

InnoCarbEnergy

Vorstellung der Machbarkeitsstudie

InnoCarbEnergy ist eines der ersten Strukturwandelprojekte der TU Chemnitz/Cluster of Excellence MERGE in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWU und dem Fraunhofer IAP.

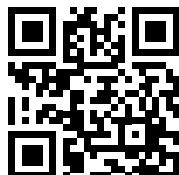


Kontakt

innocarbenergy@iwu.fraunhofer.de

innocarbenergy.de

Stand: 14. Juni 2021



Projektleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Kroll

Leiter der Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung
und Koordinator des Clusters of Excellence MERGE
an der Technischen Universität Chemnitz

lothar.kroll@mb.tu-chemnitz.de

+49 371 531 35706



Projektpartner





Die Projektidee

Planung der Carbon LabFactory Lausitz

Die Eigenschaften von Carbonfasern sind so vielfältig wie ihre Potentiale. Durch Anwendung von Carbonfasern in multifunktionalen Leichtbaustrukturen können beispielsweise Windkraftanlagen die Grundlage für eine CO₂-freie Wirtschaft erzeugen. Mobilität, auf der Straße, in der Luft, zu Wasser und auf der Schiene erreicht durch den Einsatz von Carbonfasern und der daraus resultierenden Massereduktion größere Reichweiten bei niedrigeren Schadstoffemissionen. Während das Potential von Carbonfasern als eine Zukunftstechnologie bereits feststeht, basiert jedoch deren industrielle Herstellung bislang vor allem auf petrochemischen Basisstoffen und energieintensiven Prozessen, bei im Vergleich zu klassischen Metallwerkstoffen hohen Kosten.

Generationengerechter Perspektivwechsel

Um den Paradigmenwechsel auf eine produktspezifische Precursor- und Carbonfaserherstellung aus modifizierten Polyacrylnitril einerseits und nachwachsenden Rohstoffen andererseits in Kombination mit erneuerbarer Energie vorzunehmen, kooperieren der Cluster of Excellence MERGE der Technischen Universität Chemnitz, das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, das Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP und die BTU Cottbus/Senftenberg im Rahmen der Machbarkeitsstudie InnoCarbEnergy. Gemeinsam mit Stakeholdern aus Politik und Wirtschaft wird das Potenzial einer vollausgestatteten Pilotlinienforschung diskutiert, die von der Herstellung von Precursormaterialien über die Stabilisierung, Carbonisierung und Nachbe-

handlung der Carbonfasern bis hin zu textilbildenden Prozessen im semi-industriellen Maßstab reicht.

Im Rahmen der InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie werden, neben zentralen technischen und wirtschaftlichen Fragestellungen, auch Standorte innerhalb der Gemeinde Boxberg/Oberlausitz analysiert, die für den Aufbau, den Betrieb und den Erhalt einer Forschungseinrichtung sowie die Ansiedlung industrieller Partner besonders geeignet sind. Dieser Prozess wird wirtschaftsseitig von der Lausitz Energie Bergbau AG und der Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG) sowie seitens der Wissenschaft von der TU Chemnitz und weiterer Forschungseinrichtungen begleitet.

Carbon LabFactory Lausitz

Mit der gemeinsamen Vision einer klimafreundlichen Transformation der Region von der Kohlewirtschaft der Vergangenheit und Gegenwart zu einer selbsttragenden Bioökonomie, sollen nachhaltige Technologiepfade zur Carbonfaserherstellung innerhalb des Konsortiums diskutiert und die notwendige Infrastruktur für den Betrieb der Forschungs- und Pilotanlagen geplant werden. Es ist das Ziel den Forschungsstandort als „Carbon LabFactory Lausitz“ dauerhaft und selbstständig in der Forschungslandschaft zu positionieren. Aufgrund der wachsenden Bedeutung von Carbonfasern und dem stetig steigenden Bedarf an leichten, energiesparenden Bauteilen, wird der geplante Forschungsbetrieb einen weiteren globalen Wettbewerbsvorteil für den hiesigen Industriestandort hervorbringen.

Die Projektziele

Perspektiven bieten

1

Für den Strukturwandel in der Lausitz werden nachhaltige Wertschöpfungsketten verflochten mit dem europäischen Wirtschaftsraum benötigt, um den Verlust von gut bezahlten Arbeitsplätzen zu kompensieren. Die InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie hat das Ziel eine langfristige Perspektive für die Region in den Bereichen Carbonfaserforschung, -herstellung und deren Anwendung im Strukturleichtbau zu erarbeiten. Das Konzept des Tandems aus Forschungs- und Pilotlinien verknüpft mit bestehenden und neu zu entwickelnden Innovationskernen aus lokalen und internationalen Unternehmen und Forschungseinrichtungen ist in ganz Europa einzigartig. Durch die sächsisch-brandenburgische Kompetenzverknüpfung führender Wissenschaftseinrichtungen hat diese Perspektive die bestmöglichen Startbedingungen.

Technologiepfade aufzeigen

Carbonfasern sind durch ihr hohes Leichtbaupotenzial wie kein anderes Material zur Senkung der globalen Treibhausgasemissionen in vielfältigen Anwendungen geeignet. Für eine tiefergehende Integration der Carbonfasern in die industriellen Wertschöpfungsketten muss jedoch die bestehende Carbonfaserherstellung an die spezifischen Produkteigenschaften angepasst und in Energiekonzepte integriert werden, die auf erneuerbaren Energien basieren. Darüber hinaus sind neue Precursoren zu entwickeln, die auf nachwachsende Rohstoffe statt der herkömmlichen petrochemischen Basisstoffe setzen. Die Machbarkeitsstudie hat das Ziel für diese Entwicklung besonders geeignete Technologiepfade aufzuzeigen und die notwendige Infrastruktur zu diskutieren. Dabei ist das Ziel der Senkung von Herstellungskosten eng mit den produkt- und materialspezifischen Anpassungen verbunden.

2

3

Wissenschaft und Wirtschaft verknüpfen

Die Vision hinter der InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie ist die Etablierung einer selbsttragenden Carbonfaserforschung am Standort Boxberg, eingebettet in die regionale, nationale und internationale Wissenschafts- und Wirtschaftslandschaft. Durch den europäischen Leuchtturmcharakter des Forschungsstandorts wird ein Innovationsraum im Bereich des Strukturleichtbaus geschaffen, der als Innovationstreiber für regionale Unternehmen und Anziehungspunkt für Start-ups und auswärtige Unternehmen dient. Um die Bedürfnisse und Erwartungen von regionalen, nationalen und internationalen Stakeholdern von Beginn an zu berücksichtigen, hat die InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie das Ziel ein Informationsnetzwerk aufzubauen, das den offenen Austausch von Ideen fördert und bei der Durchführung der Studie einbezieht.

Rahmenbedingungen prüfen

Der Aufbau der Carbon LabFactory Lausitz mit vorgelagerten Prozessen, Forschungs- und Pilotlinien zur Precursor- und Carbonfaserherstellung sowie nachgelagerten, textilbildenden Prozessen hat spezifische Anforderungen an den Standort und die Infrastruktur. Es ist das Ziel in der InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie diese notwendigen Bedingungen zu erörtern und in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Boxberg/O.L. und der LEAG den optimalen Standort für die zukünftige Forschungseinrichtung zu definieren. Um die Forschungsziele zu erreichen, soll innerhalb der Machbarkeitsstudie ein Vorschlag für die Organisationsstruktur und deren Personal erarbeitet werden. Abschließend ist das Ziel, basierend auf den gesammelten Erkenntnissen der Machbarkeitsstudie, die notwendigen finanziellen Bedarfe, der sich anschließenden Aufbau- und Konsolidierungsphase, aufzuzeigen.

4

Der Hintergrund

Strukturwandel

Die Bewältigung des anthropogenen Klimawandels ist von entscheidender Bedeutung für die Bewahrung des Wohlstands und der Lebensqualität. Aus dieser Motivation heraus hat die Bundesregierung beschlossen die Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 95 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Eine zentrale Weichenstellung, um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, ist die Umstellung der Strom- und Wärmeerzeugung von fossile auf erneuerbare Energien. Mit diesem Hintergrund und auf Grundlage der Vorschläge der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ wird die Stein- und Braunkohleverstromung in Deutschland schrittweise bis 2038 beendet.

Die gesamtgesellschaftliche Aufgabe

In den betroffenen Regionen ist die Kohleförderung und deren Verstromung bis heute eine zentrale Säule der Wirtschaftsstruktur und bot jahrzehntelang eine verlässliche Einkommensquelle für tausende Haushalte. Besonders in der Region Lausitz ist der anstehende Kohleausstieg für viele Menschen bereits der zweite Strukturwandel seit dem Wiedervereinigungsprozess in den 1990er Jahren. In Folge des Zusammenbrechens der DDR und ihrer Volkswirtschaft wurden über 90 Prozent der Belegschaft der Kohleindustrie entlassen, zahlreiche Kraftwerke und Tagebaue geschlossen und sicher geglaubte Realitäten in Frage gestellt. Der erneute, unabdingbare Transformationsprozess zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Wirtschaft und Gesellschaft bis Mitte des Jahrhunderts darf daher nicht einseitig die kohlestromerzeugenden Regionen und Gemeinden belasten. Daraus erwächst die gesamtgesellschaftliche Aufgabe „Strukturwandel“ für neue, nachhaltige Wertschöp-

fungsketten mit einträglichen und dauerhaften Arbeitsplätzen.

Eine neue Vision für die Lausitz

Durch das Investitionsgesetz Kohleregionen werden in der Lausitz in den kommenden zwei Jahrzehnten Strukturhilfen von über 17 Milliarden Euro zur Verfügung gestellt. Diese finanzielle Grundlage für den Strukturwandel muss in visionäre Ideen investiert werden, die mutige Institutionen, Unternehmen und Menschen verwirklichen.

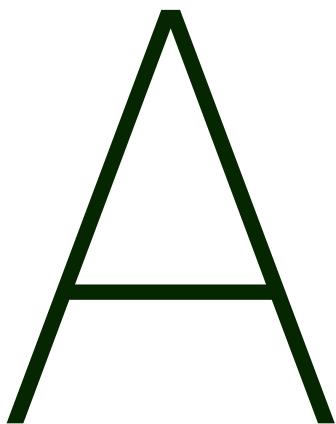
Die Carbon LabFactory Lausitz als Folgeprojekt der InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie ist eine derartig richtungsweisende Chance und bietet eine langfristige Perspektive für die Region Lausitz. Die Idee eines Forschungscampus für Precursoren, Carbonfasern und nachgeschaltete, textile Prozesse bis zum Bauteil, ähnlich nur in den USA und in Australien vorzufinden, hat das Potenzial weit über die Grenzen der Region den Stand der Wissenschaft und Technik in der Carbonfaserforschung und -herstellung zu erweitern.

Durch die wissenschaftliche Ausrichtung der Carbon LabFactory Lausitz auf produkt-spezifische Anpassungen aktueller, petro-chemisch-basierter Carbonfasern sowie auf die Entwicklung neuer Verfahren auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen, kann heute und in Zukunft ein wertvoller Beitrag für den Leichtbau und Klimaschutz geleistet werden. Die Integration von carbonfaser-verarbeitenden Betrieben in der Region erlaubt einerseits die direkte wirtschaftliche Verwertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und Produkte und schafft andererseits eine Perspektive abseits des Kohlenbergbaus durch zahlreiche neue Arbeitsplätze.



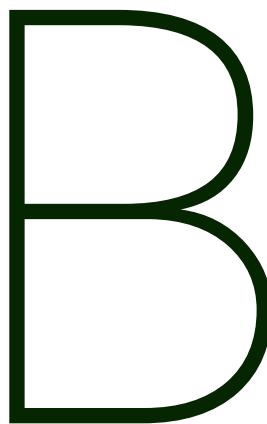
Der Studienaufbau

Die InnoCarbEnergy-Machbarkeitsstudie



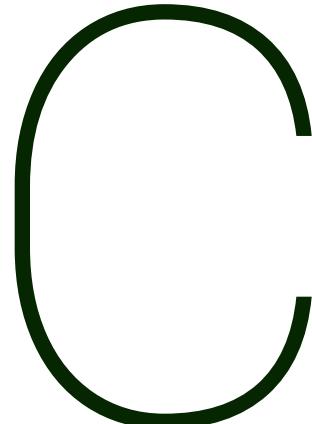
Standort

Die notwendigen Bedingungen eines Forschungsstandorts zur Herstellung von produktsspezifischen und nachhaltigen Carbonfasern inklusive vor- und nachgelagerter Prozesse sind zu analysieren. Diese Bedingungen werden mit den Gegebenheiten des zukünftigen Standorts verglichen und notwendige Investitionsbedarfe aufgezeigt. Die Zielregion für den Pilotmaßstab ist die vom Strukturwandel betroffene Gemeinde Boxberg/O.L. mit dem gleichnamigen Kraftwerksstandort.



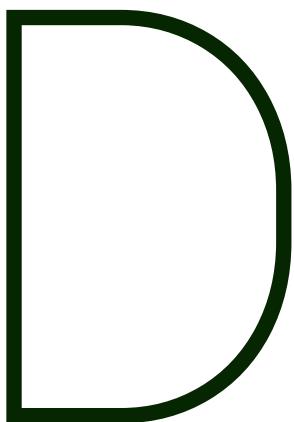
Technik

Zur wissenschaftlichen Ausrichtung der Carbon LabFactory Lausitz werden die zukünftig zu verfolgenden Technologiepfade unter Berücksichtigung bestehender Randbedingungen und den Projektzielen definiert. Die Analyse erfolgt im Kontext der zentralen Einsatzmöglichkeit am Standort Boxberg/Oberlausitz. Eine wesentliche Randbedingung ist die Carbonfaserforschung und -entwicklung unter semi-industriellen Bedingungen.



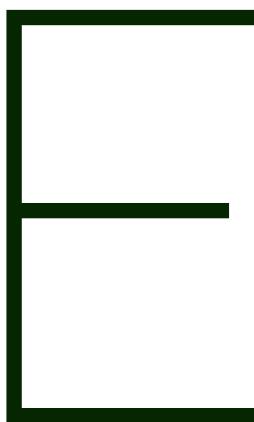
Verwertbarkeit

Die aus den intensiven Forschungsarbeiten an der Carbon LabFactory Lausitz hervorgehenden Ergebnisse erlauben einen direkten (bspw. Produktentwicklung und Lizenzvergabe) und indirekten (z.B. Agglomerationseffekte am Standort Boxberg/O.L.) Transfer in wirtschaftliche Anwendungen. Zu diesem Zweck erfolgt im Arbeitspaket C die Entwicklung der dafür notwendigen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Verwertungsstrategien.



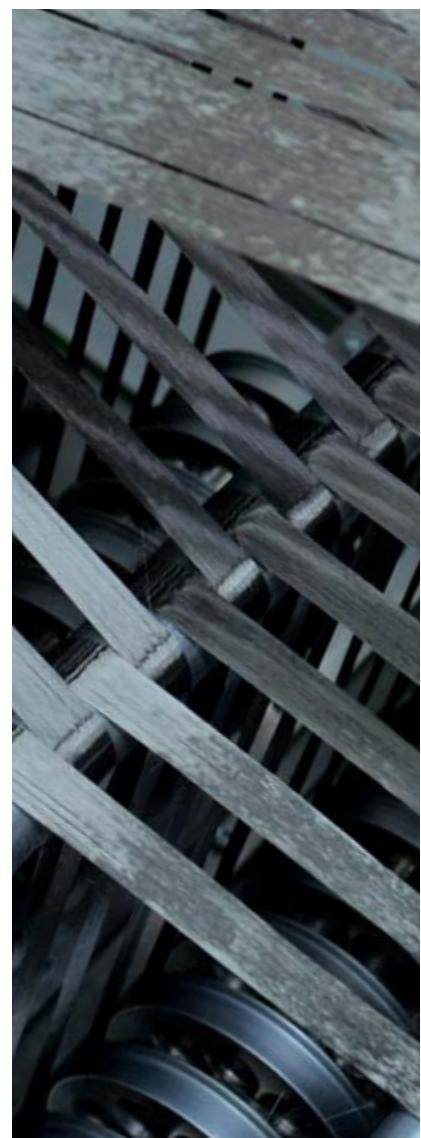
Partner

Die Carbon LabFactory Lausitz soll dauerhaft und selbstständig in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft etabliert werden. Die im Forschungsbetrieb zu behandelnden Fragestellungen werden Technologiepfade von den Grundlagen bis zur Anwendung entscheidend beeinflussen. Um stets an zentralen Herausforderungen zu arbeiten, wird bereits während der Machbarkeitsstudie ein internationales Partnernetzwerk aufgebaut.



Finanzbedarf

Basierend auf den Ergebnissen der Aufgabenpakete A bis D wird der erwartete investive und konsumtive Finanzbedarf der Carbon LabFactory Lausitz ermittelt. Die Analyse unterscheidet in der Prognostizierung der Mittelverwendung und -herkunft sowie den erwarteten Erträgen und Aufwendungen für die Aufbau- und Konsolidierungsphase. Das Ziel ist die Etablierung einer Forschungseinrichtung, die sich in die Förderlandschaft einfügt.



Der Standort

Die Gemeinde Boxberg/Oberlausitz



Die Gemeinde Boxberg/O.L. liegt mit circa 4.400 Einwohnern im Nordwesten des Landkreises Görlitz im Freistaat Sachsen. Sie ist mit einer Fläche von 217 km² die größte Gemeinde im Landkreis sowie die größte kreisangehörige Kommune des Freistaates Sachsen.

Das zweisprachige Gemeindegebiet inmitten der Lausitzer Heide ist umgeben von Tagebauen im Norden und Osten, dem Bärwalder See im Süden sowie dem Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft im Westen. Der Gegensatz, von Kohlebergbau und einer einzigartigen Landschaft mit Heideflächen, Flussauen und Teichgebieten, zeichnen die Region bis heute landschaftlich aus. Mit dem Kraftwerksstandort der LEAG und dem damit verbundenen Potenzial für regenerative Energien, Energiespeicherlösungen und zukunftsweisende Energie-Managementsysteme besitzt der Standort die perfekte Voraussetzung für die Etablierung energieintensiver Prozesse.

Geschichte

Der Ort Boxberg (sorbischer Name Hamor) wurde im Jahr 1366 erstmals im Zusammenhang mit einem Hammerwerk erwähnt. Boxberg war ein abgelegener Heideort, in dem bis 1884 Raseneisenerz zu Eisen verarbeitet wurde. Erst mit dem Bau des Kraftwerkes 1965 auf einer kohlefreien Fläche inmitten großer Kohlevorkommen und den dazugehörigen Arbeiterwohnungen wuchs Boxberg zu einer Industriegemeinde heran. Die Gemeinde Boxberg/O.L. – seit 1998 führt sie den Zusatz O.L. für Oberlausitz – wurde weit

über die Landesgrenzen hinaus bekannt. Heute bietet die Gemeinde Boxberg/O.L. mehr als nur den Namen für einen Energiestandort. Boxberg/O.L. steht als junge, dynamisch aufstrebende Gemeinde im Fokus der Öffentlichkeit.

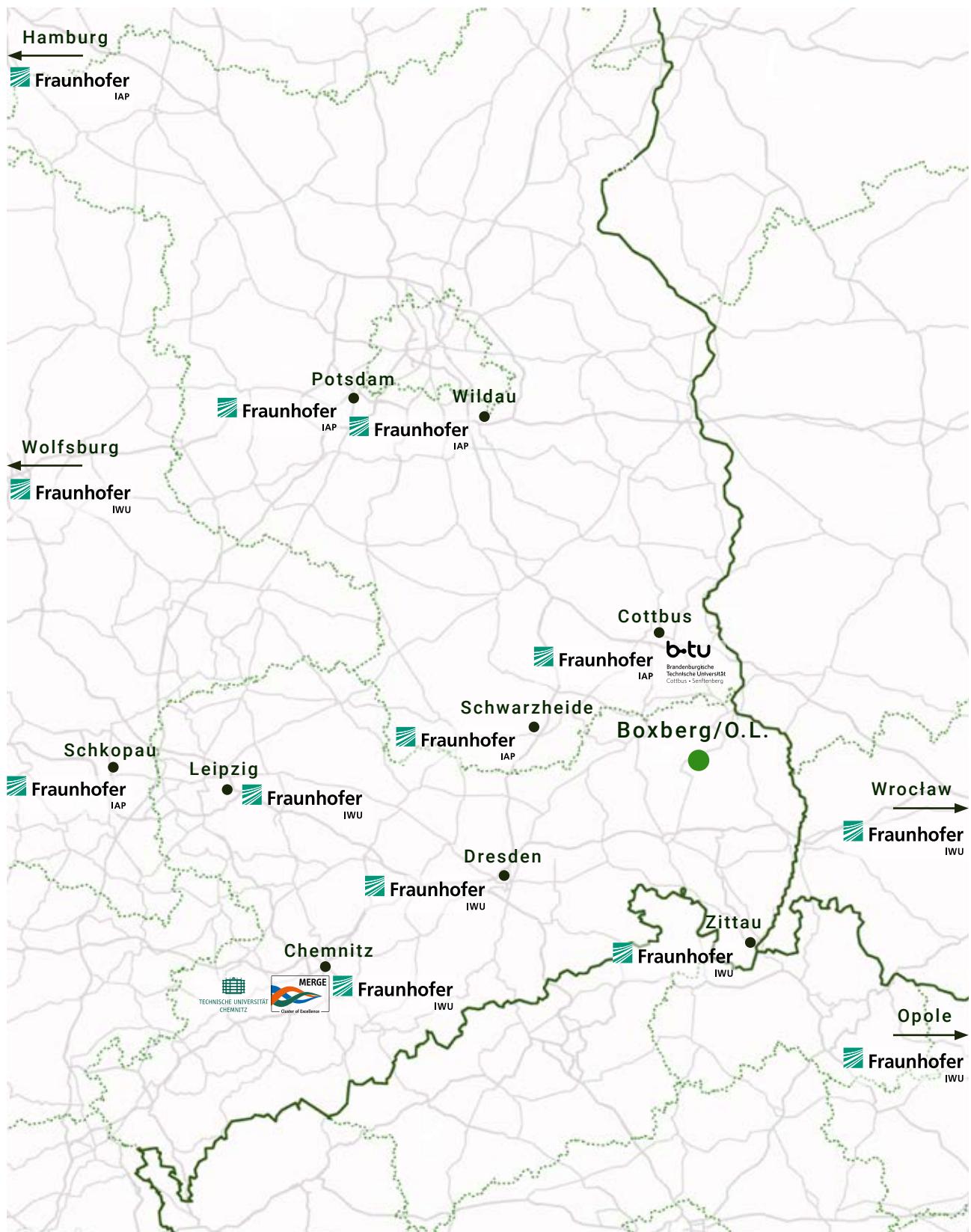
Wirtschaft

Bereits 1968 wurde in Boxberg der Grundstein für das bis weit in die 1990er Jahre hinein größte Braunkohlekraftwerk Deutschlands gelegt. Das Kraftwerk ging mit 3.520 Megawatt an den Start und wird seit 2016 von der Lausitzer Energie Kraftwerke AG betrieben. Der LEAG-Energiestandort Nohchten/Reichwalde/Boxberg mit den Tagebauen Nohchten/Reichwalde und dem Kraftwerk Boxberg ist trotz des beschlossenen Kohleausstiegs weiterhin ein wichtiger Bestandteil der gemeinsamen Zukunftsplanung.

Nach 1990 haben sich infolge der Strukturveränderungen und Ausgliederungen im Kraftwerk Boxberg viele Firmen neu gebildet und sich in der Nähe des Kraftwerkes niedergelassen. Der Standort verfügt über eine Gesamtfläche von 326,5 ha und unterteilt sich in das Industriegebiet West mit einer Fläche von ca. 18 ha und in das Industriegebiet Süd mit einer Fläche von ca. 15 ha. Den Rest der Fläche nimmt das Kraftwerk ein.

Die Anzahl der angesiedelten Firmen und Unternehmen (Stand Dezember 2015) am Industriestandort Boxberg beträgt mittlerweile 403 angemeldete Gewerbe - aufgeteilt in Handel 82, Handwerk 80, Dienstleistern und Sonstiges 231 sowie Industrie 25.

Weitere Informationen finden Sie auf www.boxberg-ol.de



Die Projektpartner

Technische Universität Chemnitz, Cluster of Excellence MERGE

Ausgehend von dem deutschlandweit ersten und einzigen Bundesexzellenzcluster auf dem Gebiet der Leichtbauforschung und der deutschlandweit größten Professur im Bereich des Leichtbaus (Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung), werden an der Technischen Universität Chemnitz grundlegende Forschungsfragen rund um die Schlüsseltechnologie Leichtbau beantwortet.

Im Vordergrund steht die Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen. Durch Kombination der Bereiche Kunststoff, Metall, Textil und Smart Systems werden so

innovative Produkte und Produktionsprozesse entwickelt. Das Ziel ist dabei, eine verbesserte Ressourcen- und Energieeffizienz im gesamten Lebenszyklus zu erlangen. Mit dieser Arbeit leisten die zahlreichen ForscherInnen und TechnikerInnen der TU Chemnitz und insbesondere des Clusters of Excellence MERGE und des Instituts für Strukturleichtbau einen bedeutenden Beitrag zum Umweltschutz und unterstützen durch grenzübergreifende Forschungskooperationen die Zusammenarbeit auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ



Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU ist Innovationsmotor für Neuerungen im Umfeld der produktionstechnischen Forschung und Entwicklung. Mit rund 670 hochqualifizierten Mitarbeitenden an den Standorten Chemnitz, Dresden, Leipzig, Wolfsburg und Zittau erschließt das IWU Potenziale für die wettbewerbsfähige Fertigung im Automobil- und Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der

Medizintechnik, der Elektrotechnik sowie der Feinwerk- und Mikrotechnik. Im Fokus stehen Bauteile, Verfahren, Prozesse sowie komplexe Maschinensysteme – die ganze Fabrik. Das Ziel des Leitinstituts für ressourceneffiziente Produktion sind Technologien auf Basis erneuerbarer Energien mit neu gedachten Informations- und Visualisierungstechnologien für die Menschen als Erfolgsgaranten in der Fabrik von morgen.



Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP macht Materialien fit für die Zukunft. Kreative Lösungen sind der Schlüssel, um die Herausforderungen der Gegenwart und der Zukunft zu meistern – ob Klimawandel, Pandemien, Energiewende, Strukturwandel oder neue Mobilitätskonzepte. Am Fraunhofer IAP stellen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dieser Aufgabe mit innovativen Materialien,

Prozessen und Technologien. Sie adressieren die gesamte Wertschöpfungskette – von der Idee bis zum Prototypen nach Maß. Die Themenfelder umfassen Bioökonomie und Nachhaltigkeit, Energiewende und Mobilität, Gesundheit und Lebensqualität sowie Industrie und Technologie.



Die Projektleitung



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Kroll

Direktor des Institutes für Strukturleichtbau und Koordinator des Clusters of Excellence MERGE an der Technischen Universität Chemnitz

Lothar.Kroll@mb.tu-chemnitz.de

+49 371 531 35706

Prof. Dr. Lothar Kroll ist Koordinator des Clusters of Excellence MERGE, Direktor des Institutes für Strukturleichtbau der Technischen Universität Chemnitz und des An-Institutes Cetex. Mit seiner wissenschaftlichen Arbeit und seiner Mitgliedschaft in zahlreichen Forschungsverbünden setzt er sich verstärkt für die Erforschung und Weiterentwicklung textilverstärkter Kunststoffe und hybrider Strukturen ein. Mit der Kombination aus Hochleistungswerkstoffen und ressourcenschonenden Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen entstehen so effiziente und leistungsfähige Leichtbauprodukte der Zukunft. Für seine besonderen wissenschaftlichen Verdienste und seinen Einsatz zur Stärkung der polnisch-deutschen Zusammenarbeit erhielt Prof. Dr. Lothar Kroll 2020 den Sächsischen Verdienstorden.



Dr. rer.nat. Isabelle Roth-Panke

Leiterin der Stiftungsprofessur Hochleistungsfasern und Verarbeitung und administrative Geschäftsführerin des Clusters of Excellence MERGE an der Technischen Universität Chemnitz

Isabelle.Roth-Panke@mb.tu-chemnitz.de

+49 371 531-35632

Dr. Isabelle Roth-Panke ist administrative Geschäftsführerin des Clusters of Excellence MERGE, Leiterin der Stiftungsprofessur Hochleistungsfasern und Verarbeitung und Leiterin des Forschungsbereichs Polymer- und Grenzflächenchemie an der Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung der Technischen Universität Chemnitz. Mit ihrer wissenschaftlichen Arbeit setzt sie sich verstärkt für Forschung und Lehre auf den Gebieten des Grenzflächendesigns für Faser-Kunststoff-Verbunde und Carbonfasern auf Basis alternativer Faser-Precursoren ein.

Projektbeirat



Hubertus Altmann

Vorstandsmitglied
Lausitz Energie Bergbau AG
Lausitz Energie Kraftwerke AG



Prof. Dr. rer. nat. Alexander Böker

Institutsleiter
Fraunhofer IAP

alexander.boeker@iap.fraunhofer.de
+49 331 568-1112



Prof. Dr.-Ing. Welf-Guntram Drossel

Geschäftsführender Institutsleiter
Fraunhofer IWU

welf-guntram.drossel@iwu.fraunhofer.de
+49 371 5397-1400

Das Projektteam



Dipl.-Ing. Mario Naumann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fraunhofer IWU
Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung

mario.naumann@iwu.fraunhofer.de
+49 371 531-38758



Dr. rer.nat. André Lehmann

Abteilungsleiter Fasertechnologie
Fraunhofer IAP

andre.lehmann@iap.fraunhofer.de
+49 331 568-1510



Dr.-Ing. Jens Erdmann

Laborleiter Carbonfaserherstellung
Fraunhofer IAP

jens.erdmann@iap.fraunhofer.de
+49 331 568-1252



Dipl. Wi.-Ing. Maximilian Schwarz

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Cluster of Excellence MERGE

maximilian.schwarz@mb.tu-chemnitz.de
+49 371 531-36365



Maximilian Kroll, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fraunhofer IWU

maximilian.kroll@iwu.fraunhofer.de



Falco Lehmann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Fraunhofer IWU

falco.lehmann@iwu.fraunhofer.de



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushalts.

