

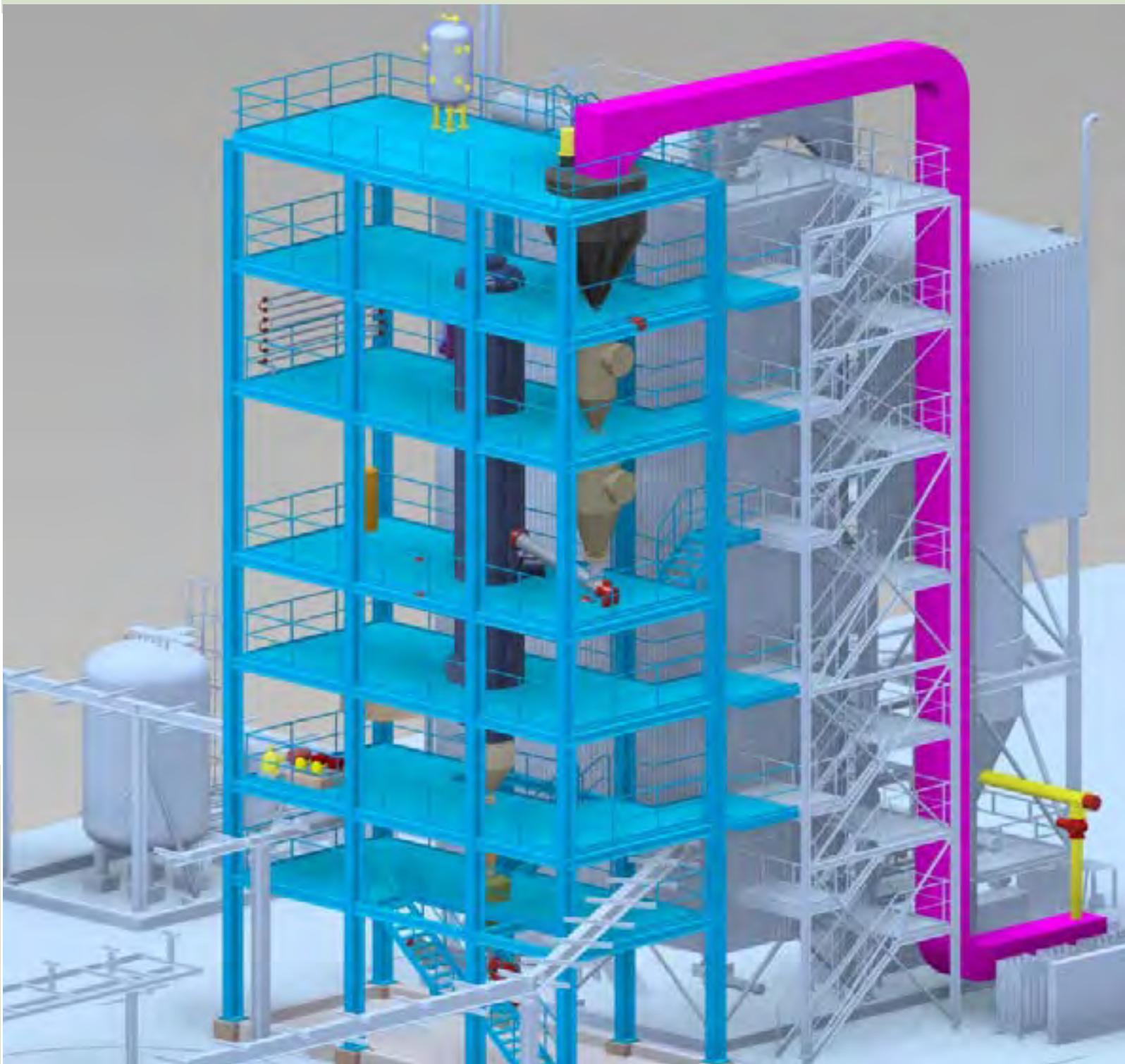


# Fraunhofer

## IMWS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MIKROSTRUKTUR VON WERKSTOFFEN UND SYSTEMEN IMWS

## FRAUNHOFER-PILOTANLAGE CARBONTRANS





### Die Herausforderung

Klimaschutz und Energiewende bedeuten für die deutsche Industrie einen Strukturwandel, der weit mehr umfasst als das Ende der Verstromung fossiler Energieträger. In Sachsen-Anhalt wird im besonderen Maße die energieintensive Chemieindustrie betroffen sein. Dieses Risiko ist aber auch zugleich Chance, wenn mit Innovationen ein Transformationspfad zu einer nachhaltigen Struktur dieses Industriezweiges gestaltet wird. Mit dem Fraunhofer-Leistungszentrum Chemie- und Biosystemtechnik sind in Mitteldeutschland beste Voraussetzungen gegeben, diese Entwicklungen in Kooperation mit Industrie und Hochschulen anzugehen. Fraunhofer verfügt über leistungsfähige Pilotanlagen zu biotechnologischen Prozessen im Fraunhofer CBP Leuna, zur Polymerentwicklung im Fraunhofer PAZ Schkopau und demnächst über eine Elektrolyseplattform für die strombasierte Wasserstofftechnik in Leuna. Was fehlt, ist eine Aufarbeitungsanlage von kohlenstoffhaltigen Reststoffen und Kunststoffabfällen zur Schließung des Kohlenstoffkreislaufes als chemischem Rohstoff. Dafür ist die Fraunhofer Pilotanlage CARBONTRANS am Standort Leuna vorgesehen. Ausgebaut zu einer Technologieplattform Kohlenstoffkreislauf-Wirtschaft würde so ein Forschungsverbund entstehen, der die zirkuläre Rohstoffversorgung der Chemieindustrie demonstrieren kann.

### Die Ausgangslage: Rohstoffverbund Mitteldeutschland

Im mitteldeutschen Chemiedreieck entstand vor mehr als 100 Jahren ein Rohstoffverbund auf Basis der Braunkohle, die Energie bereitstellte und Kohlenstoff als Rohstoff lieferte. Bis zum Zweiten Weltkrieg konzentrierte sich die deutsche Basischemie mit Großproduktionen von Kunststoffen, Synthesekautschuk, Kraftstoffen und Dünger vornehmlich in Mitteldeutschland. Die einzelnen Standorte waren durch Pipelines für Industriegase verbunden und verfügten über eine Logistik, die Braunkohle aus den unmittelbar benachbarten Tagebauen lieferte. Große Netzknoten und Verbindungstrassen bis zur Lausitz gewährleisteten die Stromversorgung. Diese Phase der Kohlechemie wird als Chemie 1.0 bezeichnet. Der Übergang zur Petrochemie – nach heutigem Verständnis Chemie 2.0 – vollzog sich nach dem Zweiten Weltkrieg unter den planwirtschaftlichen Bedingungen der DDR nur teilweise.

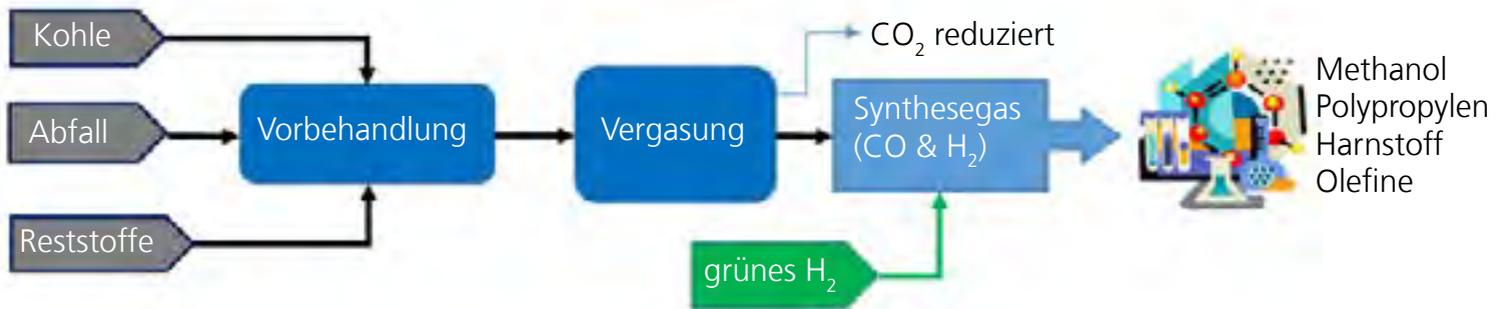
Etwa die Hälfte der Rohstoffbasis des mitteldeutschen Chemiedreiecks lieferte weiterhin die Braunkohle.

Nach der Wiedervereinigung ergab sich ein Strukturbruch, da die veralteten Anlagen zum großen Teil nicht saniert und privatisiert werden konnten. Weltweit hatte bereits die Phase Chemie 3.0 eingesetzt, die zu global aufgestellten Unternehmen und mehr Spezialisierung in der Wertschöpfungskette führte. Dieser Schritt wurde in Mitteldeutschland nur unzureichend vollzogen. Im Ergebnis der Privatisierung ergab sich ein petrochemischer Rohstoffverbund mit lediglich einer Raffinerie in Leuna und einem Cracker in Böhlen, aber einer Vielzahl von KMU an den Chemiestandorten. Dominierend blieb jedoch die Basischemie. Die Braunkohle gewährleistet weiter günstige Strompreise und liefert einen erheblichen Teil der Prozesswärme. Bemerkenswertes Ergebnis der Privatisierung ist die Dominanz produzierender Unternehmen, bei denen die Forschung und Entwicklung in den Konzernzentralen konzentriert sind. KMU sind in den Chemieparks in den Rohstoffverbund integriert und damit auf diesen angewiesen. Chemieindustrie und Kunststoffverarbeitung wurden Leitindustrien, die die Wertschöpfung in einer Reihe anderer Branchen wie Automobilzulieferung, Solartechnik, Optoelektronik und Spezialmaschinenbau begünstigte. Fraunhofer ist ein gefragter Partner, der genau das strukturelle Defizit der Industrieforschung ausgleicht.

### Transformationspfad im Rahmen von Chemie 4.0

Die deutsche Chemieindustrie steht nun vor der Herausforderung, im Rahmen von Chemie 4.0 einen Transformationspfad zu finden, wie mit zirkulärer Wirtschaft und wenigen CO<sub>2</sub>-Emissionen die Rohstoffbasis Öl und Gas schrittweise ergänzt und sogar substituiert werden kann. Innovationen und Digitalisierung werden diesen Weg gestalten. Chemie 4.0 weist dann den Weg zu mehr Wertschöpfung durch Spezialprodukte, zu einer zirkulären Wirtschaft mit Nutzung des Kohlenstoffs und zu einer digitalen Verknüpfung von Energie, Rohstoffen und Wertstoffen. Das Konzept folgt dabei folgenden Hypothesen:

- Kohlenstoff ist für die Chemieindustrie und Raffinerietechnik auch zukünftig unverzichtbar. Es gilt, einen Transformationspfad aufzuzeigen, der die Möglichkeiten der zirkulären Wirtschaft bewertet, der das nutzbare Biomassepotenzial



erfasst und Wege weist, wie mit einheimischer verfügbarer Braunkohle die einseitige Abhängigkeit von importiertem Öl und Gas aufgelöst werden kann.

- Der Kohlenstoff der Kunststoffabfälle wird der Rohstoff der zirkulären Wirtschaft der Basischemie. Die EU-Strategie für Kunststoffe fordert ein neues, stärker kreislauforientiertes Geschäftsmodell. Darüber hinaus sieht die EU-Kommission neue Chancen für Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und die Schaffung von hochwertigen Arbeitsplätzen in der europäischen Industrie. Biomasse wird bevorzugt Rohstoff der Fein- und Spezialchemie mit höherer Wertschöpfung. Braunkohle ist hervorragend geeignet, den Kohlenstoff bereitzustellen, der zirkulär nicht verfügbar sein kann.
- Die strombasierte Wasserstofftechnik wird dabei die Schlüsseltechnologie zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Auf dem Transformationspfad muss mit schrittweiser Ergänzung und Substitution der vorhandenen Technologien von Chemieindustrie und Raffinerietechnik die Wirtschaftlichkeit gewahrt werden. Cluster und Netzwerke tragen entscheidend dazu bei, diese Innovationen bereitzustellen und beziehen die Verarbeiter der Kunststoffe, die Verbraucher und insbesondere die Entsorger mit ein.

Gerade für das mitteldeutsche Chemiedreieck ist dies eine besondere Herausforderung:

- Ein einziger Rohstoffverbund, der logistisch so gegeben ist und nur in Abstimmung der betroffenen Unternehmen punktuell weiterentwickelt werden kann
- Gering entwickelte Wertschöpfung mit Leicht- und Spezialchemie
- Bisher wenig Industrieforschung

Der drohende Wegfall der Braunkohleverstromung und die Anforderungen des Klimaschutzes bezüglich niedrigerer CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben jetzt wiederum einen drohenden Strukturbruch, der insbesondere die Basischemie mit wenig Wertschöpfung zu Fein- und Synthesechemie besonders treffen wird. Allerdings entsteht daraus die Chance, Blaupause für andere Chemieregionen zu werden: Gelingt die Transformation der chemischen Industrie in Mitteldeutschland, lassen sich verallgemeinerbare Erkenntnisse ableiten.

Mit den Entwicklungen des BMBF-2020-Projekts HYPOS ist Mitteldeutschland bereits gut aufgestellt zur künftigen

## Mittelverwendung

Der Investitionsbedarf für den Bau und die Errichtung der Fraunhofer-Pilotanlage für CO<sub>2</sub>-emissionsfreie Kohlechemie und Recycling in Leuna beträgt basierend auf der aktuellen Planung 30 Mio. Euro. Es ist ein schrittweiser Personalaufwuchs auf bis zu 15 Wissenschaftlern und etwa 14 technische Mitarbeiter und weiteren 5-8 Mitarbeitern in Form von Masteranden oder Doktoranden geplant. Der Investitionsbedarf unterteilt sich in die folgenden Bereiche:

- Grundstück: Grundstückskosten inkl. Grunderwerbsnebenkosten
- Erstausrüstung (ca. 24,1 Mio. Euro): Anlagentechnik, Maschinenteknik, EMSR, Anlagentransfer, Laborausrüstung, Büroeinrichtung, IT-Technik
- Bau/Infrastruktur (ca. 5,9 Mio. Euro): Projektkoordination, Genehmigungsplanung, Engineering, Infrastrukturanpassung, Transferkoordination, Bau, Stahlbau, Inbetriebnahme

Nutzung von erneuerbarem Strom als Chemierohstoff. Die Infrastruktur mit der Wasserstoffpipeline, die die Chemiestandorte verbindet, wird die schrittweise Substitution des fossil erzeugten Wasserstoffs begünstigen. Die benachbarten Netzknoten des Stromnetzes, die früher den Kohlestrom bereitstellten, sind jetzt Sammelpunkte der erneuerbaren Energie geworden. Eine Großkaverne wird über HYPOS als Forschungskaverne zur Wasserstoffspeicherung vorbereitet. Das Fraunhofer CBP in Leuna entwickelt erfolgreich Verfahren zur Nutzung von Biomasse für die Feinchemie.

Entwicklungen zur Schließung des Kohlenstoffkreislaufs durch Verfahren der stoffwirtschaftlichen Aufarbeitung von kohlenstoffhaltigen Abfällen sind der fehlende Baustein für den Transformationspfad. Die Problematik der Kunststoffabfälle ist dabei ein volkswirtschaftliches und ökologisches Problem, das zunehmend nach einer Lösung verlangt. Die Technologieplattform Kohlenstoffkreislaufwirtschaft mit der Pilotanlage CARBONTRANS trifft genau diese Anforderungen und wird das Interesse nicht nur von Chemieindustrie, Kunststoffverarbeitern sondern auch von Nutzern der Kunststoffe sowie der Entsorger finden.



### Eckdaten der Technologie

Schlüsselprozess der Fraunhofer-Pilotanlage in Leuna wird die neue innovative Vergasungstechnologie COORVED sein. In der Endausbaustufe soll eine Leistung von ca. 20 MW(th) bei einem Betriebsdruck von 20 bar erreicht werden. Mit ihr soll die chemische Umsetzung von unterschiedlichen kohlenstoffhaltigen Medien mittels Vergasung zu einem Synthesegas demonstriert werden, das dann zu Basis-Chemikalien weiterveredelt wird.

Die Fraunhofer-Pilotanlage in Leuna und die Technologieerprobung sollen speziell der Entwicklung dieser neuen Vergasungstechnologie dienen, die auf die besonderen Belange und Bedingungen der Vergasung von Reststoffen und Abfällen ausgerichtet ist. Derzeit wird dieses Verfahren im Technikumsmaßstab (TRL 3-4) in einem Forschungsreaktor erprobt. Zur Erhöhung des Entwicklungsstandes hin zu einer wirtschaftlichen und marktfähigen Technologie ist der Bau einer Pilotanlage (TRL 5-6) unerlässlich.

Die verschiedenen Themenfelder werden durch das Fraunhofer IMWS koordiniert und geleitet. Der Bereich Forschungsreaktorentwicklung erfolgt parallel zum Aufbau der Pilotanlage an der TU Bergakademie Freiberg durch das Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen. Die Planung zur Errichtung und Betrieb der Fraunhofer-Pilotanlage in Leuna erfolgt unter der Federführung der neu gegründeten Gruppe für Kohlenstoff-Kreislauftechnologien am Fraunhofer IMWS.

Mit dem Ausbau der Pilotanlage zu einer Technologieplattform für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft wird die Möglichkeit eröffnet, weitere Technologien und Synthesen zu entwickeln und zu testen sowie regionale wirtschaftliche und wissenschaftliche Effekte zum Beispiel mit der Hochschule Merseburg zu erzielen.

### Effekte für die Region

- Vorreiterrolle für die Transformation Chemie 4.0
- Breitenwirksamer Aufbau einer universellen Pilotanlagenplattform mit Potenzial zur Erweiterung der wissenschaftlichen Basis und der wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten im Verbund mit der Elektrolyseplattform
- Schaffung eines Kompetenzzentrums für Kreislaufwirtschaftssysteme
- Initialwirkung auf den Standort durch Schaffung einer ersten großtechnischen Referenzanlage
- Schaffung dauerhafter Wissenschaftlerstellen für Innovationen mit der Möglichkeit der stetigen Erweiterung

### Effekte über die Region hinaus

- Langfristige Sicherung der chemischen Industrie in Mitteldeutschland bei gleichzeitigem Erhalt der Bergbauinfrastruktur, der Beschäftigten und deren Kompetenzen
- Aufbau neuer Arbeitsplätze und Kompetenzen im Bereich stoffumwandelndes Recycling
- Beispielgebendes Modellkonzept für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft und sozialverträgliche Strukturwandeloptionen
- Effektiver und messbarer Beitrag zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und zur strukturellen Wiederverwendung von Kohlenstoff aus dem Wirtschaftszyklus
- Grundstein für Neuausrichtung der derzeitigen Petrochemie hin zu einer ressourcenschonenden zirkulären Chemie

#### Fraunhofer IMWS

Prof. Dr. Bernd Meyer  
Geschäftsfeldleiter  
Chemische Umwandlungsprozesse  
Walter-Hülse-Straße 1  
06120 Halle (Saale)  
(03731) 39 45 11  
bernd.meyer@imws.fraunhofer.de

#### Kooperationsnetzwerk Chemie+

Dr. Christoph Mühlhaus  
Netzwerksprecher  
c/o InfraLeuna GmbH  
Am Haupttor, Gebäude 4310  
06237 Leuna  
(03461) 43 68 28  
christoph.muehlhaus@web.de

#### Center for Economics of Materials

PD Dr. Christian Growitsch  
Direktor  
Friedemann-Bach-Platz 6  
06108 Halle (Saale)  
(0345) 55 89 80 00  
christian.growitsch@imws.fraunhofer.de