

Erste Schritte zum Ökostahl

Die Stahlherstellung verursacht enorme Emissionen. Eine Reihe von Forschungsanstrengungen zeichnet mittlerweile vor, wie der Weg in Richtung einer klimaneutralen Produktion aussehen könnte.

Alois Pumhösel

Im Ringen um die Verringerung von CO₂-Emissionen gibt es einfach umsetzbare Maßnahmen, die mit gegenwärtiger Technologie realisierbar sind. Auch wenn es auf den ersten Blick nicht so scheint, gehört die Verbannung der fossilen Rohstoffe aus dem Kurzstreckenverkehr, aus der Wohnraumheizung und der Elektrizitätsgewinnung eher zu diesen „low hanging fruits“. Weiter oben hängen die Früchte, bei denen erst neue Technologien entwickelt werden müssen, um bestehende Leistungen aufrechtzuerhalten. Angesprochen sind hier etwa die Zementindustrie, der Flugverkehr oder die Stahlindustrie.

Die Konzepte für die Ökologisierung dieser Bereiche liegen vielfach bereits vor. Mit Instrumenten wie Emissionshandel und CO₂-Steuern, die in Österreich und anderen Ländern etabliert werden, soll der Verzicht auf fossile Ressourcen letztendlich auch wirtschaftlich Sinn ergeben. Doch der Weg in die Praxis ist noch weit. Bis in Österreich etwa die Stahlindustrie – sie gehört zu den größten CO₂-Emittenten des Landes – klimaneutral produzieren kann, wird es wohl noch Jahrzehnte dauern. Die Technologien und Strukturen einer klimafreundlicheren Industrie bilden sich immerhin bereits heraus. Sie lassen mittlerweile ein klares Bild entstehen, in welche Richtung es gehen kann.

Im Bereich der Stahlindustrie geben zwei großangelegte Projekte Zeugnis dieser Entwicklungen. Zum einen wird im Rahmen von „Underground Sun Storage 2030“ (USS 2030) erforscht, wie man Wasserstoff in großen Mengen unterirdisch speichern kann. Auf der anderen Seite versuchen die Entwickler in „Carbon Cycle Economy Demonstration“ (C-CED) einen Kohlenstoffkreislauf zu etablieren, bei dem in Industrieanlagen abgeschiedenes CO₂ gemeinsam mit Wasserstoff wieder in Methan, also Erdgas, verwandelt wird. Beide Projekte werden vom Gasspeicherunternehmen RAG Austria koordiniert und von Klima-



In der Gemeinde Gampern in Oberösterreich wird eine Forschungsanlage gebaut, die die gesamte Prozesskette rund um die Wasserstoffspeicherung im Untergrund abbildet.

Foto: RAG/steve.haldler.com

fonds und Klimaschutzministerium unterstützt.

Auch das metallurgische Forschungszentrum K1-MET in Linz ist bei beiden Projekten mit an Bord, um die Technologien auch für die Stahlindustrie nutzbar zu machen. Irmela Kofler arbeitet hier im Forschungsbereich Low Carbon Energy Systems an Prozessen einer ökologischeren Stahlherstellung. Als eine zeitnah praxistaugliche Variante sieht sie die Nutzung von Wasserstoff und Methan in bestehenden Anlagen. „Die Reduktion von Eisen-erz in klassischen Hochöfen ist ein durchoptimierter Prozess, der aber zumindest zum Teil mit Wasserstoff betrieben werden kann“, erklärt Kofler. Reduktion bedeutet, dass dem Erz – chemisch betrachtet ist es

Eisenoxid – der Sauerstoff entzogen wird. Es wird mittels Koks aufgeschmolzen, das dabei frei werdende Kohlenmonoxid verbindet sich mit dem Sauerstoff des Erzes zu CO₂. „Etwa zehn Prozent des Koks können durch Wasserstoff und Methan ersetzt werden, ohne den Betrieb zu beeinträchtigen“, sagt Kofler.

100 Prozent Wasserstoff

Weiter in der Zukunft liegt die Etablierung einer vollkommen neuen Reduktionsart für den Praxisbetrieb: die sogenannte Wasserstoffplasma-schmelzreaktion. Dabei wird ein Lichtbogen genutzt – ein Prinzip, das an eine Blitzentladung erinnert. Hohe Spannung ionisiert Gas und verwandelt es in Plasma, wodurch es leitfähig wird. In diesen

Lichtbogen wird ein Gemisch aus Wasserstoff und gemahlenem Erz gebracht. Wasserstoff verbindet sich hier gut mit dem Sauerstoff aus dem Erz, das in Reinform zurückbleibt. Das im Rahmen des Projekts „Su Steel“ entwickelte Verfahren wird im Moment bei K1-MET in einer kleinformigen Pilotanlage erprobt und weiterentwickelt.

Eine Umstellung der heimischen Stahlindustrie auf Plasmareduktion würde enorme Mengen an grünem Wasserstoff benötigen. Um ihn zu erzeugen, wären 20 Großwasserkraftwerke nötig, rechnet Kofler vor. Doch auch bereits die Beimischung in Hochöfen benötigt Mengen, die auf absehbare Zeit nicht in Österreich produziert werden können. Es braucht also entsprechende Im-

portquellen – die RAG-Austria kooperiert etwa mit Partnern in der Ukraine für eine Wasserstoffherstellung aus Wind- und Sonnenstrom. Und es braucht großangelegte Speichermöglichkeiten, die die Produktion mit Sonnenstrom aus dem Sommer für den Winter lagern. Hier kommt nun das USS 2030 ins Spiel.

Im Fokus stehen dabei aufgelassene Erdgaslagerstätten. Sie werden auf ihre Fähigkeit, Wasserstoff aufzunehmen, geprüft. In den nächsten Jahren sollen rund um eine frühere Lagerstätte in Gampern in Oberösterreich Anlagen entstehen, die die gesamte Prozesskette der Herstellung, Speicherung und Aufbereitung des Wasserstoffs zu Forschungszwecken abbilden. Das Gas wird dabei nach der Entnahme genau analysiert, um Veränderungen, Verunreinigungen oder eine Vermischung mit Erdgasresten festzustellen. „Wir werden einen Teil des entnommenen Wasserstoffs verwenden, um Reduktionsversuche damit zu machen“, sagt Kofler. „Im Moment gehen wir aber nicht davon aus, dass eine weitere Aufbereitung des Gases für die Hochofenbeimischung notwendig sein wird.“

Wandlung im Untergrund

Solange die Industrie noch CO₂ produziert, macht es Sinn, es dem Abgasstrom gleich wieder zu entnehmen. Auch dafür wird – im eben gestarteten Projekt C-CED – eine Pilotanlage etabliert, sagt Kofler. Und auch die aufgelassenen Erdgaslagerstätten spielen wieder eine Rolle. Das Prinzip hier: Wasserstoff und CO₂ werden in den Untergrund gepumpt, wo spezielle Archaeobakterien die Bestandteile zu Methan vereinen, das dann wiederum im Erdgasnetz – und als Beimischung im Hochofen – verwendbar wird. Kofler: „Sofern wirtschaftlich darstellbar, könnte der so entstandene Kohlenstoffkreislauf helfen, die CO₂-Emissionen der Stahlindustrie wesentlich zu verringern.“

www.uss-2030.at

GEISTESBLITZ

Zwischen Schwerkraft und Quantenwelt



Foto: privat

Peter Asenbaum prüft, ob Quantenzustände durch die Gravitation beeinflusst werden.

Wie bringt man die Kräfte, die bei kleinsten Teilchen wirken, mit jenen der großen Strukturen der Welt in einer umfassenden Theorie zusammen? Quantenmechanik und Gravitation in einem physikalischen Weltbild zu vereinen ist eine der bedeutendsten Aufgaben der modernen Physik. Auf dieser Suche nach einem „missing link“ zwischen den beiden Welten ist es hilfreich, wenn man mit hochgenauen Experimenten die Wirkung der Schwerkraft überprüft. Würde die Gravitationstheorie verletzt, wäre das ein Hinweis auf eine neue Theorie.

Bei dieser Art von Messungen steht oft das sogenannte Äquivalenzprinzip als eine der Grundlagen der Gravitationstheorie im Zentrum der Überlegungen. „Das Äquivalenzprinzip besagt: Je lokaler eine Messung durchgeführt wird, desto weniger Auswirkungen der Gravitation kann man sehen. Theorien, die Gravitation und die anderen fundamentalen Wechselwirkungen zusammenbringen, sind kaum ohne eine Verletzung dieses Prinzips vorstellbar“, sagt Peter

Asenbaum. Der Quantenphysiker konnte mit Kollegen in einer Studie, die im Fachjournal *Physical Review Letter* erschien, die Messgenauigkeit gegenüber früheren Versuchen stark verbessern.

Die Studie erschien während seiner mehr als sechsjährigen Forschungstätigkeit am Department of Physics der Stanford University in Kalifornien. Mittlerweile ist Asenbaum zurück in Wien und als Post-doc-Forscher in der Gruppe von Markus Aspelmeyer am Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen Akademie der Wissenschaften tätig. Für seine Studie in Stanford wurde Asenbaum kürzlich mit dem Ascina-Award in der Kategorie „Young Scientist“ ausgezeichnet. Das Netzwerk Ascina (Austrian Scientists and Scholars in North America) prämiert, unterstützt vom Wissenschaftsministerium, exzellente Publikationen von Nachwuchsforschenden, die während eines Aufenthaltes an einer nordamerikanischen Forschungseinrichtung verfasst wurden.

„Kern unseres Experiments zur Prüfung des Äquivalenzprinzips war ein Vergleich, ob sich

die Quantenzustände auf einem atomaren Level im freien Fall wirklich ident und ununterscheidbar verhalten“, sagt Asenbaum, der mit seinem Team diese absolute Parallelität auf ein hundertstel Nanometer genau – und damit um den Faktor 10.000 besser als bisherige vergleichbare Messungen – bestätigen konnte. Der nächste Schritt ist nun, nicht die Quantenzustände von Atomen bei dieser Art von Experimenten anzusehen, sondern jene makroskopischer Elemente, die also aus tausenden Atomen bestehen.

Der 1986 geborene Wiener hat 2014 am Doktoratskolleg Complex Quantum Systems der Uni Wien promoviert. „Was anderes als Physik zu studieren, wäre mir nicht eingefallen“, sagt Asenbaum. Nach einem Seminarvortrag in Stanford lud ihn ein Professor zu einer Bewerbung ein. Die Rückkehr nach Wien sei einer Mischung aus beruflichen und familiären Gründen geschuldet. Mitgebracht hat er auch seine neu entdeckte Liebe zum Tennis – Asenbaum: „Ich vermisse an Stanford, dass man dort ganz einfach in jedem Park spielen konnte.“ (pum)