

Projektdauer: 01.03.17 – 28.02.21, 4 Jahre

Projektpartner:

- RAG Austria AG, Wien;
- Montanuniversität Leoben, Leoben;
- Institut für Umweltbiotechnologie, IFA-Tulln; BOKU, Wien
- Austrian Centre of Industrial Biotechnology (acib) GmbH, Wien;
- Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Linz;
- Axiom Angewandte Prozesstechnik GesmbH, Ebreichsdorf.

Aufgaben und Ziele:

Im Forschungsprojekt „Underground Sun Conversion“ wird aus Sonnenenergie über Elektrolyse Wasserstoff erzeugt und gemeinsam mit CO₂ in eine ausgeförderte Erdgaslagerstätte eingebracht. In über 1.000 Meter Tiefe wandeln natürlich vorhandene Mikroorganismen diese Gase in relativ kurzer Zeit in „erneuerbares Methan“ um, welches nebenbei auch in der Erdgaslagerstätte gespeichert und bei Bedarf jederzeit entnommen werden kann. Ziel des Forschungsprojekts ist es daher, unterirdische Porenerdgaslagerstätten als natürliche geologische „Bioreaktoren“ zur Umwandlung und Speicherung von erneuerbarer Energie zu nutzen. Im Forschungsprojekt „Underground Sun Conversion“ werden durch das Konsortium Laborversuche, Simulationen und wissenschaftliche Feldversuche an einer existierenden Lagerstätte durchgeführt, um Untertag-Prozesse besser charakterisieren, verstehen, und schlussendlich gezielt steuern zu können.

Anwendungsbezug sowie Nutzen und Wirkung für die FH

Ziel des Projektes ist es, einen nachhaltigen Kohlenstoff-Kreislauf zu etablieren und die Übertragbarkeit der gewonnenen Ergebnisse auf weltweit existierende Lagerstätten zu prüfen. Die angestrebten Ergebnisse sind daher von herausragender Bedeutung für eine gelingende Energiewende. Am FH Biotech Campus Tulln werden gemeinsam mit acib grundlegende metabolische und fluid dynamische Computermodelle zur Beschreibung der Speicherprozesse entwickelt.

Fördergeber

Der Projektantrag wurde im Rahmen des Energieforschungsprogramms 2. Ausschreibung 2015 des österreichischen Klima- und Energiefonds als Leitprojekt eingebracht. Nach Begutachtung und Hearing einer internationalen Expertenjury wurde diesem Projekt eine Förderung zuerkannt. Das Projekt läuft unter der FFG Nummer 855231.

Titel: Modellierung der Biomethanisierung in unterirdischen Gasspeichern.

Einleitung: Die schnell voranschreitende Verlagerung hin zur Nutzung erneuerbarer Energie auf der ganzen Welt erhöht die Nachfrage nach Energiespeichern, die die täglichen und saisonalen Schwankungen der Energieerzeugung abfedern. Die Power-to-Gas-Technologie, d.h. die Umwandlung von Strom in speicherbaren Wasserstoff, der später zur Energieerzeugung verwendet werden kann, eröffnet eine Möglichkeit, große Energiemengen zu speichern. Da hohe Wasserstoffkonzentrationen mit bestehenden Gasturbinen nicht kompatibel sind, ist eine weitere Methanisierung erforderlich, um die Energie zu den Verbrauchern zu transportieren [1]. Biologisch kann eine solche Umwandlung durch methanogene Archaeen erzielt werden, die Wasserstoff und Kohlendioxid zu Methan und Wasser umwandeln und dabei Biomasse erzeugen. Archaeen sind in den meisten Gaslagerstätten natürlich vorhanden [2] und können für die Methanisierung genutzt werden. Einer der Vorteile einer solchen Methanisierung ist, dass Methan im Gas-Speicher produziert und dort auch gespeichert werden kann. Abbildung 1 veranschaulicht den gesamten Prozess, der derzeit im Projekt "Underground Sun Conversion" [3] entwickelt und optimiert wird. Die räumlichen und zeitlichen Verteilungen der Gasspezies im unterirdischen Gas-Speicher (UGS) variieren aufgrund der Gasinjektion, der Produktion und der mikrobiellen Aktivität. Darüber hinaus können die Nebenprodukte der Biomethanisierung, i.e. Wasser und Biomasse, zu einer Reduktion des effektiven Porenraums im UGS führen. Durch eine gekoppelte Modellierung von Gasausbreitung im porösen UGS und Gaskonversion durch Biomethanisierung wird eine Vorhersage von Auswirkungen dieses Prozesses auf die Betriebssicherheit des UGS ermöglicht.

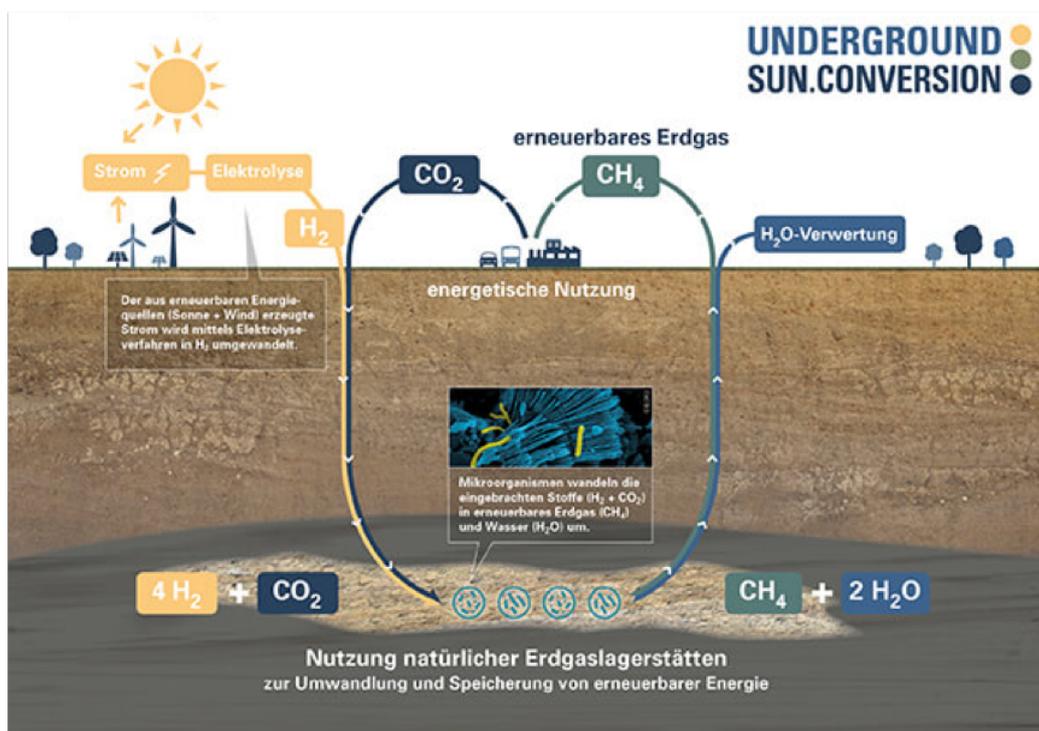


Abb. 1. Speicherung und Umwandlung von Energie im Projekt Underground Sun Conversion

Method: Wir entwickelten ein Computational-Fluid-Dynamics-Modell, das sowohl den mehrphasigen Fluidtransport in porösen Medien als auch die Änderung der Gaszusammensetzung aufgrund der Aktivität von Mikroorganismen simulieren kann, um so die Rate der Bildung von Nebenprodukten während eines Operationszyklus zu untersuchen und sie mit dem verfügbaren Labor- und Feldversuchsdaten zu vergleichen. Das Modell wird in STAR-CCM+ implementiert und mit Labordaten geeicht und validiert.

Ergebnisse: Unser Model ist in der Lage den Druckverlauf in den Laborexperimenten als Funktion der Füllungszyklen innerhalb einer maximalen Abweichung von 1% vorherzusagen (siehe Abbildung 2). Unsere Simulationen zeigen, dass zelluläres Wachstum im ersten Füllzyklus angeregt wird. Dieser Zuwachs wird in späteren Zyklen durch eine höhere Biomasse-Abbaurrate wieder ausgeglichen und es entsteht ein zyklischer Druckverlauf, der im Wesentlichen durch die Änderung der Konzentration der vorhandenen Archaeen im UGS bestimmt wird.

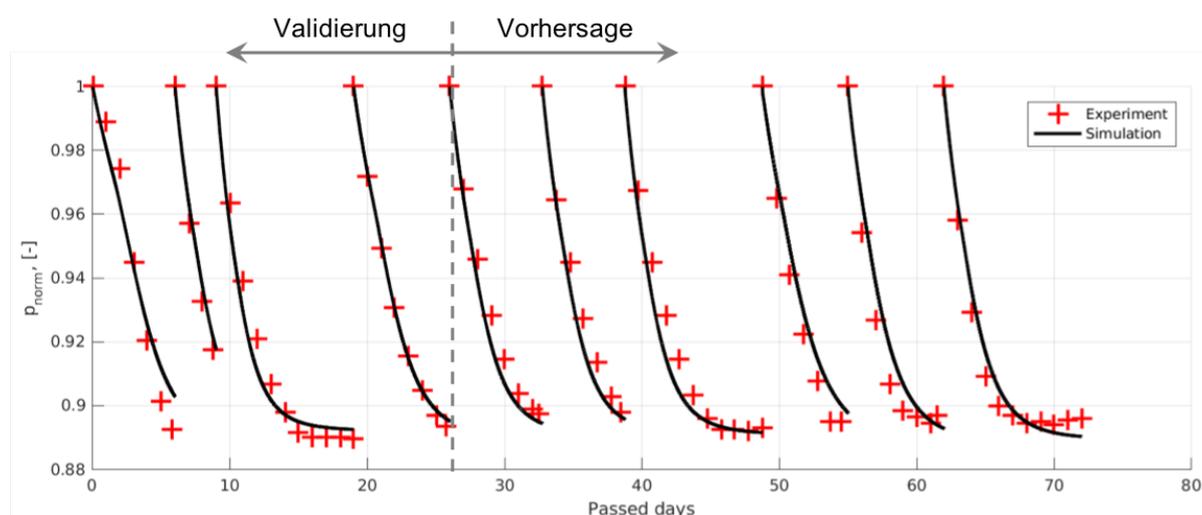


Abbildung 2. Validierung und Prognose der Druckhistorie

Diskussion/Conclusio: Ein experimentell validiertes Computermodell, das Biomethanisierung im Laborversuch beschreibt, wurde entwickelt. Im nächsten Schritt wird dieses Model dazu verwendet, die Gaszusammensetzung im UGS mithilfe von 3D-Simulationen vorherzusagen.

Quellen:

[1] Rönsch et al. 2016. Review on methanation – From fundamentals to current projects. Fuel 166: 276-296.

[2] Smigáň P et al. 1990. Methanogenic bacteria as a key factor involved in changes of town gas stored in an underground reservoir. FEMS Microbiology Ecology 6: 221-224.

[3] <https://www.underground-sun-conversion.at/en.html>