



# FOREL Newsletter



02-2016



## Projektabschluss

Effiziente Mischbauweisen im  
Projekt LEIKA

## Projektstarts

Koordinationsprojekt FOREL2  
PROLEI

## FOREL-Umfeld

Recycling von  
Hochleistungswerkstoffen

FORSCHUNGS- UND TECHNOLOGIEZENTRUM FÜR  
RESSOURCENEFFIZIENTE LEICHTBAUSTRUKTUREN  
DER ELEKTROMOBILITÄT



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

BETREUET VOM



[www.plattform-FOREL.de](http://www.plattform-FOREL.de)



Prof. Dr.-Ing. Holger Lieberwirth, Leiter des Instituts für Aufbereitungsmaschinen (IAM) der TU Bergakademie Freiberg

## Vorwort

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz, dem gerade wir an der TU Bergakademie Freiberg verpflichtet sind, ist es ratsam, den gesamten Produktlebenszyklus von Elektrofahrzeugen zu betrachten. Dabei sind sowohl die Aufwendungen, beispielsweise für die energieintensive Herstellung von Kohlenstofffasern, als auch die Kosten, um die Werkstoffe stofflich wiederverwertbar zu machen oder sie sicher zu entsorgen, zu berücksichtigen.

Zur Beseitigung von neuartigen Werkstoffverbunden müssen neue Strategien und wirtschaftliche Entsorgungswege entwickelt werden, bei denen die Verbundstrukturen möglichst wirtschaftlich aufgeschlossen, sortenrein getrennt und die Rezyklate hinsichtlich ihrer Eigenschaften eindeutig charakterisiert werden. Nur so ist eine hochwertige stoffliche Verwertung überhaupt erst möglich.

Als FOREL-Projektpartner verfolgen wir am Institut für Aufbereitungsmaschinen einen ganzheitlichen Ansatz, der sich von Produktionsabfällen in der Frühphase des Produktlebenszyklus bis zu End-of-Life-Abfällen erstreckt. Besonders spannend ist es für uns, im Rahmen des FOREL-Projektes ReLei die Lücke zwischen Rezyklat und Neuprodukt zu schließen, d.h. die erreichbaren Mindestparameter für ein Rezyklat festzulegen, mit denen sich neue Leichtbaustrukturen mit definierten Eigenschaften herstellen lassen.

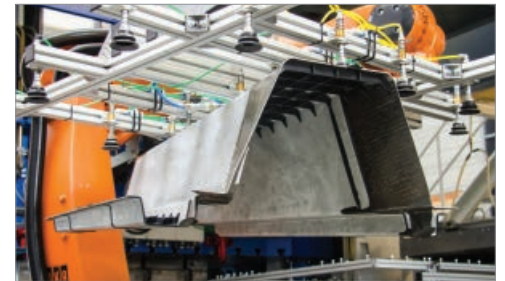
## Projektabschluss LEIKA: Effiziente Mischbauweisen für Leichtbau-Karosserien

Das FOREL-Projekt LEIKA startete 2013 mit dem Ziel, die Strukturmasse in Elektrofahrzeugen durch den Einsatz neuartiger Hybridwerkstoffe zu verringern. Dazu wurden verschiedene Teilbereiche, von der Auswahl geeigneter Werkstoffe und zugehöriger Herstellungsverfahren für die Halbzeuge bis zur Erarbeitung eines serientauglichen Prozesses für die Bauteilherstellung sowie deren Validierung, untersucht. Sowohl die Fertigungsverfahren als auch das Bauteildesign wurden eng durch Entwicklungen und Erprobungen von Methoden zur numerischen Simulation begleitet.

Wesentliche Ziele des Vorhabens konnten bereits vor Projektabschluss im Dezember 2016 erreicht werden. Highlight des Projektes war die Präsentation der LEIKA-Demonstratorstruktur, in der die Möglichkeiten des kombinierten Einsatzes von Leichtmetallen, Stählen und Faserkunststoffverbunden (FKV) in hybrider Bauweise beeindruckend dargestellt sind. Der Technologieträger wurde am 11. Oktober 2016 im Rahmen des FOREL-Kolloquiums erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. In der Bo-

dengruppe wurden verschiedene Metall/FKV-Halbzeuge eingesetzt, wobei als Deckschichten sowohl Magnesium als auch Stahlbleche verwendet wurden. Zusätzlich wurde eine Werkstoff-Kombination aus einer Magnesiumkernschicht und Deckschichten aus kohlenstofffaserverstärktem Polyamid verwendet. Derzeit erfolgen letzte Tests an Einzelbauteilen und die experimentelle Validierung der gesamten Baugruppe, um den Nachweis zu erbringen, dass die prognostizierte Masseverringerung von ca. 30 Prozent gegenüber einer herkömmlichen Lösung bei gleicher Performance erreicht wird.

[leika.plattform-forel.de](http://leika.plattform-forel.de)



Der Technologieträger des Projektes LEIKA besteht aus Metall-FKV und präsentiert die Ergebnisse aus drei Jahren Forschung unter dem Dach der Plattform FOREL.

## Projektstart PROLEI: Prozesskette für das Fügen endlosfaserverstärkter Kunststoffe mit Metallen

**PROLEI** Als jüngstes FOREL-Forschungsvorhaben startete PROLEI im September 2016. Im Projekt wird eine neue Fügetechnologie für Kunststoff-Metall-Verbindungen für die Anwendung in der industriellen Serienfertigung von Karosseriebauteilen entwickelt.

An tragenden und sicherheitsrelevanten Karosserie-segmenten kann beispielsweise durch die Kombination von faserverstärkten Kunststoffen (FKV) mit Metallen erheblich Gewicht eingespart werden. Dies erfordert jedoch besondere Vorbehandlungen der Kontaktflächen, die bislang nicht zuverlässig und praxistauglich verfügbar sind. Thematische Schwerpunkte des Projektes bilden deshalb die Prozesse zum definierten Strukturieren räumlich gekrümmter Füge-Kontaktflächen mit Hilfe eines Lasers und zum anschließenden automatisierten Fügen. Zusätzlich muss sichergestellt werden, dass



Durch die Kombination von FKV mit Metallen ergeben sich im Karosseriebau erhebliche Gewichtseinsparungen.

Foto: Audi AG

Einflüsse nachfolgender Fertigungsschritte die Verbindung nicht schädigen. Zur Vorhersage der mechanischen Eigenschaften der hergestellten Hybridbauteile wird ein Simulationsmodell entwickelt. Ziel ist die Ertüchtigung der Fügetechnologie für den Einsatz in industriellen Fertigungsprozessketten. Die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse werden in das FOREL-Technologie-Netzwerk überführt.

[prolei.plattform-forel.de](http://prolei.plattform-forel.de)



## FOREL startet mit dem Koordinationsprojekt FOREL2 in die Etablierungsphase

Das „Forschungs- und Technologiezentrum für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität“ FOREL untermauert mit seinem stetig wachsenden Netzwerk von über 70 beteiligten Unternehmen und Forschungseinrichtungen den richtungsweisenden Ansatz zur systemischen Koordinierung und Zusammenführung von Verbundvorhaben. Nach erfolgreichem Abschluss der Initiierungsphase Ende 2016 wird in den folgenden drei Jahren die Etablierung der Plattform FOREL fokussiert. Deren wesentliche Aufgabe ist die Beschleunigung des Technologietransfers und damit einer Verfestigung der Technologieführerschaft in Deutschland.

Das Koordinationsprojekt FOREL2 startet im Dezember 2016 und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert sowie vom Projektträger Karlsruhe betreut. Die Partner der ersten Phase – TU Dresden, TU Bergakademie Freiberg, TU München und Universität Paderborn – werden im Koordinationsprojekt FOREL2 zusätzlich von der TU Dortmund mit ihrem Institut für Umformtechnik und Leicht-



bau unterstützt. Durch die Erweiterung des Konsortiums sollen die Potentiale des metallintensiven Leichtbaus für Anwendungen in der Elektromobilität identifiziert und stärker adressiert werden. Darüber hinaus wird die Entwicklung von FOREL-Standards, wie etwa zur Erstellung von einheitlichen Life-Cycle-Assessments und Technologiereifebewertungen, auf Basis der Prozessketten der Technologieprojekte im Fokus von FOREL2 stehen. Die in den Verbundvorhaben entwickelten Technologien sollen langfristig in den Technologiepool von FOREL eingebunden werden und im Rahmen des Technologiezentrums erhalten bleiben. Dies garantiert, dass auch über die Projektlaufzeit hinaus Brücken zwischen den Projekten aufgebaut und Synergien genutzt werden können.

[plattform-forel.de](http://plattform-forel.de)

## Projekt ReLei: Entwicklung eines Pilotprozesses für das Recycling mittels Schockwellentechnologie

Seit Ende 2014 engagiert sich die ImpulsTec GmbH im Rahmen des Forschungsvorhabens ReLei. Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Fertigungs- und Recyclingstrategien für kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK). Eine besondere Herausforderung des Projektes stellt der Abschluss der CFK-Bauteile dar, um



Faserfraktionen, die mit Hilfe der Schockwellentechnologie freigelegt wurden.

Foto: ImpulsTec GmbH

möglichst hochwertige, wiedereinsatzbare Fasern zurückzugewinnen. Das materialelektive elektrohydraulische Zerkleinerungsverfahren des jungen High-Tech-Unternehmens ImpulsTec bietet für die stoffliche Trennung von komplexen Industriematerialien einen vielversprechenden Lösungsansatz. Das Verfahren bedient sich mechanischer Schockwellen, die durch gezielt generierte elektrische Entladungen in einem flüssigen Medium erzeugt werden, anschließend auf das Mahlgut treffen und damit dessen Zerkleinerung bewirken. Im Verbundprojekt ReLei wird auf Basis dieser Schockwellentechnologie ein Pilotprozess zur Rückgewinnung von hochwertigen Kohlenstoffsekundärfasern aus CFK-Verbundstrukturen für den direkten Wiedereinsatz in der Bauteilherstellung entwickelt.

[relei.plattform-forel.de](http://relei.plattform-forel.de)



Dr. Ansgar Fendel, Geschäftsführung, REMONDIS Assets & Services GmbH & Co. KG

## Gastkommentar

Die Entwicklung immer klimaschonenderer Autos mit steigenden sicherheitstechnischen und komfortgebenden Funktionalitäten erfordert Leichtbaustrukturen, in denen eine stetig anwachsende Anzahl unterschiedlicher Materialien zum Einsatz kommt. Die zunehmende Verwendung von Hybrid-, Verbundwerk- und Kunststoffen sowie verschiedener Metalllegierungen in einem Fahrzeug sind Ausdruck dieser Entwicklung. In Analogie einer thermodynamischen Betrachtung des Systems Auto führt diese Fülle an Werkstoffen und Materialien zu einer erheblichen Entropie-Erhöhung des Systems. Recycling ist die Wiedergewinnung nutzbarer Monoströme, also eine Verringerung der Entropie. Das bedeutet Energieverbrauch und produziert Kosten, die mit zunehmender Entropie überproportional ansteigen. Die zunehmende Komplexität des Leichtbaus in Fahrzeugen führt zu einer Kostenexplosion in der Aufbereitung von Altfahrzeugen. Erkennbar ist heute schon, dass diese Kosten nicht mehr über Erlöse aus wiedergewonnenen Wertstoffen zu decken sind. Prozesse der Autoverwertung sind inzwischen so kostenintensiv, dass ein positiver Marktwert für ein zu verwertendes Altfahrzeug nicht mehr darstellbar ist. Der Informationsaustausch zwischen den Industriepartnern Kreislaufwirtschaft und Automotive über neue Entwicklungen und Trends ist daher essentiell, um sich frühzeitig auf sich verändernde Situationen einzustellen.

## Elektromobilitätsentwicklungen aus dem FOREL-Umfeld

### Recycling von hybriden Leichtbaustrukturen

Im Rahmen des FOREL-Koordinationsprojektes wurde am Institut für Aufbereitungsmaschinen (IAM) der TU Bergakademie Freiberg eine Studie zur Recyclingfähigkeit von Leichtbaukomponenten in Mischbauweise durchgeführt. Es wurde gezeigt, dass der Verbundaufschluss mit konventionellen Aufbereitungsmaschinen zwar gelingt, jedoch zu starkem Verschleiß an den Werkzeugen führt und damit der wirtschaftliche Aufwand der Zerlegung zukünftig steigen wird. Die drei im Referenzbauteil verwendeten Werkstoffe konnten über Recyclingprozesse separiert und die Komponenten für die weitere stoffliche Verwertung bereitgestellt werden. Es wurde gezeigt, dass für die ressourceneffiziente Herstellung sortenreiner Sortierfraktionen ein enorm hohes Verbesserungspotential bei der sensorgestützten

Sortiertechnik besteht. Eine weitere Herausforderung stellt die richtige Parametereinstellung der konstruktiven und betrieblichen Einflussgrößen der Aufbereitungstechnik dar. Ziel ist es, metallische Restanhaftungen, etwa an Organoblechen, und den Einschluss von Fremdpartikeln in den verkugelten Metallfraktionen weitestgehend zu vermeiden.



Querschnitt durch eine hybride Leichtbaukomponente und deren Einzelkomponenten als Recyclingware.  
Foto: IAM/TU Bergakademie Freiberg

### Forschungszentrum für Kohlenstofffasern gegründet

An der TU Dresden bündeln das Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) und das Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM) ihre Kompetenzen im Bereich der Kohlenstofffasern in einem neuen Forschungszentrum. Ziel des im April 2016 gegründeten Research Center Carbon Fibers Saxony (RCCF) ist eine gemeinsame Forschungsinitiative im Bereich maßgeschneiderter Kohlen-

stofffasern für zukunftsweisende Funktions- und Strukturwerkstoffe. Einen ersten Meilenstein auf dem Weg zum sächsischen Hochtechnologiecluster bildet die Inbetriebnahme einer Kohlenstofffaseranlage des ILK in der Textilmaschinenhalle des ITM. An dieser Forschungsanlage können die Dresdner Wissenschaftler zukünftig Kohlenstofffasern mit unterschiedlichen Eigenschaftsprofilen herstellen.



Prof. Hubert Jäger (l.), Vorstandssprecher des ILK, und Prof. Chokri Cherif (r.), Direktor des ITM, bei der Vertragsunterzeichnung.



Im Research Center Carbon Fibers Saxony (RCCF) können zukünftig Kohlenstofffasern mit unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften hergestellt werden.

## Partnerinstitute des FOREL-Koordinationsprojektes



Institut für  
Leichtbau und  
Kunststofftechnik

Das Spektrum des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der TU Dresden

reicht von der Grundlagen- über die anwendungsorientierte Forschung bis hin zur Innovationsentwicklung für Industriepartner. Die Arbeit ist geprägt vom Dresdner Modell eines „Funktionsintegrativen Systemleichtbaus in Multi-Material-Design“ und basiert auf einem werkstoff- und produktübergreifenden Ansatz. Bei der Entwicklung neuer Konzepte, Prozesse und Produkte wird die gesamte Entwicklungskette betrachtet. Je nach Anforderung werden alle Werkstoffklassen vom Stahl über Aluminium, Magnesium und Titan sowie Kunststoff bis hin zur Keramik ebenso ein wie Composites mit Kurzfasern-, Endlosfaser- oder Textilverstärkung einbezogen.



Das Laborium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF®) der Universität Paderborn erbringt grundlagenorientierte sowie an-

wendungsrelevante Ergebnisse und ist eingebettet in einem Netzwerk aus KMU, Großunternehmen und Förderorganisationen. Die Forschungsschwerpunkte liegen in der Neu- und Weiterentwicklung mechanischer, klebtechnischer, thermischer und hybrider Fügetechniken für das Verbinden neuer Leichtbauwerkstoffe in der Mischbauweise. Hierzu zählen u.a. die Methodenentwicklung zur experimentellen, numerischen und analytischen Beschreibung von Verbindungstechnologien sowie die Beanspruchungsanalyse gefügter, ressourceneffizienter Leichtbaustrukturen.



Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der TU München ist eine der großen produkti-

onstechnischen Forschungseinrichtungen in Deutschland und umfasst zwei Lehrstühle der Fakultät für Maschinenwesen in Garching bei München sowie ein produktionstechnisches Anwenderzentrum in Augsburg. Die Forschungsinhalte liegen in den Bereichen Fertigungstechnik, Werkzeugmaschinen, Montagetechnik und Robotik, Füge- und Trenntechnik, Automation sowie auf dem Gebiet Produktionsmanagement und Logistik. Die Mitarbeiter des iwb arbeiten in Forschung, Lehre und Industrietransfer in diesen Disziplinen.



Schwerpunkt der Forschung am Institut für Aufbereitungsmaschinen der ist die Berechnung und Entwicklung von Maschinen und Anlagen der Aufbereitungs- und Umwelttechnik. Dabei steht die Dimensionierung und Konstruktion von Maschinen zum Zerkleinern, Klassieren, Sortieren, Agglomerieren, Mischen, Lagern und Fördern von Primär- und Sekundärrohstoffen im Vordergrund des Interesses. In den letzten Jahren wurden die Prozesse, die in verschiedenen Zerkleinerungsmaschinen ablaufen, mit modernen Untersuchungsmethoden detailliert erforscht und neue Auslegungsg Grundlagen für diese Maschinen geschaffen.

### Impressum

Technische Universität Dresden  
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK)  
Redaktion: Tanja Kirsten, Michael Stegelmann  
Holbeinstr. 3, 01307 Dresden  
Tel.: +49 351 / 463 37915 | E-Mail: info@plattform-forel.de

### Förderhinweis

Das FOREL-Koordinationsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ (Förderkennzeichen 02PJ2760 – 02PJ2763) und mit Mitteln aus dem Energie- und Klimafonds gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.