



Quelle: Industrieblick – fotolia.com

Underground Sun Storage:

Erneuerbare Energie untertage speichern

Der zunehmende **Ausbau der erneuerbaren Energiegewinnung** aus Sonne und Wind erfordert zukunftsweisende saisonale Speicherlösungen. Untertage-Gasspeicher sind bereits heute sichere und verlässliche großvolumige Energiespeicher. Die Power-to-Gas-Technologie macht die Umwandlung überschüssiger elektrischer Energie in Wasserstoff bzw. synthetisches Methan möglich. Im Forschungsprojekt „Underground Sun Storage“ wird die **Speicherfähigkeit von Wasserstoff** als Beimengung zu Erdgas/synthetischem Methan in Porenlagerstätten erforscht.

von: Stephan Bauer, Alexander Gubik, Markus Pichler (RAG Rohöl-Aufsuchungs Aktiengesellschaft, Wien), Prof. Dr. Andreas Paul Loibner, Dr.-Ing. Kerstin Scherr, Johanna Schritter (BOKU), Prof. Dr. Gregor Mori, Karl Vidic (MUL) & Dr. Robert Tichler (Energieinstitut)

Mit steigenden Anteilen der Energieversorgung durch volatile erneuerbare Energiequellen wie Wind und Solar steigt auch der Bedarf an Speichermöglichkeiten, um Schwankungen ausgleichen zu können. Ein weit verbreiteter Ansatz zur Lösung ist die Power-to-Gas-Technologie. Überschüsse aus der Produktion erneuerbarer Energie werden durch Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt und sind dadurch im Erdgassystem speicherbar. Die Wasserstofftoleranz der Erdgasinfrastruktur ist Thema zahlreicher Untersuchungen, dort konnten Ergebnisse erzielt werden, die einen Wasserstoffanteil im einstelligen Prozentbereich plausibel erscheinen lassen [1, 2]. Für Untertage-Gasspeicher und hier insbesondere Porenspeicher hingegen liegen noch keine Untersuchungen oder bestenfalls Literaturstudien vor (Abb. 1).

Diese Literaturstudien beziehen sich einerseits auf die Erfahrungen aus der Stadtgaszeit, andererseits werden Analogieschlüsse aus verwandten Fragestellungen, z. B. der CO₂-Speicherung, gezogen. Hinsichtlich der Materialforschung liegen Beispiele aus der reinen Wasserstofftechnologie vor [3, 4, 5]. Diese Studien sind daher nicht geeignet, konkrete Antworten auf die Frage der Wasserstofftoleranz der Untertagegasspeicher zu geben.

Die RAG ist einer der führenden Speicherbetreiber in Europa und somit bestrebt, eine nachhaltige Nutzung und Positionierung ihrer Infrastrukturen in einem Energiesystem voller Umbrüche sicherzustellen. Aus diesem Grund wurde von der RAG das Forschungsprojekt „Underground Sun Storage“ initiiert, das im Rahmen eines Konsortiums gemeinsam mit den Partnern Montanuniversität Leoben (MUL), Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) – Department IFA Tulln,

Energieinstitut an der JKU Linz, VERBUND AG und Axiom Angewandte Prozesstechnik abgewickelt wird. Das Projekt wird vom österreichischen Klima- und Energiefonds im Rahmen eines Leitprojektes gefördert. Auch der DVGW ist an dem Projekt mit dem Titel „Wasserstoffverträglichkeit von Porenspeichern“ beteiligt, in dessen Rahmen die RAG ihre Erkenntnisse einbringen und entsprechende Analysen anstellen wird.

Das Projekt „Underground Sun Storage“ verfolgt zwei Hauptziele

Zum einen soll die Basis geschaffen werden, Speicherdienstleistungen in einem Energiemarkt der Zukunft zu entwickeln und anbieten zu können. Über diesen Speichermarkt der Zukunft gibt es für Österreich eine Studie, die bei 100-prozentiger Stromversorgung durch erneuerbare Energiequellen einen Ausbau der potenziell möglichen Pumpspeicherkapazität um mehr

als den Faktor 100 erforderlich macht (und das bei den in Österreich vergleichsweise günstigen topografischen und klimatologischen Verhältnissen) [6]. Für Deutschland gibt es sehr unterschiedliche Studien über den künftigen Speicherbedarf. Dieser ist jedoch immer auch abhängig vom Zustandekommen des Stromnetzausbaus. Sollte der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen weiter voranschreiten, dann wird der Speicherbedarf bei gleichzeitigem Netzausbau ab 2030 deutlich ansteigen [7]. Zum anderen ist der Speicherbedarf von vielen Komponenten bei Erzeugung, im Übertragungsnetz aber auch durch das Verbraucherverhalten abhängig [8]. Aus heutiger Sicht ist jedoch zu sehen, dass der künftige Speicherbedarf nur durch Untertagegasspeichertechnologie vollständig abzudecken sein wird.

Zum anderen ist auch ein defensiver Ansatz nicht außer Acht zu lassen, nachdem davon auszugehen ist, dass ▶

Extrem kompakt und leicht

Das Sondenkomplettset von Schütz Messtechnik

Für alle Tätigkeiten gibt es von Schütz ein neues Komplettsystem mit Kohlefasersonden. Alle Sonden inklusive der Teppichsonde, schnell verfügbar und aufgeräumt. Zusammen mit unseren Universalmessgeräten können alle Messaufgaben gelöst werden.

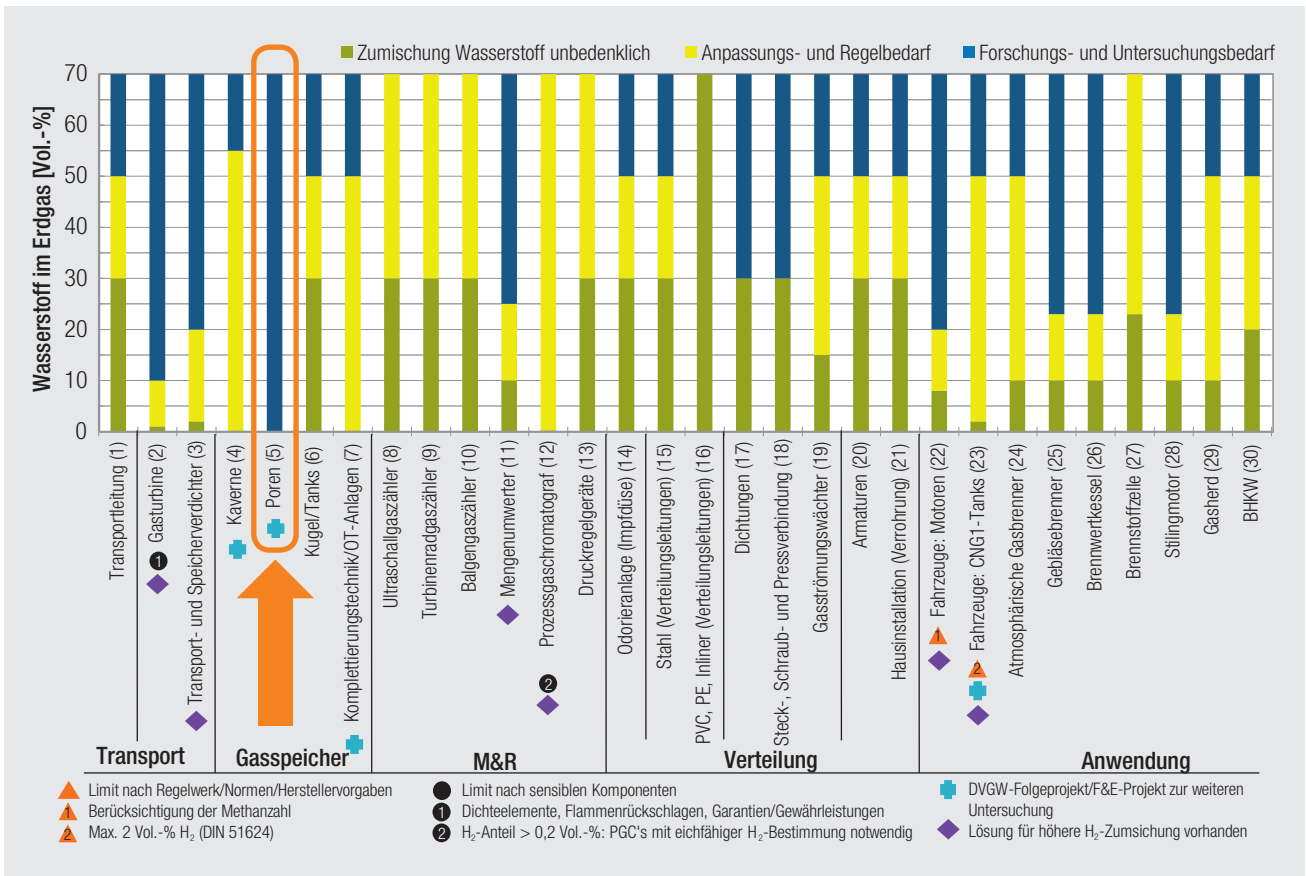


SQ-9002BM60005
DIN EN ISO 9001:2008

www.schuetz-messtechnik.de

 **SCHÜTZ**
MESSTECHNIK





Quelle: [1, 2]

Abb. 1: Überblicksmatrix: H₂-Toleranz ausgewählter Elemente im Erdgasnetz [2], adaptiert

der Druck steigen wird, Gase aus erneuerbaren Energiequellen in der Erdgasinfrastruktur zuzulassen. Auch aus diesem Gesichtspunkt sind die möglichen Folgen einer Wasserstoffbeimengung zum Erdgas zu untersuchen.

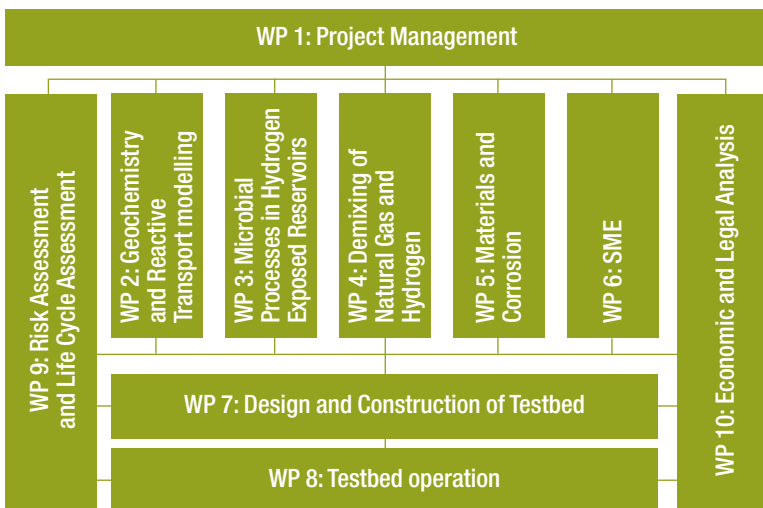
RAG möchte mit diesem Projekt jedoch auch ganz allgemein die nachhaltige Nutzung natürlicher Lagerstätten zur Speicherung gasförmiger (erneuerbarer) Energie aufzeigen. Einzigartig macht dieses Projekt die Möglichkeit – vorausgesetzt die dazu erforderlichen behördlichen Genehmigungen können erwirkt werden –

einen Speicherversuch mit einem Erdgas-Wasserstoffgemisch *in situ* in einem tatsächlichen Reservoir (Porenspeicher) durchzuführen.

Arbeitsplan

Für das Projekt wurde bereits in der Antragsphase ein Arbeitsplan mit der Definition von zehn Workpackages (WP) und einer entsprechenden Zuständigkeitsverteilung innerhalb des Konsortiums entwickelt (Abb. 2).

Abb. 2: Arbeitsplan



WP1 stellt das übergeordnete Projektmanagement dar. Im Rahmen dieses Arbeitspaketes werden jedoch auch übergreifende Fragestellungen, wie zum Beispiel die Bestimmung von wesentlichen Gaskennwerten bei unterschiedlichem Wasserstoffgehalt, behandelt. In den WPs 2 bis 6 werden durch eine Vielzahl an Laborversuchen und Simulationen die grundlegenden Fragestellungen im Zusammenhang mit Wasserstoffbeimengungen in Porenspeichern untersucht.

In WP 2 werden Laborversuche zur Dichtigkeit des Deckgebirges, zur Gesteinsalteration und zu Transportmechanismen im Reservoir im Auftrag der RAG am Leipziger DBI-GUT durchgeführt. Zusätzlich werden geochemische Simulationen durchgeführt. Bereits im

Vorfeld des Projektes wurde im Zuge einer Diplomarbeit [9] ein statisches geochemisches Modell erstellt. Dabei konnten mögliche Reaktionen der Speicherformation mit dem Wasserstoff identifiziert und eingegrenzt werden. Im laufenden Projekt werden ähnliche Modelle um eine kinetische Komponente erweitert. Die Montanuniversität Leoben beschäftigt sich hier mit der Entwicklung eines Simulationstools zur Modellierung reaktiver Transportmechanismen. Ein Entwicklungsziel ist es, durch den Abgleich von Ergebnissen aus Laborversuchen und Modellbetrachtungen das Verhalten von Speicherformationen unter Wasserstoffeinfluss voraussagen und damit auch Aussagen für andere Speicher treffen zu können.

WP 3 wird von der Universität für Bodenkultur – Department IFA Tulln bearbeitet. Ziel ist es, die mikrobiellen

Prozesse bei Einleitung von Wasserstoff in einen Untertage-Gasspeicher zu charakterisieren. Um Bedingungen im Erdgasspeicher zu simulieren, werden Bohrkerne und Lagerstättenwasser in Druck-Bioreaktoren eingebaut. Die Gesteinskerne, die aus einer geologischen Erdgas führenden Formation gewonnen wurden, werden unter definierten Verhältnissen (Temperatur, Druck) dem Lagerstättenwasser und variierenden Gasmischungen (Methan, Wasserstoff, Kohlendioxid, Schwefel-Komponenten) exponiert. Biogeochemische Transformationsprozesse und Phasenübergänge von gasförmigen, flüssigen und festen Reaktorinhalten werden charakterisiert. Basierend auf diesen Resultaten wird ein operativer Bereich für Wasserstoffexponierte Reservoirs definiert, der die mikrobiologische Konsumation von Wasserstoff und die Entstehung von Schwefelwasserstoff und Methan minimieren soll.

WP 4 testet die Stabilität der Erdgas-Wasserstoffmischung unter Reservoirbedingungen und steht in unmittelbarem Zusammenhang mit WP 2.

In WP 5 werden die bei RAG verwendeten typischen Werkstoffe (Stähle und Bohrlochzement) in den Laborrichtungen der Montanuniversität Leoben getestet. Die Beständigkeit der verwendeten Stahlorten gegenüber gasförmigem Wasserstoff wird mit spezifischen Korrosionsversuchen getestet. Dazu werden unter definierten Prüfbedingungen Langsamzugversuche und Versuche bei konstanter Last durchgeführt sowie die Wasserstoffabsorption der Werkstoffe untersucht. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurde ein Versuchsplan festgelegt, mit dessen Hilfe die Einflüsse der unterschiedlichen Komponenten im Angriffsmedium differenzierbar sind. ▶

Abgedichtet. Anpassungsfähig. Ausblassicher.



Die neue VICTOR REINZ Flachdichtung AFM 34 CO ME gehört zu den ausblassichersten Dichtungen mit Edelstahl-Inneneinfassung für Flanschverbindungen. Das Konzept bietet maximale Gasdichtheit auch bei geringen Flächenpressungen. Aufgrund einer innovativen Beschichtung (CO) in Kombination mit einer metallischen Einfassung (ME) und einem neuartigen Bördelverfahren erfüllt die Dichtung AFM 34 CO ME selbst höchste gesetzliche Vorgaben.



VICTOR REINZ®

Sealing Products

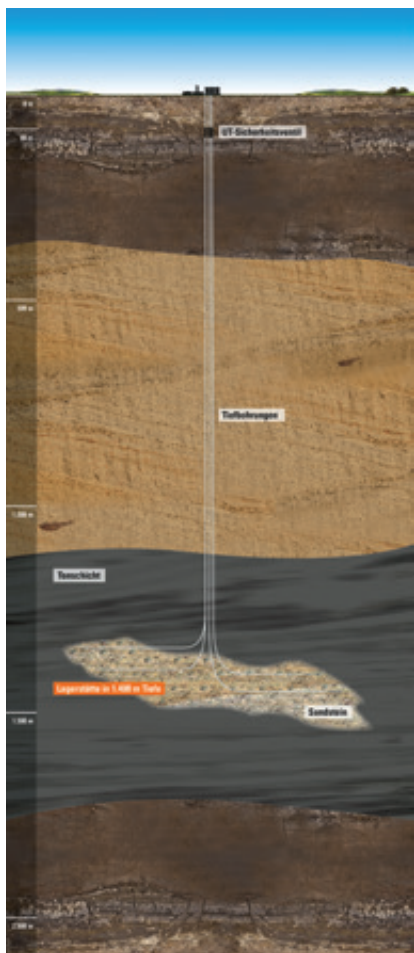


Abb. 3: Systematische Darstellung eines Porenspeichers

In-situ-Speicherversuch

In Kürze sollten aus den genannten WPs zumindest Zwischenresultate verfügbar sein, die es ermöglichen, die grundsätzliche Entscheidung zur Durchführung eines *In-situ*-Speicherversuchs zu bestätigen. Im Anschluss erfolgen Planungs-, Genehmigungs- und Bauphase der Feldversuchsanlage (WP 7) sowie die operative Planung und Umsetzung des *In-situ*-Versuchs selbst (WP 8). Hier ist das Ziel, zumindest einen vollen Speicherzyklus bei 10 Prozent Wasserstoffanteil umzusetzen. Das Projekt wird durch eine Risikobewertung, ein Life-Cycle-Assessment – beides durchgeführt von der Montanuniversität Leoben – sowie eine Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen und der ökonomischen Modellierung von Anwendungsfällen – durchgeführt am Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz – begleitet (WP 9 und WP 10). Die

rechtlichen Analysen fokussieren hierbei vor allem auf den rechtlichen Status der Wasserstoffbeimengung in Untertagespeichern im österreichischen Recht sowie auf potenziell daraus resultierendem Änderungsbedarf. Im österreichischen Recht sind insbesondere das Mineralrohstoffgesetz und das Gaswirtschaftsgesetz von Bedeutung. Die Projektpartner „Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz“ und „VERBUND“ analysieren zudem unter Einbeziehung der Projektleitung RAG die ökonomischen und systemischen Ausprägungen der Wasserstoffspeicherung in Untertage-Gasspeichern auf Basis der Wasserstoffproduktion in Power-to-Gas-Anlagen. Hierbei werden neben dem konkreten Anwendungsfall der Wasserstoffinjizierung in einen Porenspeicher auch andere Nutzungskonzepte der Wasserstoffproduktion durch Power-to-Gas-Anlagen – und somit der neuen und innovativen Speicherung von elektrischer Energie im Energiesystem – analysiert und verglichen. Dies erfordert umfassende systemische Analysen der Prozessketten und der Technologien in den Nutzungskonzepten sowie der optimalen Integration in das Gesamtsystem. Die Industriepartner VERBUND und RAG stellen für die ökonomischen Modellierungen Datengrundlagen bereit.

Für den *In-situ*-Feldversuch wurde bereits im Vorfeld eine geeignete Lagerstätte durch ein Screening-Verfahren ausgewählt. Für die Auswahl waren die geografische Lage, die Verfügbarkeit von Gas und Strom, das Alter der Gassonden und vor allem die geologische Beschaffenheit der Lagerstätte ausschlaggebend. Die ausgewählte Lagerstätte liegt in etwa tausend Metern Tiefe, somit kann mit moderatem Druck Gas injiziert werden. Durch diese Tiefe ist eine sehr komfortable Überdeckung mit Tonsteinen und Deckgebirge gegeben, gleichzeitig sind Durchlässigkeit und Größe der Sandsteinlagerstätte hervorragend für die Injektion von Gas geeignet. Wichtig war auch, dass es sich um eine erschöpfte Lagerstätte handelt, die über die letzten Jahre stabilen

Druck zeigte, und somit eine Kommunikation mit anderen durchlässigen geologischen Formationen ausgeschlossen werden kann.

Für das Projekt ist ein Zeitraum von insgesamt 3,5 Jahren bis Ende 2016 vorgesehen. Durch die einzigartige Kombination von Laborversuchen, Simulationen und Feldversuch soll dieses Projekt auch dazu beitragen, die Beurteilung anderer Untertage-Gasspeicher hinsichtlich des Verhaltens unter Wasserstoffeinfluss zu erleichtern. Weitere Informationen finden Sie unter www.underground-sun-storage.at ■

Literatur:

- [1] DVGW (2013): Studie: Entwicklung von modularen Konzepten zur Erzeugung, Speicherung und Einspeisung von Wasserstoff und Methan ins Erdgasnetz.
- [2] GERG (2013): GERG Project „Admissible Hydrogen Concentrations in Natural Gas Systems“ aka „Hydrogen in Pipeline Systems“ (HIPS); FINAL REPORT.
- [3] DGMK Projekt 752 (2014): „The influence of hydrogen on subsurface storages“.
- [4] DGMK Projekt 756 (2013): „The influence of bio-methane and hydrogen on Microbiology in Subsurface Storages“.
- [5] Schulze K.; Wallbrecht J.; Bauer S.; Höcher T. (2014): Potentielle Auswirkungen von Brenngasen aus erneuerbaren Energien auf Untertagegasspeicher; DGMK/ÖGEW-Frühjahrstagung, Celle, 24-25. April 2014.
- [6] FFG (2011): „Super-4-Micro-Grid – Nachhaltige Energieversorgung im Klimawandel“, Final Report.
- [7] Sterner M. et al.: Power-to-Gas, Ein Langzeitspeicher für die Energiewende oder wie Wind- und Solarenergie zur Primärenergie wird; DPG Tagung, Deutsche Physikalische Gesellschaft, Uni Regensburg 15.03.2013; download von https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/professoren/ei/sterner/pdf/2013_Sterner_THR_DPG_Regensburg.pdf.
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): ROADMAP SPEICHER; Bestimmung des Speicherbedarfs in Deutschland im europäischen Kontext und Ableitung von technisch-ökonomischen sowie rechtlichen Handlungsempfehlungen für die Speicherförderung; Kurzzusammenfassung.
- [9] Pichler, M. (2013): Assessment of Hydrogen-Rock Interaction during geological Storage of CH₄-H₂ Mixtures.

Kontakt

**UNDERGROUND
SUN.STORAGE**

Stephan Bauer
RAG Rohöl-Aufsuchungs Aktiengesellschaft
Schwarzenbergplatz 16
A-1015 Wien
Tel: 0043 (0) 50724 5377
E-Mail: stephan.bauer@rag-austria.at
Internet: www.underground-sun-storage.at