

Heißes Eisen für das Klima

DARMSTADT In der Technischen Universität arbeiten Forscher an einem nachhaltigen Energiekreislauf. Dazu müssten Kohlekraftwerke umgebaut und „grüner“ Wasserstoff produziert werden. Eine Testanlage und Geld aus dem Exzellenzwettbewerb könnten das Vorhaben voranbringen.

Von Sascha Zoske

Einfach Eisen statt Kohle verheizen. Klingt absurd – aber nur im ersten Moment. Natürlich geht ein Nagel nicht in Flammen auf, wenn man ein Feuerzeug dranhält. Aber Eisenpulver, in einem geeigneten Ofen fein verteilt, brennt sehr wohl. Chemisch gesehen, reagiert es mit Sauerstoff und wird zu Eisenoxid, vulgo Rost, ohne dass CO₂ entsteht. Mit der Verbrennungswärme ließe sich Wasser erhitzen und eine Dampfturbine betreiben. So gesehen, kann Eisen durchaus ein Ersatz für Kohle sein.

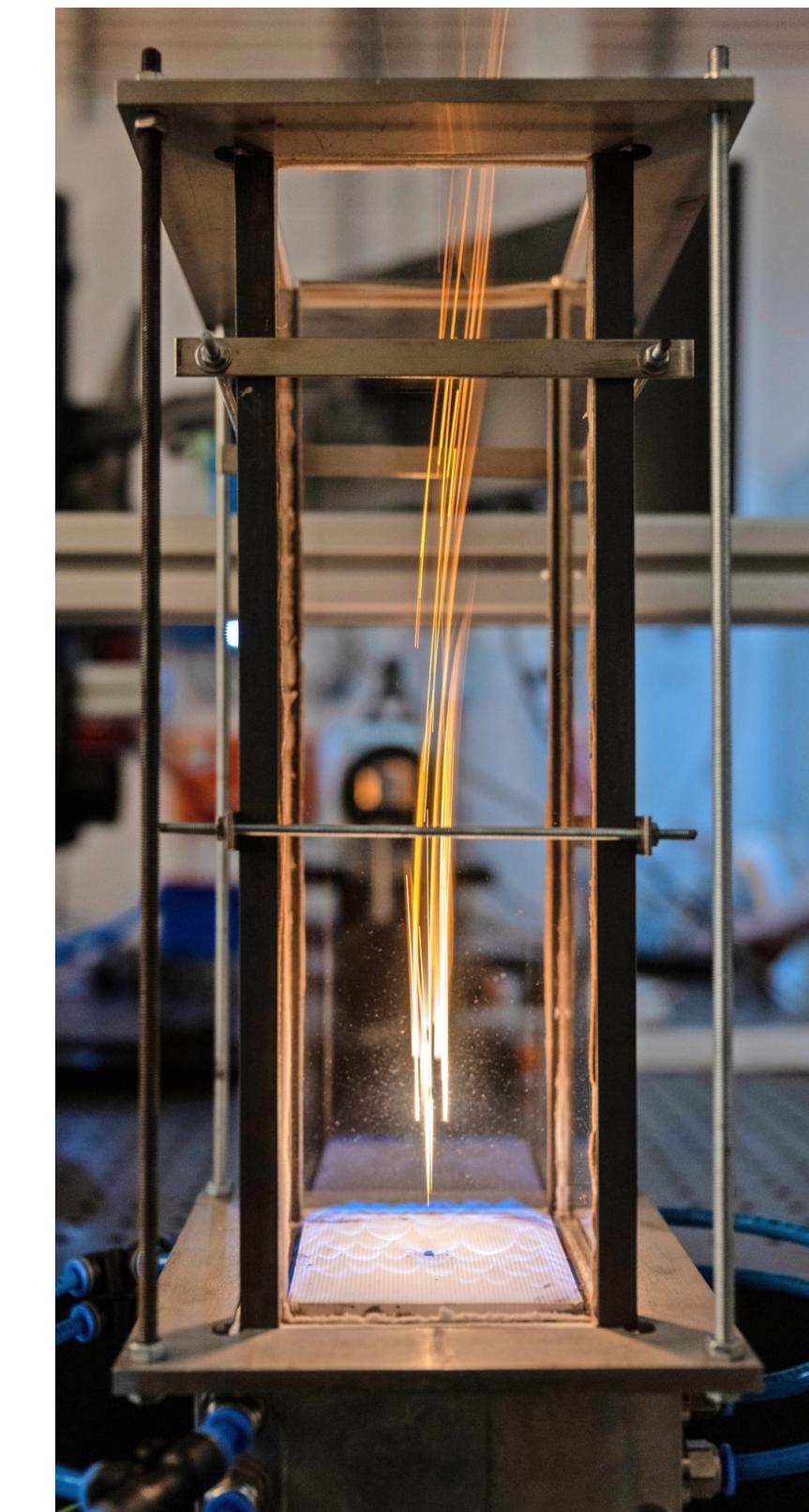
Die Idee ist nicht neu, und sie stammt auch nicht aus Darmstadt. Aber an der dortigen Technischen Universität wird intensiv daran gearbeitet, sie nutzbar zu machen. Andreas Dreizler, Christian Hasse und ihre Kollegen untersuchen alle Aspekte der Eisenverbrennung, spielen den Prozess in verschiedenen Größenordnungen durch und überlegen, wie bestehende Kohlekraftwerke hierfür umgebaut werden können. Mehr noch: Ihr Ziel ist es, einen geschlossenen Kreislauf zu entwickeln, in dem Eisenoxid wieder zu Eisen reduziert und dann abermals oxidiert werden kann.

„Clean Circles“ heißt ein Forschungsverbund der TU, der sich nachhaltigen Stoffkreisläufen widmet und in dem nicht nur Ingenieurwissenschaftler wie Hasse und Dreizler, sondern auch Experten anderer Fachbereiche mitwirken. Einige Entscheidungen, die in den nächsten Monaten anstehen, könnten dafür sorgen, dass diese Initiative einen kräftigen Schub bekommt – und idealerweise Wirkung weit über Darmstadt hinaus entfaltet. Ein Eisenzyklus, wie ihn Dreizler und Hasse skizzieren, hat viele offensichtli-

che Vorzüge. Eisen ist das vierthäufigste Element der Erdkruste, kein anderes Erz wird in solchen Mengen gefördert. Eisenpulver in großen Mengen herzustellen ist laut Hasse kein Hexenwerk; das zerkleinerte Metall werde schon jetzt etwa für den 3-D-Druck verwendet. Auch ist Eisen kaum giftig und lässt sich gut transportieren. Es darf nur nicht rosten, und explodieren sollte der Staub auch nicht. Letzteres Risiko hält Hasse für gut beherrschbar. Eisenpulver sei in dieser Hinsicht „weniger gefährlich als Mehl“.

Ganz so einfach, wie es sich anhört, ist die Sache aber dann doch nicht. Für die Eisenverwertung müssten die Kohlekraftwerke umgerüstet werden. Mit Kostenschätzungen hierzu halten sich die Forscher zurück. Bestimmte Anlagenteile könnten laut Hasse wegfallen, zum Beispiel Vorrichtungen zum Zermahlen und Entschwefeln der Kohle. Andererseits wären Veränderungen in den Brennkammern nötig, die dafür sorgen, dass sauerstoffhaltige Luft und Eisenpulver sich durchmischen und das Eisenoxid gut abgeschieden wird. „Da ist noch eine ganze Menge zu tun“, meint Hasse, aber es gehe hier um lös- bare „Ingenieurprobleme“.

Vielleicht noch herausfordernder ist der zweite Teil des Zyklus: die Reduktion des Eisenoxids durch Wasserstoff zu elementarem Eisen und Wasser. Für diesen Schritt gibt es verschiedene Optionen, die zum Teil noch nicht ausgereift sind. Eine Möglichkeit ist es, Wasserstoff zu verwenden, der separat durch Elektrolyse erzeugt wird – also die Spaltung von Wasser durch elektrischen Strom. Die nötige Energie dafür sollte auf „grünem“ Weg gewonnen werden, also etwa durch



So brennt Eisenpulver: Versuch an der TU Darmstadt

Foto Wonge Bergmann

Windräder oder Photovoltaik, in Gegenden, in denen das Klima dafür geeignet ist. Soll das Eisenoxid an anderen Orten reduziert werden, müsste der Wasserstoff dorthin geschafft werden. Dies ist deutlich komplizierter als das Bewegen

von Eisenpulver, denn das Gas müsste dafür verflüssigt oder in eine leichter verschiffbare Verbindung wie Ammoniak überführt werden. Die Substanzverluste beim Wasserstofftransport wirken sich außerdem ungünstig auf die Effi-

zienz des Gesamtprozesses aus, wie Dreizler weiter erläutert: „Wir können uns bei allen Verfahren glücklich schätzen, wenn wir einen Wirkungsgrad von 30 Prozent erreichen.“

Nicht zuletzt sind viele wirtschaftspolitische Fragen zu klären, bevor der Eisenkreislauf auf Dauer funktionieren kann. Wer veranlasst und koordiniert die Umrüstung der Kohlekraftwerke? In welchen Ländern kann Wasserstoff hergestellt werden? Und sind diese Länder auf Dauer verlässliche Partner? Spätestens der Ukrainekrieg sollte jedem klargemacht haben, wie fatal sich Abhängigkeiten auswirken können, meint Michèle Knodt. Die Politologin beschäftigt sich an der TU Darmstadt mit den gesellschaftlichen Aspekten einer Energiewende, wie sie ihren Professorenkollegen Dreizler und Hasse vorschwebt. Knodt hält es für „relativ realistisch“, dass sich ein solcher Eisenzyklus etablieren lässt. Wichtig sei es, die Idee möglichst weit zu verbreiten. „Wenn es erst einmal in den Köpfen drin ist, haben wir schon viel gewonnen. Dann könnte es mit der Verwirklichung relativ schnell gehen.“

Nichts würde dabei überzeugender wirken als Technik, die sichtbar funktioniert. Laut Hasse ist geplant, eine größere Demonstrationsanlage zu bauen; man stehe hierzu in Kontakt mit dem hessischen Wirtschaftsministerium, und die Rückmeldungen seien „sehr positiv“. In vier bis fünf Jahren könne die Anlage fertig sein.

Überhaupt könnte in nicht allzu ferner Zukunft viel Geld in die „Clean Circles“-Forschung investiert werden – nämlich dann, wenn sich die TU damit in der nächsten Runde der Exzellenzstrategie von Bund und Ländern bewirbt und Erfolg hat. Dass das Projekt ein möglicher Kandidat für den Wettbewerb ist, bestätigt Peter Pelz, Sprecher des Forschungsgebiets „Energy and Environment“, dem die TU rund ein Drittel ihrer Professuren zugeordnet hat. Er erinnert daran, dass Hessen schon im vergangenen Jahr 40 Millionen Euro für die Förderung von Vorhaben bereitgestellt habe, die mit Blick auf die Exzellenzstrategie besonders vielversprechend erschienen. Eines dieser Projekte ist die Erforschung von Metallen, die als klimaneutrale Energieträger dienen können.

Dass der Eisenkreislauf binnen weniger Jahre die Energiekrise löst und das Klima rettet, erwartet keiner der TU-Forscher. Aber einen wertvollen Beitrag dazu könne er schon leisten, glauben sie. Wenn da nicht die Skepsis gegenüber allem Neuen wäre. Gerade Deutschland neige dazu, „tolle Ideen kaputtzureden“, stellt Dreizler fest. Kurz darauf übt er sich aber schon wieder in Zuversicht. „Letztlich sind wir Optimisten und überzeugt davon, dass Technologieoffenheit in unserem Land noch eine Chance hat.“