Aufbaustudium für Betriebs-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften absolviert und sein Doktorat an der Fakultät für Maschinenbau erworben. 2004 erlangte er den Titel MBA in Betriebs-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften. Er unterrichtet an mehreren Universitäten und ist seit Mai 2015 Vorstandsvorsitzender der Plattform Industrie 4.0 Österreich.

## ENERGIEVERSORGUNG DER ZUKUNFT

# Neue Materialien sind erforderlich

Österreich ist sehr gut in vielen Bereichen der innovativen metallischen Werkstoffe, sagt Reinhold Ebner, Geschäftsführer der Forschungseinrichtung Materials Center Leoben. Was fehlt, sind junge Fachleute für das Vorantreiben der Digitalisierung.

## Welche innovativen Materialien und Werkstoffe werden derzeit am dringendsten benötigt und wie steht es um die Forschung in diesem Bereich?

Ein ganz wichtiger Punkt ist, bestehende Materialien weiter zu entwickeln, beispielsweise die Festigkeit von Stählen in wasserstoffabgebender Umgebung, sodass man eine um 100 oder 200 MPa höhere Festigkeit hat.

Weiters geht es um Materialien mit völlig neuen Funktionen, z. B. keramische Werkstoffe mit speziellen elektrischen Funktionen für Varistoren. Varistoren sind elektronische Bauteile, die sich als Sicherungselemente in jedem Handy bzw. in fast jedem elektronischen System befinden. Ziel ist es, diese Bauelemente soweit zu verkleinern, dass nur mehr wenige Korngrenzen die Eigenschaften bestimmen. Das sind sehr anspruchsvolle Materialentwicklungen.

Ein anderes Beispiel sind Sensorelemente, etwa für Gassensoren oder die Analyse von Feinstaubpartikeln. Dafür braucht man spezifische Materialien. Das sind Beispiele für neue Materialien, bei denen weniger die mechanischen Eigenschaften, sondern vielmehr die Funktion im Vordergrund steht.

Ein anderes Beispiel sind Materialien zur Sicherung der Energieversorgung der Zukunft. Wenn man ein Automobil mit Wasserstoff betreiben möchte, benötigt man einen robusten Tank, der nicht explodiert. Um vernünftige Reichweiten zu erreichen, brauchen Sie heute ungefähr 700 Bar Innendruck, das entspricht etwa dem 300-fachen Innendruck einer Hauswasserleitung. Ein Lösungsansatz ist es, den Tank mit einem Material zu füllen, das Wasserstoff adsorbieren, speichern und wieder abgeben kann, wodurch sich der Druck etwa auf unter 30 Bar reduzieren lassen sollte. Das heißt, es geht um Materialien, die völlig neue Möglichkeiten erschließen.

## Wo sehen Sie die nächsten großen Durchbrüche in der Erforschung und Entwicklung innovativer Materialien und Verbundwerkstoffe?

In den USA und in Europa gibt es massive Forschungsprogramme zum Thema Energiespeicherung. Man wird sehen, ob diese Entwicklungen mehr in Richtung Wasserstofftechnologie gehen werden oder in Richtung Batterietechnologien. Welche Technologien ins Ziel kommen werden, kann heute keiner sagen. Aber Energie, die man aus erneuerbaren Quellen erzeugt, muss man zwischenspeichern können – und zwar über Wochen und Monate. Es werden dazu verschiedene Konzepte verfolgt. Damit Sie das speichern können, brauchen Sie z. B. hochporöse Kohlenstoffe, etwa für die Supercaps, die Superkapazitäten.

Supercaps gibt es bereits, um beispielsweise städtische Autobusse zu laden. Bei jeder Ladestation werden die Supercaps mit Strom aufgeladen, dann fährt der Bus bis zur nächsten Ladestation und wird erneut geladen. Das bedeutet, man braucht unterschiedliche Technologien für unterschiedliche Speicherzeiten – und dafür die passenden Materialien.

### In welchen Bereichen der Werkstoffforschung ist Österreich besonders gut im internationalen Vergleich?

Österreich ist sehr gut in vielen Bereichen der metallischen Werkstoffe. Beispiele aus dem voestalpine-Konzern, der sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen Technologiekonzern entwickelt hat, sind qualitativ hochwertige beschichtete Automobilbleche, Drähte für unterschiedlichste Anwendungen, Stähle für Weichensysteme, hochlegierte Stähle. Böhler Edelstahl, ein Unternehmen der voestalpine-Gruppe, ist Weltmarktführer bei Werkzeugstahl, und die Böhler Schmiedetechnik ist im technologischen Spitzenfeld bei der Verarbeitung von hochlegierten Stählen zu High-Performance-Schmiedeteilen für den Luftfahrtbereich. Im Bereich Sinterwerkstoffe und daraus gefertigter Komponenten ist die Miba AG sehr gut aufgestellt, im Bereich der Refraktärmetalle wie Wolfram, Molybdän usw. ist die Firma Plansee weltweit führend. Viele dieser Sondermetalle sind auch Kernelemente im Bereich der Elektronik. Sehr gut bei beschichteten Hartmetallen für Werkzeuge und keramische Komponenten ist die Firma Ceratizit in Reutte.

Im Keramikbereich haben wir einige Unternehmen, die sich intensiv mit Funktionskeramiken und Bauelementen befassen, etwa die Firma EPCOS in Deutschlandsberg. In einem Joint Venture mit Qualcomm haben sie in Deutschlandsberg eine Produktion für Hochfrequenz-Bauelemente, sogenannte Surface Acoustic Wave (SAW) Bauelemente, aufgebaut.

Mit der Firma AVL haben wir in Österreich ein Unternehmen, das intensiv im Bereich Sensorik tätig ist und Materialien für Gasanalytik im Motorenbereich entwickelt. Ein wichtiger Player in diesem Bereich ist die Firma ams AG aus Unterpremstätten, die sich mit optischer Sensorik und Gassensorik beschäftigt. Ein weiterer wichtiger Player ist Infineon in Villach, die u. a. eine ziemlich anspruchsvolle Palette an Materialkombinationen zu leistungselektronischen Bauelementen verarbeiten.

Ohne innovative Werkstoffe und ohne entsprechende Prozesstechnik zur Herstellung funktionieren viele dieser Dinge nicht.

### Welche Herausforderungen sind an der Schnittstelle des Einsatzes innovativer Werkstoffe und moderner Produktionstechnologien, Stichwort Industrie 4.0, zu bewältigen?

Ein typisches Beispiel ist die Leistungselektronik, denken Sie an Leuchtdioden. Über Industrie 4.0 kann ich in der Herstellung bei jeder LED durch eine thermische Analyse sofort erkennen, wie gut das Assemblieren funktioniert hat. Wenn die Wärme in einem Bauteil nicht gut abgeleitet wird, wird die Leuchtdiode früher kaputt werden. Das heißt, ich kann während des Prozesses feststellen, ob die Fertigung stimmt.

Oder man kann Bauteile, die stark beansprucht werden, wie Weichen, mit Sensorik versehen. Jedes Mal wenn ein Zug drüberfährt, kann die Weiche ihren Zustand melden, etwa via Internet. Damit bin ich wesentlich sicherer in der Instandhaltung. Solche und ähnliche Themen werden zunehmend kommen.

### Ist Österreich ausreichend auf Industrie 4.0 vorbereitet?

Ich bin überzeugt, dass das Thema in den Unternehmen gut angekommen ist. Für eine zunehmende Zahl von Unternehmen ist klar, dass es eine riesige Chance ist, in Richtung smarte Produkte zu gehen. Was fehlt, sind Uni- oder FachhochschulabsolventInnen, die z. B. Datenanalyse, Datenmanagement, Hochleistungs-Computing, High Power-Computing mit der Modellierung physischer Systeme und der nötigen Messtechnik verknüpfen können.



### Prof. Dr. Reinhold Ebner

ist Geschäftsführer und wissenschaftlicher Leiter der Materials Center Leoben Forschung GmbH, die er ab 1999 aufgebaut hat. Reinhold Ebner hat Hüttenwesen an der Montanuniversität Leoben studiert und an der Montanuniversität Leoben und dem Max Planck Institut für Metallforschung in Stuttgart sein Doktorat über „Bruch metallischer Werkstoffe“ gemacht. Ab 1983 war er Universitätsassistent an der Montanuni, seit 1997 ist er Außerordentlicher Universitätsprofessor. Parallel dazu hat er ab 1990 das Laserzentrum Leoben der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH aufgebaut und bis 2007 geleitet, von 1990 bis 1997 war er auch Leiter des Christian Doppler Laboratoriums für „Lasereinsatz in der Werkstoffforschung“.

INTERVIEW: SONJA BETTEL



Ressourceneffiziente Produktionsverfahren,  
Digitalisierung und Industrie 4.0,  
Rohstoffe und Werkstoffe,  
Biobased Industry:

**18** ausgewählte Projekte  
zeigen den Beitrag der Forschung  
zur Produktion der Zukunft.

# Hilfreiche Maschinen für vielfältige Produktion

Produkte werden immer individueller und mit ihnen die Herstellungsabläufe. Assistenzsysteme sollen das Produktionspersonal entlasten, indem sie sich gut an Mensch, Prozess und Kontext anpassen.



Die menschenleere Fabrik ist für Europa keine Zukunftsvision. Das Ziel sind vielmehr Produktionsbetriebe, in denen Maschinen den Menschen assistieren, sich nach ihnen richten und intuitiv benutzt werden können. Maschinen für eine einzige Aufgabe und der Fokus auf deren Funktionsweise gehören der Vergangenheit an. In der modernen Produktion steht wieder der Mensch im Mittelpunkt, der die Maschine bedient.

## Maßgeschneiderte Assistenz-Units

Im Projekt MMAssist II werden bis 2020 modulare, wiederverwendbare und benutzerzentrierte Assistenzsysteme entwickelt. Gemeinsam mit den zahlreichen Projektpartnern werden für Wartung und Instandsetzung, Rüsten und Mehrmaschinenbedienung sowie Montage die Anforderungen an Assistenzsysteme erforscht. Als Bausteine sind „Assistenz Units“ geplant, die AnwenderInnen für unterschiedliche Aufgaben einsetzen können. Sie werden je nach Aufgabe maßgeschneidert mit einem Software-Framework zusammengestellt und erkennen im Idealfall Arbeitsbeschreibung und Kontext automatisiert. Wie effizient,

ergonomisch und benutzbar die entwickelten Assistenz-Units sind, wird im Labor und von den Menschen geprüft, die sie benutzen sollen. Nur so wird die Verringerung der Arbeitsbelastung für die MitarbeiterInnen messbar und die Aufgabenteilung wahrscheinlich. Die Assistenz-Units sollen sich beispielsweise auf Aufmerksamkeit, Geschwindigkeit und Bewegungsabläufe der BenutzerInnen anpassen. Darüber hinaus stellt sich die Frage, welche Art der Visualisierung und Interaktion durch die Maschine von Menschen am besten angenommen wird.

Zwischen zunehmendem Wettbewerb und der Nachfrage nach individuellen oder kleinen Serien sind Unternehmen herausgefordert, ihre Arbeitsabläufe anzupassen, um schneller auf dynamische Anforderungen reagieren zu können. Das erfordert sorgfältige Planung in Bezug auf Belastungen für das Personal, die Ansprüche an Maschinen sowie die Informations- und Materialströme. Durch die Umsetzung der praxiserprobten Softwareentwicklung im Zuge eines Forschungsprojekts profitieren Unternehmen ohne F&E-Kapazitäten in diesem Bereich sowie der Wirtschaftsstandort Österreich insgesamt.

## Projekttitle

Assistenzsysteme in der Produktion im Kontext Mensch – Maschine Kooperation

## Konsortialführer

PROFACTOR GmbH  
[www.profactor.at](http://www.profactor.at)

## Projektkoordinator

DI Christian Wögerer, MSc  
[christian.woegerer@profactor.at](mailto:christian.woegerer@profactor.at)

## Weitere Konsortialpartner

Austrian Institute of Technology, Evolaris next level GmbH, Fraunhofer Austria Research GmbH, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Paris Lodron Universität Salzburg, Salzburg Research Forschungsgesellschaft m. b. H., Technische Universität Wien – Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik, VIRTUAL VEHICLE Research Center, ABF Industrielle Automation GmbH, AVL List GmbH, Becom Electronics GmbH, BRP-Powertrain GmbH & Co KG, DS AUTOMOTION GmbH, Fronius International GmbH, Geberit Produktions GmbH, Kapsch BusinessCom AG, Plasmio Industrietechnik GmbH, RIC (Regionales Innovations Zentrum) GmbH, Siemens Transformers Austria GmbH & Co KG, Tablet Solutions, Tieto Austria GmbH, TÜV AUSTRIA HOLDING AG, Wacker Neuson Beteiligungs GmbH, XiTrust Secure Technologies GmbH

## Laufzeit

2017 – 2020

# Industrieller Fortschritt durch Additive Manufacturing

Die Herstellung von Produkten mittels 3D-Drucker ist eine revolutionäre Entwicklung. Das Forschungsnetzwerk addmanu will die additive Fertigung für die österreichische Wirtschaft weiterentwickeln und der Industrie einen Vorsprung sichern.



InkJet-Drucken mittels Roboter –  
Laboraufbau bei PROFACTOR

---

## Projekttitel

addmanu. Stärkung der österreichischen Wertschöpfungsketten für generative Fertigung in der industriellen Produktion

## Konsortialführer

Montanuniversität Leoben  
[www.addmanu.at](http://www.addmanu.at)

## Projektkoordinatorin

Dr.<sup>in</sup> Brigitte Kriszt  
[brigitte.kriszt@unileoben.ac.at](mailto:brigitte.kriszt@unileoben.ac.at)

## Weitere Konsortialpartner

Technische Universität Wien Fotec Profactor CEST, Joanneum Research, Böhler Edelstahl, Tiger Coatings, Magna Steyr Engineering, RHP Technology, Hage Sondermaschinenbau, GE Jenbacher, Lam Research, PKT Präzisionskunststofftechnik, Mahle Filtersystem Austria, RHI, Airbus Safran Launchers, O. K. +Partner, Lithoz

## Laufzeit

2015 – 2018

---



Die industrielle Umsetzbarkeit der Ideen von IngenieurInnen ist bis heute vielfach durch die Grenzen in der Fertigungstechnik eingeschränkt. Diesen „Bottleneck“ durchbricht die additive Fertigung und eröffnet revolutionäre Produktoptionen; neue Ideen werden digitalisiert und einfach gedruckt. Es entstehen neuartige industrielle Lösungen. Additive Fertigung eröffnet damit eine neue Ära der industriellen Produktion und bringt große Potenziale für Mobilität, Kommunikation, und Energieerzeugung.

#### Vier Technologien generativer Fertigung

addmanu ist ein nationales Forschungsnetzwerk mit internationalem Beirat zur Etablierung der additiven oder auch als generativ bezeichneten Fertigung in der österreichischen Wirtschaft. Mit dem Projekt sollen vier Technologien für generative Fertigung weiterentwickelt werden, die das höchste Potenzial für Anwendung und Weiterentwicklung haben: litografiebasierte generative Fertigung, Fused Deposition Modelling, selektives Laserschmelzen und Inkjet. Als Werkstoffe werden Keramik, Kunststoffe, Metalle und deren Hybride untersucht und eingesetzt.

Die 19 Projektpartner, Großunternehmen, Kleinunternehmen und Forschungseinrichtungen, haben bereits Erfahrungen mit der generativen Fertigung oder haben dazu intensiv recherchiert. Aus diesen Erfahrungen und diesem Wissen werden in addmanu jene Problemstellungen behandelt, die Hürden für die weitere Entwicklung und/oder wirtschaftliche Anwendung darstellen oder ein hohes Innovationspotenzial haben. Sie beschäftigen sich im Projekt mit

Werkstoffentwicklung, Design und Auslegung sowie prozessspezifischen und anwendungstechnischen Aspekten.

#### Neue Werkstoffe, neue Prozesse

Ein wesentliches Ziel von addmanu ist die Entwicklung neuer Werkstoffe wie Metallpulver, Keramik, thermoplastische Photopolymere und Inkjet mit deutlich verbesserten Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften. Weiteres Ziel ist die Entwicklung einer Methode zur Herstellung von hybriden Werkstoffsystemen Metall/Keramik und Stahl/Alu auf Basis selektiven Laserschweißens (SLM-Technologie) und die Entwicklung neuer litografiebasierter Prozesse der generativen Fertigung mit deutlich verbesserter Auflösung und höherem Durchsatz. Durch neue Nachbehandlungsmethoden soll auch die Oberflächengüte verbessert werden.

Durch die Kopplung der Methoden der Topologie- und Gestaltoptimierung mit den Eigenheiten der generativen Fertigung sowie Ergänzungen hin zu extrem filigranen Gitterstrukturen sollen neuartige Lösungen entstehen und neue Anwendungsbereiche erschlossen werden. Dazu zählen die Optimierung von Teilen für Automobile, die Entwicklung von bionischen Kühlungssystemen für komplexe Werkzeuge oder neuartige Konzepte für Energieerzeugung und Raumfahrt.



Kühlkörper aus Maraging Stahl für Heat-Management mit 500 µm Stegbreite und 350 µm Kanaldurchmesser.

Ein weiteres Forschungsziel ist die Entwicklung und Weiterentwicklung von Verfahren und Anlagenkonzepten für additive Fertigung im Bereich der lithographischen, der Filament-, der Pulverschmelz- und der 3D-Print-Verfahren.

#### Von Energieerzeugung bis Raumfahrt

Die für die industrielle Umsetzung relevanten Fragen werden in Arbeitspaketen für die Branchen Maschinenbau, Werkzeugbau, Automobilbau, Halbleiter- und Feuerfestindustrie sowie Luft- und Raumfahrt behandelt. Entstehende Konstruktionsfreiräume und neue Fertigungsoptionen liefern die Basis für verbesserte und neuartige Produkte. Daraus sollen sich deutliche Wettbewerbsvorteile für die österreichische Wirtschaft ergeben.

Die für die Darstellung von High-Tech-Produkten notwendige Kompetenz in den Bereichen metallische und nichtmetallische Werkstoffe, Design/Auslegung, Verfahrensentwicklung und Anwendung werden gemeinsam mit innovativen Unternehmen erarbeitet. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden Anwendungsfelder für generative Fertigung und deren Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette identifiziert und Anforderungen an neue Geschäftsmodelle ermittelt.

# Latexhandschuhe rundum verbessert

Dank neuer Verfahren und Vernetzer-Substanzen können besser verträgliche Latexhandschuhe mit weniger Ressourcenverbrauch produziert werden.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts helfen Einweghandschuhe, Leben zu retten. Sich frische Handschuhe überzustreifen, ist neben Händewaschen die Standard Hygienemaßnahme im Gesundheitswesen. In Operationssälen sind die Anforderungen an das Material noch höher: Die Latexhandschuhe müssen steril sein, biokompatibel im chirurgischen Einsatz und eine effektive Barriere für wechselseitigen Schutz bieten. Allerdings verursachen Latexprodukte auch allergische Reaktionen. Studien zeigen, dass bis zu 15 Prozent des medizinischen Personals von Latexallergien betroffen sind. Für eine verbesserte Hautverträglichkeit werden derzeit energieintensive Waschprozesse eingesetzt, die Prozesschemikalien entfernen sollen. Das verzögert wiederum die Produktion und steigert die Kosten. Für 5000 Paar Operationshandschuhe werden im Schnitt

elf Tonnen Wasser und 300 kWh Strom verbraucht sowie 600 Kilogramm CO<sub>2</sub> generiert.

## Verträglichkeit dank immobilisiertem Epoxid

Binnen vier Jahren konnten im Projekt neue Verfahren und Materialien entwickelt werden, um medizinische Handschuhe verträglicher zu machen und sie gleichzeitig nachhaltiger, effizienter und kostengünstiger herzustellen. Gemeinsam gelang es den Projektpartnern, synthetischen Latex mit neuartigen Vernetzern auf Epoxidbasis zu verbinden, um die Elastizität und Beständigkeit der Handschuhe sicherzustellen. Die Substanzen reagieren schnell und spezifisch, sodass im Tauchverfahren hergestellte Handschuhe während der Trocknung wirksam vernetzt werden. Eine Vor-

vernetzung wird überflüssig. In einem zweiten Schritt wurden die Vernetzer chemisch gebunden, sodass sie nicht mehr migrieren und Waschen überflüssig wird.

So wurde die Produktion normgerechter medizinischer Handschuhe gestrafft, es wird weniger Wasser verbraucht, eine ausgewogene CO<sub>2</sub>-Bilanz erreicht, die Abwassermenge reduziert und Schwermetalle werden vermieden. Mit Unternehmenspartner Semperit können für solche Latextauchartikel konkrete Einsparungspotenziale abgeschätzt werden: Für Energie und CO<sub>2</sub> je ungefähr 15 Prozent, für Wasser und Abwasser je ungefähr 60 Prozent. 2016 wurden zwei Patente eingereicht. Die verbesserten Produkteigenschaften und die Anwendbarkeit auf verschiedene Produktpaletten ebnen den Weg in die Technologieführerschaft der heimischen Latexindustrie.



## Projekttitel

Neue Verfahren und Materialien zur ressourcenschonenden und effizienten Herstellung von hypoallergenen Latextauchartikeln

## Konsortialführer

Polymer Competence Center Leoben GmbH  
[www.pcccl.at](http://www.pcccl.at)

## Projektkoordinatorin

Dr.<sup>in</sup> Sandra Schlögl  
[sandra.schloegl@pcccl.at](mailto:sandra.schloegl@pcccl.at)

## Weitere Konsortialpartner

Semperit Technische Produkte AG, Aglycon Dr. Spreitz KG

## Laufzeit

2013 – 2017

# Vorsprung durch Ressourceneffizienz

Die Erfassung des gesamten Produktionsprozesses von Holzpellets führt zu deutlichen Ressourceneinsparungen und verhilft Österreichs Pelletsindustrie zu Vorteilen am Weltmarkt.

Der Markt für Holzpellets ist stark preisdominiert, insbesondere der Markt an Holzpelletsprodukten für EndverbraucherInnen. Die Pelletindustrie in Österreich mit ihren standortbedingten höheren Produktionskosten steht daher starker Konkurrenz ausgesetzt. Wettbewerbsvorteile können hierzulande vor allem durch Ressourceneinsparung in der Produktion erzielt werden. Die Pelletsproduktion für Erzeuger effizienter zu gestalten, ist daher Ziel des Projekts EQ-Pell. Erreichen will das Forschungsteam eine Einsparung im Umfang von fünf bis zehn Prozent des Ressourceneinsatzes auf der gesamten Prozesskette unter Einhaltung der Qualitätsanforderungen und einer messbaren Reduktion von Prozessvariabilität.

Dazu entwickelt das Projekt vier simulationsbasierte prozesstechnische und statistische Modelle zur Rohstoffvariabilität, zu Additiven und Wasserregimen, zu Partikelstruktur und zur Kompaktierung. Diese Modelle entstehen im Versuchsmaßstab für einzelne Regelkreise und werden punktuell auf Industriemaßstab übertragen. Durch die Beteiligung von Anwendern am Projekt steht eine vollständige Auswahl verschiedener industrieller Prozesstypen der Pelletsproduktion zur Verfügung, wodurch die gewonnenen Erkenntnisse und Modelle in der Praxis validiert werden können.

## Energieeffizienz ist gleich Ressourceneffizienz

Die Produktion von Holzpellets wächst weltweit massiv, derzeit ist kein Ende des Wachstumstrends abzusehen. Für das Jahr 2030 zeichnen sich globale Produktionsmengen von über 50 Millionen Tonnen ab. Ein Massenprodukt dieser Ordnung erfordert kontinuierliche Verbesserung der Pro-



duktionsprozesse und der Ressourcenausnutzung. Für den Produktionsprozess gilt daher: Energieeffizienz = Ressourceneffizienz. Auf dem Weg dorthin setzt das Projekt bei der statistischen Kontrolle des Verarbeitungsprozesses – vom Eingang in den Rohstoffbunker bis zum Eintritt in den Fertigwarensilo – an und erfasst alle Variabilitäten, von der Rohstoffbasis, dem Additiveinsatz und Wasserregime, der Zerkleinerung und Partikeltechnik sowie der Kompaktierung und Kühlung. Ein derart breiter Ansatz ist neu.

Österreich zählt zu den führenden Ländern in der Planung und Errichtung von Pelletieranlagen. Die Ergebnisse des Projektes werden daher in erster Linie österreichischen Unternehmen zu einem Knowhow-Vorsprung verhelfen.

### Projekttitle

Effiziente Ressourcennutzung und Qualitätssicherung durch Simulation und Modellierung der Holzpelletierung

### Konsortialführer

Holzforschung Austria  
[www.holzforschung.at](http://www.holzforschung.at)

### Projektkoordinator

DI Wilfried Pichler  
[w.pichler@holzforschung.at](mailto:w.pichler@holzforschung.at)

### Weitere Konsortialpartner

Kompetenzzentrum Holz GmbH, Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik OFI, BEA Institut für Bioenergie GmbH, Hasslacher Preding Holzindustrie GmbH, Pfeifer Holz GmbH & CO KG, Mayr-Melnhof Holz Leoben GmbH, Sympatec GmbH

### Laufzeit

2016 – 2019

# Qualitätsschub für die Halbleiterproduktion

Eine neue Messmethode will Fehler von Kunststoffteilen in der Chip-Erzeugung bereits während des Produktionsprozesses erfassbar machen. Das Ziel: höhere Qualität, mehr Effizienz.

Bei der Herstellung von Halbleiter-Chips müssen Produzenten der Genauigkeit, Reinheit sowie der Material- und Oberflächengüte hohe Aufmerksamkeit schenken. Das trifft insbesondere auf die Kunststoffteile in den Fertigungsanlagen zu. Je früher minderwertige Kunststoffkomponenten erkannt und eliminiert werden, umso weniger Abfall und Kosten entstehen. Besonders herausfordernd dabei ist die Feststellung kleinster Einschlüsse von gerade einmal 0,025 mm<sup>2</sup>. Derzeitige Inspektionssysteme ermöglichen zwar eine Prüfung der Geometrietoleranzen, schaffen es aber nicht, das Material des Einschlusses und die dreidimensionale Form bzw. Lage an der Oberfläche zu überprüfen. Zudem erfolgt die Prüfung stichprobenartig und die Detektion von Einschlüssen resultiert oft in der Zerstörung des Materials. Sinnvoll wäre es,

bereits vor und auch während des Produktionsprozesses die Verarbeitungsqualität kontrollieren und steuern zu können.

Genau hier setzt die Forschungsarbeit von Optima an. Zwei Ziele werden angepeilt: die Erarbeitung einer Grundlage für ein zukünftiges Analysesystem zur Erfassung von Qualitätsmerkmalen während der Produktion (Inline-Erfassung) sowie die Entwicklung eines methodenoffenen Sensorikkonzepts, das die Kriterien Einschlussgröße, -topologie und -material für unterschiedliche Fertigungsteile erfassen kann. Dazu wird ein Labordemonstrator gebaut.

## Demonstrator für Inline-Messungen

Die bereits erfolgte umfassende Fehlercharakterisierung – die meisten Fehler liegen unter der Oberfläche und sind kleiner als

0,02 mm<sup>2</sup> – wird eine Priorisierung der Anforderungen an das Inspektionssystem ermöglichen. Zu dessen Entwicklung wurden verschiedene Prüfmethoden getestet, von Auflichtmikroskopie über Röntgen-Tomographie bis zur Wirbelstrommethode. Hier zeigt sich: Erforderlich ist ein Mix aus Mess- bzw. Prüfmethoden. Aus diesen Überlegungen wurde eine umfassende Entscheidungsmatrix zur Bewertung der in Frage kommenden Ansätze für den Labordemonstrator ausgearbeitet.

Von einer Inline-fähigen Messmethodik erhofft sich das Forschungsteam eine Verbesserung der Qualitätssicherung, höhere Produktionseffizienz und optimale Ressourcennutzung. Österreich als Produktionsstandort der Halbleiterindustrie soll von den Ergebnissen des Projektes durch höherwertigere Produkte profitieren.

## Projekttitel

Optimierte Produktion für polymere Fertigungsteile für die Halbleitermaschinenproduktion

## Konsortialführer

CTR Carinthian Tech Research  
[www.ctr.at](http://www.ctr.at)

## Projektkoordinatorin

Dr.<sup>in</sup> Christina Hirschl  
[christina.hirschl@ctr.at](mailto:christina.hirschl@ctr.at)

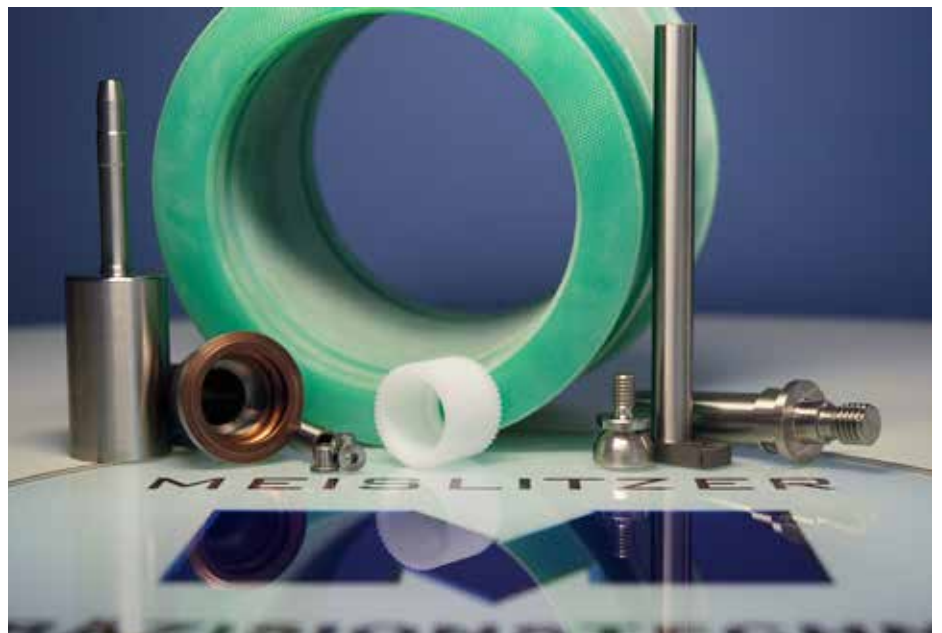
## Weitere Konsortialpartner

Lam Research AG, Meislitzer Präzisionstechnik GmbH,  
Polymer Competence Center Leoben GmbH

## Laufzeit

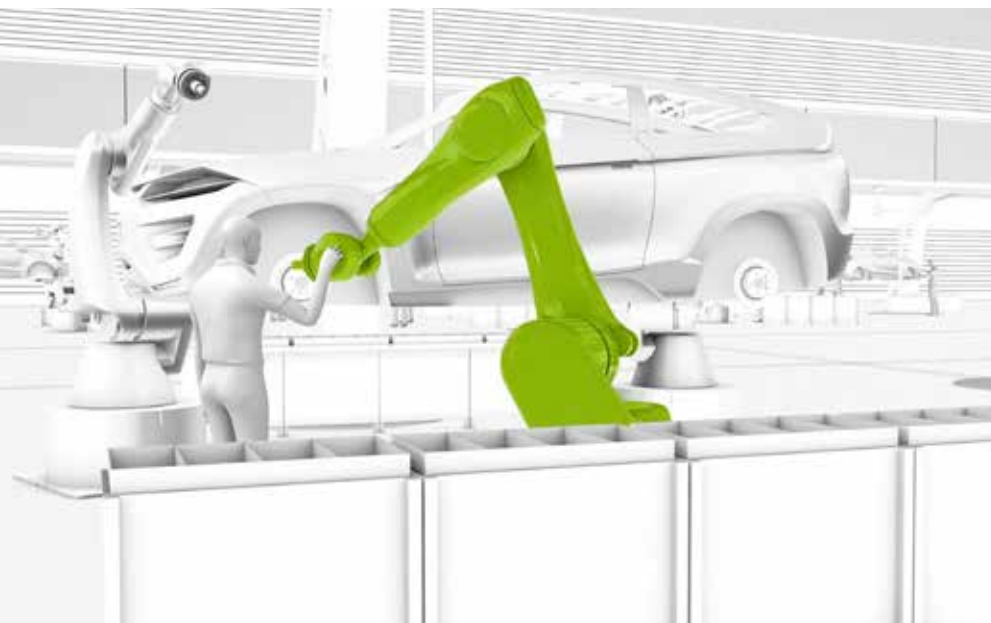
2016 – 2018

Optima soll die Produktion von Kunststoffkomponenten für Halbleiteranlagen verbessern



# Die Integration von Digital und Real

Mehr Vielfalt und Komplexität sowie höhere Ansprüche der Kunden stellen die Automobilindustrie vor neue Herausforderungen. DARWIN hilft, sie zu meistern.



Die Automobilindustrie steht vor großen Herausforderungen, weil die Vielfalt und Komplexität von Fahrzeugmodellen sowie die individualisierten Ausstattungswünsche der Kunden zunehmen. Daraus resultiert eine Vielzahl an Lieferanten mit unterschiedlichen Anforderungen an den Produktionsprozess und an die Produktionssysteme. Das bedeutet, dass in Zukunft nicht mehr lineare Abläufe simuliert werden müssen, sondern ein in sich vernetztes System aus komplexen Abhängigkeiten abbildbar und steuerbar gestaltet werden muss. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, sollte ein Unternehmen in der Automobilindustrie schnell reagieren können und in seinen Produktionsprozessen flexibel sein.

Das Projekt DARWIN vereint erstmals einen markenunabhängigen Fahrzeug-Auftragsfertiger mit Fachexpertinnen und Fachexperten aus Produktion, Logistik, Anlagen-

und Facility-Management, um sämtliche Bereiche des Produktionsprozesses abzubilden. Ziel ist die Entwicklung von Methoden, mit denen echtzeitfähige Schnittstellen und zuverlässige Dienste zur Planung von automobilen Fertigungsprozessen für heterogene Systeme und Prozesse ermöglicht werden. Produktion, Zusammenbau, Logistik, Gebäude- und Anlageninfrastruktur werden dabei eingebunden.

## Virtuelle und reale Produktion

Die Entwicklungsziele im Projekt DARWIN sind ein adaptives Produktmodell, ein digitales Gebäudemodell für die integrierte Fabrikplanung und die prototypische Umsetzung eines integrierten Gesamtpiloten. Nicht nur die virtuelle Entwicklung von Produkt und Produktion, sondern auch die Integration von Werkzeugen und Methoden in die reale Produktion und die Anbindung

### Projekttitle

Digital Approach with Real World Integration  
Digitaler Zugang zur realen Welt der automotiven Fertigung

### Konsortialführer

Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG  
[www.magna.at](http://www.magna.at)

### Projektkoordinatorin

DI<sup>in</sup> Sarah Dober  
[sarah.dober@magna.com](mailto:sarah.dober@magna.com)

### Weitere Konsortialpartner

Magna Steyr AG & Co KG, BRP-Powertrain GmbH & Co KG, IPO.Plan GmbH, Lorenz Consult ZT GmbH

### Laufzeit

2016 – 2017

von produktionsnahen Systemen müssen betrachtet werden.

Die Ergebnisse sind für alle Projektpartner ein Meilenstein in Richtung des geschlossenen Kreislaufs zwischen Entwicklung, Planung und Produktion. Auf Basis der gesamtheitlichen Datenintegration wird es möglich, über alle Bereiche hinweg koordiniert auf Änderungen zu reagieren. Umplanungen können in der digitalen wie auch in der realen Fabrik integriert umgesetzt werden. Das schafft den Projektpartnern ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber Mitbewerbern und damit einen Wettbewerbsvorteil.

# Vom Roboter zum Kollegen

Maschinen und Assistenzsysteme unterstützen Menschen in Bezug auf Kraft, Geschwindigkeit und Genauigkeit. AssistMe prüft, wie sie gut bedienbar und als Kollegen akzeptiert werden.



Auch in der Fabrik von morgen menschelt es. Wenn Assistenzroboter und -systeme zu Kollegen werden, steht Akzeptanz am Beginn einer guten Zusammenarbeit. Längst geht es dabei nicht mehr nur um Sicherheit. Das Projekt AssistMe klärt, wie robotische Assistenz sinnvoll zum Einsatz kommt und akzeptabel wird. Bei Konzeption und Evaluierung stehen die Bedürfnisse der AnwenderInnen im Mittelpunkt und nicht nur technische Parameter. In einem mehrstufigen Prozess werden Interaktionskonzepte zur Programmierung und Bedienung von robotischen Assistenzsystemen entwickelt. Getestet werden erstens die intuitive Bedienung, zweitens geeignete Bedienungs-Hardware – vom Display über Projektor bis Datenbrille – und drittens die beste Form der Visualisierung.

## Versuche mit Schrauben und Polieren

Aktuell sind zwei Versuchsanordnungen für die Mensch-Maschine-Interaktion in Partnerunternehmen installiert: Ein Roboter, der beim Schrauben in der Motoren-Montagelinie assistiert und ein Polierassistent für Extrusions-Werkzeuge. In der gänzlich automatisierten Produktion schwenkt der Roboterarm mit immergleicher Präzision und Menschen bleiben tunlichst hinter dem Sicherheitszaun. Roboter-Assistenzsysteme müssen sich hingegen an Menschen und Baugruppen anpassen. Die Maschine orientiert sich

---

### Projekttitlel

Human-zentrierte Assistenzrobotik in der Produktion

### Konsortialführer

PROFACTOR GmbH  
[www.profactor.at](http://www.profactor.at)

### Projektkoordinator

DI Jürgen Minichberger  
[juergen.minichberger@profactor.at](mailto:juergen.minichberger@profactor.at)

### Weitere Konsortialpartner

Technische Universität Wien, BMW Motoren Steyr GmbH, GPN GmbH

### Laufzeit

2015 – 2017

---

nicht an ihren Gelenkskoordinaten, sondern am Werkstück. Wenn sich in modernen Werken die Motorenfertigung an die ergonomischen Anforderungen des Montagepersonals anpasst, muss auch das Assistenzsystem folgen. Der Benutzer oder die Benutzerin braucht ein wahrnehmbares Feedback zwischen Werkstück, Roboter und Umgebung.

Intelligente Assistenzsysteme denken mit, wenn der Mensch in der Produktion unakkommodiert ist. Die Maschine und das System unterstützen Menschen in Bezug auf Kraft, Geschwindigkeit und Genauigkeit. Gemeinsam kann so eine variantenreiche Produktion zu den Kosten der Massenfertigung erreicht werden. Aus dem Projekt werden Handlungsempfehlungen für Interaktionskonzepte in Bezug auf die beiden Anwendungen im Projekt und weitere ähnliche Use-Cases gegeben.

# Mehr Selbstständigkeit für drahtlose Sensornetze

Um ihren Dienst wartungs- und störungsfrei tun zu können, werden drahtlose Sensornetze unter den härtesten Bedingungen geprüft.

Sensoren sind die anspruchslosen Servicekräfte der Industrie 4.0. Sie erlauben, Prozesse kostengünstig zu regeln und zu überwachen – ob im Labor, in einer Testsituation oder der laufenden Produktion. Auch große Netzwerke mit vielen Knoten sollten weitgehend autark und flexibel arbeiten. Im Projekt FASAN (Flexible Autonome Sensorik in industriellen Anwendungen) werden umfassende technische Grundlagen für intelligente, wartungsarme und drahtlose Sensornetze erarbeitet und hart getestet. Denn kommerziell verfügbare Lösungen erfüllen aktuell nur kleine Teilbereiche der hohen Anforderungen.

## Energieverbrauch drastisch senken

Eine Voraussetzung für geringen Wartungsaufwand sind Sensorknoten mit minimalem Energieverbrauch. Der Schlüssel dafür liegt in effizienter Hardware, die auch kleine Mengen elektrischer Energie aus Quellen in der Umgebung gewinnen kann (Energy Harvesting). Außerdem sollte jeder Sensor rasch verfügbar sein, sobald er aus dem Lager in die Produktion kommt. Energiesparpotenziale lassen sich mit optimierten Protokollen für das drahtlose Senden und Empfangen von Infopaketten heben. Ein zweiter Ansatzpunkt für autonome Systeme sind flexible ad hoc-Verbindungen. Sie werden gebraucht, wenn zeitweise Messungen vorgenommen oder Produktionslinien immer wieder umgebaut werden. Ebenfalls Teil von FASAN sind Lokalisierungstechnologien für Netze mit vielen Knoten. Hauptkriterien sind hier Genauigkeit, Robustheit und Energieverbrauch.

Um diese neuen Funktionalitäten zu prüfen, wurde in Motorprüfständen eine realistische Testumgebung geschaffen. Eine



Art Ironman-Bewerb für Sensoren. Im Fokus stehen die zuverlässige Übertragung, die Funktionstüchtigkeit bei mehr als 100 Sensorknoten und der Energieverbrauch. Zudem ist wichtig zu wissen was passiert, wenn mehrere Netzwerke benachbart arbeiten. Mögliche Störfaktoren werden gesucht und geprüft. Weiters wird untersucht, wie lange es bei völlig entleerten Energiespeichern dauert, den Sensor hochzufahren. Wenn sich die Netzwerke im Motorprüfstand bewähren, sollen weitere Prüfsysteme zum Beispiel in der Stahlindustrie aufgesetzt werden. Je vielfältiger und ausfallsicherer die Sensoren, desto eher können sie Messtechnikherstellern von Nutzen werden.

---

### Projekttitel

Flexible Autonome Sensorik in industriellen Anwendungen (FASAN)

### Konsortialführer

Linz Center of Mechatronics GmbH  
[www.lcm.at](http://www.lcm.at)

### Projektkoordinator

Dr. Achim Berger  
[achim.berger@lcm.at](mailto:achim.berger@lcm.at)

### Weitere Konsortialpartner

Johannes Kepler Universität Linz (JKU) – Institut für Nachrichtentechnik und HF-Systeme (NTHFS), AVL List GmbH

### Laufzeit

2016 – 2019

---

# Kritische Rohstoffe aus dem Abfall schürfen

Um sich mit kritischen Rohstoffen für den technologischen Wandel und umweltfreundlichen Technologien zu versorgen, werden Anlagen weiterentwickelt, die Abfallströme besser nutzbar machen.




---

## Projekttitlel

Aufbereitung von Kritischen Rohstoffen aus speziellen Abfallströmen

## Konsortialführer

Montanuniversität Leoben –  
Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik  
und Abfallwirtschaft  
[avaw.unileoben.ac.at](mailto:avaw.unileoben.ac.at)

## Projektkoordinatorin

DI<sup>in</sup> Kerstin Pfandl  
[kerstin.pfandl@unileoben.ac.at](mailto:kerstin.pfandl@unileoben.ac.at)

## Weitere Konsortialpartner

Montanuniversität Leoben, Universität Graz –  
Institut für Systemwissenschaften, Innovations- und  
Nachhaltigkeitsforschung, Anton Mayer Ges. m. b. H.,  
ARGE Shredder GmbH, BT-Wolfgang Binder GmbH,  
D. Swarovski Et Co, IFE Aufbereitungstechnik  
GmbH, IUT – Ingenieurgemeinschaft Innovative  
Umwelttechnik GmbH, Karl-Franzens-Universität Graz  
– Institut für Systemwissenschaften, Innovations- und  
Nachhaltigkeitsforschung

## Laufzeit

2015 – 2018

---

Die Ausgangslage ist vergleichbar mit einem Goldnugget im Misthaufen. Wobei das Nugget verflüssigt und mit einem Zerstäuber überall verteilt wurde. Niemand weiß zudem, wie viel das Nugget gewogen hat. Und dann sind auch noch Diamantsplitter und Silberbrösel versteckt. Dass Abfall nicht Mist, sondern voller potenzieller Rohstoffe und Wertstoffe ist, hat sich bereits herumgesprochen. Das Problem liegt darin, diese Stoffe zu finden.

Kritische Rohstoffe sind am Industriestandort Österreich nicht Gold, Silber und Edelmetalle, sondern beispielsweise Seltene Erden, Tantal, Niob, Wolfram, Vanadium oder Platingruppenmetalle. Beeinflusst durch den technologischen Wandel und den Umstieg auf klimafreundliche Technologien, werden diese Elemente vermehrt und drin-

gend benötigt, kommen in Österreich aber kaum natürlich vor. Eine Verknappung ist absehbar und damit ein immer teurer werdender und politisch komplexer Rohstoffimport im starken Wettbewerb.

## Basis für Anlagenkonzepte

Drei Jahre gibt sich das große Forschungs- und Unternehmenskonsortium Zeit, um Anlagenkonzepte für die Rückgewinnung kritischer Rohstoffe zu entwickeln. Sie sollen aus dem Abfall geschürft werden. Im ersten Schritt soll praxisnah ermittelt werden, welche kritischen Rohstoffe, woher, in welcher Menge und Konzentration in unterschiedlichen Abfallströmen und -konsistenzen hereinkommen. Im zweiten Schritt werden effektive Verfahren gesucht, um die gefragten Elemente in den

verschiedenen Gemischen aufzukonzentrieren. Moderne Aufbereitungs-, Separier- und Sortierverfahren werden weiterentwickelt und optimiert, damit Konzentrate für die Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen – getrennt von anderen Sekundärrohstoffen und Abfall – gewonnen werden. Die versuchsweise Anordnung und Abstimmung der einzelnen Prozesse unter betriebsnahen Bedingungen münden im letzten Schritt in Anlagenkonzepten, die speziell für die Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen ausgelegt sind. Die Ergebnisse des Projekts sind Grundlage für weiterführende Forschungsprojekte, um die Abhängigkeit der österreichischen Wirtschaft infolge restriktiver Handelspolitiken und begrenzter Ressourcenverfügbarkeit zu verringern.



# Gold aus dem Abwasser

Bei der Oberflächenbehandlung von Leiterplatten gehen Edelmetalle ins Abwasser verloren. Mit angepasster Membrandestillation kann Gold und Palladium energieeffizient zurückgewonnen werden.

Die Oberflächen von Leiterplatten werden im Wortsinn veredelt. Bei der Galvanisierung kommen Gold und Palladium zum Einsatz. Bei der Verarbeitung der Platten gehen Reste der wertvollen Edelmetalle verloren. Derzeit können diese nur mit unwirtschaftlich hohem Aufwand aus dem Abwasser zurückgewonnen werden.

Die Membrandestillation (MD) bietet eine energieeffiziente Alternative, um die Elemente wieder vom Wasser zu trennen. Ziel des Projekts ist, ein energieeffizientes und nachhaltiges Verfahren zur Rückgewinnung speziell für die Leiterplattenerzeugung zu entwickeln. Der Fokus liegt auf einer möglichst geringen Prozesstemperatur, die aus erneuerbaren Energiequellen oder Abwärme kommen kann. Wenn es gelingt, die Galvanikmetalle abzuscheiden, kann zudem das Klarwasser in den Prozess zurückgeführt und der Wasserkreislauf geschlossen werden.

## Skalierbare Anlage als Ergebnis

Ergebnis des Projektes ist eine optimierte MD-Anlage im Labormaßstab mit geeignetem Membranmodul und Betriebsparametern, die für größere Anlage skaliert werden kann. Um die Modulgeometrie an die spezielle Oberflächenbehandlung anzupassen, braucht es leistungsfähige Software-Designwerkzeuge. Mit der Entwicklung eines Softwaremodells zur Abbildung des MD-Verfahrens wird die Voraussetzung für ein optimiertes Membranmodul- und Anlagendesign geschaffen.

Die neue Technologie würde erhebliche Wettbewerbsvorteile für europäische Leiterplattenhersteller wie AT&S schaffen: Ein wichtiger Kostenfaktor wird gesenkt, indem teure Rohstoffe aus dem Abwasser gerettet werden.

---

### Projekttitle

Innovative Membrandestillation zur Gold- und Palladiumrückgewinnung in der Leiterplattenindustrie

### Konsortialführer

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien  
[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)

### Projektkoordinator

DI Christoph Brunner  
[c.brunner@aee.at](mailto:c.brunner@aee.at)

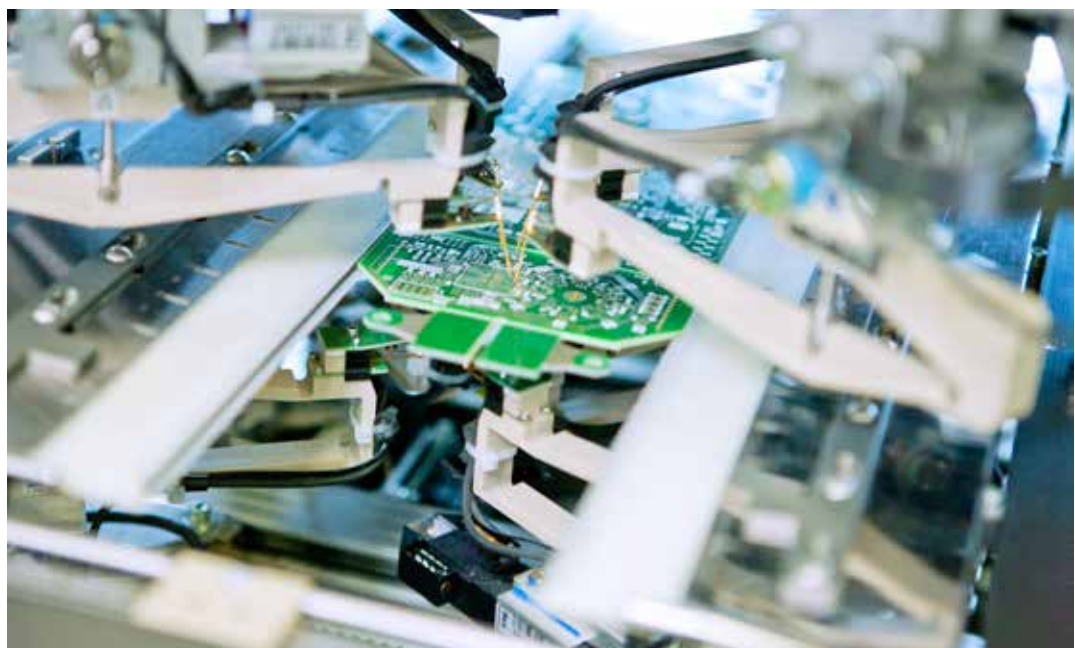
### Weitere Konsortialpartner

AT&S Austria Technologie & Systemtechnik  
Aktiengesellschaft, ROTREAT Abwasserreinigung GmbH

### Laufzeit

2016 – 2018

---



# Metallrückgewinnung aus Müllverbrennungsasche

Sekundärressourcen ganz neu nutzen: Bisher entsorgte Abfälle wie Müllverbrennungsaschen, Schalen von Hühnereiern oder Dinkelspelzen könnten künftig bei der Rückgewinnung von Metallen helfen.

Trotz ihres hohen Metallgehalts werden Schlacken und Aschen aus der Müllverbrennung zur Gänze deponiert. Dabei wird die österreichische Importabhängigkeit von Rohstoffen im Bereich der Metalle zunehmend kritischer. Denn obwohl die weltweiten Bestände für metallische Rohstoffe in naher Zukunft erschöpft sein werden, werden Spezialmetalle aktuell nur zu weniger als einem Prozent recycelt. Um die Versorgung mit kritischen Rohstoffen zu sichern, ist folglich die Entwicklung von Alternativkonzepten wichtig.

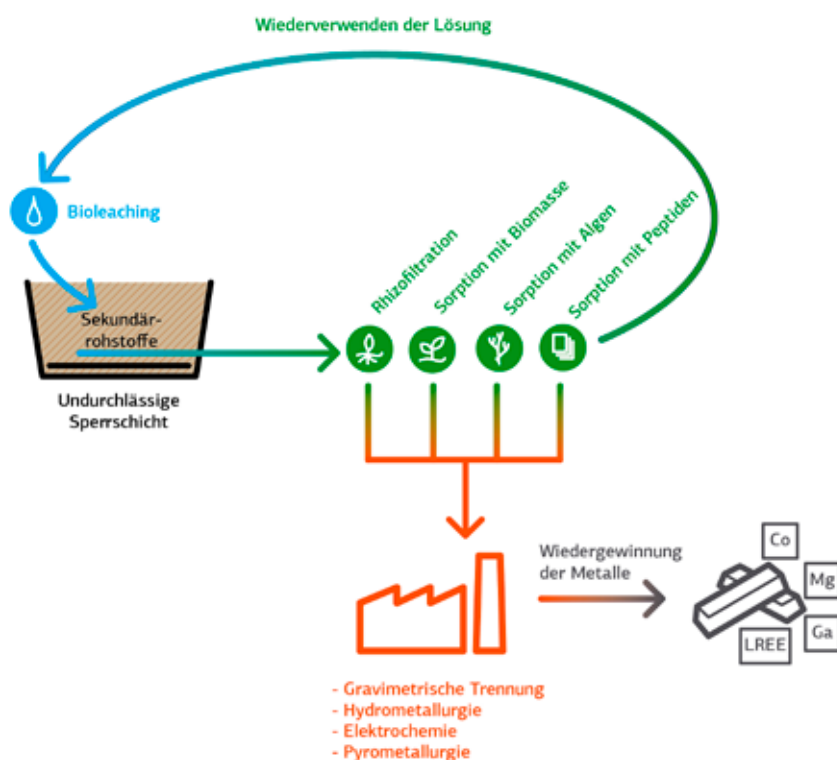
Bisherige Technologien zur Rückgewinnung von Metallen aus sehr diffusen Quellen sind in einer vernünftigen und wirtschaftlichen Weise aber praktisch noch nicht existent. Zudem benötigen die bestehenden Methoden große Mengen an Energie und Chemikalien, die nicht zuletzt mit Umwelt Risiken einhergehen. Das Projekt GRecoMet hat sich zum Ziel gesetzt, neue metallurgische Prozesse zu entwickeln, die eine innovative, umweltfreundliche und energiearme Gewinnung von Metallen wie Cobalt, Mag-

nesium, Gallium und LREE aus sekundären Rohstoffen ermöglichen. Dabei werden verschiedene metallurgische Technologien einzeln und in Kombinationen untersucht.

## Inwertsetzung nicht genutzter Stoffströme

Dazu sollen in einem ersten Schritt Metalle aus Müllverbrennungsaschen und Schlacken mit Bioleaching-Methoden herausgelöst werden. Bioleaching ist ein natürlich vorkommender, mikrobieller Prozess, bei dem Metalle aus Erzen oder anderen metallhaltigen Stoffen durch die Bildung von organischen und anorganischen Säuren, Oxidations- und Reduktionsreaktionen und die Ausscheidung von komplexbildenden Substanzen in Lösung gebracht werden.

Die Metalle in der Laugungsflüssigkeit werden anschließend mittels verschiedener Methoden bzw. biogener Masse angereichert. Dabei werden die Eigenschaften von Algen und landwirtschaftlichen Restmassen wie Eierschalen, Hanfschäben, Dinkelspelzen oder Zuckerrübenschnitzel auf ihre Sorptions- und Akkumulationsleistungen hin untersucht. Für eine Wiedergewinnung der Metalle werden Methoden der Extraktion und Aufreinigung entwickelt, in einem prozessintegrierten Versuchsaufbau getestet und einer technologischen, ökologischen, ökonomischen und sozioökonomischen Evaluierung unterzogen. Durch diese gänzlich neuen Möglichkeiten können bisher nicht genutzte Stoffströme innovativ in Wert gesetzt bzw. hinsichtlich neuer Anwendungsmöglichkeiten erforscht werden.



## Projekttitlel

Green Recovery of Metals

## Konsortialführer

alchemy-nova GmbH  
www.alchemia-nova.net

## Projektkoordinatorin

DI<sup>in</sup> (FH) Veronika Reinberg  
reinberg@alchemia-nova.net

## Weitere Konsortialpartner

Austrian Institute of Industrial Biotechnology GmbH (acib),  
UWEG Umweltschutz und Wertstoff-Recycling GmbH &  
Co KG, SPIEGLTec GmbH, SMT Metalle Wimmer

## Laufzeit

2016 – 2019

# Gebirge besser versetzen

Erstmals erarbeiten ForscherInnen eine wissenschaftlich fundierte Methode zum Auffüllen abgebauter Lagerstätten. Die Magnesit- und Wolfram-Gewinnung soll damit sicherer und wirtschaftlicher werden.

---

## Projekttitle

Entwicklung von Versatzsystemen für den Abbau kritischer Rohstoffe im alpinen Bergbau

## Konsortialführer

Montanuniversität Leoben – Lehrstuhl für Bergbaukunde  
[bergbau.unileoben.ac.at](http://bergbau.unileoben.ac.at)

## Projektkoordinatorin

DI<sup>in</sup> Anja Moser, MSc  
[anja.moser@unileoben.ac.at](mailto:anja.moser@unileoben.ac.at)

## Weitere Konsortialpartner

Montanuniversität Leoben – Lehrstuhl für Gesteins-  
hüttenkunde, Veitsch Radex und Co OG, Wolfram Mittersill

## Laufzeit

2015 – 2018

---

Im Bergbau werden durch den Abbau von Lagerstätten entstandene untertägige Hohlräume meist mit wertlosem Gestein, sogenanntem Taubmaterial aufgefüllt. Dies dient der Stabilisierung der Hohlräume sowie des Grubengebäudes und wird in der Fachsprache als „Versetzen“ bezeichnet. Versatzsysteme und ihr Betrieb erfolgten bislang überwiegend auf Basis praktischer Erfahrungen. Aber gerade der Abbau von Magnesit und Wolfram, die von der EU als kritische Rohstoffe eingestuft werden, erfolgt in Österreich unter komplexen Verhältnissen im alpinen Bergbau. Um einen sicheren, wirtschaftlichen und ressourcenschonenden Abbau dieser beiden wertvollen Mineralien zu ermöglichen, entwickelt ein Forschungsteam der Montanuniversität Leoben in Zusammenarbeit mit zwei Firmenpartnern Versatzsysteme erstmals auf

ingenieurwissenschaftlicher Grundlage. Erreicht werden soll damit ein besseres Verständnis der Wirkungsweise von Versatzsystemen mit besonderer Berücksichtigung des Gesamtsystems Gebirge-Versatz und der dieses System beeinflussenden Faktoren wie der Lagerstättensituation, der Abbaugeometrie, der Gebirgs- und Versatzzeigenschaften, der Art und der Zeitpunkt der Versatzeinbringung sowie der Transportweise. Mit den Ergebnissen soll die Planung und der Betrieb von Versatzsystemen in Bergwerken verbessert und optimiert werden.

## Wechselwirkung zwischen Versatzmaterial und Bruchzone klären

Das Projekt strebt neben der Erhöhung der Planungs- und Betriebssicherheit von Versatzbergwerken insbesondere ein besseres Verständnis der Wechselwirkung zwischen Versatz und Gebirge an. Vor allem soll die Frage geklärt werden, in welchem Maße die physikalischen Versatzzeigenschaften – wie Last-Verformungsverhalten, Anfangssteifigkeit, Kohäsion und Winkel der inneren Reibung – zur Stabilisierung der Bruchzone beitragen. Denn bisher ist über die Wechselwirkung des Versatzmaterials mit der Bruchzone um den Abbauhohlraum wenig bekannt.

Mit den Ergebnissen des Projekts soll die Nutzung der Rohstoffressourcen optimiert und die Sicherheit in den Bergwerken weiter erhöht werden, die für den Bergbau zuständige Genehmigungsbehörde bessere Grundlagen für ihre Arbeit an die Hand bekommen sowie betriebliche Qualitätsmanagementsysteme für die Versatzarbeit eingeführt werden. Die wissenschaftlich fundierten Grundlagen für Versatzsysteme helfen mit, die Versorgungssicherheit der kritischen Rohstoffe Magnesit und Wolfram am Standort Österreich zu erhöhen.



# Kritische Metalle aus Abwässern rückgewinnen

Während Eisen und Stahl sehr hohe Recyclingraten aufweisen, werden kritische Rohstoffe derzeit einfach entsorgt. Ein neues Projekt will diese aus Industrieabwässern rückgewinnen.



onsnachweis des Gesamtsystems erbracht werden, sodass die Metallrückgewinnung mittelfristig realisiert werden kann. Dazu wurde eine Versuchsanlage errichtet. Um eine möglichst effiziente Reinigung und Fixierung der Metalle aus den Abwässern zu erreichen, findet eine Vorbehandlung statt, durch die die Erhöhung der Selektivität der Fixierung kritischer Metalle erreicht werden kann. Danach müssen die Konzentrate abgetrennt werden. Deshalb ist die Verbesserung der Qualität und Abtrennung der Metallkonzentrate ein wesentlicher Teil des Projekts. Basierend auf verschiedenen Aufbereitungsversuchen wird in Folge auch eine Nachbehandlung in der Anlage implementiert.

## Projekttitlel

Rückgewinnung kritischer Metalle aus Industrieabwässern 2.0

## Konsortialführer

Montanuniversität Leoben  
[www.unileoben.ac.at](http://www.unileoben.ac.at)

## Projektkoordinator

M.Sc. Philipp Sedlazeck  
[philipp.sedlazeck@unileoben.ac.at](mailto:philipp.sedlazeck@unileoben.ac.at)

## Weitere Konsortialpartner

AVR GmbH, ferroDECONT GmbH, TU Bergakademie Freiberg

## Laufzeit

2016 – 2019

Kritische Metalle finden sich in vielen modernen technischen Anwendungen, wie Handys, Windrädern oder Abgaskatalysatoren. Dabei ist die österreichische Industrie aktuell fast vollständig auf deren Import angewiesen. Bisher werden kritische Metalle aus Abwässern nicht zurückgewonnen, sondern gehen über den Entsorgungsweg verloren. Im Sondierungsprojekt RECOMET wurden die Grundlagen gelegt, um eine Kreislaufführung dieser High-Tech-Metalle zu ermöglichen. Dabei wurde das aus der Altlastensanierung bekannte patentierte Ferrotecont®-Verfahren erfolgreich auf die Rückgewinnung kritischer Metalle aus Abwässern übertragen. Diese Metalle konnten im Labormaßstab aus synthetischen und realen Proben entfernt werden.

Die fehlende Vor- und Nachbehandlung nach dem Ferrotecont®-Verfahren steht diesem Ziel derzeit noch im Wege. Nun soll diese Hürde überwunden und der Funkti-

## Vom Schadstoff zum Wertstoff

Ziel ist, durch gezielte Einstellung der hydrochemischen Bedingungen während der Konditionierung im Prozess mindestens 90 Prozent der gewünschten kritischen Metalle im Technikumsversuch zu entfernen. Herkömmliche hydrometallurgische Verfahren benötigen hoch konzentrierte Schlämme und greifen gleichermaßen alle Eisen(hydr)oxide an. Deswegen erforscht das Projekt selektive Verfahren, welche nur jene Eisenphasen herauslösen, in denen die kritischen Metalle fixiert sind oder die über einen Röstprozess die Bildung eigener, physikalisch abtrennbarer Phasen der kritischen Metalle bewirken. Dies soll ermöglichen, dass auch Schlämme mit geringeren Konzentrationen behandelt werden können. Die Transformation vom gelösten Schadstoff zum festen Wertstoff stellt eine Innovation gegenüber dem Stand der Technik dar.

# Stahlherstellung ohne CO<sub>2</sub>

Die Produktion von Stahl ist mit dem Entstehen großer Mengen an klimarelevanten Gasen wie Kohlendioxid verbunden. Die Wasserstofftechnologie könnte dies langfristig ändern.

Die direkte Herstellung von Stahl aus Eisenoxiden ohne Zwischenstufen stellt im Vergleich zu anderen Prozessen einen visionären Ansatz dar. Da die heute dominierenden Prozesse – beispielsweise die Hochofen/LD-Route – auf fossile Ressourcen wie Koks, Kohle und Erdgas angewiesen sind, entstehen im Zuge der Produktion große Mengen an Kohlendioxid. Aber auch Alternativen, wie die Direktreduktion/Elektrolichtbogenofen-Route, sind immer mit CO<sub>2</sub> verbunden. Anders bei der Verwendung von Wasserstoff als Reduktionsmittel: Dabei entsteht das klimaneutrale H<sub>2</sub>O – Wasser. Ziel des Projekts SuSteel ist die Entwicklung einer neuartigen Wasserstoff-Plasma-

technologie für die Schmelzreduktion von Eisenerzen und die direkte Produktion von Stahl. Dabei soll H<sub>2</sub>-Plasma sowohl der Reduktion der Oxide dienen, als auch die Plasmaenergie zum Aufschmelzen des metallischen Eisens verwendet werden.

Die grundsätzliche Durchführbarkeit, Stahl direkt aus Eisenoxiden durch Wasserstoffplasma herzustellen, wurde bereits in mehreren Vorgängerarbeiten evaluiert und bestätigt – wenngleich Fragen offen blieben. Um die Entwicklung zur technologischen Umsetzung voranzutreiben, ist eine Versuchsanlage zur schrittweisen Adaption von Komponenten und Komponentengruppen geplant. In Zusammenarbeit mit den Konsortialpartnern Montanuniversität, voestalpine Stahl und voestalpine Stahl Donawitz sollen unterschiedliche Konzepte zur Herstellung des H<sub>2</sub>-Plasmas, Variationen der Eisenoxidzufuhr bzw. Gasflüsse, diverse Lösungen hinsichtlich Feuerfestmate-

rial und Kühlung in der Schlackenzone sowie unterschiedliche Reaktorgeometrien untersucht werden. Die Ergebnisse sollen die Machbarkeit der Schmelzreduktion von Eisenoxiden im Wasserstoffplasma und damit eine CO<sub>2</sub>-freie Stahlherstellung im Kilogramm-Maßstab beweisen.

## Stahl direkt aus Eisenerz erzeugen

Die CO<sub>2</sub>-freie Stahlherstellung hätte dabei nicht nur eine enorme Vorbildwirkung für andere CO<sub>2</sub>-emittierende Wirtschaftssektoren. Ein zusätzlicher Vorteil des ange-dachten Verfahrens wäre, Stahl direkt aus Eisenerz und entsprechenden Legierungszusätzen erzeugen zu können. Der heute etablierte Verfahrensschritt des Sauerstoffaufblas (LD)-Verfahrens vom Roheisen zum Stahl könnte entfallen und gänzlich neue Möglichkeiten in der Legierungsentwicklung von neuen Stählen würden eröffnet.

---

### Projekttitle

CO<sub>2</sub>-freies nachhaltiges Stahlherstellungsverfahren mittels Wasserstoffplasmenschmelzreduktion

### Konsortialführer

Montanuniversität Leoben  
[www.unileoben.ac.at](http://www.unileoben.ac.at)

### Projektkoordinatorin

Dr.<sup>in</sup> Brigitte Kriszt  
[brigitte.kriszt@unileoben.ac.at](mailto:brigitte.kriszt@unileoben.ac.at)

### Weitere Konsortialpartner

K1-MET GmbH, voestalpine Stahl GmbH,  
voestalpine Stahl Donawitz GmbH

### Laufzeit

2016 – 2019

---



# 3D-Druck: die nächste Generation

Polyolefine gehören zu den wichtigsten industriell angewendeten Kunststoffen. Bislang sind sie für den 3D-Druck aber kaum zugänglich. Das Projekt NextGen3D will dies ändern.

FFF (Fused Filament Fabrication)-3D-Druck unterliegt einem starken Materialzwang. Industriell einsetzbare Drucker sind zudem nur limitiert verfügbar. Derzeit sind Materialien wie PLA, ABS und Nylon marktdominierend. Die Verfügbarkeit von kostengünstigen Materialien – unter anderem Polyolefine – für den industriellen 3D-Druck ist ein wichtiges Thema. Polyolefine zählen weltweit zu den fünf wichtigsten industriell angewendeten Kunststoffen. Sie bieten gegenüber gängigen FFF-druckbaren Materialien viele Vorteile: eine höhere Schlagzähigkeit, eine bessere Temperaturbeständigkeit und ihr weltweiter Einsatz zur Herstellung industrieller Produkte, aber auch den Nachteil der höheren Kristallinität und damit einer größeren Verarbeitungsschwindigkeit, welche beim Spritzguss durch den Nachdruck kompensiert werden kann.

Das Forschungsprojekt NextGen3D hat sich zum Ziel gesetzt, relevante Polymere wie PE und PP dem FFF-3D-Druck zugänglich zu machen. Zudem sollen FFF-Maschinen mit verbessertem Druckkopf, verbessertem Temperaturmanagement und einem integrierten Inline-Inspektionssystem entwickelt werden.

## Maßgeschneiderte Polyolefin-Filamente

Im Rahmen des Projekts wurden bereits eine Reihe von FFF-Filamenten hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften und Druckbarkeit untersucht. Die Schwerpunkte lagen dabei auf der Bestimmung der Fließeigenschaften sowie der Charakterisierung der Polymerstruktur hinsichtlich Molmassenverteilung und Kristallinität. Auch thermische Eigenschaften wie das Abbauverhalten sowie die Wärmeleitfähigkeit und der Füllstoffgehalt als Input für Simulationen wurden erforscht. Ausgehend von den ma-

terialwissenschaftlichen Untersuchungen konnten mehrere druckbare Varianten von Polyolefinen gefunden werden. Im Gegensatz zu Standardmaterialien für den 3D-Druck (PLA, ABS) muss bei Polyolefinen auf entsprechend abgestimmte Substrate zurückgegriffen werden. Mittels Compounding- oder Polymerisationstechnologie im Labormaßstab konnten maßgeschneiderte Polyolefin-Filamente hergestellt und charakterisiert werden. Beim FFF-3D-Druck mit PP entstand teilweise ein erheblicher Verzug in den Materialien, dem durch eine geeignete Heizstrategie und Materialentwicklung entgegengewirkt wird. Erste Tests zeigten eine entscheidende Verringerung des Schrumpfverhaltens und damit einhergehend ein verbessertes Druckverhalten. Die Entwicklung von 3D-druckbaren Polyolefinen, die bislang dem 3D-Druck kaum zugänglich sind, würde dem österreichischen 3D-Druckmarkt einen immensen Technologievorsprung bieten.

### Projekttitle

Next Generation 3D-Printing:  
Material- und Prozessentwicklung für die industrietaugliche Anwendung

### Konsortialführer

PROFACTOR GmbH  
[www.profactor.at](http://www.profactor.at)

### Projektkoordinator

DI Dr. Thomas Fischinger  
[thomas.fischinger@profactor.at](mailto:thomas.fischinger@profactor.at)

### Weitere Konsortialpartner

HAGE Sondermaschinenbau GmbH & Co KG,  
Montanuniversität Leoben – Lehrstuhl für  
Kunststoffverarbeitung, Johannes Kepler Universität Linz  
– Institut für Chemische Technologie Organischer Stoffe,  
i-RED Infrarot Systeme GmbH, BMW Group Werk Steyr

### Laufzeit

2015 – 2018



# Technologiesprung im Leichtbau

Ein neues Technologiekonzept will die wirtschaftliche Serienherstellung langer, hochqualitativer Faserverbundrohre ermöglichen. So können Strukturbauteile in kurzen Zykluszeiten produziert werden.



Das splineTEX-Verfahren der Firmen superTEX und Thöni stellte seinerzeit einen Meilenstein in der Realisierbarkeit neuartiger Leichtbaustrukturen in den Bereichen Architektur, Design und im industriellen Umfeld dar. Nach dem derzeitigen Stand der Technik gibt es keine vergleichbare Technologie im Faserverbundbereich, die es ermöglicht, komplex geformte Faserverbundrohre trennnahtfrei und ohne aufwändigen Formenbau und in unterschiedlichen Seriengrößen wirtschaftlich herzustellen. Die mehrfach ausgezeichnete Technologie (Tiroler Innovationspreis 2011, Phönix Award 2012, später Material Design Award 2012) war zuletzt für den Staatspreis Patent 2016 nominiert.

## Kaskadeninjektion reduziert Füllzeiten

Bei der Infiltration des Tränklarzes führt der hohe Fließwiderstand der textilen Verstärkungsstruktur jedoch zu hohen Forminnendruck und langen Füllzeiten. Daher sind insbesondere lange Bauteile aus technologischen und wirtschaftlichen Gründen

nur eingeschränkt herstellbar. Das Projekt NovoTube basiert auf der Idee, einen automatisierten, sensorgestützten Kaskadeninjektionsprozess im bestehenden Verarbeitungsprozess zu implementieren. So können Forminnendrucke sowie Füllzeiten erheblich reduziert werden, wodurch eine effiziente Serienfertigung von beliebig langen Faserverbundrohren in kurzen Prozesszeiten möglich wird.

Im Labormaßstab konnte gezeigt werden, dass der Einsatz einer kaskadierten Harzinjektion die Füllzeiten mehr als halbiert. Die Entwicklung eines neuartigen Sensors auf Basis der Nahinfrarot (NIR)-Spektroskopie ermöglicht unter anderem die Überwachung ausgewählter Qualitätsparameter des Reaktivharzes (Aushärtegrad, Mischungsverhältnis).

Die Projektergebnisse sollen eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für einen Technologiesprung schaffen, um die Prozessgrenzen des splineTEX-Verfahrens deutlich zu erweitern. Durch die wirt-

---

## Projekttitle

Neuartiger Ansatz zur injektionsbasierten Herstellung komplexer Faserverbundrohre unter Einsatz von In-Line-Sensorik

## Konsortialführer

Thöni Industriebetriebe GmbH  
[www.thoeni.com](http://www.thoeni.com)

## Projektkoordinator

DI Dr. Oliver Schennach  
[oliver.schennach@thoeni.com](mailto:oliver.schennach@thoeni.com)

## Weitere Konsortialpartner

superTEX composites GmbH, Montanuniversität Leoben  
– Lehrstuhl für Verarbeitung von Verbundwerkstoffen,  
Research Center for Non Destructive Testing GmbH

## Laufzeit

2016 – 2017

---

chaftliche Serienherstellung langer, hochqualitativer Faserverbundrohre können in weiterer Folge nicht nur bereits vorhandene Produkte (wie gebogene Metallrohre) substituiert sondern auch neuartige, integrale Leichtbaustrukturen hergestellt werden, die mit alternativen Verfahren nicht machbar sind.

# Sichere und leichte Autoteile

Mit der Entwicklung innovativer Faserverbund-Bauteile aus Polyurethan ist ein wichtiger Meilenstein in Richtung funktionaler Leichtbau fußgängersicherer Fahrzeuge gelungen.



Autohersteller sind durch strengere Vorgaben des Gesetzgebers an den Fußgängerschutz gefordert, Autoteile vor allem im Frontbereich weiterzuentwickeln, um Verletzungen beim Aufprall zu minimieren. Die angestrebte Senkung des Fahrzeuggewichts erfordert ebenso innovative Lösungen. Diesen Herausforderungen stellte sich erfolgreich das bereits abgeschlossene Projekt PURPUR. Es stellte oberflächentaugliche Faserverbund-Bauteile aus Polyurethan (PUR) in Sandwichbauweise her und sicherte mit Automotive-Tests die Tauglichkeit des Konzeptes ab. Projektgrundlage bildeten Erkenntnisse aus einer Motorhaube in Faserverbund-Sandwich-Bauweise, die jedoch für die Herstellung innovativer Autobauteile, die den Ansprüchen an Sicherheit und Leichtigkeit genügen, nicht ausreichten. Das Forschungsteam erarbeitete daher alternative Grundlage für die Bauteilproduktion, die eine zonenabhängige Steifigkeit für Kopf- und Beinaufschlag ermöglichen, geometrische Einschränkungen am Bauteil reduzieren, eine Gewichtsreduktion gegenüber Stahl von bis zu 70 Prozent erreichen, lackierfähige Oberfläche ohne Nachbearbei-

tung erlauben, Motorgeräusche besser absorbieren und die Integration verschiedener Funktionen zulassen. Zusätzlich sollten Herstellungskosten gesenkt, Designmöglichkeiten gewahrt und Energiebilanz sowie Umweltverträglichkeit verbessert werden.

## Neues Polyurethan-Hartschaumsystem

Die gesteckten Ziele wurden teilweise sogar übertroffen. Erreicht wurde vor allem die Optimierung eines temperaturbeständigen Polyurethan-Hartschaumsystems und damit einer kosteneffizienten Leichtbau-Faserverbundtechnologie, die Möglichkeit zur individuellen Anpassung der Drucksteifigkeit von Bauteilen, die Festlegung des prinzipiellen Herstellungsprozesses und eine erfolgreiche Business-Case-Betrachtung. Aufgrund der Neuheit dieser Technologie im Anwendungsbereich Automotive als „Hang-on parts“ wurde aber auch sehr eindringlich klar, dass aufgrund der stetigen Entwicklungen im Polyurethan-Materialbereich weitere intensive Forschungen und Entwicklungen notwendig werden.

Sämtliche Projektergebnisse sind für alle beteiligten Projektpartner ein wichtiger Meilenstein in Richtung funktionaler Leichtbau bei zukünftigen Fahrzeugen. Dies sichert den Projektpartnern ein Alleinstellungsmerkmal.

---

### Projekttitel

Polyurethan-Faserverbund-Frontklappe mit Polyurethanschaumkern

### Konsortialführer

Magna Steyr Engineering AG & Co KG  
[www.magna.com](http://www.magna.com)

### Projektkoordinator

DI (FH) Wolfgang Dietz  
[wolfgang.dietz@magna.com](mailto:wolfgang.dietz@magna.com)

### Weitere Konsortialpartner

ALBA tooling & engineering GmbH, Karl Franzens Universität Graz, Rühl Puromer GmbH Friedrichsdorf (Deutschland)

### Laufzeit

2013 – 2015

---



# Mehr machen aus Holz

In einer Lignoraffinerie werden aus Holzbrei Produkte wie Dünger, Itaconsäure oder thermische Isolationsstoffe gewonnen. Eine Reststoffnutzung, die nicht in Rauch aufgeht.

Die Einsatzmöglichkeiten von Holz – zwischen Baustoff und Brennstoff – sind bekannt vielfältig. Verarbeitende Branchen stehen oftmals in Konkurrenz um den Rohstoff. Damit Bäume künftig bis zur den letzten Sägespänen genutzt werden können, muss der Werkstoff auf seine Struktur heruntergebrochen werden. Das Strukturgerüst, die verholzten Zellwände, heißen Lignozellulose. Im Zuge der Verholzung wird hier das Biopolymer Lignin eingelagert. Die Idee hinter der Lignoraffinerie: Aus Biomasse Produkte erzeugen, die bisher nur mittels Petrochemie zu gewinnen waren.

Am Anfang stand die Auswahl geeigneter Rohstoffe wie Fichtenholz, Buchenholz, Miscanthus (Elefantengras), oder ausgediente Christbäume. Durch Kopplung ver-

schiedener Prozesse wie Fermentation, chemischer Aufschluss oder biotechnologischer Methoden, basierend auf einer Dampfexplosion, wurde eine funktionierende und wirtschaftliche Prozesskette für die Lignoraffinerie aufgesetzt. Dabei entwickelte das Forschungsteam ein Ausgangsmaterial, das in verschiedene Endprodukte umgesetzt bzw. kaskadisch genutzt werden kann.

## Dünger aus Ligninen

An verschiedenen Departments der Universität für Bodenkultur entwickelten ForscherInnen chemische, physikalische und mikrobielle Methoden, um aus Lignozellulose wirtschaftlich verwertbare Produkte zu machen. So konnten aus Ligninen Vorläufer

für humusartige Dünger zur Bodenverbesserung, hochwertige Nanozellulose-Fasern sowie Aerogele – das sind hochporöse Festkörper zum Beispiel für die thermische Isolation und Carbogele für die Elektrochemie – gewonnen werden.

Angemodertem Holz, das für andere Zwecke kaum zu verwenden ist, wurde Itaconsäure entlockt. Dieser Bestandteil von Acrylaten, Lacken oder Gummi konnte bisher ausschließlich petrochemisch hergestellt werden. Der dazu passende mikrobielle Umwandlungsprozess wurde in holzfressenden Insekten in Form der Hefe *Sugiyamaella lignohabitans* gefunden, die genetisch modifiziert wurde, um die Ausbeute zu erhöhen.

Wie ein Kostenvergleich mit erdölbasierten Produkten im Zuge der Kalkulation des Geschäftsmodells der Lignoraffinerie zeigt, könnte die Produktion biogener Chemikalien die Abhängigkeit von Erdöl verringern, ohne in Konkurrenz zur Faser-, Platten- oder Papierindustrie zu treten.



## Projekttitel

Intelligente Wertstoffproduktion aus Lignocellulose – modulare Bioraffinerie für innovative regionale Reststoffnutzung

## Konsortialführer

denkstatt GmbH  
[www.denkstatt.at](http://www.denkstatt.at)  
[www.lignorefinery.com](http://www.lignorefinery.com)

## Projektkoordinatorin

Mag. Dr.<sup>in</sup> Margit Kapfer  
[Margit.Kapfer@denkstatt.at](mailto:Margit.Kapfer@denkstatt.at)

## Weitere Konsortialpartner

Technologie- und Dienstleistungszentrum Ennstal GmbH, Österreichische Bundesforste AG, FERMTECH GmbH, Universität für Bodenkultur Wien – Department für Biotechnologie

## Laufzeit

2014–2017

## Kontakte

### IMPRESSUM

MEDIENINHABER: Bundesministerium für Verkehr,  
Innovation und Technologie (bmvit)  
Radetzkystraße 2, 1030 Vienna

#### PROJEKTL EITUNG:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG),  
DI Manuel Binder, Thematische Programme

#### REDAKTION UND ABWICKLUNG:

TronnCom – Büro für Kommunikation, 1190 Wien

#### MITARBEITERINNEN AN DER REDAKTION:

Sonja Bettel, Astrid Kuffner, Sonja Tautermann

GRAFIK: Silvia Druml, buero8, 1070 Wien

COVERFOTO: shutterstock

DRUCK: Holzhausen Druck GmbH

Mai 2017

### Programmverantwortung

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit)  
Abteilung III/I 5 – Informations- und industrielle Technologien  
1030 Wien, Radetzkystraße 2  
[www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)

### Kontaktpersonen

Mag. Michael Wiesmüller  
Tel.: +43/1/71162-653501  
[michael.wiesmueller@bmvit.gv.at](mailto:michael.wiesmueller@bmvit.gv.at)

Mag. Alexander Pogány  
Tel.: +43/1/71162-653203  
[alexander.pogany@bmvit.gv.at](mailto:alexander.pogany@bmvit.gv.at)

### Programmmanagement

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)  
1090 Wien, Sensengasse 1

### Kontaktpersonen

Dr.<sup>in</sup> Margit Haas  
Tel.: +43/5/7755-5080  
[margit.haas@ffg.at](mailto:margit.haas@ffg.at)

DI Manuel Binder  
Tel.: +43/5/7755-5041  
[manuel.binder@ffg.at](mailto:manuel.binder@ffg.at)

Dr.<sup>in</sup> Fabienne Eder  
Tel.: +43/5/7755-5081  
[fabienne.eder@ffg.at](mailto:fabienne.eder@ffg.at)

DI<sup>in</sup> Alexandra Kuhn  
Tel.: +43/5/7755-5082  
[alexandra.kuhn@ffg.at](mailto:alexandra.kuhn@ffg.at)

DI (FH) Reinhard Pajek MSc  
Tel.: +43/5/7755-5084  
[reinhard.pajek@ffg.at](mailto:reinhard.pajek@ffg.at)

DI<sup>in</sup> Johanna Dragan BSc  
Tel.: +43/5/7755-5085  
[johanna.dragan@ffg.at](mailto:johanna.dragan@ffg.at)





[www.ffg.at/material-und-produktion](http://www.ffg.at/material-und-produktion)

[www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)