Juni 2018

VAA Magazin

Zeitschrift für Führungskräfte in der Chemie

Industrie hilft Klimaschutz:

Vom Stahl zur Chemie

Einkommen von Führungskräften:
Vom Bonus zum Fixgehalt

44 Prozent

Stickstoff, 23 Prozent Kohlenmonoxid, 21 Prozent Kohlendioxid (CO_2), zehn Prozent Wasserstoff und zwei Prozent Methan – dies sind die Bestandteile von Hütten- beziehungsweise Kuppelgasen. Langfristig sollen die bei der Stahlproduktion entstehenden Gase nach ihrer Reinigung und Aufbereitung für die Produktion von Chemikalien genutzt werden. Damit lässt sich der CO_2-Ausstoß dauerhaft verringern.

20 Millionen

Tonnen des jährlichen CO_2-Ausstoßes der Stahlbranche in Deutschland sollen durch das Projekt „Carbon2Chem“ künftig wirtschaftlich nutzbar gemacht werden. Dies entspricht rund zehn Prozent der jährlichen CO_2-Emissionen der Industrie und des verarbeitenden Gewerbes.

Foto: torwaiphoto – Fotolia

0,0381 Prozent

misst zurzeit die Konzentration von Kohlendioxid (CO_2) in der Luft. Die chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff entsteht auch bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern und Kraftstoffen.

1910

haben die deutschen Chemiker Fritz Haber und Carl Bosch das Haber-Bosch-Verfahren entwickelt, ein industrielles Verfahren zur Synthese von Ammoniak – ein Vorprodukt für Düngemittel – aus atmosphärischem Stick- und Wasserstoff. Diese chemische Reaktion verläuft bei einem Druck von 200 bis 300 Bar und einer Temperatur von 350 bis 450 Grad Celsius. Ein eisenhaltiger Katalysator beschleunigt die Umwandlung.

1,8 Gigawattstunden

Strom werden benötigt, um eine Stadt mit 250.000 Einwohnern ein Jahr lang mit Energie versorgen zu können. Mittlerweile gewinnen betriebseigene Kraftwerke von Stahlherstellern ihre Energie aus Kuppelgasen, die bei der Stahlproduktion in der Kokerei, den Hochöfen und im Stahlwerk entstehen.

Foto: kwanchaift – Fotolia

KUPPELGAS ALS ROHSTOFF

Aus der Hütte ins Chemiewerk

Sowohl bei der Herstellung von Stahl als auch von Chemikalien fallen große Mengen an klimarelevanten Gasen wie Kohlendioxid (CO_2) an. Können energie- und rohstoffintensive Industrien da auf Dauer wettbewerbsfähig bleiben und gleichzeitig den Klimaschutz vorantreiben? Ja, indem sie innovative Technologien nutzen und bestehende Prozesse optimieren. Doch in einem neuen, crossindustriellen Projekt geht man noch einen großen Schritt weiter und denkt branchenübergreifend: CO_2 soll aufgefangen und in Chemieprodukte umgewandelt werden. So werden zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: Zum einen werden die CO_2-Emissionen des Stahlwerks gesenkt, zum anderen spart die Chemie fossile Rohstoffe wie Erdgas oder Erdöl ein. In einer End-of-pipe-Lösung wird das Hüttengas zum Synthesegas, und damit zu einem wertvollen Rohstoff. Mittelfristig sollen verschiedene Industriezweige so miteinander verkoppelt werden, dass sie flexibel auf die jeweiligen Anforderungen des Marktes reagieren können.

Von Timur Slapke

Tief im Ruhrpott, direkt am Duisburger Rheinufer, rauchen die Schlote und dampfen die Hütten rund um die Uhr. Gleich drei Hütten- und Walzwerke des traditionsreichen deutschen Stahlproduzenten thyssenkrupp liegen hier, zwei weitere im näheren Umfeld. Und über dem größten Binnenhafen Europas, etwas weiter nördlich, betreibt das Unternehmen auch ein Kraftwerk, in dem die bei der Stahlerzeugung entstehenden Gase, auch Hütten- oder Kuppelgase genannt, praktischerweise in Strom umgewandelt werden. Schon heute wird der größte Teil aller Hüttengase dafür genutzt – emittiert wird fast nichts mehr. „Denn Hüttengas hat einen Wert und gehört nicht in die Luft geblasen“, sagt Dr. Markus Oles. Bei thyssenkrupp leitet Oles den Bereich Innovation, Strategie und Projekte. Dabei betreut er unter anderem die Entwicklung neuer Projekte und Geschäftsfelder im Bereich Technologie, Digitalisierung und Nachhaltigkeit.

Für die nachhaltigere Gestaltung seiner Zukunft hat sich der Essener DAX-Konzern eine Menge vorgenommen: Man will das Hüttengas umleiten, einen Teil für die Produktion chemischer Vorprodukte für Kraftstoffe, Kunststoffe oder Dünger einsetzen und gleichzeitig den Ausstoß an Kohlendioxid (CO_2) reduzieren. Dafür haben sich insgesamt 17 Projektpartner aus Industrie und Wissenschaft zusammengeschlossen, um im Projekt „Carbon2Chem“ an einem Strang zu ziehen. Bildlich gesprochen sind die beteiligten Forschungsinstitute vorgeschaltete Schnittstellen zwischen der Stahlhütte und dem Chemiewerk, das am Ende mit der Hütte verbunden sein soll. Die Wissenschaftler versuchen, das Ausgangsmaterial des Stahlwerks zu analysieren und die Verarbeitung so zu optimieren, dass es auch von Chemieunternehmen im hochskalierten industriellen Prozess genutzt werden kann.

Das Investitionsvolumen ist mit 84 Millionen Euro allein für die ersten vier Jahre beachtlich. Mit rund 60 Millionen Euro Fördermitteln vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ist Carbon2Chem derzeit der größte BMBF-Einzelförderposten. Bis 2025 planen die beteiligten Partner Investitionen von mehr als 100 Millionen Euro.

Warum der enorme Aufwand? „Auf der einen Seite bestand für uns als großen CO_2-Emittenten ein großer Druck, die Stahlproduktion zukunftssicher zu gestalten“, gibt Markus Oles im Essener Hauptquartier von thyssenkrupp offen zu. „Auf der anderen Seite weisen wir im Haus auch eine große Expertise im Bereich Chemieanlagenbau auf.“ Zu einer ordentlichen Hütte gehören neben einem Hochofen auch eine Kokerei und ein Stahlwerk. „Neben Stahl und Koks wird eine Menge an Prozessgasen erzeugt“, erklärt Oles. „Die Zusammensetzung dieser Gase ähnelt durchaus den in der Chemieindustrie eingesetzten Synthesegasen.“

In einem Stahlwerk wird in etwa so viel ▶

Gas hergestellt wie in einem großen Chemiewerk. Das weiß auch Markus Oles. Vor seiner Tätigkeit bei thyssenkrupp hat Oles 13 Jahre in der Chemieindustrie gearbeitet. Daher kennt er die Spezifika und Unterschiede, aber auch die Gemeinsamkeiten beider Branchen sehr gut. „Im Hüttengas sind die verschiedenen Rohstoffe für die Chemieprodukte unterschiedlichster Art enthalten. Mit ihnen kann Alkohol, Methanol oder Düngemittel bis hin zu Schaumstoffen produziert werden.“ Deswegen habe man auch sehr schnell Unternehmen wie AkzoNobel, Covestro, Evonik oder die BASF als Partner gewinnen können, die ja ein breit gefächertes, aber größtenteils nicht deckungsgleiches Produktportfolio aufweisen. „Was für die Stahlindustrie die Kohle ist, sind für die Chemieindustrie Erdöl und Erdgas – beide Branchen suchen letztlich nach Alternativen zu fossilen Energieträgern und Rohstoffquellen.“

Aus Sicht von Markus Oles verfolgt zurzeit jede Industriebranche für sich genommen eher ihren eigenen silohaften Innovationsansatz: „Carbon2Chem hat einen Modellcharakter und soll der branchenübergreifenden Prozessintegration dienen.“ Man wolle damit den Einstieg in die crossindustrielle Innovation schaffen. Crossindustriell ist genau das passende Stichwort für Prof. Görge Deerberg vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Der Stellvertretende Institutsleiter und Geschäftsfeldleiter Prozesstechnik gibt zu Bedenken, dass unternehmensbezogene Selbstoptimierung im crossindustriellen Verbund nicht mehr funktionieren werde. „Es kann durchaus sein, dass der Gesamtverbund weit mehr Optimierungspotenzial bietet, als die Summe der einzelnen Optima.“ Diese Optimierungseffekte, Chancen und Risiken, Gewinne und Verluste müssen unter den Partnern aber auch fair verteilt werden. Hierzu werden im Projekt passende Geschäftsmodelle entwickelt, die auch langfristig anpassungsfähig sein müssen.

Hüttengase aus einem großen Hüttenwerk können bei einzelnen Produkten im Chemiebereich durchaus für nennenswerte Anteile an Weltmärkten reichen, warnt UMSICHT-Experte Deerberg. „Das wäre ein erheblicher Markteingriff. Wenn man die großen Mengen an Kohlenstoff aus Hüttengas – in Deutschland schätzungsweise ein Potenzial für Chemieprodukte von rund fünf Millionen Tonnen pro Jahr – mit der Kohlenstoffmenge für erdölbasierte Produkte vergleicht, dann ist dies schon viel.“ Der Kohlenstoffbedarf der deutschen Chemieindustrie liegt in der Größenordnung 15 Millionen Tonnen pro Jahr, der für Kraftstoffe bei 50 Millionen Tonnen. „Man sieht dabei, dass die angestrebten Produktmengen auch zu den Märkten passen müssen.“

Bei Carbon2Chem wird im crossindustriellen Produktionsverbund der Einsatz fossilen Kohlenstoffs vermieden. Dies erfolgt allerdings nicht in der Stahlproduktion, präzisiert Görge Deerberg, sondern in der chemischen Produktion. „Denn es wird in der chemischen Produktion Kohlenstoff aus fossilen Quellen in erheblicher Menge vermieden.“ Langfristig bedeute dies einerseits eine gravierende Vermeidung von Kohlenstoffeinsatz, aber auch eine Diversifizierung in der Rohstoffversorgung der Wirtschaft.

Carbon2Chem lebt von der Skalierbarkeit und einem sichtbaren Eintrag für den Klimaschutz. „Bei dieser Menge an CO_2 brauchen wir also ein Endprodukt, aus dem man wiederum verschiedene Folgeprodukte in unterschiedlichen Mengen und mit unterschiedlichen Preisen herstellen kann, die man untereinander entsprechend anpassen kann“, stellt der Geschäftsführende Direktor und Leiter der Abteilung Heterogene Reaktionen am Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion in Mülheim an der Ruhr Prof. Robert Schlögl fest. „Deswegen können wir uns nicht auf ein einzelnes Endmolekül fixieren und stellen ein Plattformmolekül her.“ Schlögl ist gemeinsam mit Markus Oles und Görge Deerberg einer der drei Projektkoordinatoren des Carbon2Chem-Projektes. Der aus München stammende Chemiker war auch 2011 bei der ersten Skizze der Grundidee gemeinsam mit dem thyssenkrupp-CTO Dr. Reinhold Achatz dabei. „Den Anstoß gegeben hat ein Mittagessen in der Staatskanzlei mit der damaligen nordrhein-westfälischen Ministerpräsidentin Hannelore Kraft.“

Pfadfinder für Investitionen

Die Produktpalette des Carbon2Chem-Verbundes ist nicht kompetitiv konzipiert, sondern ergänzend. „Je nach Strompreis und Energieversorgungssituation wollen wir zwischen den verschiedenen Produkten hin- und herschalten können“, beschreibt Robert Schlögl. Deswegen seien auch Energieversorger mit an Bord. „Wir haben eine Methanolanlage in Duisburg stehen, die 1.000 Tonnen Methanol im Jahr produziert“, so Schlögl weiter. „Das dazu benötigte Gas stellen wir auch selbst aus den Hüttengasen her.“ So spart man sich gleich die vielen akademischen Nebenwege, die man im Labor gehen muss, die aber am Ende im großen Maßstab unwichtig sind. „Wenn es schiefgeht, trauen wir uns zu, zu erkennen, warum es schiefgeht.“ Extra dafür sei mit dem Planck-Labor in Oberhausen bei Fraunhofer UMSICHT eine spezielle Infrastruktur geschaffen worden. „Wir erbringen für unsere Partner eine Versicherungsleistung zur Problemlösung“, beschreibt Schlögl die Rolle der Wissenschaftler. „Wir spielen bei Carbon2Chem sozusagen den Pfadfin-

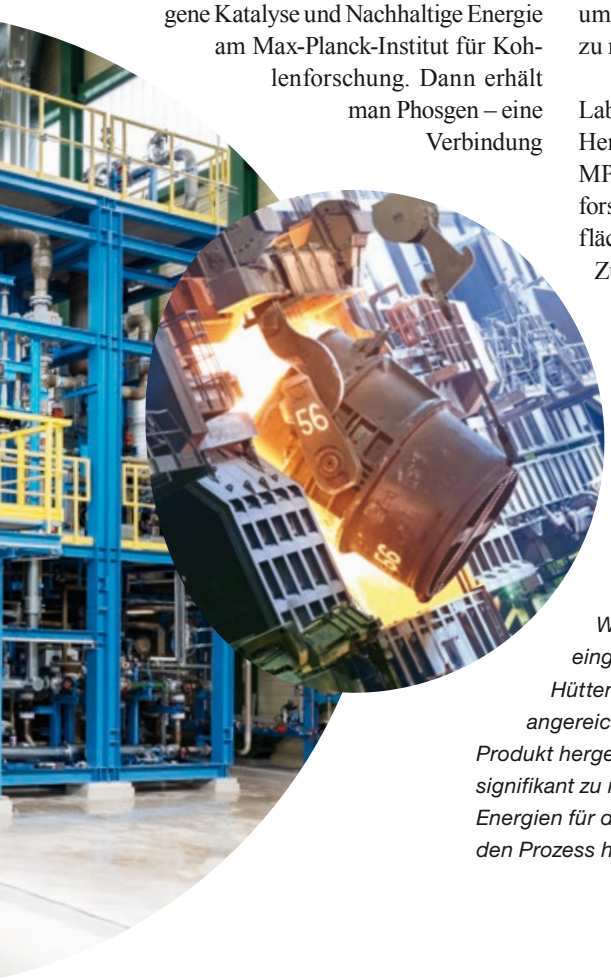
der, um später eine Empfehlung für eine Investitionsentscheidung in Milliardenhöhe auszusprechen."

Zu Robert Schlögls Tagesgeschäft gehört die Analyse katalytischer Prozesse. „Wir entwickeln keine neuen Katalysatoren, sondern wir tauchen ganz tief in die bestehenden Prozesse hinein, um die für unsere Ziele nötigen Erkenntnisse zu gewinnen." Diese Vorarbeiten passieren praktisch parallel zum Test im Großmaßstab, um den zeitlichen Rahmen von zehn Jahren einhalten zu können. „Wenn ein Problem auftritt, müssen wir es sofort lösen. Dafür machen wir unsere Fingerübungen im Labor."

Ebenfalls in Mülheim an der Ruhr, gleich im Gebäude nebenan, forscht Dr. Harun Tüysüz – ebenfalls an katalytischen Prozessen. „Unser Ziel ist die Umwandlung von Kohlenmonoxid (CO), Chlor (Cl_2) und Alkoholen in Polymere." Basis für das CO sollen die Hüttengase sein, die dort natürlich nicht in Reinform, sondern als Gasgemisch entstehen. „Zusammen mit unserem Industriepartner bringen wir CO und Chlor mithilfe von Katalysatoren zur Reaktion", erklärt der Gruppenleiter der Arbeitsgruppe Heterogene Katalyse und Nachhaltige Energie am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung. Dann erhält man Phosgen – eine Verbindung zwischen einem Kohlenstoff-, einem Sauerstoff- und zwei Chloratomen. „Bei der Umsetzung von Phosgen mit Alkoholen, wie zum Beispiel Phenol, erhalten wir Carbonate. Daraus kann man Polycarbonate herstellen, aus denen wiederum Kunststoffe produziert werden können."

Die Herstellung von Phosgen mithilfe kohlenstoffbasierter Katalysatoren ist ein industrieller Prozess, der sich bewährt hat. „Das größte Problem dabei ist die Standzeit, da die Katalysatoren nach einer bestimmten Zeit ihre Aktivität verlieren", weiß Harun Tüysüz. „Deshalb wollen wir diesen Prozess besser verstehen und optimieren." Innerhalb des Carbon2Chem-Teilprojekts „Carbon2Polymers" arbeitet Tüysüz' Team besonders eng mit der RWTH Aachen und dem Leverkusener Polymerhersteller Covestro zusammen. „Die für die Herstellung benötigten Katalysatoren müssen eine hohe Ausbeute und Selektivität bei möglichst wenigen Nebenprodukten gewährleisten", bestätigt Karen Perrey. Bei Covestro ist die Chemieingenieurin im Bereich Klima, Energie und Kreislaufwirtschaft, Strategie und Energiepolitik tätig. „Darüber hinaus müssen neue Reaktionswege und Reaktorkonzepte entwickelt werden, um den Schritt zum industriellen Maßstab zu machen."

Labortests durchführen, Katalysatoren auf Herz und Nieren prüfen – die Mülheimer MPI-Forscher sind klar für die Grundlagenforschung zuständig. Sie nehmen die Oberflächenstruktur von Katalysatoren und deren Zusammenspiel mit Chlor und Kohlenmonoxid genau unter die Lupe. Tüysüz erläutert: „Dazu haben wir in unserem Labor eine Anlage gebaut, in der wir die thermische Adsorption und Desorption der Gase auf den Katalysatoren messen können. Die Adsorptionsqualitäten unserer Katalysatoren können wir verändern und mit bestimmten Eigenschaften verbinden." Es wird praktisch eine Art Prescreening durchgeführt, um anschließend die Daten mit den Kollegen von Covestro zu vergleichen.



Im April hat thyssenkrupp in seinem Technikum in Duisburg erstmalig die Wasserelektrolyse für den Dauerbetrieb eingeschaltet. Dort werden die realen Hüttengase aufgereinigt und mit Wasserstoff angereichert. So wird daraus ein chemisches Produkt hergestellt. Um den CO_2-Fußabdruck signifikant zu reduzieren, wird Strom aus erneuerbaren Energien für die Wasserstoffelektrolyse zusätzlich in den Prozess hineingegeben. Fotos: thyssenkrupp

In Leverkusen fährt man zweigleisig: Unter dem Dach von Carbon2Chem werden bei Covestro sowohl die Nutzung von CO_2 als auch von CO betrachtet, um damit Polymerbausteine herzustellen. „CO aus Abgasströmen wollen wir vor allem zur Herstellung des Hochleistungskunststoffs Polycarbonat verwenden, der beispielsweise in Autoscheinwerfern eingesetzt wird", berichtet Karen Perrey. Aus ihrer Sicht kommt es ganz besonders auf die Reinheit der Rohstoffe an: „Ein neuer CO-basierter Baustein muss auch in dieser Hinsicht dieselben hohen Anforderungen erfüllen wie ein herkömmlicher." Mit CO_2 wiederum zielt Covestro auf eine weitere zentrale Komponente für Polyurethan-Schaumstoffe ab, die sogenannten Isocyanate. Auch diese werden bislang üblicherweise komplett aus fossilen Rohstoffen wie Erdöl hergestellt, von denen ein Teil durch CO_2 ersetzt werden soll. „Grundsätzlich besteht beim CO_2-bezogenen Projektteil von Carbon2Polymers noch mehr Forschungsbedarf als beim CO-bezogenen, einfach weil wir beim CO schon näher an den Endprodukten sind", stellt Karen Perrey fest. Die Qualität der Produkte müsse jederzeit den Anforderungen der Kunden gerecht werden. „Das gilt auch für solche auf Basis alternativer Rohstoffe."

Bausteine fürs Prozessgebäude

Mit insgesamt sieben großen Teilprojekten ist Carbon2Chem bereits äußerst breit aufgestellt. Die projektumspannende Zusammenarbeit gehört für UMSICHT-Experte Görge Deerberg zum Alltag. „Wir nehmen eine Art Transferfunktion wahr und möchten die Technologie aus der Grundlagenforschung in die Anwendung bringen." Im Gesamtprojekt wird aus den einzelnen Prozessbausteinen ein großes Prozessgebäude gebaut. Jeder Baustein müsse dort an der richtigen Stelle sitzen und die richtige Funktion erfüllen, verdeutlicht Deerberg. „Diese Prozessintegration bereiten wir mit Modellierungen und Prozesssimulationen vor." Ein Vorteil des Projektes: Alle Unternehmen haben Interesse an Resultaten, die nicht unbedingt nur im ▶

Zusammen mit dem Ludwigshafener Chemiekonzern BASF wurde in einem Carbon2Chem-Teilprojekt die Produktion von Oxymethylenether untersucht. Mittlerweile ist das Teilprojekt erfolgreich aus Carbon2Chem ausgegliedert worden und wird getrennt weiterentwickelt. Foto: BASF

Rahmen von Carbon2Chem verwendet werden können. „Jedes unserer Projektmodule kann auch für sich genommen entwickelt werden“, hebt Deerbergs Kollege aus dem Koordinatorenkreis Robert Schlögl hervor. „Umgekehrt fällt auch beim Ausfall eines Moduls unser Projekt nicht gleich zusammen.“

Bevor das als Mischgas austretende Hüttengas, das noch Kohle- und Eisenstaub enthält, industriell genutzt werden kann, muss es gereinigt werden, sodass die Komponenten Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickstoff und Wasserstoff genutzt werden können. Die Reinheit der Ausgangsgase gehört zu den größten Herausforderungen für das Gesamtprojekt. Laut Robert Schlögl müsse man Tausende von Spurenverunreinigungen entfernen, weil sonst die katalytischen Prozesse wegsterben. Dafür werden zuerst die Verunreinigungen analysiert. „Im Endeffekt unterscheidet sich das Gas gar nicht so sehr von dem alten, aus Kohle gewonnenen Synthesegas aus dem letzten Jahrhundert“, blickt Robert Schlögl zurück. Auch das Stadtgas hatte vor 50 Jahren eine ähnliche Zusammensetzung. „Deshalb analysieren wir die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der katalytischen Prozesse und der Gasreinigungsverfahren von früher und von heute.“ Dazu baut der Carbon2Chem-Partner Linde eine entsprechende Anlage – nicht im Labor, sondern direkt in einem industriellen Maßstab.

Schlögl ist guten Mutes: „Wir trauen uns das zu, die Probleme direkt im großen Multitonnenmaßstab zu erkennen und zu lösen.“ Ihm pflichtet auch UMSICHT-Forscher Görge Deerberg bei: „Wir können das Gas im Prinzip beliebig weit reinigen – das funktioniert und ist lediglich eine Kostenfrage.“ Aber wenn sich in der Entwicklung herausstelle, dass die Katalysatoren gegen einige Störkomponenten im Gas tolerant seien, könne man möglicherweise einzelne Reinigungsschritte weniger aufwendig und kostengünstiger gestalten.

Momentan hat das auf zwölf Jahre ausgelegte Carbon2Chem-Projekt gerade einmal die erste Hälfte der ersten vierjährigen Phase absolviert. Es wurden aber schon zahlreiche Machbarkeitsnachweise erbracht, Anlagen gebaut und wichtige Ergebnisse gewonnen. „Wir sind noch an einem frühen Zeitpunkt, aber auf einem guten Weg“, ist Harun Tüysüz vom MPI für Kohlenforschung optimistisch. Am Ende kommt es bei Carbon2Chem auf den Gesamtverbund und das Gelingen der stofflichen und energetischen Integration an. „Wichtig ist auch, wie viel Energie in den Prozess hineingesteckt und wie viel CO_2 am Ende wirklich eingespart wird“, mahnt Karen Perrey. Ist die stoffliche und energetische Integration der Produktionen in einen Verbund erfolgreich, müsse dann noch die Bewertung der Nachhaltigkeit in die richtige Richtung zeigen. Und natürlich wollen die

Unternehmen am Ende Geld verdienen. „An der Wirtschaftlichkeit muss sich der Erfolg des Projektes messen lassen."

MPI-Wissenschaftler Robert Schlögl sieht nicht in der Technologie, sondern in der Steuerung der Technologien im Gesamtverbund die größte Herausforderung. „Dieser Verbund muss auch sehr gut ins deutsche Stromnetz eingebettet werden, weil er einen so großen Strombedarf haben wird wie etwa ein großes Aluminiumwerk." Für Markus Oles von thyssenkrupp kommt es daher auf die finale Ökobilanz an. „Wir haben am Ende die bessere Ökobilanz, weil bei uns CO_2 als punktförmige Quelle in einem industriell nutzbaren Prozess anfällt, die auch komplett weiterverarbeitet werden kann." Auch Görge Deerberg sieht in einer erfolgreichen Umsetzung des Projektes ein Zukunftsmodell, um den technologischen Vorsprung zu sichern und langfristig Zeit für eine komplette Umstellung auf eine erneuerbare Rohstoffbasis zu gewinnen. „Unser Zeithorizont bei Carbon2Chem beträgt zehn Jahre – eine realistische Umstellung der Industrie auf Erneuerbare wird wohl mindestens dreißig Jahre benötigen." Bis spätestens 2030 soll eine Chemieanlage neben der Duisburger Stahlhütte einen Großteil der technisch verfügbaren Hüttengase weiterverarbeiten können.

Zukunft für den Export

Ein weiterer Business Case ist die Entwicklung von Anlagen, die auf andere Stahlwerke an anderen Standorten übertragen werden können. Oles fallen weltweit 50 bis 60 mit Duisburg vergleichbare Stahlstandorte ein, an denen diese Lösung „praktisch eins zu eins" umgesetzt werden könnte. „Wir wollen unsere Technologie nicht nur in Deutschland einsetzen, sondern auch in andere Länder exportieren, in denen der Handlungsbedarf zum Teil erheblich ist", ergänzt Görge Deerberg. „Wir haben hier die Chance, als Markt- und Technologieführer weltweit einen echten Impact für den Klimaschutz zu erzielen und gleichzeitig auch ein erfolgreiches Geschäftsmodell zu etablieren."

Damit das Gesamtprojekt funktioniert, bedarf es einer offenen und transparenten Kommunikationskultur. „Das ist schon einzigartig, weil bei uns ja auch Wettbewerber am Tisch sitzen und an einem Strang ziehen", betont Robert Schlögl. „Uns treibt alle ein großer Pioniergeist an, weil wir hier die Chance haben, innerhalb kürzester Zeit eine neue, bleibende Struktur in der Industrielandschaft zu schaffen." Diese Struktur soll aber nicht nur nach oben, sondern auch nach unten skalierbar sein. Denn auch Zementwerke und Müllverbrennungsanlagen emittieren CO_2 und können dieses Gas als Chemierohstoff zur Verfügung stellen. Markus Oles fasst zusammen: „Ob Stahl oder Zement – am Ende steht dann immer ein Chemiewerk." ■