

Merseburger Beiträge

*zur Geschichte
der chemischen Industrie
Mitteldeutschlands*

26. Jg., 2/2021

Heft 44



Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.

Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS

Das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS in Halle (Saale) ist Impulsgeber, Innovator und Problemlöser für die Industrie und für öffentliche Auftraggeber in den Bereichen Zuverlässigkeit, Sicherheit, Lebensdauer und Funktionalität von Werkstoffen in Bauteilen und Systemen – mit dem Ziel, Materialeffizienz und Wirtschaftlichkeit zu steigern und Ressourcen zu schonen.

Die Schwerpunkte liegen im Bereich der Charakterisierung von Werkstoffen bis auf die atomare Skala sowie in der Materialentwicklung. Die anwendungsorientierte Forschung des Instituts leistet damit einen Beitrag zur Bewältigung der zentralen Herausforderung des 21. Jahrhunderts: der Nachhaltigkeit und dem intelligenten Umgang mit begrenzten Rohstoffen.

Besuchen und abonnieren Sie unsere Social-Media-Kanäle



Auf unserer Unternehmensseite bei [LinkedIn](#) erhalten Sie ausführliche Informationen über unsere Aktivitäten, Forschungserfolge und Ankündigungen.



Bei [Youtube](#) finden Sie spannende Videos über unsere Forschungsarbeit und erhalten einen Einblick in unsere Forschungsthemen. Anschauen lohnt sich!



Folgen Sie uns bei [Twitter](#). Hier finden Sie unsere Neuigkeiten und Fotos zu behind the scenes-Aktionen kurz und knapp in 280 Zeichen.



Die [Webseite](#) des Fraunhofer IMWS bietet Ihnen einen umfangreichen Überblick über unser Portfolio und bisherige Forschungsprojekte.

Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands

Heft 44
2/2021
26. Jahrgang

Strukturwandel und Wasserstoff

INHALT

Grußwort	3
Christoph Mühlhaus Strukturwandel der Rohstoffversorgung im mitteldeutschen Chemiedreieck	5
Christoph Mühlhaus Strombasierter Wasserstoff als Chance für Mitteldeutschland	14
Zusammenstellung der verwendeten Abkürzungen und Dimensionen	52
Sylvia Schattauer (Interview) Das Fraunhofer „Hydrogen Lab“ Leuna	55
Peggy Kuhs und Gerd Unkelbach „Zukunft, die wir wollen“ - Nachhaltige Lösungen vom Fraunhofer CBP	65
Phillip Suttmeier Sektorenkopplung und zirkuläre Wirtschaft als Schlüssel für einen ganzheitlichen Strukturwandel	80
Zusammenstellung verwendeter Fremdworte	93
Thomas Martin Welche Rolle der SCI beim bevorstehenden Strukturwandel in der Chemieindustrie spielen kann	94
Christoph Mühlhaus Die historische Bedeutung der Braunkohle für die mitteldeutschen Chemiestandorte	102
Zeitzeugen berichten: Dr. Reinhard Nitzsche – Die Entwicklung der Wasserstoffherzeugung in den Leuna-Werken von 1917 bis 1990	131
Wortmeldung: Dr. Reinhard Nitzsche - Nachgehende Betrachtungen zur Wirkungsweise der MOL*LIK Katalysatoren	139
Mitteilungen aus dem Verein	147
Nachwort der Redaktion	149
Quellenverzeichnis der Bilder	151

Wir danken der
Fraunhofer-Gesellschaft e.V.

für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bei der Herausgabe dieses Heftes.

Impressum

Herausgeber:

Förderverein ‚Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.‘ (SCI), Merseburg, c/o Hochschule Merseburg (FH), Eberhard-Leibnitz-Straße 2, 06217 Merseburg
Vorstandsvorsitzender: Prof. Dr. Thomas Martin
Internet www.dchm.de

Redaktion:

Prof. Dr. sc. Klaus Krug
Prof. Dr. habil. Hans Joachim Hörig
Dr. rer. nat. habil. Dieter Schnurpfeil (Federführung)

Layout und Gestaltung: Dr. Dieter Schnurpfeil

Druck: MERCO MTW / Druckerei & Werbung, Merseburg, Klobikauer Straße 1D

Umschlagbilder:

Vordere Umschlagtitelseite: Blick von Nordosten in den Technikpark des **Deutschen Chemie-Museums (DChM)** Merseburg auf das Gerüst mit der Ammoniak-Synthesekammer (1) und das Gebäude mit der Umlaufpumpe (2, siehe Lageplan, Foto: Martin Thoß)

Hintere Umschlagaußenseite_oben: Blick auf den Aufsteller an der Kreuzung Geusaer Straße/Rudolf-Bahro-Straße mit Hinweis auf das DChM (Foto: Martin Thoß) _unten: Lageplan des Technikparks des DChM (SCI)

Vordere Umschlaginnenseite: ©Fraunhofer-Institut für **Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen** (IMWS, Social-Media-Kanäle)

Hintere Umschlaginnenseite: das Bild ‚Wasserstoff‘ entstammt dem Buch **„Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente“** von Dr. Jürgen DUNKEL (erklärender Text von Dr. Dieter SCHNURPFEIL auf Seite 152, Mai 2016, ISBN 978-3-942703-5)

Das Quellenverzeichnis der Bilder der einzelnen Beiträge befindet sich auf Seite 151.

Redaktionsschluss: Juli 2021

ISBN: 978-3-948058-36-4

Grußwort

des Staats- und Kulturministers des Landes Sachsen-Anhalt

Rainer ROBRA

Liebe Leserinnen und Leser,

wir stehen am Beginn eines beispiellosen Strukturwandels der Energieversorgung. Der Klimaschutz erfordert eine drastische Reduktion der Treibhausgas-Emissionen. Dieser Prozess wird den Braunkohleregionen und der energieintensiven Chemieindustrie in Mitteldeutschland ebenfalls eine erneute tiefgreifende Veränderung abfordern. Die Landesregierung wird die Unternehmen dabei unterstützen und begleiten, die anstehenden Aufgaben zu meistern. Ein wichtiger Baustein dafür ist unsere neue Wasserstoffstrategie. Der Strukturwandel und die Entwicklung zu einer Wasserstoffregion sind zwei Seiten derselben Medaille. Der ‚grüne‘ Wasserstoff ist der zentrale Hoffnungsträger in diesem Prozess. Hier hat zwar das Binnenland einen gewissen Nachteil gegenüber Küstenregionen, weil Windstrom für die Elektrolyse bei uns nicht in diesem

Ausmaß zur Verfügung aufgrund der bereits bestmögliche Struktur aus Leitungsnetz, Anlagen zur Erzeugung dennoch hervorragende einer zukunftsweisenden Modellregion zu Entwicklung, Speicherung und Wasserstoff können umgesetzt werden.



steht. Sachsen-Anhalt hat stehenden Energieinfra-Kavernenspeichern und erneuerbarer Energien Voraussetzungen, sich zu CO₂-freien Wasserstoffckeln. Herstellung, Verteilung, Nutzung von ‚grünem‘ mit zeitnah und vor Ort

Wirtschaft und Wissenschaft haben die Zeichen der Zeit frühzeitig erkannt. Das Wasserstoffnetzwerk HYPOS fördert seit 2013 den Aufbau einer ‚grünen‘ Wasserstoffwirtschaft in Mitteldeutschland. Das zielstrebige Engagement der Unternehmen ist die Basis für das Gelingen des Wandels, wie die Beiträge in diesem Heft unterstreichen. Ein Beispiel sind die beiden Reallabore zur Erzeugung von ‚grünem‘ Wasserstoff in Leuna und Bad Lauchstädt. Ich danke den Unternehmen, die bei diesen oder anderen Projekten ins Risiko gehen, um die Wasserstofftechnologie zu

forcieren. Die neue Fraunhofer-Versuchsanlage in Leuna wird Wege zur Markttauglichkeit von ‚grünem‘ Wasserstoff aufzeigen.

Nun haben sich Total, Linde, VNG, Dow Olefinverbund, Opterra Zement und SKW Piesteritz zu einer Machbarkeitsuntersuchung der Treibhausgasminderung zusammengetan. Sie wollen Chancen der CO₂-Nutzung und der Kreislaufführung des Kohlenstoffs ausloten und ein CO₂-Pipelinesystem mit Zwischenspeichern konzipieren. Dieses vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Projekt ist in dieser Form bundesweit einmalig. Es ist deshalb so wichtig, weil die ‚grüne‘ Wasserstofftechnik durch die technologischen Möglichkeiten der Konditionierung und Nutzung der prozessbedingten CO₂-Emissionen ergänzt werden muss. Wir müssen eine zirkuläre Kohlenstoffwirtschaft anstreben, mit der Kunststoffabfälle, organische Reststoffe und Klärschlämme als Rohstoffe zur Erzeugung von Kunststoffen, Synthesekautschuk und ‚e-Fuels‘ genutzt werden.

Gelingt das, führen wir den länderübergreifenden Rohstoffverbund in eine erfolgreiche Zukunft. Dann kann sich Mitteldeutschland nicht nur zu einer Wasserstoffregion, sondern auch zu einer Modellregion für nachhaltige Chemie entwickeln. Wir sind in Mitteldeutschland erfahren darin, tiefgreifende Veränderungen zu gestalten. Ich bin überzeugt, dass wir auch diesen Wandel meistern.

Rainer ROBRA

Staats- und Kulturminister des Landes Sachsen-Anhalt

im Juni 2021

Strukturwandel der Rohstoffversorgung im mitteldeutschen Chemiesiedeldreieck

von Christoph Mühlhaus

Die Entwicklung der Chemieindustrie wird von einem stetigen Strukturwandel begleitet. Einerseits bewirken Verfügbarkeit und Kosten der Rohstoffe technologische Entwicklungen. Andererseits lösen die stets steigenden Anforderungen an Menge, Eigenschaften und Qualität der beispielhaften Hauptprodukte Kunststoffe und Synthesekautschuk Entwicklungen aus, die einen technologiebedingten Strukturwandel bewirken. Mit revolutionären Innovationen (Sprunginnovationen) können neue Märkte erschlossen werden.

Kohlenstoff und Wasserstoff - die Grundbausteine für die Großchemie

Kohlenstoff und Wasserstoff sind die wichtigsten Bausteine, die der organischen Chemie und damit der Chemieindustrie die Synthese der vielfältigsten Verbindungen ermöglichen. Die große Bindungsfähigkeit des Kohlenstoffatoms ermöglicht eine Vielzahl von unterschiedlichen Reaktionen mit anderen Elementen und Verbindungen. Während viele anorganische Stoffe durch Temperatureinfluss und Katalysatoren nicht verändert werden, finden organische Reaktionen oft bei Raumtemperatur oder leicht erhöhter Temperatur mit katalytischen Mengen an Reagenzien statt. Auch die Entstehung einer Vielzahl von Naturstoffen (Zucker, Fette, Proteine, Nukleinsäuren, pflanzliche und tierische Farbstoffe) und letztlich der gesamten bekannten Lebewesen basiert auf dieser Bindungsfähigkeit. Organische Moleküle enthalten als Elemente neben Kohlenstoff häufig Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Halogene. Die chemische Struktur und ihre funktionellen Gruppen sind die Grundlage für die Verschiedenartigkeit der Eigenschaften der Einzelmoleküle.

Die Entwicklungen der organischen Chemie hatten in den letzten 150 Jahren einen bedeutenden Einfluss auf die menschliche Gesundheit, die Ernährung, die Kleidung und die Vielfalt der verfügbaren Konsumgüter. Sie trugen in großem Maße zum Wohlstand der menschlichen Gesellschaft bei. Basis für alle wichtigen synthetischen Stoffe sind wenige Grundchemikalien. Sie werden in großen Chemieanlagen hergestellt, bisher ausgehend von Kohle, Erdöl oder Erdgas.

Bis zum zweiten Weltkrieg war in Deutschland nahezu ausschließlich die Kohle die Basis für die Grundchemikalien der organischen Chemie. Aus der Kohle konnten Benzol, Toluol und Xylol (Bausteine für organische Farbstoffe) gewonnen werden. Mit

einem elektrischen Lichtbogen kann aus Kohle und Kalk das Calciumcarbid gewonnen werden (großtechnisch seit 1915). Calciumcarbid lässt sich in Acetylen umwandeln und bildete damals das Ausgangsprodukt für Acetaldehyd, Essigsäure, Aceton, Butylenglycol, Butadien, Acrylsäure und Acrylnitril (u.a. nach Verfahren von Walter REPPE, Reppe-Chemie). Aus Kohle ließ sich auch Methanol (Synthese nach Matthias PIER) und Dieselöl (nach Friedrich BERGIUS) gewinnen.

Nach dem zweiten Weltkrieg wurden viele Grundchemikalien noch aus Kohle hergestellt. In den westlichen Industriestaaten wurden die Verfahren durch modernere auf Basis von Erdöl ersetzt. In der DDR erfolgte diese Umstellung erst in den 1960/70er Jahren und auch nur teilweise, da unter dem Gesichtspunkt einer Autarkie die im Land verfügbare Braunkohle bevorzugter Rohstoff war.

Die Investitionskosten für Anlagen der Petrochemie sind beträchtlich. Früher wurden die chemischen Rohstoffe in die Industrieländer transportiert und dort zu Grundchemikalien umgewandelt. Noch in den 1980er Jahren waren die USA, Japan und die Bundesrepublik Deutschland die wichtigsten Chemieländer mit mehr als 50 % der Weltproduktion an organischen Grundstoffen. Im Zuge der weltweiten Verflechtungen und aus ökonomischen Gründen wurden zunehmend Anlagen in den Rohstoffländern von Erdöl und Erdgas errichtet. Sehr wichtige Grundchemikalien sind (Mengenangaben in Kilotonnen pro Jahr (kt/a) für die 27 Länder der Europäischen Union, incl. Norwegen in 2019) [1]:

- Ethen (Ethylen, Kapazität: 23.468 kt/a, Produktion 18.475 kt/a)
- Propen (Propylen, Kapazität 17.896 kt/a, Produktion 13.312 kt/a)
- Butadien (Produktion 2.300 kt/a)
- Benzen (Benzol, Kapazität 9.529 kt/a, Produktion 6.194 kt/a).

Aus diesen Grundchemikalien wird eine Vielzahl wichtiger organischer Grundstoffe hergestellt, die den Kunden als Chemiefasern, Kunststoffe, Farben, Kautschuke, Lösemittel, Tenside, Leime u.v.a. erreichen.

Spezialprodukte sind organische Stoffe, die im Vergleich zu den genannten Industrieprodukten in deutlich geringerer Menge produziert werden. Vorteilhaft ist, dass der Verkaufspreis in geringerer Weise von den Rohstoffkosten abhängig ist. Zu dieser Gruppe gehören beispielsweise Arzneimittel, Diagnostika und Desinfektionsmittel, Aromen und Duftstoffe, Enzyme, Lacke, Klebstoffe und Waschmittel, Ionenaustauscherharze, Herbizide und Pflanzenschutzmittel.

Bis dahin gelangten Kohlenstoff und Wasserstoff aus den fossilen Rohstoffen Kohle, Erdöl oder Erdgas in die chemischen Verbindungen. In überwiegendem Maße werden jedoch die fossilen Materialien Kohle, Erdöl oder Erdgas vorzugsweise für die Energieversorgung eingesetzt, so dass man sie auch als ‚fossile Energieträger‘ bezeichnet. Sie sind nach gängiger Lehrmeinung in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden.

Fossile Energieträger basieren auf dem Kohlenstoffkreislauf der geologischen Vergangenheit und ermöglichen damit, die gespeicherte Sonnenenergie vergangener Zeiten heute zu verwerten. Die technische Erschließung von fossilen Brennstoffen (zunächst fast ausschließlich Kohle), ermöglichte die industrielle Revolution und das kontinuierliche Wirtschaftswachstum seit dieser Zeit.

Der Energiegehalt der aufgeführten fossilen Brennstoffe basiert zu wesentlichen Teilen auf ihrem Kohlenstoffgehalt. Bei der Verbrennung mit Sauerstoff werden Energie (in Form von Wärme) und Oxide freigesetzt, darunter immer das Kohlenstoffdioxid (CO_2). Daher ist die Verbrennung fossiler Energieträger sowohl lokal als auch global in hohem Maße umweltbelastend. Fossile Energieträger sind die Hauptquelle von menschengemachten Treibhausgasemissionen und damit eine der Ursachen der globalen Erwärmung.

Aktuell steht die Herausforderung der drastischen Reduzierung dieser CO_2 -Emissionen. Zuerst ist man bestrebt, die energetische Nutzung der fossilen Energieträger zur Stromerzeugung durch den Kohleausstieg zu reduzieren und den erneuerbaren Strom auf Basis Wind und Sonne verstärkt zum Einsatz zu bringen. Dann stehen jedoch die anderen fossilen Nutzungen, die mit CO_2 -Emissionen verbunden sind, ebenfalls auf der Agenda. Für die Chemieindustrie bedingt das einen einschneidenden Strukturwandel weg von der linearen Nutzung des Kohlenstoffs hin zu einer Kreislaufwirtschaft des Kohlenstoffs, die gar keine oder wenig CO_2 -Emissionen verursacht. Eine ‚**Dekarbonisierung**‘ der Chemieindustrie kann es gar nicht geben, weil der Kohlenstoff beim Aufbau der für das Leben notwendigen organischen Verbindungen unverzichtbar ist. Der richtige und wissenschaftlich exakte Begriff zur Beschreibung des Strukturwandels, bei dem zunehmend Biomassen und Abfälle als Rohstoff eingesetzt werden sollen, lautet deshalb ‚**Defossilisierung**‘.

Die Historie der Industrialisierung im mitteldeutschen Revier

Die Bodenschätze Braunkohle und Salz waren die Grundlage der frühen Industrialisierung im mitteldeutschen Revier. Die eozäne, bitumenreiche Braunkohle mit ihrem hohen Gehalt an Kohlenwasserstoffen wurde bereits in der frühen Phase der Industrialisierung des 19. Jahrhunderts (Jh.) in den Schwelereien des Zeitz-Weißensefelder Reviers stoffwirtschaftlich genutzt. Die noch heute von der Firma Romonta im Oberröblinger Revier betriebene Extraktion der Montanwachse ist eine spezielle, hochwertige Nutzung der Braunkohle und hat eine Tradition von mehr als 100 Jahren.

Der mit der Braunkohle erzeugte Strom war Basis für die Konzentration von Elektrolysen und elektrothermischen Prozessen im Raum Bitterfeld. Vor mehr als 100 Jahren erfolgte dann mit dem Aufbau des Leuna-Werkes durch die BASF (eine Zusammenstellung der verwendeten Abkürzungen und Dimensionen befindet sich auf den Seiten 52-54) eine einzigartige Konzentration der Großchemie mit der Ammoniak- und später der Methanolsynthese auf Basis der Braunkohle aus den benachbarten Tagebauen im Geiseltal.

Die IG Farben und andere Konzerne konzentrierten zwischen dem ersten und zweiten Weltkrieg aus strategischen Gründen die deutsche Großchemie mit den Produktionen von Kraftstoffen, Synthetikgummi, Kunststoffen, Leichtmetallen, Kunstfasern und Düngern in Mitteldeutschland. Im mitteldeutschen Revier wurden die Chemiewerke in Böhlen, Zeitz, Leuna, Schkopau, Lützenkendorf, Bitterfeld, Wolfen, Bernburg, Staßfurt und Piesteritz zu Standorten mit den größten und modernsten Chemieanlagen der damaligen Epoche. Industriekraftwerke lieferten die Prozesswärme und den Strom. Ein Pipelinesystem für Industriegase verband die wichtigsten Standorte miteinander. Bahntrassen zu den benachbarten Tagebauen sicherten die Versorgung mit Braunkohle. Stromtrassen aus dem Lausitzer Revier lieferten zusätzlichen Strom für diese einzigartige Konzentration von Elektrolysen zur Gewinnung von Chlor und Leichtmetallen sowie der elektrothermischen Prozesse für die Carbid- und Phosphorchemie. Aus allen Teilen Deutschlands erfolgte ein Zuzug von Arbeitskräften, der durch den Bau von Werksiedlungen aktiv gefördert und gestaltet wurde. Diese Verbundenheit der Chemieindustrie mit den Kraftwerken und den Braunkohlerevieren ist die Basis der auch heute noch gegebenen einzigartigen Industrieakzeptanz der Bevölkerung Mitteldeutschlands, bei der Generationen neben den Werken lebten, in denen sie arbeiteten. Die Phase der Kohlechemie wird nach heutigem Verständnis als **„Chemie 1.0“** bezeichnet.

Nach dem zweiten Weltkrieg erfolgte in den fortgeschrittenen Industrieländern der Übergang zur Petrochemie, nach heutigem Verständnis als ‚**Chemie 2.0**‘ bezeichnet, mit der Rohstoffbasis Öl und Gas. Unter den planwirtschaftlichen Bedingungen der DDR erfolgte dieser Strukturwandel nur teilweise. Mit dem Chemieprogramm und weiteren Investitionen stellte damals die Braunkohle etwa 50 % der Rohstoffbasis des mitteldeutschen Chemiedreiecks.

Der Strukturbruch mit der Privatisierung nach 1990

Mit der Wiedervereinigung ergab sich ein Strukturbruch, da die veralteten Anlagen zum großen Teil nicht saniert und privatisiert werden konnten. Die Energiewirtschaft stand vor der Herausforderung, dass bis 1996 die Grenzwerte des **Bundes-Immissionsschutzgesetzes** (BImSchG) einzuhalten waren. Neue Braunkohlekraftwerke an den Chemiestandorten Schkopau und Böhlen/Lippendorf waren eine Grundvoraussetzung zur Gewährleistung einer wirtschaftlichen Versorgung mit Strom und Wärme. 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, da die Privatisierung unter Regie der Treuhandanstalt vorrangig auf den Erhalt der Hauptstandorte mit einer Basischemie orientierte. Der Neubau einer Raffinerie am Standort Leuna und die Privatisierung des Olefinverbundes mit Böhlen, Schkopau und einem Werksteil in Leuna waren Ankerpunkte des Rohstoffverbundes auf Basis Erdöl und Erdgas. Es war eine politische Entscheidung, die Chemieindustrie und die Großstandorte Böhlen, Zeitz, Leuna, Schkopau, Bitterfeld/Wolfen und Piesteritz zu erhalten. Mit ökologischen Großprojekten wurden Altlasten beseitigt. Zwischen 1991 und 2015 wurden mit politischer Unterstützung und besonderer Förderung insgesamt 9,8 Milliarden (Mrd.) Euro (€) in Sachanlagen der Chemiestandorte investiert.

Seit 1990 erlebte die Region binnen fünf Jahren einen dramatischen Strukturbruch. Damit leistete sie jedoch auch einen substanziellen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen in Europa, darunter allein mit der Reduktion energiebedingter CO₂-Emissionen um 50%. Es gab aber auch Arbeitsplatzverluste im Umfang der Einwohnerzahl der Großstadt Halle. Einige Landkreise der Region befinden sich seitdem regelmäßig am unteren Ende bundesdeutscher Rankings.

Gleichzeitig gab es einen Modernisierungsschub. In den 1990er Jahren waren Kraftwerksneubauten in Lippendorf, Schkopau und Wühlitz, Tagebauertüchtigungen in

Profen und Schleenhain sowie die Modernisierungsbemühungen der Romonta kennzeichnend für die Entwicklung in den Braunkohleunternehmen. Zwischen 1991 und 2015 wurden mit politischer Unterstützung und besonderer Förderung Investitionen in Milliardenhöhe in Sachanlagen der Braunkohle- und Chemiestandorte investiert. Vor diesem Hintergrund und im Ergebnis von Privatisierung und Restrukturierung entwickelte sich die chemische Industrie und Kunststoffverarbeitung zu einer innovativen Leitindustrie in Mitteldeutschland mit ca. 30.000 Arbeitsplätzen.

Heute existiert eine große Anzahl von hochwertigen und organisierten Industriearbeitsplätzen im Bergbau, der Energiewirtschaft und der chemischen Industrie sowie der mittelbar verbundenen Arbeitsplätze in der Ernährungswirtschaft rund um Zeitz.

Die Kraftwerksstandorte in der Region sind strukturell mit der energieintensiven chemischen Industrie verbunden. Es besteht eine ressourcenschonende industrielle und regionale Symbiose, für die ein hohes Maß an Versorgungssicherheit notwendig ist. Desweiteren sorgen die Kraftwerke samt integrierter Kraft-Wärmekopplung für eine stabile Wärmeversorgung.

Im Ergebnis der Privatisierung ergab sich im mitteldeutschen Revier ein petrochemischer Rohstoffverbund mit nur einer Raffinerie und einer Methanolanlage in Leuna und einem Cracker in Böhlen sowie einer Ammoniak- und Düngerfabrikation in Piesteritz, aber auch einer Vielzahl von kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) an den Chemiestandorten. Dominierend blieb jedoch die Basischemie. Die Braunkohle gewährleistet weiter günstige Strompreise und liefert einen Teil der Prozesswärme. Nach mehr als einem Jahrzehnt ist eine stabile wirtschaftliche Aufstellung der Chemiestandorte mit einer Infrastruktur erreicht, die mehr leisten könnte.

Die Motivation der Unternehmen im mitteldeutschen Chemiedreieck für einen Strukturwandel

Bemerkenswertes Ergebnis der Privatisierung war die Dominanz produzierender Unternehmen, bei denen Forschung und Entwicklung in den Konzernzentralen konzentriert blieb. Die KMU sind in den Chemieparcs in den Rohstoffverbund integriert und damit auf die Infrastruktur mit Ver- und Entsorgung angewiesen, die von den großen ‚Playern‘ bereitgestellt wird.

Der Ausstieg aus der Nutzung von Braunkohle als Rohstoff wurde 1990 von den Chemieunternehmen der großen Standorte mit einem Strukturbruch sehr schnell und technologisch kompetent vollzogen. Damit wurde eine Kompetenz erarbeitet, die gute

Voraussetzungen für den nächsten Strukturwandel mit Wasserstofftechnik und Kohlenstoffkreislauf bietet. Dieses gesamte Wertschöpfungssystem steht mit dem klimapolitisch bedingten Ausstieg aus der Nutzung fossiler Ressourcen wie Braunkohle, Erdöl und Erdgas vor einer neuen historischen Herausforderung. Die Notwendigkeit der Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien und der Rohstoffbasis auf ‚grünen‘ Wasserstoff, nachwachsende Rohstoffe und Rezyklate trifft auf eine Industrie, die sich ohnehin bereits im intensiven internationalen Wettbewerb behaupten muss. Eine nachhaltige Entsorgung des unvermeidbaren CO₂ wäre eine weitere Option. Aus dieser Konstellation ergibt sich jedoch auch das große ökonomische Risiko, dass zukünftige Investitionen nicht in Mitteldeutschland, sondern in anderen Regionen der Welt getätigt werden.

Innovative Voraussetzungen für den kommenden Strukturwandel

Bemerkenswertes Ergebnis der Privatisierung war die Dominanz produzierender Unternehmen, bei denen Forschung und Entwicklung in den Konzernzentralen konzentriert blieb. Die KMU in den Chemieparks sind in den Rohstoffverbund integriert und damit auf diesen angewiesen. 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. € und 78.000 Arbeitsplätzen (ohne Pharmazie).

Als ‚Knowledge-sites‘ (eine Zusammenstellung der verwendeten Fremdworte befindet sich auf der Seite 93) verfügen die Chemiestandorte über innovative Kompetenz durch die Ansiedlung von Fraunhofer Prozesszentren und Spezialfirmen des Anlagen- und Apparatebaus. Die Fraunhofer-Gesellschaft mit ihren Zentren und Demonstrationsanlagen an den mitteldeutschen Chemiestandorten ist ein gefragter Partner, der genau das strukturelle Defizit der Industrieforschung ausgleicht.

Aus der grundlegenden Veränderung des Wertschöpfungssystems ergeben sich auf der anderen Seite relevante ökonomische Chancen für die Region: Gelingt es, innovative Verfahrenstechnik und nachhaltige Prozesse zur Marktreife zu entwickeln und in die Wertschöpfungsketten zu integrieren, dann kann sich Mitteldeutschland zu einer Modellregion für nachhaltige Chemie entwickeln. Eine solche Region umfasst inhaltlich die gesamte Wertschöpfung von der Ressourcenversorgung einer Kohlenstoffkreislaufwirtschaft (‚grüner‘ Wasserstoff, ‚Smart Agriculture Bioeconomy‘), über die Energieversorgung (erneuerbarer Strom, nachhaltige Wärme), moderne Speicher und Prozesse bis zur Mobilität (Elektroenergie, Wasserstoff, synthetische Kraftstoffe).

Die Voraussetzungen für Mitteldeutschland, zentraler Standort und weltweiter Vorreiter für eine integrierte ‚grüne‘ Chemieindustrie zu werden, sind sehr gut. Bereits heute bestehen sehr günstige infrastrukturelle Bedingungen. Die regionalen Stoffverbände können zukünftig zu nachhaltigen industriellen Symbiosen weiterentwickelt werden. Die Unternehmen der Region kooperieren intensiv mit den Hochschulen der Region. Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt an den Chemiestandorten Anwendungszentren und Pilotanlagen. Gemeinsam mit den industriellen Netzwerken der Region könnte hieraus ein ‚Innovationsökosystem‘ entstehen, das es erlaubt, auch technologieintensive Gründungen zu befördern.

Der Strukturwandel zur nachhaltigen Chemieindustrie der Zukunft wird als ‚**Chemie 4.0**‘ bezeichnet. Die Anforderungen des Klimaschutzes bedingen eine drastische Reduktion der CO₂-Emissionen. Kohlenstoff ist und bleibt für die Chemieindustrie unverzichtbar. Mit der schrittweisen Substitution der fossilen Rohstoffe Erdöl und Erdgas gilt es, mit einem technologieorientierten Strukturwandel eine zirkuläre Wirtschaft des Kohlenstoffs zu entwickeln, mit der Kunststoffabfälle und organische Reststoffe als Rohstoffe zur Erzeugung von Kunststoffen, Synthetikgummi und ‚e-Fuels‘ (mittels Elektrizität hergestellte Brennstoffe) genutzt werden.

Damit wird beispielgebend eine Lösung des Abfallproblems aufgezeigt und die weitere Umweltverschmutzung der Böden und besonders der Flusssysteme und Meere wird unterbunden, denn Exporte von Kunststoffabfällen in die Dritte Welt sind nicht mehr zulässig. Die strombasierte Wasserstofftechnik wird künftig die Schlüsseltechnologie der CO₂-Vermeidung.

Politische Herausforderungen des Strukturwandels

- Deutschland muss zeigen, dass die Energiewende mit und nicht ohne eine energieintensive Industrie gestaltet werden kann.
- Deutschland muss Wege finden, die einseitige Rohstoffabhängigkeit von Erdöl und Erdgas zu überwinden.
- Deutschland muss das Potenzial der Abfälle und der nachwachsenden Rohstoffe technologisch und wirtschaftlich besser nutzen.

Das mitteldeutsche Revier der deutschen Chemieindustrie bietet beste Voraussetzungen, diesen Herausforderungen zu entsprechen.

Quelle: [1] [www.Facts & Figures - Petrochemicals Europe - Petrochemicals Europe \(petrochemistry.eu\)](http://www.Facts & Figures - Petrochemicals Europe - Petrochemicals Europe (petrochemistry.eu))

Autorenvorstellung



Christoph MÜHLHAUS

- 9.3.1942 in Halle/Saale geboren,
 1948-60 Schulausbildung in Halle (Abitur),
 1960-66 Studium der Verfahrenstechnik an der TH Leuna-Merseburg (Diplom-Ingenieur),
 1966-89 Tätigkeit als Verfahrenstechniker im Bereich Forschung des Kombines VEB Chemische Werke Buna mit den Tätigkeitsfeldern Verfahrensentwicklung und Bau von Pilotanlagen als Konstrukteur in der Projektierungsabteilung, Berechnungsingenieur, Gruppenleiter in der Forschung, Aufbau einer verfahrenstechnischen Berechnungsgruppe, Bau und Betreiben von Versuchsanlagen,
 1977 Nationalpreis Wissenschaft und Technik der DDR für die Mitwirkung an einer Verfahrensentwicklung der Schmelzpolykondensation,
 1976-89 Projektleiter von Verfahrensentwicklungen, dabei auch Vorbereitung und Betreiben von Versuchsanlagen in Novaky (Propenoxidation) und Moskau (thermoplastische Polyester),
 1988 Promotion zum Dr.-Ing. an der Akademie der Wissenschaften, Teltow-Seehof/Berlin (,Technologie und Modellierung einer Schmelzpolykondensation‘),
 1990-2009 Tätigkeit im Management der Buna AG/GmbH, der Buna Sow Leuna Olefinverbund GmbH und der Dow Olefinverbund GmbH bei den unterschiedlichen gesellschaftsrechtlichen Konstellationen als Vorstand, Geschäftsführer oder Generalbevollmächtigter,
 seit 2003 Sprecher des Clusters Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland,
 seit 2009 im Ruhestand (weiter Sprecher des Clusters Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland),
 26.4.2017 Bundesverdienstkreuz am Bande der Bundesrepublik Deutschland
 aktuell im Ehrenamt: Sprecher des Clusters Chemie/ Kunststoffe Mitteldeutschland, Sprecher des Kooperationsnetzwerkes Chemie⁺ des Landes Sachsen-Anhalt, Kurator des Fraunhofer Institutes für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen Halle, Vorsitzender des Beirates des Fraunhofer Leistungszentrums Chemie- und Biosystemtechnik Halle-Leipzig, Vorstand HYPOS e.V.
 seit 1.1.1996 Mitglied des SCI.

Strombasierter Wasserstoff als Chance für Mitteldeutschland

von Christoph Mühlhaus

Wasserstoff als Rohstoff im mitteldeutschen Chemiedreieck

Wasserstoff (chemisches Symbol: H₂) ist seit vielen Jahrzehnten Rohstoff im mitteldeutschen Chemiedreieck. Die Herstellung von Dünger, Methanol und Kraftstoffen sowie die zahlreichen Hydrierprozesse ergaben einen großen Bedarf, der im vorigen Jahrhundert zunächst vorrangig durch die Vergasung von Kohle gedeckt worden ist. Zusätzlich fiel Wasserstoff bei den Chloralkalielektrolysen als ein wesentliches Nebenprodukt an. Die IG Farben (eine Zusammenstellung der in den Beiträgen verwendeten Abkürzungen befindet sich auf den Seiten 52-54) bauten ein Pipelinesystem, das die Standorte Leuna, Schkopau, Bitterfeld, Wolfen und Rodleben (bei Dessau) miteinander verband.

Mit dem schrittweisen Übergang zur Petrochemie erhöhte sich der Wasserstoffbedarf durch die notwendigen Hydrierprozesse insbesondere bei der Kraftstoffherstellung. Erdgas und Erdölrückstände wurden zu Rohstoffen für den Prozess des ‚Steamreforming‘ (Dampfreformierung, eine Zusammenstellung der in den Beiträgen verwendeten Fremdworte befindet sich auf Seite 93), mit dem nunmehr der Wasserstoff bedarfsgerecht erzeugt werden konnte. Aktuell sind es bei uns beachtliche 100.000 Nm³/h Wasserstoff für den Bedarf der Petrochemie und eine ähnliche Größenordnung für die Raffinerietechnik. Das heutige Pipelinesystem wird vom Gasezentrum der Linde AG in Leuna gesteuert. Mit weiteren Leitungen der Dow Olefinverbund GmbH (kurz: Olefinverbund) sind auch die Standorte Zeitz und Böhlen angeschlossen.

Bereits im Jahr 2004 gab es erste Überlegungen, mit Wasserelektrolysen zusätzlichen Wasserstoff strombasiert herzustellen. Spannend war eine interne Beratung der ‚The Dow Chemical Company‘ (kurz: Dow) mit der Überlegung, ob wir in diese Wasserstoff-Technologie einsteigen sollten. Der Olefinverbund war ja gleichzeitig Produzent und Verbraucher. Es gab Interessenten, die den Pipelineverbund ausbauen wollten und dabei nach Speichermöglichkeiten suchten, die mit den Kavernen in Teutschenthal bereits vorhanden waren.

Im Dezember 2004 hatte ich in meiner Dow-Funktion für den Bereich ‚governmental relations‘ den neuen Deutschland-Gase-Chef der Linde AG (kurz: Linde) zu Besuch in

Schkopau. Er hatte eine kleine Rundreise in Mitteldeutschland gemacht und der hiesige Linde-Chef aus Leuna, Dr. Joachim PRETZ, zeigte ihm die wichtigsten Standorte. Linde's Geschäftspolitik bezüglich des Wasserstoffs war noch recht unübersichtlich. Sie wollten stärker einsteigen und überlegten die strombasierte Erzeugung. Sie betreiben ein Pipelinetz, von dem wesentliche Teile dem Olefinverbund gehören, der seinen H₂-Überschuss in das System einspeist. Es wurde auch überlegt, ob in Zukunft ein breiter Einsatz für Fahrzeuge und Gebäudeheizungen denkbar wäre. Das würde aber erst dann funktionieren, wenn man eine alternative und wirtschaftliche Herstellung anbieten könnte. Nach meinen damaligen Einschätzungen würde das strombasiert wohl kaum ohne Kernenergie erreichbar gewesen sein. Trotzdem offerierten wir unsere Kavernen und wussten, dass es in Mitteldeutschland ohne unsere Pipelines gar nicht machbar wäre. Wirtschaftliche Abwägungen zeigten aber, dass zu diesem Zeitpunkt keine Chance der Umsetzung gegeben war. Der Strom war im Verhältnis zum Erdgas einfach zu teuer.

Die Energiewende eröffnete die Chance für eine strombasierte Wasserstofftechnik

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2000 wurde die Energiewende eingeleitet. Es erfolgte ein rasanter und geförderter Ausbau der erneuerbaren Energien. Erneuerbarer Strom stand nun mehr und mehr zur Verfügung, in Abhängigkeit von Sonne und Wind nur ‚fluktuierend‘ (fluktuierende erneuerbare Energien sind Sonnenenergie oder Windenergie, deren Dargebot schwankt, also Fluktuationen unterworfen ist). Es fehlten allerdings wirtschaftlich darstellbare Stromspeicher, um das Angebot aufzunehmen und dann bei Bedarf in der sogenannten ‚Dunkelflaute‘ (begrifflich insbesondere bezogen auf die Photovoltaik, aber auch genutzt für Windflauten) nutzen zu können. Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff (power-to-H₂) bot eine Möglichkeit, weil Wasserstoff unter Druck in großen Mengen speicherbar ist. Allerdings hatten wir als das Cluster Chemie/Kunststoffe in Mitteldeutschland (kurz: Cluster, s.a. Kasten auf Seite 105) immer das Wissen, dass Wasserstoff als Rohstoff sehr wertvoll ist. Eine Rückverstromung würde technologisch möglich sein, sich aber nicht rechnen. Wir plädierten daher für eine ‚virtuelle‘ (verborgene Möglichkeit/Existenz) Speicherung. Das bei der Substitution eingesparte Erdgas wäre zu einem beliebigen Zeitpunkt für die Stromerzeugung nutzbar. Die Chemieindustrie könnte damit die CO₂-Emissionen beträchtlich senken. Bei den genannten 100.000 Nm³/h im mitteldeutschen Chemiedreieck wäre das eine CO₂-Reduktion von 700.000 t/a.

Mit meinem Impulsvortrag ‚Clusterbildung – Notwendigkeit und Chancen für die Wirtschaft‘ bei der 5. Tagung ‚Anlagenbau der Zukunft‘ am 6. März 2008 in Magdeburg habe ich erstmalig in der Öffentlichkeit und in Anwesenheit von Sachsen-Anhalts Ministerpräsident (MP) Dr. Reiner HASELOFF zu den Chancen einer Wasserstoffinitiative vorgetragen. In Abstimmung mit Linde wurden die Synergien dieser Wasserstoffinitiative durch die Einordnung in die vorhandene Infrastruktur mit dem Bedarf der Chemiestandorte, dem vorhandenen Pipelinesystem sowie der Kavernenspeicherung erläutert. Es wurde dabei auch bereits auf die Nutzungsmöglichkeiten für den Verkehr hingewiesen (H_2 -Verbrennungsmotoren für Wasserstoffbusse und Schiffe).

Im September 2011 hatte ich in meiner Clusterfunktion ein Treffen zu moderieren, bei dem das Thema ‚Stoffwirtschaftliche CO_2 -Nutzung durch erneuerbaren Strom‘ behandelt wurde. Wir wollten den Standort ermitteln, der für eine Demonstrations- (kurz: Demo)-anlage am besten geeignet wäre. Gastgeber der Veranstaltung war die Total Raffinerie Mitteldeutschland (kurz: Total) in Leuna.

Im März 2012 war ich in Leipzig bei der Verbundnetz Gas AG (VNG), die ihre Speichermöglichkeiten (Kavernen) künftig ebenfalls für Wasserstoff und Methan anbieten wollte. Diese Gase wären dann aus erneuerbarem Strom zu erzeugen. Es war fast ein Fachgespräch, weil ich früher auch für die Kavernen und Leitungen des Olefinverbundes mit zuständig war. Die VNG nutzte unter anderem die gleichen geologischen Salzstöcke, die in großer Ausdehnung im Raum Bad Lauchstädt/Teutschenthal vorhanden sind. VNG war immer Nachbar unserer Bergwerkstätigkeit. Jetzt war es sogar so, dass VNG neue Kavernen aussolte und die Sole an den Olefinverbund verkaufte, obwohl der Dow Olefinverbund dort bereits genügend eigene Solkavernen und Speichermöglichkeiten hatte. Es war ein interessantes Gespräch, wobei ich mir die Wirtschaftlichkeit dieser VNG-Projekte nicht so recht vorstellen konnte. CO_2 -Emissionen und Energie müssten dann noch viel teurer werden. Ich zweifelte damals, ob Deutschland diese Rahmenbedingungen tatsächlich gestalten könnte.

Am 20. Juli 2012 besuchten der damalige Bundesumweltminister Dr. Peter ALTMAIER und MP Dr. Reiner HASELOFF das Fraunhofer Pilotanlagenzentrum in Schkopau. Es war dort neben den offiziellen Auftritten eine Gesprächsrunde im kleinen Kreis vorgesehen. Prof. Dr. Ralf WEHRSPHON von der Fraunhofer-Gesellschaft (kurz: Fraunhofer) und ich erläuterten den beiden Politikern an einer Karte die Möglichkeit, das mitteldeutsche Wasserstoff-Pipelinennetz zusätzlich für ‚grünen‘ (durch erneuerbare Energien erzeugten) Wasserstoff zu nutzen. Dazu war jedoch die Entwicklung von Elektrolysen und Elektrolyseuren erforderlich. Ich hatte mit der Ankündigung dieser

hochkarätigen politischen Gesprächsrunde Linde zum schnellen Nachdenken und Entscheiden veranlasst. Unmittelbar vor dem Gespräch kam die Mitteilung von Linde, dass sie das Projekt unterstützen würden. Bundesminister (BM) Peter ALTMAIER war auf die Thematik nicht vorbereitet, aber sehr interessiert. Er hatte spontan eine Reihe berechtigter Fragen nach Mengen und Kosten sowie Entwicklungsaufwand. Dann bedauerte er, dass sein Ministerium eine solche Entwicklung nicht fördern könne, empfahl jedoch den direkten Kontakt zur damaligen Bundesforschungsministerin Annette SCHAVAN. Viele Jahre später, am 21. Januar 2020, hielt Peter ALTMAIER in seiner Funktion als Bundeswirtschaftsminister die Festrede beim Neujahrsempfang der gewerblichen Wirtschaft in der gut gefüllten Händelhalle in der Saalestadt Halle. Er sprach uns Mut zu, die Herausforderungen des Strukturwandels der Industrie im mitteleuropäischen Chemiedreieck als Chance für innovative Lösungen zu begreifen. Es war mir eine große Freude, dass er an MP Reiner HASELOFF gewandt an seinen Besuch im Jahr 2012 an einem Chemiestandort (es war mein Schkopau) und das Gespräch über Windkraft und innovative Entwicklungen für Wasserstoff erinnerte.

Dann war ich wegen des Wasserstoffprojektes bei dem Institut für Energetik in Leipzig, das im Auftrag der Wirtschaftsinitiative für Mitteldeutschland (eine Vorgängerorganisation der heutigen Europäischen Metropolregion Mitteldeutschland) die Nutzung des fluktuierend verfügbaren erneuerbaren Stromes zur Wasserstoffherstellung wirtschaftlich bewertete. Daraus haben sich mit den hohen Investitionskosten letztlich die Kosten des ‚grünen‘ Wasserstoffs ergeben.

Im August 2012 hatte ich eine spannende Auseinandersetzung wegen des angedachten Wasserstoffprojekts. Es war ein Wettbewerber angetreten: die Verbundnetz Gas AG, die unter Nutzung unserer Ideen einen eigenständigen Antrag stellen wollte. Mir wurde dieser Antrag zugespielt, so dass ich Argumente zu den Vor- und Nachteilen geben konnte. Die Staatskanzlei hat mir dann noch Unterlagen übermittelt, dass BM Annette SCHAVAN am 22. August 2012 zusammen mit MP Reiner HASELOFF und dem damaligen sächsischen MP Stanislaw TILLICH in Dresden die neuen Fördermöglichkeiten unter dem BMBF-Programm ‚Zwanzig20-Partnerschaft für Innovation‘ verkünden konnte. Es waren 450 Mio. € für eine neue Ostförderung von 2013 bis 2019 vorgesehen. Da ich die Unterlage schon kannte, fiel es leicht, mit Linde das Projekt so zu strukturieren, dass es genau unter diesen Schirm passte. Wir waren erfolgreich und konnten 45 Mio. € Förderung erhalten, wobei die Industriepartner aber den gleichen oder einen höheren Betrag stemmen mussten.

Nach einem weiteren Grundsatzgespräch mit Linde habe ich dem MP Reiner HASELOFF nochmals unsere Vorschläge zum Projekt übermittelt, damit er dies mit BM Annette SCHAVAN besprechen konnte. Weiter bereitete ich eine Gesprächsrunde zur Energiepolitik mit wichtigen Unternehmen (Total, Linde, InfraLeuna, Dow, Solvay usw.) vor, die wir mit dem Ministerium führen sollten, um MP Dr. Reiner HASELOFF für die Ministerpräsidentenrunde mit dem Bund zur Energiewende vorzubereiten.

In der Folgewoche war dann in Leipzig eine Projektkoordination mit Sachsen und die Woche darauf ein Gespräch mit Linde im Wirtschaftsministerium Sachsen-Anhalt angesetzt, zu dem ich mich habe dazu laden lassen.

Im September 2012 hatte ich den energiepolitischen Dialog der Landesregierung mit Unternehmern der chemischen Industrie in Leuna zu moderieren. Das habe ich recht detailliert vorbereitet, weil dies der Auftakt einer ganzen Folge von wichtigen Gesprächen werden sollte. Die Firmen waren sehr offensiv und haben an Zahlen und Beispielen gezeigt, wie z.B. die Chloralkali-Elektrolysen um ihre Wirtschaftlichkeit ringen. Ich hatte vorgeschlagen, dass wir bei der Anhörung zum Energiekonzept des Landes antreten und die Bedrohung der energieintensiven Industrie dort dokumentieren. Da trat dann aber volle Zurückhaltung ein, weil jeder in seinem Konzern (Dow, Akzo, Solvay, Total) das Problem hatte, dass nicht mit Stilllegung gedroht werden durfte und die Konzerne sich Entscheidungen im Wettbewerb der Standorte allein vorbehalten wollten. Die regionalen Fürsten durften zwar im Hinterzimmer darüber reden, aber nicht öffentlich. Die Politik forderte wiederum, dass Gesicht gezeigt würde, weil die Diskussion über die Strompreise eine gewaltige Dimension bekommen hatte.

Mehr und mehr wurde politisch gefordert, die Entlastung der energieintensiven Industrie zu überprüfen. Der Kompromiss sah so aus, dass das Cluster stellvertretend ein Positionspapier erstellte (dabei wurden die Zahlen relativiert: Prozentangaben statt absoluter Beträge). Wir sollten deutlich machen, wie erfolgreich sich hier diese Leitindustrie entwickelt hatte und dass dies nun durch die Energiewende gefährdet sei. Wir konnten auch auf die besonderen Belastungen des Ostens hinweisen (höhere Netzkosten bei Strom und insbesondere bei Gas, andere Industriestruktur usw.). Dies war dem **Verband der Chemischen Industrie (VCI)** nicht möglich, weil er gesamtdeutsch und damit vor allem westdeutsch agieren musste. Der VCI-Vertreter hatte das in der Runde ganz offen so gesagt. Er bat aber das Cluster, solche Positionen dennoch aufzugreifen, weil wir regional agieren konnten. Ich benötigte allerdings weiteren ‚Input‘ (Zuarbeit, eingesetzte Mittel) von den Unternehmen, weil die Politik intern die Daten hinterfragen würde.

Eine Tagung im Oktober 2012 in Cottbus war inhaltlich richtig spannend. Am Rande konnte ich Gespräche führen, aus denen hervorging, dass die einen bei unserem Wasserstoffprojekt mitmachen wollten und andere fragten, wie die Kohlechemie jetzt mit neuen Partnern zu organisieren wäre. Vattenfall war sehr interessiert an unseren Darlegungen zu den Energiekosten, die ja letztlich Teile unseres Geschäftes in Frage stellten. 70 % des Stromes gingen an die Industrie und damit waren wir wichtige Kunden. Wie problematisch das gesehen wurde, kam in dem Vortrag eines ‚grünen‘ Professors zum Ausdruck, der das Brandenburger Energiekonzept grundsätzlich in Frage stellte. Er ging davon aus, dass 2030 in Deutschland die Energie für die Industrie kaum noch bezahlbar sei. Daher rechnete er mit einem drastischen Einbruch des Primärenergieverbrauchs.

Im November 2012 war ich als Ehrengast beim Landesparteitag der CDU, der im Leuna-Kulturhaus durchgeführt wurde. Da genau an diesem Tag ein Interview von mir erschien, hatte ich viele persönliche Gespräche und Rückfragen dazu. Ich saß neben dem damaligen Landesumweltminister Hermann Onko AEIKENS, der die vollständigen Unterlagen haben wollte. Mehrere Redner bezogen sich auf die von mir gesetzte Thematik. Gastredner aus Berlin war der Bundesumweltminister Peter ALTMAIER, der am Chemiestandort genau unser Thema aufgriff und zusagte, dass die Bundesregierung trotz Energiewende alles tun will, um die Industriearbeitsplätze zu erhalten. Es war eine lange Veranstaltung, aber für die Sache ein voller Erfolg.

Im Dezember 2012 war ich beim Olefinverbund in Schkopau, um zu klären, ob das Wasserstoffprojekt auch die Infrastruktur der Chloranlagen mit nutzen könnte. Ich wusste ja, dass der Zellenaal nach der Umstellung der Chloralkali-Elektrolysen von der Quecksilber- auf die Membrantechnologie noch reichlich Platz bot und auch die sonstige Infrastruktur verfügbar war. Es war ein gutes und informatives Gespräch, weil ich auch etwas zur aktuellen Kraftwerkssituation und zum neuen Stromvertrag erfahren habe. Die Partner beim Olefinverbund waren allerdings nicht bereit, direkt bei dem Projekt mitzuwirken.

Das Projekt ‚HYPOS‘

Der Antrag

Im Januar 2013 war ich zu einem Termin mit Fraunhofer nach Leipzig gefahren. Es war ein Vorgespräch zum Wasserstoffprojekt. Am Folgetag war dann die eigentliche Runde zur Gründung des Konsortiums in Leipzig. Diese Veranstaltung war so überlaufen, dass es nicht genügend Sitzplätze in dem an sich großen Raum gab. Fraunhofer als

Organisator hatte sich an den Vortagen noch bemüht, die Teilnehmerzahl durch Ausladungen oder Beschränkung auf eine Person pro Institution zu begrenzen. Das war nur teilweise erfolgreich. Die Projektidee schien so attraktiv zu sein, dass auch unangemeldete Personen einfach erschienen. Dennoch hatte ich nach wie vor große Bedenken, ob wir wirtschaftliche Lösungen erreichen würden. Dazu führte ich in Magdeburg ein Gespräch mit Dr. Reiner HASELOFF und dem damaligen Leopoldina-Präsidenten Prof. Jörg HACKER (siehe Kasten).

Magdeburger Gespräch

Ich war in Magdeburg zu einem Gespräch mit dem MP Dr. Reiner HASELOFF und dem damaligen Leopoldina-Präsidenten Prof. Jörg HACKER verabredet. Die Staatskanzlei hatte vorher mehrfach angerufen, um das nach dem offiziellen Teil und vor der Heimfahrt des MP noch einzuschieben. Da die Begleitung des MP mich nicht kannte, hatten sie dem persönlichen Referenten ein Foto von mir gegeben. Er hat mich tatsächlich mit dieser Hilfe identifiziert und alles organisiert.

Mein Vorteil war die frühere Bekanntschaft mit Prof. Jörg HACKER aus meiner aktiven Zeit in der Dow Olefinverbund GmbH und durch meine VCI-Funktionen. Er hatte mich einst in seiner Funktion für die Max-Planck-Gesellschaft als Kurator des Fonds der Chemischen Industrie in Schkopau besucht. Es war zwar schon die Dow Olefinverbund GmbH, aber er sagte wie viele hier im Lande, „Buna“, weil ihn dieser Name des traditionsreichen Chemiewerkes, der Wiege des synthetischen Kautschuks in Deutschland, vielleicht mehr beeindruckt hatte. Er hatte mich in Magdeburg vor der Veranstaltung auch gleich im Zuschauerraum erkannt und war auf mich zugekommen. Da wusste er vielleicht noch nicht, dass es hinterher dieses Gespräch geben würde. Natürlich hätte ich ihm unser Anliegen auch allein vortragen können. Es hat aber einen ganz anderen Stellenwert, wenn der MP allein durch seine Anwesenheit dokumentiert, dass das Land dies auch will.

Es war ein kurzes, aber konstruktives Gespräch.

Am Folgetag habe ich dann alles ausführlich aufgeschrieben und war nun gespannt, wie es mit der Arbeitsebene weitergehen würde. Anliegen war es, dass bei den Studien der Akademien auch die Nutzung von strombasiertem Wasserstoff als Rohstoff entsprechend berücksichtigt wird. Das Denken war damals noch sehr auf die Nutzung für die Rückverstromung orientiert.

Im Februar 2013 hatte Fraunhofer eine Tagung mit 116 Teilnehmern und vier Workshops vorzubereiten. Organisator war Andreas DOCKHORN, der mich in den Jahren zuvor als Clustermanager beim Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung (ISW) unterstützt hatte. Das war seine erste größere Aufgabe in seiner neuen Funktion beim Fraunhofer IWM (Institut für Werkstoffmechanik, heute Fraunhofer Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen, IMWS). Es galt strategisch neue Geschäftsfelder zu er-

schließen, wobei die Erfahrungen der Clusterarbeit gut genutzt werden konnten. Ich selbst war als Moderator eines der Workshops der Tagung nur eine Nebenfigur. Wir wollten abklären, wie wir beim Projektantrag ‚Wasserstoff‘ vorankommen. Methodisch mussten wir erst einmal alle Interessenten mitnehmen, um dann viel später die Spreu vom Weizen zu scheiden. Die gegenseitigen Befindlichkeiten von Unternehmen und Personen wären an sich schon allein wert, darüber mal ein Buch zu schreiben. Jetzt wollten sie aber alle gemeinsam an die Futterkrippe bei den winkenden Fördermillionen. Der Zuspruch war wirklich überwältigend (siehe Kasten).

Die Workshops

Die Workshops waren wohl qualitativ recht unterschiedlich. Ich war bei Elektrolyse und Methanisierung, also bei den Technologen. Es gab da gute Projektideen und eine konstruktive Herangehensweise. Sicher waren auch einige dabei, die nur eine schmale Sicht auf die Dinge hatten, um Fördermittel für ihr Hobby abzufassen. Das würde sich später aber ganz allein sortieren, weil jeder Forscher auch einen industriellen Geldgeber finden musste.

Ab der nächsten Woche bis Ende März gab es in rascher Folge weitere Veranstaltungen, um die Projektideen zu verdichten und insbesondere um zu einem Antrag zu kommen. Zu Beginn der darauffolgenden Woche ging es gleich weiter mit einer Tagesveranstaltung in Schkopau, die dort bei Fraunhofer stattfand. Das Pilotanlagenzentrum wurde als Beispiel vorgeführt, weil wir die Helmholtz-Gemeinschaft gewinnen wollten, nach diesem Muster eine Demoanlage für Elektrolyse zu bauen, bei der die verschiedenen Hersteller ihre Zellen testen könnten. Langsam stiegen die Chancen, dass die großen Unternehmen sich ernsthaft einbringen konnten. Der Druck der Autohersteller auf die Wasserstoffproduzenten und die Tankstellenbetreiber wuchs, weil ohne Brennstoffzelle der Flottenverbrauch nicht gedrückt werden kann.

Im Februar 2013 stellte für mich der Strategiedialog mit der Landesregierung das Hauptereignis dar (siehe Kasten auf Seite 22). Zusätzlich zu unseren Vorschlägen hat der MP auf der Strategiekonferenz einige bemerkenswerte Festlegungen getroffen. Er wollte eine kontinuierliche Einbeziehung unserer Kompetenz zu den Passagen ‚energieintensiv‘ bei allen Vorschlägen der Bundesregierung. Das sollte vertraulich in kleinen Arbeitsgruppen erfolgen. Weiter wollte er im Sommer einen weiteren Strategiedialog. Das gemeinsame Vorgehen zur Erarbeitung von Vorschlägen für die Novellierung der Energiegesetze (Studie Leopoldina usw.) war ebenfalls verabredet. Rechtzeitig vor dem Gespräch hatte Leopoldina-Präsident Prof. Jörg HACKER eine durchaus positive Antwort an mich gesandt.

Der Strategiedialog mit der Landesregierung Sachsen-Anhalts

Zunächst hatten wir eine interne Vorbesprechung mit den Leitern der Chemiestandorte, ebenfalls in den Räumlichkeiten der Staatskanzlei. Man merkte sehr deutlich, dass allein die Tatsache, dass wir in so enger Abstimmung mit der Landesregierung wirkten, großen Eindruck machte. So wurden sonst übliche Sticheleien und Kritikpunkte an Arbeitsplänen usw. locker überspielt. Das Netzwerk CeChemNet war privat von den Standorten finanziert. Deren Chefs betonten daher immer, dass sie alles besser wussten. Dabei hatten sie durchaus nicht die gleiche Meinung.

Pünktlich begann dann der eigentliche Strategiedialog im Kabinettsaal. Es gab zugewiesene Plätze mit Schildern. Neben den Vertretern der Unternehmen nahmen IGBCE und VCI sowie Prof. Dr. Ralf WEHRSPORN von Fraunhofer als Repräsentant der Forschung teil. Selbstverständlich waren neben dem Ministerpräsidenten Dr. Reiner HASELOFF und Ministerin Prof. Dr. Birgitta WOLFF auch weitere Beamte dabei, denn es musste ja auch ein Festlegungsprotokoll erzeugt werden. Bevor es los ging, wurden wir aber vom Protokoll mit den Worten „Der MP wartet auf der Treppe“ herausgebeten. Dort wurde erst einmal ein Foto gemacht.

Die Beratung wurde mit einer Reihe von Statements des MP eröffnet. Er stellte zunächst fest, dass am Tisch zwei Drittel der industriellen Wirtschaftskraft des Landes saßen. Vielleicht war es nicht ganz so viel, aber mit BASF, Dow, Solvay, Total, AkzoNobel, Linde und den Standorten Leuna, Zeitz, Bitterfeld und Schkopau saßen wirklich die Chefs der Großen am Kabinettschisch. Es zeigte sich, dass der MP die Positionspapiere sehr wohl gelesen hatte und sich darauf bezog. Für mich war das keine Überraschung, weil ich ihn seit Jahren kannte und wusste, dass er die Chemithemen verinnerlicht hat. Aber andere Manager hatten vorher abwertend geurteilt: Die Politik verstünde sowieso nicht, um was es ginge. Insofern war das für diese Herren sehr beeindruckend. Ich saß neben Prof. WEHRSPORN, was der MP launig kommentierte, dass wir beide sowieso immer zusammen hockten, um die Forschung voranzubringen. Es war auch eine Neuerung, dass ein Vertreter der Forschung geladen war, was ich natürlich veranlasst hatte.

Dann wurden die Punkte der Agenda aufgerufen. Die Gesprächsatmosphäre war ausgesprochen konstruktiv und aufgeschlossen, aber leider wurden einige Punkte so ausführlich diskutiert, dass nachher die Zeit fehlte, um alles zu schaffen. Das war für mich eine spannende Aufgabe, weil ich mit der Staatskanzlei einig war, dass trotzdem alle vorgesehenen Festlegungen ins Protokoll kommen sollten. Damit sich nichts verhedderte, haben sie mir als großen (und wohl einmaligen Vertrauensbeweis) die internen Vorbereitungsunterlagen des Ministeriums und der Staatskanzlei vorher vertraulich zugeschickt. So konnte ich sehen, zu welchen Punkten sie sich schon entschieden hatten. Sofern dies mit unserer Auffassung übereinstimmte (dies war meist der Fall), konnte man dann auch entsprechende Festlegungen aufnehmen und vom MP unterschreiben lassen.

Es war sehr spannend für mich zu lesen, wie sie meine Positionspapiere kommentiert hatten und zu welchen Punkten sie auf meine Beziehungen z.B. zu bestimmten Unternehmen setzten. Teilweise war das richtig schmeichelhaft.

Die echte Überraschung der Strategiekonferenz war aber der Vorschlag von MP Dr. Reiner HASELOFF, dass wir ihn unterstützen mögen, wenn es gilt, nach der Wahl im

September 2017, Vorschläge für die Koalition der Bundesregierung zu erarbeiten, die die ostdeutsche Industriepolitik betreffen. Egal wie die Wahl ausgehen würde: Entweder säße er für die CDU in der Redaktion der Koalitionsrunde oder sein Vizeministerpräsident Jens BULLERJAHN für die SPD. Bei Industriepolitik hatten beide für den Osten die gleiche Einstellung, so dass eine Mitwirkung in jedem Falle gesichert wäre. Das war schon ein wenig überraschend und wertete uns sehr auf. Die Verlängerung der Clusterförderung hielt er für wichtig und erwartete in den nächsten Wochen dazu vom Ministerium und von uns konkrete Vorschläge. Das Wasserstoffthema war auch gut verankert worden. Das Land wollte die Demoanlagen unterstützen. Wir hatten es im Teil Energie untergebracht und im Teil Chemie noch einmal erwähnt.

Im März 2013 war dann die wichtige Redaktionskonferenz in Leipzig zum Wasserstoffprojekt, die ‚open end‘ gesetzt war. Fraunhofer hatte mit Andreas DOCKHORN die Organisation übernommen. Mein neuer Clustermanager Stefan BASUS sowie der Chef vom ISW waren ebenfalls dabei.

In diesen Tagen war ich zu einer wichtigen Konferenz in Berlin, bei der die neue Bundesforschungsministerin Prof. Dr. Johanna WANKA (vorher Rektorin der Hochschule Merseburg) die neue Forschungsplattform Energie vorstellte. Ich hatte sehr gute Gespräche, weil ich gleich von dem Leiter der Energieforschung des BMWi angesprochen worden war, der von unserem Wasserstoffprojekt gehört hatte und nun mehr erfahren wollte. Wir haben in der Woche dann weiter per e-Mail kommuniziert und ich habe ihn mit den neuesten Dateien versorgt. Wir haben den Projektansatz jetzt ‚politikgerecht‘ umgeschrieben. Ich war sehr fleißig und habe diese Fassung an wichtige Akteure und Abgeordnete geschickt, die uns zukünftig unterstützen sollten. Am Montag der kommenden Woche war dann bei Fraunhofer eine kleine Redaktionsrunde beim Institutsleiter Prof. Dr. Ralf WEHRSPORN, in der wir den eigentlichen Antrag in die Endfassung gebracht haben.

Donnerstag fuhr ich wieder nach Berlin, weil diesmal eine Clusterveranstaltung im Wirtschaftsministerium anstand, bei der uns Vertreter der europäischen Kommission die Rahmenbedingungen für die Strukturfondsmittel erläuterten. Voraussetzung für die Zeit bis 2020 waren bestätigte Innovationsstrategien, die nach einer bestimmten Vorgabe erstellt, abgestimmt und geprüft werden sollten. Das wurde für manche Länder sehr eng.

Wir hatten vorher in Leipzig unsere Clusterboardsitzung, bei der die Vertreter der vier Wirtschaftsministerien (Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Brandenburg), über den

Stand der Erarbeitung der Strategien berichteten. Die Herangehensweise war sehr unterschiedlich. Bei der Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt hatten wir als Cluster direkt mitgearbeitet und darauf geachtet, dass die für die Chemieindustrie wichtigen Themen gut platziert waren. Der Abteilungsleiter aus Thüringen bedankte sich ausdrücklich bei mir unter vier Augen. Er hatte erst vor drei Wochen den Auftrag erhalten, eine solche Strategie zu erstellen, weil die Landesregierung die Notwendigkeit bis dahin nicht gesehen hatte. Jetzt war ihnen klar geworden, dass es dann ab 2014 kein europäisches Geld geben könnte. Nun war die Not groß und die Terminkette war kaum mehr zu halten. Umso dankbarer war er, dass er mit meiner mehrstündigen Runde von seinen Kollegen aus den anderen Ländern erfahren konnte, wie sie es gemacht hatten. Sonst hatten sie untereinander wenig direkte Kontakte und jeder versuchte den anderen auszustechen. Im Ergebnis wurden wir beauftragt, länderübergreifend die Kooperation der Unternehmen anzuleiten. Das war auch eine Forderung der EU, die die Länder ohne das Cluster überhaupt nicht leisten konnten.

Für Fraunhofer und mich gab es sehr viel zu tun, weil der Wasserstoffantrag mit dem Projektnamen HYPOS (**H**ydrogen **P**ower **S**torage & **S**olutions East Germany) am 3. April 2013 in Berlin eingereicht werden musste. Wir schrieben ihn noch einmal um, weil die beiden Beratungen in den Berliner Ministerien neue Erkenntnisse zur Wertung der Energieforschung geliefert hatten, die unbedingt zu berücksichtigen waren. Es waren Unsummen schon ausgegeben worden, ohne dass für Elektromobilität, Solar und Wasserstofftechnik die Wirtschaftlichkeit auch nur ansatzweise zu erkennen war. Wir hatten also nur eine Chance, wenn wir deutlich machten, dass unser Ansatz diese Wirtschaftlichkeit erreichen würde (siehe Kasten auf Seite 25).

Im Juli 2013 besuchte die frühere Rektorin und derzeitige Bundesministerin, Prof. Dr. Johanna WANKA, die Hochschule in Merseburg. Sie hatte viele alte Bekannte wiedererkannt (darunter auch mich) und war sehr emotional bei der Sache. Anlass war der 100.000te Schüler in dem Schülerlabor ‚Chemie zum Anfassen‘, das in ihrer Zeit als Rektorin auf Initiative des Vorsitzenden des Fördervereins ‚Sachzeugen der chemischen Industrie‘ (SCI) Prof. Dr. Klaus KRUG begründet und von der Dow mit einer Großspende gefördert worden war. MP Dr. Reiner HASELOFF war auch dabei und hat die Gelegenheit genutzt, mit ihr vertraulich über unser Projekt HYPOS zu sprechen.

Der Wasserstoffantrag

Es war genau verteilt, wer welche Textbausteine schreibt, wer welche Bilder generiert usw. Ein Journalist und eine Grafikerin waren für die Endredaktion mit eingebunden. In den letzten Tagen vor Ostern hat dann Andreas DOCKHORN täglich eine Redaktionsitzung bei Fraunhofer oder im ISW organisiert. Zum Glück war das alles in Halle-Kröllwitz oder Halle-Giebichenstein, also für mich gut erreichbar. Es zeichnete sich aber deutlich ab, dass über die Osterfeiertage durchgearbeitet werden musste. Fraunhofer hatte unter dieser Randbedingung drei Firmen für die Grafik angefragt, die alle versicherten, dass sie über Ostern voll arbeitsfähig wären. Dann haben wir eine halleseche Firma gewählt, weil mit München schlechter kommuniziert werden konnte. So kam die Grafikerin gleich in die Redaktionssitzung.

Wenn man das mit früher vergleicht, dann hatte sich die Arbeitswelt sehr gewandelt. Bei den e-Mails sieht man ja täglich, wie viel abends oder nachts noch gearbeitet wird. Fraunhofer hatte jetzt den Vogel abgeschossen, als sie uns allen um 3 Uhr nachts einen neuen Entwurf geschickt hatten. Meine letzte Zuarbeit war abends gegen 21 Uhr, als ich plötzlich gebeten wurde, ein anfangs nicht vorgesehenes Schlusswort zu entwerfen. Das habe ich gleich getan. Elektronisch gab es noch einen zusätzlichen Vorschlag zum Entwurf. Dann hat der Journalist innerhalb einer halben Stunde den Text in ‚deutlichere‘ Worte gefasst und nach einer Stunde waren alle zufrieden. Die Grafikerin entwarf noch ein Bild, das die Kernaussage gut veranschaulichte.

Am Gründonnerstag hatten wir die Endsitzung des Konsortiums im Fraunhofer IWM, um den redaktionellen Ansatz vorzustellen und absegnen zu lassen. Immerhin haben 50 Partner es sich nicht nehmen lassen, aus allen ostdeutschen Bundesländern für diese Nachmittagssitzung noch einmal anzureisen. Ich wollte es erst nicht glauben, dass so viele zugesagt hatten und den Feiertagsverkehr auf sich nahmen. Es war aber so.

Am Ostersonntag war die erste komplette Textfassung elektronisch bei den Redakteuren verteilt worden. Am Dienstag ging der Satz um 10 Uhr in die Druckerei und am Mittwoch um 12 Uhr wurde der Kurier mit den geforderten Exemplaren nach Berlin geschickt.

Das war ein großer Aufwand. Man konnte es aber auch so sehen:

Bei Zuschlag wäre jede von den Seiten 500.000 Euro wert gewesen.

Nach dem Besuch sprach Johanna WANKA mich an: Ich wäre ja immer noch dabei und sie hätte von dem HYPOS-Projekt gehört. Ich konnte ihr antworten, dass ich am Folgetag in Berlin bei ihrem Ministerium zur Verteidigung eingeladen wäre. 19 von ursprünglich 59 Projekten waren geladen und 10 waren davon auszuwählen. Wir hatten uns gut vorbereitet und zur Endabstimmung nochmals bei Fraunhofer in der Berliner Vertretung getroffen. Das ist neben der Museumsinsel und gleich daneben ist das Magnushaus, in dem die Verteidigung angesetzt war. Die Fragen waren konstruktiv und fachlich. Ich hatte hinterher ein gutes Gefühl. Die Ergebnisse wurden allerdings erst zwei Tage später von der Ministerin verkündet.

Zwei Tage später war ich auf dem Weg nach Magdeburg, als Dr. Christoph BERGNER anrief und mir mitteilte, dass wir es geschafft hätten. Das war dann auch gleich eine ganz andere Stimmung in der folgenden Besprechung im Ministerium, denn wir waren das einzige Projekt aus Sachsen-Anhalt, das es geschafft hatte.

Am 28. August 2013 hatte Dr. Christoph BERGNER als Bundesbeauftragter für die neuen Bundesländer in Halle/Saale die Studie von EuPD Research Bonn und dem Deutschen CleanTech Institut ‚Auswirkungen der Energiewende auf Ostdeutschland‘ vorgestellt. Er bezog sich dabei ausdrücklich auf das HYPOS-Projekt, mit dem die Energiewende Wachstumspotenziale für Ostdeutschland schaffen sollte.

Spannend war eine Gesprächsrunde mit Bundestagsabgeordneten der CDU/CSU-Fraktion, die sich über das HYPOS-Projekt informieren wollten. Eingeladen hatte mich Michael KRETSCHMER, der in seiner Funktion als MdB (Mitglied des Bundestages) im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung die Innovationspolitik dieser Fraktion koordinierte. Die Runde war in einem Abgeordnetenhaus mit der Besonderheit, dass immer mal Lampen angingen, die für die MdB ein Zeichen waren, nunmehr zu Fuß oder mit Fahrrad durch die unterirdischen Gänge zur Abstimmung in den Plenarsaal des Reichstagsgebäudes zu eilen. KRETSCHMER erklärte mir das mit den Worten, dass er bliebe, denn so sei es mit dem Fraktionsvorsitzenden abgestimmt. Die Kollegen kämen bald wieder und wir würden sie dann informieren. Es war ein sehr gutes Gespräch, sodass der heutige MP des Freistaates Sachsen sehr wohl etwas mit dem Begriff HYPOS verbinden kann.

Der Verein HYPOS e.V. organisiert sich als innovatives Netzwerk der ‚grünen‘ Wasserstofftechnik

Der ‚Hydrogen Power Storage and Solutions East Germany‘ (HYPOS) e.V. (Bild 1) wurde 2013 mit Sitz in Halle/Saale als ein langfristig angelegtes Netzwerk für alle Interessierten der Wasserstoffwirtschaft gegründet.



Bild 1 Logo des Vereins HYPOS e.V.

Erste wichtige Aufgabenstellung war die Organisation der zu fördernden Projekte, für die im Zeitraum bis 2019 bzw. nach der Verlängerung des Förderprogramms bis Ende 2021 eine Gesamtsumme von 45 Mio. € Förderung aus dem Programm des BMBF ‚Zwanzig20 Partnerschaft für Innovation‘ zur Verfügung standen. Dieses Förderprogramm wurde explizit für die neuen Bundesländer installiert. Mit Hilfe von Technologie und Innovation sollte eine umfassende Strukturentwicklung in den Regionen angestoßen werden. Es war das letzte große Programm der Förderinitiative Unternehmen/Region mit der unter Leitung von Hans-Joachim HIEPE insbesondere die Innovation der KMU des Ostens angestoßen werden sollte (siehe Kasten).

Förderinitiative Unternehmen/Region

Oft habe ich mit Hans-Joachim HIEPE bei verschiedenen Treffen philosophiert, warum die unternehmensbezogene Forschung im Osten so darnieder lag und was man tun sollte. Er war einer der wenigen Ostdeutschen in dem großen Apparat des BMBF und brachte viele Ideen ein. Insbesondere die Sicherung des ‚know-how‘ der untergegangenen Betriebe durch Vermittlung von Projekten für KMU war eine Möglichkeit.

Das HYPOS-Konsortium hatte in der Folgezeit maßgeblich an der Technologie zur Erzeugung, Transport und Speicherung sowie Verwertung und Vertrieb von ‚grünem‘ Wasserstoff gearbeitet. Die Querschnittsthemen Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Akzeptanz werden ebenfalls beforscht.

Im Gegensatz zu den späteren Förderkonditionen zum Beispiel für die Großprojekte ‚Kopernikus‘ wurde das Geld keinesfalls gesamthaft ausgereicht, sondern musste projektbezogen für jede Einzelaufgabe separat beantragt werden. Die üblichen Förderkonditionen bedingen, dass die Unternehmen eigenes Geld einsetzen müssen. Damit wird sichergestellt, dass nur Projekte angegangen werden, bei denen die Unternehmen davon ausgehen, dass sie die Ergebnisse bei Erfolg wirtschaftlich verwerten können.

Die HYPOS-Initiative verfügt über verschiedene Gremien. Die Geschäftsstelle berät die Projektinitiatoren bei der Antragstellung. Nach einer ersten Bewertung durch den Vorstand werden die Anträge dem Projektträger Jülich (PJ) vorgelegt, der für das BMBF den Einsatz der Fördermittel koordiniert. Das BMBF hatte zu Beginn der HYPOS-Initiative einen HYPOS-Beirat mit zehn hochkarätigen Experten und Expertinnen der Wasserstoffbranche berufen. Die Beiräte haben in regelmäßigen Beiratssitzungen neu eingegangene Förderskizzen begutachtet und bei einer Förderempfehlung die offizielle Antragstellung beim Projektträger Jülich ermöglicht. Der Beirat hat damit eine Kontrollfunktion im Rahmen der ‚Zwanzig20 Partnerschaft für

Innovation‘ ausgeübt, sodass gewährleistet wurde, dass die Fördermittel in Höhe von 45 Mio. € in innovative Projekte fließen. Die entscheidenden Beiratssitzungen waren für den Vorstand keinesfalls konfliktfrei. Sicher waren es ausgewiesene Experten, aber jeder Experte hatte eine wissenschaftliche Heimat. Für den einen oder anderen war nicht so recht nachvollziehbar, dass so attraktive Projekte nun in Ostdeutschland und nicht in den tradierten Regionen der Wasserstoffforschung erfolgen sollten.

Aktuell kombiniert HYPOS mit über 130 Mitgliedern die Potenziale innovativer KMU mit den Kompetenzen der Industrie sowie der Expertise von Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Gemeinsam verfolgen alle HYPOS-Mitglieder das Ziel, eine sektorenübergreifende ‚grüne‘ Wasserstoffwirtschaft zu etablieren. Aktuell erforschen 34 Projektkonsortien Innovationspotenziale von der Strombereitstellung über Herstellung, Speicherung, Verteilung und Nutzung von ‚grünem‘ Wasserstoff in den Bereichen Chemie, Raffinerie, Mobilität und Energieversorgung (Bild 2).

Das HYPOS-Innovationsprojekt ist bereits seit 2013 aktiv und zählt damit zu den etabliertesten Netzwerken in der deutschen und europäischen Wasserstoffwelt. HYPOS initiiert und begleitet sowohl F&E- (Forschungs- und Entwicklungs-) als auch Umsetzungsprojekte zu Wasserstoff und vernetzt Partner aus Wissenschaft, Industrie (insbesondere KMU) und Verwaltung.

Die Geschäftsstelle des HYPOS e.V. steht als Kompetenzstelle für ‚grünen‘ Wasserstoff zur Verfügung und koordiniert die laufenden Projekte der Initiative. Verschiedene Netzwerkangebote dienen dem Wissensaustausch, der Vernetzung sowie der Sichtbarkeit. Als Ehrenmitglied und Vorstand bin ich nach wie vor engagiert.

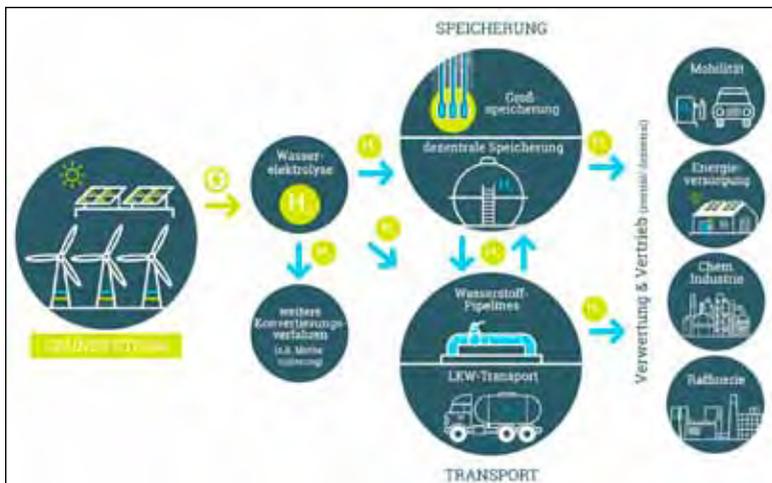


Bild 2
Die
Wert-
schöp-
fungs-
ketten

Die Leuchtturmprojekte Großelektrolyse und Großkaverne

Mit dem Projekt HYPOS war die Entwicklung der Wasserstofftechnik nunmehr in der Region verankert. Darüber hinaus war es aber für das Cluster immer wichtig, die industrielle Umsetzung für die Raffinerie- und Chemieindustrie mit Großelektrolysen und Großkavernen gedanklich vorzubereiten.

Im Februar 2014 nutzte ich die Möglichkeit, mich bei der DECHEMA (Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie) zum Diskussionspapier ‚Überschussstrom nutzbar machen – Optionen‘ mit einzubringen. Ich wies darauf hin, dass die Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse und die Speicherung in Kavernen zur Erreichung der kontinuierlichen Nutzung des Wasserstoffs als Chemierohstoff sowie als Energieträger der Vorzugsweg zur Erreichung einer industriellen Wirtschaftlichkeit wäre. Dabei konnte ich auch die infrastrukturellen Vorteile des mitteldeutschen Chemiedreiecks und die eindrucksvollen Zahlen des Bedarfs von Wasserstoff als Rohstoff erläutern.

Am 18. August 2014 besuchte Bundeswirtschaftsminister Sigmar GABRIEL die Wasserstoffmodellregion Mitteldeutschland mit dem Gasspeicherstandort Bad Lauchstädt der VNG Gasspeicher und dem Linde-Gasezentrum für Wasserstoff im Chemiapark Leuna. Obwohl wir diesen Besuch organisiert hatten, war mir aus Zeitgründen nur die Rolle zugefallen, im Bus auf der Fahrt von Bad Lauchstädt nach Leuna den Minister und seine Delegation über den auf HYPOS aufsetzenden Ansatz ‚power to products‘ zu informieren: *„Ab dem Zeitraum von 2020 bis 2030 werden der Stromüberschuss aus Erneuerbaren Energien und die im Rahmen von HYPOS realisierten Verfahren zur wirtschaftlichen Wasserstoffherstellung die großindustrielle Nutzung von ‚Grünem Wasserstoff‘ als Ausgangsstoff für die mitteldeutsche Chemieindustrie ermöglichen. Mit dem Ansatz ‚power to products‘ zur Wertschöpfung durch Wasserstoff würden eine Verringerung der Rohstoffabhängigkeit von Öl und Gas sowie eine signifikante Senkung des CO₂-Ausstoßes einhergehen“.*

Der scheinbare Nachteil eines Vortrages im Bus wurde durch den Vorteil ausgeglichen, dass der Minister wirklich zuhörte und dann auch ausführlich nachfragte. So haben wir die ihn begleitenden Beamten des BMWi in einer sehr frühen Phase auf die Folgeprojekte einstimmen können.

In einer ersten Phase der Förderung von HYPOS waren die Projekte gemäß den Anforderungen des BMBF überwiegend nahe einer Grundlagenforschung und weniger für die industrielle Umsetzung konzipiert. Das Programm ‚Zwanzig20‘ erschien nicht

geeignet, Projekte der industriellen Umsetzung zu ermöglichen. Daher hat das Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland im Juni 2015 abgestimmt mit Linde und Fraunhofer die Skizze einer Kopernikus-Projektidee ‚Power to X‘ (Technologien zur Speicherung bzw. Nutzung von Stromüberschüssen) erarbeitet.

Im Zeitraum bis 2025 sollte mit einem Kopernikus-Großprojekt das Geschäftsmodell ‚power to products‘ seine Bestätigung finden. Mit einer Großelektrolyse und einer Großkaverne wäre der Schritt zur Wirtschaftlichkeit zu vollziehen und es könnte nachgewiesen werden, dass in Deutschland die energieintensive Chemieindustrie mit oder trotz Energiewende die Chance zu einer ‚Defossilisierung‘ nutzt. Die Projektskizze wurde am 8. Januar 2016 eingereicht. Das Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland hatte das Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS), die Technische Universität Bergakademie Freiberg, das Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Magdeburg und die Linde AG mit eingebunden. Die Kostenschätzung sah 43 Mio. € für Phase 1 vor (bei 30 Mio. € Förderung und 13 Mio. € Eigenanteil).

Letztlich waren mehrere Gesprächsrunden mit dem BMBF zu dieser Kopernikus-Projektskizze nicht erfolgreich. Die Zuordnung von Projekten zu bestimmten Universitäten und Instituten war schon vorbestimmt. Für das BMBF war die HYPOS-Förderung für unsere Region hinreichend. Tröstlich war der Zuspruch von Prof. Robert SCHLÖGL vom Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion, der mir in einem sehr persönlichen Gespräch zusicherte, dass es mit dem neuen Programm der Energieforschung des BMWi eine Förderung mit Experimentierklauseln geben solle, die für das Erreichen der Wirtschaftlichkeit unerlässlich seien. Er befürwortete, dass wir dort zu berücksichtigen seien.

Als Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland hatten wir im Jahr 2017 gemeinsam mit Fraunhofer eine Studie zur Zukunftssicherung der chemischen Industrie in Sachsen-Anhalt erarbeitet. Ausgangspunkt der Überlegungen zum Projekt war die Feststellung, dass die Abhängigkeit von ausländischen Kohlenstoffquellen gerade in der chemischen Industrie in Deutschland weiterhin stark ausgeprägt war. Studien des VCI erfassten insbesondere die Bedingungen der Unternehmen an der Rheinschiene (Verbund von Chemiewerken entlang des Rheins, z.B. durch Ethylenpipeline u.a.).

Die Besonderheiten des mitteldeutschen Chemiedreiecks fern der Küste und vorrangig mit Produktionsstätten der Basischemie waren schwer zu vermitteln. Es war zu berücksichtigen, dass der Klimawandel sowie die gesellschaftlich und politisch gewünschte Reduzierung von Treibhausgasemissionen einen veränderten Umgang mit

Ressourcen und eine nachhaltige Sicherung der Rohstoffbasis erfordern. In diesem Sinne wurde die aktuelle Situation der chemischen Industrie und insbesondere derjenigen in Sachsen-Anhalt analysiert. Neben der Auswertung von Sekundärquellen wurde eine umfangreiche Unternehmensbefragung durchgeführt, deren Gegenstand vor allem die aktuelle und zukünftige Rohstoff- und Energieversorgung war. Bemerkenswert war das sehr große Interesse der Unternehmen an der Mitwirkung bei der Datenerfassung und den Interviews. Letztlich wurden damit 80 % des Umsatzes erfasst und abgebildet. Mit dieser Studie hatten wir einen strategischen Ansatz zur Begründung der Entwicklungen zur Kreislaufführung des Kohlenstoffs mit der Wasserstofftechnik als Schlüsseltechnologie. In bestimmten Gremien wird man nur ernst genommen, wenn man auf eine Studie verweist (auch wenn keiner sie dann wirklich lesen wird).

Seit der Gründung des Forschungsnetzwerkes Energie am 24. Februar 2017 war ich regelmäßig Teilnehmer dieser Plattform des BMWi, die stets in dem imposanten Eichensaal des historischen Gebäudes an der Invalidenstraße in Berlin tagte. Zunächst war die Thematik ‚Flexible Energieumwandlung‘ angesetzt, mit der insbesondere die Wasserstofftechnik einen besonderen Stellenwert erhielt. Bei dieser ersten Veranstaltung konnte ich das aktuelle ‚Green Paper‘ zur Fortführung der HYPOS Strategie vorstellen, mit dem Kostensenkungspotenziale bei Großprojekten aufgezeigt wurden. Vom Cluster war ein Positionspapier zum strategischen Ansatz von Chemie und ‚BioEconomy‘ zur strombasierten Wasserstofftechnik im mitteldeutschen Chemiedreieck erarbeitet worden, das damit ebenfalls dem BMWi vorgelegt werden konnte.

Am 2. Mai 2017 fand in Berlin eine BMWi-Fachkonferenz ‚40 Jahre Energieforschungsprogramme‘ zur Vorbereitung des siebten Energieforschungsprogramms statt. Diese erfolgte stets in guter Abstimmung mit den Gremien des VCI, so dass wir gemeinsam agieren konnten.

Im Jahr 2017 haben das BMBF und damit auch der Beirat ihre Zurückhaltung gegenüber der Vorbereitung industrieller Projekte aufgegeben. Es wurden die Leuchtturmprojekte HYPOS definiert, die mit ‚Mega-Lyseur‘ eine Großelektrolyse (mit 10 Megawatt-Grundeinheiten) und mit der H₂-Forschungskaverne eine Großkaverne entwicklungsseitig vorbereiten sollten. Das umfangreiche Projekt Forschungskaverne untersuchte die geologischen und mikrobiologischen Prozesse bei Wasserstoffeinlagerung und bereitete die Genehmigungsfähigkeit einer Großkaverne vor.

Am 17. Mai 2017 hatte ich Gelegenheit, Staatssekretär Matthias MACHNIG vom BMWi die Entwicklungen des Projektes HYPOS zur strombasierten Wasserstofftechnik mit den Leuchtturmprojekten zur Vorbereitung einer Großelektrolyse und einer

Großkaverne zu erläutern. Im Ergebnis des Gesprächs haben wir im Juni 2017 einen Vorschlag zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 für das Maßnahmenprogramm ‚Industrie‘ des BMWi erarbeitet, der folgende Kernaussagen enthielt:

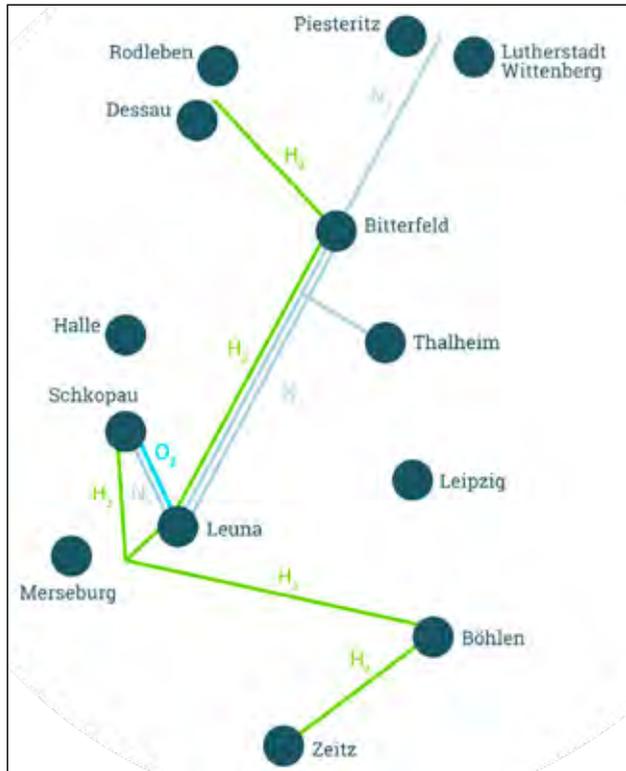
„Mit dem Projekt HYPOS werden im mitteldeutschen Chemiesdreieck Vorleistungen für GroÙelektrolyse und Großkaverne erarbeitet, die die Wirtschaftlichkeit der strombasierten Wasserstofftechnik gewährleisten sollen. Allein bei der schrittweisen Substitution der fossilen Wasserstofftechnik durch die strombasierte Wasserstofftechnik könnten im mitteldeutschen Chemiesdreieck CO₂-Emissionen von 700.000 t/a vermieden werden. Daraus kann abgeleitet werden, dass das Potenzial der Minderung von CO₂-Emissionen in Deutschland durch Ersatz der aus Erdgas und Erdölderivaten erzeugten Wasserstoffmengen für Chemieindustrie und Raffinerie durch strombasierte Wasserstofftechnik in der Größenordnung von 10.000.000 bis 15.000.000 t/a CO₂ liegt. Die weiteren Potenziale der CO₂-Emissionsminderung durch Vergasung kohlenstoffhaltiger Abfälle statt Abfallverbrennung, durch Verfahrensentwicklungen zur Herstellung von Olefinen, Aromaten und letztendlich Polymeren mit Schließung des Kohlenstoffkreislaufes durch das System Kohlenstoffkette lassen sich zum heutigen Zeitpunkt überhaupt noch nicht einschätzen. Mit dem System Kohlenstoffkette kann ein Lösungsweg aufgezeigt werden, die Kohlenstoffversorgung der Chemieindustrie und Raffinerietechnik auch dann zu sichern, wenn verwertbare CO₂-Emissionen kaum noch verfügbar sind.“

Bezüglich der Wasserstofftechnik wurde eingeschätzt, dass etwa 100.000 Nm³/h fossil erzeugter Wasserstoff der Chemieindustrie in Mitteldeutschland strombasiert substituiert werden könnten. Das würde Wasserelektrolysen in der Größenordnung von 1,2 GigaWatt erfordern, da der erneuerbare Strom vielleicht nur 3.000 h/a verfügbar wäre. 4 TWh/a wären dafür erforderlich. Damit würden CO₂-Emissionen in der Größenordnung von 700.000 t/a vermieden werden.

Etwa 9.000 Nm³/h Wasserstoff fallen bei den Salzwasserelektrolysen in Mitteldeutschland bei der Herstellung von Chlor und Natronlauge an. Ein erheblicher Anteil dieser Mengen könnte mit zertifiziertem erneuerbarem Strom als ‚grüner‘ Wasserstoff genutzt werden.

Eine von Linde mit dem Gasezentrum in Leuna betriebene Wasserstoffpipeline verbindet die Chemiestandorte von Zeitz über Böhlen, Leuna, Schkopau, Bitterfeld/Wolfen bis nach Rodleben nördlich von Dessau (Bild 3). Der qualitativ für Chemiesynthesen geeignete Wasserstoff kann auch für die Brennstoffzellentechnik genutzt werden.

Bild 3
Das von der
Linde AG in Mittel-
deutschland betriebene
Gasnetz für Wasserstoff
(H_2), Sauerstoff (O_2) und
Stickstoff (N_2)



Im Juni 2017 hatte ich weiter Gelegenheit, bei der 3. Sitzung der Energiewende-Plattform über unsere Entwicklungsarbeiten zur strombasierten Wasserstofftechnik mit dem Projekt HYPOS und künftig der Fraunhofer Versuchsplattform zur Wasserelektrolyse zu berichten sowie den Vorschlag zum Maßnahmenprogramm vorzustellen. Das war einer der ganz wenigen Beiträge aus der Industrie im Plenum dieses Gremiums, der dann öfter zitiert wurde.

Am 30. August 2017 hatte ich mich in den Räumen der Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe (BGR) in Hannover an dem Workshop beteiligt, der im Auftrag des BMWi und unter Anleitung von PtJ die Themenblätter für die CO_2 -Nutzung erarbeitete. Das war eine gute Gelegenheit, auch dort unsere Positionen mit einzubringen.

Am 5. Oktober 2017 war ich mit Dr. Willi FRANTZ, Geschäftsführer der Total Raffinerie Mitteldeutschland, und Andreas DIETRICH, Verantwortlicher der Linde AG in Leuna, bei den beiden Referaten Chemische Industrie und Klimaschutz des BMWi zur Erläuterung unseres Vorschlags zum Maßnahmenprogramm ‚Industrie‘. Damit nahmen die Repräsentanten der beiden wichtigsten Unternehmen des Chemiestandortes

Leuna bzw. des Rohstoffverbundes des mitteldeutschen Chemiedreiecks an dem Gespräch teil. Mit der Einladung hatte das BMWi deutlich gemacht, dass ich nur engagierte Unternehmer der Region und keinesfalls die Forscher mitbringen sollte. Es war eine intensive Diskussion. Dr. Willi FRANTZ erläuterte sehr anschaulich die Möglichkeiten der Raffinerie zur CO₂-Reduktion und CO₂-Verwertung in der Größenordnung von 1 Mio. t/a anhand der Reaktionsgleichungen der Methanol-Herstellung und der ‚Shift‘-Reaktion (Wassergas-Konvertierungsreaktion, CO-Konvertierung an einem Eisen-III-oxid-Katalysator). Das Potenzial der Substitution des fossil erzeugten Wasserstoffs mittels Raffinerietechnik in Kombination mit der Nutzung des konzentriert anfallenden CO₂ ergibt zusätzlich die Möglichkeit der großtechnischen Synthese von Methanol auf Basis von ‚grünem‘ Wasserstoff durch schrittweise Substitution des fossil erzeugten Wasserstoffs. Die Partialoxydation der schweren Erdölrückstände bietet weiter das Potenzial der schrittweisen Umstellung auf die Vergasung von Kunststoffabfällen, so dass das Synthesegas mit einem verbesserten Wasserstoff/Kohlenstoff-Verhältnis einen Kohlenstoffkreislauf etablieren würde, der großtechnisch mit vorhandener Technologie realisiert werden könnte. Zusätzlich könnte die Raffinerie auch den als Nebenprodukt der Wasserelektrolyse anfallenden Sauerstoff im Verbund nutzen. Das Vermeidungspotenzial bezüglich der CO₂-Emissionen allein durch Substitution der fossilen Wasserstoffherstellung mit ‚grünem‘ Wasserstoff summierte sich damit auf 1,5 Mio. t/a, wenn man Raffinerie- und Chemieindustrie im mitteldeutschen Chemiedreieck zusammen betrachtet. Von den Vertretern des BMWi wurden wir aufgefordert, das von uns vorgelegte und durchaus akzeptierte Maßnahmenprogramm durch eine Investitionskostenschätzung zu ergänzen.

Weiter griffen wir den Vorschlag auf, zusätzlich zu dem Potenzial der CO₂-Einsparung, das wir zunächst mit 10 bis 15 Mio. t/a für die deutsche Chemieindustrie in der langen Zeitachse der Substitution eingeschätzt hatten, auch noch Zahlen für das Potenzial der Raffinerien zu liefern. Es war gemeinsame Schlussfolgerung, die strombasierte Wasserstofftechnik als ‚low hanging fruits‘ (leicht erreichbare Ziele, niedrig hängende Früchte) der CO₂-Minderung zu werten. Die Überführung in den industriellen Maßstab stand jetzt an. Dazu gehörten nochmals Förderungen für die ersten Investitionen und spezifische Rahmensetzungen für die H₂-Anerkennung (siehe auch Kasten).

Sturmschäden

Der 5. Oktober 2017 wird mir auch deshalb im Gedächtnis bleiben, weil Sturm Xavier mir eine ungeplante Übernachtung in Berlin bescherte. Ich hatte aber viel Glück und fand noch ein Hotelzimmer und konnte sogar am folgenden Nachmittag mit dem ersten Zug, wenn auch stehend, wieder nach Halle gelangen.

Das Land Sachsen-Anhalt hatte unsere Vorschläge mit Interesse aufgenommen und die Bereitschaft signalisiert, als ‚Lead‘ (leitender)-Partner ein europäisches Projekt zur Wasserstofftechnik mit Großelektrolyse und Großkaverne zu organisieren. Sie erwarteten die Bereitschaft der maßgeblichen Industrie zur Mitwirkung.

Im November 2017 erarbeiteten wir in enger Abstimmung mit den Experten des HYPOS e.V. sowie den Unternehmen Total, Linde und VNG die vom BMWi angeforderte Einschätzung der Investitionskosten zu unserem Vorschlag Umsetzung Klimaschutzplan 2050: Maßnahmenprogramm ‚Industrie‘ für die strombasierte Wasserstofftechnik als Voraussetzung für das Konzept ‚Kohlenstoffkette‘ für Chemieindustrie und Raffinerietechnik. Die spezifischen Infrastrukturkosten der aufwendigen Stromversorgung wurden von der InfraLeuna GmbH ermittelt. Folgende Einschätzungen wurden eingereicht: *„Investitionskostenschätzung der Großelektrolysen:*

Großelektrolysesystem 100 MW mit 70 Millionen Euro (Ausblick auf das Jahr 2025) dazu Stromeinbindung an Netzknoten mit Schaltanlage und Trafo 110/30 kV mit 7 Millionen Euro.

Großelektrolysesystem 500 MW mit 300 Millionen Euro (Ausblick auf das Jahr 2030) dazu Stromeinbindung an Netzknoten mit Schaltanlage und Trafo 110/30 kV mit 17 Millionen Euro.

In den Investitionskosten zum Großelektrolysesystem sind die Kosten der Peripherie wie Wasseraufbereitung, Trafos, Leistungselektronik und Gasreinigung enthalten.

Investitionskostenschätzung der Großkaverne: Da vorausgesetzt wird, dass die HYPOS-H₂-Forschungskaverne inklusive der Pipelineanbindung mit einem Investitionsaufwand von 36 Mio. € als Demoanlage bereits errichtet wurde, fallen nur die Umrüstungskosten für den Realbetrieb mit dem vollen Speichervermögen an. Die Forschungskaverne auf dem Untergrundgasspeicher (UGS) Bad Lauchstädt verfügt über ein Hohlraumvolumen von 420.000 m³. Bei einem Betriebsdruck bis max. 140 bar steht damit für die Nutzung als Großkaverne im Realbetrieb ein Speichervermögen von 42 Millionen Nm³ Wasserstoff zur Verfügung. Bei einer Ausspeiserate von 75.000 Nm³/h H₂ kann so eine Dunkelflaute oder Windstromflaute von 23 Tagen überbrückt werden. Das wird für die vollständige Substitution des fossil erzeugten Wasserstoffs von etwa 100.000 Nm³/h als ausreichend angesehen. Die Investitionskosten für die Umrüstung der Forschungskaverne auf Volleistung für den Realbetrieb werden mit 19 Millionen Euro eingeschätzt.“

Am 28. November 2017 war die nächste Beratung der Energiewendeplattform des BMWi. Wir haben deutlich gemacht, dass forschungsseitig noch Entwicklungsarbeiten mit einer Demoanlage Großelektrolyse und Großkaverne erforderlich werden. Die dazu erforderlichen Aufwendungen für die Demoanlagen hatten wir mit etwa 100 Mio. € bis 2025 eingeschätzt. Experimentierklausel oder andere Sonderkonditionen bei Entgelten und Abgaben waren unerlässlich, solange die Politik die angemahnten Rahmenbedingungen für die Energiewende nicht neu geordnet hatte. Unsere Positionen wurden auf der Webseite des Konsultationsprozesses des BMWi aufgenommen.

Die Politische Forcierung der Energiewende mit Reallaboren

Im September 2017 war Bundestagswahl. Bereits im Vorfeld einer künftigen Koalitionsbildung hatten wir als Cluster wichtige politische Forderungen zur Energie- und Rohstoffpolitik den künftigen Abgeordneten übermittelt. Mit dem ‚Zwanzig20‘-Projekt HYPOS wurden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gefördert, die auf eine Ergänzung der bisher einseitigen Rohstoffabhängigkeit der chemischen Industrie Mitteldeutschlands von Öl und Gas ausgerichtet waren. Die sich aus den Projekten ergebenden Lösungsansätze mussten nun mit Demonstrationsanlagen an eine wirtschaftliche industrielle Nutzung herangeführt werden. Die langfristig politisch garantierten Vergütungen für Einspeisung von erneuerbarem Strom im Rahmen des EEG und die Netznutzungsentgelte waren abzuschaffen. Wir plädierten für Experimentierklauseln bei der industriellen Demonstration neuer Technologien.

Zunächst gab es eine langwierige Phase der Regierungsbildung, bis sich im März 2018 doch wieder eine ‚Große Koalition‘ gefunden hatte. Das war eine Denkpause für die Energieforschung, da die vorbereiteten Programme erst einmal keine politische Unterstützung erfahren konnten. Der Koalitionsvertrag vom 7. Februar 2018 prägte dann den neuen Begriff ‚Reallabor‘ und führte aus: *„Wir werden die Energieforschung vermehrt auf die Energiewende ausrichten. Gemeinsam mit der Wirtschaft und der Wissenschaft werden wir neue Formate der Vernetzung schaffen, die uns helfen, die Wertschöpfung und die klügsten Köpfe in Deutschland zu halten.“*

Dazu wollen wir u. a.:

- *im Rahmen der Energieforschung gezielt öffentliche Mittel zur Entwicklung CO₂-armer Industrieprozesse bzw. zur CO₂-Kreislaufwirtschaft bereitstellen,*
- *den Übergang von Forschung zu Demonstration und Markteinführung unterstützen und die ‚Reallabore‘ (z. B. Power to Gas/Power to Liquid) als weitere Säule der Energieforschung ausbauen.“*

Im Februar 2018 hatte das BMWi erstmalig auf die im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung hinterlegte Aufgabe des Forschungsprogramms Energie verwiesen, die Modernisierungsprozesse im Energiesystem unter anderem über P2X-Projekte und deren Umsetzung über Reallabore und Demonstrationsprojekte zu beschleunigen. Bereits am 1. März 2018 gab es ein erstes informelles Gespräch des Staatssekretärs Dr. Jürgen UDE aus Sachsen-Anhalt mit dem Leiter der Energieforschung des BMWi Dr. Thorsten HERDAN, in dem die Idee aufgegriffen wurde, mit Reallaboren Großelektrolyse und Großkaverne im Raum Leuna/Bad Lauchstädt umzusetzen. Im Mai 2018 publizierte das Cluster ein Positionspapier ‚Reallabore als die Chance zur Entwicklung der Zirkulären Wirtschaft des Kohlenstoffs‘ mit der Projektidee, die Reallabore Großelektrolyse und Großkaverne mit der vom Land Sachsen-Anhalt unterstützten und in Leuna vorgesehenen Fraunhofer Demoanlage ‚Carbontrans‘ der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft zu verknüpfen.

Unternehmen und Forschungseinrichtungen waren auf den normalen Verfahrensweg angewiesen, der nach dem Förderaufruf mit dem Einreichen einer Projektskizze beginnt. Dazu gab es am 27. Juni 2018 ein Gespräch beim BMWi mit Andreas DIETRICH von Linde, Kay OKON von der VNG und Thomas VON DER HEIDE von der Terrawatt. Das fand am 9. Juli 2018 in Berlin seine Fortsetzung, bei dem auf meine Einladung Dr. Jürgen UDE und Dr. Thorsten HERDAN mit mir in kleinster Runde bei Fraunhofer diese Projektidee befürworteten. Das BMWi organisierte dann die Mitwirkung der Firma Siemens AG als Entwickler von Elektrolyseuren, weil sich diese Firma nach dem politischen Debakel mit rechten Mehrheiten am Industriestandort Görlitz stärker im Osten engagieren wollte. Das entscheidende Gespräch mit der Fa. Siemens war dann bereits im Monat August 2018 beim BMWi.

Die Herausbildung einer nationalen Wasserstoffstrategie

Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung im mitteldeutschen Revier

Im Jahr 2018 hat die Kommission ‚Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung‘ ihre Arbeit aufgenommen, die sich zunächst vorrangig mit dem Ende der Braunkohleverstromung befasste. Im Juni 2018 publizierten wir ein Positionspapier mit Aussagen zur Betroffenheit der energieintensiven Industrie: *„Klimaschutz und Energiewende bedingen einen Strukturwandel, der nicht nur die Energiewirtschaft, sondern fast alle Industriebranchen, aber auch viele Bereiche des gesellschaftlichen Lebens erfassen wird. Bei der energieintensiven Chemieindustrie und Raffinerietechnik sind die Themen Rohstoffe und Energie eng verknüpft, weil der Kohlenstoff zur Herstellung der*

Kunststoffe und zur Erzeugung besonders energiereicher Kraftstoffe unverzichtbar ist. Die bisher einseitige Orientierung auf fossile Rohstoffquellen führt zu CO₂-Emissionen, die zukünftig nicht mehr verantwortbar sind. Für die Chemieindustrie steht die Herausforderung eines Strukturwandels, der schrittweise diese Emissionen durch einen Kreislauf des Kohlenstoffs mit Nutzung der Kunststoffabfälle und durch die Verwendung von Biomasse für Spezialprodukte vermeidet. Die strombasierte Wasserstofftechnik wird dabei die Schlüsseltechnologie bei der stofflichen Verwendung von CO₂-Emissionen als Synthesegas für neue Produkte.“

Anlässlich des Besuchs der Kommission im mitteldeutschen Revier in Halle im September 2018 haben wir mit dem Papier ‚Braunkohle und Chemie - ein Weg vom industriellen Ursprung der Braunkohle zu neuen innovativen Ansätzen der Zirkulären Wirtschaft des Kohlenstoffs‘ deutlich gemacht, dass die Chemieindustrie eine Ankerfunktion im mitteldeutschen Revier übernehmen kann, wenn mit innovativen Entwicklungen die Rohstoffbasis nachhaltig ergänzt wird. Insbesondere dem Engagement von Prof. Dr. Ralf WEHRSPORN als Mitglied der Kommission und MP Dr. Reiner HASELOFF ist es zu danken, dass die Strukturstärkung als Aufgabe begriffen wurde, die weit mehr sein wird als das Ende der Braunkohleverstromung.

Dreimal hatte ich in meiner Funktion als Clustersprecher und Mitglied der CDU-Landeskommission Sachsen-Anhalt ‚Strukturwandel gestalten‘ die Möglichkeit bei den Strukturwandelkonferenzen der CDU/CSU-Bundtagsfraktion im Bundestag zu sprechen. Beim ersten Vortrag im Juli 2018 wurde ich spontan von den Delegierten aus NRW unterstützt, die gleichfalls dafür plädierten, die energieintensive Chemieindustrie beim Strukturwandel zu unterstützen. In der Folgeberatung im November 2018 wurde dann schon von der Ankerfunktion gesprochen, die die Chemieindustrie bei Beschäftigung und Innovation zu übernehmen hätte. Im September 2019 konnte ich dann ausführlicher die Perspektiven der Wasserstofftechnik in Verbindung mit der Kreislaufwirtschaft des Kohlenstoffs erläutern.

Reallabore der strombasierten Wasserstofftechnik mit Chemiebezug

Konsortien konzipierten die Reallabore. Das Reallabor ‚GreenHydrochem Leuna‘ soll aus dem Landesnetz mit erneuerbarem Strom versorgt werden. In Verknüpfung mit dem Gasezentrum der Linde AG und damit der mitteldeutschen Wasserstoffpipeline (Bild 3) waren in zwei Ausbaustufen mit je drei Elektrolyseuren des Typs Silyzer 300 von der Firma Siemens jeweils Normalleistungen von 35 MW und Maximalleistungen

von 50 MW geplant. Forschungskooperationspartner war das Fraunhofer IMWS. Für den Standort der obertägigen Anlagen der Kavernenspeicher der Firma VNG Gasspeicher in Bad Lauchstädt wurde das Reallabor ‚Energiepark Bad Lauchstädt‘ konzipiert. Die Elektrolyse von 35 MW Leistung soll vorrangig mit Strom aus Windenergie versorgt werden. Dazu plante die Firma Terrawatt eine neue Windstromanlage mit einem Angebot von 40 MW, die in dem Zwinkel der Autobahnen A 143 und A 38 in unmittelbarer Nähe zum Speichergelände errichtet werden soll.

Weitere Partner sind die Firmen Ontras und Uniper. Zur Verbindung mit dem Gasezentrum der Firma Linde in Leuna ist die Umwidmung und Ertüchtigung einer vorhandenen Erdgasleitung geplant. Als Kavernenspeicher wird eine vorhandene, d.h. bereits ausgesolte, Kaverne genutzt werden, die mit einem Arbeitsvolumen von 50 Mio. Nm³ und einer Ausspeiserate von 100.000 Nm³/h Wasserstoff auch lange Dunkelflauten überbrücken kann. Für dieses Reallabor werden die Forschungsleistungen von HYPOS für die Genehmigungsfähigkeit und Auslegung der Kaverne genutzt werden. Als wissenschaftlicher Partner des Projektes fungiert DBI-GUT (Deutsches Brennstoff-Institut, Freiberg, Gas- und Umwelttechnik GmbH, Leipzig).

Ursprünglich war vorgesehen, die beiden Reallabore der Wasserstofftechnik gemeinsam mit einem Vorschlag eines Reallabors der Kreislaufführung des Kohlenstoffs ‚Carbontrans‘ von Fraunhofer zu beantragen. Bei einer Unterredung beim Forschungsnetzwerk des BMWi wurde mir und dem Vertreter des Landes Sachsen-Anhalt geraten, davon abzusehen und zunächst nur die Reallabore der Wasserstofftechnik zu beantragen. Sie sollten jedoch ausdrücklich als ‚Enabler‘ (Ermöglicher, Befähiger) für die künftigen Entwicklungen zur Kreislaufwirtschaft des Kohlenstoffs benannt werden. So geschah es dann auch. Am 18. Juli 2019 verkündete BM ALTMAIER die 20 Gewinner des Ideenwettbewerbs ‚Reallabore der Energiewende‘. Unter den 10 Gewinnern aus den Regionen der Strukturstärkung waren auch die oben genannten Reallabore Leuna und Bad Lauchstädt. Das war ein deutliches Zeichen, dass die Reviere besonders berücksichtigt werden sollen.

Sehr schnell wurde deutlich, dass die ursprünglich angedachten Förderkonditionen mit dem Erreichen einer schwarzen Null beihilferechtlich nicht darstellbar waren. Weiter gab es zunächst keine angemessene Befreiung von Abgaben und Entgelten und insbesondere fehlte in Deutschland die Umsetzung der europäischen RED2 (Renewable Energy/Directive 2)-Direktive, die eine Anrechnung von ‚grünem‘ Wasserstoff bei der Nutzung zur Kraftstoffherstellung und in Raffinerien begünstigt hätte. Bei bilanzieller Anerkennung des im Raffinerieprozess eingesetzten regenerativen Wasserstoffs auf

die Verpflichtung zur Treibhausgasminderung bei der Herstellung von Kraftstoffen würde sich sofort ein erheblicher Bedarf an ‚grünem‘ Wasserstoff ergeben, der über die Quotenanrechnung dann wirtschaftlich herstellbar wäre. Gespräche beim **Verband der Chemischen Industrie (VCI)** und dem **Mineralölwirtschaftsverband (MWV)** ergaben die Notwendigkeit, den direkten Kontakt zur Politik zu suchen.

Wir wollten die Defizite mit den konkreten Beispielen der Reallabore aufzeigen. In diesem Sinne wurde ich in meiner Clusterfunktion gebeten, Treffen der Reallabore mit Chemiebezug zu organisieren und zu moderieren. Am 5. November 2019 war ein erstes Treffen der Reallabore mit Chemiebezug in den Räumlichkeiten des Fraunhofer Vorstandes beim **IWU (Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik mit Hauptsitz in Chemnitz)** in Dresden. Neben den beiden mitteldeutschen Reallaboren wurden auch die drei norddeutschen Reallabore vorgestellt, die mit der Küste besonders guten Zugang zu Windstrom haben.

Am 31. Januar 2020 beim zweiten Treffen im Haus der Wirtschaft beim **BDI** in Berlin erläuterten Vertreter des **BMWi** die beihilferechtlichen Probleme der Förderung und die Lösungsansätze, die mit Brüssel gesucht werden. Die genannten Verbände und die **Industriegewerkschaft Bergbau/Chemie/Energie (IG BCE)** waren ebenfalls wieder beteiligt. Im Mai 2020 war ein drittes Treffen beim **Umweltbundesamt (UBA)** in Dessau vorgesehen, bei dem wir insbesondere über die Umsetzung der **RED2-Direktive** sprechen wollten, die nach politischer Willensbekundung des Bundes ambitioniert erfolgen sollte. Corona machte den Termin dieses Treffens zunichte. Freundlicherweise hat sich das **Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt** dann bereit erklärt, uns am 23. Juli 2020 zu dem dritten Treffen mit dem Hauptthema **RED2-Umsetzung** und Teilnahme des **UBA** in sein Ministerium nach Magdeburg einzuladen. Staatssekretär **Klaus RHEDA** als Hausherr sprach sich engagiert für die Reallabore mit ihren Aufgabenstellungen zur ‚Defossilisierung‘ der Industrie aus. Als Industrievertreter äußerte der Geschäftsführer der **Total Raffinerie Mitteldeutschland** **Dr. Willi FRANTZ** sein Unverständnis, dass es der Politik nicht gelingt, diese erfolgversprechenden Projekte nunmehr ausreichend zu fördern. Aus meiner Sicht war es eine gute Gelegenheit, einem größeren Kreis der Verantwortlichen des **UBA** die Situation der Industrie mit konkreten Zahlen zu erklären. Die Fragen und Bemerkungen sowie die Pausengespräche zeigten, dass damit Mengen und Daten zur Wirtschaftlichkeit erklärt wurden, die sonst nicht im Fokus stehen. Letztlich konnte die Politik zu diesem Zeitpunkt noch keinen Lösungsweg aufzeigen, wie die erhebliche Diskrepanz der Kos-

ten von ‚grünem‘ Wasserstoff (durch Wasserelektrolyse mittels erneuerbarer Energien, es entsteht kein CO₂) zu ‚grauem‘ Wasserstoff (traditionell durch Erdgasspaltung zu H₂ und CO₂) überwunden werden könnte. Strombasiert rechnet man mit 8 bis 10 €/kg H₂, während auf fossiler Basis der Marktpreis je nach Abnahmemenge zwischen 1 und 3 €/kg H₂ liegt.

Die nationale Wasserstoffstrategie

Am 10. Juni 2020 verabschiedete die Bundesregierung die ‚Nationale Wasserstoffstrategie‘ (NWS). Die Wasserstofftechnik wurde damit anerkannte Schlüsseltechnologie zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei der Energiewende. Entwicklungen und insbesondere der Markthochlauf und internationale Partnerschaften sollten im besonderen Maße gefördert werden. Deutschland wird Wasserstofftechnologien zur Dekarbonisierung/Defossilisierung von Produktionsprozessen in der Industrie etablieren, z. B. in der Stahl- und Chemieindustrie. Weiter wird das große Potenzial zum Einsatz von Wasserstoff zur CO₂-Reduzierung im Verkehr genannt.

Zu den 38 vorgesehenen Maßnahmen der nationalen Wasserstoffstrategie gehören:

- die ambitionierte Umsetzung der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie (RED 2) der EU mit dem Ziel, ‚grauen‘ Wasserstoff in der Kraftstoffproduktion durch ‚grünen‘ Wasserstoff zu ersetzen,
- die Förderung des Baus von Elektrolyseuren und der Nutzung von Wasserstoff,
- die Etablierung einer Forschungsoffensive ‚Wasserstofftechnologien 2030‘,
- Investitions- und Betriebskostenzuschüsse für die Produktion von ‚grünem‘ Wasserstoff und bei Umstellung auf klimafreundliche Industrieverfahren,
- eine Stärkung bzw. Weiterentwicklung der notwendigen Infrastrukturen,
- eine Prüfung staatlich induzierter Preisbestandteile im Energiebereich, insbesondere wäre dabei anzustreben, die Produktion von ‚grünem‘ Wasserstoff von der EEG-Umlage zu befreien.

Als Cluster erarbeiteten wir mit den Unternehmen der Region noch im Juni 2020 ein Positionspapier zur NWS, in dem wir die Besonderheiten und Entwicklungen des Chemiedreiecks zur Umsetzung der NWS erläuterten.

Eine Strategie wie die NWS setzt einen Handlungsrahmen für die Ministerien, die die Umsetzung mit Gesetzen, Richtlinien und Verordnungen vorbereiten sollen, wobei die Beschlussfassung den Parlamenten und die beihilferechtliche Zustimmung der EU ob-

liegt. Positiv ist die Einsetzung eines ‚Nationalen Wasserstoffrates‘, der diese Umsetzung wissenschaftlich und politisch begleiten wird.

Es wurden einige Persönlichkeiten benannt, die auch die mitteldeutschen Projekte gut kennen. Mit Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER vom Fraunhofer IMWS ist die Wissens-trägerin eingebunden, die den Aufbau der Wasserstoff- und Kohlenstoffprozesstechnik als neues Fraunhofer Institut sowie des ‚House of Transfer‘ (HoT) des Fraunhofer Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik koordiniert und verantwortet (siehe auch Interview auf den Seiten 55-64). Im Oktober 2020 hat Sylvia SCHATTAUER die Räumlichkeiten dieser Koordinierungsstelle im Hauptgebäude der InfraLeuna GmbH bezogen. Mein Clusterbüro als Bestandteil des HoT ist nun ebenfalls dort angesiedelt.

Für das pragmatische Denken der Unternehmen ist nicht so wichtig, ob wir genau wissen, wie Wasserstoff und andere Energieträger die Energiewende des Jahres 2050 dominieren. Die Politik benötigt offensichtlich solche Langfristziele der NWS. Die Unternehmen wollen wissen, wie sie heute und morgen wirtschaftlich arbeiten können und ob sich Investitionen auch zukünftig noch rechnen. In diesem Sinne werden wir die Umsetzung der Maßnahmen weiter kritisch hinterfragen und begleiten.

Mit der Elektrolyseplattform entsteht eine neue Demoanlage von Fraunhofer an einem mitteldeutschen Chemiestandort

Am 6. August 2020 fand in der Nachbarschaft des Gasezentrums der Linde AG am Chemiestandort Leuna der Spatenstich für die Elektrolyseplattform statt. Die Fraunhofer Elektrolysetest- und -versuchsplattform ELP wird über Labore, Büros und ein Technikum verfügen und wird genutzt werden, um den Betrieb verschiedener Elektrolyseanlagen im Industriemaßstab zu erproben und zu bewerten. Im Außenbereich stehen modular nutzbare Testflächen für ‚Power-to-X‘- und ‚Power-to-Liquid‘-Projekte bis 5 MW Anschlussleistung zur Verfügung. Das Zusammenspiel mit der fluktuierenden Stromzufuhr aus erneuerbaren Energien unter realen Betriebsbedingungen steht dabei ebenso im Fokus wie die Verbesserung der eingesetzten Werkstoffe, die optimale Einspeisung in die bestehenden Gaspipelines und die Entwicklung passender Geschäftsmodelle (siehe auch Interview Sylvia SCHAUTTAUER).

IPCEI-Projekte der Wasserstofftechnologie

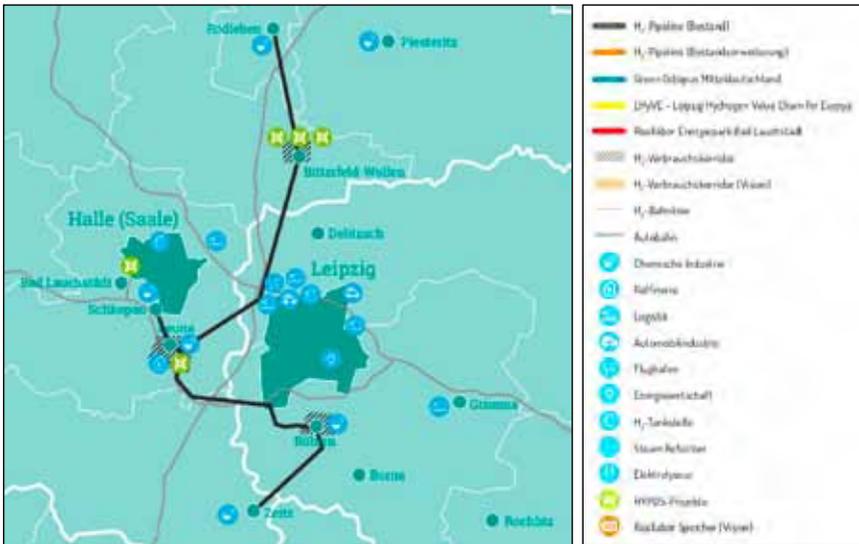
Im Dezember 2020 wurde die europäische Initiative ‚Important Project of Common European Interest‘ (IPCEI) zur Entwicklung einer europäischen Wertschöpfungskette

der ‚grünen‘ Wasserstofftechnologien der europäischen Staaten bekannt gegeben. Die Finanzierung der deutschen Projekte erfolgt durch den Bund und die beteiligten Bundesländer, bietet aber den beihilferechtlichen Vorteil, dass es europäische Projekte sind. Mit einem integrierten IPCEI-Vorhaben ‚Wasserstoffwertschöpfung in Mitteldeutschland‘ werden Unternehmen die bereits vorhandenen Infrastrukturen, die regionale Forschungskompetenz und die im Aufbau befindliche industrielle Produktion von Wasserstoffsystemtechnik für einen zügigen Markthochlauf nutzen.

Auf der Erzeugerseite möchten mehrere Unternehmen massiv in entsprechende Kapazitäten zur Hochskalierung von Pilotanlagen investieren. Die angestrebte signifikante Kostensenkung in der Erzeugung soll hierbei durch erhebliche Investitionen in die Weiterentwicklung innovativer Technologien und neuartiger Ausrüstungen erreicht werden. Damit eine Bereitstellung von ‚grünem‘ Wasserstoff auch für die Mobilität und Energieversorgung gelingen kann, ist neben der Erzeugung auch die Speicherung vorgesehen. Dabei geht es insbesondere um die Verteilung samt Ein- und Ausspeisung durch Erweiterung des bestehenden Pipelinesystems. Die Anbindung der Wasserstoffprojekte an das Pipelinesystem der mitteldeutschen Chemiestandorte mit einer entsprechenden Ergänzung für den Großraum Halle-Leipzig eröffnet völlig neue Marktchancen, die sektoren- und länderübergreifend von weiteren Branchen genutzt werden können.

So stellt das BMW-Werk Leipzig seine Werkslogistik auf Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb um. DHL und andere Logistikfirmen im Umfeld des Flughafens Leipzig-Halle planen ebenfalls mit Wasserstoff. Die energetische Nutzung von Wasserstoff für Gewerbe und Wohnen ist in den Oberzentren Leipzig und Halle angesagt. Die Unterstützung durch das Land Sachsen-Anhalt und den Freistaat Sachsen ist gegeben. Das IPCEI-Projekt bietet gute Chancen, die vorhandenen Kompetenzen bei der technischen Umsetzung und Markterschließung zu nutzen. Die Bilder 4a und 4b (siehe Seite 44) markieren auf einer Karte von Mitteldeutschland wichtige Industriestandorte und den derzeitigen sowie den geplanten Verlauf der Wasserstoffpipelines. Die Unternehmen und Projekte einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft sind durch ihre Logos gekennzeichnet (siehe Legende Bild 4).

Strombasierter Wasserstoff als Chance für Mitteldeutschland



Bilder 4a+b Karte von Mitteldeutschland mit wichtigen Industriestandorten und dem derzeitigen (unten links) sowie geplanten (oben) Verlauf der Pipelines (Unternehmen und Projekte der Wasserstoffwirtschaft sind durch ihre Logos gekennzeichnet)

Bild 5
Deutschlandkarte mit
den bestätigten IPCEI-
Projekten
(Legende siehe Kästen)



NUTZUNG MOBILITÄT

- 11 IENECA, Berlin – H2 MOBILITY DE
- 12 BMW Project: Munich – Bayrische Wasserwerke
- 13 Brennstoffzellen Digital Factory, Regensburg – Kallenberg – adw, Leuna, Oerlikon & Cu HD
- 14 H2GASYS, Wuppertal – Dusseldorf Trade
- 15 HydroGen H2Scale, Datteln – E.ON Energy
- 16 Clean Hydrogen Coastline, Duisburg – ThyssenKrupp – UFAH, UFAH, UFAH
- 17 HydroGen, Witten – Freiberg – H2 Energy
- 18 H2Scale, Hamburg – Airbus Operations
- 19 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 20 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 21 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 22 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 23 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 24 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 25 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 26 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 27 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy
- 28 H2Scale, Hamburg – HANSA Energy

INFRASTRUKTUR

- 20 AquaVentus, Helgoland – GASCADE
- 21 H2WIN – Gasnetz Hamburg
- 22 Clean Hydrogen Coastline, NE – EWE/EWE Netz/EWE Gaspeicher
- 23 Green Coast, Lingen – Hydrogenious
- 24 HydroGen – Gasnetz DE
- 25 GET H2, Gronau – EWE Gas Storage Wert
- 26 GET H2 – Nordergrün
- 27 GET H2 – Gasnetz Europe
- 28 GET H2 – ThyssenKrupp
- 29 doing hydrogen – GASCADE
- 30 doing hydrogen – ONTRAS
- 31 Green Corridor MD – ONTRAS
- 32 Green Corridor MD, Breda – Ontras
- 33 UHYE Transport, Leipzig – Ontras
- 34 InnoHy – Ontras DE

H₂ ERZEUGUNG

- 1 Aquamaris, Helgoland – EWE Renewable
- 2 H2H2, Hamburg – Vattenfall/Shell/ Mitsubishi/Wyssen Hamburg
- 3 Clean Hydrogen Coastline, NE – EWE/EWE Netz/Leuna
- 4 GET H2, Lingen – RWE Generation
- 5 GreenMetalSteel, Duisburg – Air Liquide DE
- 6 H2Scale, NRW – Neumanntal/Leuna
- 7 doing hydrogen, Rostock – AFEX Energy
- 8 doing hydrogen, MW, Breda – ENERTRAG
- 9 Green Hydrogen Hub, Leuna – Linde/Total
- 10 H2Scale, Dresden – Sunfire
- 11 UHYE Erzeugung, Leipzig – EDL
- 12 UHYE System, Leipzig – IVV
- 13 Projekte noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben
- 14 HydroHub Termis, Witten – Siemens Energy/STEG
- 15 HydroHub, Ludwigshafen – BASF
- 16 E.ON, Erlangen – Siemens Energy
- 17 GH2B2, DE/AUT – Hydrogenious
- 18 HydroHub, Rostock – Rostock PORT GmbH
- 19 Bosch Power Unit, BW, BY – Robert Bosch

NUTZUNG INDUSTRIE

- 35 Hyscale 100, Kreis Dithmarschen – Holcim Deutschland/Hymatics Deutschland/Orsted Wind Power Germany/ Raffinerie Heide
- 36 H2H, Hamburg – Arcelor Mittal
- 37 Clean Hydrogen Coastline, Bremen – Arcelor Mittal
- 38 DRIBE2, Bremen, EH – Arcelor Mittal
- 39 LGH2, Lingen – BP
- 40 LGH2, Lingen – Oersted
- 41 GET H2, Salzgitter – Salzgitter Flachstahl
- 42 e-Methanol Projekt, Stade – DOW
- 43 H2Scale, Duisburg – thyssenkrupp steel
- 44 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben
- 45 Projektname noch nicht zur Veröffentlichung freigegeben
- 46 doing hydrogen, BB – ENERTRAG
- 47 doing hydrogen, Rüdersdorf – CEMEX
- 48 H2SYNGAS, Dillingen – SHS/Saarstahl
- 49 BayH2, Neustadt – Vattenfall Innovation/Bayernoil
- 50 RHYME Bavaria, Burghausen – Wacker Chemie

Bundeswirtschaftsminister Dr. Peter ALTMAIER und Bundesverkehrsminister Andreas SCHEUER gaben am 28. Mai 2021 die Auswahl von 62 großen Wasserstoffprojekten für staatliche Finanzierungen im Rahmen eines gemeinsamen europäischen Wasserstoffprojekts bekannt. Die bestätigten IPCEI-Projekte konzentrieren sich auf die Stahlindustrie und die chemische Industrie. Die 62 Projekte, die die gesamte Wertschöpfungskette des Wasserstoffmarktes repräsentieren, wurden aus über 230 eingegangenen Projektskizzen ausgewählt. Es wird erwartet, dass Projekte noch 2021 von der Europäischen Kommission im Rahmen des Beihilferechts genehmigt werden. 8 Mrd. € Förderung werden mit 70 % vom Bund und mit 30% von den Ländern vorgesehen. Es sollen Investitionen in Höhe von insgesamt 33 Mrd. € angestoßen werden, darunter über 20 Mrd. € von privaten Investoren (Bild 5, siehe Seite 45).

Als zentrales Projekt für Mitteldeutschland sind mit ‚Green Hydrogen Hub‘ Leuna zwei Elektrolysen von je 50 MW Leistung vorgesehen. Investor und Betreiber wird die Firma Linde sein. ‚ITM Linde Electrolysis‘ und ‚Siemens Energy‘ werden die neueste Anlagentechnik der PEM (Polymerelektrolytmembran)-Elektrolysen installieren und die Total Raffinerie Mitteldeutschland ist der Ankerkunde zur Verwertung der Hauptmenge des ‚grünen‘ Wasserstoffs. Für den Markthochlauf installiert Linde zusätzlich kurzfristig eine 24 MW Elektrolyse ebenfalls am Standort Leuna.

Mit dem europäischen Projekt ‚Green Octopus‘ soll eine 2.000 km lange Pipeline entstehen, die Wasserstoffregionen von Frankreich, Belgien, den Niederlanden und Deutschland verbinden wird. Mitteldeutschland mit der künftigen Kaverne in Bad Lauchstädt und dem Gasezentrum in Leuna wird über Salzgitter angeschlossen werden. Mit dem Projekt ‚doing hydrogen‘ ist eine Pipeline vom künftigen Energiehafen Rostock nach Leuna vorgesehen, die auch Standorte in Brandenburg mit einbinden wird.

Die Projekte ‚LHyVE Erzeugung‘ (‚Leipzig Hydrogen Value chain for Europe‘, Leipziger Wasserstoff-Wertschöpfungskette für Europa) der EDL Anlagenbau GmbH, ‚LHyVE System‘ der Leipziger Versorgungs- und Verkehrsgesellschaft mbH und ‚LHyVE Transport‘ der Ontras Gastransport GmbH sehen die Wasserstoff-Pipelineanbindung des Großraums Leipzig mit Projekten der Herstellung von ‚e-Kerosin‘ für die energetische Nutzung sowie die e-Mobilität vor. Ein Prozess, der die Akteure zusammenbringen soll (‚match-making-process‘) wird die Vernetzung der europäischen Projekte begleiten. HYPOS ist angetreten, diese Vernetzung im Interesse der ostdeutschen Projekte zu unterstützen.

Die Zukunftssicherung des Rohstoffverbundes

Die Lage im Binnenland fern der Küste begünstigte einst die Kohlechemie. Beim kommenden Strukturwandel der energieintensiven Industrie wird diese Lage zu einer besonderen Herausforderung. Küstennahe Standorte werden über ein großes Angebot an erneuerbarem Strom aus den ‚off-shore‘ Windparks verfügen und haben mit den Häfen beste logistische Voraussetzungen für eine sich wandelnde Rohstoffversorgung, aber auch für die Einlagerung von CO₂ durch ‚Carbon Capture and Storage‘ (CCS) in ‚salinen Aquiferen‘ (Verpressung von Salzlösungen in Grundwasserleitern) beispielsweise in der norwegischen See.

Die industrielle Umsetzung der Wasserstofftechnologie mit Großelektrolysen und Großkavernen ist ein erster Schritt zur Treibhausgasminderung. ‚Grüne‘ Wasserstofftechnik ist Schlüsseltechnologie bei der Treibhausgasreduzierung, aber allein nicht hinreichend. Chemieindustrie und Raffinerietechnik benötigen weiterhin den Kohlenstoff, der bei schrittweisem Verzicht auf die fossilen Quellen Erdöl und Erdgas durch Nutzung des prozessbedingt anfallenden CO₂, sowie die Kreislaufführung von Kunststoffabfällen sowie biogenen Reststoffen bereitzustellen ist. Für Mitteldeutschland gilt es, alle Optionen der ‚Defossilisierung‘ der Grundstoffindustrie kritisch zu bewerten und keine technologische Möglichkeit von vornherein auszuschließen. Die CO₂-Nutzung mit ‚Carbon Capture and Utilization‘ (CCU) sowie CCS bieten vielleicht eine zusätzliche Chance, eine drohende ‚Deindustrialisierung‘ abzuwenden.

Die in der Region ansässigen Unternehmen haben das ‚Know-how‘ zur Überwindung des Strukturbruchs nach 1990 erarbeitet und sind willens, sich auch dieser neuen Herausforderung zu stellen. Die Zukunftssicherung des Rohstoffverbundes wird die Hauptaufgabe zum Erhalt der Chemieindustrie. Die Raffinerie der Total in Leuna einschließlich der größten deutschen Methanolanlage, das Gasezentrum der Linde in Leuna mit einem standortübergreifenden Pipelinesystem, der Cracker der Dow Olefinverbund in Böhlen mit den Kunststoffanlagen in Schkopau und Leuna sowie die größte deutsche Ammoniak- und Düngerfabrikation der SKW in Piesteritz sind Stützen des Rohstoffverbundes. In den nächsten Jahren werden mit den Reallaboren und IPCEI-Projekten der Firmen Linde, Total, VNG und Ontras Großelektrolysen und Großkavernen der Wasserstofftechnik gebaut werden, die über das Pipelinetz ‚grünen‘ Wasserstoff als Rohstoff anbieten.

Chlor wird an den Standorten Schkopau, Bitterfeld und Leuna jeweils anforderungsrecht erzeugt. Dominierend ist die Basischemie. Die Chemiestandorte in Böhlen, Zeitz,

Leuna, Schkopau, Bitterfeld/Wolfen und Piesteritz verfügen über modernste Infrastruktur und sind mit Altlastenfreistellung umfassend saniert. Logistisch sind sie mit Pipeline, Bahn- und Straßenanbindung gut aufgestellt. Die Profile bezüglich der Geschäftsmodelle der Betreiber und der vorzugsweise angesiedelten Produzenten sind durchaus unterschiedlich, was ein gutes Angebot für Ansiedlungen ist.

Bemerkenswertes Ergebnis der Privatisierung war die Dominanz produzierender Unternehmen, bei denen Forschung und Entwicklung in den Konzernzentralen konzentriert blieb. Zahlreiche KMU sind in den Chemieparken in den Rohstoffverbund integriert und damit auf diesen angewiesen. Unternehmen der Spezialchemie beziehen keine Rohstoffe vom Verbund. Es wird leicht verkannt, dass die Basischemie des Rohstoffverbundes allein durch Größe eine Bezahlbarkeit der Infrastruktur mit der Ver- und Entsorgung gewährleistet und das Geschäft der im Verbund angesiedelten Dienstleister stabilisiert. Der Zukunftssicherung des Rohstoffverbundes sind alle anderen innovativen Aufgaben nachgeordnet, denn ohne den Rohstoffverbund droht die Deindustrialisierung der wichtigsten Chemiestandorte (Bild 6).

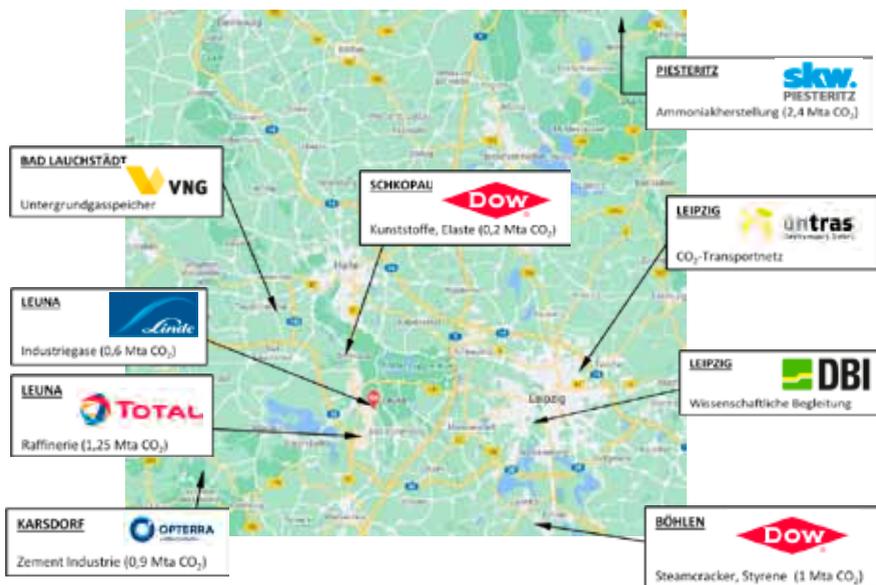


Bild 6 Das Verbundvorhaben 'CapTransCO2' mit seinen mitteldeutschen Standorten (und den Logos der am Verbundvorhaben beteiligten Unternehmen, Mta: Mio. Tonnen pro Jahr)

Unter Führung der Total Raffinerie Mitteldeutschland werden die Unternehmen Linde, VNG, DBI-GUT, Ontras, SKW Piesteritz, Dow Olefinverbund und Opterra Zement

mit einer Machbarkeitsuntersuchung die Treibhausgasminderung der Industrie Mitteldeutschlands bewerten und Lösungswege aufzeigen. Erste Einschätzungen ergaben eine Größenordnung von 5 Mio. t/a prozessbedingter CO₂-Emissionen, die bei Erhalt dieser Industrie einer Nutzung oder Entsorgung zuzuführen wären. Damit haben sich die größten CO₂-Emittenten mit den 'Know-how'-Trägern zur Gasaufbereitung, Gasverdichtung, Gastransport und Gasspeicherung zusammengeschlossen. Diese Studie zur Machbarkeit einer klimaneutralen mitteldeutschen Industrie durch den Aufbau einer vernetzten CO₂-Transportinfrastruktur für CCU/CCS wird die Herausforderungen aufzeigen, den Strukturwandel der Rohstoffversorgung auch im Binnenland zu vollziehen.

Mit dem Projektantrag ‚CapTransCO₂‘ wurde gemeinsam eine Förderung mit dem Programm ‚CO₂-Abscheidung und -Nutzung in der Grundstoffindustrie‘ beim BMWi beantragt. Mit der Studie werden die wesentlichen CO₂-Quellen der Grundstoffindustrie im mitteldeutschen Raum erfasst und die Möglichkeiten der Reduktion durch strombasierten ‚grünen‘ Wasserstoff bewertet. Der Blick in die Zukunft soll die Möglichkeiten der künftigen CO₂-Nutzung als Rohstoff aufzeigen. Die Mengenbilanz wird dann ergeben, wieviel Wasserstoff auch zukünftig durch ‚Steamreforming‘ aus Erdgas erzeugt werden muss. Dieser Wasserstoff kann durch Einlagerung des dabei anfallenden CO₂ (CCS) in Aquiferen der norwegischen See dann ebenfalls treibhausgasneutral gestellt werden und wird dann ‚blauer‘ Wasserstoff genannt. Ein Pipelinetransportsystem mit lokaler Zwischenspeicherung wird ermöglichen, dass zusätzlich zu der bereits gegebenen Herstellung von Chemieprodukten wie Methanol und Harnstoff auch weitere stoffliche Nutzungen des CO₂ für ‚e-Fuels‘ und andere Kohlenwasserstoffe wirtschaftlich werden. Diese Zwischenspeicherung soll in Kavernen erfolgen.

Solche Salzkavernen sind bezüglich der erforderlichen technologischen Lösung für Einspeisung und Ausspeisung und der begrenzten Aufnahmefähigkeit jedoch nicht geeignet für eine dauerhafte Einlagerung (CCS). Die Bewertung des künftigen Rohstoffverbundes wird zeigen, welcher Überschuss an prozessbedingten CO₂-Emissionen mit CCS sicher in Aquiferen der See zu lagern ist. Mit der Verknüpfung zu solchen europäischen Lösungen wird eine Dimension der Zukunftssicherung der Industrie im Binnenland erschlossen, die mit Sicherheit beispielgebend sein wird.

Die Vorbereitung des Entwurfs der Projektskizze in den ersten Monaten des Jahres 2021 und die Gespräche mit dem zuständigen Forschungsnetzwerk des Projektträgers sowie dem BMWi war eine spannende Aufgabe. Eine Machbarkeitsuntersuchung in

Regie der Unternehmen wird die Entwicklungsaufgaben identifizieren, die eine konkrete Chance auf Umsetzung haben. Das ist in Bezug auf Anwendungsnähe eine viel höhere Qualität als die allgemeine Ideensammlung des Forschungsnetzwerkes, das alle Institute nach ihren Lieblingsaufgaben befragt. Das BMWi-Programm ‚CO₂-Abscheidung und -Nutzung in der Grundstoffindustrie‘ bietet mit der Phase 1 genau diese Chance der Machbarkeitsuntersuchung, die alle technologischen Möglichkeiten und Aspekte des Strukturwandels erfasst und bewertet. Erst in einer Phase 2 werden die identifizierten Entwicklungen umgesetzt und Demoanlagen vorgesehen.

Fast zwanzig Jahre habe ich die Clusteraktivitäten begleitet, aber niemals vorher gab es eine Projektidee, an der sich alle großen Unternehmen des mitteldeutschen Chemiedreiecks gemeinsam beteiligen. Die Erörterung der Akteure mit den Konzernzentralen machte einerseits deutlich, dass der Kostendruck der Energiewende die Binnenstandorte ernsthaft bedroht. Andererseits ist es erklärter Wille, die Produktionsstätten zu erhalten und daher alle Wege der Zukunftssicherung zu bewerten. Gemeinsames Ziel ist die Zukunftssicherung des Rohstoffverbundes im Binnenland. Es muss gelingen, dass Kunststoffe, Synthesekautschuk, Dünger, synthetische Kraftstoffe und Zement weiter in Mitteldeutschland produziert werden.

Fazit und Ausblick

Es war eine gute Entscheidung, dass wir uns damals mit dem Projekt HYPOS für die strombasierte Wasserstofftechnik engagierten und bereits 2013 starten konnten. Zielstellung war die Entwicklung industrieller Verfahren vorrangig für den gegebenen Bedarf der Chemieindustrie, aber immer mit der Option, weitere Geschäftsfelder für Mobilität und energetische Nutzungen zu erschließen. Bis zum Ende des Jahres 2021 werden 34 Projekte erfolgreich abgeschlossen sein, die neben technologischen Entwicklungen der Wasserstoffherzeugung, des Transports, der Speicherung und der Nutzung auch strategische Fragestellungen, wirtschaftliche Bewertungen, Sicherheitsfragen und Akzeptanz umfassen.

Aktuell entwickelt das HYPOS-Netzwerk eine Zukunft nach dem Ende der ‚Zwanzig20‘-Förderung. Neben den technologischen Themen zeigt u.a. der enorme Mitgliederzuwachs in den vergangenen 12 Monaten, welchen hohen Stellenwert HYPOS als Informations- und Kompetenzplattform für die mitteldeutsche Wasserstoffwirtschaft hat. Die Kompetenzen und Erfahrungen des HYPOS-Netzwerks und seiner Mitglieder strahlen über die mitteldeutsche Region national und international aus. Die Leuchtturmprojekte Großelektrolyse und Großkaverne finden sicher noch ihre Umsetzung in

den industriellen Maßstab mit dem Reallabor ‚Energiepark Bad Lauchstädt‘ und als Bestandteil der benannten IPCEI-Projekte. Dabei wird der mit dem Projekt HYPOS erarbeitete Forschungsvorlauf sowie die gegebene Infrastruktur der Chemieparcs mit dem Wasserstoffpipelinennetz, der stromseitigen Anbindung an Netzknoten und das benachbarte Kavernennfeld von den Industriekonsortien als Systemvorteil genutzt werden. Die Versorgung mit erneuerbarem Strom erfolgt sowohl aus dem Netz als auch aus einem neuen Windpark, der als Industrieanlage konzipiert ist. Diese Demoanlagen schaffen die Voraussetzung für einen Strukturwandel der Rohstoff- und Energieversorgung der Chemieindustrie. Die strombasierte Wasserstofftechnik wird die Schlüsseltechnologie für die Kreislaufführung des Kohlenstoffs ohne CO₂-Emissionen. Schrittweise werden neue Verfahren der Vergasung und Pyrolyse von Kunststoffabfällen und biogenen Reststoffen die fossile Rohstoffbasis Erdöl und Erdgas ergänzen. Die Nutzung des CO₂ als Rohstoff wird erweitert und so einen Kreislauf schließen.

Die Strukturstärkung muss an dem industriellen Erbe mit der vorhandenen Technologie und der gegebenen Infrastruktur anknüpfen. Der gegebene hohe Wasserstoffbedarf auf Basis des ‚Steamreforming‘ von Erdgas bietet ein Substitutionspotenzial für die strombasierte Wasserstofftechnik mit der Chance, die Wirtschaftlichkeit durch den industriellen Maßstab zu erreichen. Weitere Nutzungen für Mobilität (Straße, Schiene und Logistik) werden dann zusätzliche Deckungsbeiträge bringen.

In den kommenden Jahrzehnten ergibt sich ein zusätzlicher Wasserstoffbedarf durch die Kreislaufwirtschaft des Kohlenstoffs mit der Verwertung von Kunststoffabfällen und biogenen Reststoffen. Dabei gilt es technologieoffen auch die Möglichkeiten zu bewerten, wie die ‚Defossilisierung‘ der gegebenen Industriestrukturen teils ohne den doch teuren strombasierten Wasserstoff erfolgen kann. CCU und CCS werden die Ergänzung bieten, um letztlich die Treibhausgasneutralität zu sichern. Hauptziel sollte es sein, eine Deindustrialisierung des mitteldeutschen Industriereviere zu verhindern.

Dr. Dieter SCHNURPFEIL danke ich für die bewährte und intensive Unterstützung bei der Zusammenstellung, Visualisierung und Ergänzung der hier veröffentlichten Beiträge.

Autorenvorstellung siehe Seite 13.

Zusammenstellung der verwendeten Abkürzungen (Kürzel)

Kürzel	Vollname (Bedeutung, Erläuterung)
AG	Aktiengesellschaft
BASF	B adische A nilin- und S odafabrik Ludwigshafen AG
BDI	B undesverband der D eutschen I ndustrie e.V.
BGR	B undesanstalt für G eologie und R ohstoffe
BImSchG	B undes i mmissions s chutz g esetz
BM	B undes m inister* i n
BMBF	B undes m inisterium für B ildung und F orschung
BMEL	B undes m inisterium für E rnährung und L andwirtschaft
BMWi	B undes m inisterium für W irtschaft (und Technologie bzw. Energie)
BMU	B undes m inisterium für U mweltschutz, N aturschutz und n ukleare S icherheit
BSL	B una S OW L euna O lefinverbund GmbH (SOW: Sächsische O lefin w erke)
BTU	B randenburgische T echnische U niversität
CBP	Fraunhofer-Zentrum für C hemisch- B iotechnologische P rozesse
CDU	C hristlich D emokratische U nion (deutsche Partei)
CeChemNet	„ C entral E uropean C hemical N etwork“ (Europäisches Chemienetzwerk)
CCS	„ C arbon C apture and S torage“ (CO ₂ -Speicherung unter Tage)
CCU	„ C arbon C apture and U talization“ (CO ₂ -Abscheidung und Verwendung)
CEFC	„ C onseil E uropéen des F édérations de l' I ndustrie C himique“ (Verband der Europäischen chemischen Industrie)
CEM	„ C enter for E conomics of M aterials“ (Fraunhofer)
CEO	„ C hief E xecutive O fficer“ (Vorstandsvorsitzender)
CO ₂	Kohlendioxid (Oxid der Kohlensäure, Treibhausgas)
Co-SOEC	„ co -solid o xide e lectrolyser c ell“ (Festoxid-Elektrolysezelle, Festoxid-Brennstoffzelle, die im reversen Modus betrieben wird, um die Elektrolyse von Wasser und/oder Kohlendioxid zu erreichen)
DaeRpa	ökologischer D aemmstoff aus R apsschalen und bi obasiertem E poxydharz
DBI-GUT	D eutsches B rennstoff I nstitut (Freiberg/Sachsen), G as- und U mwelt- t echnik GmbH, Leipzig
Demoanlage	D emonstrations a n l age
DDR	D eutsche D emokratische R epublik
Debriv	D eutscher B raunkohlen- I ndustrie- V erein
DECHEMA	D eutsche G esellschaft für chemisches A pparat w esen (Gesellschaft für Technik und Biotechnologie)
DFG	D eutsche F orschung s gesellschaft
DHL	Paket- und Brief-Express-Dienst (1969 in San Francisco von Adrian D ALSEY, Larry H ILL B LOM und Robert L YNN gegründeter Paket- und Brief-Express-Dienst, gehört als DHL International GmbH zum Konzern Deutsche Post)
Dow	„ T he D ow C hemical C ompany“ (TDCC) (Tochter: D ow O lefinverbund GmbH)
ECRN	E uropean C hemical R egions N etwork (Europäisches Netzwerk der Chemieregionen)
EEG	E rneuerbares E nergie g esetz
EFRE	E uropäischer F onds für r egionale E ntwicklung
e-Fuels	„ e lektro f uels“ (Elektro-Kraftstoffe, synthetische Kraftstoffe auf Basis „grüner“ Energie)

Kürzel	Vollname (Bedeutung, Erläuterung)
ELP	Elektrolyse- und Versuchs plattform
EU	Europäische Union
EU-Kommission	Kommission der Europäischen Union
EuPD Research	EuPD Research Sustainable Management GmbH (Markt- und Sozialforschungsunternehmen in Bonn)
Eurocoal	Kohlerunde der EU-Kommission
EthaNa	ethanolische native Extraktion geschälter Rapssaat
FDP	Freie Demokratische Partei (deutsche Partei)
F&E	Forschung & Entwicklung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HSA	Hochschule Anhalt
HoMe	Hochschule Merseburg
HoT	‘ House of Transfer ’ (Fraunhofer Leistungs- und Transferzentrum für Chemie- und Biosystemtechnik)
Hub	‘ H2 Competence Hub ’ (Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum)
HYPOS	‘ Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany ’ (Innovationsprojekt des BMBF, hervorgegangen aus diesem, jetzt auch Bezeichnung des Wasserstoff- Netzwerkes)
IAP	Institut für Angewandte Polymerforschung (Fraunhofer)
ibi	Innovative Braunkohleintegration Mitteldeutschland
IGB	Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik
IG BCE	Industriegewerkschaft Bergbau/Chemie/Energie
IG Farben	Interessengemeinschaft Farbenindustrie AG (Industriegesellschaft seit 1925, Zusammenschluss acht deutscher Unternehmen: Agfa, BASF, Bayer, Cassella, Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, Chemische Fabrik vorm. Weiler Ter Meer, Hoechst, Chemische Fabrik Kalle)
IGP	Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik
IHK	Industrie- und Handelskammer
ILE	ITM Linde Electrolysis GmbH (Zusammenschluss von ITM Power mit Linde Engineering, Joint Venture seit 2020)
IMWS	Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (Fraunhofer Institut in Halle/Saale)
IPCEI	‘ Important Project of Common European Interest ’ (Initiative zur Entwicklung einer europäischen Wertschöpfungskette u.a. der ‚grünen‘ Wasserstofftechnologien der EU-Staaten)
ISW	Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung
ITM Power	britisches Unternehmen (mit Hauptsitz in Sheffield, stellt integrierte Wasserstoff-Energieanlagen her, spezialisiert auf Elektrolyseure und Wasserstoff für Brennstoffzellenprodukte)
IWM	Institut für Werkstoffmechanik (Fraunhofer Institut in Freiburg/Breisgau)
IWU	Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (Fraunhofer Institut in Chemnitz/Sachsen)
KMU	kleinere und mittlere Unternehmen
Linde	Linde AG (Weltmarktführer Industriegase)
MdB	Mitglied des Bundestages
MDR	Mitteldeutscher Rundfunk
Mibrag	Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH
MP	Ministerpräsident*in

Kürzel	Vollname (Bedeutung, Erläuterung)
MWV	Mineralölwirtschaftsverband
NRW	Nordrhein-Westfalen (größtes deutsches Bundesland)
NWS	Nationale Wasserstoff-Strategie
OEM	‘Original Equipment Manufacturers’ (Erstausrüster)
OVGU	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
PEM	Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (auch Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle)
PtJ	Projektträger Jülich
REACH	‘Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals’ (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien, EU-Chemikalienverordnung Nr. 1907/2006)
RED2	‘Renewable energy directive 2’ (Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2 der EU-Kommission)
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG (bis 1990, heute börsennotierter Energieversorungskonzern)
S-A	Sachsen-Anhalt (mitteldeutsches Bundesland)
SDG	‘Sustainable Development Goals’ (Ziele für nachhaltige Entwicklung)
SHAPID	‘Shaping the Future of green Chemistry by process intensification and digitalization’ (Die Zukunft der ‘grünen’ Chemie durch Intensivierungs- und Digitalisierungsprozesse gestalten)
SKW	SKW Stickstoffwerke Piesteritz GmbH (Chemieunternehmen im Wittenberger Stadtteil Piesteritz)
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands (deutsche Partei)
STARK	Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorte (Förderprogramm des BMWi)
SynLink	synthetische, strombasierte Kraftstoffe als wichtiges Instrument zur Sektorkupplung
TDCC	‘The Dow Chemical Company’ (kurz: Dow)
Total	Total Raffinerie Mitteldeutschland (Tochter des frz. Total-Konzerns, aktuelle Umbenennung: ‘TotalEnergies’)
TU	Technische Universität
UBA	Umweltbundesamt
UGS	Untergroundspeicher
UN	‘United Nations’ (Vereinte Nationen)
VCI	Verband der chemischen Industrie (Wirtschaftsverband)
VNG	Verbundnetz Gas AG

Dimension	Bedeutung
kt/1.000 t	Kilotonnen / 1.000 Tonnen
t/a, kt/a	Tonnen pro Jahr, Kilotonnen pro Jahr
Mio./Mrd.	Millionen / Milliarden
m ³ / Nm ³ /h	Kubikmeter / Normkubikmeter pro Stunde
W / MW / GW / TW	Watt / Megawatt (10⁶ W) / Gigawatt (10⁹ W) / Terrawatt (10¹² W)
Wh/a / TWh/a	Wattstunden pro Jahr / Terrawattstunden pro Jahr

Das Fraunhofer ‚Hydrogen Lab‘ Leuna

Interview mit der stellvertretenden Leiterin des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS und Bereichsleiterin Wasserstoff- und Kohlenstoffprozessentechnik der Fraunhofer-Gesellschaft in Leuna, Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER, am 8. Juni 2021

Dr. Dieter SCHNURPFEIL (DS, SCI): Frau Dr. SCHATTAUER, die Chemieindustrie im mitteldeutschen Revier (und nicht nur die) steht vor einem gewaltigen Strukturwandel. Über mehr als hundert Jahre waren die fossilen Rohstoffe Braunkohle und Erdöl die bevorzugten Ausgangsstoffe für die an den großen mitteldeutschen Chemiestandorten Leuna und Schkopau ansässigen Chemiebetriebe. Wie schätzen Sie den Stand des Übergangs zu dem aus erneuerbaren Energien herzustellenden Wasserstoff als zukünftige Rohstoffbasis für die Chemieindustrie und andere Industriezweige ein?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Das ist eine spannende Frage. Wir haben tatsächlich eine anspruchsvolle Transformation vor uns. Diese kann aber nur schrittweise passieren. Der aus erneuerbaren Energien hergestellte ‚grüne‘ Wasserstoff ist dabei ein nicht unerheblicher Baustein, der sehr wichtig ist. Aber das ist nicht alles: Zum einen haben wir das Problem, dass die Mengen, die bereits aktuell benötigt werden, bereitgestellt werden müssen. Aber es geht ja weiter. Für viele andere Prozesse sind deutlich größere Mengen an Wasserstoff gefragt, die ebenfalls erzeugt werden müssen. Da haben wir meiner Ansicht nach die nächsten zwanzig Jahre zu tun. Das ist nur stufenweise umsetzbar, jeweils unter Beachtung sowohl der ökologischen wie auch der ökonomischen Aspekte, die immer miteinander einhergehen müssen. Daher kann dieser Transformationsprozess nur in dementsprechend definierten Stufen verlaufen.

DS: Die Fraunhofer-Gesellschaft hat hier in Leuna in den vergangenen Monaten eine Elektrolysetest- und Versuchsplattform zur Erzeugung von ‚grünem‘ Wasserstoff aufgebaut, die am 21. Mai in Betrieb genommen worden ist. Im Februar dieses Jahres wurden Sie in einem Beitrag der Mitteldeutschen Zeitung (MZ) mit der Aussage zitiert, dass die Außenstellplätze im Frühjahr fertiggestellt werden. Sie liegen also im Plan. Im Herbst sollen dann der Technikum- und Versuchsbetrieb beginnen. Wie weit ist jetzt Anfang Juni 2021 der Stand gediehen?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Die Plattform steht auf unserem eigenen Gelände in unmittelbarer Nähe der Firma Linde. Aber tatsächlich ist sie integriert in den Chemiepark. Wir stehen direkt vor dem ‚Steamreformer‘ der Firma Linde und haben somit die ideale Möglichkeit, unseren ‚grün‘ erzeugten Wasserstoff dort direkt in die Pipeline mit einzuspeisen. So versorgen wir, wenn auch vorerst nur im Promille-Bereich, den Pipelineverbund mit ‚grünem‘ Wasserstoff.

Wo wir aktuell stehen: Wir haben tatsächlich letzte Woche die Inbetriebnahme am Standort gefeiert (Bild 1) mit prominenter Teilnahme der Ministerpräsidenten von Sachsen-Anhalt und Bayern, Reiner HASELOFF und Markus SÖDER (Bild 2).



Bild 1 „Das Hydrogen Lab Leuna ist eröffnet“ - Inbetriebnahme der Elektrolyse-Teststation in Leuna am 21.5.2021 (v.l.n.r.: Gerd UNKELBACH, Leiter Fraunhofer CBP, Matthias PETZOLD, Leiter Fraunhofer IMWS, Markus WOLPERDINGER, Leiter Fraunhofer IGB, Joachim HEIDER, Leiter Vertriebsregion Nordost, Linde Gas, Thomas BEHREND, Geschäftsführer TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH, Reimund NEUGEBAUER, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Sylvia SCHATTAUER, stv. Leiterin Fraunhofer IMWS, Thorsten POSSELT, Leiter Fraunhofer IMW und Willi FRANTZ, bisheriger Geschäftsführer TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland)



Bild 2 Statement von Sachsen-Anhalts Ministerpräsident Dr. Reiner HASELOFF zur Inbetriebnahme des ‚Hydrogen Lab‘ Leuna (links hinter HASELOFF der bayrische Ministerpräsident Markus SÖDER)

Man muss aber unterscheiden: Die Außenanlagen sind jetzt in Betrieb. Das, was hier entsteht, ist ja nur eins von drei Wasserstofflaboren der Fraunhofer-Gesellschaft für umfangreiche Systemtests entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette.

Ab jetzt können die ersten Projekte an den Außenanlagen starten. Das erste Projekt wird schon realisiert. Die Verträge sind unterschrieben und zeitnah werden die ersten Anlagen auf den Außenstellplätzen aufgebaut. Das sind industrielle Anlagen, die quasi eingehaust in einen 40 Fuß-Container sind, die komplett alles mitbringen. Das sieht aus wie ein großer Parkplatz (Bilder 3a und b).



Bilder 3a+b Blicke auf das ‚Hydrogen Lab‘ Leuna

Wir entwickeln hier keine neuen Systeme, sondern wir nehmen uns die industriellen Systeme, die sonst nur eine Vorstufe darstellen. Diese kommen zu uns und werden bei uns auf Herz und Nieren getestet, damit zu Lebensdauer und sicherheitsrelevanten Fragen die interessierten Firmen Zertifikate von uns bekommen können. Daher haben wir den Anspruch, dass die Anlagen komplett fertig sind. Es sind keine ‚Bastelanlagen‘, die dürfen wir hier auch gar nicht bedienen, sondern industrielle Systeme. Wir schauen uns die an, ob sie auch das machen, was auf dem Packzettel drauf steht.

Daraus ergibt sich natürlich entsprechend weiterer Forschungsbedarf, den wir dann ebenfalls adressieren. Wenn es zu Systemfehlern und Ausfällen kommt, haben wir die Möglichkeit, entsprechend dem Fraunhofer-Forschungspark, bis auf die atomare Ebene hinunter zu schauen, woran es dann lag. In der Hoffnung, dass der Kunde das dann auch möchte, können wir quasi Empfehlungen geben, was man an dem System verbessern könnte, damit die entsprechende Lebensdauer eingehalten werden kann.

Über die Verwendung des dabei erzeugten ‚grünen‘ Wasserstoffs müssen wir uns keine Sorgen machen, denn wir sind tatsächlich sehr gut in den bestehenden Wasserstoffverbund integriert.

DS: Der Ruf nach Wasserstoff wird ja immer lauter. Das ist wie ein ‚Hype‘. Ich kann mir vorstellen, dass da ein großer Bedarf nach solchen Anlagen entsteht?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Das ändert natürlich die Ziele, die man über den aktuellen Bedarf an bisherigem ‚grauen‘ Wasserstoff (erzeugt auf Basis Erdgas/Methan) hinaus hat. Es entstehen gerade neue Zielstellungen in Richtung Automobil und Mobilität ganz allgemein bis hin zum Luftverkehr. Ich selbst fahre seit Jahren ein Wasserstoffauto. Die Stahlindustrie will die Verhüttung auch auf ‚grünen‘ Wasserstoff umstellen und kündigt enorme Bedarfe an. Das sind ja alles riesige Mengen an zusätzlichem Wasserstoff, der erst einmal erzeugt werden muss. Ich sage immer: Die Kette beginnt bei den Elektrolysesystemen. Das wird manchmal ein bisschen vergessen.

DS: In Leuna soll die weltweit größte Elektrolyseanlage zur Erzeugung von ‚grünem‘ Wasserstoff entstehen. Können Sie uns sagen, wie weit dieses Vorhaben gediehen ist?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Das liegt nicht in unseren Händen. Es sind eigentlich zwei Projekte: Das eine ist bei der Firma Linde im Entstehen begriffen. Linde hat vor, im nächsten Jahr eine 24 Megawatt (MW)-Elektrolyseanlage zu errichten (mit geringer Förderung des Landes, zum größten Teil durch eigene Investition). Mit 24 MW wird das zunächst eine der größten Anlagen sein. Das zweite, das jetzt wieder einen großen Schub bekommen hat, ist das ehemalige Reallabor, wo wir hier am Standort in zwei Stufen zu jeweils 50 MW eine 100 MW-Anlage installieren wollten zuerst mit Siemens und nun auch mit dem Neukunden Total. Das ist jetzt eine Stufe weiter gegangen in Richtung eines IPCEI (Important Project of Common European Interest) -Projektes.

DS: Ist nicht auch in der Gemarkung Bad Lauchstädt direkt auf dem Kavernenfeld vorgesehen, eine Elektrolyseanlage zu bauen?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Da liegt der Fokus vor allem auf der Speicherung. Dabei wäre es natürlich charmant, wenn man dafür ‚grünen‘ Wasserstoff vor Ort aus erneuerbaren Energien einsetzen könnte.

DS: Im SCI sind vor allem industrieerfahrene Techniker und Chemiker organisiert. Können Sie für unsere interessierten Mitglieder noch mehr über diese Großversuchsanlagen sagen?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Wir betreiben das ‚Hydrogen Lab‘, wo wir hier am Standort etwa 6 MW Anschlussleistung auf den Außenstellplätzen haben. Wir gehen

dabei technologieoffen an die Aufgabe. Wir können auf dieser Plattform jede Technologie, sowohl Hochtemperatur-, wie alkalische oder PEM-(proton exchange membrane^e, Protonenaustauschmembran) Technologie anschauen. Der Fokus liegt nicht nur darauf, dass wir Wasserstoff erzeugen, sondern unser Fokus liegt vor allem darauf, dass wir die Lebensdauer der Anlagen gemeinsam mit den Kunden betrachten, z.B. durch zeitgeraffte Alterungstests und ähnliches. Wir schauen uns die Anlagen direkt an und der Wasserstoff ist in diesem Falle sozusagen ‚Beiwerk‘. Da sind wir ganz froh, dass wir die Linde-Pipeline mit nutzen können, weil wir selber den Wasserstoff nicht verwenden bzw. nur einen kleinen Teil nutzen.

Das Ganze geht allerdings noch weiter: Wir beschäftigen uns nicht nur mit der Wasserstofferzeugung, sondern wir arbeiten bei der Verwertung zusammen mit unserem Partnerinstitut CBP (Fraunhofer-Institut für Chemisch-biologische Prozesse). Mit dem CBP gehen wir in Richtung PtX-Prozesse (Power to X, Speicherung von Wasserstoff durch Umwandlung zu Produkten). Wir schauen uns die Anwendung des erzeugten Wasserstoffs und weitere Syntheseschritte an (z.B. Richtung Methanolsynthese). Dafür haben wir Möglichkeiten, die entsprechenden Demonstrationsanlagen aufzubauen. Wir müssen also unterscheiden: Unser Fokus hier liegt auf den Systemen zur Wasserstofferzeugung bis hin zur Mikrostrukturdiagnostik der Systeme. Die nachgelagerten PtX-Prozesse gestalten wir gemeinsam mit unserem CBP-Partner (siehe Beitrag Seiten 65-79).

DS: Die Verbundnetz Gas AG Leipzig und die Dow Olefinverbund GmbH betreiben schon seit Jahrzehnten die Kavernen in der Nähe von Bad Lauchstädt und Teutschenthal, in denen sowohl Stadtgas und Erdgas wie auch Ethylen und Propylen gespeichert werden. In einer Kaverne, die VNG dort ausgesolt hat, ist die Speicherung von Wasserstoff vorgesehen. Wie weit ist dieses Vorhaben schon vorangeschritten?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Im Prinzip sind wir da jetzt in der Konzeptphase. Ähnlich wie bei vielen anderen Projekten gibt es dabei durchaus notwendige und auch spannende Fragestellungen zu klären. Aber es bedarf natürlich auch einer entsprechenden Finanzierung und die ist bis heute noch nicht völlig geklärt. Es ist der Ansatz da, die entsprechenden Fragestellungen zu lösen, um den Wasserstoff in großen Mengen zu speichern. Aber das ist ja der Clou an der Sache, dass wir Wasserstoff quasi als chemischen Speicher von Wind- und Sonnenenergie nutzen.

DS: Wie man hört, wird es teurer, wenn man neue Produkte, z.B. neue Kraftstoffe, aus Wasserstoff herstellt. Können Sie uns erklären, wo die Knackpunkte zur Erzielung der Wirtschaftlichkeit liegen in Konkurrenz zur derzeitigen Erzeugung von Wasserstoff auf Basis von Erdgas?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Wir müssen momentan der Tatsache ins Auge sehen, dass der ‚grün‘ erzeugte Wasserstoff mindestens das Fünffache des ‚grau‘ hergestellten Wasserstoffs kostet. Beim Automobil sieht es im Vergleich mit Benzin oder Diesel nicht ganz so schlecht aus. Mit meinem Wasserstoffauto komme ich mit 1 kg Wasserstoff zu 9,50 € reichlich 100 km weit. Damit ist man in der Größenordnung eines herkömmlichen Diesels oder Benziners. Ein Wermutstropfen ist allerdings dabei: Der Wasserstoff ist bisher noch unversteuert.

DS: Da habe ich gleich noch eine Frage zur Sicherheit der Wasserstoffautos. Infolge des negativen Joule-Thompson-Effektes des Wasserstoffes erhitzt sich dieser beim unkontrollierten Ausströmen, im Gegensatz zu den anderen Gasen. Welche Rolle spielt dieses zusätzliche Gefahrenmoment für den großflächigen Wasserstoffeinsatz und wie kann man dem begegnen?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Diese Frage betrachtet man schon. In der Tat ist das einfach durch die intelligente Tanktechnologie abgesichert. Es sind auch mehrere Tanks drin, die noch einmal abgesichert sind durch einen Faserverbund bestimmter Materialien. Aktuell ist in dieser Hinsicht noch nichts passiert. Der Tank liegt hinten in der Mitte unter der Rückbank. An Sicherheitstechnik ist ja Einiges drin: Wenn wirklich eine Störung vorliegt, wird der Wasserstoff kontrolliert abgelassen.

DS: Frau Dr. SCHATTAUER, Sie haben Ihr Forschungsvorhaben aus gutem Grund hier in Leuna angesiedelt. Unsere SCI-Mitglieder kennen und beschreiben auch in diesem Heft unserer Schriftenreihe ‚Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie in Mitteldeutschlands‘ die Historie der Wasserstoffherzeugung, -nutzung und -verteilung im mittel-deutschen Chemiedreieck. Worin sehen Sie die Vorteile der Ansiedlung Ihres Großvorhabens in Leuna?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Ein ganz klarer Vorteil ist tatsächlich die direkte Integration in den vorhandenen Stoffverbund. Wir können uns voll auf unsere Aufgaben konzentrieren und uns in Ruhe den Elektrolyseur anschauen. Wir müssen uns nicht mit hohen Investitionskosten für die Infrastruktur davor und danach beschäftigen. Wir haben wirklich nur den Fokus auf den Elektrolyseur und die Messtechnik dazu. Von Vorteil ist hier die Nutzung der perfekten Peripherie an diesem Standort. Das ist an anderen Standorten durchaus komplexer.

DS: Heute wird oft von der ‚Decarbonisierung‘ der Wirtschaft gesprochen. Man bemerkt aber in letzter Zeit, dass selbst Politiker das heute schon einengen und nur von der Decarbonisierung der Mobilität sprechen. Wenn man bedenkt, dass wir über 40 Millionen organische Verbindungen haben, die wir fürs Leben brauchen, wo Kohlenstoff drin ist, dann wird klar, dass wir ohne Kohlenstoff nicht auskommen werden. Für die Chemieindustrie kann es deshalb keine ‚Decarbonisierung‘ sondern nur eine ‚Defossilisierung‘ geben. Wie würden

Sie heute unter dem Gesichtspunkt einer zukünftigen massenhaften Erzeugung von ‚grünem‘ Wasserstoff die Vorstellungen zur Schaffung einer für die Chemieindustrie notwendigen Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft beschreiben?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Genau das ist der Punkt. Die chemische Industrie steht eher vor der Diskussion einer Defossilisierung. Das heißt, auf dem einen Weg mit ‚grün‘ erzeugtem Wasserstoff zu neuen Produkten zu kommen, aber auch auf der Suche nach einer alternativen Kohlenstoffquelle. Auch da sind wir natürlich forschungsseitig mit dran und bemühen uns über die Konzepte einer Kohlenstoffkreislaufwirtschaft ernsthaft, eine zirkuläre Wirtschaft des Kohlenstoffs zu etablieren. Das geht bei uns stark in die Richtung eines chemischen Recycling, und da in erster Linie für Grundstoffprodukte. Dabei sind zwei Aspekte von Interesse: Es ist tatsächlich so, dass die Stoffe durch Aufbereiten der Grundform zusammen mit ‚grün‘ erzeugtem Wasserstoff wieder zu neuen Produkten zusammengefügt werden können. Aber auch die zweite Schiene muss intensiver betrachtet werden: Das ist das werkstoffliche Recycling, in dem man durch Additivierung oder ähnliches neue Produktqualitäten erreichen kann. Beides zusammen ist unterm Strich eine echte Defossilisierung, weil wir dadurch im Kreislauf fahren können und so tatsächlich den Einsatz von fossilen Energieträgern für die chemische Industrie reduzieren können.

DS: Von den Kunststoffen haben wir ja nur das PET (Polyethylenterephthalat, Polykondensat), das in seine Ausgangsstoffe zerlegt und dann wieder in die Polymerisation eingesetzt werden kann. Bei allen anderen polymeren Stoffen, insbesondere den Verbundstoffen, ist es schwieriger, sie zu recyceln. Da bleibt wahrscheinlich nur das werkstoffliche Recycling?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Wir haben zwei Ansätze: PET ist ein gutes Beispiel, da haben wir bereits ein System der Erfassung der PET-Flaschen und hohe Recyclingquoten. Das macht der Kunde selber. Das ist ein positiver Nutzen dieses Systems, weil man dadurch eine sortenreine Fraktion bekommt. Das ist bei den restlichen Kunststoffen nicht der Fall. Selbst die Kunststoffe, die an sich sortenrein sind, sind im ‚gelben Sack‘ natürlich nicht mehr sortenrein. Und dann haben wir noch die Kombinationen, die an sich untrennbar sind (z.B. Beschichtungen, Verbundmaterialien). Wir beschäftigen uns damit, wohin welcher Stoffstrom gehört, wo der geringste Energieaufwand entsteht und was den größten Nutzen ergibt. Das ist der neue Ansatz, wo wir uns über neue Sortierungsmöglichkeiten Gedanken machen und das ganze Entropie-basiert anfassen. Es gibt tatsächlich immer Fraktionen, die kann man auch trennen, aber das ist dann so aufwendig, dass es ökonomisch keinen Spaß mehr macht. Die kommen dann in die letzten Verfahrensschritte, ähnlich der thermischen Verwertung, und gehen in

Richtung Vergasung oder Pyrolyse. Das eröffnet die Möglichkeit, nicht nur Energie sondern auch ein hochwertiges Synthesegas zu erzeugen. Der Gedanke ist, genau an diesem System anzusetzen und dem Recycler noch einmal neue Möglichkeiten zu bieten, die Stoffströme besser zu sortieren. Damit haben wir zwei Stoffströme: entweder werkstoffliches Recycling oder thermische Verwertung. Letzteres ist das, was aktuell größtenteils gemacht wird. Allerdings muss man dazu sagen, dass bei der thermischen Verwertung die Kette nach der Energieerzeugung ja zu Ende ist. Und wir brauchen für neue Produkte, die der Markt ja haben will, doch wieder eine Rohstoffquelle, ein Recycling des Kohlenstoffs.

DS: In der Stahlindustrie ist man auch gerade dabei, den Wasserstoffeinsatz ganz konkret anzugehen. Welche Probleme müssen dann dabei gelöst werden?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Genau. Da stehen wir vor zwei Problemen: Das eine ist die Umstellung auf die Direktproduktion. Das ist ein technologisches Problem, aber durchaus machbar. Weitere kritische Fragen sind, die entsprechenden Mengen an Wasserstoff, die dafür vonnöten sind, um die Stahlproduktion komplett umzustellen. Dafür ist das Siebenfache von dem notwendig, was jetzt an ‚grauem‘ Wasserstoff in der chemischen Industrie verbraucht wird. Grauer Wasserstoff macht keinen Sinn, denn dann kann man auch gleich Erdgas einsetzen. Es hängt also alles an der Verfügbarkeit des Wasserstoffs, der mit ‚grünem‘ Strom erzeugt worden ist.

DS: Wann sehen Sie bestimmte Meilensteine erreicht und wo sehen Sie die Schwerpunkte der Entwicklung in den nächsten Jahren?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Wir müssen uns beim Aufbau einer echten Wasserstoffwirtschaft genau die einzelnen Punkte ansehen und die Fragen beantworten, wann was zu machen ist. Bevor wir große Mengen Wasserstoff verteilen und einsetzen können, müssen wir erst einmal dafür sorgen, dass wir sie auch erzeugen können. Damit im Zusammenhang stehen der Ausbau und das Aufkommen an regenerativen Energien. Wir setzen dort an: Bei der Erzeugung von Wasserstoff und seinen Folgeprodukten wollen wir zu vernünftigen Preisen im Markt kommen. Das ist der erste Schritt. Parallel müssen wir uns mit Demonstrationsanlagen und Akzeptanzproblemen beschäftigen und diese forcieren. Das ist ja eine Technologie, die schrittweise sowohl in der Praxis wie auch bei den Menschen ankommt und gemeinsam umgesetzt werden muss. Wir haben mit dem Wasserstoff auch eine komplett neue Sicherheitsfragestellung mit zu betrachten. Es ist total charmant, dass mittlerweile viele Gemeinden sagen: Wir haben da einen Windpark und eigentlich brauchen wir nur noch einen Elektroly-

seur, dann steigen wir mit in die Wasserstoffproduktion ein. Das ist gut und total wichtig. Aber dafür sind doch noch einige Sachen so sicher zu machen, dass normales technisches Personal diese Anlagen auch bedienen kann. Sehr wichtig ist auch die Betrachtung der nachgelagerten Logistik. Es ist ja nicht so, dass man aus dem Elektrolyseur Wasserstoff bekommt und den dann quasi ‚mit der Gießkanne‘ verteilen kann. Man braucht eine entsprechende Logistik dahinter. Das erfordert hohe Investitionskosten und es muss gut überlegt werden, was wann und wo gebaut wird. Zum letzten Punkt: Das notwendige Personal muss entwickelt und geschult werden. Wasserstoff ist immer noch so gefährlich, wie zu Zeiten der ‚Hindenburg‘. Daran hat sich nichts geändert.

DS: Wer ist denn alles an Ihren Forschungs- und Versuchsergebnissen interessiert?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Zwei Sachen: Das erste sind die OEM's (Original Equipment Manufacturers, Erstausrüster), die Hersteller der Gesamtsysteme. Aber wir gehen noch einen Schritt weiter und wollen eine Infrastruktur für regionale Wirtschaft und Industrie mit etablieren. Insofern gehen wir auch auf die Komponentenhersteller zu, die heutigen und die zukünftigen. Denen wollen wir mit unseren Arbeiten begleitende Unterstützung und Infrastruktur anbieten, damit sie ihre Komponenten entsprechend gestalten können.

DS: Frau Dr. SCHATTAUER, Sie leiten als gelernte und promovierte Diplom-Ingenieurin in Ihrer Eigenschaft als stellvertretende Institutsleiterin des Fraunhofer-Institutes für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS) mit Sitz in Halle/Saale und als Mitglied des Nationalen Wasserstoffrates den Aufbau der Versuchsplattform Wasserstoffelektrolyse in der Außenstelle Leuna. Wie sind Sie zu dieser interessanten, sehr aktuellen und für den Klimaschutz so wichtigen Aufgabe gekommen?

Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER: Das kann ich tatsächlich sehr kurz machen. Ich habe mich bereits vor 20 Jahren beim letzten Wasserstoff-Hype 2001/2002 mit der Entwicklung von Elektrolyseuren beschäftigt. Daher habe ich mich sehr gefreut, dass ich nach einigen Jahren Managementaufgaben in der Fraunhofer-Zentrale, mich wieder fachlich um das Thema kümmern kann, das ich schon vor 20 Jahren bearbeitet habe.

Frau Dr. SCHATTAUER, ich danke Ihnen für das Interview.

Das Interview führte Dr. Dieter SCHNURPFEIL am 8.6.2021 in den Räumen des Bereiches Wasserstoff- und Kohlenstoffprozess-technik des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS) in 06237 Leuna, Am Haupttor im Bau 4310.

Biografisches



Sylvia SCHATTAUER

- | | |
|---------------|--|
| 7.7.1979 | geboren in Zittau (heute wohnhaft in Naumburg, verheiratet, 4 Kinder) |
| 1986-96 | Schule in Berlin |
| 1996-99 | Ausbildung zur Chemisch Technischen Assistentin (CTA) |
| 2000 | Abitur |
| 2000-02 | Mitarbeit bei der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen bei der Heliocentris Energy Solutions AG in Berlin |
| 2002-07 | Studium der Elektrotechnik mit Schwerpunkt Umwelttechnik/Regenerative Energien an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin, Abschluss als Dipl.-Ing. |
| 2007-10 | Promotion auf dem Gebiet der Experimentalphysik zum Thema ‚Hybride Dünnschicht-Solarzellen aus mesoporösem Titandioxid und konjugierten Polymeren‘ an der Universität Potsdam (Dr.-Ing.) |
| 2010-12 | Tätigkeit als ‚Postdoc‘ am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP) in Potsdam |
| 2012-20 | Mitarbeiterin der Fraunhofer Gesellschaft
Stellvertretende Abteilungsleiterin ‚Materials/Life Sciences‘ und Gesamtkoordination Material- und Werkstoffforschung im Vorstandsstab der Fraunhofer Zentrale im Bereich Forschung im Ressort des Fraunhofer-Präsidenten |
| seit 1.9.2019 | Stellvertretende Institutsleiterin des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen (IMWS) in Halle/Saale |
| aktuell | Erste stellvertretende Vorsitzende HYPOS e.V. (Ressort: Forschung und Bundesebene), Mitglied des Nationalen Wasserstoffrates der Bundesregierung. |

„Die Zukunft, die wir wollen“ - Nachhaltige Lösungen vom Fraunhofer CBP

von Peggy Kuhs und Gerd Unkelbach

„Die Zukunft, die wir wollen“ - So lautet der Arbeitstitel eines Dokumentes, das 2012 eine Reihe von ‚Sustainable Development Goals‘ (SDG, Ziele für nachhaltige Entwicklung, eine Zusammenstellung der verwendeten Abkürzungen und Dimensionen befindet sich auf den Seiten 52-54) vorstellte und damit eine Zukunft beschrieb, die sich alle Mitgliedsstaaten der UN als die „Zukunft, die wir wollen“ vorstellten. Auf diesem Papier aufbauend, beschlossen die Mitglieder 2015 die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, mit insgesamt 17 SDGs, zu deren Umsetzung sich die Mitgliedsstaaten verpflichteten [1]. Die Ziele sind unter anderem:

- verantwortungsvoller Konsum,
- Innovation und Infrastruktur,
- erneuerbare Energien,
- Maßnahmen zum Klimaschutz und
- Leben an Land und im Wasser.

Sie geben den normativen Rahmen für weitere Beschlüsse und Forderungen der Wirtschaft, Politik und auch der Bevölkerung vor. Dieser zunehmende Drang zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise entwickelte sich ab dem Zeitraum 2009/10, in dem die Bundesrepublik den ersten Bioökonomierat gründete und die ‚Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030‘ beschloss [2].

Die Bioökonomie ist die wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen [3]. Sie soll zudem zu einer nachhaltigen Entwicklung und einem ‚grünen‘ Wachstum beitragen. Insbesondere wird der Begriff ‚Bioökonomie‘ mit der Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele zur Ernährungssicherung, zum Klimaschutz, zu nachhaltigen Konsum- und Produktionsbedingungen, sowie zum Erhalt der wichtigsten Naturgüter, wie Trinkwasser, fruchtbare Böden, saubere Luft und Biodiversität in Verbindung gebracht [4]. Marktwirtschaftlich ist das Prinzip der Bioökonomie stets mit einem Wirtschaftswachstum verbunden, um auch steigender globaler Nachfrage gerecht zu werden.

Konkret bedeutet das für die chemische Industrie eine verstärkte Nutzung biogener Ressourcen für die Erzeugung von Grund-, Fein- und Spezialchemikalien, sowie dem damit verbundenen Einzug neuer Verfahren oder deren Umstellung. Prozesse der Industriellen Biotechnologie kommen damit eine Schlüsselfunktion zu, da mit ihnen energieeffiziente, zum Teil hochselektive Stoffwandlungen möglich sind.

Nachhaltigkeit als Unternehmensaufgabe

Die Nachhaltigkeitsdebatte ist längst im sozialen Leben angekommen. Bewegungen á la „Fridays for Future“ und Debatten zwischen Bundeskanzler*in und Influencer*innen belegen die Beweggründe einer ‚grüneren‘ Lebensweise. Immer häufiger werden Ersatzprodukte oder biobasierte Alternativen gefordert: *„Rund 45 % der BürgerInnen sagen, dass es jetzt an der Zeit ist, auf nachhaltiges und klimafreundliches Handeln umzustellen“* [5].

Die Industrie muss und möchte reagieren. Nicht zuletzt, weil Nachhaltigkeit auch Einsparung, Mehrfachnutzung, Kreislaufwirtschaft und Innovation, also Prozessoptimierung und ökonomische Vorteile bedeutet. Die chemische Industrie, weltweiter Hersteller von circa 140.000 verschiedener Chemikalien [6], ist ein globaler Baustein im Gesamtkontext einer nachhaltigen Wirtschaft. Eingebunden in viele Wertschöpfungsketten ist dieser Industriezweig essenzieller Bestandteil der Herstellungsprozesse von Konsumgütern, aber auch bedeutender Impulsgeber für Produktentwicklungen und Innovationen. Zentral verbunden mit hohen Energie- und Ressourcenverbräuchen, sowie signifikanten Emissionen und der Integration in einen übergeordneten Stoffverbund, bietet die chemische Industrie ein großes Potenzial in einer nachhaltigen Wirtschaft, nicht nur durch Optimierung der Verfahren sowie der Substitution fossiler Rohstoffe, sondern durch neue Produkte mit verbesserten Eigenschaften.

Diesen Herausforderungen stellt sich die Branche bereits seit mehreren Dekaden und weist dabei große Fortschritte in Sachen Klimaschutz vor: *„Seit 1990 erlebte die Region binnen fünf Jahren einen dramatischen Strukturbruch. [...] denn zwischen 1991 und 2012 wurden mit politischer Unterstützung und besonderen Förderungen insgesamt 8,9 Milliarden Euro in Sachanlagen investiert. Damit leistete sie jedoch einen substanziellen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasen in Europa, darunter allein mit der Reduktion energiebedingter CO₂-Emissionen um 50 %.“* [7]

Doch immer neue Regularien und Forderungen erhöhen den Druck auf die chemische Industrie sich anders zu erfinden, um Forderungen der deutschen, europäischen und globalen Klimapolitik gerecht zu werden: *„Im März 2020 bekannte sich die deutsche*

Chemisch-Pharmazeutische Industrie dazu, das von der EU-Kommission gesetzte Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 mitzutragen.“ [8]

Darüber hinaus stellen Forderungen aus dem ‚Green Deal‘ der EU-Kommission, sowie der Aktionsplan der Europäischen Union zur Kreislaufwirtschaft weitere Herausforderungen an einen Wirtschaftszweig, der neben zahlreichen weiteren Regularien, wie der REACH-Chemikalienverordnung, Emissionsabgaben und CO₂-Zertifikatehandel beachten muss, alles Faktoren, die zur Verdopplung der Kosten für die europäische chemische Industrie in den letzten zehn Jahren geführt haben [9].

Ein weiterer Kostentreiber ist die Energieversorgung der Chemikalienproduktion selbst. Laut einer Statistik des VCI entfallen 8 % des deutschen Energieverbrauchs auf die Chemie- und Pharmaindustrie. Noch höher sind die Anteile bei den wichtigsten Energieträgern Erdgas und Strom (nur energetischer Einsatz in der Chemie). Damit verbraucht die chemische Industrie ein Fünftel der Energie des verarbeitenden Gewerbes [9]. Neben der Versorgung mit Energie setzt die chemische Industrie die klassischen Energieträger auch stofflich ein, etwa Erdgas als Rohstoff zur Wasserstoffproduktion oder den Rohöl-Destillationsschnitt Naphtha als Ausgangsmaterial für das ‚Steam-Cracking‘ zu Olefinen. Steigende Energiekosten und ein insgesamt hohes Niveau der Stromkosten im Vergleich zu anderen Ländern stellen die chemische Industrie vor weitere Herausforderungen. Deutsche Strompreise belegen dabei inzwischen einen Spitzenplatz (Bild 1, blaue Linie) [10].

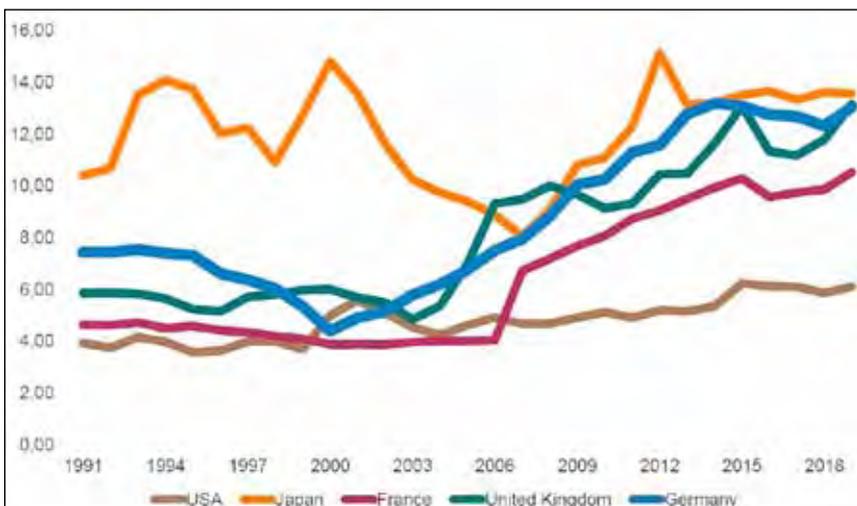


Bild 1 Industriestrompreise im internationalen Vergleich (in Cent/kWh), Entwicklung der Strompreise von 1991 bis 2018 [10]

Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit

Eine effiziente ‚grüne‘ Chemie (*Green Efficient Chemistry*) stellt immer auch die Forderung nach finanziell bezahlbaren und wettbewerbliehen Lösungen. Daher bedarf es neuer, ganzheitlicher Ansätze, die die Fraunhofer Gesellschaft bieten kann. Drei ihrer sieben strategischen Forschungsfelder decken als thematisch fokussierte Kompetenzen die Bereiche ‚Ressourceneffizienz und Klimatechnologien‘, ‚Bioökonomie‘ und ‚Wasserstofftechnologien‘ ab. Die Fraunhofer Gesellschaft unterstützt mit technologischen und betriebswirtschaftlichen Lösungen die chemische Industrie im Strukturwandel und hat daraus die Zielsetzung abgeleitet, diese ab 2021 zu einer ihrer führenden Leitmärkte zu adressieren.

Als Mitglied im Fraunhofer Verbund ‚Ressourcentechnologien und Bioökonomie‘ gehört das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik (IGB) zu den Mitgestaltern der Wirtschaft von morgen. So entwickelt das Institut optimierte Verfahren, Produkte und Technologien für die Geschäftsbereiche Gesundheit, Umwelt und nachhaltige Chemie, stets mit Blick auf Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Ziel ist dabei die Sicherung der Ernährung und Gesundheit der Weltbevölkerung, eine nachhaltige Bewirtschaftung der globalen Ressourcen und die Realisierung zirkulärer Systeme und damit gekoppelt die Reduktion von klimaschädlichen Emissionen. Ziele, die die erwähnten ‚Sustainable Development Goals‘ bereits thematisierten und an deren Umsetzung das Institut und seine Institutsteile täglich forschen.

Eine tragende Rolle kommt dem Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CBP) zu, das vor rund 10 Jahren als Projektgruppe des Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik (IGB) am Standort Leuna errichtet wurde. Das Fraunhofer CBP fokussiert auf die Entwicklung, Skalierung (Maßstabsvergrößerung) und Kombination von biotechnologischen und chemischen Verfahren. Mit seiner apparatetechnischen Ausstattung im Pilotmaßstab schließt es die Lücke zwischen Labor und industrieller Umsetzung. Durch die Bereitstellung von Infrastruktur und Technikumsanlagen, sowie hochqualifiziertem Personal ermöglicht es Partnern aus Forschung und Industrie, biotechnologische und chemische Prozesse zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe bis in produktionsrelevante Dimensionen zu skalieren und Verfahrensentwicklungen zu beschleunigen.

Die Errichtung des Fraunhofer-Zentrums wurde durch den damaligen Institutsleiter Prof. Dr. Thomas HIRTH initiiert. Unter seiner Führung wurde 2009 der Aufbau des

Prozesszentrums am Chemiestandort Leuna zwischen dem Land Sachsen-Anhalt, drei Bundesministerien und der Fraunhofer-Gesellschaft besiegelt, gerade in dem Zeitraum, als die Bundesregierung die Bioökonomie-Ziele beschlossen hatte. Am 2.10.2012 wurde das neue Gebäude eingeweiht (Bild 2), ab 2014 wurde die Projektgruppe in die Bund-Länder-Finanzierung überführt und damit zu einem dauerhaften Institutsteil des Fraunhofer IGB.



Bild 2 Das Fraunhofer CBP am Chemiestandort Leuna

Der Aufbau des Forschungszentrums war richtungsweisend. Als Vorreiter in Sachen Bioraffinerie-Technologien und Bioökonomie am Chemiestandort Leuna, ist man heute fester Bestandteil der Infrastruktur und Ansprechpartner für zahlreiche Firmen, lokal, national und weltweit.

Über die eigentliche F&E-Tätigkeit hinaus engagieren sich die Wissenschaftler*innen in Clustern und Verbänden, wie dem ‚BioEconomy Cluster‘, der 2012 mit dem Fraunhofer CBP als Gründungsmitglied als Spitzencluster des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) seine Vernetzungsaktivitäten zur Kopplung von Forstwirtschaft, Chemie- und Energie-Sektor aufnahm.

Eine Kooperation besteht ebenfalls mit dem HYPOS-Netzwerk, eines der zehn Innovationsprojekte der vom BMBF ins Leben gerufenen Förderinitiative ‚Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovationen‘. Deren Ziel ist die Herstellung, Speicherung, Verteilung und breite Anwendung von ‚grünem‘ Wasserstoff in den Bereichen Chemieindustrie, Raffinerie, Mobilität und Energieversorgung [11]. Auch ist man in länderüber-

greifenden Konsortien vertreten, wie dem Verbund ‚Pilots4U‘, einem europaweiten Netzwerk für Pilot- und Demonstrationsanlagen.

Chemie 4.0

Seinen ursprünglichen Zielen ist das Fraunhofer CBP seit 2012 nicht entwachsen. Vielmehr orientiert man sich bei aktuellen Aufgaben am Strukturwandel der chemischen Industrie sowie sozialen, politischen und globalen Herausforderungen. Denn angesichts der Endlichkeit unserer fossilen Ressourcen, des steigenden Ressourcenbedarfs und des Klimawandels kommt der Nutzung nachwachsender Rohstoffe eine immer größere Bedeutung zu. Stroh, Holz oder Mikroalgen können langfristig klassische fossile Rohstoffe in einigen Produktionssegmenten der chemischen Industrie ersetzen. Dabei gelten die industrielle Biotechnologie und ihre Kopplung mit chemischen Konversionsverfahren und den dazu passenden Aufarbeitungsmethoden als Schlüsseltechnologien auf dem Weg zu einer nachhaltigen Chemie. Unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit sind hierzu vor allem auch skalierbare, auf die Marktnachfrage anpassbare, neue Verfahren erforderlich, die eng mit bereits bestehenden Produktionsstrukturen und Wirtschaftssektoren, wie Agrar- und Forstwirtschaft, Nahrungs- und Futtermittelindustrie, der Kunststoffindustrie oder der Energiewirtschaft vernetzt werden müssen.

Das Prinzip ‚Bioraffinerie‘

Das Projekt ‚EthaNa‘

Ein exemplarisches Vorhaben mit wirtschaftlich tragbarem und nachhaltigem Konzept ist das Projekt ‚EthaNa‘ (**e**thanolische **n**ative Extraktion geschälter Rapssaat), welches vom **B**undesministerium für **E**rnährung und **L**andwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur ‚Nachwachsende Rohstoffe‘ gefördert, einen völlig neuen Ansatz zur Aufbereitung von Raps verfolgt [12]. Das Fraunhofer CBP und elf weitere Partner entwickeln ein Verfahren zur schonenden Extraktion von Rapssaat. Es schließt die Schälung der Rapssaat, den Zellaufschluss der Rapskerne, sowie die fraktionierte Extraktion mit Ethanol ein und verzichtet auf die Pressung der Saat. Die alternative Aufbereitungslinie soll in herkömmlichen Ölmühlen integrierbar sein und kann damit perspektivisch etablierte Standorte zu einer Multiprodukt-Pflanzenöl-Bioraffinerie erweitern. Zusätzlich zum Rapsöl lassen sich so hochwertige Proteine, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe mit antioxidativen und antimikrobiellen Eigenschaften gewinnen, die es den Wirtschaftsteilnehmern ermöglichen, weitere Absatzmärkte zu erschließen.

Das vorangegangene Beispiel zeigt die Richtung, in die sich das Fraunhofer CBP orientiert, nachhaltiges Wirtschaften durch vollständige Nutzung des Ausgangsstoffes, mittels verschiedenster Aufbereitungs-, Konversions- und Aufarbeitungstechniken zu schaffen. Denn nur, wenn Biomasse neben einem Hauptprodukt, wie Zellulose, Stärke, Zucker oder wie im Projekt ‚EthaNa‘ pflanzlicher Öle, noch weitere Neben- und Koppelprodukte liefert, spricht man von einem Bioraffineriekonzept [13].

Der Kaskadeneffekt

Ausgehend vom Aufbereitungsverfahren ‚EthaNa‘ und den daraus resultierenden Produkten haben sich bereits neue Verwertungspfade aufgezeigt. Im Sinne eines ganzheitlichen Bioraffineriekonzeptes werden die anfallenden Rapsschalen des ‚EthaNa‘-Schälprozesses als potentieller Baustoff nutzbar gemacht.

Innerhalb des vom Land Sachsen-Anhalt geförderten Projektes ‚DaeRpa‘ (ökologischer **Da**emmstoff aus **Ra**ppschalen und biobasiertem Epoxidharz) untersucht das Fraunhofer CBP zusammen mit dem Fraunhofer IMWS, ob sich die Rapsschalen in ihrer Eigenschaft als potentielle Dämmstoffe eignen [14]. In einer Machbarkeitsstudie sollen die Parameter und technischen Daten des möglichen Baustoffes untersucht werden. Optimierungspotential gibt es hinsichtlich Wärmeleitfähigkeit und der Reduktion der Brennbarkeit des Rohstoffes. Doch auch in diesem Fall bietet das Fraunhofer CBP einen Lösungsansatz. So soll im selben Projekt mittels biobasierter chemischer Beschichtung eine physikalische und mikrobielle Stabilität erreicht werden, die auch die brandhemmende Wirkung stärken soll. Besonders innovativ ist hierbei die Verwendung von neuen biobasierten Epoxidharzsystemen, wobei Inhaltsstoffe der Rapsschalen selber als Harz- oder als Härterkomponente zur direkten Verfestigung dienen werden. Ein Produktmuster zeigt Bild 3.



Bild 3 Ausgangsmaterial Rapsschalen (links) und daraus hergestellte Dämmstoffplatte (rechts)

Biomasse und CO₂ als regenerative Ressourcen

Will man konsequent auf nachwachsende oder biobasierte Alternativen setzen, kommt sehr schnell die Frage nach einer ausreichenden Rohstoffversorgung auf. Eine vollständige Substitution fossiler Ausgangsmaterialien zur Herstellung von Chemikalien und flüssigen Energieträgern (die wir zweifelsohne in den nächsten Dekaden weiterhin benötigen) ist alleine durch pflanzliche Biomasse nicht möglich. Einer weiteren Schlüsselrolle kommt daher der stofflichen Nutzung von Kohlenstoffdioxid (CO₂) zu. Direkt mit diesem Ansatz gekoppelt ist die Notwendigkeit der Bereitstellung von nachhaltig erzeugtem Wasserstoff als Reduktionsmittel, um das relativ reaktionsträge CO₂ in Zwischenprodukte (Intermediate) überführen zu können, die sich gut weiterverarbeiten lassen.

Über erneuerbare Energien durch Elektrolyse produzierter ‚grüner‘ Wasserstoff wird damit ein maßgeblicher Treiber zu einer nachhaltigen Rohstoffversorgung der Chemieindustrie und ein essenzieller Bestandteil der Energiewende. Mit ihm wird nicht nur die nachhaltige Rohstoffversorgung der Unternehmen gesichert, auch der zunehmende Anteil von regionalem Überschussstrom wird wertschöpfend verwertet. Aktuell besteht in Deutschland für die chemische Verbundproduktion ein Bedarf von ca. 1 Mio. Tonnen (t) Wasserstoff jährlich [15], welcher bisher aus der Verarbeitung von Erdgas gewonnen wurde.

Dieser muss zukünftig zusätzlich zu den für die Nutzung von CO₂ sowie für energetische Zwecke (z.B. Mobilität und Speicherung) benötigten Mengen mittels erneuerbaren Energien bereitgestellt werden.

Eine Studie des Verbandes der chemischen Industrie (VCI) geht von einem zusätzlichen Erfordernis von ca. 628 Terrawattstunden (TWh) Strom für eine treibhausneutrale chemische Industrie in Deutschland aus, wenn der Anteil an Biomasse auf rund 28 % steigen wird (gesamtes ermitteltes Potenzial ungenutzter biogener Roh- und Reststoffe in Deutschland [16]) und ca. 11 % des Kohlenstoffes aus dem Kunststoffrecycling stammt. Die zur Umstellung benötigten Investitionsausgaben sind mit zusätzlichen 45 Mrd. € abgeschätzt [17].

‚Grüner‘ Wasserstoff und Power-to-X

Das Fraunhofer CBP und das Fraunhofer IMWS haben zur Entwicklung und Optimierung von Elektrolysesystemen und zur Pilotierung/Demonstration von Prozessen zur Nutzung von Wasserstoff in Syntheseprozessen das ‚Hydrogen Lab‘ Leuna geplant. Die einzigartige Forschungseinheit am Chemiestandort Leuna, die direkt mit dem

Netzwerk aus Gaspipelines und Gasspeichern verknüpft ist, ermöglicht es, elektrochemische Prozesse in der Dimension einiger Megawatt abzubilden. Von einer Fertigstellung der Plattform wird im Jahr 2022 ausgegangen.

Bei den F&E-Projekten im ‚Hydrogen Lab‘ Leuna kommt es den Forschern speziell auf die Abbildung realer, fluktuierender Betriebsbedingungen an, die dann anwendungsnahe ingenieurtechnische Daten zur Auslegung und zur Kostenschätzung liefern. Das Fraunhofer CBP bringt in die Partnerschaft seine langjährige Expertise beim Betrieb von Pilot- und Demonstrationsanlagen ein und erweitert dadurch seine Entwicklungsaktivitäten im Bereich der chemischen Verfahrenstechnik zur Erzeugung von Chemikalien aus regenerativen Rohstoffen.

Bereits seit einigen Jahren beteiligt sich das Fraunhofer CBP mit seiner Expertise im Bereich Wasserstoffnutzung und chemischer Konversion an zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsaktivitäten. Aktuell wird im Rahmen des vom **B**undesministerium für **W**irtschaft (BMWi) geförderten Verbundvorhabens ‚SynLink‘ (synthetische, strombasierte Kraftstoffe als wichtiges Instrument zur Sektorkupplung) die gesamte Wertschöpfungskette von der Synthesegasherstellung aus Wasser, erneuerbarer Energie und CO₂ über die chemokatalytische Herstellung von Kraftstoffen bis zu Anwendungstests dieser Kraftstoffe in PKW und LKW untersucht und am Fraunhofer CBP sowie im ‚Hydrogen Lab‘ demonstriert [18].

Regeneratives Synthesegas

Das Kernelement des Projektes ‚SynLink‘ bildet die Synthesegasherstellung mittels Co-SOEC (co-solid oxide electrolyser cell, Festoxid-Brennstoffzelle, die im reversen Modus betrieben wird, um die Elektrolyse von Wasser und/oder Kohlendioxid zu erreichen), um erneuerbare Elektroenergie in die chemische Wertschöpfungskette einzukoppeln. Das Synthesegas mit erhöhten CO₂-Anteilen wird anschließend über eine Methanolsynthese oder Fischer-Tropsch-Synthese umgesetzt. Das erzeugte Rohprodukt wird weiter über verschiedene Aufarbeitungsschritte zu strombasierten Kraftstoffen (e-Fuels) raffiniert.

Das Fraunhofer CBP beschäftigt sich innerhalb des Vorhabens mit der Weiterentwicklung der Methanolsynthese aus CO₂-reichem Synthesegas zunächst im Labormaßstab und anschließend mit der Abbildung des gesamten Syntheseprozesses in einer Pilotanlage. Hierzu wird die technologische Umsetzbarkeit der Integration der Prozess-Co-SOEC mit der Methanol Pilotanlage geprüft, durchgeführt und die zentralen Kennwerte für eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verglichen. Für Anwendungstests

sollen Mustermengen bis zu 500 Liter zur Verfügung gestellt werden. Bild 4 zeigt den Projektansatz für den Teil ‚grünes Methanol‘ nochmals grafisch.

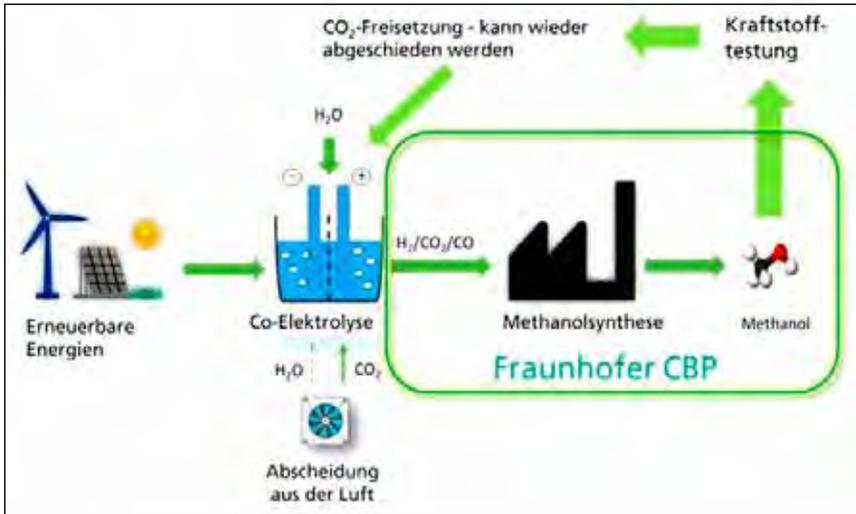


Bild 4 Von der elektrolytischen Synthesegasherstellung zu Methanol

Power-to-X-Vorhaben (verschiedene Technologien zur Speicherung bzw. anderweitigen Nutzung von Stromüberschüssen in Zeiten eines Überangebotes variabler erneuerbarer Energien wie Solarenergie, Windenergie und Wasserkraft) rücken im Zuge der Energiewende immer mehr in den Fokus der Forschung, da Überschussstrom aus der regenerativen Energieerzeugung auch für die elektrochemische Herstellung von Grundchemikalien eingesetzt werden kann. Die Nutzung erneuerbarer Energien ist damit nicht mehr nur auf den Stromsektor beschränkt, sondern weitet sich zunehmend auch auf den Chemiesektor aus.

Ein hochinteressantes Molekül für die Sektorenkopplung von Energie, Chemie und Mobilität ist Methanol, welches derzeit in Europa hauptsächlich mittels Dampfreformierung aus Erdgas gewonnen wird (Produktionsvolumen von 3.000 t/d [19]). Es findet z. B. als Kraftstoffadditiv, als Treibstoff in Brennstoffzellen oder als Ausgangsstoff in der chemischen Industrie Verwendung. Eine Umstellung der ‚Upstream-Feed‘-Ströme (Edukte, aus Rohstoffen abgeschiedene Stoffe, z.B. Pflanzenöl) in der Methanolsynthese auf erneuerbar gewonnene Moleküle würde pro produzierter Tonne Methanol 1,53 Tonnen CO_2 -Emission vermeiden [19]. Für eine wirtschaftliche Umsetzung nachhaltiger Prozesse sind jedoch signifikante Kostenreduktionen für die Prozessführung notwendig, die mit entsprechender Optimierung und Skalierung der Einzelprozesse und deren

Kopplung einhergehen. Forschungsbedarf besteht ebenso bei der Weiterentwicklung des Technologiereifegrades bereits entwickelter Technologien für die spezifische Anwendung, bis zur industrietauglichen Größe.

Chemisch-Biotechnologische Prozesse zur Herstellung komplexer Chemikalien aus CO₂

Mittels ‚grünem‘ Wasserstoff aus CO₂ hergestellte C₁-Intermediate wie Methanol oder Ameisensäure sind darüber hinaus hochinteressante Bausteine, um komplexere Chemikalien Energie- und Stoffeffizient herzustellen. Modifizierte Mikroorganismen ermöglichen es, diese Kohlenstoffquellen in ihren Stoffwechselwegen zu verwerten und mittels biotechnologischer Verfahren Aminosäuren oder Biopolymerbausteine herzustellen. Innovationen durch die Kombination der naturwissenschaftlich-verfahrenstechnischen Disziplinen stellen einen Schwerpunkt der künftigen Aktivitäten am Fraunhofer CBP dar.

Flexibilität durch modulare Anlagen

Sprechen wir von Nachhaltigkeit bei der Rohstoffnutzung und ‚grüner‘ Technologien als Bestandteil von Wertschöpfungsketten, darf der wirtschaftliche Teil des Schaffungsprozesses nicht vernachlässigt werden. Dem Wirtschaftsteilnehmer, allen voran der chemischen Industrie als initialem Teil der Fertigungskette, müssen Werkzeuge an die Hand gegeben werden, die Nachhaltigkeit finanziell attraktiv machen. Da biobasierte Verfahren oder auch die Nutzung von regional anfallendem Überschussstrom mehr dezentrale Ansätze erfordern und zusätzlich immer schnellere Entwicklungszyklen auf der Nachfrageseite bestehen, kommt der Modularisierung und Flexibilisierung von Produktionssystemen eine steigende Bedeutung zu. Auch hier unterstützen Forschungseinrichtungen wie das Fraunhofer CBP und bieten Lösungen in Form modularer Anlagenbaus an. Diese versprechen gleichbleibende oder gesteigerte Effizienz, bei zunehmend kürzerer Entwicklungs- und Realisierungszeit. Zusätzlich ist eine einfachere Skalierbarkeit bei schwankender Nachfrage gegeben, da die verfahrenstechnischen Module schnell parallelisiert werden können.

Ermöglicht und unterstützt werden diese Entwicklungen selbstverständlich durch die zunehmende Digitalisierung der Prozessindustrie. Neue Geschäftsmodelle halten Einzug in die chemische Industrie.

Ausblick

Bioökonomie ist kein Trend, der irgendwann an Interesse verlieren wird. Immer häufiger werden wirtschaftlich tragbare, nachhaltige Verfahren nachgefragt. Wegweisende Projekte belegen die Notwendigkeit dieser Wirtschaftsform. Die Fraunhofer-Gesellschaft verstärkt ihr Engagement weiter in diesem Bereich unter anderem über die Forschungsfelder Bioökonomie, Ressourceneffizienz, Klimatechnologien und Wasserstofftechnologien.

Eines der strategischen Leitprojekte widmet sich daher der Zukunft einer ‚grünen‘ Chemie. Das Projekt ‚SHAPID‘ (**S**haping the Future of green Chemistry by **p**rocess intensification and **d**igitalization) soll Fraunhofer als systematischen Forschungspartner für eine nachhaltige Chemie etablieren und komplementäre Technologien in verschiedensten Bereichen der Synthese-, Reaktions- und Katalysetechnik, der kontinuierlichen Prozess- und Verfahrenstechnik, der Modellierung, Simulation und Prozessoptimierung sowie der Digitalisierung und Automation anbieten. Das Fraunhofer CBP ist mit seinen Kompetenzen in Biotechnologie und Verfahrenstechnik in dieses Vorhaben involviert.

Lokal verfolgt das Forschungszentrum in Leuna zusammen mit weiteren Akteuren der Bioökonomie aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie dem Netzwerk ‚BioEconomy e.V.‘ den Ausbau des mitteldeutschen Raumes zur Bioökonomie-Modellregion:

»Die Bioökonomie ist für Sachsen-Anhalt und den mitteldeutschen Raum eine hochpriorisierte Zukunftsbranche. Unser Ziel ist es, wirtschaftliche Wachstumskerne zu etablieren und neue biobasierte Wertschöpfungsketten – auf dem regional Vorhandenen aufsetzend – weiter auf- und auszubauen«, so Prof. Dr. Matthias ZSCHEILE, Geschäftsführer der BioEconomy Cluster Management GmbH [20].

So werden neue Verfahren auf Basis nachwachsender Rohstoffe und Kohlenstoffdioxid durch die Nutzung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff ermöglicht und durch Entwicklungen in Verfahrenstechnik, Maschinen- und Anlagenbau sowie Digitalisierung unterstützt. So stärken wir den Weg zu einer nachhaltigen chemischen Industrie für „Die Zukunft, die wir wollen“.

Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] ‘Outcome Document of the United Nations Conference on Sustainable Development’, Rio de Janeiro, Brazil, Rio+20, 2012
- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung: ‚Nationale Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030 - Unser Weg zu einer biobasierten Wirtschaft‘, Berlin, 2010
- [3] Definition des Bioökonomierates, <http://biooekonomierat.de/biooekonomie/>, Zugriff 8.6.2021
- [4] Bioökonomierat ‘Bioeconomy Policies (Part II): Synopsis of National Strategies around the World’, 2015
- [5] Survey Accenture in Europe in April 2020
- [6] ‘Shaping the Future of green Chemistry by process intensification and digitalization – ShapID’, Leitprojekt Antrag der Fraunhofer Gesellschaft, 8.10.2020
- [7] Christoph Mühlhaus: ‚Chemie +, cluster mitteldeutschland‘
- [8] ‚Chemistry4Climate für eine treibhausgasneutrale Chemie‘, <https://www.vci.de/themen/energie-klima/klimaschutz/chemistry4climate-fuer-eine-treibhausgasneutrale-chemie.jsp>, abgerufen 17.6.2021
- [9] Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI): ‚Energiestatistik in Daten und Fakten‘, Stand: Februar 2021
- [10] ‚Entwicklung des Strompreises von 1991 bis 2018‘, VCI Energiestatistik in Daten und Fakten, 10.2.2021
- [11] ‚Hydrogen Power Storage & Solution East Germany‘ (Hypos-eastgermany), Wasserstoffnetzwerk, abgerufen 31.3.2021
- [12] Pilotierung der ethanolschen nativen Extraktion geschälter Rapssaat – EthaN_a, Förderkennzeichen 22400517
- [13] Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energienetzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N): ‚Bio-raffinerie – Rohstofflieferant für die Bioökonomie‘, Dezember 2020
- [14] Ökologischer Dämmstoff aus Rapsschalen und biobasiertem Epoxidharz – DaeRpa, Förderkennzeichen: FuE 095/20
- [15] Gemeinsame Strategie von IG BCE und VCI zu einer Wasserstoffwirtschaft, 29.9.2020
- [16] André Brosowski, Philipp Adler, Georgia Erdmann et al: ‚Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen. Status Quo in Deutschland‘, Gülzow-Prüzen 2015, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)
- [17] Dr. Roland Geres, Andreas Kohn, Sebastian Lenz, Dr. Florian Ausfelder, Dr. Alexis Michael Bazzanella, Dr. Alexander Möller: ‚ROADMAP CHEMIE 2050‘, DECHEMA e.V., ‚Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland‘, Oktober 2019
- [18] ‚Synthetische strombasierte Kraftstoffe als wichtiges Instrument zur Sektorkopplung – SynLink‘, Förderkennzeichen 03EIV031E
- [19] A.M. Bazzanella, F. Ausfelder, DECHEMA e.V.: ‘Technology Study – Low carbon energy and feedstock for the European chemical industry’, DECHEMA, 2017
- [20] Bioeconomy Cluster, 2021

Autorenvorstellung



Peggy KUHS

- | | |
|-----------|--|
| 1982 | geboren in Weißenfels |
| 2009-12 | Ausbildung zur Bürokauffrau am ‚meta‘-Institut für Kommunikatives Training GmbH, Halle/Saale |
| 2013-15 | Weiterbildung zur Fachwirtin für Büro- und Projektorganisation am Zentrum für Aus- und Weiterbildung ZAW Leipzig GmbH |
| 2012-17 | Anstellung als Projektleiterin bei der Firma Gamma-Service Medical GmbH, Leipzig |
| seit 2017 | Anstellung als Projektassistentin am Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna, zuständig für das Auftragsmanagement und das Projektcontrolling, für Export, Zoll- und Außenwirtschaftsvorgänge sowie die Öffentlichkeitsarbeit. |

Autorenvorstellung



Gerd UNKELBACH

- 1979 geboren in Bonn
- 1996-99 Ausbildung zum Chemielaboranten bei der Firma SGL Carbon, Werk Ringsdorf in Bonn-Mehlem
- 1999 Chemielaborant bei der Firma SGL Carbon, Werk Ringsdorf in Bonn-Mehlem
- 2000-04 Chemiestudium an der Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, Standort Rheinbach
- 2005-10 Technischer Angestellter in der Abteilung ‚Umweltengineering‘ am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal, ab 2008 Gruppenleiter Reaktions- und Trenntechnik
- 2010-11 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna
- seit 01/2012 Leiter des Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna

Gremientätigkeiten:

BioEconomy e.V., Vorstandsmitglied; Deutsche Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. (DECHEMA), Beirat Fachgruppe ‚Industrielle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe‘; VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V., Mitglied AK Nachwachsende Rohstoffe; Sächsische Akademie der Wissenschaften, Mitglied AG Bioökonomie; Wissenschaftscampus Pflanzenbasierte Bioökonomie, Mitglied des erweiterten Direktoriums.

Lehrtätigkeiten:

- 2008-11 Dozent für Organische Chemie an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg
- seit 2017 Dozent für ‚Pretreatment and Thermochemical Processes‘ an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Thermochemical Processes)
- 2018/19 Dozent für Nachhaltige Produktionsprozesse, Bioraffinerien an der Hochschule Anhalt

Sektorenkopplung und zirkuläre Wirtschaft als Schlüssel für einen ganzheitlichen Strukturwandel

von Phillip Suttmeier

Einleitung

Verschiedenste Sektoren der chemischen Industrie haben eine Ankerfunktion im mitteldeutschen Revier. Ihre Entwicklungen werden von einem stetigen Strukturwandel begleitet. Einerseits bewirken Verfügbarkeit und Kosten der Rohstoffe technologische Entwicklungen, andererseits lösen vor allem in der Chemieindustrie die stetig steigenden Anforderungen an Menge, Eigenschaften und Qualität (beispielsweise der Hauptprodukte Kunststoffe und Synthetikgummi) Entwicklungen aus, die einen technologiebedingten Strukturwandel erforderlich machen. Eine Anpassung an diese Anforderungen so wie die Erschließung neuer Märkte erfolgt in der Regel durch Sprunginnovationen.

Die Beendigung der Kohleverstromung ist in diesem Kontext eine ganz besondere Herausforderung, da zusätzlich die Energieversorgung und die Absicherung des Rohstoffbedarfs ganz neu gedacht werden müssen. Darüber hinaus erfordern das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 und der ‚Green Deal‘ der EU die Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft, durch die der Kohlenstoffbedarf der Industrie ohne den Einsatz fossiler Rohstoffe gedeckt werden kann. Die gleichzeitige Umstellung von Energieversorgung und Rohstoffbasis macht eine engere Verbindung der Wirtschaftssektoren chemische Grundstoffe, Kunststoffe und Bioökonomie zwingend notwendig. Insbesondere im mitteldeutschen Chemiedreieck, wo bereits seit Jahrzehnten eine enge thematische sowie räumliche Verzahnung der Branchen existiert und gelebt wird, besteht nun die Herausforderung, diese durch Wissens- und Technologietransfer aktiv zu gestalten.

Schon der Strukturbruch nach 1990 hat die Unternehmen befähigt, sich neuen Herausforderungen zu stellen. Als ‚lessons learned‘ (‚wir haben unsere Lektion gelernt und machen es in Zukunft besser‘, eine Zusammenstellung der verwendeten Fremdworte befindet sich auf Seite 93) stellten sich dabei u.a. die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur und Technologien als Anknüpfungspunkte heraus. Aus diesem Grund bieten mit der Industrie verknüpfte Netzwerke und Forschungseinrichtungen gute Voraussetzungen, das mitteldeutsche Revier zu einer Modellregion für eine nachhaltige Industriegesellschaft zu entwickeln, bei der die ökologischen Anforderungen mit wirtschaftlicher und sozialer Nachhaltigkeit verknüpft werden. Das beinhaltet auch die Übernahme neuer Aufgaben wie die Verarbeitung neuer Einsatzstoffe oder die nachhaltige Rohstoffversorgung. Dies kann

und sollte zu einer Technologieführerschaft beitragen, die beispielgebend für den Strukturwandelprozess der nächsten Jahrzehnte sein wird.

Zur Erreichung dieser Technologieführerschaft und der erfolgreichen Anpassungen an die sich wandelnden Anforderungen ist ein gemeinsames, sektoren- und disziplinübergreifendes Vorgehen notwendig, das Synergien generiert und Doppelarbeiten vermeidet. Zudem erfordert es die Beteiligung aller vom Strukturwandel betroffenen Akteure. Damit diese den Wandel auch mitgestalten können, ist ein transparenter Überblick über sich verändernde Technologien, Beschäftigungsfelder, Wertschöpfungsketten, usw. notwendig.

„House of Transfer“

Dieser vorstehend formulierten Aufgaben nimmt sich das „House of Transfer“ an (HoT, eine Zusammenstellung der verwendeten Kürzel befindet sich auf den Seiten 52-54). Basierend auf den Entwicklungen des Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik der Fraunhofer-Gesellschaft formiert sich mit dem HoT eine neue, branchenübergreifende Ebene zur Professionalisierung des Wissens- und Technologietransfers. Bereits im Jahr 2019 initiiert, war es nun im Frühjahr 2021 an der Zeit, das HoT im Förderprogramm des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) „STARK“ (Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten) als Vorhaben einzureichen und somit auch offiziell zu starten.

Das HoT macht es sich zur Aufgabe, regionale Akteure der Sektoren chemische Grundstoffe, Bioökonomie und Kunststoffe bei der Bewältigung des Strukturwandels zu unterstützen:

- Es stellt Informationen zu den Bereichen Wissens- und Technologietransfer bereit,
- sorgt für die Vernetzung,
- ermöglicht Transparenz und Transferprozessoptimierung.

Damit trägt es zu den Zielen des Strukturstärkungsgesetzes bei und ermöglicht es den Akteuren, den Wandel aktiv mitzugestalten. Durch gemeinsame, sektorenübergreifende Zusammenarbeit kann eine innovative und leistungsfähige Modellregion entstehen, die auf nachhaltigen, „grünen“ Einsatzstoffen beruht.

Im Einzelnen möchte das HoT den Strukturwandel durch Wissenstransfer sowie sektorenübergreifende Vernetzung begleiten und beschleunigen. Durch den Zusammenschluss der Netzwerke „Cluster BioEconomy e. V.“, „Kooperationsnetzwerk Chemie+“, „Leistungs- und Transferzentrum Chemie- und Biosystemtechnik“, „POLYKUM e.V.“ und dem Wissenschaftscampus „Pflanzenbasierte Bioökonomie“ Halle unter dem Dach

des ‚House of Transfer‘ entsteht ein sektorenübergreifender Dialog, der vor allem die Schlüsselbranchen Grundstoffchemie, Bioökonomie und Kunststoffe in Mitteldeutschland verbindet. Es wird somit eine gemeinsame Dachstruktur geschaffen, die folgende Ziele verfolgt:

- Etablierung eines ‚One-Stop-Shop‘ (strukturell einheitlich organisierte Einrichtung zur Erreichung gemeinsamer Ziele) für Fragestellungen rund um den Transfer von Technologien mit besonderer regionaler und globaler Relevanz.
- Strukturelle Bündelung von Wissen und Netzwerken der beteiligten Partner.
- Etablierung einer zentralen Schnittstelle zu potentiellen Partnern (u.a. Politik, Fördermittelgeber, Industrie/ KMUs).
- Er- und Ausarbeitung einzelner Transferpakete (u.a. Ausgründungsunterstützung, Identifizierung neuer Märkte und Etablierung an diesen, Analyse sich wandelnder Wertschöpfungsketten).
- Transferprozessoptimierung sowie Vermittlung von externen Forschungs- und Beratungsleistungen.
- Schaffung von Synergien durch Zusammenführung bislang einzeln laufender Tätigkeiten mit erheblichen Schnittmengen und ähnlicher Zielgruppen.
- Branchenübergreifende Vermittlung und Verknüpfung einzelner Sachzusammenhänge mit anknüpfenden Themen und Herausforderungen sowie potentiellen Partnern, Interessenten und Investoren. Dabei ist zu beachten:
 - Identifizierung zukunftsweisender Themen und Technologien,
 - Analyse der Passfähigkeit zur Region Mitteldeutschland sowie den politischen Strategien für die Region und
 - Berücksichtigung von vorhandener Infrastruktur und derzeit genutzten Technologien.

Ein besonderes Alleinstellungsmerkmal des HoT ist seine enge Verwobenheit mit regionalen und überregionalen Unternehmen jeglicher Größe, welche aus den langjährigen, engen Partnerschaften mit den Verbundpartnern hervorgeht (Bild 1). Durch ihre eigene Expertise und die Zusammenarbeit mit ihren Partnern werden drei Branchen, nämlich die Grundstoffchemie, die Bioökonomie und die Kunststoffe, auf eine einmalige Art und Weise in Einklang gebracht. Somit lassen sich wertvolle Synergien entlang der gesamten Wertschöpfungskette verbundübergreifend realisieren, beginnend bei der Rohstoffproduktion, über die Herstellung von Halbzeugen und Endprodukten, Handel und Konsum, bis hin zum kreislaufschließenden Recycling. Auch können zusätzliche Wertschöpfungspotentiale dieser einzelnen Abschnitte durch die Partnerschaften mit spezialisierten Forschungseinrichtungen und Hochschulen gehoben werden (Bild 1).

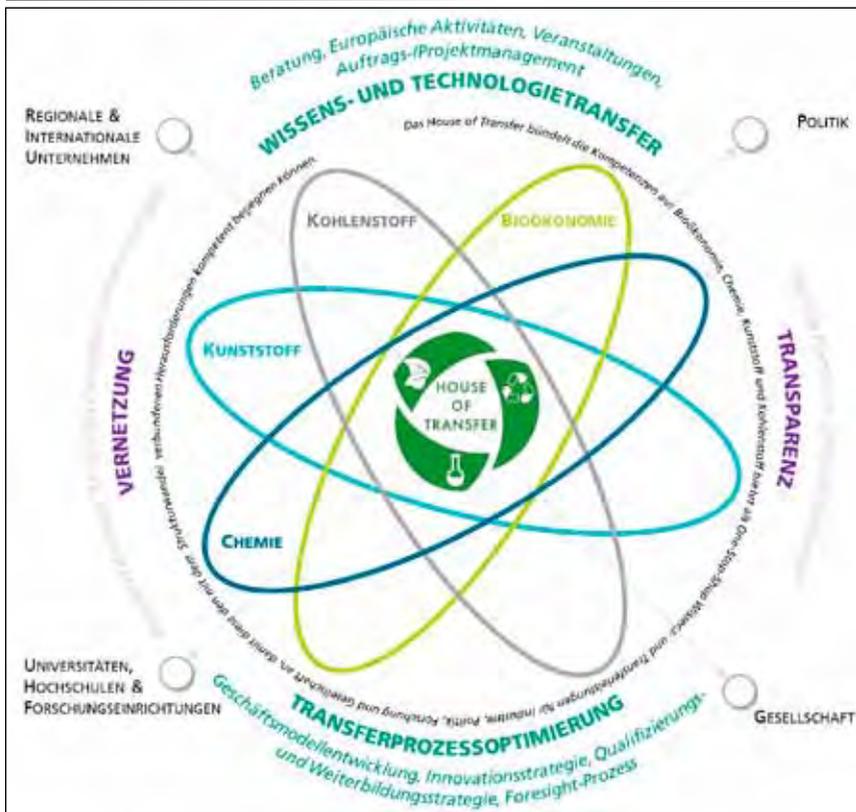


Bild 2 Das Zusammenspiel zwischen Zielgruppen, Zielstellungen und einzelnen Branchen

Forschung, Entwicklung und Weiterbildung im Bereich digitaler Wasserstoff-Technologien

Unter dem Titel ‚Hydrogen Competence Hub‘ (Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum, ‚H2 Competence Hub‘, kurz ‚Hub‘, Bild 3, siehe Seite 86) haben sich die **Otto-von-Guericke** Universität Magdeburg (OVGU), die **Hochschule Merseburg** (HoMe), die **Hochschule Anhalt** (HSA) sowie die Fraunhofer-Gesellschaft zu einem Strukturwandelprojekt im Bereich der Aus- und Weiterbildung zusammengefunden.

Ziel hierbei ist es, ein regionales Netzwerk zu entwickeln, welches die Kompetenzstärkung für digitale Wasserstoff-Technologien sowohl auf Seiten der bereits im Berufsleben tätigen Arbeitnehmer*innen als auch im Bereich der Studierenden zu etablieren, um Bedarfe der sich ebenfalls im Strukturwandel befindlichen Arbeitswelt im Umfeld der chemischen Industrie zu erkennen und langfristig decken zu können.

Forschung und Entwicklung, aber vor allem der Umbau hin zu einer Wasserstoffwirtschaft, müssen in einem sehr kurzen Zeitraum voran getrieben werden. Eine extrem schnelle und verlustfreie Überführung der Erkenntnisse aus der Wissenschaft und dem Betrieb von Demonstrationsanlagen in eine breite Aus- und vor allem Weiterbildung ist für die rasche Etablierung einer am Wasserstoff orientierten Gesellschaft essentiell.

Nach der Umgestaltung der Wirtschaft in den neuen Bundesländern nach der Wiedervereinigung vor über 30 Jahren kann dies als nächste Herkulesaufgabe bezeichnet werden. Um eine schnellstmögliche Transformation gestalten zu können, müssen also wissenschaftliche Erkenntnisse innerhalb kürzester Zeit von der Gesellschaft erbracht, in der Praxis implementiert und nutzbar gemacht werden.

Der Strukturwandel in Mitteldeutschland wird maßgeblich mit der Erzeugung und Nutzung von ‚grünem‘ Wasserstoff einhergehen. Wasserstoff wird als Energieträger der Zukunft für verschiedene Branchen und Industrien von großer Bedeutung sein. Das mitteldeutsche Braunkohlerevier kann sich zur Modellregion entwickeln, die einen breiten Einsatz von Wasserstoff realisiert. Hierbei wird insbesondere die bereits bestehende Infrastruktur genutzt und auf moderne Technologien und Entwicklungen hin transformiert. Besonders die regional ansässigen Chemieparks mit ihren zum Teil seit Jahrzehnten bestehenden Pipeline-Infrastrukturen werden diese Transformation befördern und prägen.

Dieser Strukturwandel wird begleitet von einer massiven Umgestaltung in der Arbeitswelt. Es werden für neu anzusiedelnde Technologien entsprechend ausgebildete Fachkräfte auf allen Ebenen benötigt. Im Rahmen der Transformation wird es eine große Herausforderung sein, bestehende und neu aufzubauende Strukturen entsprechend in Einklang zu bringen und mit notwendigen personellen Strukturen zu unterstützen. Hierzu gibt es folgende Möglichkeiten und Visionen:

- Die Ausbildung neuer Fachkräfte direkt beginnend mit der Schulausbildung,
- die Aus- und Weiterbildung bereits bestehender Personalstrukturen,
- die Integration von Elementen der ‚H₂-Wissensexpertise‘ in ingenieurwissenschaftliche, Informatik- und systemwissenschaftliche, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Studiengänge sowie in wissenschaftliche Weiterbildungsprogramme,
- die Etablierung von Promotionsprogrammen, die auf solchen Studiengängen aufbauen und gezielt wissenschaftliche Nachwuchskräfte für eine erfolgreiche H₂-Transformation generieren können.



Bild 3
Visualisierte Darstellung der Zusammenhänge von Wasserstoffwirtschaft, Forschung und Entwicklung sowie Qualifizierung, Aus- und Weiterbildung

Was diese Faktoren jedoch eint, ist der Bedarf an neuen

Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten. Um diesen Bedarf frühzeitig zu erkennen und mit entsprechenden Konzepten untersetzt zu bedienen, tritt das ‚H₂ Competence Hub‘ (im Folgenden kurz: das Hub) an. Ein besonderer Fokus liegt auf der Gestaltung der Durchlässigkeit von beruflicher und wissenschaftlicher Weiterbildung, um den Bedarf insbesondere durch kurzzeitige Zusatzqualifikationen schnell decken zu können.

Motivation zum Aufbau des Hub ist es, bestehende Kompetenzen und Strukturen in Mitteldeutschland zu bündeln und in Kooperation auf neue Technologien und Herausforderungen zu erweitern. Das Hub bildet auf mehreren Ebenen eine Drehscheibe zwischen Hochschulen des Landes mit ausgeprägten Bindungskräften zu den Akteuren der regionalen Wirtschaft und Gesellschaft sowie Instituten und Forschungsplattformen der Fraunhofer Gesellschaft.

Diese Plattform schafft Impulse und bahnt Wege für ein breites Spektrum an Forschungs- und Weiterbildungs (Karriere)-Konzepten. Sie bündelt einerseits die Kompetenzen im Wachstumsbereich Wasserstofftechnologien von Industrieprojekten bis hin

zu exzellenter Grundlagenforschung und schafft andererseits akademische Laufbahnen bis hin zu Karrieren in der außeruniversitären und industriellen Wasserstoffwirtschaft. Innerhalb dieses Konzeptes spielt das Thema Weiterbildung im Hub zur Stärkung der Wasserstoff-Kompetenzen in Sachsen-Anhalt eine zentrale Rolle. Diese besonders wichtige Säule des Hub ist Gegenstand des gestellten Antrages.

Im Rahmen der ‚Task Force Kohle‘ (Arbeitsgruppe im Ministerium für Arbeit, Soziales und Integration des Landes Sachsen-Anhalt zum Strukturwandel, Themenfeld Bildung und Fachkräftesicherung) wurden durch die Gebietskörperschaften im mitteldeutschen Revier folgende Bedarfe für den Leitmarkt Wasserstoffwirtschaft inklusive der Sektorenkoppelung identifiziert:

- Vermittlung von spezifischen Kenntnissen im Bereich der Wasserstofftechnologie und in der Entwicklung von Produktionsanlagen (Produktionstechnologie, Verarbeitungstechnik, u. a.).
- Auf- und Ausbau fachwissenschaftlicher Kompetenzen.
- Maßnahmen in den Bereichen der beruflichen Aus- und Weiterbildung (incl. Zusatzqualifikationen).
- Entwicklung von regional vernetzten und international ausstrahlungsfähigen Aus- und Weiterbildungsstrukturen.
- Verstärkte Kooperation von Hochschulen, Betrieben und Weiterbildungseinrichtungen.

Ziel des Projektes ist es, anhand der benannten Bedarfe entsprechende inhaltliche Weiterbildungsangebote und entsprechend geeignete Formate zu entwickeln, aber auch die bereits im Land Sachsen-Anhalt bestehenden Aus- und Weiterbildungsstrukturen und Kooperationen auszubauen und zu stärken. Es gilt, die Schnittstellen zwischen den Unternehmen und den Anforderungen an diese, die formellen Inhalte in der beruflichen Aus- und Weiterbildung und die akademischen Studien- und Weiterbildungsinhalte herauszuarbeiten, Synergien darzustellen und nutzbar zu machen. Für die genannten Bereiche wird ein modulares Baukastensystem zur Weiterbildung auf dem Gebiet der Wasserstoffwirtschaft erarbeitet, das individuell an die Bedürfnisse der vorhandenen und neuen Fachkräfte sowie der Unternehmen angepasst werden kann.

Nach dem Prinzip eines Spinnennetzes sollen die bislang separat koordinierten Weiterbildungsformate der Partnerstandorte gebündelt und mit komplementären Angeboten neue Brücken für und in die Region geschaffen werden. Aufgaben, Angebote und Kompetenzen werden im Netzwerk zwischen den Partnern organisiert und gemeinschaftlich optimiert (Bild 4, siehe Seite 88).



Bild 4
Die Institutionenübergreifende
Zusammenarbeit des
'H2 Competence Hub'

Das ‚H2 Competence Hub‘ wird Geschäftsstelle, Koordinations- und Kommunikationszentrale sowie Begegnungsort (siehe Kästen). Es ist dabei deutlich mehr als ein virtuelles Zentrum. Räumlich verortet an der Hochschule Merseburg schafft es ein greifbares Portal für die geographisch nahegelegenen ‚industri-

ellen und gesellschaftlichen Abnehmer‘, die durch den regionalen Kohleausstieg vor besonderen Herausforderungen stehen. Durch dieses Portal wird der Zugang zu akademischer Forschungsexpertise, -infrastruktur und -plattform sowie zu passfähig ausgebildeten Hochschulabsolvent*innen und abgestimmt gestalteten Weiterbildungsformaten erleichtert und zentralisiert.

Die Struktur des ‚H2 Competence Hub‘

- Standort: Hochschule Merseburg (HoMe)
- **Innovatives Transfer- und Anwenderzentrum Merseburg (ITAM)** als physischer Standort für das ‚H2 Competence Hub‘ (u. a. mit Co-Working-Spaces, Institutionen übergreifende Nutzung eines Standorts)
- Räumlichkeiten an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg (OVGU, u. a. für Co-Working-Spaces)
- direkte Anbindung und Einbeziehung der Fraunhofer Demonstrationsanlagen und Laborräume innerhalb des Chemieparks Leuna sowie der Forschungsinfrastrukturen,
- Räume an der Hochschule Anhalt (HSA) und im TRAINS Center Weiterbildung in Dessau.

Das Hub bündelt die Stärken der Universität Magdeburg, der Hochschule Merseburg, der Hochschule Anhalt und der Fraunhofer Gesellschaft, letzteres insbesondere über die neugeschaffene Brücke, die durch den Fraunhofer-Institutsteil Wasserstoff und die angebundenen Fraunhofer-Forschungsplattformen entsteht. Der Zugang und das Zu-

sammenspiel der Angebote dieser vier Wissenschaftsinstitutionen in Forschung und Lehre im Themenkontext des Hub wird zentral koordiniert. Perspektivisch werden weitere Partner eingebunden.

Durch das Hub entsteht ein gemeinsamer ‚ThinkTank‘ (Denkfabrik) der Wissenschaftspartner in Sachsen-Anhalt zusammen mit den ‚Stakeholdern‘ (Partner, Verantwortliche) aus Industrie, Gesellschaft und Politik. Die Institutionen übergreifende Nutzung von Standorten („Co-working spaces“) schaffen den Nukleus für kooperative Projekte. Dafür stehen Räumlichkeiten an der Hochschule Merseburg zur Verfügung. Die digitale Kommunikation im Netzwerk wird zentral durch das Hub koordiniert.

Letztlich entsteht hierdurch, getragen über zielgruppenspezifische, bedarfsgerechte Aus- und Weiterbildungsangebote, der Nährboden für die wachsende Sichtbarkeit des Wasserstofftechnologie-Standorts Sachsen-Anhalt und für Forschungsleuchttürme, die durch eine im Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum (Hub) konzertierte Öffentlichkeitsarbeit gezielt unterstützt wird. Diese bildet auf mehreren Ebenen eine Brücke zwischen den Wissenschaftseinrichtungen OVGU, HoMe, HSA und dem Fraunhofer-Institutteil Wasserstoff, mit ausgeprägten Bindungskräften zu den Akteuren der regionalen Wirtschaft sowie Instituten und Forschungsplattformen der Fraunhofer-Gesellschaft. Die Erweiterung der Plattform um weitere Einrichtungen und Partner ist dabei ausdrücklich gewünscht.

Diese Plattform schafft Impulse und bahnt Wege für ein breites Spektrum an Forschungs- und Karrierekonzepten und bündelt die Kompetenzen im Wachstumsbereich der Wasserstofftechnologien von Industrieprojekten bis hin zu exzellenter Grundlagenforschung im Sinne der DFG (Deutsche Forschungsgesellschaft)-Verbundförderung und von der akademischen Laufbahn bis hin zu Karrieren in der außeruniversitären und industriellen Wasserstoffwirtschaft.

Die Zusammenarbeit der beteiligten Partner unter der Zielsetzung, im Bereich der Wasserstofftechnologien für Sachsen-Anhalt eine führende Rolle im internationalen Wettbewerb zu übernehmen, soll institutionalisiert und damit nachhaltig als feste Struktur etabliert werden. Die ‚Institutionen-übergreifende Zusammenarbeit‘ ist der zentrale Sinn und Zweck des gemeinsamen Hub-Konzepts. Handlungsleitend ist das Hochschulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt, welches durch den § 99 die Möglichkeit gibt, eine von allen Partnern getragene, nachhaltig verankerte Struktur zur Erfüllung gemeinsamer Aufgaben zu etablieren (siehe Kasten ‚Regionale Kompetenzstärkung‘, Seite 90).

Regionale Kompetenzstärkung

- Vernetzung von Weiterbildungs-Elementen von HoMe, Fraunhofer, HSA und OVGU auf Basis der am Standort Merseburg bereits geschaffenen Weiterbildungsstrukturen.
- Abstimmung mit ‚Stakeholdern‘ der regionalen Wirtschaft, Gesellschaft und Politik zu Bedarfen und Sachsen-Anhalt-spezifischen Zukunftsfeldern.
- Neuentwicklung, Weiterentwicklung und Anpassung von Modulen speziell für den Kontext ‚digitale H2-Technologien‘
- Entwicklung eines umfassenden Zertifikatsprogramms entlang Ziele der Landes-Wasserstoffstrategie.
- ‚Screening‘ bestehender Studiengänge von HSA, HoMe und OVGU auf komplementäre Lehrinhalte zugunsten facettenreicher Studienwege im Kontext digitaler H2-Kompetenzen.
- intensiver Dialog mit ‚Stakeholdern‘ aus Wirtschaft zu Ergänzungs- und Modernisierungsbedarf mit Blick auf die H2-Zukunft Sachsen-Anhalts.
- Analyse von Karrierewegen in der regionalen H2-Wirtschaft, -Wissenschaften und Erarbeitung von spezifischen Kompetenzprofilen bzw. -bedarfen
- Sensibilisierung von Studierenden und Absolventen aller Hochschulen für die neuen Technologien durch Entwicklung spezieller Angebote im Studienverlauf und auch zusätzlich durch den Karriereservice (z. B. Exkursionen in entsprechende Unternehmen, Themen für Praktikums- und Abschlussarbeiten, Netzwerkveranstaltungen unter Einbeziehung der Studierenden, Aufbau eines Mentorenprogramms).
- Gemeinsame Entwicklung von Modulen zu Brücken-, Ergänzungs-, Spezialisierungs- und Zukunftsperspektiven für ein ganzheitliches, standortübergreifendes Studienkonzept, das optimiert ein breites und zugleich individualisierbares Studienspektrum bietet (z.B. die Weiterentwicklung und Ergänzung der Studiengänge hinsichtlich der unterschiedlichen Wasserstofftechnologien, ‚Master Green Engineering‘, Zertifikatsangebot Wasserstoff, Schulungen/Unterweisungen zum Thema Wasserstoff, duales Studienangebot).
- Entwicklung einer Sommerschule für Schülerinnen, Schüler und Studierende vor allem zum Experimentieren zum Wissensgebiet Wasserstoff.
- Konzeptionierung standortübergreifender, digitaler Lehr-Infrastrukturen, Entwicklung innovativer, digitaler Lehrformate.
- Etablierung von Schnittstellen zur gezielten Nutzung der außergewöhnlichen Forschungsinfrastruktur im Bündnis (z.B. Fraunhofer Forschungsplattformen für praxis- und industriennahe Lehrformate).
- Entwicklung einer Veranstaltungsreihe ‚Innovation‘ für die breite Bevölkerung, in der spezifische und aktuelle Themen populärwissenschaftlich aufbereitet und anschaulich vermittelt werden.

Fazit

Die Sektorenkopplung sowie die zirkuläre Wirtschaft sind entscheidende Faktoren in der Gestaltung eines erfolgreichen, sozialverträglichen und technologieorientierten Strukturwandels. Eine große Herausforderung wird es dabei sein, die Sektoren über die einzelnen Unternehmen hinausgehend miteinander zu verzahnen und somit die Kopplung tatsächlich zu ermöglichen und zu etablieren.

Mit verschärften Klimazielen und steigenden Emissionspreisen werden bisherige Prozesse und Geschäftsmodelle möglicherweise ‚disruptive Veränderungen‘ erfahren (als deren Folge grundlegende Marktveränderungen auftreten). Diese gilt es bestmöglich zu gestalten und mit modernsten Herangehensweisen und Technologien zu untersetzen. Nur langfristige Technologieführerschaft und höchste Ambitionen bei Effizienz und Qualität können zu einer stetigen und sich weiter ausbauenden Marktführerschaft im jeweiligen Sektor führen. Für die o.g. Sektoren bietet das ‚House of Transfer‘ eine Plattform und einen Anknüpfungspunkt, der sowohl im Bereich der Forschung, als auch in der Gesellschaft und der Wirtschaft entscheidende Spieler miteinander verzahnen kann.

Zu einem gelungenen Strukturwandel gehört eine langfristige Sicherung des Fachkräftebedarfs innerhalb der Region. Mit dem ‚Hydrogen Competence Hub‘ wird erstmalig eine übergreifende Institution geschaffen, die die regionalen Hochschulen und Universitäten, in Kombination mit den ortsansässigen Fraunhofer-Instituten und deren Pilot- und Demonstrationsanlagen, miteinander verbindet und im Bereich der Wasserstofftechnologien langfristig neue Aus- und Weiterbildungsbereiche etabliert. Dieser Ansatz zur Institutionen übergreifenden Zusammenarbeit ist ein neues Instrument, um ganzheitlich abgestimmte Angebote an Unternehmen und Bildungseinrichtungen der Region entwerfen zu können.

Mit dem ‚House of Transfer‘ und dem ‚Hydrogen Competence Hub‘ sind zwei neue Projekte zur Gestaltung des Strukturwandels gestartet, die den Fokus auf die Professionalisierung des Wissens- und Technologietransfers legen und somit einen Beitrag zur Übersetzung der wissenschaftlichen Leistungen in die regionale Wirtschaft leisten.

Autorenvorstellung



Phillip Suttmeier

- 1992 geboren in Bocholt/Nordrhein-Westfalen
- 2004-12 Bischöfliches Sankt-Josef-Gymnasium Bocholt
- 2012-17 Studium der Wirtschaftswissenschaften und Politikwissenschaften an der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg (Bachelor of Science)
- 2014-17 Wissenschaftliche Hilfskraft im Bereich Presse & Öffentlichkeitsarbeit des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
- 2017-18 Mitarbeiter im Bereich Presse & Öffentlichkeitsarbeit des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
- 2018-20 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Center for Economics of Materials CEM des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS
- 2018-20 Referent der Geschäftsstelle des Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik
- seit 2020 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Geschäftsfeld Wasserstofftechnologien des Fraunhofer-Instituts für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Leiter der Geschäftsstelle des Leistungs- und Transferzentrums Chemie- und Biosystemtechnik.

Zusammenstellung verwendeter Fremdworte

Fremdwort	deutsche Bedeutung (Übersetzung)
„Aquifere“	Grundwasserleiter
„Benchmark“	Vergleichsmaßstab
„Carbon Footprint“	Fußabdruck des Kohlenstoffs
„e-Fuels“	e-Brennstoffe (mit erneuerbarer Energie hergestellte Kraftstoffe)
„Enabler“	Ermöglicher, Befähiger
„Feedstock“	Rohstoff
„governmental affairs“	Regierungsangelegenheiten
„governmental relations“	Regierungsbeziehungen (Form des Lobbyismus)
„green deal“	European „Green Deal“ (Vorhaben der EU-Kommission, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen)
„House of Transfer“	Haus des Wandels (branchenübergreifende Ebene zur Professionalisierung des Wissens- und Technologietransfers)
„Hydrogen Competence Hub“	Wasserstoff-Kompetenz-Zentrum
„Hydrogen Lab“	Wasserstofflabor (Pilotierung/Demonstration von Prozessen zur Nutzung von Wasserstoff in Syntheseprozessen)
„Input“	Zuarbeit, eingesetzte Mittel
„knowledge sites“	Wissensstandorte
„lead“	Leitung, leitend
„lessons learned“	Wir haben unsere Lektion gelernt und machen es in Zukunft besser
„low hanging fruits“	niedrig hängende Früchte (hier im Sinne: leicht erreichbare Ziele)
„match-making process“	ein Prozess, der Akteure zusammenbringen soll
„One-Stop-Shop“	strukturell einheitlich organisierte Einrichtung zur Erreichung gemeinsamer Ziele
„open end“	offenes Ende
„power to H ₂ “ (PtH ₂)	Strom (Elektroenergie) zu Wasserstoff (auch: „power to gas“)
„power to liquid“ (PtL)	elektrische Energie zu Flüssigkeit (Umwandlung von elektrischem Strom in Flüssigkraftstoff durch Aneinanderreihung verschiedener Teilprozesse)
„power to products“ (PtP)	Strom (Elektroenergie) zu Produkten
„power to X“ (PtX, auch P2X bzw. P2Y)	verschiedene Technologien zur Speicherung bzw. Nutzung von Stromüberschüssen in Zeiten eines Überangebotes variabler erneuerbarer Energien (Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft)
„public affairs“	öffentliche Angelegenheiten, Öffentlichkeitsarbeit
„off-shore“	im Küstenvorfeld der Meere errichtete Hochsee-Windparks
„Screening“	systematisches Testverfahren, das innerhalb eines definierten Prüfbereichs bestimmte Elemente herausfiltern soll
„shale gas“	Schiefergas
„shift reaction“	Wassergas-Konvertierungsreaktion (CO-Konvertierung zu CO ₂ an Eisen-III-oxid-Katalysatoren)
„Stakeholder“	Unterstützer (Verantwortliche, Anspruchsberechtigte, Aktieninhaber)
„Steamcracking“	Steamcracken (Dampfspalten, thermisches Cracken, Verfahren der Petrochemie)
„Steamreforming“	Dampfreformierung (großindustrielles Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff aus kohlenstoffhaltigen Energieträgern, bevorzugt Erdgas)
„ThinkTank“	Denkfabrik
„Upstream Feed“	Edukte, aus Rohstoffen abgeschiedene Stoffe (z.B. Pflanzenöl), in der Geologie das Ausgangsgestein

Welche Rolle der SCI beim bevorstehenden Strukturwandel in der Chemieindustrie spielen kann

von Thomas Martin

Der Begriff ‚Strukturwandel‘ ist zurzeit in aller Munde. Heute meinen wir damit vor allem den Ausstieg aus der Braunkohle, das heißt konkret: die Einstellung der Förderung von Braunkohle in Deutschland (Steinkohle wird in Deutschland schon seit 2018 nicht mehr gefördert). Die heute geförderte Braunkohle wird fast vollständig für die Erzeugung von elektrischer Energie eingesetzt (Verstromung). Für die bis 2038 geplante endgültige Einstellung der Braunkohleförderung werden vom Bund erhebliche Geldbeträge als ‚Strukturfördermittel‘ zur Verfügung gestellt.

Strukturwandel hat es in der Geschichte der Menschheit schon immer gegeben. Ursachen von Strukturwandel können gesellschaftliche, wirtschaftliche, soziale, ökologische, politische oder auch technologische Gründe sein, die zu dauerhaften, signifikanten Veränderungen einer Gesellschaft, eines Industriezweiges oder auch einer Region führen. Diese Veränderungen sind bzw. waren unabwendbar und hatten für einzelne Menschen, Gesellschaftsgruppen oder ganze Gesellschaften einschneidende, mitunter auch schmerzhaft ausgeprägte Auswirkungen. Gleichwohl können Veränderungen auch immer eine Chance für einen Neuanfang und Fortschritt bedeuten.

Ein großer Strukturwandel stellt die von England ausgehende Industrialisierung im 18./19. Jahrhundert dar. Sie betraf im Kern eine Veränderung der (Produktions-) Technologien (siehe Kasten). Gleichzeitig veränderte sich dabei aber auch die Art und Weise, wie Menschen in der Gesellschaft leben und arbeiten. In Folge der Industrialisierung ist die Bevölkerung in Europa deutlich gewachsen. Bevölkerungswachstum und fortschreitende Industrialisierung haben sich gegenseitig bedingt.

Ein bekanntes Beispiel eines technologisch verursachten Strukturwandels während der Industrialisierung ist die Erfindung des mechanischen **Webstuhls**. Auf der einen Seite konnte dadurch die Produktion von Tuch signifikant gesteigert und die wachsende Bevölkerung mit mehr und günstigerem Tuch versorgt werden, auf der anderen Seite wurde dadurch die traditionelle handwerkliche Weberei zerstört, mit den bekannten sozialen Verwerfungen.

Noch weitreichender war die Erfindung der **Dampfmaschine** durch Thomas NEWCOMEN und James WATT als Kraft- und Arbeitsmaschine, die das gesamte 19. Jh. geprägt hat. Die Auswirkungen des Einsatzes von Dampfmaschinen z.B. in der Landwirtschaft hat in dieser Branche die Berufsgruppe der Knechte und Mägde größtenteils überflüssig gemacht. Die Dampfmaschine wurde erst durch den nächsten Strukturwandel, der Elektrifizierung, zum Ende des 19., Anfang des 20. Jh. abgelöst.

Auch die Branche der chemischen Industrie ist in der Industrialisierung entstanden. Zuvor musste sich aber die Chemie als Wissenschaft entwickeln. Im Mittelalter sprach man generell von der Alchemie, die inzidentell (zufällig) und nach heutigen Vorstellungen planlos, also nicht wissenschaftlich, betrieben wurde. Ziel war die Suche nach dem Stein der Weisen oder die Herstellung von Gold. Es gab einige Nebeneffekte, die besondere Produkte hervorgebracht haben, z. B. die Entdeckung des Porzellans in Europa durch Johann Friedrich BÖTTGER, oder das Goldrubinglas von Johannes KUNCKEL. Andere frühe Chemiker, über die in dieser Schriftenreihe schon berichtet worden ist, sind Andreas LIBAVIUS, der zum ersten Mal die Lehre der Grundoperationen als Basisprinzip der Verfahrenstechnik niedergelegt hat, oder Johann Wolfgang DÖBEREINER, der sich mit katalytischen Effekten in dem von ihm realisierten Feuerzeug beschäftigt hat oder seiner ‚Triadenlehre‘, einem Vorläufer des Periodensystems der Elemente (Heft 41, 1/2020, dieser Reihe). Erst im 19. Jh. hat sich die Chemie als Wissenschaft im heutigen Sinne herausgebildet. Eine zentrale Figur ist Justus von LIEBIG, der eine Vielzahl von Entdeckungen machte und das Fachgebiet weiterentwickelte.

In der Zeit, als die Kolonialmächte England, Frankreich, Spanien, Portugal und Niederlande Zugang zu außereuropäischen Rohstoffquellen hatten, musste Deutschland dies durch innovative chemische Produktion wettmachen. Damals waren viele Rohstoffe biologischen Ursprungs, so z.B. die Farbstoffe Krapp (gelb bis rot, Färbepflanze aus der Gattung Rubia), Waid oder Indigo (blau, organisches Pigment), Purpur (aus der Purpurschnecke). Erster synthetischer, kommerziell hergestellter Farbstoff war das durch William Henry PERKIN entdeckte Mauvein. Später hat Adolf von BAEYER das Indigo synthetisch hergestellt. So wurde die Farbenindustrie mit der Rohstoffbasis Kohleteer die erste signifikante Produktgruppe der chemischen Industrie.

Die nächste große Entwicklung war die von synthetischen Düngemitteln, insbesondere Stickstoffdünger (Salpeter, deren Lagerstätten in Chile und Indien den zunehmenden Bedarf durch die stetig wachsende Bevölkerung nicht decken konnten). Es gab verschiedene konkurrierende Verfahren zur Stickstoff-Bindung, letztlich hat sich das Haber-Bosch-Verfahren für die Ammoniaksynthese als das wirtschaftlichste durchgesetzt (einige Sachzeugen sind in unserem Deutschen Chemie-Museum in Merseburg zu sehen, siehe Umschlagseiten).

Zu Beginn des 20. Jh. war es dann die Entwicklung von synthetischen Materialien, den Kunststoffen. Der erste industriell hergestellte Kunststoff war ‚Bakelit‘, ein Phenolharz. Im Laufe der ersten Hälfte des 20. Jh. folgten viele weitere: Viskose, PVC, Polyethylen. In Schkopau entstand die erste Anlage zur Produktion von synthetischem

Kautschuk als Ersatz für den Naturkautschuk, der für die Reifenproduktion benötigt wurde. Ein weiteres Material aus der Region war Caprolactam als Grundstoff für Perlon (Dederon)-Fasern (Leuna, siehe Heft 34, 1/2014, dieser Reihe). Dadurch wurden Produkte des täglichen Bedarfs Massenware, sie wurden billiger und leichter verfügbar und trugen so zum Wohlstand der breiten Gesellschaft bei.

In der zweiten Hälfte des 20. Jh. bedingte ein weiterer Strukturwandel große Veränderung in der Produktion: der Rohstoff Kohle wurde durch den Rohstoff Erdöl ersetzt, das bis heute die Basis für viele chemische Produkte ist.

Der nächste große Strukturwandel, der sich nach 1989/90 in Deutschland vollzog, aber auf ganz Europa Auswirkungen hatte, war die Aufhebung der politischen Teilung in Ost und West. Durch die bis dahin getrennten Systeme und Machtblöcke gab es Verwerfungen in Technologie und Wirtschaft, von den politischen Ideologien ganz zu schweigen.

Der Zusammenbruch der DDR-Wirtschaft war für die Bevölkerung der DDR dramatisch, einschneidend und für viele sehr schmerzhaft. Die Folgen dieses Strukturbruchs sind bis heute zu spüren. Auch in der chemischen Industrie in Mitteldeutschland wurden viele Anlagen abgerissen, weil sie technologisch veraltet und überholt waren, und Betriebe wurden geschlossen. Die Folgen mussten von den Menschen, die hier leben, getragen werden. Diese drastischen Veränderungen waren aber auch ein Neuanfang zur Modernisierung, so dass heute, 30 Jahre später, die chemische Industrie in Mitteldeutschland wieder floriert und weltweit konkurrenzfähig ist.

Ein Blick in den Technikpark des **Deutschen Chemie-Museums Merseburg** (DChM, Bilder 1-4 und Umschlagaußenseiten) führt uns vor Augen, mit welchem Engagement und welcher Hartnäckigkeit Vorstand und Mitglieder des im Jahre 1993 gegründeten Fördervereins ‚Sachzeugen der chemischen Industrie e.V.‘ (SCI) mit tatkräftiger Unterstützung sowohl von Führungskräften wie auch von ehemaligen Mitarbeitern der chemischen Großbetriebe in Leuna und Schkopau einen durchaus repräsentativen Teil von historischen Ausrüstungen der chemischen Industrie hier aufgestellt haben. Seither bewahrt und pflegt der SCI dieses Technik-Kleinod und macht es der Öffentlichkeit zugänglich. Hier im Technikpark des Deutschen Chemie-Museums Merseburg wird die Industriegeschichte des mitteldeutschen Chemiedreiecks erlebbar.

Der Technikpark des DChM entstand in den 1990er Jahren auf der Basis der aus den umliegenden Chemiewerken stammenden Exponatsammlungen und wurde am 15. Juni 2000 feierlich eröffnet. Seither besuchten jährlich 3000 bis 5000 Interessierte (Schüler-

gruppen, Firmenmitarbeiter*innen, Privatpersonen) den Technikpark und ließen sich durch unsere Museumsführer die Exponate und ihre Historie erklären.



Bild 1 Blick auf den Zwillingkompressor im Technikpark des Deutschen Chemie-Museums Merseburg (Blick von Nordwesten, im Hintergrund Gebäude der Hochschule Merseburg)

Die Bildungsfunktion des SCI äußert sich nicht nur in Museumsführungen und -besuchen, sondern auch in der Ausgestaltung und Begleitung des Schülerlabors ‚Chemie zum Anfassen‘, durch das seit 1997 fast 150.000 Schüler gegangen sind, darunter eine ganze Reihe von Preisträgern nachfolgender Chemieolympiaden.

Nicht so sichtbar wie die Exponate im Technikpark sind die vielen Dokumente zu der mehr als 100-jährigen Zeitgeschichte der mitteldeutschen Chemieindustrie, die der SCI gesammelt hat und die im Stadtarchiv Leuna aufbewahrt und dort auch abgefragt werden.

Die seit 1994 gemeinsam mit der Hochschule Merseburg auf dem Campus monatlich stattfindenden Kolloquien (bisher insgesamt 244 Veranstaltungen mit 18.384 Zuhörern) sind nicht nur für die Mitglieder des SCI und die Senioren der heimischen Chemieindustrie interessant, auch aktive Akteure der Firmen der benachbarten Chemiestandorte und der Hochschule besuchen diese Veranstaltungen und gestalten sie aktiv mit. Bei Exkursionen in ausgewählte Firmen halten die SCI-Mitglieder den Kontakt zu den heuti-

Welche Rolle der SCI beim bevorstehenden Strukturwandel in der Chemieindustrie spielen kann

gen Leistungsträgern (seit 1997 wurden 140 Exkursionen mit etwa 3.000 Teilnehmern organisiert).



Bild 2
Der Schieberhügel im DChM



Bild 3
Ofeneinsätze

Mit der seit 1996 erfolgten Herausgabe der Schriftenreihe *„Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands“* leistet der SCI einen

wesentlichen Beitrag zur Dokumentation der Zeitgeschichte der mitteldeutschen Chemieindustrie und zur Bildung breiter Bevölkerungskreise (bisher wurden 44 Hefte mit

80 bis 200 Seiten Umfang und Auflagen zwischen 400 und bis zu 2.500 Exemplaren herausgegeben). Ausführliche Darstellungen der Leistungen des Fördervereins SCI finden sich in den Heften 33 und 38 dieser Schriftenreihe.

Der Förderverein SCI mit seinen Mitgliedern wird auch den zukünftigen Strukturwandel begleiten und von Zeitzeugen dokumentieren zu lassen. Dabei spielt die Zukunft des Deutschen Chemie-Museums in Verknüpfung mit dem Hochschul-Campus und dem wissenschaftlichen Nachwuchs eine besondere Rolle (möglicherweise als Landesmuseum). Es wird notwendig sein, auch wegen der stetig älter werdenden Vereinsmitglieder, die bisher durch den Verein getragene Verantwortung und Betreuung in professionelle Hände zu legen und dafür durch das Land Sachsen-Anhalt entsprechende Mittel bereitzustellen. Es wäre mehr als fahrlässig, dieses mit erheblichen Fördermitteln und vielen freiwilligen Händen in den letzten 28 Jahren aufgebaute Museum der Industriegeschichte der mitteldeutschen Chemie niedergehen zu lassen.



Bild 4 Der Chemiezug im Technik-Park des DChM Merseburg (ehemals Buna-Werke Schkopau)

Der kommende Strukturwandel soll mit Wasserstofftechnik und Kreislaufführung des Kohlenstoffs als Strukturstärkung des mitteldeutschen Chemiedreiecks gestaltet werden. Es steht die Aufgabe, auch diese technologischen und gesellschaftlichen Veränderungen mit dem Engagement von Zeitzeugen zu dokumentieren. Verein und Chemie-Museum sind bereit, sich dieser Aufgabe zu stellen. Sie setzen auf das Engagement der

Unternehmen und der Hochschule Merseburg, dafür erfahrene Mitarbeiter*innen und insbesondere Studierende zu interessieren.

Der Förderverein Sachzeugen der chemischen Industrie e.V. (SCI) und das Deutsche Chemie-Museum (DChM) Merseburg haben durch ihre Aktivitäten den letzten großen Strukturwandel dokumentiert und aufgearbeitet. Auch in dem anstehenden Strukturwandel, wie er in den übrigen Beiträgen in diesem Heft beschrieben ist, kann der SCI eine unterstützende Rolle spielen. Dafür ist es aber notwendig, die Organisation und das Museum in tragfähige, nachhaltige Strukturen zu überführen. Der Verein hat sich in den 28 Jahren seiner Existenz durch das ehrenamtliche Engagement vieler Mitglieder und Unterstützer behaupten und Wichtiges leisten können. Allerdings fehlen dem Museum bis heute feste Strukturen und eine tatsächliche Trägerschaft.

Jetzt steht ein Generationenwechsel bevor, ein Strukturwandel im Kleinen. Es besteht die Chance, die Trägerschaft des Museums mit Hilfe der Strukturfördermaßnahmen auf neue Beine zu stellen. Dies kann vermutlich nicht ohne die öffentliche Hand erfolgen. So könnten das Museum und seine Aktivitäten auch in der Zukunft seiner wichtigen gesellschaftlichen Aufgabe als ein bewahrender und reflektierender Ort für den Strukturwandel nachkommen.

Ein wichtiger Aspekt der Weiterentwicklung ist die Vermittlung der Geschichte an die folgenden Generationen. Es geht dabei auch um die Sicherung der Nachwuchskräfte für die chemische Industrie, der wir uns besonders verbunden fühlen. Angesichts der in diesem Heft beschriebenen Herausforderungen eines neuen Strukturwandels muss das Museum in seiner Ausstellungskonzeption und den Vermittlungsmethoden, insbesondere unter Nutzung von multimedialen und digitalen Mitteln, modernisiert werden.

Heute ist das Museum vor allem ein Ort der Bewahrung technologischer Exponate. Dies soll auch auf die Vermittlung der Lebensumstände der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der chemischen Industrie erweitert werden, also der sozialen und wirtschaftlichen Bedeutung der Branche. Alles in allem kann dann das Museum auch in Zukunft ein lebendiger, interessanter und bedeutsamer Ort für die Reflexion und Beschäftigung mit dem vor uns liegenden Strukturwandel sein und bleiben.

Autorenvorstellung



Thomas MARTIN (bei Vorstellung des neuen Audio-Guides im Technikpark des DChM, 19.5.2021)

12.4.1964	geboren in Augsburg,
1985-91	Studium Maschinenbau/Vertiefung Verfahrenstechnik an der Technischen Universität München (Dipl.-Ing.),
1996	Promotion (PhD) an der University of Birmingham/GB, Thema: ‘Gas Dispersion with Radial and Hydrofoil Impellers in Fluids with Different Coalescence Characteristics’,
1996-2004	F&E-Ingenieur bei DSM Research bv, Geleen/Niederlande,
2005-08	Dozent an der University of Alberta, Edmonton/Kanada,
2008	Berufung zum Professor für Verfahrenstechnik/Mechanische und Thermische Prozesse, Hochschule Merseburg,
seit 22.9.2008	Mitglied im SCI,
seit 17.12.2009	SCI-Vorstandsmitglied,
seit 2.12. 2010	Vorsitzender des SCI.

Die historische Bedeutung der Braunkohle für die mitteldeutschen Chemiestandorte

von Christoph Mühlhaus



Bild 1 Historischer Blick in eine der Kohlegruben im Geiseltal (Mitte 20. Jh.) [1]

Das mitteldeutsche Revier verfügte über wertvolle Vorräte an eozäner Braunkohle, die früher berechtigt als ‚Bodenschatz‘ bezeichnet wurden (Bild 1) [1]. Diese bitumenreiche Kohle war die Basis von industriellen Entwicklungen mit Schwelereien, Vergasungsanlagen sowie elektrothermischer und elektrolytischer Nutzung. Diese führten dazu, dass Mitteldeutschland zu einem der deutschen Zentren der Großchemie wurde.

Dünger, Kunstfasern, Kunststoffe, Synthesekautschuk, Leichtmetalle und Kraftstoffe wurden an den Chemiestandorten in Großanlagen auf dieser Kohlebasis erzeugt. Kohle war einerseits Rohstoff, lieferte aber auch die notwendige Energie (Strom und Dampf) für die Stoffumwandlungsprozesse. Erst nach dem zweiten Weltkrieg erfolgte schrittweise der Übergang auf die vorwiegend importierten Rohstoffe Erdöl und Erdgas. Diese Chemiestandorte sind heute noch eine bedeutende wirtschaftliche Basis der mitteldeutschen Region.

Braunkohle ist heute nur noch ein Rohstoff bei der kleineren Firma Romonta (weltgrößter Hersteller von Montanwachs, Amsdorf/Seegebiet Mansfelder Land/Sachsen-Anhalt) [2]. Sehr wohl ist sie aber an einigen größeren mitteldeutschen Standorten energetische Basis für Strom und Dampf. Vor der breiten Einführung der Schiefergasgewinnung in den USA um die Jahrtausendwende zeichneten sich Preisentwicklungen ab, die Kohle als Rohstoff wieder wirtschaftlich werden ließen. Bei einem Ölpreis ab 80 \$/Barrel lohnte es sich, über Kohlechemie wieder nachzudenken. Bei 100 oder gar 120 \$/Barrel war die Wirtschaftlichkeit gegeben. Es gab also gute Gründe, in der Krise des neuen Jahrtausends die stoffwirtschaftliche Nutzung des Bodenschatzes Kohle wieder aufzugreifen, einer Kohle, die viel zu schade ist, verbrannt zu werden, nur um Strom zu erzeugen.

Diesen Ansatz bestätigt der in Bild 2 [3] aufgestellte Wertschöpfungsvergleich der Propylenproduktion auf Basis von Naphtha (konventionell, petrochemisch) und Braunkohle (carbochemisch). Dabei werden 80 % der Wertschöpfung bei der Herstellung des Einsatzstoffes Naphtha generiert, die nicht in Deutschland oder dem europäischen Ausland stattfindet. Es wurden Verfahrensentwicklungen notwendig, da der technologische Fortschritt und insbesondere die Umweltauflagen ganz neue Möglichkeiten erschlossen.

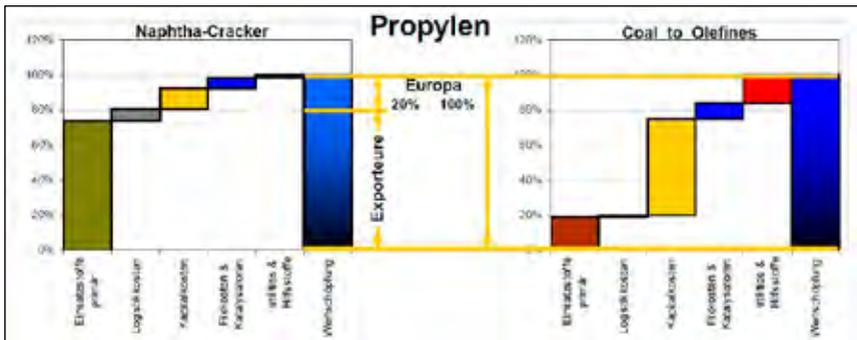


Bild 2 Vergleich der Wertschöpfungsketten zur Propylenherstellung zwischen Naphtha- und Braunkohlenutzung [3]

Anstrengungen zur innovativen Nutzung der Braunkohle in Mitteldeutschland

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, eine Zusammenstellung der verwendeten Abkürzungen und Dimensionen befindet sich auf den Seiten 52-54) geförderten Innovationsforums ‚Innovative Braunkohlenintegration‘ (ibi) hatten sich im Jahr 2008 regionale Unternehmen zusammengefunden, die eine stoffliche Nutzung der Braunkohle, von der Lagerstätte über die Gewinnung und Aufbereitung bis zur stoff-

wirtschaftlichen Umsetzung (Extraktion, katalytische Spaltung, Vergasung), gestalten wollten. Dazu war es notwendig, vollständig neue Technologien, Anlagen und Verfahren zu entwickeln und aufeinander abzustimmen. Die Umsetzung der Prozesskette sollte in Mitteldeutschland demonstriert werden. Das Bündnis aus 12 Institutionen (10 Unternehmen und zwei Hochschulen) wollte so die Voraussetzungen schaffen, angesichts der unsicheren Versorgungslage sowie der Preisentwicklung bei Erdöl und Erdgas die Nachfrage der chemischen Industrie nach großvolumigen Kohlenwasserstoffquellen zu sichern.

Die MIBRAG mbH [4] engagierte sich bei der Entwicklung einer hochselektiven Braunkohlegewinnung mit einer an die vorhandenen Lagerstätten und geforderten Rohstoffqualitäten angepassten Bergmaschinenteknik. Die Braunkohle war durch Agglomeration und Trocknung für die sich anschließenden Prozessstufen Extraktion, katalytische Spaltung und Vergasung aufzuarbeiten (Bild 3) [5].



Bild 3 Prozessstufen der stofflichen Nutzung der Braunkohle [5]

Eines der Projektziele war es, Verfahren zu entwickeln, Montanwachse mit spezifischen Eigenschaften für ausgewählte Anwendungen gezielt aus der Braunkohle zu gewinnen. Die Romonta GmbH hatte auf dem Gebiet der Extraktion von Montanwachsen aus Braunkohlen unterschiedlicher Herkunft und Qualität eine hohe Expertise und konnte für ‚ibi‘ gewonnen werden.

Die Arbeiten zur Niedertemperaturkonversion an der Hochschule Merseburg waren eine verfahrenstechnische Grundlagenentwicklung von Prof. Dr. Mathias SEITZ zur katalytischen Spaltung von Braunkohle und Extraktionsrückständen [6]. Bei einer katalysierten Pyrolyse fiel im Vergleich zum Stand der Technik kaum unerwünschter Teer an. Pyrolyseöle und -gase enthielten Aromaten und andere Kohlenwasserstoffe, die als Chemierohstoffe Verwendung finden konnten.

Die Technische Universität (TU) Bergakademie Freiberg und die ‚Linde Group‘ (kurz: Linde) arbeiteten an Anlagentechnologien zur Bereitstellung von Synthesegas, die rohstoffseitig die Reststoffe (Koks) aus der katalytischen Spaltung, die extrahierte Kohle aus der Extraktion, ein definiertes Band aus der Braunkohlegewinnung sowie Biomasse in breiten Mischungsverhältnissen nutzen konnten. Die Minimierung des energetischen Gesamtaufwandes und die Reduktion von Emissionen (insbesondere von CO₂) waren Hauptzielstellungen in der technologischen Entwicklung.

Mein Erfahrungshintergrund

In meiner Funktion für die Dow Olefinverbund GmbH hatte ich 2003 das Cluster Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland aufgebaut und fungierte als deren Sprecher. Im März 2009 schied ich nach 67-jähriger Tätigkeit an diesem Chemiestandort aus dem Unternehmen aus. Recht spontan war mir im Oktober 2008 von dem Geschäftsführer der InfraLeuna GmbH, Andreas HILTERMANN, angeboten worden, dass ich als Clustersprecher in Leuna weiterarbeiten sollte, um die Themen Kohlechemie und Biotechnologisches Prozesszentrum weiter zu begleiten. Mir wurden Büro und Sekretärin zur Verfügung gestellt. Seitdem leiste ich dies unentgeltlich im Ehrenamt. Das sicherte mir eine Unabhängigkeit, die ich in der Folgezeit sehr zu schätzen lernte.

Fraunhofer wurde gerade in der Krise sehr vom Bund und den Ländern gefördert, obwohl sich die schwache Konjunktur auch bei allen Industrieaufträgen auswirkte. Umso mehr setzten sie auf neue innovative Themen, wobei wir mit Biotechnologie und Kohlechemie gar nicht so schlecht lagen. Es fehlten aber die konkreten Projekte. Über das Cluster wollten wir organisieren, dass die Firmen und Forschungseinrichtungen diese Chance nutzten.

Aus heutigem Blickwinkel des Ausstiegs aus der Kohlenutzung erscheint es abartig, dass wir uns 2008 intensiv um eine Renaissance der Kohlechemie bemühten und Unternehmen fanden, die das als ihre wirtschaftliche Zukunft sahen. Das ist nur verständlich, wenn man die damalige Abhängigkeit von Öl und Gas berücksichtigt. Ich schildere diese Entwicklung so ausführlich, obwohl sie scheinbar in die Irre führten. Beide damals verfolgten Verfahrensentwicklungen zur Vergasung sowie zur katalysierten Pyrolyse sind nunmehr die Basis des neuen Ansatzes der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft mit der Nutzung der Kunststoffabfälle, die von Fraunhofer intensiv angegangen werden. Damit hat die Geschichte der Entwicklung der Kohlechemie sehr wohl ihre Bedeutung für die aktuellen Forschungsansätze.

Aus meiner Sicht ist es wichtig, solche technologischen ‚Irrwege‘ zu dokumentieren, weil sie deutlich machen, dass jede Entwicklung im Kontext der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des entsprechenden Zeitabschnittes gesehen und gewertet werden muss. Wir entsprochen damals genau dem politischen Anspruch der Nutzung einheimischer Ressourcen. Alle zuständigen Ministerpräsidenten und Bundesministerien unterstützten unseren

Ansatz. Wenn diese Ausarbeitung zum stetigen Nachdenken mahnt und vor
Überbewertung des jeweils aktuellen Mainstreams bewahrt,
dann ist es sicherlich wert, dies aufzuschreiben.

Die Rolle des Clusters Chemie/Kunststoffe Mitteldeutschland als Netzwerkpartner der ‚Innovativen Braunkohlenintegration‘ für Mitteldeutschland (ibi)

Die ersten Kontakte mit Fraunhofer UMSICHT

Zunächst galt es, sich in die neue Thematik einzuarbeiten. So besuchte ich das Fraunhofer-Institut für **Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT** in Oberhausen. Es liegt gleich neben dem Gasometer und damit auch auf dem Gelände der ehemaligen Hütte. Die Gründung erfolgte erst nach 1990 mit der Feststellung, dass Fraunhofer kein Institut der Verfahrenstechnik hätte. Es sollte an sich in Dortmund in Verbindung mit der dortigen Universität angesiedelt werden. Durch die Wiedervereinigung hatte sich das Projekt verzögert, da Fraunhofer sich vornehmlich im Osten engagierte. Nordrhein-Westfalen (NRW) hat die Gründung zunächst allein betrieben, aber darauf gedrungen, dass das Institut nach Oberhausen sollte, weil diese Großstadt des Ruhrgebietes als einzige keine Hochschule oder ähnliche Einrichtung besaß. Dem Trend der Zeit folgend wurde aus Verfahrenstechnik die Umweltverfahrenstechnik, woraus sich dann der Name ‚UMSICHT‘ ableitete.

Der Institutsdirektor Prof. Eckhard WEIDNER hatte nach mehreren Jahren das Missmanagement seiner Vorgänger überwunden und das Institut war jetzt rentabel. Mit Umwelttechnik wäre kein Geld zu verdienen, war damals eine gängige Meinung. Sie waren spezialisiert auf technologische Lösungen für KMU (kleinere und mittlere Unternehmen) und hatten eine ganze Reihe interessante Entwicklungen. Er wollte sich sogar von dem Namen ‚UMSICHT‘ trennen, weil der in Fachkreisen etwas vorbelastet wäre. Er hatte darauf verzichtet, weil Stadtteil und Haltestelle auch so hießen.

Ich war wegen der Kohlechemie gekommen. Sie wollten sich mit Freiberg verbünden, um ihre Kompetenz an Personal mit einzubringen und die Freiburger Versuchstechnik zu nutzen. Die Kompetenz des Fraunhofer UMSICHT stammte aus der Holzvergasung. Die recht große Versuchsanlage hatten sie nach vier Jahren Stillstand nun demontiert. Das Geschäftsmodell trug nicht mehr, weil Holz viel zu teuer geworden war. Das Know-how sollte aber bei dem neuen Projekt der Kohlevergasung mit eingebracht werden.

125 Jahre Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein (Debriv)

Im Mai 2010 nahm ich an der Festveranstaltung 125 Jahre **Deutscher Braunkohlen-Industrie-Verein (Debriv)** teil, der einst in Halle gegründet worden war. Die Veranstaltung fand in der Händelhalle statt. Die Atmosphäre bei den Bergleuten war eindrucksvoll.

voll. Es gab eine Reihe von Herren in Bergmannsuniformen, was z.B. bei den Professoren der Bergakademien wohl noch immer üblich ist.

Die drei politischen Reden hielten gute Bekannte von mir:



Ministerpräsident Prof. Dr. Wolfgang BÖHMER (Bild 4 [7], mit der Bemerkung, dass die Polymere auch zukünftig, wie bereits früher, aus der einheimischen Braunkohle hergestellt werden sollten),

Bild 4
Prof. Dr. Wolfgang BÖHMER, Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt (2002-2011) [7]



Staatssekretär Jochen HOMANN aus dem Bundeswirtschaftsministerium (Bild 5 [8], früherer Organisator und Redenschreiber für Bundeskanzler Helmut KOHL und damals mein Partner bei KOHLs Besuchen in Schkopau und Böhlen),

Bild 5
Jochen HOMANN, Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2006-2012), seitdem Präsident der Bundesnetzagentur [8]



Oberbürgermeisterin von Halle/Saale Dagmar SZABADOS (Bild 6), die als Chemikerin und Absolventin der Bergakademie Freiberg engagiert für die Wiederbelebung der Kohlechemie warb.

Bild 6 Dagmar SZABADOS, Oberbürgermeisterin von Halle/Saale

In dieser Woche hatten wir ein Positionspapier zu den Demonstrationsanlagen mit dem Wirtschaftsministerium abgestimmt. Am Folgetag war die Besprechung mit der zuständigen Referentin für Kohle der Europäischen Kommission, Dr. Marion WILDE, die aus Anlass des Festes ebenfalls in Halle anwesend war. Die mehrstündige Besprechung im kleinen Kreis war für uns sehr informativ, aber sicher auch für die Vertreterin der Kommission sehr inhaltsreich. Da Vertreter beider Wirtschaftsministerien dabei waren (Sachsen-Anhalt und Sachsen), gaben die einzelnen Verabredungen uns ein gutes Gerüst für die Entwicklung der weiteren Zusammenarbeit.

Es zeichneten sich gute Möglichkeiten ab, europäisches Geld für unsere Projekte einzuwerben. Es wurde auch gleich sehr großzügig zu Folgeveranstaltungen eingeladen.

Es gab einen Erfahrungsaustausch der Kommission mit den Chinesen, den Südafrikanern u.a., aber der Kommission fehlte immer noch das europäische Beispiel für Kohlechemie. Das sollten wir jetzt darstellen.

Am Folgetag war unsere Konferenz zur Kohlechemie in Leuna. Mit 130 Teilnehmern hatten wir eine sehr gute Resonanz, wobei auch Fachleute aus Bayern und NRW präsent waren. Die Themen waren alle gut aufeinander abgestimmt und haben die verschiedenen Gesichtspunkte deutlich gemacht. Mit Referenten aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg wurde deutlich, dass es eine ostdeutsche Aufgabe sei. Wir waren mit der Durchführung und dem Ergebnis voll zufrieden.

Die Politik war mit Landes-, Bundes- und Europaebene bestens präsent. Dr. Christoph



BERGNER (Bild 7) [9] war ein vorzüglicher Unterstützer unseres Ansatzes. Es wurde deutlich, dass wir zukünftig von der Kohlerunde der Kommission mit unterstützt würden. Am Folgetag war dann die Bewertung des Förderantrages beim BMBF, die sehr erfolgreich verlief, so dass jetzt 14 Mio. € als erste Förderung zur Verfügung standen.

Bild 7 Dr. Christoph BERGNER, Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt (1993/94, Parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium des Innern 2005-13) [9]

Am Rande der Tagung habe ich mit dem Hauptgeschäftsführer des Braunkohleverbandes gesprochen und gebeten, dass sein Präsident, Dr. Johannes LAMBERTZ uns in seiner Doppelfunktion (Vorstandsvorsitzender von RWE und Vorsitzender der Bundesfachkommission des Wirtschaftsrates) zum Vortrag nach Berlin einladen sollte. Das war ein entscheidendes Gremium, weil dort die wichtigen Leute aus den Konzernen saßen, auf die die Kanzlerin hörte. Er hatte seine Unterstützung zugesagt. Am Folgetag habe ich mich sehr gefreut, als ich auf dem Anrufbeantworter schon die vorweggenommene Antwort hatte: RWE wäre an dem Thema sehr interessiert und wir möchten das bitte den dortigen Managern vorstellen.

Für diese Woche hatte ich auch den Besuch bei der BASF in Ludwigshafen festgemacht, wo wir zum Erfahrungsaustausch ‚Kohlechemie‘ am 15. Juli 2010 antreten wollten. Unsere Tagung war gleichzeitig die Gelegenheit, dem Publikum und der Presse den neuen Clusteratlas vorzustellen. Die politische Besonderheit waren die vier Grußworte der Wirtschaftsminister Mitteldeutschlands, die eine Superkoalition abbildeten: Dr. Reiner HASELOFF (CDU, für Sachsen-Anhalt), Sven MORLOCK (FDP, für Sachsen), Ralf CHRISTOFFERS (Die Linke, für Brandenburg) und Matthias MACHNIG (SPD, für Thüringen). Das war für die Journalisten recht einmalig, dass sich fast das ge-

samte Parteienspektrum mit unserem Cluster identifizierte. Man konnte schon sagen, es war das ganze Spektrum, weil die Grünen im Osten damals keine Rolle spielten.

Inzwischen war die Kohlechemie in der High-Tech-Strategie der Bundesregierung verankert. Im Juli 2010 war ich beim BMBF in Bonn. Die Beamten waren dort komfortabel untergebracht. Die Enge der Berliner Büros war in weiter Ferne. Der Informationsaustausch war ausgesprochen erfreulich. An den Formulierungen konnte ich mitwirken, musste aber Einschränkungen hinnehmen, die für die praktische Arbeit aber unproblematisch sein sollten: *„Brückentechnologie ... bis hinreichend nachwachsende Rohstoffe verfügbar sind“*. Hinreichend nachwachsende Rohstoffe würde es in Deutschland nie geben, so dass die Brücke sehr lang sein würde. Zu meiner Überraschung sahen die Herren die Entwicklung der Welt bezüglich der steigenden Nutzung der Kohle sehr realistisch und fanden es dringend erforderlich, dass Deutschland nachzieht. Die von uns eingereichten Unterlagen und das Konzept der Versuchsanlagen wurden ausdrücklich befürwortet. Sie waren sehr interessiert an meiner Meinung und den Erfahrungen, die ich in dem Ausschuss Petrochemie des VCI und bei Dow sammeln konnte.

Es war eine ausgesprochen positive Stimmung, auch wenn erhebliche Schwierigkeiten gesehen wurden, die Förderung unter dem Beihilferecht so zu gestalten, dass sie international wettbewerbsfähig wäre. Wir haben uns lange darüber unterhalten, warum die globalen Akteure so zurückhaltend mit Investitionen in Europa sind. Ich konnte eine Reihe von Anregungen mitnehmen, wie wir Forschungseinrichtungen aus anderen Bundesländern besser einbinden könnten. Andererseits waren die Gesprächspartner positiv überrascht, dass wir schon im Gespräch mit BASF, RWE, Vattenfall und den Chemieclustern in Bayern und NRW waren. Sie befürworteten ausdrücklich eine breite Kooperation. Für die erste Etappe erhielten wir 14 Mio. € Förderung bei 21 Mio. € Aufwand. Diesmal ging es mehr um die zweite Etappe, die wir mit 90 Mio. € eingeschätzt hatten und für die nur ein erstes Grobkonzept vorlag.

Der nächste Schritt war die feste Verankerung von Linde als Anlagenbauer und Gasproduzent in dem Vorhaben. Die Vorstandsentscheidung war für Ende August 2010 vorgesehen. Vorher sollte Dr. Reiner HASELOFF einen Brief an den Vorstand schicken, der die breite politische Zustimmung zusicherte. Ich war vom Ministerium und von dem Projektpartnern (auch von der Linde AG) gebeten worden, diesen Brief inhaltlich vorzubereiten. Die Gespräche mit der Generaldirektion Energie und den verschiedenen Bundesministerien bildeten eine gute Grundlage.

Im August 2010 war ein Essen in Magdeburg mit den beiden Landesministern Jens BULLERJAHN (Finanzen) und Dr. Reiner HASELOFF (Wirtschaft) angesetzt. Bei allen Punkten erzielten wir Übereinstimmung bzw. Zustimmung. Weiter war ich gebeten worden, inhaltlich einen Brief an Bundesministerin Annette SCHAVAN vorzubereiten, den Dr. HASELOFF ihr persönlich übergeben wollte. Damit sollten in Auswertung der Gespräche in Bonn neue Vorschläge eingebracht werden, wie das Forschungszentrum Kohlechemie zu strukturieren sei und wie die Demo-Anlagen in Leuna zu unterstützen wären.

Ich hatte dann noch das Glück, dass Dr. Christoph BERGNER mich direkt aufsuchte, um das Thema Kohlechemie mit mir zu erörtern. Er war am Dienstag der Folgewoche Gast unserer Lenkungsausschusssitzung, die wir extra deswegen nach Berlin verlegt hatten. Seiner Arbeitsebene hatten wir schon alle aktuellen Unterlagen zugeleitet. Ich habe ihn zudem über die aktuellen Entwicklungen informiert und mit einer kleinen Skizze unsere neuesten Vorschläge anschaulich erläutert.

Am Montag darauf habe ich im Ministerium angerufen, um den Abteilungsleiter über das Ergebnis der Beratung mit den beiden Ministern zu informieren. Dr. BERGNER hatte schon den neuen Briefentwurf vor sich liegen, den ich am Wochenende auf Wunsch von Dr. HASELOFF formuliert und dem Minister gesandt hatte. Allerdings waren die Informationen wohl recht spärlich, denn am Donnerstag wurde ich gebeten, am Freitag nach Magdeburg zu kommen, wo der Abteilungsleiter seine Mitarbeiter zusammengenommen hatte, die den Ministerauftrag abarbeiten sollten. Sie hatten aber nur schwer lesbare handschriftliche Notizen auf dem Gesprächsleitfaden, den ich vor der Beratung ausgefertigt hatte. Ich konnte das aber inhaltlich alles sehr gut interpretieren und habe detailliert die weitere Vorgehensweise abgesprochen. Ich achtete immer sehr darauf, dass wir auch die Arbeitsebene mitnahmen: „*Damit die ja nicht bockt.*“ Denn dann hilft die beste politische Absprache nichts mehr.

Die Fortsetzung des Erfahrungsaustauschs mit der Industrie

In Ludwigshafen hatten wir den Erfahrungsaustausch mit der BASF fortgesetzt. Die Gespräche waren außerordentlich konstruktiv. Erst haben wir uns bei der Forschung zu dem Thema Kohlechemie kundig gemacht. Die BASF setzte mehr auf die Methanolchemie, wobei sie das Methanol auf dem Markt kaufen wollten, d.h. es wäre dann gleichgültig, ob der Rohstoff Rohöl, Kohle oder Biomasse ist. Anschließend waren wir bei den Kollegen, die direkt den Vorstand zu politischen Fragen beraten. Sie waren an unseren politischen Kontakten sehr interessiert und berichteten von ihren Aktivitäten direkt in Brüssel. Sie haben erreicht, dass die Synthesegasherstellung einen eigenständigen ‚Benchmark‘ (Vergleichsmaßstab) bekommt, der so konstruiert ist, dass

auch der ‚Feedstock‘ (Rohstoff) Braunkohle damit gut klarkommen könnte. Das war ein großer Zugewinn für uns.

Nach wie vor hielten sie die Option Kohle offen. Sie betrachteten allerdings den Bedarf nur für den Standort Ludwigshafen. Dort sind aber keine Kohlegruben. Damit sahen sie nur die Varianten Steinkohleimport oder Braunkohlestaub aus dem Rheinland oder aus der Lausitz vor. Jedes Jahr wurden einmal die aktuellen Konditionen abgefragt (Preisvorstellungen der Lieferanten von Kohle und Gas sowie der Ölpreistrend) und es wurde damit gerechnet. Ingenieurtechnisch war das Projekt so vorbereitet, dass nach Entscheidung in zwei Jahren hätte gebaut werden können. Die Entscheidung stand aber nicht bevor, da es noch sehr günstige Gaskonditionen aus dem Joint Venture mit Russland gegeben hat.

Der Leiter wurde dann plötzlich zum Vorstand gerufen, der wohl ganz aktuell bezüglich des Energiepaketes der Bundesregierung in Berlin und Brüssel auftreten sollte. Nach der Rückfahrt konnte ich schon eine freundliche e-Mail lesen, in der versichert wurde, dass sie weiter mit uns zusammenarbeiten wollten und dass es Politik des Vorstandes sei, nicht nur die BASF-Interessen, sondern die Industrieinteressen insgesamt zu sehen. Er hatte wohl gleich über die Leuna-Aktivitäten berichtet.

Die Entwicklung eines länderübergreifenden Forschungszentrums ‚Braunkohle als Chemierohstoff‘

In einer gemeinsamen Kabinettsitzung von Sachsen und Sachsen-Anhalt wurde unser Projekt als länderübergreifende Vision erwähnt und die Unterstützung festgeschrieben. Wir haben uns bemüht, Einfluss zu nehmen, dass länderübergreifend ein Forschungszentrum ‚Braunkohle als Chemierohstoff‘ unterstützt werden sollte. Das neue Konzept schlug vor, dass in Brandenburg beim Geoforschungszentrum eine solche Einrichtung etabliert werden sollte und dass der ‚Input‘ aus Leuna (Sachsen-Anhalt) und Freiberg (Sachsen) aufgenommen würde, damit die Spezifika unseres Projekts auch grundlagenseitig berücksichtigt werden konnten.

Ich erhielt überraschend die Einladung von Prof. Reinhard HÜTTL, dem Leiter des Geoforschungszentrums, nach Potsdam zu kommen. Er wollte auch gleich die TU Brandenburg hinzuziehen, damit sie ihren Antrag nach unserem Vorschlag neu ausrichten könnten. Prof. HÜTTL berichtete, dass er erst nachts meine Unterlagen gelesen hatte. Er hätte dann nicht mehr richtig schlafen können, weil dieses Konzept eine vorzügliche Ergänzung seiner Vorstellungen wäre. Wir haben dann sehr lange über die Modalitäten gesprochen. Dann kam noch der Vizepräsident der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus (BTU) dazu, der sich auch mit einbringen wollte.

Ich war erstmalig auf dem Telegrafenberg, der mal Ausgangspunkt der Telegrafelinie mit den Winkarmen nach Koblenz war. Später sind dort die führenden Forschungseinrichtungen für Geodäsie, Erdbebenerkundung, Astronomie usw. etabliert worden. Der Einsteinurm ist auch recht bekannt. In der DDR war dies das Akademieinstitut ‚Physik der Erde‘, an dem auch Angela MERKEL, Reiner HASELOFF und andere Physiker ihre Bezugspunkte hatten. Außer den historischen Baulichkeiten gibt es Neubauten, bei denen an nichts gespart worden war. In Potsdam war damit schon eine besondere Wissenschaftslandschaft stationiert.

Sie haben wohl auch viel internationalen Besuch, weil die Klimafolgenforschung (Nachbarinstitut) und die Geoforschung häufig präsentiert werden. Das Geoforschungszentrum hatte nunmehr 1.000 Mitarbeiter. Am bekanntesten ist sicher die Tsunami-Forschung, aber auch sonst sind sie weltweit unterwegs. Prof. Reinhard HÜTTL war Leiter vieler Gremien und engstens mit der Berliner Politik verdrahtet. So leitete er den Arbeitskreis der Bundesregierung ‚Bioökonomie‘, aus dem sich weitere Berührungspunkte ergaben. Ich war überrascht, dass er sehr konservative Ansichten zu fossilen Ressourcen und zur Reichweite der Biomasse hat.

Im September 2010 war ich in Cottbus mit dem Vizepräsidenten der dortigen BTU verabredet. Erst wurde ich vom Präsidenten empfangen, der sich sehr positiv zu meinem Vorschlag äußerte, eine Dreiländerkooperation zur Grundlagenforschung ‚Braunkohle als Chemierohstoff‘ zu begründen. Dann saßen wir zwei Stunden mit dem Team, das den Brandenburger Antrag geschrieben hatte. Sie wollten jetzt unsere Ideen aufgreifen und der Politik vermitteln.

Am Nachmittag hatte ich meinen Vortrag bei einem Kolloquium zu halten. Auch da gab es eine sehr positive Resonanz. Meine Beobachtung war, dass gerade die Kollegen und die Politik aus Brandenburg sehr dankbar waren, dass das Cluster auch ihre Interessen aufgriff. Wir hatten ursprünglich einen mitteldeutschen Ansatz und Brandenburg gehörte nicht dazu. Sie begrüßten aber ausdrücklich, dass wir im Gegensatz zu manchen Politikern keine Probleme damit hatten, die Forschungseinrichtungen und Unternehmen aus ihrer Region mit einzubinden. Bei dem Kohlethema kam mir das sehr entgegen, denn die Lausitz ist eine typische Braunkohleregion und man konnte dort schnell Unterstützer finden.

In Berlin hatte ich ein Gespräch mit Bundesminister Thomas DE MAIZIÈRE. Erwartungsgemäß hatte er Fragen zur Braunkohle, die er nicht als so innovativ einschätzte. Er gab den Rat, die Unternehmen aus dem Revier NRW mit einzubinden, damit es nicht nur ein ostdeutsches Thema wäre. Das habe ich nach meiner Rückkehr schnell

und problemlos regeln können, weil unsere wohl bekannten Partner durchaus bereit waren, bei ihrer Vorstandssitzung des Industrieverbandes Braunkohle das Thema mit auf die Agenda zu nehmen und dann ein Positionspapier zu verabschieden.

Weiter hatte ich wiederholt kritische Telefongespräche mit dem Rektor der Technischen Universität (TU) Bergakademie Freiberg, Prof. Bernd MEYER, der aber leider wenig von der Dreiländerlösung mit Brandenburg hielt. Insbesondere hatte er mit dem Präsidenten der Cottbuser Universität in Berlin konferiert und konnte sich nicht einigen. Die TU Bergakademie Freiberg hat es stets verstanden, mit moderner Versuchstechnik innovative Entwicklungen aufzugreifen und eigenständige Lösungen zur Vergasung von Kohle sowie zu der nachfolgenden Synthesechemie zu entwickeln. Die noch junge Cottbuser Universität verfügte über kein diesbezügliches Know-how, wollte sich aber bei den Energie- und Rohstoffthemen positionieren. Da Prof. MEYER einsehete, dass auch die Politik die Dreiländerlösung wollte, bat er mich, auf neutralem Boden (Leuna) einzuladen und die Moderation bei der Abstimmung zwischen Brandenburg und Sachsen zu übernehmen.

Beide Bundesministerien befürworteten diesen Ansatz und wollten Teilnehmer entsenden, die sich aber nur informieren sollten und von denen keine Stellungnahme abzuverlangen sei. Das war auch noch vorzubereiten, wobei die inhaltliche Seite mir schon Kopfzerbrechen machte, weil es zum erheblichen Teil auch um geologische Themen ging. Ich habe erst einmal die hiesigen Bergleute aufgefordert, sich vorzubereiten. Zufällig traf ich den Abteilungsleiter Energie aus dem BMBF in Halle, wo er Festredner bei der Grundsteinlegung des neuen Fraunhofer Zentrums für Siliziumphotovoltaik war. Er konnte sich gut an meinen Vortrag in Bonn erinnern und hat mich sehr bestärkt, das Kohlethema in diesem Ansatz weiter voranzubringen. Er hat mir auch verraten, wer alles Anträge gestellt hatte, um von dem Kuchen etwas abzubekommen. Um das fachlich ordnen zu können, sollten wir alle mit kontaktieren. Das war eine anspruchsvolle Aufgabe.

Die Bemühungen um eine Großanlage ‚Vergasung‘ in Leuna

Linde hatte um 2010 vor, unabhängig von den Entwicklungsarbeiten eine Großanlage zur Kohlevergasung in Leuna zu errichten und das bei den Anlagenbauern verfügbare Know-how zu nutzen. Für diese Anlage gab es eine Vorplanung, aber die Wirtschaftlichkeit war bei den politischen Unbestimmtheiten der Energiepolitik und des Emissionshandels in Frage gestellt. Nach einer Beratung des Linde-Vorstands war die ingenieurtechnische Kapazität wesentlich aufgestockt worden. Der Vorstandsvorsitzende

Wolfgang REITZLE hatte gemeint, dass die für drei Jahre geplanten Arbeiten in einem Jahr geschafft werden müssten. Die Großanlage sollte statt 2020 schon 2014/2015 gebaut sein. Die bisher zögerlichen Leute aus der Arbeitsebene wurden zur Euphorie verdonnert.

Wir haben dann die neue Struktur des Projektes ‚ibi‘ definiert. Für die Entwicklungen sollte es neben einer Geschäftsstelle des Projektes eine Koordinierungsstelle ‚Kohle als Chemierohstoff‘ geben, die ‚governmental relations‘ (Regierungsbeziehungen) und ‚public affairs‘ (Öffentlichkeitsarbeit) wahrnehmen sollte. Das Cluster, das bisher diese Arbeit geleistet hatte, sollte diese Geschäftsstelle anleiten, aber für die Organisation sollte ein zusätzliches Büro eingerichtet werden.

Meine Rolle

Die Besprechung im Ministerium zu diesem Thema (s.o.) war recht positiv. Sie waren der Meinung, dass ich sowohl das Cluster wie auch die neue Koordinierungsstelle ‚Kohle als Chemierohstoff‘ leiten sollte, weil ich im vergangenen Jahr der einzige kompetente Ansprechpartner für sie gewesen war. Ich sollte aber wegen der Nachhaltigkeit über die Nachfolge nachdenken. Am meisten waren sie interessiert, ob ich Entgelt erwartete. Ich habe meine Philosophie erläutert, dass ich keine Abhängigkeit von einem Beratervertrag wollte, weil dann immer der Verdacht auftaucht, dass man nur wegen des Geldes weitermachen wolle. Ich erwartete nur weiter den Ersatz der Reiseaufwendungen. Bürokosten gab es nicht, weil das gesponsert war. Ich hatte in meinem Leben genug verdient und eine auskömmliche Pension.

Davon waren sie sehr angetan, weil das wohl nicht so häufig ist.

Im November 2010 nahm ich in Potsdam an einer Tagung zum Thema ‚Biomasse als Chemierohstoff‘ teil. Da hatte ich ein sehr gutes Gespräch mit Prof. Reinhard HÜTTL (Chef des Geoforschungszentrums, s.o.), der ausdrücklich die Kohlechemie unterstützte. Bei der Tagung war er der Hauptansprechpartner. Als jemand in der Diskussion meinte, die Biomasse sollte mehr für Chemie und weniger für Energie eingesetzt werden, weil es nicht reichen würde, antwortete er ganz trocken: „*Machen sie sich keine Sorgen, wir haben Kohle für mehr als tausend Jahre für die Chemie*“. Da er den Bioökonomierat der Bundesregierung leitete, war er für mich ein wichtiger Fürsprecher.

Im Februar 2011 hatten wir einen unvergleichbaren Auftrieb. Als neues Thema wurde die Kohlevergasung in das Energieforschungsprogramm des Bundes eingeordnet. Dann habe ich vom Bundesministerium vertraulich das Gutachten zu dem Wettbewerb der Rohstoffforschung erhalten. Darin war ausführlich begründet, warum der umfassende Antrag der BTU Cottbus nicht berücksichtigt wurde. Dann folgte aber eine für uns bemerkenswerte Passage: „*Die vom Cluster Chemie/Kunststoff begründeten Vor-*

schläge zur Kohlechemie sollen eigenständig aufgegriffen werden. Dazu können Projekte eingereicht werden.“

Meine damaligen Reisen nach Bonn, Cottbus und Potsdam und meine Beiträge bzw. Interventionen hatten sich also voll ausgezahlt. Ich war direkt aufgefordert, jetzt der BTU Cottbus die Richtung zu diesem Thema vorzugeben. Weiter habe ich aus Brüssel die Mitteilung erhalten, dass im 8. Rahmenprogramm nunmehr auch ‚Pilotanlagen und Demonstratoren‘ gefördert würden und dass die nächste Stufe der Kohlechemie da willkommen sei.

Im März 2011 war ich zum Antrittsbesuch bei der neu bestellten Wirtschaftsministerin von Sachsen-Anhalt, Professorin Birgitta WOLFF. Sie nahm sich eine Stunde Zeit für das Cluster und sie war recht gut vorbereitet. Sie hatte die Unterlagen über uns gelesen und am Vortag hatte Ministerpräsident (MP) Dr. Reiner HASELOFF ihr den Koalitionsvertrag erläutert mit der Bemerkung: *„Das betrifft das Cluster Chemie/Kunststoffe, die müssen sie sich mal ansehen“*. Es war ein sehr gutes Gespräch. Relativ viele Passagen im Koalitionsvertrag entstammten zumindest vom Ansatz her meiner Feder. Redaktionell war zwar manches an den Kontext angepasst worden, aber die wichtigen Begriffe waren doch immer dabei.

Ich bekam auch ein offizielles Schreiben vom Vorstand des Kohleprojektes, in dem sie sich für die Arbeit des Clusters bedankten und mich baten, auch zukünftig ihre Interessen zu vertreten. In Leuna war dann noch eine wichtige VCI-Veranstaltung zu den Energiethemen, die wir genutzt haben, um ein Strategiepapier zur Kohlechemie mit der Bergakademie Freiberg und dem Verband der chemischen Industrie (VCI) abzustimmen. Das haben wir dann erstmalig bei einer Beratung mit der europäischen Kommission und der Kohlerunde (Eurocoal) am 1. Juni 2011 in Brüssel eingesetzt (siehe auch Kasten ‚Argumentations-Stories‘, Seite 116).

Der Braunkohlentag im Mai 2011 in Köln hatte als neues Thema die Kohlechemie in Mitteldeutschland. Das wurde ausführlich vorgetragen. Weiter hat RWE (Gastgeber) über seine Forschungen berichtet. Vattenfall trug zu den Entwicklungen der CO₂-Speicherung CCS (Carbon Capture and Storage) vor. Nach dem fachlichen Teil folgte der politische. Dr. Johannes F. LAMBERTZ (Chef RWE Power und Sprecher des Verbandes) wertete die Situation bezüglich des strittigen Energiekonzeptes. Erfreulicherweise reflektierte er den mitteldeutschen Beitrag zur Kohlechemie recht ausführlich mit Wiederholung der Kernbotschaften. Das war sicher als Signal an MP Hannelore KRAFT (NRW) mit der Botschaft gedacht: *„So wird das in den mitteldeutschen Bundesländern politisch unterstützt.“* Anschließend hat Hannelore KRAFT sehr lange vorgetragen. An sich hat sie viele Themen aufgegriffen, dann aber die Verantwortung locker nach

Berlin delegiert. Neu war allerdings die Ankündigung, dass sie für die energieintensive Industrie ein Sicherungsprogramm einforderte, das eine kostengünstige Energieversorgung ermöglichen sollte. Sie betonte immer wieder, dass NRW ein Industrieland bleiben soll und dass die Braunkohle dabei eine wichtige Brückenfunktion habe. Wir haben uns intern gefragt, wie sie mit ihren ‚grünen‘ Partnern klarkommen will. Gefallen hat mir das Zusammengehörigkeitsgefühl der Bergleute, die aus allen Revieren bzw. Ämtern Deutschlands waren. Ich war vielleicht der Einzige, der beruflich einen anderen Hintergrund hatte. Ich konnte aber eine Reihe von Verabredungen treffen, wie wir politisch weiter zusammenarbeiten könnten.

Argumentations-Stories

Dieser Tage hatte ich eine spannende Zusatzaufgabe bekommen.

Anfang Juni nahm Kommissar Günther OETTINGER an einer Kabinettsitzung in Sachsen teil, bei der auch die Kohlechemie behandelt wurde. OETTINGER kannte das Thema, weil HASELOFF es ihm schon vorgestellt hatte. Diese Unterlagen hatte ich nochmals herausgesucht und zur Verfügung gestellt. Sachsens Ministerpräsident Stanislaw TILLICH wollte zur Einleitung aber ein oder zwei ‚Stories‘, um OETTINGER emotional einzubinden. OETTINGER ist ja Süddeutscher und von der BASF mit geprägt. Wir sollten deutlich machen, dass die BASF zur Zeit des ersten Weltkrieges Mitteldeutschland (Leuna) wegen der Braunkohlevorkommen gewählt hatte. Aus der BASF-Unternehmensgeschichte suchte ich eine schöne Story über eine entscheidende IG Farben-Sitzung im Jahr 1919 heraus, bei der der Verkauf der Leuna-Werke wegen der damals zu hohen Kosten auf der Agenda stand. Die Mehrheit wollte eine Verstaatlichung, aber Carl DUISBERG schlug mit der Faust auf den Tisch und kippte mit einem zitierten Statement („*Leuna ist das beste Stück der IG*“) die Stimmung. Wir schlugen dem MP thesenartig eine Argumentation vor, dass die Infrastruktur, die Standorte der industriellen Großchemie und die Braunkohle nach wie vor vorhanden wären, so dass die Chance für einen Neustart gegeben sei.

Dr. Reiner HASELOFF hat seine Regierungserklärung gehalten und sich auch zu unseren Themen positioniert. Am 25. Mai 2011 folgte dann die von MP Stanislaw TILLICH in Sachsen, die die Kohlechemie als Bestandteil der neuen Energiepolitik definierte. Politisch gab es eine gemeinsame Erklärung der Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg zur Braunkohle. Die neue Wirtschaftsministerin Prof. Birgitta WOLFF war in der Nachfolge von Dr. HASELOFF in Brüssel als Präsidentin des Europäischen Netzwerkes der Chemieregionen gewählt worden. Inzwischen arbeiteten 23 Regionen in dem Netzwerk mit und Sachsen-Anhalt richtete im Herbst 2011 eine Konferenz zur Strukturpolitik aus.

Die Kohle erlebte einen richtigen politischen Aufwind. EU-Kommissar Günther OETTINGER war im Juni 2011 bei MP TILLICH und auch dazu gab es positive Presse. Im

gleichen Monat war eine Veranstaltung zur Wiedereinrichtung des Deutschen Brennstoffinstitutes auf dem Gelände ‚Reiche Zeche‘ in Freiberg, das sowohl das Schaubergwerk, aber auch aktuelle Institute der TU Bergakademie und insbesondere Technikumseinrichtungen beherbergte.

Sehr informativ waren der Vortrag und das sehr individuelle Gespräch mit der unmittelbaren Mitarbeiterin von Kommissar OETTINGER, Dr. Marion WILDE, die für Kohle in der EU verantwortlich zeichnete. Sie hat im Vortrag und dann mir persönlich eine Reihe Tipps gegeben, wie wir das Thema noch besser in Brüssel platzieren sollten. Sie hörte sich auch meinen Vortrag an, mit dem ich vorrangig die politischen Rahmensetzungen und die Beweggründe angesprochen hatte. Die anschließenden Gespräche waren durchweg positiv. Mit den Vertretern der BASF haben wir eine weitere politische Zusammenarbeit abgesprochen, um gemeinsam Argumentationen und Botschaften für die Politik zu entwickeln. Faktisch hat sich mit der Veranstaltung erwiesen, dass wir mit BASF, RWE und Vattenfall alle wichtigen deutschen Spieler außerhalb unserer Region mit an Bord hatten. Schon allein die Beteiligung von namhaften Repräsentanten zeigte den Stellenwert unseres Projektes, wenn ich auch weiß, dass sie nicht wegen uns, sondern wegen der deutschen und europäischen Politik gekommen waren.

Die Einbindung der Energiethemen zum Braunkohlenchemiepark mit energetischer Verbundlösung war die Möglichkeit zur Förderung über das **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie** (BMWi). Die Beratung beim Wirtschaftsministerium in Berlin im August 2011 war sehr informativ und konstruktiv. Das Energieforschungsprogramm würde uns zugänglich sein, wenn wir die Energiethemen mit integrieren: Braunkohlenchemiepark mit energetischer Verbundlösung. Dann würden auch größere Demoanlagen zu 50 % gefördert.

Konferenz ‚Zukunft im Osten‘

Die Konferenz ‚Zukunft im Osten‘ mit dem Bundeswirtschaftsminister Philipp RÖSLER und den vier Ministerpräsidenten Christine LIEBERKNECHT (Thüringen), Dr. Reiner HASELOFF (Sachsen-Anhalt), Stanislaw TILLICH (Sachsen), Matthias PLATZECK (Brandenburg) fand in einem MDR-Studio in Leipzig statt. Das war der Tag der großen Hitze. Das Studio war auch nicht besonders klimatisiert, aber am schlimmsten waren die Pausen im Atrium (wie ein Gewächshaus eingeglast) und der Heimweg mit nicht klimatisierten Straßen- und S-Bahnen. Selten habe ich so geschwitzt. Aber ich glaube, dass alle Leute gelitten haben. Inhaltlich war es ein voller Erfolg für die Kohlechemie, die mit Film und einem halbstündigen Vortrag als das zukünftige Beispiel der Innovation des Ostens vorgestellt wurde.

Auch sonst gab es wichtige Gespräche und Anregungen.

Im September 2011 hatte ich mit dem Chef von Linde, Andreas DIETRICH, in Leuna ein gutes Gespräch. Wir haben uns ausgedacht, dass Dr. HASELOFF den Vorstand mit dem Vorschlag anschreiben soll, in Leuna ein beispielgebendes Verbundprojekt durchzuführen, das die stoffwirtschaftliche und energetische Nutzung in einem Braunkohlechemiepark verkoppelt. Dabei sollte auf die Ingenieurkompetenz von Linde hingewiesen werden. Das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung bot dafür eine gute Basis.

Weiter habe ich mit Linde abgesprochen, dass wir gemeinsam mit der BASF einen politischen Vorstoß unternehmen sollten, die CO₂-Thematik von der anlagenbezogenen Betrachtung auf ‚Carbon Footprint‘ (Kohlenstoff-Fußabdruck) umzustellen. Braunkohle war benachteiligt, weil die Aufarbeitung und Trocknung in emissionshandelspflichtigen Anlagen erfolgen. Demgegenüber wurden die Förderung, Aufarbeitung und der Transport von Öl und Gas in Ländern durchgeführt, bei denen Methan- und CO₂-Emissionen nichts kosten. Das war ein Systemvorteil der Petrochemie. Wenn wir das anpacken würden, hätten wir ein großes Rad zu drehen, weil sich die EU auf die anlagenbezogene Betrachtung festgelegt hatte. Ohne VCI (Verband der Chemischen Industrie) und BASF wäre das sowieso nicht zu stemmen. Unmittelbar nach dem Gespräch habe ich den zuständigen Leiter der BASF angeschrieben. Einen Tag später hatte ich schon die erste positive Antwort aus Ludwigshafen bekommen. Da konnte ich richtig stolz sein!

Im Oktober 2011 hatten wir die größte Veranstaltungsfolge, die ich bisher mit verantwortet hatte. Mittwoch war der Kongress ‚Innovative Braunkohlenintegration‘ gekoppelt mit einer Tagung des ‚Deutschen Energierohstoff Zentrums‘ in Leuna. Wie üblich gab es einen Plenarteil (Bild 8) und getrennte Workshops. Abschließend fand eine gemeinsame Veranstaltung mit Empfang durch die Landesregierung statt. Alles wurde im Kulturhaus der Leuna-Werke durchgeführt, wobei der Empfang in der Galerie stattfand. Mit 160 Teilnehmern aus ganz Deutschland war diese Veranstaltung sehr gut besucht. Die Unterstützung der Landesregierung versicherte Staatssekretär Michael RICHTER und hob dabei hervor, dass dies auch in der Koalitionsvereinbarung verankert sei. Die Aktivitäten zum Aufbau eines Braunkohle-Chemieparks am Standort Leuna würden von der Landesregierung positiv begleitet. Zudem könne ‚ibi‘ auch im europäischen Maßstab Ansatzpunkt für eine Nutzung der Kohle über die Stromerzeugung hinaus sein. RICHTER: *„Außerdem wollen wir unsre interregionalen Kontakte zu Chemie- und Kohleregionen in Europa nutzen, um eine europäische Forschungsinitiative zur stofflichen Verwertung der Kohle zu initiieren. Wir sind davon überzeugt, dass*

die innovative Kohlechemie aus Sachsen-Anhalt und Mitteldeutschland auch europaweit auf großes Interesse stoßen wird.“

Ich hatte zu dem Thema ‚Strategische Einordnung der Kohlechemie in die Entwicklung der europäischen Chemie‘ vorzutragen. Die Vertreter des Bundes zeigten sich sehr positiv überrascht von der guten fachlichen und politischen Aufstellung, die wir inzwischen erreicht hatten.



Bild 8 Blick in den Saal beim ersten ibi-Fachsymposium in Leuna (Oktober 2011)

Am Folgetag war in Halle der Kongress des Europäischen Netzwerkes der Chemieregionen (ECRN). Veranstaltungsort war die Händelhalle. Bereits in der Pressekonferenz früh um 9 Uhr habe ich die Kohlechemie thematisieren können. Ministerin Prof. Birgitta WOLFF hatte sehr gute Statements abgegeben, wobei wir in der internen Vorbereitung mit der Staatskanzlei und der Arbeitsebene des Ministeriums vorher viel leisten mussten, um sie darauf einzustimmen. Das ECRN hat zum Abschluss der Tagung ein Papier verabschiedet, das unsere Positionen inhaltlich voll aufgriff (siehe auch Kasten ‚Zwischenfall‘ auf Seite 120).

Im November 2011 habe ich einen historischen Exkurs ‚Braunkohle als Basis der mitteleuropäischen Großchemie‘ zusammengestellt, der vom Rektor der TU Bergakademie Freiberg bei der sächsischen Kabinettsitzung zur Kohlechemie verwandt werden sollte. Er wollte erläutern, dass die Großchemie bereits vor über hundert Jahren auf die

Braunkohle setzte, die sowohl Energiequelle (Elektrochemie, Elektrothermie und andere Prozesse), aber auch Kohlenstoff-Lieferant war. Ich habe also beim alten RIEBECK begonnen und bei der IG Farben (1945) aufgehört. Die Unternehmensgeschichte der Braunkohlenindustrie, aber insbesondere der BASF waren vorzügliche Quellen. Weiter hatte ich umfangreiche Angaben aus der Schriftenreihe des Fördervereins ‚Sachzeugen der chemischen Industrie‘ (‚Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands‘) zur Verfügung, die z.B. die historische Entwicklung der Stromnetze und Kraftwerke (IG-Sammelschiene) sehr gut dokumentiert haben. Linde und Leuna haben dann auch noch ihre Daten zugearbeitet. Prof. Bernd MEYER hat das so gut gefallen, dass er gleich einen Historiker seiner Bergakademie angesprochen hat, der das mit einer Promotion weiter vertiefen sollte.

Zwischenfall

Die Veranstaltung selbst musste mittags evakuiert werden, weil die halesche Innenstadt wegen Bombenfund im Elisabeth-Krankenhaus komplett geräumt wurde (20.000 Personen im Sperrkreis). Das war für uns echter Stress, weil wir viele ausländische Gäste hatten. Mit einem großen Bus ging es zum Steintor-Variété, das uns Asyl gewährte. Technik, die gesamte Ausrüstung des Caterers (für den Abendempfang), die geparkten Autos aus der Tiefgarage usw. mussten verlegt werden. Wir haben es aber geschafft. Das Mittagessen wurde noch in der Händelhalle eingenommen und mit einer Stunde Verspätung ging es mit drei Workshops im Steintor-Variété weiter. Letztlich haben es alle mit Humor genommen und wir hatten eine sehr gute Abendveranstaltung mit einem Auftritt der Halloren, der sogar im Variété viel besser platziert war.

Ich hatte einen Brief von Dr. Reiner HASELOFF an Prof. Wolfgang REITZLE von Linde vorzubereiten, der neue Vorschläge für die Großinvestition enthielt. Das Schreiben musste allerdings den Weg durch die Amtsstuben nehmen, die sicher noch daran herum gefeilt haben. Ich hatte ein gutes Gefühl, den Tonfall von Dr. HASELOFF zu treffen. Da ich aber nicht so sicher war, wie Prof. REITZLE tickt, hatte ich den zuständigen Leuna-Leiter von Linde, Andreas DIETRICH, den Entwurf lesen lassen, um zu erfahren, ob der Brief geeignet wäre, seinen Chef inhaltlich anzusprechen. Er war da guten Mutes. Die zahlreichen telefonischen Rückmeldungen zeigten das große Interesse und Engagement des Wirtschaftsministeriums, die sehr wohl wussten, dass eine solche Investition strukturbestimmend gewesen wäre. Da der Brief mit der Arbeitsebene von Linde abgestimmt war, waren sie recht engagiert. Inzwischen war die Schließung des Shell-Crackers in Köln-Wesseling ein weiteres Zeichen, wie sich die Großchemie aus Europa zurückzieht.

Im Dezember 2011 fuhr ich zu einer Vorstandssitzung nach Zeitz, wo das Kohlebündnis zusammentrat und die sehr kontrovers verlief. Im Endeffekt haben sie den politischen Ansatz akzeptiert und wussten, dass bis zum Besuch von EU-Kommissar Günther OETTINGER am 27. Februar 2012 in Leuna noch sehr viel zu leisten war.

Der erste Schritt war ein Treffen mit VCI und BASF, das ich am 13. Dezember in Frankfurt organisiert hatte. In Frankfurt habe ich das Gespräch zur ‚Zukunft der Kohlechemie‘ zwischen BASF und Linde moderiert. Der Titel war gar nicht von mir gewählt worden, sondern ein Einfall des VCI, mit dem sie die Wegweisung beschriftet hatten. Es war ein ausgesprochen gutes Gespräch und BASF hat gleich anschließend auch schriftlich reagiert.

Donnerstag war dann die wichtige Beratung mit drei Ländern zur Vorbereitung des ‚Gipfeltreffens Braunkohle‘ mit EU-Kommissar Günther OETTINGER am 27. Februar 2012 in Leuna. Von Brandenburg war sogar die zuständige Bearbeiterin aus der Staatskanzlei gekommen. Es gab sehr viel Arbeit, weil kurzfristig die Schriftstücke aufzusetzen und abzustimmen waren. Zwischenzeitlich war vom Linde-Vorstand die Frage eingetroffen, ob der Brief von Dr. Reiner HASELOFF zu beantworten wäre. Ich hatte gleich zugesagt und am Folgetag einen thesenartigen Entwurf angefertigt. Jetzt korrespondierte ich sozusagen mit mir selbst, weil ich den HASELOFF-Brief inhaltlich aufgesetzt hatte. Linde sollte sich zur Investition bekennen unter dem Vorbehalt der politischen Lösung der CO₂-Thematik durch die Politik.

Unsere Intention war: *„Wenn wir diese Speckscheibe der Großinvestition hochhielten, würde die Politik recht munter werden“*. Ich habe den Landespolitikern nochmals richtig eingeheizt, indem ich meinen Vortrag ‚Strategische Einordnung der Kohlechemie in die Petrochemie Europas‘ mit harten Fakten (zu Kosten von Dow) bezüglich Stilllegungsplänen von Crackern und den geplanten Investitionen in Süd- und Nordamerika und insbesondere im Nahen Osten angereichert hatte. Es herrschte regelrechte Betroffenheit, weil ich zumindest mündlich die Überlebenschancen der Basischemie mittelfristig von einer Ergänzung der Rohstoffbasis abhängig gemacht hatte.

Langweilige Passagen einer Veranstaltung habe ich gut genutzt, um in Steno Textabschnitte für die ‚Erklärung der Ministerpräsidenten zur neuen Zukunft der Braunkohle‘ zu formulieren, die sie dann am 27. Februar 2012 dem EU-Kommissar OETTINGER erläutern und übergeben haben.

Es folgte eine Redaktionsbesprechung mit dem Staatssekretär in Brandenburg, an der die Staatskanzlei und der Chef der Landesvertretung Brüssel teilnahmen. Wir erwarteten auch die Zuarbeiten der drei anderen ostdeutschen Bundesländer sowie des Büros

der damaligen Ministerpräsidentin Hannelore KRAFT (NRW), um dann daraus einen neuen abgestimmten Text zu gestalten. Es war eine sehr seltene Situation, dass man so unmittelbar mitarbeiten durfte.

Ich hatte wohl auch erfolgreich angeregt, dass Vorstandschef Dr. Johannes LAMBERTZ (RWE) den Standpunkt der Wirtschaft zur energetischen Nutzung und Dr. Aldo BELLONI (Vorstand der Linde AG) dies für die stoffliche Nutzung vortragen konnten. In beiden Fällen hatte ich den direkten Kontakt zu den Arbeitsebenen, die deren Reden vorbereiteten.

Für die stoffliche Nutzung waren die Thesen bereits formuliert. Mit der Staatskanzlei und den Vertretungen in Brüssel war der Braunkohlegipfel vorzubereiten. Dauernd wurden Papiere ausgetauscht und man musste höllisch aufpassen, um immer die aktuelle Version zu erwischen. Die Abstimmung der gemeinsamen Erklärung zwischen vier Bundesländern und den Brüsseler Institutionen war wirklich nicht einfach. Zum Glück hatte der Chef der Landesvertretung Thomas WOBEN (Sachsen-Anhalt) an zwei Beratungen selbst teilgenommen (eine in Magdeburg und eine sogar in Halle, wo er unser Institut aufsuchte). Er veranlasste seine Leute, die diplomatischen Formulierungen zu übernehmen. Das sind zum Teil einfach wiedererkennbare Verlautbarungen aus offiziellen Papieren der Kommission, die kaum einer beanstanden kann. Dahinter wurde in weiteren Sätzen das Neue versteckt und dann wurden in abschließenden Festlegungen die weiteren Schritte festgeklopft, wie z.B. Bildung einer Arbeitsgruppe, Folgeberatungen usw. Der Teilnehmerkreis war sehr eingeschränkt, so dass es eine große Ehre war, wenn man dabei sein durfte.

In dieser Woche war auch eine Beratung mit Linde in Leuna, damit die Arbeitsebene, die die Präsentation ihres Vorstandes vorbereiten musste, besser eingebunden war. Zum Glück war das alles so wichtig, dass sie aus München, Brüssel usw. angereist waren und ich konnte sozusagen zu Hause bleiben. Der Kontakt zur Staatskanzlei lief faktisch nur über das Cluster und damit über meine Person, was uns recht aufwertete. Gleichzeitig erzeugte es auch viel Missgunst und Neid, weil manche nicht verstehen wollten, dass sie nicht jede Zwischenfassung präsentiert bekamen.

Abstimmungen mit dem BMBF zur Finanzierung der Demoanlagen für die Kohlechemie

Im Februar 2012 bereitete ich meine Fahrt nach Bonn zum BMBF vor, wo ich das Cluster und die Kohlechemie so vorstellen sollte, dass wir in dem Rahmenplan 2014 bis 2020 mit Demoanlagen berücksichtigt werden konnten. Das zuständige Ministeri-

um von Sachsen-Anhalt, die Firma Linde und die Hochschule Merseburg waren auch dabei, setzten aber auf meine Regie, weil ich die Vorgespräche geführt hatte.

Leider saßen die entscheidenden Spieler des BMBF (Abteilungsleiter für Energie und Rohstoffe) nach wie vor in Bonn und waren sehr schwer zu bewegen, einen Termin in Berlin anzusetzen. Ich hoffte, dass sich das mit dem weiteren Neubau an der Spree geben würde, aber das würde ich wohl kaum noch erleben. Die Teilung der Beamtenschaft zwischen Berlin und Bonn erwies sich zunehmend als hinderlich. Teilweise war auch fast eine politische Abkoppelung derjenigen zu beobachten, die noch in Bonn saßen. Das konnte man dann über die Hausleitung wieder zurechtrücken, war aber für Lobbyisten ein zusätzlicher Stolperstein. Zu unserer Verblüffung war das BMBF mit vier Leuten (einer aus Berlin) gut vorbereitet und hochrangig in seinen Aussagen abgestimmt. Sie wollten eine Innovationsallianz des Bundes (zusammen mit dem BMWi und dem BMU) ‚Stoffliche Nutzung der Braunkohle‘ starten und haben bei unserem Wunsch nach Demoanlagen für 160 Mio. € überhaupt nicht geschluckt, sondern noch weitere Ideen eingebracht, was man in den Braunkohlechemiepark an Forschung so integrieren könnte.

Bereits im März wollten sie einen ersten Workshop durchführen und alle deutschen Wissensträger (RWE, BASF, Vattenfall usw.) mit einbinden. Wir haben dann für April/Mai plädiert, weil wir keine Chance einer so schnellen Vorbereitung sahen. Diesmal erläuterten nicht wir denen, sondern sie uns, dass fossile Rohstoffe für die Chemie unverzichtbar seien und dass einheimische Rohstoffe die höchste Priorität hätten.

Was kein Außenstehender wusste

Erst in einer vorübergehenden Krisensitzung am Dienstag dieser Woche hatte ich in Leuna die Projektpartner überzeugt, nicht so kleinlich zu sein und möglichst viele Demoanlagen anzumelden, auch wenn wir nicht für alle bereits Partner hatten. Die von dem Hochschullehrer ausgefertigte Präsentation wurde folglich erst am Mittwoch fertig, gerade noch rechtzeitig vor der Abreise. Das Denkschema war: *„Kommt die Großinvestition von Linde mit Kohlelogistik und Kohleaufbereitung, dann sind die Demoanlagen für alle anderen Verfahrensstufen, die nur technikumsreif sind, in dem Braunkohlechemiepark gut aufgehoben.“*

Da Linde als Kronzeuge für die Absicht zur Investition in Bonn mit dabei war, griff dieses Konzept hervorragend. Bei der folgenden internen Strategieberatung habe ich dafür geworben, den Fraunhofer Vorstand anzusprechen, um sie als Partner für zusätzliche Demoanlagen zu gewinnen.

Anschließend folgten für mich die letzten Vorbereitungen des Braunkohlegipfels, der am Montag in Leuna stattfinden sollte. Es waren alle Präsentationen vorbereitet, die Erklärung der drei ostdeutschen Ministerpräsidenten war abgestimmt und die Pressemitteilungen waren ausgearbeitet. Am Wochenende und am Montagvormittag habe ich dann die Auswertung in Form von ‚News‘ vorbereitet, die wir unmittelbar nach dem Gipfel abends in einer Vorstandssitzung abstimmen konnten und die dann am Dienstag versendet wurden. Für Dr. Reiner HASELOFF, der als Moderator des Gipfels fungierte, habe ich noch eine persönliche e-Mail geschickt mit den Thesen, die für uns wichtig waren.

Der Braunkohlegipfel als politische Gesprächsrunde zur Kohlechemie

Am Montag, dem 27. Februar 2012, war dann in Leuna der Braunkohlegipfel als Gesprächsrunde im kleinen Kreis mit der Politik. Dr. Reiner HASELOFF hat moderiert. EU-Kommissar Günther OETTINGER war sehr gut vorbereitet. Er hat auch sehr schnell das Hauptthema der CO₂-Freistellung aufgegriffen und den Linde-Vorstand zu einem weiteren Gipfel nach Brüssel eingeladen, bei dem die zuständigen Kommissare für Umwelt (Klimaschutz), Wettbewerb und Industrie teilnehmen sollten.

Die Investition Braunkohlechemiepark war für die Politik so strukturbestimmend, dass sie sich nun wirklich engagierte. Sehr hat mir MP Stanislaw TILLICH gefallen. Er bezeichnete die Kohlechemie als Mutter der Großchemie und sprach sich mit wenigen Sätzen sehr unterstützend für unser Projekt aus. Mich hat er wiedererkannt, obwohl es mehr als ein Jahrzehnt her war, als ich ihn damals in der Staatskanzlei von Prof. Kurt BIEDENKOPF besuchte.

Die offizielle Erklärung haben wir mit einer eigenständigen Wertung breit kommuniziert. Einige Sätze charakterisieren den Grundton: *„Künftig wird es verstärkt darauf ankommen, die Braunkohle stofflich zu nutzen und als Rohstoffbasis für die chemische Industrie weiterzuentwickeln (CO₂-arme Kohlechemie). Im europäischen Maßstab bietet sich die Möglichkeit, für die Gewinnung von chemischen Grundstoffen einheimische Kohlevorkommen zu nutzen und auf diesem Weg die Importe von Öl und Gas zu mindern. Die in Europa vorhandenen Chemieparcs in der Nähe von Braunkohlelagerstätten bieten die Möglichkeit, die stoffliche Kohlenutzung in die vorhandenen Strukturen zu integrieren und dabei auch nachwachsende Rohstoffe zu nutzen.“*

Es waren unsere Sätze. Wir haben gleich am Dienstag die Unterlagen mit unserer ausführlichen Wertung an viele ‚Stakeholder‘ (Unterstützer, Anspruchsberechtigte) geschickt und zum erheblichen Teil auch positive Reaktionen erhalten. Wir wollten jetzt die Ge-

spräche mit Fraunhofer wieder aufnehmen mit dem Ziel, sich zu beteiligen. Dann war verabredet, dass wir im Juni bei einer Veranstaltung von EU-Kommissar Günther OETTINGER mit VCI und ECRN in Berlin zum Thema Energie auch mit der Kohlechemie auftreten. Den Mittwoch nach dem Braunkohlegipfel war ich abends vom ECRN nach Potsdam geladen, um beim Dinner mit einer kleinen Ansprache über den Gipfel zu berichten. Das war eine gute Veranstaltung. Ich konnte mich in Ruhe mit unserer Ministerin Prof. Birgitta WOLFF und dem Staatssekretär Henning HEIDEMANN aus Brandenburg über all unsere Themen unterhalten.

Die Vorzeichen der Energiewende

Gespräche mit dem BMWi zur Thematik des CO₂-Benchmarks für Erdgas

Im Mai 2012 war ich gemeinsam mit Linde in Berlin im Wirtschaftsministerium, um das Vorhaben ‚Braunkohlechemiepark‘ zu erläutern. Ich hatte damals schon den Verdacht, dass die obere Geschäftsleitung pokerte. Sie sprachen sich offiziell für Kohlechemie aus und verhandelten gleichzeitig mit den großen Gasanbietern über langfristige Konditionen. Offiziell war das für notwendige Kostenvergleiche. Ich vermutete aber, dass sie mit der Kohle einen günstigen langfristigen Liefervertrag für Gas erpressen wollten. Dann würden sie wohl eine Synthesegasanlage auf Basis Erdgas bauen. Der Leunaer Linde-Chef stand hinter unserem Vorhaben, aber gegen die Überlegungen aus München war er natürlich machtlos. Es gab nur noch eine Chance: Wir mussten politisch vorantreiben, dass Erdgas nach dem Prinzip des ‚Carbon Footprint‘ mit einem CO₂-Benchmark wie Kohle belastet wird, weil es sich dann nicht mehr rechnete.

Der Durchbruch schien geschafft und der Braunkohletag in Cottbus thematisierte die Kohlechemie. Brandenburgs MP Matthias PLATZECK sprach auch direkt unsere Zusammenarbeit an, indem er bedauerte, dass das vom Cluster vorgeschlagene Konzept einer Helmholtz-Einrichtung in Cottbus, die die Expertise der drei Länder verbindet, nicht angenommen worden ist. Umso begrüßenswerter wäre es, dass nach dem Braunkohlegipfel jetzt doch noch ein gemeinsames Vorgehen verabredet werden konnte. Er wünschte sich, dass aus der Lausitzer Kohle gewinnbare Kohlenwasserstoffe auch einer stofflichen Nutzung zugeführt werden könnten. Die Möglichkeiten der stofflichen Nutzung wurden in einem Vortrag vom Rektor der TU Bergakademie Freiberg, Prof. Bernd MEYER, erläutert. Am Rande hatte ich interessante Gespräche mit Vattenfall, die nun plötzlich darüber nachdachten, sich an der Investition in Leuna zu beteiligen. Sie konnten sich vorstellen, die Kohle am Standort ihres Kraftwerkes Lippendorf

durch Trocknung und Mahlung aufzubereiten. Da sie direkt mit Bandanlage aus dem Tagebau Schleenhain versorgt werden, war das durchaus eine Alternative. Sie meinten zwei Millionen Tonnen Wasserverdampfung pro Jahr wäre für sie die richtige Größenordnung.

Am nächsten Tag hatte ich früh das Treffen mit dem Büro für die Vorbereitung der Nachträge für das Brüsseler Programm 2020. Der Abgeordnete des Europäischen Parlaments Dr. Christian EHLER wollte die Anträge zur Kohlechemie einbringen. An diesem Wochenende hatte ich schon eine lebhaftere Korrespondenz, was deutlich machte, dass die Politik auch die Sonntage nutzte. Am nächsten Tag musste ich fleißig in Leuna weiter an den Texten arbeiten. Dr. EHLER wünschte auch das persönliche Treffen mit mir, um die Dinge besser zu hinterfragen. Dass er ein Büro in Cottbus gewählt hatte, lag an dem Kohlethema, weil dort Kompetenzen gegeben waren.

Die Tage war ich eifrig am Nachdenken, mit welchen Formulierungen wir unsere Themen in das europäische Programm ‚Horizon 2020‘ so einbinden konnten, dass Leuna als Standort nicht vorkam, aber wenn es einen ‚Call‘ (Ruf) gäbe, genau nur unsere Demoanlagen gemeint sein könnten.

Am 31. Mai 2012 traf sich die Landesministerin Prof. Birgitta WOLFF (S-A) mit dem Chef der Kohlerunde des Europäischen Parlamentes, Dr. Christian EHLER, der gleichzeitig als Schattenberichterstatter für ‚Horizon 2020‘ fungierte. Es gab selbstverständlich schon einen Vorschlag der Europäischen Kommission und wir wollten Änderungsvorschläge formulieren, die dann nur noch zu bestätigen wären.

Der Absprung von Linde aus der Kohlechemie

Im Juni 2012 musste ich die bittere interne Mitteilung von Linde zur Kenntnis nehmen, dass sich die Kohlechemie bei den jetzigen und zukünftigen Gaspreisen nicht rechnete. Nur wenige waren zunächst eingeweiht. Jetzt galt es für mich zu organisieren, dass Linde und Politik die Form wahrten. Das Projekt sollte sozusagen in die Schublade kommen, um bei veränderten Rahmenbedingungen erneut eine Chance zu erhalten. Auf jeden Fall galt es, die laufende Forschung, aber auch die Verankerung der strategischen Forschungsaufgaben, in den Programmen der EU und des Bundes nicht zu gefährden. Gerade diese Woche war Prof. Birgitta WOLFF in dieser Angelegenheit in Brüssel gewesen und hatte von uns formulierte Vorschläge unterbreitet.

Es war in den nächsten Tagen viel abzustimmen, damit wir den Kurs hielten. Ich habe auch ein strategisches Gespräch mit BASF vorgeschlagen, die ihr Projekt bereits vor einigen Jahren in die Schublade gelegt hatten. Leider hatten sich meine Befürchtungen

bezüglich des Gaspreises voll bestätigt. In den USA war er auf ein Drittel gesunken und damit voll vom Ölpreis entkoppelt. Jetzt zeichnete sich ein Überangebot ab, das in Richtung Europa drängte. Die amerikanischen Terminals wurden von Anlandung auf Verladung umgestellt, was das Problem verschärfte.

Gerade jetzt waren wir sehr gut aufgestellt in Richtung Europa und bereiteten einen Vortrag für die Kohlerunde vor, den Professor Mathias SEITZ von der Hochschule Merseburg halten sollte. Den Tag zuvor hatte ich mich mit ihm getroffen und am folgenden Montag sollte die redaktionelle Arbeit abgeschlossen werden. Wir wollten sehr deutlich aussagen, dass die Demoanlagen in Chemieparcs integriert werden müssen. Da war es bitter, dass gleichzeitig die Schlüsselinvestition nicht machbar sein würde. Dann galt es einen Brief für den MP Reiner HASELOFF an den Kommissar Günther OETTINGER vorzubereiten. Die Arbeitsebenen hatten einiges thematisch durcheinandergebracht und ich musste laufend mit der Staatskanzlei und Brüssel telefonieren, um das in die richtigen Bahnen zu lenken.

In der darauffolgenden Woche hatte ich einen Termin mit Linde in Leuna. Mir war vorher schon übermittelt worden, dass ich den Brief des Linde-Vorstandes an den MP mit vorbereiten sollte. Linde wollte offiziell mitteilen, dass die Wirtschaftlichkeitsrechnung wegen der niedrigen Gaspreise und hohen Anlagenkosten die Investition jetzt nicht mehr ermöglichen würden. Die Änderungen der Gaspreise der letzten beiden Jahre waren beträchtlich. Es galt aber das Ganze so abzufassen, dass das strategische Ziel Kohlechemie weiter bestehen und die Forschungsarbeiten nicht benachteiligt würden.

Dann kam eine schwierige Sitzung des Kohleprojektes, weil den Partnern aus den verschiedenen Firmen nun erklärt werden musste, dass es die Linde-Investition nicht geben wird. Ich wusste das ja, aber die Wirkung auf die anderen war unerwartet hektisch. Da wurde mir klar, dass ich mich seit vielen Wochen an den Gedanken des Scheiterns gewöhnt hatte. Alle Varianten waren schon durchgespielt.

Die konkreten Vorzeichen der Energiewende

Im September 2012 hatte ich erfahren, dass Andreas HILTERMANN das Mandat entzogen worden war, bei der EU für das Kohleprojekt zu sprechen. Damit war mir klar, dass ich allein das Gespräch mit dem EU-Abgeordneten Christian EHLER in Potsdam bestreiten musste. Das allein war nicht schlimm, aber ich wollte schon wissen, was denn da los sei, damit ich nicht falsche Nachrichten oder Vermutungen verbreitete. Ich habe dann von Linde den Schriftverkehr bekommen, der vom Projektvorstand ‚ibi‘

und dem Vorstand Linde ausgetauscht worden war. Linde war da so angegriffen worden, dass sie Andreas HILTERMANN nicht mehr stützen wollten.

Ich habe nachgefragt, ob ich die Positionen der Linde AG gegenüber der Politik erläutern dürfte. Sie erklärten mir, dass sie volles Vertrauen haben, ich würde das korrekt interpretieren. Um 22 Uhr kam ich zu Hause an und wusste, dass ich mich am nächsten Vormittag noch durch Sortieren der Papiere auf das Gespräch mit Dr. Christian EHLER in Potsdam vorbereiten musste. Da fand ich eine e-Mail vom Büro EHLER aus Brüssel zum Thema des Gesprächs mit dem aktuellen und vertraulichen Stand der Verhandlungen zwischen Parlament und Kommission zu den Texten des neuen Forschungsrahmenprogramms. Ich habe dann ‚Drucken‘ gedrückt und mich gewundert, dass es gar nicht mehr aufhören wollte. Es waren 92 Seiten (in Englisch), die ich bis Mitternacht noch studiert habe. Es war aber zum Glück doch einfacher, weil sie vier Stellen rot markiert hatten, die die Kohlechemie betrafen. Es dauerte aber doch ein bisschen, bis ich das begriffen hatte.

Das eigentliche Gespräch mit Dr. EHLER dauerte doppelt so lang wie angesetzt, weil er richtig in die Tiefe ging. Er war tief betroffen, dass die Kohlechemie als Projekt jetzt so unsicher geworden war. Recht spontan wies er seine Mitarbeiterin an, die Formulierungsvorschläge von mir in die Änderungstexte aufzunehmen: *„Das werde ich schon durchsetzen können“*. Er hatte aber viel weitergehende Bedenken wegen der drohenden De-Industrialisierung in Ostdeutschland. Plötzlich waren wir weg von der Kohlechemie und beim zweiten Cracker und den Elektrolysen, d.h. der Basischemie. Wir haben auch über die Belastungen durch die Energiewende gesprochen. Er wollte das Thema sofort aufgreifen und bezog sich auf seine Gespräche mit Dr. Christoph BERGNER und den ostdeutschen Ministerpräsidenten, die die Strukturfondsdiskussion aus seiner Sicht zu lasch angingen.

Themengestaltung des Braunkohlegipfels 2013

Im Dezember 2012 war ich zu dem Gespräch über Kohlechemie in der Unternehmenszentrale von Vattenfall. Der neue Chef für Technologie, Joachim KAHLERT, war für mich ein alter Bekannter. Er war früher Kraftwerksleiter in Lippendorf gewesen und wir hatten damals viele Aktivitäten des Wasserrechts und der Bauleitplanung gemeinsam organisiert. Er hat sich richtig gefreut, mich wiederzusehen. Sicher zur Verblüffung des uns lange bekannten Forschungsleiters war er sehr aufgeschlossen und brachte selbst den Vorschlag, dass wir ein Kohleforschungszentrum hier im Osten haben sollten. Er bezog sich auf das Fraunhofer Pilotanlagenzentrum in Schkopau und mein-

te, dass wir so etwas nun für Kohle und Kohlechemie bräuchten. Das schien recht spontan und hat bei Vattenfall bestimmt weitere Diskussionen ausgelöst. Ich habe erst einmal vereinbart, dass wir Vattenfall für die nächste Vortragsveranstaltung von ‚ibi‘ als Referenten für Kohletrocknung einladen. Da waren sie auf jeden Fall interessiert. Trockenkohle ist die Zukunft für flexible Kraftwerke und da ist es eine Kleinigkeit, die zusätzliche Kohlechemie auch zu beliefern. Das Kraftwerk Lippendorf sollte entsprechend nachgerüstet werden und die Vertreter der Romonta meinten, dass sie bei der Extraktion auch die Mischkohle vom Stapelplatz verwenden könnten. Ich hatte befürchtet, dass für die Wachsgewinnung die Kohle sortenrein aus einem bestimmten eozänen Flöz gewonnen werden muss. Weitere Möglichkeiten sollten im Vorfeld der künftigen Runden sorgfältig bewertet werden. Da ich die Aufforderung hatte, den nächsten Braunkohlegipfel inhaltlich vorzubereiten, war das recht hilfreich.

Im Februar 2013 waren wir beim VCI eingeladen mit dem guten Blick aus dem Hochhaus über Frankfurt. Das Gespräch war sehr ernüchternd, weil ich die BASF noch nie in einer so hoffnungslosen Stimmung erlebt hatte. Der Vorstand ließ die schon entschiedenen Investitionen neu durchrechnen, ob sie unter den Wirkungen des amerikanischen ‚Shale-Gas‘ (Schiefergas) überhaupt noch in Europa und speziell Deutschland rentabel sind. Sie schätzten die Gesamtlage der deutschen Chemie als sehr bedenklich ein, weil die Basis wegzubrechen drohte. Die Cracker sind alle zu alt und keiner kann einen Neubau oder eine wesentliche Investition in die Basis verantworten. Ich war dankbar für die Offenheit, mit der die Diskussion geführt wurde. Da wir gerade ein Positionspapier des ECRN zur europäischen Industriepolitik redigieren sollten, kamen die Hinweise gerade zur rechten Zeit. Ich spannte BASF und VCI gleich mit ein, um nicht einseitig aus ostdeutscher Sicht zu argumentieren. Kohlechemie wollten sie strategisch unterstützen, sahen aber in absehbarer Zeit durch das billige Gas (in der Welt, nicht bei uns) keine Chance. Sie würden sich aber beide an unserem Fachsymposium im Juni 2013 beteiligen, was aus Sicht der Bundespolitik sehr wichtig war. Echtes Interesse zeigten sie an den neuesten Ergebnissen zur Niedertemperaturkonversion (pyrolytische Schwelung), weil das doch eine Chance sein könnte. Der VCI wollte sich auch bei dem Braunkohlegipfel im September 2013 mit einbringen. So gesehen war es eine erfolgreiche Beratung, auch wenn die Aussichten keinesfalls gut waren.

Fazit und Ausblick

Es waren ernsthafte Bemühungen, die wertvolle eozäne Braunkohle mit einem Braunkohlechemiepark in Leuna wieder als Rohstoff zu nutzen. Die globalen Entwicklungen mit dem amerikanischen Schiefergas ließen das Projekt aber wirtschaftlich scheitern. Mit dem terminierten Ende der Braunkohleverstromung bleibt die Braunkohle das, was sie immer war: ein Bodenschatz. Ob sie je wieder Bedeutung als Rohstoff erlangt, wagt heute keiner vorherzusehen.

Aber unsere Bemühungen waren keinesfalls umsonst. Die wissenschaftlichen Ergebnisse des ‚ibi‘-Projektes wurden 2018 in dem Buch ‚Stoffliche Nutzung der Braunkohle‘ von Steffen KRZACK, Heiner GUTTE und Bernd MEYER zusammengefasst. Technologisch und prozesstechnisch wurde damit das Know-how gesichert und erweitert, dass wir bei der Strukturstärkung für die zirkuläre Wirtschaft des Kohlenstoffs ganz anders nutzen werden.

Vergasung und Pyrolyse werden zusammen mit der strombasierten Wasserstofftechnik zukünftig die innovativen Verfahren sein, mit denen Kunststoffabfälle, biogene Reststoffe und Klärschlämme als Chemierohstoffe genutzt werden können. Diese Technologien könnten die Cracker und Methanolanlagen künftig versorgen. Mit dem Fraunhofer Projekt ‚GreenCarbonChem‘ soll in Leuna eine Versuchstechnik entstehen, die verfahrenstechnisch das im vorigen Jahrzehnt erarbeitete Know-how in ganz anderer Form nachhaltig und zukunftsfähig nutzen wird.

Autorenvorstellung siehe Seite 13

Quellen- und Literaturverzeichnis

- [1] [www.lmbv.de/files/LMBV/Publikationen/Publikationen Mitteldeutschland/Wandlungen und Perspektiven MD/doku 03_Geiselstal.pdf](http://www.lmbv.de/files/LMBV/Publikationen/Publikationen_Mitteldeutschland/Wandlungen_und_Perspektiven_MD/doku_03_Geiselstal.pdf), aufgerufen 30.3.2021
- [2] www.romonta.de, aufgerufen 30.3.2021
- [3] Stefan Murza: ‚Braunkohlevergasung und Folgeprodukte‘, Vortrag ibi-Fachsymposium, Leuna, [Microsoft PowerPoint - ibi 26_10_11 final rev.3 \(ibi-wachstumskern.de\)](#), 26.1.2011
- [4] www.mibrag.de, aufgerufen 30.3.2021
- [5] Bernd Meyer (Prof. Dr.-Ing., TU Bergakademie Freiberg): ‚Ein integrativer Innovationsansatz‘, Vortrag ibi-Fachsymposium, Leuna, 26.1.2011
- [6] www.ibi-wachstumskerne.de, aufgerufen 30.3.2021
- [7] https://de.wikipedia.org/wiki/Wolfgang_Böhmer, aufgerufen 30.3.2021
- [8] www.bundesnetzagentur.de/DE/Allgemeines/Die_Bundesnetzagentur/.../Jochen_Hohmann/..., 30.3.2021
- [9] https://de.wikipedia.org/wiki/Christoph_Bergner, aufgerufen 30.3.2021

Die Entwicklung der Wasserstofferzeugung in den Leuna-Werken von 1917 bis 1990

Mit der Inbetriebnahme der Leuna-Werke am 27. April 1917 begann die großtechnische Wasserstofferzeugung in Leuna. Als Bestandteil des Ammoniaksynthesegases war Wasserstoff eine wichtige Rohstoffgrundlage für diese Synthese. Mit der Erweiterung der Produktion um andere Synthesen mit Wasserstoff als Rohstoff oder Rohstoffbestandteil stieg der Wasserstoffbedarf des Werkes ständig an zur Erzeugung von Ammoniaksynthesegas, von Kohlenmonoxid-Wasserstoffsynthesegas für die Alkoholsynthesen, für alle Hydrierprozesse und auch zum Verkauf. In der Entwicklung der Leuna-Werke spiegelt sich ein Teil der technologischen Entwicklung der Wasserstofferzeugung im 20. Jahrhundert wieder. Eine Wasserstofferzeugung durch Elektrolyse wurde in Leuna in diesem Zeitraum nicht betrieben. Für die verschiedenen Wasserstoffverbraucher im Werk gab es mit einem 25 MPa-Hochdruckwasserstoffleitungssystem die Möglichkeit, den Wasserstoff für ihre Prozesse zu decken.

Die zeitliche Entwicklung der Produktionen in Leuna mit Wasserstoff oder wasserstoffhaltigen Synthesegasen als Rohstoff

- 1917-90** Ammoniaksynthese nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren bei 25 MPa mit einem Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch als Synthesegas.
- 1923-90** Hochdruckmethanolsynthese bei 25 MPa mit einem Kohlenmonoxid-Wasserstoffgemisch als Synthesegas.
- 1926-90** Hochdruckisobutylölsynthese bei 25 MPa mit einem Kohlenmonoxid-Wasserstoffgemisch als Synthesegas.
- 1926-59** Braunkohlehydrierung nach dem Bergius-Pier-Verfahren mit Wasserstoff bei bis zu 30 MPa (ab 1926 Großversuchsanlage, ab 1932 bis 1959 Produktionsbetrieb der Anlagen zur Hydrierung der Rohbraunkohle und von Braunkohlenschwelteeren mit Wasserstoff zu flüssigen Kohlenwasserstoffen. 1943 wurden in Leuna ca. 600 kt/a Produkte der Kohlehydrierung erzeugt, davon ca. 350 kt/a Kraftstoffe aus Braunkohle. Anlagen für die Teerhydrierung nach dem Bergius-Pier-Verfahren wurden auch in Böhlen und in Zeitz betrieben).
- 1936-45** Isobutylölsyntheseanlage bei 25 MPa als Rohstoff für die Produktion von etwa 20 kt/a Isooctan als Flugbenzin mit Oktanzahl 100 (diese Anlage wurde nach 1945 demontiert und in der UdSSR wieder aufgebaut).

Ab 1945 und noch bis nach 1990 wurden mit der schrittweisen Umstellung auf die Erdölverarbeitung in Leuna und der endgültigen Abstellung der Kohlehydrierung 1959

die vorhandenen Hochdruckanlagen für die hydrierende Reinigung der Erdöldestillate und die hydrierende Spaltung hochsiedender Erdölfraktionen mit Wasserstoff genutzt, beginnend mit dem Destillationsrückstand der atmosphärischen Destillation.

Ab 1985 läuft bis heute die Niederdruckmethanolsynthese mit einem Kohlenmonoxid-Wasserstoffgemisch als Synthesegas. Wasserstoff wurde in Leuna auch in weiteren Produktionen eingesetzt (insbesondere bei Hydrierungen).

Vom Kaiserreich bis zum Dritten Reich ziehen sich wie rote Fäden von 1917 bis 1945 die Autarkie- und Kriegssicherungsbestrebungen des rohstoffarmen Deutschlands durch die Leuna-Geschichte, um den Munitionsbedarf mit Hilfe der aus dem Ammoniak produzierten Salpetersäure und den Treibstoffbedarf des Reiches mit Hilfe der Produktionen mit wasserstoffhaltigem Synthesegas zu sichern.

Nach dem ersten verheerenden Luftangriff auf Leuna im Mai 1944 kam auch die Produktion in der Kohlehydrierung bis Kriegsende fast vollkommen zum Erliegen, ohne danach wieder richtig in Gang zu kommen.

Bis auf die heute zur Total Raffinerie Mitteldeutschland gehörende Niederdruckmethanolsynthese sind nach 1990 alle genannten Syntheseanlagen abgestellt worden, während die übrigen Anlagen der ‚alten‘ Leuna-Werke für die anderen Produkte des ursprünglichen, vielfältigen Produktionsprofils wie z.B. Caprolactam, Amine, Hochdruckpolyethylen, Epoxidharze und Tenside meist noch in Betrieb sind, und das mit wesentlichen Modernisierungen und Erweiterungen. Die abgestellten Anlagen waren entweder veraltet oder durch die auf die speziellen Bedingungen der DDR zugeschnittenen Verarbeitungstechnologien, wie in der Erdölverarbeitung, nicht mehr wirtschaftlich. In den Betrieben des Chemieparks Leuna wird daher heute kein Ammoniak und kein Isobutanol mehr hergestellt. Die alte Erdölraffinerie mit den Hochdruckhydrieranlagen fand ihren Nachfolger in der neuen Total Raffinerie mit der dreifachen Erdölverarbeitungskapazität der Altanlagen.

In den Leuna-Werken angewandte Technologien zur Erzeugung von Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Synthesegasen

Die in Leuna angewandten Verfahren zur Erzeugung von Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Synthesegasen spiegeln in gewissem Umfang auch die technologische Entwicklung auf diesem Gebiet im 20. Jahrhundert wieder:

- Brassertgeneratoren (1917 bis etwa 1969),
- Winklergeneratoren (1927 bis 1990),

- Öldruckvergasung (1967 bis etwa 1970),
- Erdgasniederdruckspaltung (1974 bis nach 1990),
- Shell Öldruckvergasung (ab 1985 bis heute).

Die folgende Beschreibung der Technologien beschränkt sich auf die Primärtechnologien der Gaserzeugung. Dabei werden je nach Technologie und Rohstoff beim Vergasungsprozess neben dem Wasserstoff noch Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff gebildet. Die Gasreinigung und Synthesegaskonditionierung waren bis auf die der Shell Öldruckvergasung miteinander verflochten. Daher werden nur die für die Synthesegasproduktion wesentlichen chemischen Reaktionen der Vergasungstechnologien betrachtet.

Brassertgeneratoren

Von 1917 bis 1927 erfolgte die gesamte Erzeugung von Synthesegas in den Leuna-Werken in Brassertgeneratoren mit Steinkohlenkoks als Rohstoff. Die Technologie war drucklos und die Produktionseinheiten waren relativ klein. Es gab eine ganze Batterie von Brassertgeneratoren. Für die Erzeugung der Synthesegase wurden die Rohstoffe Steinkohlenkoks, Luft und Wasserdampf eingesetzt. Das Verfahren wurde diskontinuierlich in zwei Schritten bei Temperaturen bis zu 1.000 °C durchgeführt. Der Brassertgenerator war ein mit Schamottesteinen ausgekleideter Stahlbehälter.

Der erste Schritt war die Luftgaserzeugung, bei der der Koks mit von unten in den Generator Luft eingeblasener Luft durch die exotherme Reaktion bis auf Weißglut erhitzt wurde und dabei einen der Grundbestandteile des Ammoniaksynthesegases erzeugte.

Gemäß der exothermen Reaktion wurde das Luftgas gebildet (Gl.1),



das den Stickstoff und die Grundlage für einen Teil des Wasserstoffbedarfs der Ammoniaksynthese durch die anschließende Konvertierung des Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid und Wasserstoff bildete.

In den heiß gefahrenen Generator wurde zur Wassergaserzeugung Wasserdampf eingeblasen. In der endothermen Reaktion (Gl.2) wurde das Wassergas gebildet.



Dieses Wassergas war die Grundlage für die Erzeugung von Wasserstoff und des Alkoholsynthesegases. Durch die Wassergaserzeugung wurde die Koksschicht abgekühlt und es musste wieder auf Luftgas umgestellt werden. Für die Umstellungen wurden die Generatoren kurzzeitig über Dach gefahren, was eine erhebliche Umweltbelastung bedeutete.

Luft- und Wassergas enthielten noch Schwefelwasserstoff, der bei der Gasreinigung entfernt wurde. Die Edelgase der eingeblasenen Luft, die sich im nicht umgesetzten Synthesegas bis auf ca. 20 % anreicherten, wurden durch alle folgenden Prozessstufen mitgeführt und letztendlich zur Edelgasproduktion verwendet.

Ein entscheidender Schritt zur Produktion der Synthesegase für die Verfahren war die Konvertierung, in der das Kohlenmonoxid des Luft- und des Wassergases zu Kohlendioxid und Wasserstoff umgewandelt wurde (Gl.3).



Das CO_2 wurde durch eine Druckwasserwäsche bei 2,5 MP aus dem Rohgas ausgewaschen und als Rein- CO_2 gewonnen.

Nach der Entfernung des Kohlendioxids bestand nun die Möglichkeit, die Synthesegase für die drei vorhandenen Synthesen zu konditionieren:

- für die Ammoniaksynthese aus Luftgas und Wassergas (Gl.4)



- für die Alkoholsynthesen aus Wassergas und Wasserstoff (Methanolsynthese, Gl.5 und Isobutylölsynthese, Gl.6)



- Für die Alkoholsynthesen und für die Kohlehydrierung (Gl.7) konnte nur das stickstofffreie Wassergas verwendet werden.



Die letzten Brassertgeneratoren wurden erst Ende der 1960er Jahre abgestellt. (Als anständiger ‚Leunaer‘ möchte ich erwähnen, dass die über zehn Jahre gelagerte, noch sehr kohlenstoffhaltige, so genannte ‚Generatorschlacke‘, bis Anfang der 1970er Jahre zur Beheizung der Wohnungen in der Stadt Leuna mittels Warmwasserheizung von den Leuna-Werken bereitgestellt wurde).

Winklergeneratoren

Mit dem geplanten Beginn der Kohlehydrierung war natürlich ein erheblicher Bedarfsanstieg an Wasserstoff als Synthesegas verbunden. Es war nun Reinwasserstoff in Mengen erforderlich, die sinnvoll wegen des zwangsweisen Anfalls des Luftgases nicht mehr durch das Wassergas der Brassertgeneratoren erzeugt werden konnten. Daher wurden ab 1926 die kontinuierlich arbeitenden Winklergeneratoren als damals moderne Technologie installiert. Rohstoff war Braunkohlenschwelkoks, der so genannte ‚Grudekoks‘ aus den Braunkohleschwelereien der Umgebung.

Die Winklergeneratoren arbeiteten unter Niederdruck bei einer Reaktionstemperatur von 850-950 °C nach dem Wirbelschichtprinzip. Die Wirbelschicht wurde durch zer-

kleinerten Braunkohlengrudekoks gebildet und durch die eingeleiteten gasförmigen Reaktionspartner in der Schwebe gehalten. Mit den Winklergeneratoren konnte reines Wassergas ohne Stickstoff produziert werden. Es wurden zwei Fahrweisen realisierbar, die ‚Sti‘ (Stickstoff)- und die ‚Hy‘ (Hydrierung)- Fahrweise, also eine Fahrweise für Ammoniaksynthesegas und eine für Hydriersynthesegas, also für Reinwasserstoff. Bei der ‚Sti‘-Fahrweise wurde die Vergasung mit Luft, Sauerstoff und Wasserdampf durchgeführt, während bei der ‚Hy‘-Fahrweise nur mit Sauerstoff und Wasserdampf gefahren wurde. Die erzeugten Synthesegaszusammensetzungen entsprechen den oben dargestellten (siehe Gleichungen 1 und 2).

Für den Sauerstoffbedarf der Winklergeneratoren war die Produktion von Sauerstoff aus der Luft notwendig geworden. 1926 wurde daher auch die erste Luftzerlegungsanlage in Leuna in Betrieb genommen, die Keimzelle der heutigen Lindeanlage am Standort.

Die Winklergeneratoren (bei ihrer Inbetriebnahme 1926 modernste Technik) sind aus heutiger Sicht bezüglich der Umweltbelastung unverträglich. So gab es bei Störungen und Abstellungen und der dabei notwendigen Fahrweise über Dach eine gewaltige Ruß- und abgashaltige Entspannungswolke, was bis zu ihrer Außerbetriebnahme nicht abgeändert werden konnte.

Ein zweites Problem war das ständig anfallende Abfallprodukt, die Winklerasche. Sie wurde zwar während der Periode der Kohlehydrierung zum Teil als Katalysator in der Sumpfhasehydrierung der Kohle eingesetzt, aber zum größten Teil, später vollkommen deponiert. Vor dem hydraulischen Transport auf die Halde wurde sie in Abklingbecken zwischengelagert. Dabei gaste Schwefelwasserstoff aus, der besonders im Norden des Werkes und in den angrenzenden Wohngebieten bei ungünstigen Windverhältnissen zu starken Umweltbelastungen führte, während die deponierte Asche auf der Hochhalde nicht zu so stark zu merkbaren Umweltbelastungen führte. Das Problem eskalierte, als die Deponierung auf der Hochhalde beendet wurde und das Tagebaurestloch bei Großkayna, der heutige Runstedter See, ab den 1960er Jahren als Deponie genutzt wurde. Nun wurde der direkt neben dem Restloch liegende Ort Großkayna stark mit Schwefelwasserstoff belastet, was zu energischen Protesten führte. Deshalb wurde die Deponierung in diesem Restloch unterbrochen, bis ein realisierter Schwefelwasserstoffabtrieb aus der Winklerasche das Problem löste.

Mit der Inbetriebnahme der Buna-Werke in Schkopau ab 1936 war mit der Anwendung der REPPE-Chemie auf Basis von Acetylen ein großer Wasserstoffverbraucher

für Hydrierprozesse im Nachbarbetrieb entstanden. Da die eigenen Wasserstoffherzeugungskapazitäten in Schkopau aus der Chloralkalielektrolyse nicht den Bedarf deckten, wurde eine Wasserstofflieferung aus Leuna nach Schkopau vereinbart. Es wurde eine 25 MPa Hochdruckwasserstoffleitung von Leuna nach Schkopau verlegt, die direkt unter dem Merseburger Flugplatz verlief. Sie wurde bis nach 1990 betrieben.

Öldruckvergasung

Mit den Brassert- und den Winklergeneratoren wurde der Synthesegasbedarf des Werkes bis in die Mitte der 1960er Jahre gedeckt. Die Kapazität der Synthesegaserzeugung reichte auch deshalb bis zu dieser Zeit aus, da nach 1945 der Wasserstoffbedarf durch die steigende Erdölverarbeitung und die endgültige Abstellung der letzten Kohlehydrierkammer 1959 durch diesen Großverbraucher insgesamt gesunken war.

Noch waren aber die seit 1917 in Betrieb befindlichen veralteten, umweltbelastenden und bereits lange unwirtschaftlich gewordenen Brassertgeneratoren in Betrieb, die noch dazu den Import von Steinkohlenkoks erforderten. Deshalb wurde in Leuna ein Öldruckvergasungsverfahren analog dem Shell-Verfahren entwickelt, das die Abstellung der Brassertgeneratoren ermöglichte. Nach dem Betrieb einer Versuchsanlage wurde eine Produktionsanlage errichtet.

Die Anlage ging 1967 in Betrieb. In der Öldruckvergasung wurde atmosphärischer Rückstand der Erdöldestillation bei 1.300-1.400 °C unter einem Druck von 3,5 MPa mit Wasserdampf und Sauerstoff vergast. Das Rohgas in der Zusammensetzung etwa dem Winkler „Hy“-Gas entsprechend, wurde in das System der Gasreinigung und Konditionierung gemeinsam mit dem in der Winkleranlage produzierten Rohgas verarbeitet und zu Reinwasserstoff, CO/H₂-Synthesegas oder Ammoniaksynthesegas konditioniert.

Damit konnten auch die ältesten Gaserzeugungsanlagen, die Brassertgeneratoren, außer Betrieb genommen werden.

Diesem Zustand war jedoch keine lange Dauer beschieden. Etwa 1970 kam es zu einer schweren Havarie in der Öldruckvergasung. Einer Wiederherstellung der Anlage wurde aus zwei Gründen verworfen:

- Die Anlage hätte praktisch neu errichtet werden müssen und
- die Beschränkungen der Erdöllieferungen aus der UdSSR in die DDR hatten eine Änderung der Erdölverarbeitungsstrategie in Leuna zur Folge.

Es sollten möglichst viel helle Produkte aus der Erdölsubstanz gewonnen werden. Das hieß, dass Hydrierprozesse wieder verstärkt in der Erdölverarbeitung in Leuna zur Anwendung kommen sollten.

Erdgasniederdruckspaltung und tiefere Spaltung des Erdöls

Bis 1978 war in Leuna der Prozess der destillativen Erdölverarbeitung mit der atmosphärischen Destillation beendet. Bis zu dieser Zeit waren bereits Entwicklungen zur Veredlung der Destillate in verschiedener Richtung gelaufen. Das neueste Kraftwerk in Leuna, das Industriekraftwerk (IKW) Nord, wurde anfangs ab 1975 mit in den Anlagen der ehemaligen Kohlehydrierung entschwefeltem Heizöl aus dem atmosphärischen Rückstand der Erdölverarbeitung betrieben. Mit der Erdölkrise wurde begonnen, eine Strategie der tieferen Erdölspaltung in Leuna umzusetzen. Daher wurde nach relativ kurzer Betriebszeit das IKW Nord auf den Betrieb mit einheimischem Erdgas umgestellt und das Heizöl für die Weiterverarbeitung zu hellen Produkten freigesetzt.

Durch diese Strategie stieg der Wasserstoffbedarf in Leuna wieder an und die Wasserstoffherzeugung musste nach dem Ausfall der Öldruckvergasung erweitert werden. Da bot sich eine Technologie auf der Basis von Methan an, die Carl BOSCH bereits in den 1920er Jahren auf der Suche nach einer günstigen Wasserstoffquelle auch für Leuna angeregt hatte. Das erste Patent zum katalytischen ‚Dampfreforming‘ von Methan aus den 1920er Jahren wurde einem Mitarbeiter der IG Farben erteilt. Heute werden etwa die 30% des Wasserstoffs in der Welt nach dem Haber-Bosch-Steamreformingverfahren durch Dampfreforming von Erdgas erzeugt.

Mit der Entwicklung der Erdgasniederdruckspaltung in Leuna wurde dieses Verfahren auch in Leuna umgesetzt. 1974 wurden die Anlagen zur Erdgasniederdruckspaltung in Betrieb genommen. Sie wurde katalytisch bei einem Druck von 0,5 MPa und einer Temperatur von 950^oC mit Wasserdampf und Sauerstoff durchgeführt. Die Erdgasniederdruckspaltung war bis nach 1990 in Betrieb.

In Umsetzung dieser Strategie ist 1978 die erste Vakuumdestillationsanlage für den Destillationsrückstand der atmosphärischen Destillation in Betrieb genommen worden. Das Destillat wurde in den Hochdruckhydrieranlagen hydrierend gespalten, gereinigt und in den Kraftstoffveredlungsanlagen weiter verarbeitet. Der Vakuumdestillationsrückstand konnte als schweres Heizöl verkauft werden. Technologisch daran anschließend wurde für diesen Rückstand Anfang der 1980er Jahre ein ‚Visbreaker‘, ein thermischer Cracker, installiert. Das Crackerprodukt wurde einer weiteren Vakuumdestil-

lation unterworfen und das daraus erhaltene Vakuumdestillat ebenfalls in den Hydrieranlagen weiter verarbeitet. Der Vakuumvisbreakerrückstand war praktisch ein Bitumen und konnte nur beheizt gelagert und in Rohrleitungen transportiert werden. Daran schloss sich nun die letzte Etappe der Erzeugung wasserstoffbasierter Synthesegases in Leuna an.

Shell Öldruckvergasung

Mit der Inbetriebnahme der Shell Öldruckvergasung 1985 war der Endpunkt der Installation von Anlagen zur Erzeugung wasserstoffhaltiger Synthesegase in den Leuna-Werken im Zeitraum von 1917 bis 1990 erreicht. Bei einem Druck von etwa 4 MPa wurde der Vakuumvisbreakerrückstand mit Sauerstoff und Wasserdampf zu einem CO/H₂-haltigen Rohgas vergast und nach Reinigung und Konditionierung in der Niederdruckmethanolanlage zu Methanol verarbeitet. Die Anlage ist heute noch in Betrieb und Bestandteil der Total-Raffinerie. Als Rohstoff für die Gaserzeugung dient aber ein anderer dem ursprünglichen Rohstoff ähnlicher Rückstand aus der Erdölverarbeitung.

Seit Mitte der 1990er Jahre wird am Standort Leuna von der Firma Linde der benötigte Wasserstoff nach dem Steamreforming-Verfahren aus Erdgas hergestellt.



Dr. Reinhard NITZSCHE,
ehemaliger Forschungs- und Produktionsdirektor
des Kombinates VEB Leuna-Werke (s.a. Heft 36, 1/2016, S.133)
Mitglied des SCI seit 24.5.2012

Mit der neuen Rubrik ‚Wortmeldung‘ praktizieren wir erstmals den Abdruck von Diskussionsbeiträgen zu bereits veröffentlichten Beiträgen in vorhergegangenen Heften.

Betrachtungen zur Wirkungsweise der MOL*LIK Katalysatoren

*siehe Beiträge Heft 41 ‚Wasser und Chemie‘, 1/2020:

- [1] Jürgen KOPPE: ‚Wilhelm OSTWALD – Sein Wirken und seine Bedeutung für die Gründung und Entwicklung der MOL Katalysatorertechnik GmbH‘, ‚Merseburger Beiträge ...‘, 25. Jg., 1/2020, S. 59-83
- [2] Jan KOPPE: ‚Merseburger Ansichten zum Wasser ... und ihre Bedeutung für Europa‘, ‚Merseburger Beiträge‘, 25. Jg., 1/2020, S. 84-100
- [3] Jürgen KOPPE: Persönliche Mitteilungen

Wasser ist ein Stoff mit besonderen Eigenschaften, wie auch ausführlich von Jürgen [1] und Jan [2] KOPPE im Zusammenhang mit der katalytischen Wasserbehandlung dargestellt. Die MOL*LIK Katalysatoren der Firma MOL Katalysatorertechnik GmbH werden erfolgreich zur Wasserbehandlung auf verschiedenen Gebieten der Brauchwasseranwendung eingesetzt [2]:

- Rückkühlwerke: Verhinderung von Scaling und Fouling,
- Membrantechnik: Umkehrosmose – Differenzdruckverringern,
- Filtration: Verlängerung der Reinigungsintervalle,
- Löseprozesse: Steigerung der Löslichkeit,
- Verdampfungsprozesse: Verringerung von Ablagerungen,
- Wärmeübertragung: Verbesserung des Wärmeüberganges,
- Schwimmbäder: Wasserreinhaltung,
- Geschirrspülautomaten: Verhinderung von Ablagerungen,
- Chloreinsatz: Beschleunigung der Disproportionierung.

Die dabei erzielten positiven Effekte können alle auf die Reaktionsprodukte der katalytischen Wirkung der MOL*LIK Katalysatoren zurückgeführt werden.

Wasserzusammensetzung und thermodynamische Eigenschaften

Brauchwasser ist ein Gemisch verschiedener Spezies:

- Wassercluster als Agglomerate von Wassermolekülen $(\text{H}_2\text{O})_{1,\dots,n}$
- Molekulares Wasser $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$
- Hydroniumionen H_3O^+
- Hydroxylionen OH^-
- Gelöste Salze z.B. Kalziumhydrogencarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

Das $(\text{H}_2\text{O})_{1,\dots,n}$ drückt aus, dass das ‚Bulk‘-Wasser aus variablen Clustergrößen besteht, die durch Van der Waals-Bindungen gebildet werden und als chemische Moleküle zu verstehen sind. Die Clusterbildung beruht auf dem Dipolcharakter des Wassermoleküls, was von entscheidender Bedeutung für die chemische Zusammensetzung des Wassers und dessen Eigenschaften ist. Der Dipolcharakter der Wassermoleküle ist

die Triebkraft zur Ausbildung der Van der Waals-Bindungen untereinander und mit anderen chemischen Substanzen. So wie die Wassermoleküle $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ im Wasser Cluster bilden, so sind sie auch an der Bildung der Hydrathüllen gelöster Stoffe beteiligt.

In dem in der Natur vorkommenden Wasser und dem Brauchwasser befinden sich die verschiedenen Bestandteile, Wassercluster, molekulares Wasser, Dissoziationsprodukte des Wassers und die darin gelösten hydratisierten Stoffe als ein Vielkomponentensystem in einem komplexen thermodynamischen Gleichgewichtszustand, das bedeutet, dass in dem Gesamtsystem in der Summe sich alle beteiligten Reaktionen im Gleichgewichtszustand befinden. Für das Verständnis und die Analyse der katalytischen Wirkung der MOL*LIK Katalysatoren ist das von entscheidender Bedeutung.

Die Zusammensetzung des Wassers bedeutet thermodynamisch, dass es für jedes Individuum der n-Wassercluster ein individuelles thermodynamisches Gleichgewicht für seine Reaktionen mit dem molekularen Wasser und anderen Clustern gibt und damit mehr als n-Gleichgewichtsbedingungen für die jeweiligen Einzelreaktionen. Das gilt auch für die Bildung der Hydrathüllen der gelösten Salze, bei denen der energetische Zustand je nach Hydratationsgrad unterschiedlich ist.

Die Van der Waals-Bindungen sind sehr schwache Bindungen, so dass bereits geringe Kräfte wie Schütteln, Rühren oder die Wellenbewegung mechano-chemische Reaktionen auslösen können, die Struktur und Zusammensetzung des Wassers ändern und damit das komplexe Gleichgewicht des ruhenden Wassers verändern können.

Aus der Bildung des flüssigen Wassers bei der Kondensation des Wasserdampfes, der im Wesentlichen aus molekularem Wasser besteht, kann abgeleitet werden, wie sich das komplexe Gleichgewicht zwischen den Clustern $(\text{H}_2\text{O})_{1,\dots,n}$ und dem molekularen Wasser einstellt. Sofort nach Beginn der Kondensation bilden sich wachsende Cluster aus den Wassermolekülen. Damit beginnt nach den Gesetzen der Kinetik der so gebildeten Individuen auch die Rückreaktion unter Abspaltung von Wassermolekülen. Daneben sind auch noch Reaktionen der Cluster untereinander möglich. Wenn die Reaktionsgeschwindigkeiten aller molekulares Wasser $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ verbrauchenden Reaktionen und aller molekulares Wasser $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ bildenden Reaktionen gleich sind und sich somit eine stationäre Konzentration an $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ eingestellt hat, ist entsprechend dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik das komplexe thermodynamische Gleichgewicht im natürlichen Wasser erreicht, was bedeutet, dass die Konzentration des molekularen Wassers bei konstanten äußeren Bedingungen ebenfalls konstant ist. Das gilt auch unter Einbeziehung der Gleichgewichte der Hydrathüllen der gelösten Salze.

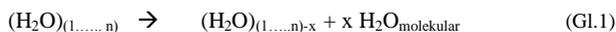
Damit ist die thermodynamische Gleichgewichtsbedingung für das Gesamtsystem erfüllt, was aber nicht bedeutet, dass sie auch für die Einzelreaktionen erfüllt ist.

Katalysatoren haben die Eigenschaft, die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion in Richtung des Gleichgewichtes zu erhöhen ohne dabei das thermodynamisch definierte Gleichgewicht verändern zu können. Es ist jedoch nur scheinbar ein Widerspruch zum 2. Hauptsatz der Thermodynamik, dass ein Katalysator das Wasser aus dem im natürlichen Wasser vorliegenden komplexen Gleichgewicht bringen kann. Wenn es thermodynamisch möglich ist und katalytisch gelingt, die Konzentration eines speziellen Individuums im Wasser zu verändern, bedeutet das einerseits, dass die Reaktion des Individuums, das die Konzentrationsänderung bewirkte, sich vor dem Katalysatoreinsatz als Einzelreaktion nicht im thermodynamischen Gleichgewicht mit seinen Reaktionsprodukten befand und andererseits, dass sich das Gesamtsystem des Wassers nach der Veränderung nicht mehr im ursprünglichen komplexen thermodynamischen Gleichgewicht befindet.

Bei der heterogenen Katalyse sind die Teilschritte Antransport der Reaktanten, Adsorption der Reaktanten, Reaktion am Katalysator, Desorption der Reaktionsprodukte und deren Abtransport bedeutend. Wenn Stoffe so stark adsorbiert werden, dass eine Desorption nicht direkt im Anschluss an die Reaktion am Katalysator erfolgen kann oder die Katalysatorwirksamkeit durch eine chemische Reaktion unterbunden wird, ist das eine Katalysatorvergiftung.

Die Wirkung der MOL*LIK Katalysatoren

Für alle oben genannten Anwendungsgebiete basiert die Wirkung der MOL*LIK Katalysatoren auf der Erhöhung der Konzentration des molekularen Wassers $H_2O_{\text{molekular}}$ im Wasser [2]. Das ist durch die Zerfallsreaktion aus Wasserclustern nach Gleichung 1 möglich:



Zum Verständnis dessen, dass das eingestellte komplexe chemische Gleichgewicht nur scheinbar entgegen den Gesetzen der Thermodynamik aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann, helfen die Gesetze der Thermodynamik und der Kinetik weiter. Reaktionen einzelner Cluster-Individuen $(H_2O)_n$ können in Richtung des molekularen Wassers nur ablaufen, wenn sich die Reaktionspartner nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befinden. Es muss also Individuen $(H_2O)_n$ geben, bei denen das Gleichgewicht bei einer höheren Konzentration des molekularen Wassers liegt als im komplexen Gleichgewicht, wodurch diese Individuen $(H_2O)_n$ durch eine katalytische Reak-

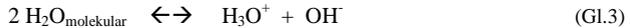
tion die Konzentration des molekularen Wassers über die Konzentration des komplexen Gleichgewichts erhöhen können. Es ist wahrscheinlich, dass die Reaktionsgeschwindigkeit von Clustern $(\text{H}_2\text{O})_n$ zum molekularen Wasser ab einer bestimmten Größenordnung mit $n \geq a$ katalytisch beschleunigt werden kann. Die Konzentrationen der Wassercluster dieser Größe im nicht mit dem Mol*LIK Katalysator behandelten Wasser befinden sich offensichtlich nicht im Gleichgewicht mit der Konzentration des molekularen Wassers. Ob der Gleichgewichtszustand dieser Einzelreaktionen durch die Katalysatorbehandlung erreicht wird oder nicht, ist für die weiteren Betrachtungen unerheblich. Auf jeden Fall wird dadurch die Konzentration des molekularen Wassers im Wasser erhöht, da nur die Reaktionsgeschwindigkeit in Richtung des Gleichgewichtes dieser Einzelreaktion beschleunigt wird. Eine direkte Rückreaktion des molekularen Wassers zu den Wasserclustern auf dem Reaktionsweg der Hinreaktion, also der direkten Clusterbildung aus dem molekularen Wasser ist thermodynamisch nicht möglich, da dieser Reaktionsweg nicht in Richtung des Gleichgewichtes führt, so dass die erhöhte Konzentration des molekularen Wassers auch einige Zeit bestehen bleiben kann, bis sich das komplexe thermodynamische Gleichgewicht des Wassergesamtsystems auf dem anderen Reaktionsweg der normalen Bildung der Wasserstrukturen wieder eingestellt hat (Gl.2).



Folgende Überlegung soll das untermauern: In den größeren Clustern sind die Wasserdipole weniger fest gebunden als in den kleineren Clustern, denn sonst würde das Wasser zu einem einzigen Cluster wachsen, was praktisch erst bei der Eisbildung beim Gefrieren des Wassers erfolgt. Also liegt das thermodynamische Gleichgewicht der Reaktion der größeren Cluster bei höheren Konzentrationen an molekularem Wasser $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ als bei den kleineren Clustern. Durch den Einsatz der MOL*LIK Katalysatoren wird dadurch die Konzentrationserhöhung des molekularen Wassers im Wasser thermodynamisch möglich. Durch die endlichen Reaktionsgeschwindigkeiten der Rückreaktionen zum komplexen Gleichgewichtszustand kann ohne Verletzung des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik ein Wasser mit erhöhter Konzentration an molekularem Wasser gebildet werden und seine Wirkungen über längere Zeiträume entfalten. Mit der erhöhten Konzentration molekularen Wassers und der damit verbundenen Verletzung des komplexen Gleichgewichtszustandes ist aber thermodynamisch eine Triebkraft vorhanden, das System wieder in den komplexen Gleichgewichtszustand wie vor dem Katalysatoreinsatz zurück zu versetzen. Das kann nur eine Reaktion oder eine Reaktionskette sein, die wegen der thermodynamischen und kinetischen Grundsätze

die direkte Rückreaktion der katalytisch beschleunigten Hinreaktion der Bildung molekularen Wassers sein. Das ist möglich auf dem normalen Reaktionsweg der Wasserclusterbildung bei der Wasserkondensation.

Den Nachweis der erhöhten Konzentration des molekularen Wassers im behandelten Wasser liefern die Ergebnisse der pH-Wertmessungen. Das molekulare Wasser steht im Gleichgewicht mit seinen Dissoziationsprodukten entsprechend der Gleichung 3:



Dieses Gleichgewicht stellt sich bekanntlich schnell ein. An diesem Gleichgewicht sind die Wassercluster zwar nicht beteiligt, aber sie können das Dissoziationsgleichgewicht des $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ nicht beeinflussen. Die erhöhte Konzentration des molekularen Wasser muss sich also im katalytisch behandelten Wasser durch einen niedrigeren pH-Wert zu erkennen geben. Es wurde gemessen [3], dass der pH Wert des behandelten Wassers um etwa 0,2 Einheiten niedriger als der Normalwert liegt. Das ergibt damit die für einen Chemiker ganz neue Situation, dass ein neutrales Wasser bei 25⁰C und Normaldruck einen pH-Wert von 6,8 haben kann. Daraus folgt eine auf das etwa 1,6 fache erhöhte Konzentration an Hydronium- und Hydroxylionen. Mit der Dissoziationskonstanten des Wassers und dem damit verbundenen konstanten Konzentrationsverhältnis dieser drei Reaktionspartner ergibt sich eine auf das etwa 2,6 fache erhöhte Konzentration an molekularem Wasser $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$. Diese erhöhte Konzentration ist die Ursache für alle beschriebenen Eigenschaftsänderungen des katalysierten Wassers und die Wirkungen bei der Anwendung.

Die Bläschenbildung

Aus durchgeführten Trübungsmessungen hat sich ergeben [3], dass das katalysatorbehandelte Wasser durch Mikrogasbläschen getrübt ist. Die bisher daraus gezogene Schlussfolgerung war, dass die Mikrobläschen Wasserdampfbläschen seien. Die Existenz von Mikrowasserdampfbläschen bei Normaldruck und 25⁰C ist jedoch sehr unwahrscheinlich. Wie könnten sie gebildet sein? Sie müssten ja bei der katalytischen Bildung des molekularen Wassers entstehen. Woher kommt bei dieser Reaktion die Verdampfungsenthalpie? Warum kondensiert das Wasser dann nicht sofort, da ja die Wasserdampfbildung an Turbinenschaufeln nach einer Druckerhöhung zur gefürchteten Kavitation führt? Wie kann Wasser bei 25 ⁰C mit einem Sättigungsdampfdruck von 1/75 des Atmosphärendrucks, d.h. ca. 0,0014 MPa verdampfen? Fragen über Fragen!

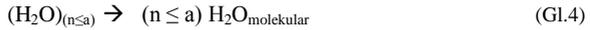
Die Erhöhung der Trübung ist jedoch ein real gemessener Wert. Eine Erklärung und Lösung könnte sein, dass die Trübung von der ursprünglich im Wasser gelösten Luft verursacht wird. In einem Liter Wasser sind bei 25 °C ca. 28 ml Luft gelöst. Wenn davon etwa 1 ml, also nur etwas über 3% bei der katalytischen Reaktion gasförmig freigesetzt wird, kann das die Quelle für mehr als 10^{12} Gasbläschen mit einem Durchmesser von 1 Mikrometer in einem Liter Wasser sein. Das ist auf Grund der bekannten Wassereigenschaften wahrscheinlicher als die Hypothese „Dampfbälchen“. Aus der Dichteanomalie des Wassers ergibt sich, dass die Cluster nicht so dicht gepackt sind und daher eine höhere Löslichkeit für Luft haben werden als das dichtere gepackte molekulare Wasser. Da durch die MOL*LIK Katalysatoren Cluster abgebaut werden, wird auch die Gaslöslichkeit des Wassers herabgesetzt, was eine wahrscheinlichere Erklärung für die Trübung des behandelten Wassers ist.

Katalysatorvergiftung

Bei der Anwendung der heterogenen Katalyse in der Technik kommt es oftmals zu einer Katalysatorvergiftung, die reversibel oder irreversibel sein kann. Eine Katalysatorvergiftung bewirkt eine Verminderung der Katalysatoraktivität, die bis zur Wirkungslosigkeit gehen kann. Reversibel wird die Vergiftung genannt, wenn der Katalysator durch eine spezielle Behandlung wieder reaktiviert werden kann. Eine reversible Katalysatorvergiftung erfolgt offensichtlich auch bei der Anwendung der MOL*LIK Katalysatoren, da bei Anwendung im Dunkeln, z. B. im Vorlaufbehälter der Wasserpumpe [3], die Aktivität mit der Zeit abnimmt, was typisch für eine Katalysatorvergiftung ist. Bei einer reversiblen Vergiftung, die großtechnisch nach langen Betriebszeiten häufig auftritt, wird eine Regenerierung und Reaktivierung des Katalysators durch geeignete Maßnahmen vorgenommen.

Die MOL*LIK Katalysatoren werden offensichtlich, und das nach relativ kurzer Betriebszeit, im Dunkeln reversibel vergiftet. Eine periodische Beleuchtung des Katalysators mit sichtbarem Licht aktiviert den MOL*LIK Katalysator jedoch immer wieder zu voller Wirksamkeit. Neben der von KOPPE [1] beschriebenen Wechselwirkung des Lichtes mit dem Wasser dürfte diese Katalysatoraktivierung der entscheidende Einfluss des sichtbaren Lichtes auf die Wirkung des Katalysators sein und nicht die beschriebene Wechselwirkung mit den Bestandteilen des Wassers. Da stellt sich natürlich sofort die Frage, wie es zu der Katalysatorvergiftung kommen kann. Die Antwort liefern wieder Thermodynamik und Kinetik. Thermodynamisch ist nach den Betrachtungen zur katalytischen Erhöhung der Konzentration des molekularen Wassers

$\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$ durch die MOL*LIK Katalysatoren die Beschleunigung der Reaktion von Clustern mit $n \leq a$ nicht möglich, da die Konzentration des molekularen Wassers im Wasser bei diesen Clustern über der Gleichgewichtskonzentration liegt (Gl.4).



Nach dem Antransport der Cluster mit $n \geq a$ erfolgt die Adsorption an die aktiven Zentren des Katalysators, gefolgt von der Bildung von $\text{H}_2\text{O}_{\text{molekular}}$. Beim Abbau dieser Cluster wird auch die thermodynamische Grenze der Clustergröße mit $n = a$ erreicht, unterhalb derer thermodynamisch keine katalytische Beschleunigung der Bildung molekularen Wassers mehr möglich ist. Diese Reaktionsrestcluster und direkt adsorbierte Cluster mit $n \leq a$ verhindern die Adsorption weiterer größerer Cluster und vergiften damit offensichtlich den Katalysator. Durch die Energie der Lichtquanten werden diese Cluster von der Katalysatoroberfläche desorbiert. Eine überschüssige Pumpenergie [1] kann dagegen nicht zur katalytischen Wirkung der MOL*LIK Katalysatoren beitragen, was auch wegen des Kausalitätsprinzips nicht möglich ist.

Die Wirkung des behandelten Wassers auf gelöste Salze

Im Brauchwasser spielt bei technischen Anwendungen besonders der Gehalt an Kalziumhydrogencarbonat eine Rolle. Für die positive Wirkung des katalytisch behandelten Wassers bei den technischen Anwendungen ist der Hydratationsgrad der Salze von entscheidender Bedeutung. Besonders die Kationen der Salze bilden einfache und teilweise doppelte Hydrathüllen aus, wiederum gebunden durch Van der Waals-Bindungen. Die kleineren Kationen, wie das Natriumion, bilden stabilere Hydrathüllen aus als das Kalziumion. Das erklärt auch die bessere Löslichkeit dieser Salze in Wasser, wobei deren Hydrathüllen offensichtlich auch auf Kosten der Cluster gebildet werden. Die hydratisierten Ionen stehen ebenfalls im Gleichgewicht mit dem molekularen Wasser. Alles weist darauf hin, dass die Hydrathülle des Calciumions unter Normalbedingungen im komplexen Gleichgewicht des Wassers ohne Katalysatorbehandlung nicht vollständig ist und der Hydratationsgrad durch das katalytisch behandelte Wasser erhöht wird. Durch den erhöhten Hydratationsgrad wird die Löslichkeit der Kalziumsalze erhöht und eine Ausfällung verhindert und so das ‚Scaling‘ verhindert.

Fazit

Die positiven Wirkungen des mit MOL*LIK Katalysatoren behandelten Wassers in den verschiedenen Anwendungsgebieten sind unbestritten und letztendlich alle auf die

Erhöhung der Konzentration des molekularen Wassers zurückzuführen. Nach einiger Zeit nimmt die Wirkung eines so katalytisch behandelten Wassers entweder durch die Rückreaktion zu Clustern, durch Verdunstung, z. B. in Kühltürmen der Rückkühlwerke, durch die dadurch verringerte Konzentration des molekularen Wassers oder durch den teilweisen Abbau der Hydrathüllen wieder ab, bis sich das ursprüngliche komplexe Gleichgewicht des Wassers wieder eingestellt hat. Das stützt die angenommenen Reaktionswege. Die Wirkung des katalytisch behandelten Wassers in den oben aufgeführten Anwendungsgebieten beruht auf den chemisch und physikalisch bedingten Veränderungen der Eigenschaften des Wassers durch die erhöhte Konzentration an molekularem Wasser.

Mein Beitrag ist der Versuch, auf der Grundlage thermodynamischer und kinetischer Betrachtungen zum noch tieferen Verständnis der Wirkungsweise der MOL*LIK Katalysatoren beizutragen und die Darstellungen in den Veröffentlichungen von Jürgen [1] und Jan [2] Koppe zu vertiefen. Dabei ist es nicht erforderlich gewesen, z.B. die Ionen- und Ladungsbeweglichkeiten, den osmotischen Druck, die Leitfähigkeit des Wassers und die absoluten Reaktionsgeschwindigkeiten in die Betrachtungen einzubeziehen, da sie die grundsätzlichen thermodynamischen und kinetischen Fragen einer Reaktion der Wasserbestandteile mit Katalysatoren nicht beeinflussen.

Das Interesse an dem Phänomen des ‚Foulings‘ war bereits während meiner Tätigkeit in den Leuna-Werken von den 1960er bis in die 1990er Jahre geweckt worden. Die Granulierwasserkreisläufe der Hochdruckpolyethylenynthese und der Polyamid-6-Synthese wurden mit Kondensat betrieben. Probleme traten nur beim Polyamid-6 auf, bei dem es im Kreislauf zum ‚Fouling‘ kam. Das Problem lösten wir 1991 durch Einbau einer damals neuartigen UV- Bestrahlungsstrecke in den Granulierwasserkreislauf nachhaltig.

Mit der MOL*LIK Technologie bin ich persönlich im letzten Jahrzehnt täglich konfrontiert, da das von der InfraLeuna GmbH gelieferte Trinkwasser aus der Wasserleitung wie bei allen Leunaer Einwohnern durch Umkehrosmose gereinigtes Uferfiltrat der Saale unter Einsatz der MOL*LIK-Technologie von sehr guter Qualität ist.

*Ich danke Dr. Jürgen KOPPE für die fruchtbaren Diskussionen zu den Veröffentlichungen in der Schriftenreihe ‚Merseburger Beiträge zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands‘, und zur MOL*LIK-Technologie und den dabei erhaltenen Informationen, die mir bei meinen Betrachtungen sehr geholfen haben.*

Dr. Reinhard NITZSCHE (mehr zum Autor siehe Seite 138)

Bisherige Kolloquien

(Fortschreibung der Übersicht bereits durchgeführter Kolloquien)

Von März 1994 bis Oktober 2020 fanden in der Vortragsreihe des SCI insgesamt **244** Veranstaltungen statt, an denen bisher **18.384** Hörer teilnahmen (Übersichten der bisher durchgeführten Kolloquien mit Angabe der Autoren, der Vortragsthemen und der Teilnehmerzahlen finden sich in den Heften 16 (2/2000), 27 (1/2007), 32 (1/2012), 34 (1/2014), 38 (1/2018), 39 (1/2019), 40 (2/2019) und 42 (2/2020).

Wegen der Pandemie konnten im 2. Halbjahr 2020 nur noch zwei der in der Vorschau (Heft 42, 2/2020, Seiten 194/195) genannten Vorträge mit eingeschränkter Teilnehmerzahl stattfinden, dank InfraLeuna GmbH, die uns großzügig einen Saal im cCe-Kulturhaus Leuna sponserte.

- 243.** 17. September 2020 (ursprünglich als **247.** Kolloquium *geplant*)
Dr. Klaus-Peter KALK (Operative Leitung der Leuna-Harze GmbH) und Dr. Holger HENNING (Leiter Forschung und Anwendungstechnik der Leuna-Harze GmbH)
„Vom Epilox EG 1 der VEB Leuna-Werke Walter Ulbricht zu Epilox A-19-00 der Leuna-Harze GmbH“
(59 Teilnehmer)

- 244.** 15. Oktober 2020 (ursprünglich als **248.** Kolloquium *geplant*)
Dipl.-Ing. Henning ROST (bis 1990 Vorstandsvorsitzender der Mansfeld AG), Gerbstedt
„Die Verarbeitung des Rohhüttenflugstaubes als Beitrag zur kompletten Rohstoffnutzung im Mansfeld Prozess“
(30 Teilnehmer)

Wegen der Corona-Pandemie-Folgen wurden die folgenden, ursprünglich *geplanten* Kolloquien *abgesagt*:

243. 19. März 2020 Dipl.-Ing. Hans-Jürgen BUCHMANN (Ind.& Mng. Director der Braskem Europe GmbH)
„Braskem als globales Unternehmen im Wandel der Zeit“ (Vorschau Hefte 42 und 43)

244. 16. April 2020 Dr. Wolfgang GROß (Geschäftsführer und Miteigner der fit GmbH), Hirschfelde
„Die Erfolgsgeschichte der fit GmbH seit der Privatisierung im Jahr 1993“

245. 14. Mai 2020 Prof. Dr. Bernhard ADLER, Halle/Saale
„Energiewende“

251. 17. Juni 2021 Dr. Olaf POPPE (Geschäftsführer der MinAscent Leuna Production GmbH), Leuna
„MinAscent Leuna – ein Versuch, die Forschung der Leuna-Werke in die Marktwirtschaft zu überführen“

Vorschau auf die im Herbst 2021 geplanten Kolloquien

(jeweils 17 Uhr voraussichtlich im Hörsaal 9 der Hochschule Merseburg, Änderungen vorbehalten)

- 245.** 16. September 2021 (ursprünglich als **252.** Kolloquium *geplant*)
Dr. Ivonne REICHMANN, Chemnitz
„Die Böhme Fettechemie von ihrer Gründung bis zum Ende des 2. Weltkrieges“
- 246.** 21. Oktober 2021 (ursprünglich als **246.** Kolloquium für den 18.6.2020 bzw. 20.5.2021 *geplant*)
Dipl.-Ing. Rainer SCHUBERT (Ingenieurbüro), Wansleben
„Verlassene Orte in Mitteldeutschland“
- 247.** 18. November 2021 (ursprünglich als **253.** Kolloquium mit dem damaligen Geschäftsführer der Total Mitteldeutschland GmbH Dr. Willy FRANTZ für den 21.10.2021 *geplant*)
Dipl.-Ing. Thomas BEHREND (GF der Total Raffinerie Mitteldeutschland GmbH), Leipzig
„Zukunftschancen von Raffinerien im Kontext von Energiewende und Strukturwandel“

Vorschau auf die geplanten Kolloquien 2022

(jeweils 17 Uhr voraussichtlich im Hörsaal 9 der Hochschule Merseburg, Änderungen vorbehalten)

- 248.** 20. Januar 2022
Dr. Ralf SCHADE (Archivar der Stadt Leuna), Leuna
„Die erste Straßenbahn kam am 15.2.1919 auf dem Haupttorplatz in Leuna an“
- 249.** 17. Februar 2022 (ursprünglich als **250.** Kolloquium für den 18.2.2021 *geplant*, Vorschau Hefte 42/43)
Dr. Christoph MÜHLHAUS (Netzwerksprecher Chemie, Vorstand HYPOS e.V.), Halle/Saale
„Bericht zum Strukturwandel der chemischen Industrie in Mitteldeutschland“
- 250.** 17. März 2022 (ursprünglich als **254.** Kolloquium für den 18.11.2021 *geplant*)
Dipl.-Ing. Eberhard M. LEUCHT, Merseburg
„Kunststoffbahnen – Verfahren zur Herstellung“
- 251.** 21. April 2022
Dr. Jürgen DUNKEL, Langenbogen
„Ein ungewöhnlicher Streifzug durch ausgewählte Lebens- und Wissensbereiche“
- 252.** 19. Mai 2022
Dipl.- Ing. Eberhard M. LEUCHT, Merseburg
„Kunststoffbahnen – Anwendungen“
- 253.** 23. Juni 2022 (ursprünglich als **249.** Kolloquium für den 19.11.2020 *geplant*)
Dipl.-Ök. Olaf WAGNER, Leipzig
„Der Minol-Pirol tankt Leuna-Benzin“
(Dieser Vortrag ist mit einer zeitweiligen Ausstellung gekoppelt)
- 254.** 15. September 2022
Dr. Olaf HEMPEL (Forschungsleiter Equipolymers GmbH) und Roland ABEL (Geschäftsführer Equipolymers GmbH), Schkopau.
„Fortschritte beim Recycling von PET“
- 255.** 20. Oktober 2022 (ursprünglich als **243.** Kolloquium für den 21.1.2021 *geplant*, Vorschau Hefte 43)
Dipl.-Ing. Herbert HÜBNER, Schkopau
„Ahrenshoop“
- 256** 17. November 2022
Bergbau-Techniker Dietmar ONNASCH, Merseburg
„Sanierung des Braunkohletagebaues im Geiseltal nach 1990“

Organisation und Zusammenstellung der Kolloquien: Prof. Dr. Hans Joachim HÖRIG

Aktuelle Informationen unter: www.dchm.de, www.facebook.com/Deutsches-Chemie-Museum-Merseburg, Anfragen können gestellt werden an: udo.heilemann@sci.hs-merseburg.de

Nachwort der Redaktion

Das vorliegende Heft 44 unserer Schriftenreihe ist in doppelter Hinsicht ein ungewöhnliches. Während wir mit unseren Beiträgen zur Geschichte der chemischen Industrie Mitteldeutschlands bisher bemüht waren, die mehr als 100 Jahre alte Historie der mitteldeutschen Chemiestandorte um Leuna, Schkopau, Lützkendorf u.a. bis in die Gegenwart zu verfolgen und zu dokumentieren, wenden wir uns mit dem neuen Heft aktuellen Entwicklungstrends zu und blicken sogar etwas in die Zukunft. Bereits mit den Heften 40, 42 und 43 griffen wir die neuere Geschichte dieser Standorte in den 1990er und 2000er Jahren auf. Nun sind wir ganz aktuell und beschäftigen uns in diesem Heft mit dem anstehenden Strukturwandel und dem Übergang der chemischen Industrie in ein Wasserstoff-basiertes Zeitalter.

Ordnungszahl	1	Symbol	H
Name	Wasserstoff	Serie	
Atomgewicht	1,0079		
Elektronenkonfiguration	1	Elektronegativität	2,1

Wasserstoff ist das erste und leichteste Element des 1869 von MENDELEJEV begründeten Periodensystems der Elemente (PSE). Mit der Elektronenkonfiguration 1 und der Ordnungszahl 1 führt es die Reihe der mittlerweile 118 bekannten Elemente an (Bild 1, siehe auch Seite 152 und hintere Umschlaginnenseite)^{1,2)}.

Bild 1 Das Wasserstoff-Kästchen im PSE¹⁾

Wasserstoff ist das häufigste chemische Element im Universum, jedoch nicht in der Erdrinde.¹⁾ Er ist Bestandteil des Wassers und beinahe aller organischen Verbindungen. Gebundener Wasserstoff kommt in Kombination mit dem unverzichtbaren Kohlenstoff in sämtlichen lebenden Organismen vor.

Wasserstoff ist ein sehr reaktionsfreudiges Element. Es ist in Säuren, Basen, Hydroxiden und vielen anderen anorganischen Stoffen sowie in allen, mehr als 40 Millionen organischen Verbindungen enthalten. Jeder Chemiker, Chemikant und Laborant hat in seiner Ausbildung bestimmt schon einmal das Experiment zur Demonstration der Reaktivität und Gefährlichkeit von Alkalimetallen und ‚Knallgas‘ (H_2+O_2) gemacht oder zumindest dabei zugehört: Wirft man ein kleines Kügelchen Kalium oder Natrium auf eine Wasseroberfläche (in einem sicheren Gefäß), so rast es darauf hin und her, setzt dabei Wasserstoff frei und das mit dem Luftsauerstoff gebildete Knallgasgemisch entzündet sich sofort unter starker Feuererscheinung und mit lautem Knall.

¹⁾ <https://de.wikipedia.org/wiki/PSE/Wasserstoff>, aufgerufen 26.6.2021, ²⁾ Jürgen Dunkel und Dieter Schnurpfeil: ‚Ein ungewöhnlicher Streifzug durch das Periodensystem der Elemente‘, Langenbogen, Mai 2016

Wir befinden uns gerade in einem regelrechten ‚Wasserstoff-Hype‘. Täglich wird darüber in Zeitungen und im Fernsehen berichtet. Der durch Elektrolyse des Wassers zu erzeugende Wasserstoff ist nahezu ideal geeignet als Speichermedium der, weil wetterabhängig, ‚fluktuierend‘ anfallenden Wind- und Solarenergie. Und er hat das Potenzial zum Chemierohstoff und zu einem ungemein umweltfreundlichen Treibstoff für unsere Mobilität. Der Vorteil ist dabei unübersehbar: Die Chemieproduktion kann von einer auf endlicher, fossiler Rohstoffbasis fußenden Chemiewirtschaft zum Teil auf eine wasserstoffbasierte, erneuerbare Energien nutzende Rohstoffbasis umgestellt werden und aus den Auspuffen der Wasserstoffautos wird nur noch Wasserdampf in die Umwelt gelangen.

Hört man in diesen Tagen den Reden mancher Politiker zu, so könnte man meinen, der Übergang zu einer Wasserstoffwirtschaft passiert in den nächsten Wochen und Monaten. Aus den Beiträgen der Autoren in diesem Heft wird jedoch deutlich, dass es sich hier um so etwas wie eine Jahrhundertaufgabe handelt, die uns das nächste Jahrzehnt und darüber hinaus sehr stark fordern wird.

Die derzeit in Deutschland produzierte Menge an erneuerbaren Energien reicht gerade einmal dazu aus, die bisher auf Basis fossiler Rohstoffe (insbesondere Erdgas) für die chemische Industrie hergestellten Mengen an Wasserstoff für Hydrierungen und als Synthesegas für andere stoffwirtschaftliche Prozesse zu substituieren. Für einen über die Chemieindustrie hinausgehenden Strukturwandel, wie er in den Beiträgen dieses Heftes angedeutet und beschrieben wird, sind wesentlich größere Mengen an Wind- und Solarstrom erforderlich. Es wird wohl eines starken Ausbaus von Solarproduktionen im eigenen Land und in südlicheren Gefilden (Sahara?) sowie der Erschließung von entsprechenden Transportkapazitäten (Stromtrassen, Pipelines und Spezialtanker) bedürfen, um dieses Problem zu lösen. Außerdem sind ganz erhebliche naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Anstrengungen nötig, um die viel zu hohen Kosten zu senken, die sowohl für die Elektrolyse von Wasserstoff wie auch zur Umwandlung zu klimafreundlichen Treibstoffen heute noch aufzuwenden sind.

Bleiben wir Optimisten und vertrauen wir auf die Fähigkeiten unserer Wissenschaftler und Ingenieure, neue innovative Lösungen zu kreieren!

Prof. Dr. sc. Klaus KRUG

Prof. Dr. habil. Hans Joachim HÖRIG

Dr. rer. nat. habil. Dieter SCHNURPFEIL

Quellenverzeichnis der Bilder

Die Quellen der Umschlagbilder sind im Impressum auf Seite 2 angegeben.

Grußwort Rainer Robra [©]Staatskanzlei und Ministerium für Kultur des Landes Sachsen-Anhalt, Foto Rainer Robra: Andreas Landers

Beitrag ‚Strombasierter Wasserstoff als Chance für Mitteldeutschland‘

(Autor: Dr. Christoph Mühlhaus)

Bilder 1-3,4a+b, 5,6 [©]HYPOS - Hydrogen Power Storage & Solutions East Germany e.V.

Interview Dr.-Ing. Sylvia SCHATTAUER ‚Die Fraunhofer-Elektrolyse-Versuchsplattform in Leuna‘ (Interviewer: Dr. Dieter Schnurpfeil)

Bilder 1-3a+b [©]Fraunhofer IMWS (Michael Deutsch, Michael Kraft)

Beitrag ‚„Die Zukunft, die wir wollen“ - Nachhaltige Lösungen vom Fraunhofer CBP‘ (Autoren: Peggy Kuhs und Gerd Unkelbach)

Bild 1 durch Literaturzitat im Text belegt

Bilder 2-4 [©]Fraunhofer CBP (Bild 2 Fotograf: Gunter Binsack)

Beitrag ‚Sektorenkopplung und zirkuläre Wirtschaft als Schlüssel für einen ganzheitlichen Strukturwandel‘ (Autor: Phillip Suttmeier)

Bilder 1+2 [©] Fraunhofer IMWS/House of Transfer

Bilder 3+4 [©] Fraunhofer IMWS/H2 Competence Hub

Beitrag ‚ Welche Rolle der SCI beim bevorstehenden Strukturwandel in der Chemieindustrie spielen kann ‘ (Autor: Prof. Dr. Thomas Martin)

Bilder 1-5 [©]SCI (Fotograf: Lothar Teschner)

Beitrag ‚Die historische Bedeutung der Braunkohle für die mitteldeutschen Chemiestandorte‘ (Autor: Dr. Christoph Mühlhaus)

Bilder 1-5,7 durch Literaturzitate im Text belegt

Bilder 6+8 im Besitz des Autors

Wasserstoff (Hydrogenium, H, 1. Hauptgruppe, OZ: 1 [1.Periode])

Ganz am Anfang gab es nur Wasserstoff (H) und Helium (He). Durch eine Explosion, einen Riesenknall, dem Urknall, entstand unser Planetensystem („Supernova“, **u.r.**) und aus Wasserstoff und Helium all die anderen Atomkerne des PSE. Das Bild wird eingerahmt von 104 Element-Symbolen vom Wasserstoff (H, OZ:1) bis zum Rutherfordium (Rf, OZ: 104, zwei sind gedoppelt: Ag+Mo, As fehlt, Ha ist ein falsches Symbol). Die Kürzel der Elemente des PSE sind jeweils durch Zeichen der Alchemie voneinander getrennt.

1766 entdeckte Henry CAVENDISH (1731-1810) das Element Wasserstoff (**u.l.**). Für Laborversuche wird das Gas im KIPP'schen Apparat erzeugt (**m.m.**). Industriell lässt es sich aus Kohle, Erdöl, Erdgas, Metallen, Biomasse und Wasser durch thermische, chemische, elektrische und Strahlungsenergie, sowie durch Mikroorganismen, Photosynthese und Gentechnik herstellen (**m.r./o.**). Die gefahrlose Verbrennung eines explosiblen Wasserstoff-Sauerstoff-Gasgemisches gewährleistet ein BUNSEN- bzw. TECLU-Brenner (**m.r./u.**). Heute wird auf diese Weise in Brennstoffzellen aus Wasserstoff und Sauerstoff/Luft elektrischer Strom erzeugt (**o.r.**). Interessant ist dabei: als Abprodukt entweicht nur Wasserdampf.

Der ‚Wasserstoffbaum‘ (**m.l.**) zeigt die vielfältigen Möglichkeiten der Verwendung von Wasserstoff auf. Daraus wird die Bedeutung dieses Elements für Pflanzen, Tiere und den Menschen ersichtlich. Um in die Luft zu steigen, füllte man anfangs Ballons mit Wasserstoff (**m.m.**), was sich infolge der Explosionsgefahr als zu gefährlich erwies. Inzwischen schießt der Mensch Raketen ins All, wie z.B. die Ariane-5-Rakete, die mit Wasserstoff (+O₂) angetrieben wird (**o.r.**).

Auf der Sonne (**o.l.**) wird Wasserstoff zu Helium umgesetzt. Entsprechend der ‚Proton-Proton-Reaktion‘, der in den Sternen ablaufenden Kernreaktionsfolge (**o.m.**) werden unter Freisetzung von Energie aus Wasserstoff Heliumatome aufgebaut. Vom insgesamt vorhandenen Energiepotential der Sonne sind bisher erst 2 % abgestrahlt worden, d.h. noch 98 % stehen in Reserve. Unter Nutzung der Kernfusion entwickelte man Mitte des 20. Jh. die ‚Atom bombe‘ weiter zur ‚Wasserstoff bombe‘. Durch Zündung eines herkömmlichen Atom-(Fissions-) sprengsatzes wird nach Explosion eines Lithium (Li)-Deuterium (D)-Gemisches (Fusionssprengsatz) bei >100 Mio. Grad ein Neutronenstrom ausgelöst, der das Lithiumdeuterid (LiD) unter Freisetzung sehr großer Energiemengen zu Tritium (T) und Helium umwandelt. Dabei wird eine Sprengkraft von mehreren Mio. Tonnen (t) Trinitrotoluol (TNT) erzeugt. Die USA nannten eine ihrer Superwaffen ‚Doomsday‘ (‚Jüngster Tag‘). Die größten Kernwaffentests fanden 1954 auf dem Bikini-Atoll statt (**u.l.**).

Der Mensch als Beherrscher der Natur? Wasserstoff - Segen oder Tod? Die Antwort kann nur lauten: Mit sorgfältiger Hand führen und unseren ‚Blauen Planeten‘ bewahren (**u.m.**). Technologisch umsetzbare Fortschritte zur friedlichen Nutzung der Kernfusion werden bis 2040 erwartet (**o.r.**).

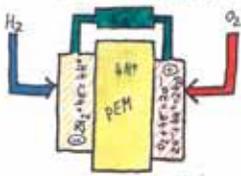
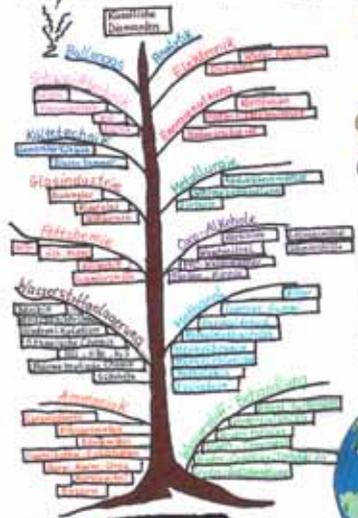
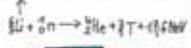
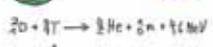
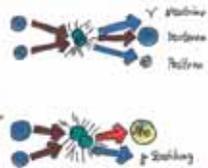
Das Bild entstand als erstes dieser Reihe im Januar 2005 (Originalgröße: Höhe 53 x Breite 39 cm).

*Das Wasserstoffbild ist veröffentlicht im Buch
‚Ein ungewöhnlicher Streifzug
durch das Periodensystem der Elemente‘,
Mai 2016 [ISBN 978-3-942703-57-4]*

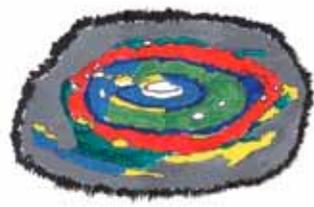
Bilder: Dr. Jürgen DUNKEL
Texte: Dr. Dieter SCHNURPFEL

Hf	Pr	W	Tc	F	At	Os	Np	Gd	Rn	Rf	K	He	Cs	Es	B	Yb	Tm	La	Ce	Ac	Sb	Hg								
Ag	Cm	Pb	Be	Bi	Cr	Gf	Ba	Md	Rb	Ni	Tb	Dy	Fe	Mo	Pt	Au	Pd	Th	Ha	Ru	Ra	Zn	V	Ti	Mn	Lu	Fr	Ag	H	
Al	Ga	Jr	Hg	O	Ne	IT	Mo	Si	Me	Ni	Eu	Am	Ho	C	Lr	Sm	Pu	F	Na	Cl	Cu	Re	Y	Sr	Co	Cl	S	No	Ir	
Po	U	Ge	Ar	Ca	Li	Rh	P	Nb	Er	J	Kr	Pa	Te	Sr	Nd	Br	Bi	Ra	Sc	Sc	Zr	Jn								

Handwritten title in a stylized script, possibly reading "Science and Nature".



1765



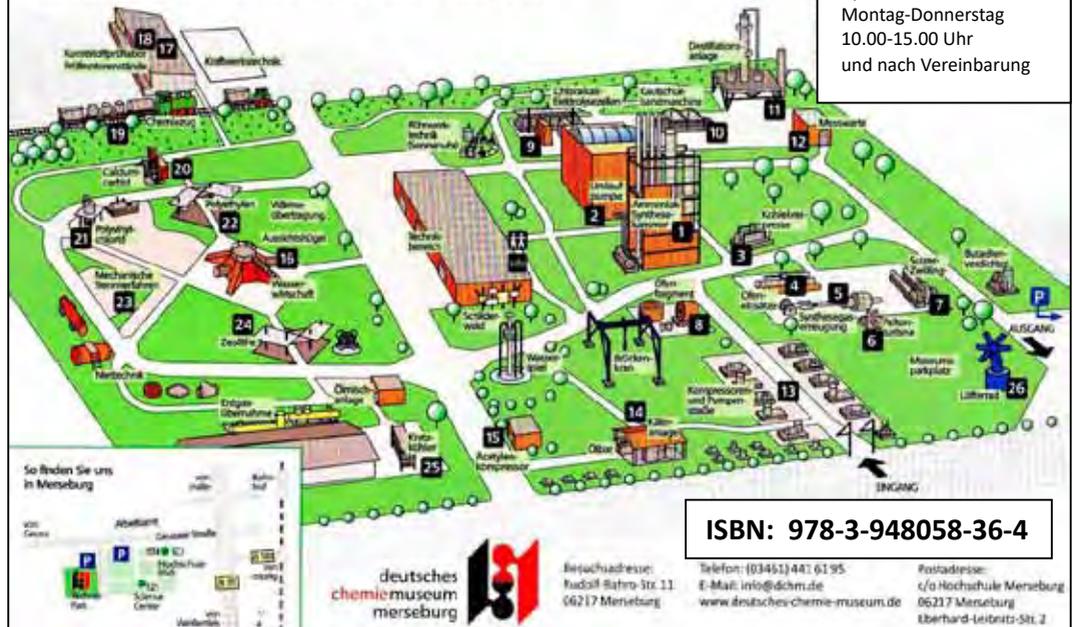


LAGEPLAN

wichtiger Anlagen und Großexponate im Technikpark

Öffnungszeiten:

April-Oktober
Montag-Donnerstag
10.00-15.00 Uhr
und nach Vereinbarung



So finden Sie uns in Merseburg



deutsches
chemiemuseum
merseburg



Besuchadresse:
Rudolf-Braun-Str. 11
06217 Merseburg

Telefon: (03461) 441 61 95
E-Mail: info@dchm.de
www.deutsches-chemie-museum.de

Postadresse:
c/o Hochschule Merseburg
06217 Merseburg
Eberhard-Leibnitz-Str. 2

ISBN: 978-3-948058-36-4