

Neue Wege zum Lithium

In der Wärmewende zählen Geothermie-Tiefenbohrungen zu den Hoffnungsträgern. Positiver Nebeneffekt: Mit ihnen lassen sich nicht nur grüner Strom und grüne Wärme erzeugen, sondern auch Lithium für Akkus gewinnen.

Von Dr. Janine van Ackeren



In großer Tiefe sucht Geothermie nach Wärme – und dank Fraunhofer-Technologie womöglich bald auch nach dem chemischen Element Lithium (Li³).

Sie ist so etwas wie die »eierlegende Wollmilchsau« eines klimabewussten Zeitalters: Die Tiefengeothermie besticht durch ihr Potenzial, grünen Strom und grüne Wärme zu erzeugen – womit sie in puncto Heizen eine Alternative zu Wärmepumpen bietet. Über Bohrungen von etwa tausend Metern Tiefe werden dabei saline Wasserschichten angezapft; das etwa 80 Grad heiße Grundwasser wird dann nach oben befördert, wo es Turbinen zur Stromerzeugung antreibt und zahlreiche Haushalte via Fernwärmenetz mit Wärme versorgt. Doch Geothermie kann noch mehr: Die Bohrungen eröffnen einen neuen Weg zur Lithiumgewinnung – in Deutschland, umweltfreundlich und quasi nebenbei. Dass dies auch technisch machbar ist, wollen Forschende des Fraunhofer-Instituts für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) nun gemeinsam zeigen. »Das salzhaltige Wasser, das über Geothermie-Bohrungen an die Erdoberfläche gepumpt wird, enthält durchschnittlich 200 Milligramm Lithium pro Liter«, weiß Dr. Carl Basler, Projektleiter am Fraunhofer IPM. »Anders gesagt: Eine Bohrung sollte reichen, um – quasi als Nebenprodukt – jährlich genügend Lithium für etwa 20 000 Pkw-Akkus zu fördern. Allein im Oberrhein-Graben sind zehn solcher Anlagen vorstellbar.«

Lithium-Ionen-Akkus werden nicht nur in Elektroautos, sondern auch in Smartphones oder Tablets massenhaft verbaut. Für die Elektrifizierung im Bereich der Wärmewende – Stichwort Wärmepumpen – könnten Lithium-Ionen-Akkus zur Speicherung von Strom aus Photovoltaikanlagen ebenfalls wichtig werden. In Deutschland wird Lithium jedoch bisher nicht gefördert, es herrscht vollständige Abhängigkeit von Importen – mit allen Fallstricken, die diese internationalen Verflechtungen mit sich bringen. Eine inländische Lithiumquelle könnte viel Druck aus dem Thema nehmen.

Die nötige Technologie, um das Lithium aus dem an die Oberfläche gepumpten Wasser zu gewinnen, entwickeln Forschende des KIT: Sie leiten das Tiefenwasser durch einen Sorbens, also durch ein Material, in dem das Lithium-Salz spezifisch gebunden wird – während alle anderen Salze, die im Wasser gelöst sind, ungehindert mit dem

Wasser hindurchströmen. Sind alle Bindungsstellen im Sorbens belegt, ist dieser also mit Lithium gesättigt, koppelt das Team ihn von der Versorgung mit dem Bohrungswasser ab und schickt stattdessen eine Desorptionslösung hindurch. Diese löst das gebundene Lithium wieder, so dass es über Standardverfahren aus der Lösung ausgefällt werden kann. Die Forschenden des KIT widmen sich derzeit vor allem der Entwicklung eines optimalen Sorbens-Materials.

Analyseverfahren unterstützt Lithium-Gewinnung

Eine wichtige Frage bei dieser Art der Lithium-Gewinnung: Wann ist der Sorbens gesättigt? Schließlich variiert der Lithium-Gehalt im geförderten Wasser von Bohrung zu Bohrung – und ist der Sorbens voll, würde das Tiefenwasser vergeblich hindurchfließen. Bisher lässt sich diese Frage nur über Laboranalyseverfahren beantwor-

ten, die etwa einen halben Tag in Anspruch nehmen. Deutlich zu lange also für eine angepasste Regelung. Hier hilft die Expertise des Fraunhofer IPM. »Wir entwickeln ein Verfahren, mit dem man die Lithium-Konzentration des Wassers am Auslass des Sorbens live messen kann – was extrem schnelle Rückkopplungszyklen erlaubt. Steigt die Konzentration an, zeigt dies eine zunehmende Sättigung des Sorbens; er muss also entleert werden«, erläutert Basler.

Dazu nutzen die Forschenden die laserinduzierte Plasmaspektroskopie: Sie fokussieren einen Kurzpulslaser, dessen Pulsdauern bei etwa zehn Nanosekunden liegen, über eine Linse auf die

Oberfläche des Wassers. Dabei wird so viel Energie in das Wasser eingetragen, dass ein Teil davon in ein Plasma überführt wird – also in ein Gas, das nicht mehr aus Atomen oder Molekülen besteht wie ein übliches Gas, sondern aus Ionen und Elektronen. Denn durch die hohe Energie des Lasers werden die Elektronen aus den Atomen herauskatapultiert. Fangen die Ionen die Elektronen wieder ein, geben diese dabei eine charakteristische Strahlung ab, mit der man auf die jeweilige Art des Atoms schließen kann. Analysiert man nun das Spektrum, so lassen sich die im Wasser gelösten Bestandteile identifizieren und quantifizieren. »Anhand des Spektrums können ►

»Eine Bohrung sollte reichen, um – quasi als Nebenprodukt – jährlich genügend Lithium für etwa 20 000 Pkw-Akkus zu fördern.«

Dr. Carl Basler, Fraunhofer IPM

wir sehen, wie viel Lithium sich im Wasser befindet – und damit auch, ob der Sorbens gesättigt ist und entleert werden muss«, sagt Basler.

Das Verfahren der laserinduzierten Plasmaspektroskopie gibt es schon lange, es wird etwa in der Industrie eingesetzt, um die Legierungen von Aluminium zu bestimmen. Allerdings handelt es sich bei den untersuchten Materialien stets um Feststoffe. Bei einer Flüssigkeit wird es dagegen knifflig – kommerzielle Lösungen sucht man hier vergeblich. »Während bei einem festen Medium ein Großteil der Laserenergie im Medium absorbiert wird und sich somit leicht ausreichend Energie in das Material einbringen lässt, um ein Plasma zu zünden, wird die Energie bei einer Flüssigkeit deutlich weiter ins Material hineingetragen«, erklärt Basler. Das heißt: Die Energie in einer Flüssigkeit reicht für die Plasmazündung meist nicht aus. Nach dem Motto »viel hilft viel« haben die Forschenden es dennoch geschafft: In einem Aufbau, in dem sich über der Flüssigkeit ein Gasvolumen befindet, tragen sie über den Laser so viel Energie in die Flüssigkeit ein, dass das Plasma bereits an der Oberfläche der Flüssigkeit zündet und in das Gasvolumen statt in die Flüssigkeit expandiert.

So einfach, wie es hier klingt, ist all das allerdings nicht. Das Wasser steht unter einem Druck von 20 bar, also 20-fachem Atmosphärendruck; das Gasvolumen muss deshalb an diesen Druck angepasst werden. Dieser hohe Druck beeinflusst jedoch die Erzeugung und Expansion des Plasmas. Welche Gase eignen sich am besten? Welchen Einfluss hat der Druck auf die Plasmaexpansion? Auch die Temperatur wirkt sich auf die Plasmazündung aus – schließlich strömt das Wasser nicht raumtemperiert, sondern mit etwa 80 Grad durch das System. Dazu kommt: Ist im Wasser ein gewisser Anteil von Eisen gelöst, verschieben sich die Linien im gemessenen Spektrum, man spricht dabei von Matrixeffekten. »Auch diese Matrixeffekte werden wir für alle Elemente, die im Wasser vorkommen, untersuchen und sie entsprechend herauskalibrieren«, sagt Basler.

Eine weitere Herausforderung: Durch die Plasmaexpansion spritzt oftmals das umliegende Wasser weg – es setzt sich unter anderem an der Sichtscheibe ab, durch die der Laser in die Druckkammer eingestrahlt wird. Der nächste Laserpuls würde also absorbiert und abgelenkt, das Plasma könnte nicht mehr richtig zünden. Die For-

schenden tüfteln daher an einem Aufbau, der solche Spritzer verhindert. Bis Ende 2024 sollen diese Herausforderungen gemeistert sein. Dann steht die Erprobung des Systems in einer bestehenden Geothermie-Anlage an, samt der Technologie vom KIT, mit der das Lithium aus dem Wasser gewonnen wird.

Lithium-Recycling aus Altbatterien

Durch die anstehende Elektrifizierung von Mobilität und Wärmeerzeugung könnte der Lithium-Hunger schon bald so groß sein, dass die entwickelte Technologie den

Bedarf nicht komplett decken kann. Parallel zur Gewinnung von Lithium aus Geothermie-Wasser arbeitet das Forschungsteam deshalb daran, Lithium aus Altbatterien zu recyceln. Ein Thema, das auch von der Bundesregierung vorangetrieben wird.

Was die Rückgewinnung der in den Batterien enthaltenen Materialien Nickel, Mangan, Kobalt sowie die Aluminium- und Kupferfolien angeht, gibt es bereits industriell angewendete Verfahren. »Lithium allerdings ist derzeit noch zu günstig, als dass sich das rechnen würde«,

erläutert Basler. Schaut man sich die Preisentwicklung allein im letzten Jahr an, so ist stark davon auszugehen, dass das nicht so bleibt. 2022 schoss der Lithium-Preis um einen Faktor zehn in die Höhe. »Wirklich aktuell dürfte die Lithium-Rückgewinnung aus Altbatterien in einem Zeitraum von etwa zehn Jahren werden. Doch man muss jetzt die nötigen Technologien entwickeln, damit sie dann auch funktionieren«, versichert Basler.

Der Sorbens aus dem KIT ist speziell dafür entwickelt, Lithium zu binden – er sollte sich daher auch für das Batterierecycling eignen. Dazu wird der Batterie-Slurry, eine Mischung aus Kobalt, Mangan, Nickel, Lithium, Graphit und Binder, in einer wässrigen Lösung gelöst und durch den Sorbens geschickt. Die Lösung des Fraunhofer IPM sollte sich darauf ebenfalls übertragen lassen – und auf andere Ansätze, beispielsweise solche, bei denen das Lithium mit einer Zentrifuge aus einer wässrigen Lösung herausgeschleudert wird. Kurzum: Das Verfahren lässt sich überall dort einsetzen, wo es um die Messung von Lithium in flüssigen Medien geht – und liefert somit ein wertvolles Puzzleteil, um die Lithium-Förderung in Deutschland und Europa voranzutreiben. ■

2022
schoss der
Lithium-Preis
um einen Faktor
10
in die Höhe.