



# FOREL Newsletter



01-2015



## **FOREL-Studie**

Bedarfsanalyse zur Zukunft des Leichtbaus in der Elektromobilität

## **FOREL-Forschungsprojekte**

Fortschritt bei LEIKA  
Start von THIXOM und ReLei

## **FOREL-Umfeld**

Elektromobilitätsprojekte aus dem FOREL-Umfeld

FORSCHUNGS- UND TECHNOLOGIEZENTRUM FÜR  
RESSOURCENEFFIZIENTE LEICHTBAUSTRUKTUREN  
DER ELEKTROMOBILITÄT





Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr. h.c. Werner A. Hufenbach, Seniorprofessor am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik der TU Dresden

**VORWORT**

Systemleichtbau erweist sich zunehmend als eine der tragenden Technologiesäulen im Zeitalter der Elektromobilität. Dabei befindet sich Deutschland zur Zeit hinter den USA und China, was die Investitionen in öffentliche Forschungsförderung auf dem Gebiet der Elektromobilität betrifft, wie es aus dem Fortschrittsbericht 2014 der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) hervorgeht. In diesem Zusammenhang wurde FOREL im Juni 2013 auf Initiative der NPE gestartet. Die Ausrichtung als national übergreifende, offene Plattform lässt diesem Leuchtturmprojekt im internationalen Wettbewerb eine Vorreiterfunktion zukommen.

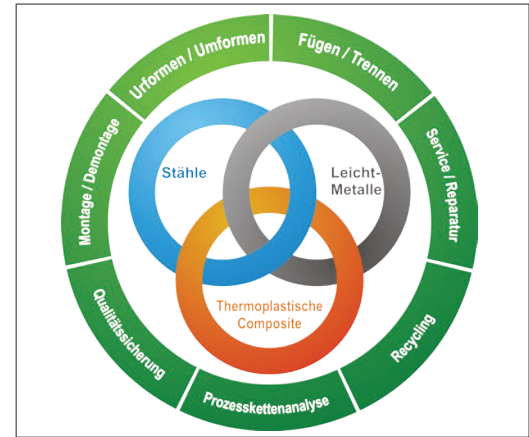
Leichtbau bedeutet dabei schon lange nicht mehr nur die Masse zu minimieren, sondern beinhaltet ebenso die Ausschöpfung von Funktions- und Bauteilintegration bei gleichzeitiger Ressourceneffizienz und Fertigungsautomatisierung. FOREL ist daher die ideale Plattform, um in einem vielschichtigen Netzwerk die Leichtbau- und Fertigungsentwicklungen systemisch zu koordinieren. Zudem bietet es insbesondere auch kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland die Möglichkeit, im international umkämpften Markt der Elektromobilität als Innovationsträger zu bestehen. Darüber hinaus hat FOREL das Ziel, einen entscheidenden Beitrag dazu zu leisten, Deutschland langfristig als Leitmarkt und Leitanbieter auf dem Gebiet der Elektromobilität zu etablieren. Die ersten Ergebnisse aus dem FOREL-Koordinationsprojekt sowie den gestarteten Technologieprojekten zeigen schon die bedeutendsten Potentiale und den größten Handlungsbedarf bei künftigen Entwicklungen von Leichtbaustrukturen auf.

**FOREL: Forschungs- und Technologiezentrum für ressourceneffiziente Leichtbaustrukturen der Elektromobilität**

FOREL wurde im Jahr 2013 auf Initiative der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) als BMBF-Leuchtturmprojekt eingerichtet und ist eine national übergreifende, offene Plattform zur Entwicklung von Hightech-Leichtbausystemlösungen in Multi-Material-Design für E-Fahrzeuge der Zukunft. Partner von FOREL aus Industrie und Forschung profitieren vom „Know-how“ des FOREL-Netzwerks aus führenden Forschungs- und Entwicklungszentren und der fortwährend durchgeführten Trendanalyse für den funktionsintegrierten Systemleichtbau für die Elektromobilität.

Im Technologiezentrum von FOREL eröffnet sich der Zugriff auf neue Technologien zur Entwicklung innovativer Fertigungsprozesse, Prozessketten und Prozessnetzwerke. Begleitend zu den technologisch orientierten FOREL-Forschungsprojekten bietet das FOREL-Koordinationsprojekt unter Federführung des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden neue Methoden zur standardisierten Prozesskettenanalyse an und unterstützt deren Einführung als Grundlage für den

Benchmark neuer Prozesse. In der BMBF-geförderten Initiierungsphase von FOREL arbeitet das ILK in dem FOREL-Koordinationsprojekt eng mit den Partnern des Laboratoriums für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF, Universität Paderborn), dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb, Technische Universität München) sowie dem Institut für Aufbereitungsmaschinen (IAM, Technische Universität Bergakademie Freiberg) zusammen.

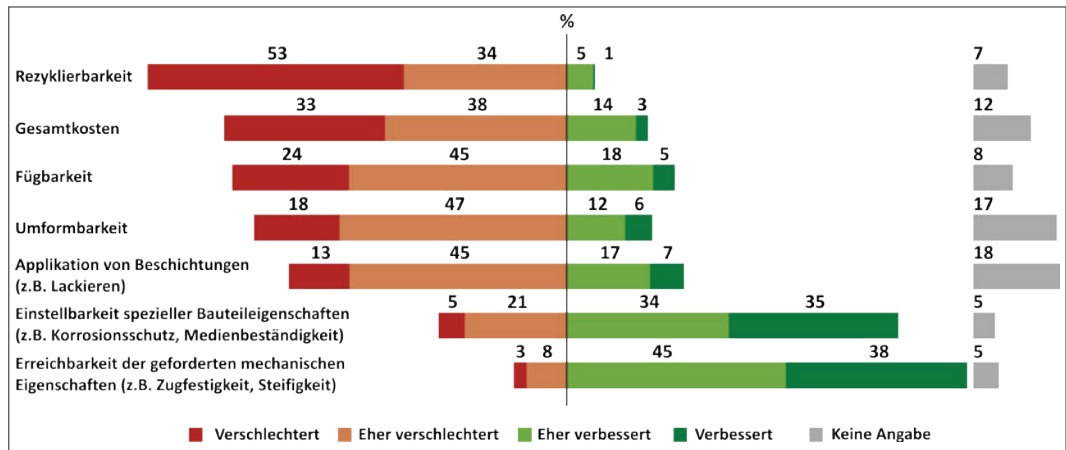


Technologische Fokussierung in FOREL

**FOREL-Studie: Bedarfsanalyse für Leichtbau in der Elektromobilität**

Zur Identifikation strategisch wichtiger Forschungsfelder wurden in der Initiierungsphase durch die Partner des FOREL-Koordinationsprojektes ausgewiesene Wirtschafts- und Wissenschaftsexperten auf dem Gebiet des Leichtbaus und der Elektromobilität aus verschiedenen Branchen befragt, um aktuelle Ansätze und Entwicklungen zu erfassen und Entwicklungsbedarfe aufzuzeigen. Die Ergebnisse der Umfrage bestätigen die hohe Relevanz der Elektromobilität für die Zukunft der Automobilindustrie und zeigen wichtige Trends, zu denen u.a. Strukturleichtbau, Multi-Material-Design, Hybridprozesse, innovative Füge- und Montagekonzepte sowie neuartige Recyclingstrategien zählen. So wird zukünftig

den faserverstärkten Kunststoffen, Leichtmetallen und hochfesten Stählen, vor allem aber der ökonomischen Mischbauweise, enormes Potential attestiert. Zudem sehen viele Umfrageteilnehmer vor allem in den Bereichen Fügen von unterschiedlichen Werkstoffen und angepassten Recyclingkonzepten sehr hohen Entwicklungsbedarf zur effizienten und nachhaltigen Werkstoffnutzung. Somit bietet die FOREL-Umfrage eine wertvolle Grundlage zur systemischen Betrachtung von Prozessnetzwerken sowie zur Identifikation von Lücken in Prozessketten und der Initiierung von weiteren Forschungsvorhaben zur gezielten Überführung der Grundlagenkenntnisse in die industrielle Anwendung.



Antworten auf die Frage: In welchem Ausmaß verbessert oder verschlechtert die Kombination unterschiedlicher Werkstoffe („Mischbauweise“) Ihrer Einschätzung nach die ...?

So ist zu verzeichnen, dass die Weiterentwicklung des automobilen Leichtbaus nur dann weiterhin erfolgreich sein kann, wenn sich zukünftige Forschungsvorhaben an den komplexen, interdisziplinären Anforderungen moderner Prozessketten orientieren. Es müssen daher verstärkt Partner aus allen Bereichen der Wertschöpfung miteinbezogen und miteinander vernetzt werden, um so die Schnittstellen und Abhängigkeiten in Ent-

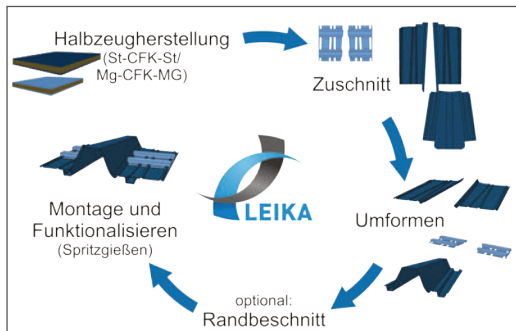
wicklung und Fertigung zukünftiger Elektrofahrzeuge besser abbilden und verstehen zu können. Die Prozesskettenanalyse ist daher ein wesentliches Werkzeug im FOREL-Koordinationsprojekt. Die Ergebnisse der Umfrage werden dazu in einer Studie ausgewertet und zusammengefasst und im Rahmen von FOREL veröffentlicht.

Registrierung zum Erhalt der Studie über:  
[studie@plattform-forel.de](mailto:studie@plattform-forel.de)

## LEIKA - Effiziente Mischbauweisen für Leichtbau-Karosserien

Bei der Entwicklung neuer Elektrofahrzeuge ist neben dem Einsatz klassischer Leichtbauwerkstoffe wie Aluminium und Faserverbunde zunehmend auch die Anwendung sogenannter Hybridwerkstoffe interessant.

Ein derartiger Hybridwerkstoff wird im Projekt LEIKA mit einem interdisziplinären Forschungsansatz untersucht. Deckbleche aus Stahl bzw. Magnesium werden dazu mit einem Kern aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff zu einem Sandwichblech verbunden. Dabei ergibt sich



Schema der LEIKA-Prozesskette

gegenüber massiven Blechen neben einer – von klassischen Sandwichblechen bekannten – deutlich höheren massebezogenen Biegesteifigkeit auch eine hohe Dehnsteifigkeit. Dadurch sind diese Bleche auch für in der Ebene beanspruchte Bauteile, wie etwa Schubfelder, gut geeignet.

Im Projekt werden sowohl analytische als auch numerische Verfahren entwickelt, um das Potenzial derartiger Verbunde bereits in der Vorauslegung gut abschätzen zu können, aber auch detaillierte Untersuchungen von Konstruktionen inklusive der notwendigen Fertigungsverfahren zu erlauben. Experimentelle Untersuchungen an den Verbunden und den Einzelkomponenten liefern hierfür die Datenbasis und erlauben eine Verifikation der Simulationsergebnisse.

Parallel zu den Forschungen auf den Gebieten der Konstruktion und Simulation wird auch eine geeignete Verarbeitungsstrategie konzipiert und mit dem Aufbau eines Technologieträgers erprobt.

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

## THIXOM & ReLei - Weitere FOREL-Forschungsprojekte Ende 2014 gestartet

Im September 2014 ist THIXOM als zweites Verbundprojekt innerhalb von FOREL zur Entwicklung von Hightech-Leichtbausystemlösungen in Multi-Material-Design für Elektrofahrzeuge der Zukunft gestartet. Zusammen mit den Projektpartnern Volkswagen AG, Bühler AG, Reifenhäuser Extrusion Technology GmbH & Co. KG, Reiloy Metall GmbH, GK Concept GmbH, Neue Materialien Fürth GmbH und Helmholtz-Zentrum Geesthacht entwickeln Wissenschaftler des ILK die prozesstechnischen und konstruktiv-technologischen Grundlagen für eine hocheffiziente Fertigung von komplexen großflächigen verstärkten Magnesiumtragstrukturen im Thixomoulding-Prozess. Darüber hinaus verfolgen sie das Ziel einer prozessintegrativen Kombination dieses Verfahrens mit dem klassischen Thermoplast-Spritzgießen. Die langfristige Vision ist dabei, einen technologischen Umbruch im Bereich der Leichtbaukonzepte mit Leichtmetallen und Faserkunststoffverbunden zu erzielen. Durch den Einsatz der Materialien Magnesium und Thermoplast sollen etwa erweiterte Bauteilfunktionen

oder multifunktionale Krafteinleitungselemente realisiert werden, wodurch sich eine völlig neue Klasse von Hybridbauteilen mit hoher Funktionsintegration und breitem Anwendungspotential begründet.

Das dritte FOREL-Forschungsprojekt ReLei startete im Dezember 2014 und thematisiert Recycling-Strategien für Leichtbaustrukturen in Elektrofahrzeugen. Dabei wird ein neuartiger Ansatz verfolgt, bei dem das Recycling als zentraler Bezugspunkt aller Entwicklungsbestrebungen betrachtet wird. Neben dem Konsortialführer der ElringKlinger AG werden Remondis Assets & Services GmbH & Co. KG, Böllhoff GmbH & Co. KG, inpro-Innovationsgesellschaft mbH, Grimm-Schirp Maschinen- und Werkzeugbau GmbH und die Impuls Tec GmbH gemeinsam mit dem ILK, LWF und dem IAM an ReLei beteiligt sein. Zudem wirken die AUDI AG, die Trexel GmbH und die KraussMaffei Technologies GmbH in dem Vorhaben als assoziierte Partner unterstützend mit.

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



Prof. Dr.-Ing. Helmut Schramm,  
 Leiter Produktion Elektrofahrzeuge  
 BMW Group Werk Leipzig  
 Foto:BMW

## GASTKOMMENTAR

Für die Elektromobilität und den gesamten Automobilbau nehmen der Leichtbau und der Einsatz neuer Werkstoffe eine zentrale Rolle ein. Bei BMW wurde die Produktion der Elektrofahrzeuge unter anderem auch deshalb nach einer völlig neuen Philosophie aufgebaut und führt teilweise zu einer komplett anderen Fertigungsabfolge sowie zur Integration völlig neuer Lieferanten in die Logistikketten. Bevor sich der Markt der Elektromobilität etablieren kann, ist es jedoch von wesentlicher Bedeutung, dass sich die Infrastrukturen weiterentwickeln, die Kundenakzeptanz steigt sowie die Kosten reduziert werden. An diesen „Hemmnissen“ arbeiten wir und alle anderen Automobilhersteller – auch im Hinblick auf die zahlreichen Chancen der Elektromobilität. Dazu ist es zwingend, dass gerade die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie noch mehr gefördert und weiter ausgebaut werden muss, um schließlich auch die riesigen, oft noch ungenutzten Potentiale des Leichtbaus für die Elektromobilität erschließen zu können.

Die von der NPE initiierte Plattform FOREL verfolgt hier einen neuartigen systemischen F&E-Ansatz im Systemleichtbau. So werden durch die Bündelung der bei den OEM, den Zulieferern und den Forschungseinrichtungen vorhandenen Kompetenzen neben der mittelfristigen Erforschung von technologischen und technischen Einzellösungen vor allem die synergetische Verknüpfung von Fertigungstechnologien hin zu durchgängigen Prozessketten und Prozessnetzwerken vorangetrieben.

## Elektromobilitätsentwicklungen aus dem FOREL-Umfeld

### **Thermobility Elektrofahrräder in hybrider Bauweise**

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projektes „Thermobility“ entwickeln die Wissenschaftler am ILK neuartige Bauweisen für funktionsintegrative, leichte und ästhetische Rahmenstrukturen unter Verwendung thermoplastischer Faser-Kunststoff-Verbunde.

Dabei stehen die Forscher vor der Herausforderung, die zum Teil konträren strukturellen und antriebstechnischen sowie werkstoff-, fertigungs- und montage-technischen Gesichtspunkte mit Hilfe eines interaktiven Entwurfsprozesses in Einklang zu bringen.

Ein neuartiges Tragrahmenkonzept setzten die Projektpartner in dem Minibike-Demonstrator „TB-One“ erstmalig erfolgreich um. Dazu wurden in umfangreichen Versuchen Erkenntnisse zum strukturellen Verhalten sowie zur Fertigung gesammelt und in statischen und dynamischen Belastungstests die Tragfähigkeit nachgewiesen.



Der TB-One Minibike Demonstrator

monstrator „TB-One“ erstmalig erfolgreich um. Dazu wurden in umfangreichen Versuchen Erkenntnisse zum strukturellen Verhalten sowie zur Fertigung gesammelt und in statischen und dynamischen Belastungstests die Tragfähigkeit nachgewiesen.

*thermobility.hightech-saxony.de*

### **Neue Dimension der Produktionsforschung für Batteriezellen: Forschungsproduktionslinie für Lithium-Ionen-Zellen**

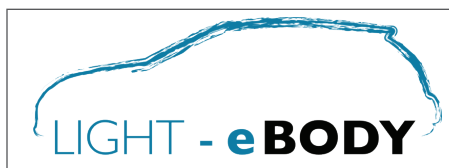
Seit 2010 wird am iwB in verschiedenen Projekten die Produktion von Batteriezellen betrachtet. Nach über drei Jahren Aufbau ist die komplette Prozesskette zur Herstellung von Lithium-Ionen-Zellen abgebildet. Die Forscher des iwB untersuchen in den installierten Rein- und Trockenräumen die Herstellung von Batterieelektroden sowie die Montage von Lithium-Ionen-Zellen. Neben den einzelnen Prozessen wie Beschichten, Laserstrahlschneiden, Zellaufbau, Befüllung und Laserschweißen ist gerade auch die übergreifende Betrachtung der Auswirkungen von Prozessparametern und Störgrößen auf die Zellqualität ein Forschungsschwerpunkt. Alle Prozesse vom Beschichten bis zum Zelltest sind nun am iwB verfügbar – mit einem hohen Automatisierungsgrad bei gleichzeitiger Prozess- und Formatflexibilität – für Lithium-Ionen-Hardcase-Zellen sowie für Pouch-Zellen.



Trockenstrecke der Forschungsproduktionslinie für Lithium-Ionen-Zellen am iwB (Foto: iwB)

### **Light-eBody Elektrofahrzeugkarosserie in Multi-Material-Bauweise**

Vierzehn Partner aus dem deutschen Automobilbereich entwickeln in dem Projekt „Light-eBody“ (Laufzeit 2011-2014) eine gewichtsoptimierte und gleichzeitig großserientaugliche Multi-Material-Karosserie für Elektrofahrzeuge. Die besondere Herausforderung liegt darin, die Multi-Material-Kombinationen wirtschaftlich und prozesssicher zu verbinden. In diesem Leichtbaukonzept müssen Anforderungen an Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und weitere Funktionalitäten berücksichtigt werden. Die Entwicklung der dafür erforderlichen Füge- und Klebtechnik ist Schwerpunkt der Arbeiten des LWF, welches auf diesem Gebiet bereits seit vielen Jahren sehr erfolgreich in Kooperation mit Automobilherstellern und deren Zulieferern forscht. Das Projekt wird im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans „Elektromobilität“ durch das BMBF gefördert.



derlichen Füge- und Klebtechnik ist Schwerpunkt der Arbeiten des LWF, welches auf diesem Gebiet bereits seit vielen Jahren sehr erfolgreich in Kooperation mit Automobilherstellern und deren Zulieferern forscht.

Das Projekt wird im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans „Elektromobilität“ durch das BMBF gefördert.

## Partnerinstitute des FOREL-Koordinationsprojektes



Auf dem Feld der durchgängigen Entwicklung ressourceneffizienter Leichtbauteile liegen am Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) der Technischen Universität Dresden material- und branchenübergreifend einschlägige Erfahrungen sowohl aus zahlreichen Grundlagen-Forschungsprojekten als auch aus anwendungsnahen (AiF, BMBF, BMWi) und bilateralen industriellen Kooperationsprojekten vor. Die Forschungsaktivitäten der 240 Mitarbeiter reichen dabei werkstoffklassen- und produktübergreifend von der Materialcharakterisierung über die rechnerische Bauteilsimulation und -auslegung, die Prozessauslegung und Fertigung, die experimentelle Prüfung von Prototyp-Demonstratoren bis hin zu ihrer Einführung bei den Industriepartnern.



Laboratorium für Werkstoff- und Füge-technik

Das Laboratorium für Werkstoff- und Füge-technik (LWF) der Universität Paderborn erbringt sowohl grundlagenorientierte Ergebnisse als auch solche mit hoher Anwendungsrelevanz und ist eng eingebunden in ein Netzwerk aus KMU, Großunternehmen und Förderorganisationen.

Die Forschungsschwerpunkte des LWF liegen in der Neu- und Weiterentwicklung mechanischer, klebtechnischer, thermischer und hybrider Füge-techniken für das Verbinden von neuen Leichtbauwerkstoffen in der Mischbauweise. Im Vordergrund stehen Verfahren zur effizienten Umsetzung und Optimierung von Fügeverfahren für ressourceneffiziente Hochleistungsverbundsysteme. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Erarbeitung von Methoden zur experimentellen und numerischen Prozesssimulation sowie zur Beanspruchungsanalyse beziehungsweise Lebensdauervorhersage gefügter Leichtbaustrukturen. Ziel ist die durchgehende numerische Simulation der zugrunde liegenden Prozessketten.



Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwB) der Technischen Universität München ist eines der großen produktionstechnischen Forschungseinrichtungen in Deutschland und umfasst zwei Lehrstühle der Fakultät für Maschinenwesen in Garching bei München sowie ein produktionstechnisches Anwenderzentrum in Augsburg. Die beiden Ordinariate, der Lehrstuhl für Betriebswissenschaften und Montagetechnik sowie der Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, definieren die Forschungsinhalte und Themenschwerpunkte des iwB. Diese 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 Technischen Universität Bergakademie Freiberg 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 Auslegungsgesetze für diese Maschinen geschaffen.

## Impressum

Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), TU Dresden  
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr. h.c. Werner Hufenbach  
Prof. Dr.-Ing. habil. Maik Gude  
Holbeinstr. 3, 01307 Dresden  
Tel.: +49 351 / 463 37915  
E-Mail: info@plattform-forel.de

## Förderhinweis

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt 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.