



Fernziel Mond
Im März soll die bisher stärkste Rakete von SpaceX starten **47**

Stalins Tod
Ist die Entstalinisierung ein Vorbild für das Russland nach Putin? **48**

Der grüne Schatz

Geologen vermuten in der Tiefe Wasserstoff, der uns Tausende Jahre mit klimafreundlicher Energie versorgen würde. Einer der Pioniere arbeitet an der Universität Bern. **Von Andreas Hirstein**

Wasserstoff war der Anfang, und er soll die Zukunft sein: das erste Element nach dem Urknall und bald eine Stütze der Energiewende, weil das Gas CO₂-frei brennt und für Anwendungen geeignet ist, die sich nicht direkt elektrifizieren lassen. Die Produktion von klimaneutralem, sogenanntem grünem Wasserstoff erfordert jedoch grosse Mengen erneuerbaren Stroms, der für die elektrolytische Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff benötigt wird.

Doch vielleicht gibt es einen viel einfacheren Weg, Wasserstoff zu gewinnen. Das jedenfalls hoffen Geologen, die unter dem Erdboden etwas vermuten, was es eigentlich gar nicht geben sollte: nahezu unendliche Lagerstätten von natürlichem Wasserstoff, die nur darauf warten, von den grossen Mineralölkonzernen der Welt ausgebeutet zu werden.

Noch sind es nur wenige Forscher, die diese dem Mainstream widersprechende Theorie vertreten. Doch das Interesse wächst, und die Zahl wissenschaftlicher Publikationen explodiert geradezu. Kürzlich widmete auch die amerikanische Wissenschaftszeitschrift «Science», eines der renommiertesten Fachblätter, dem Thema einen mehrseitigen Bericht.

Hunderte Orte

Weltweit sind Hunderte Orte teilweise seit der Antike bekannt, an denen Wasserstoff an die Erdoberfläche tritt. Berühmt ist etwa der ehemals griechische Kultort Chimaira rund 70 Kilometer südwestlich von Antalya, wo seit Jahrtausenden ein Wasserstoffhaltiges Gas aus dem Fels strömt und an der Luft verbrennt.

Während das Phänomen in der Türkei heute nur eine touristische Bedeutung hat, wird es in Mali bereits als Energiequelle genutzt. Im Dorf Bourakébougou wurde Wasserstoff 1987 beim Bohren eines Brunnens entdeckt. Auf Wasser stiess man im rund 110 Meter tiefen Loch nicht, dafür aber auf ein aus der Tiefe aufsteigendes Gas: fast reiner Wasserstoff. Seit einigen Jahren wird das Vorkommen zur Erzeugung von Strom genutzt.

Grosse Ölgesellschaften sind bisher allerdings noch nicht in das Geschäft eingestiegen. Vorerst überlassen sie das Feld risikofreudigeren Startup-Firmen. Nirgendwo ist das Interesse grösser als in Australien, wo 20 Probebohrungen geplant sind. Auch in Spanien und in Frankreich soll die Suche demnächst an je einem Standort beginnen.

Mit fossilen Energievorkommen beschäftigte sich auch der Geologe Eric Gaucher von der Universität Bern. Früher war er in der Forschungsabteilung des französischen Mineralölkonzerns Total (heute Total Energies) tätig. Die beabsichtigte Dekarbonisierung führte dazu, dass das Unternehmen die Forschung im Bereich der geologischen Exploration einstellte und das Forschungsbudget vollständig auf erneuerbare Energien ausrichtete. Von der Suche nach natürlichem Wasserstoff konnte Gaucher die Geschäftsleitung nicht überzeugen. «Das hielt man für verfrüht.



Brennendes Gas strömt aus einem Felsen. (Chimaira, Türkei)

Auf Wasser stiess man im Bohrloch nicht, dafür aber auf ein aus der Tiefe aufsteigendes Gas: fast reiner Wasserstoff.

Der CEO wollte diese Aufgabe den Startups überlassen», sagt Gaucher. Falls sie Erfolg hätten, könne man sie einfach kaufen, wurde dem Geologen beschieden.

Wie gross die Wasserstoffvorkommen auf der Erde sind, weiss heute indes niemand. «Das ist reine Spekulation. Ich könnte fast jede beliebige Menge nennen, aber gut begründet wäre sie nicht», sagt Gaucher. Denn anders als in der Evaluierung von Erdgas- und Erdölvorkommen gibt es für Wasserstoff bis heute keine Methode, die zuverlässige Prognosen über die Grösse und den kommerziellen Wert der Ressourcen erlauben würde.

Immerhin aber wird daran gearbeitet. So hat die amerikanische Geologiebehörde USGS Ende vergangenen Jahres ein stark vereinfachtes Modell der global vorhandenen Wasserstoffressourcen vorgestellt. Demnach liege die Wahrscheinlichkeit, dass die natürliche Wasserstoffproduktion der Erde mehr als die Hälfte des im Jahr 2100 benötigten Wasserstoffs decken kann, bei mehr als 98 Prozent. Und dabei wären die Förderkosten laut anderen Schätzungen deutlich niedriger als bei der Produktion grünen Wasserstoffs aus erneuerbaren Energien oder mittels Kernenergie.

Wunschdenken, sagen Kritiker

Kritiker halten diese Zahlen jedoch für Wunschdenken. Wenn es grosse Vorkommen von Wasserstoff gäbe, hätte die Erdölindustrie sie längst gefunden. Gaucher und seine Mitstreiter dagegen glauben, dass «wir bisher an den falschen Orten gesucht haben». Erdöl und Erdgas findet man in den Sedimentbecken der Erde, Wasserstoff dagegen werde eher in den ältesten Kerngebieten im Innern der Kontinente gebildet. Der Granit dieser Kratone produziere Wasserstoff, wenn das in ihm enthaltene Eisen bei Temperaturen von rund 200 Grad mit Wasser reagiere. Dabei werde das Eisen oxidiert, indem es den Wassermolekülen den Sauerstoff entreisst und den Wasserstoff freisetzt.

Eine andere Hypothese besagt, dass Wassermoleküle durch die radioaktive Strahlung der Gesteine gespalten werden. In beiden Fällen (Oxidation oder Radiolyse) und in anderen derzeit diskutierten Prozessen würde das klimaneutrale Gas kontinuierlich durch nachströmendes Wasser immer wieder neu produziert. Anders als fossile Energien würde der Energieträger also sehr schnell und nicht im Verlauf von Millionen Jahren hergestellt. Man könnte ihn daher sogar zu den erneuerbaren Energien zählen. Denn «die Menge des im Erdmantel vorhandenen Eisens ist nahezu unbegrenzt», sagt Gaucher.

Fördern könnte man den Wasserstoff aus geologischen Formationen, in denen sich das flüchtige Gas anreichert. Potenziell geeignet wären Salzschieben in wenigen Kilometern Tiefe, unter denen sich das aufsteigende Gas sammelt. Weiter müsste man bohren, wenn man direkt das Quellgestein des Wasserstoffs erschliessen wollte, also jene geologischen Strukturen, die den Wasserstoff aus Wasser produzieren. Möglich wäre es dann sogar, Wasser von oben in solche Gesteinsschichten zu injizieren, wodurch die Wasserstoffproduktion künstlich angestossen würde.

Eric Gaucher ist überzeugt, dass es einen Weg zum natürlichen Wasserstoff gibt. In den Pyrenäen, wo sich der eisenreiche Erdmantel bis auf weniger als zehn Kilometer der Oberfläche nähert, hat er bereits ungewöhnlich hohe Wasserstoffkonzentrationen gemessen. Das ist überraschend, weil Wasserstoff reaktionsfreudig ist und von Bodenbakterien schnell abgebaut wird. «Dass der Wasserstoff bis an die Erdoberfläche gelangt, beweist, dass in der Tiefe grosse Mengen des Gases entstehen müssen», sagt der Geologe.