

Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland

Chemie 4.0 - Die Zukunft der Chemie und der Kreislaufwirtschaft

26. Februar 2019, Abschlusskonferenz S3Chem

Dr. Christoph Mühlhaus, Netzwerksprecher **Chemie⁺**,
Beiratsvorsitzender des Fraunhofer Leistungs- und Transferzentrums
Chemie- und Biosystemtechnik, Vorstand HYPOS e. V.

Historie der Chemieindustrie im Rohstoffverbund Mitteldeutschland

- Entwicklung der **Kohlechemie in der Gründerzeit** wird nach heutiger Interpretation als **Chemie 1.0** bezeichnet (ca. 1900)
- Aufkommen der Produktionszweige von **Plaste und Elaste im Chemiedreieck** mit der **Entwicklung der Petrochemie** wird als **Chemie 2.0** bezeichnet (ca. 1960); die Kohle garantierte günstige Energie und Rohstoffe für die Chemie
- Einsetzende Spezialisierung nach 1990 und **rohstoffseitige Ausrichtung an global agierenden Konzernen** führte zur Etappe der **Chemie 3.0**, Dominierend blieb jedoch die Basischemie.
- Aus Pariser Klimaabkommen und der Energiewende ergebenden **Reduktion der CO₂-Emissionen** ergibt sich die **Notwendigkeit von Chemie 4.0**
- Umbau des Rohstoff- und Energiesystems begünstigt die Implementierung einer **wasserstoffbasierten Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft, Chemie 4.0** (ab ca. 2030)



1900 Kohlechemie

1950 Petrochemie

2000 Spezialchemie

2030 Kreislaufchemie

Der Rohstoffverbund im Ergebnis der Privatisierung

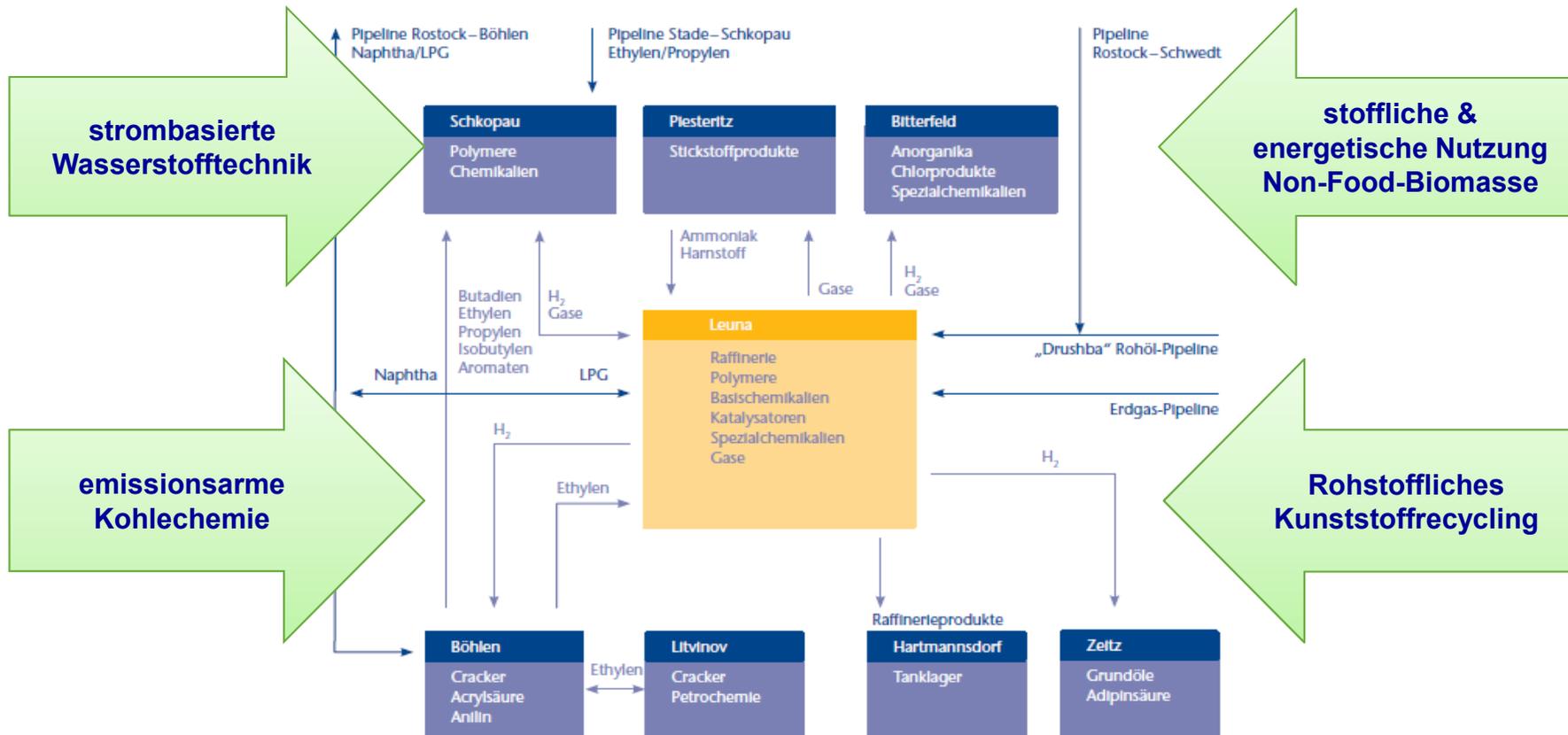
- Im Ergebnis der Privatisierung ergab sich ein **petrochemischer Rohstoffverbund** mit nur einer Raffinerie in Leuna und einem Cracker in Böhlen, aber einer Vielzahl von KMU an den Chemiestandorten. **Dominierend** blieb jedoch die **Basischemie**.
- Die Braunkohle gewährleistet weiter **günstige Strompreise** und liefert einen erheblichen Teil der **Prozesswärme**.
- Bemerkenswertes Ergebnis der Privatisierung:
 - Dominanz produzierender Unternehmen, bei denen Forschung und Entwicklung in den Konzernzentralen konzentriert sind
 - KMU sind in den Chemieparcs in den Rohstoffverbund integriert und damit auf diesen angewiesen
- **Fraunhofer** mit seinen **Zentren und Demoanlagen** an den Chemiestandorten ist ein gefragter Partner, der genau das strukturelle Defizit der Industrieforschung ausgleicht.

Aktuell: Chemische Industrie und Kunststoffverarbeitung als Leitindustrien in Mitteldeutschland und Brandenburg

- Im Ergebnis von Privatisierung und Restrukturierung entwickelte sich die chemische Industrie und Kunststoffverarbeitung zu einer innovativen **Leitindustrie** in Mitteldeutschland und Brandenburg mit einem Umsatz von über 21 Mrd. Euro und 78.000 Arbeitsplätzen (ohne Pharmazie)
- Chemiestandorte mit **modernster Infrastruktur** verfügen über einen Rohstoffverbund, der eine Vielzahl von Firmen versorgt
- Die dort erzeugten Chemieprodukte sind Grundlage der Ansiedlung und Entwicklung von Firmen der **Kunststoffverarbeitung, Automobiltechnik, Solartechnik und Optoelektronik**
- Als „**Knowledge sites**“ entwickeln die Chemiestandorte innovative Kompetenz durch die Ansiedlung von Fraunhofer Prozesszentren und Spezialfirmen des Anlagen- und Apparatebaus

Öl und Gas sind schrittweise durch erneuerbare und einheimische Rohstoffe zu ergänzen

REGIONALER VERBUND



Aktuelle Situation: Energiewende für die energieintensive Chemieindustrie

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovation und Geschäftsentwicklung in den Sektoren Energiewirtschaft, Leichtbau, Verpackungs- und Materialwirtschaft durch die Entwicklung von Photovoltaik, Windstrom, Speichertechnologie mit Effizienzgewinnen in der Wirtschaft ▪ Strombasierter Wasserstoff als Chemierohstoff und Verkaufsprodukt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefährdung der inländischen energieintensiven Industrie durch hohe Energiekosten ▪ Investitionszurückhaltung durch die politischen Unbestimmtheiten der bevorstehenden Energiewende ▪ Auswirkungen des Merit-Order-Effekts ▪ Verstärkter Carbon Leakage durch Kosten der CO₂-Einsparungen

- Deutschland muss zeigen, dass die **Energiewende** mit der **energieintensiven Industrie** gestaltet wird
- Deutschland muss Wege finden, die **einseitige Rohstoffabhängigkeit** von Öl und Gas zu **überwinden**
- Deutschland muss das Potenzial der **Abfälle** und der **nachwachsenden Rohstoffe** technologisch und wirtschaftlich **besser nutzen**

Anerkennung der regionalspezifischen Ausgestaltung bei den Projekten der Energieforschung

- **Regionaler Bedarf und strategische Einordnung** bei der „Dekarbonisierung“
- **Infrastrukturelle Voraussetzungen:**
 - Pipelinennetz und Kavernen
 - Chemiestandortverbund integriert in das Stromnetz
- **„Leuchtturm-Projekte“ im Pilotmaßstab**, welche dabei auch die erforderliche Wahrnehmung und Aktivierung in der Chemieindustrie befördern können



Der Bedarf und die strategische Ausrichtung der Unternehmen des Chemiedreiecks sind zu erfassen, damit wir entwicklungsseitig die richtigen Themen angehen!

Spezifische Gegebenheiten des mitteldeutschen Chemiedreiecks

- Rohstoffverbund mit **Schwerpunkt Basischemie fern der Küste**
- **Investitionsabsichten** zur Ergänzung der Rohstoffnutzung
- Forschungsprojekt der **strombasierten Wasserstofftechnik HYPOS**
- Entwicklungen zur verstärkten **Nutzung der Biomasse als Rohstoff**
- Diskussion zur **Strategie Kohlenstoffkette**



Der Bedarf und die strategische Ausrichtung der Unternehmen des Chemiedreiecks sind zu erfassen, damit wir entwicklungsseitig die richtigen Themen angehen!

Studie des Fraunhofer CEM und der isw gGmbH zur Zukunftssicherung der chemischen Industrie Mitteldeutschlands im Jahr 2017

- Beteiligung an der Umfrage:
 - Rücklaufquote >25%
 - Hohe Abdeckung bei großen Unternehmen (Anteil am Branchenumsatz in Sachsen-Anhalt \geq 80%).
- Klimawandel und Wunsch zur Verringerung von Treibhausgasemissionen erfordern veränderten Umgang mit Ressourcen und eine nachhaltige Sicherung der Rohstoffbasis
- Notwendigkeit der Entwicklung eines Transformationspfades zur Zirkulären Wirtschaft des Kohlenstoffs – **Chemie 4.0**

Kreislaufführung des Kohlenstoffs in der Chemie 4.0

KREISLAUFOPTIONEN FÜR KOHLENSTOFF

Beispiele für Produkte der Chemie

„Gebrauchte“ Produkte

- Beispiele:
 - Polymere bzw. Kunststoffe,
- Im Prinzip kreislauffähige Materialien
- Problem: Physisches Recycling von Verpackungen und Verbundstoffen

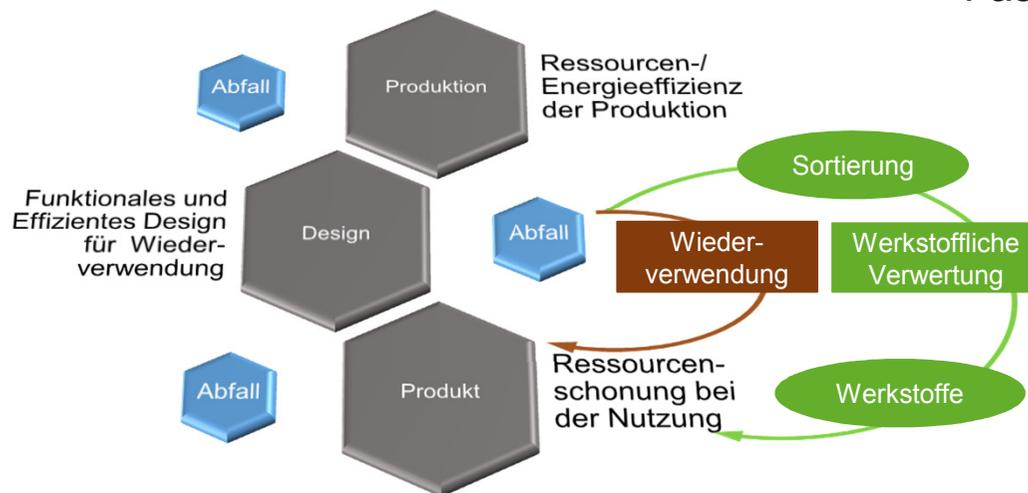
„Verbrauchte“ Produkte

- Beispiele:
 - Waschmittel, Kosmetik, Pharmaprodukte, Klebstoffe, Farben und Lacke,...
- Praktisch nicht kreislauffähige Materialien
 - Material diffundiert in die Umwelt

Problemstellung: Ökologischer Nutzen durch den energetischen Aufwand und des resultierenden Carbon-Footprint

Potentielle Kohlenstoff-Kreisläufe der Chemie

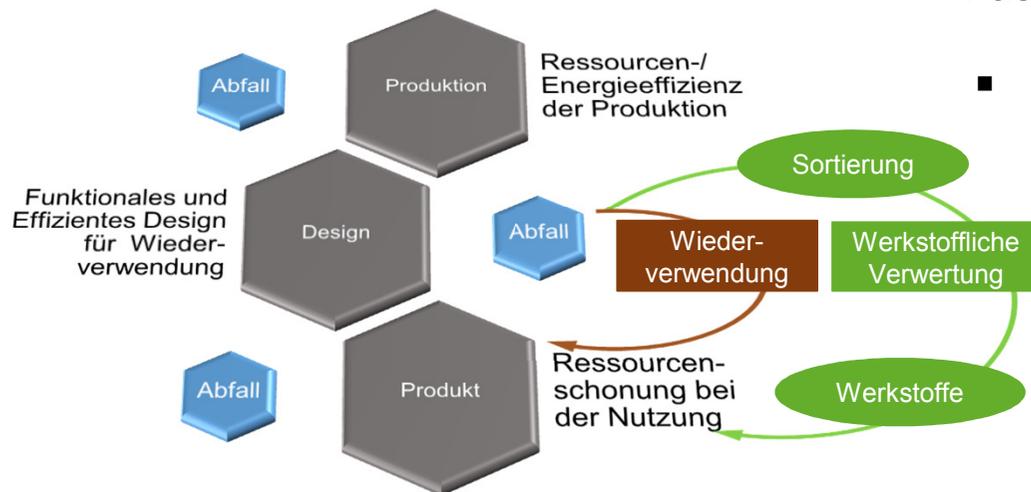
- Wiederverwendung
 - Nachnutzung/ Reparatur der erzeugten Produkte nach Ablauf ihrer Lebenszeit
 - Abhängig von den Einsatzstoffen und dem Produkt- / Prozessdesign
 - Rekonditionierung industrieller Verpackungen
 - Fässer, Paletten, Kunststoffbehälter, etc.



In Anlehnung an Vortrag Dr. Jörg Rothermel, VCI, 26.10.2018

Potentielle Kohlenstoff-Kreisläufe der Chemie

- Wiederverwendung
 - Nachnutzung/ Reparatur der erzeugten Produkte nach Ablauf ihrer Lebenszeit
 - Abhängig von den Einsatzstoffen und dem Produkt- / Prozessdesign
 - Rekonditionierung industrieller Verpackungen
 - Fässer, Paletten, Kunststoffbehälter

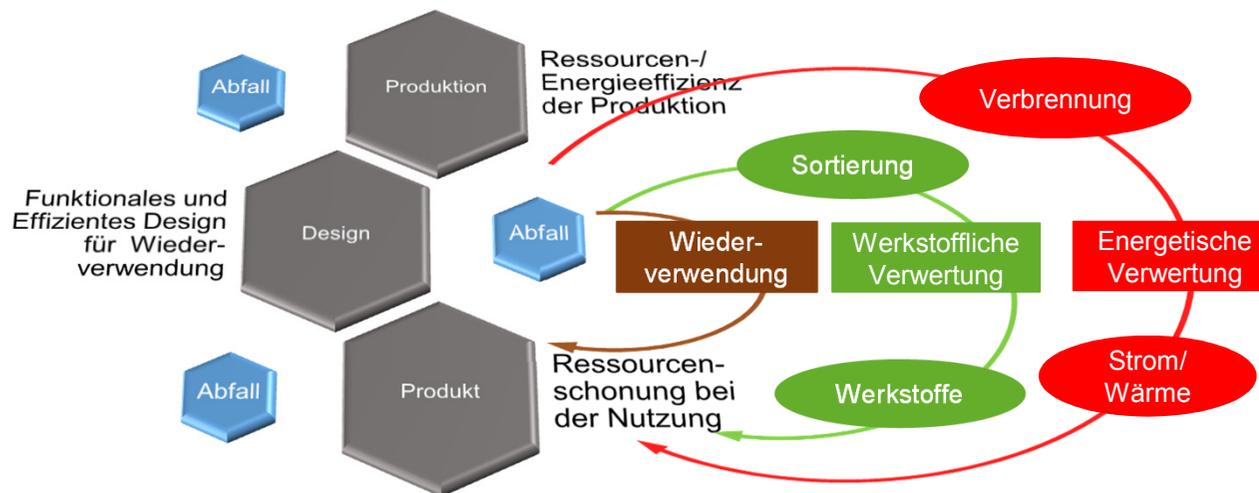


- Werkstoffliches Recycling (Downsizing)
 - Vorteil: Mechanische Aufbereitung in Stoffgruppen und Verwertungsklassen
 - Bevorzugte Variante
 - Nachteil: Technologische Grenzen der Stofftrennung

In Anlehnung an Vortrag Dr. Jörg Rothermel, VCI, 26.10.2018

Potentielle Kohlenstoff-Kreisläufe der Chemie

- „Thermische Zersetzung“
 - Anwendungs-Bsp.: klassische Verbrennung,
 - Nutzung der Abwärme zur Erzeugung von Exergie und Wärme für Haushalte und EII
 - Abspaltung von CO₂ aus Abgasstrom möglich; Einsatz in Bioökonomie denkbar
- Herausforderungen:
 - Zukünftige CO₂-Kosten
 - Etablierung einer CO₂ – Wirtschaft



In Anlehnung an Vortrag Dr. Jörg Rothermel, VCI, 26.10.2018



H Y P O S

HYDROGEN POWER STORAGE &
SOLUTIONS EAST GERMANY



„Von Ostdeutschland soll eine Revolution
in der Wasserstoffwirtschaft ausgehen“



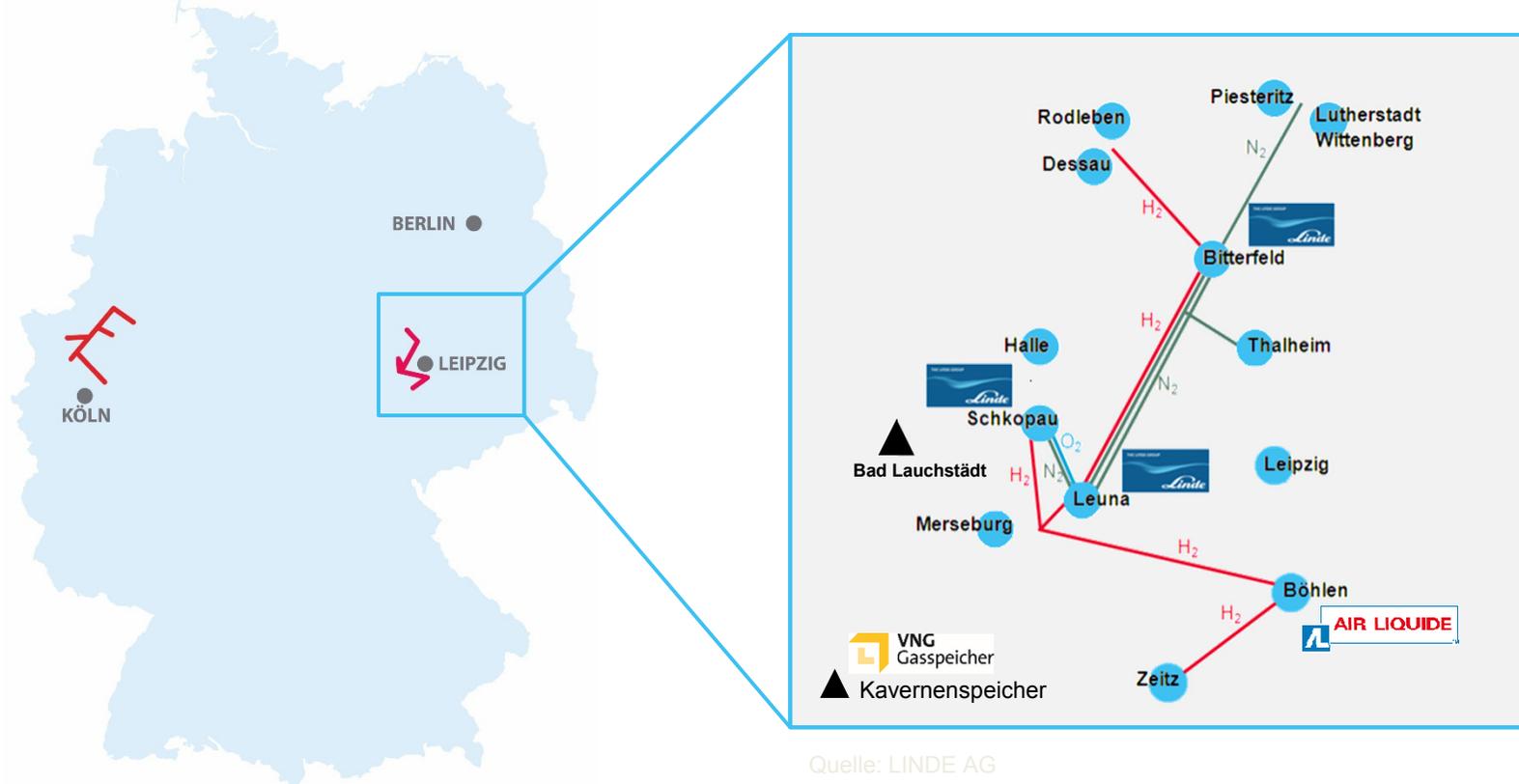
GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

POTENZIALE DER HYPOS REGION



Alleinstellungsmerkmale in Ostdeutschland

- Zweitgrößtes Wasserstoffpipelinenetz in Deutschland (150 km)
- Kavernenspeicher und Umspannwerke in direkter Umgebung
- Höchstes Potential an kombinierter PV + Windkraft in Deutschland



LEUCHTTURM-PROJEKT „MEGA-LYSEUR“



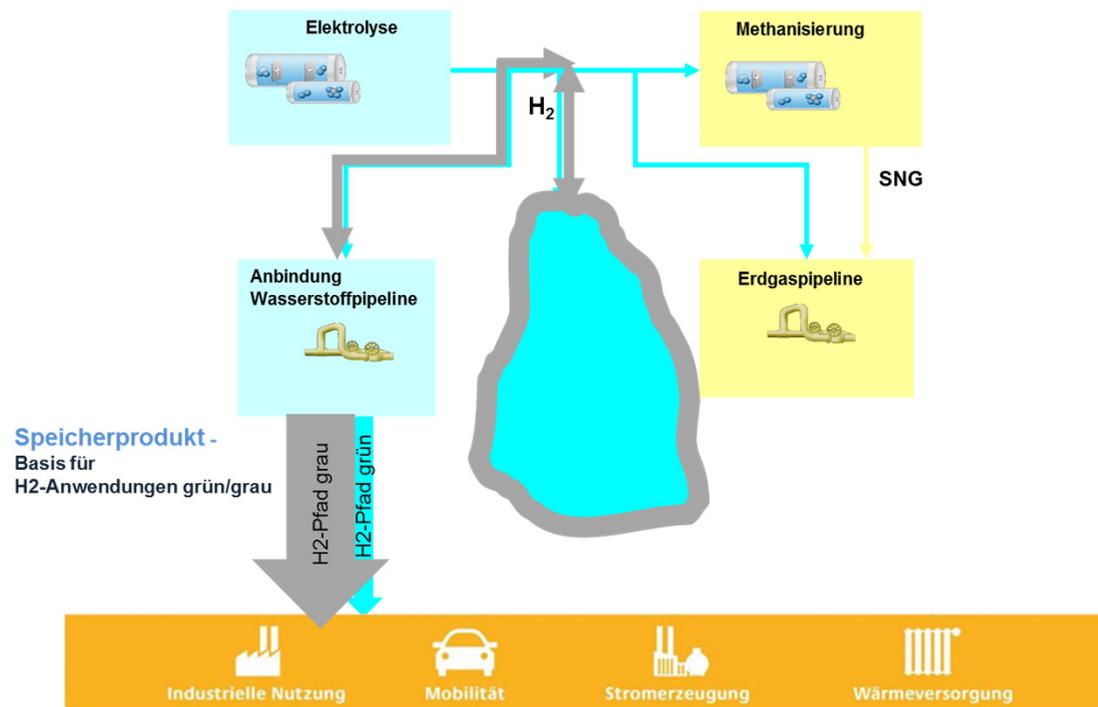
- Entwicklung eines **einzelnen 2-MW-PEM-Elektrolysestacks**
 - Vergrößerung der aktiven Membranfläche bei gleichzeitiger Verringerung der Membrandicke
 - Spezifische Leistungselektronik-Entwicklung
 - Optimierung des Gesamtwirkungsgrades und Lebensdauer
- Konzeption als **modulare Bauweise** → **Scale-up bis hin zur Großelektrolyse**
- Durchführung auf der **Fraunhofer Versuchsplattform Wasserelektrolyse am Chemiestandort Leuna** mit direkter Einbindung in die Stromversorgung des Chemiestandortes und mit Einkopplung in Gasezentrum der Linde AG



LEUCHTTURM-PROJEKT „H2-FORSCHUNGSKAVERNE“



- Nutzung einer **teilentleerten Salzkaverne**, Aufbau einer (mittelgroßen) **Obertageanlage für Wasserstoffspeicherung** am Standort **Bad Lauchstädt** mit der Option zum **Scale-up auf einen realen Betrieb**
- Zielstellung: **Kostensenkung** für Kaverne und Forschungsbetrieb



- **Phase I:** Entwicklung Anlagenkonzepte und Genehmigung des Forschungsbetriebes
- **Phase II:** Errichtung der Forschungsanlage
- **Phase III:** Betrieb der Forschungsanlage

Potentiale des Klimaschutz-Maßnahmenprogramm Industrie zur
CO₂- Einsparung

Kooperationen zur Zukunftssicherung der Chemie

Potentiale des Klimaschutz-Maßnahmenprogramm Industrie zur CO₂-Einsparung

- Die **strombasierte Wasserstofftechnik** erhält eine **Schlüsselfunktion bei der CO₂-Nutzung und der Minderung der CO₂-Emissionen** in der Chemieindustrie und Raffinerietechnik
- Mit dem **Projekt HYPOS** werden im mitteldeutschen Chemiedreieck **Vorleistungen für Großelektrolyse und Großkaverne** erarbeitet, die die Wirtschaftlichkeit der strombasierten Wasserstofftechnik gewährleisten sollen
- Allein bei der schrittweisen Substitution der fossilen Wasserstofftechnik **durch die strombasierte Wasserstofftechnik könnten im mitteldeutschen Chemiedreieck CO₂-Emissionen von 700.000 t/a vermieden** werden
- Daraus kann abgeleitet werden, dass das Potenzial der Minderung von CO₂-Emissionen **in Deutschland** durch strombasierte Wasserstofftechnik in der **Größenordnung von 10.000.000 bis 15.000.000 t/a CO₂** liegt

Kohlenstoff ist für die Chemieindustrie und Raffinerietechnik unverzichtbar

- Es gilt einen **Transformationspfad** aufzuzeigen:
 - der die Möglichkeiten der **zirkulären Wirtschaft** bewertet
 - der das **nutzbare Biomassepotenzial** erfasst
 - der Wege weist, wie mit einheimischer verfügbarer Braunkohle die einseitige **Abhängigkeit** von importiertem **Öl und Gas aufgelöst** werden kann.
- Die **strombasierte Wasserstofftechnik** wird dabei die **Schlüsseltechnologie zur Vermeidung von CO₂– Emissionen**.
- **Zentrale Herausforderung** ist es, den Transformationspfad so zu gestalten, dass mit **schrittweiser** Ergänzung und **Substitution** der vorhandenen Technologien der Chemieindustrie und Raffinerietechnik die **Wirtschaftlichkeit gewahrt** wird.

Die Politik steht vor der großen Herausforderung

- Die Energie- und Rohstoffwende zu lenken,
- Anreize zur Entwicklung und Einführung der Zirkular Wirtschaft schaffen
- Schrittweise überbordende Regularien durch marktwirtschaftliche Lösungen ersetzen
- Die Preisbildung der zu vermeidenden CO₂ – Emissionen über den Emissionshandel sollte wieder der Vorzugsweg zur Sicherung des Klimaschutzes werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Christoph Mühlhaus
Sprecher

Cluster Chemie/Kunststoffe
Mitteldeutschland

www.cluster-chemie-kunststoffe.de