

# **CO2-emissionsfreies fossiles Geothermiekraftwerk produziert vielleicht erneuerbares Erdgas**

**Es gibt unter der Abkürzung „CCS“ viele Konzepte, nach denen fossile Kraftwerke (v.a. Kohlekraftwerke) aufwändig Kohlendioxid abscheiden und mit hohem technischen und finanziellen Aufwand wieder „irgendwie in die Erde zurück drücken“ sollen. In Kroatien läuft ein Projekt mit einer sicheren und nachhaltigen Nutzungsmethode, die es ermöglicht, Druck, Volumen und Kohlenstoffgehalt unter der Erdoberfläche konstant zu halten und oberirdisch CO2-frei zu arbeiten. Mit diesem Verfahren wird „erneuerbares“ Erdgas gefördert.**

Bekanntlich schlummern leider trotz bereits erreichtem oder sogar überschrittenem Peak-Oil noch viele fossile Energieträger in unserer Mutter Erde. Deren Verbrauch ist ausgehend von den heutigen Förderraten und ohne Rücksicht auf die Klimagase dem Leben auf der Erdoberfläche wenig zuträglich. Kaum verwunderlich also, dass es verschiedene Konzepte gibt, nach denen fossile Kraftwerke (v.a. Kohlekraftwerk) aufwändig Kohlendioxid abscheiden und mit hohem technischen und finanziellen Aufwand wieder „irgendwie in die Erde zurück drücken“ sollen. Sie gelten auch unter Fachleuten eher als Ausrede, erst dann etwas zu unternehmen, wenn die Öffentlichkeit es auch zahlen wird. Aber nicht nur dies – es kann auch handfeste technische Probleme geben: So wie der Bergbau und die Förderung von unterirdischen Stoffen an die Erdoberfläche zu Drucksenkungen und teilweise auch zu Senkungen in der Topographie führen können, sind umgekehrt Druckerhöhungen und Hebungen zu erwarten, wenn man ein flüssiges oder gasförmiges Medium wieder in den Boden einbauen möchte – mit unter Umständen gefährlicher Wirkung. Da CO<sub>2</sub> schwerer ist als Luft, könnten etwa bei einem CO<sub>2</sub>-Ausbruch in einem Talkessel Mensch und Tier ersticken.

## **Eine sichere und nachhaltige Nutzungsmethode**

Nun gibt es allerdings ein Projekt in Kroatien, das eine sichere und nachhaltige Nutzungsmethode aufzeigt, die sowohl Druck, Volumen und Kohlenstoffgehalt unter der Erdoberfläche konstant hält als auch oberirdisch CO<sub>2</sub>-frei ist und weltweit ein Erdgas-Potential aufweist, das doppelt so groß ist wie die konventionellen Erdgas-Reserven, die es nach heutigem Wissen weltweit gibt.

Alle Aquifere, also alle geologisch tiefen, wasserführenden Erdschichten, weisen bis knapp an die Sättigungsgrenze gelöstes Erdgas auf. Dieses Erdgas entstand zum einen aus dem Leben in diesen Wasserschichten selbst und zum anderen wurde es durch ebendiese Wasserschicht aufgefangen als es von noch tieferen Schichten ausgaste.

## Weltweite Gas Reserven und (geschätzte) Vorräte Ende 2008

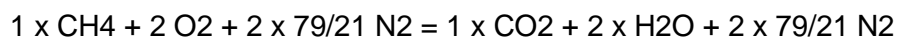
<i>(in Milliarden m<sup>3</sup>)</i>	<i>Reserven</i>	<i>Vorräte</i>	<i>TOTAL</i>
Konventionelles Gas	188	239	427
Unkonventionelles Gas	5	2720	2725
- Shale gas		456	456
- Andere gebundenes gas	3	210	213
- Kohlenbett Methan	2	254	256
- <b>Aquifer Gas</b>		<b>800</b>	<b>800</b>
- Gas Hydrate		1000	1000

Quelle: DIW Berlin 2010

Wird nun das geothermische Wasser genutzt und zu diesem Zweck in ein Heizkraftwerk hochgepumpt, perlt das Gas aus und separiert sich vom Wasser. Am Projektstandort in Kroatien sind dies pro Kubikmeter kochend heissem Wasser an der Oberfläche zwar nur 0.22 Gewichts-% aber dennoch drei Kubikmeter Erdgas von hoher, schwefelfreier Qualität.

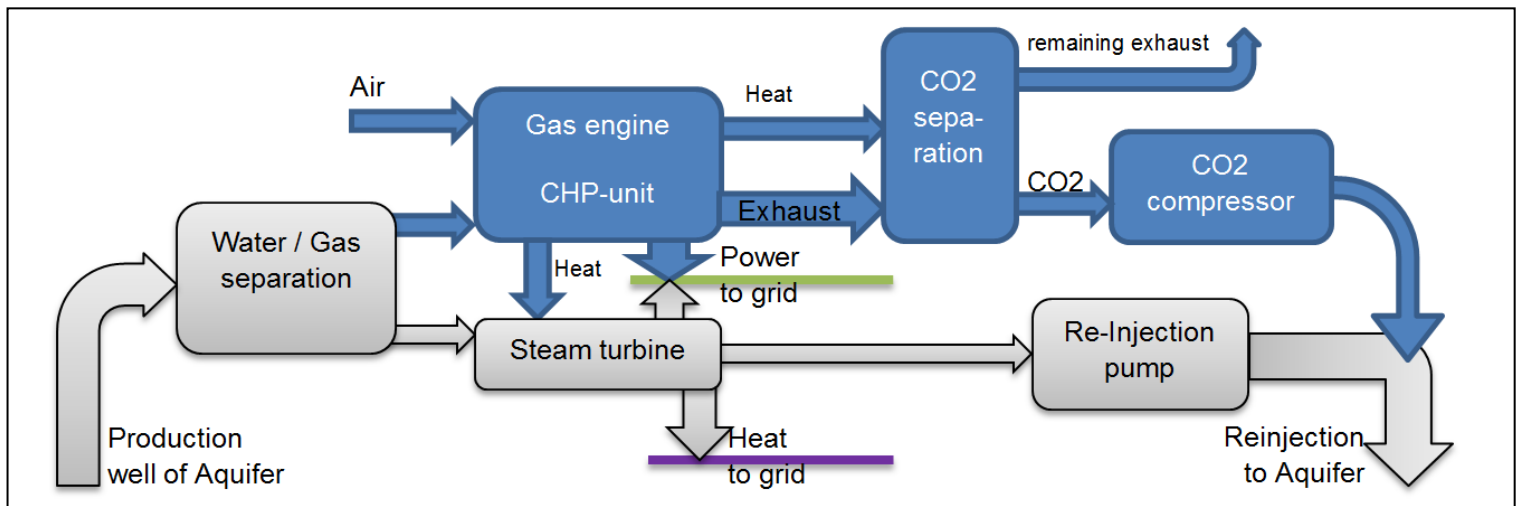
### CO<sub>2</sub> löst sich im Wasser vollständig als Kohlensäure

Das Unternehmen CLEAG nutzt nun im geschlossenen Kreisprozess beide Ressourcen, also das Erdgas und das heiße Wasser, und erzeugt damit Fernwärme und Strom am Pilotstandort im Norden Kroatiens: 50 bis 75 MW Wärme sowie 14.4 bis 18 MWe elektrischen Strom. Als Stromerzeuger für das Gas wurden 12 Gasmotoren mit je 1.2 MWe Leistung gewählt. Mit der Hochtemperaturabwärme der Gasmotoren-Auspuffkühler wird CO<sub>2</sub> mittels Aminwäsche mit relativ geringem Energieaufwand aus dem Abgas abgeschieden. Das zwischenzeitlich abgekühlte Geothermie-Wasser wird wieder in den Aquifer hinunter gepumpt. Dasselbe geschieht mit dem komprimierten CO<sub>2</sub>. Ab einer Tiefe von etwa 800 m strömen CO<sub>2</sub> und Wasser gemeinsam in den Aquifer zurück, wobei sich das CO<sub>2</sub> vollständig als Kohlensäure im Wasser löst und sicher gelöst bleibt, weit unterhalb der Sättigungsgrenze. Schlussendlich ist wieder gleich viel unten – weil die Verbrennungsgleichung wie folgt lautet:



1 Kubikmeter Erdgas + Luft verbrennt zu 1 Kubikmeter CO<sub>2</sub> + 2 Kubikmeter Wasserdampf + Stickstoff

***Dies bedeutet, dass dieselbe Menge wieder in den Aquifer zurück gepumpt wird, die zuvor hoch gepumpt wurde – dieselbe Menge an Kubikmetern und Kohlenstoffatomen. Die Drücke bleiben gleich, die Kohlenstoffbilanz bleibt gleich und das Heizkraftwerk ist frei von klimaschädlichen Abgasen.***



### Rentabler als ein reines Geothermiekraftwerk

Diese Technologie ist zudem viel rentabler als ein reines Geothermiekraftwerk, wie der nachfolgende Vergleich zeigt. Die hochgepumpte Menge an 110°C heissem Wasser entspricht zwar einer Energie von 55 MW, erzeugt aber nur etwa 3.6 MWe Strom und die Investition für die Niedertemperatur-Dampfturbine (ORC) beläuft sich auf rund 2'000 €/kW. Die Kraftwerksmotoren dagegen verarbeiten eine Gasmenge, die zwar energetisch weniger als der Hälfte, nämlich 34 MW, entspricht, erzeugen daraus aber 14.4 MWe Strom und kosten nur rund 650 €/kW. Zudem hilft das Ausperlen des Gases sogar noch dabei, die Mischung von Gas und Wasser hochzufördern.

### „Erneuerbares“ Erdgas?

Der Begriff „erneuerbares“ Erdgas bezieht sich auf eine 1953 vom russischen Geologen Nikolai Alexandrowitsch Kudrjanzew aufgestellte These und auf die bereits erprobte Praxis des „Power-to-Gas“-Prozesses nach Sabatier: Wenn Erdgas ursprünglich aus Biomasse entstanden ist, dann müsste es wie Biogas zur Hälfte aus Methan (CH<sub>4</sub>) und zur anderen Hälfte aus CO<sub>2</sub> bestehen. Da Erdgas fast zu 100% aus Methan besteht, müsste CO<sub>2</sub> entweder als Karbonat im Wirtsgestein oder als Kohlensäure im Aquiferwasser zu finden sein. Beides ist aber nicht der Fall. Also stellte Kudrjanzew die These auf, dass Gase aus dem immer noch chemisch aktiven glühenden Erdkern emittiert würden – unter anderem Wasserstoff, das flüchtigste aller Elemente, welches durch alle andere Stoffe hindurchdringen kann und zusätzliche Kohlenwasserstoffe bilden konnte. Von den „Power-to-Gas“-Projekten in Norddeutschland wissen wir, dass überschüssiger Ökostrom zunächst in Wasserstoff und anschließend mit dem Sabatier-Prozess mit CO<sub>2</sub> zusammen in Methan (CH<sub>4</sub>) umgewandelt werden kann. Der Sabatier-Prozess (patentiert 1902) benötigt für diese Synthese Druck und Hitze. Beides herrscht in grosser Tiefe im Erdinneren auch und CO<sub>2</sub> pumpen wir ja wieder hinunter...! Es könnte also durchaus sein, dass der CLEAG-Prozess nicht nur klimaneutral sondern auch ressourcenneutral ist, weil das herabgepumpte CO<sub>2</sub> und die Wasserstoffemissionen des Erdkerns wieder zu neuem Erdgas werden.

Da immer auch grosse Mengen heisses Salzwasser mit im Spiel sind, die auf jeden Fall wieder hinabgepumpt werden müssen, wird dieser Prozess wohl immer dezentral angewendet werden, also Dörfer und Städte heizen und mit Strom versorgen. Vielleicht lernt so die Menschheit sogar noch, auch mit fossilen Ressourcen nachhaltig und umweltschonend umzugehen. Ich traue es ihr zu!

Artikel über das Projekt erschienen in der Zeitschrift „Geothermische Energie“, Oktober 2014.

Weiterführende Infos direkt vom Projekt: [aatg.energy](http://aatg.energy) oder auf [cleag.energy](http://cleag.energy)

Text: Martin Schmid, Projektleiter am Ökozentrum, Vorstandsmitglied ASPO Schweiz und Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des von der CLEAG in Luzern entwickelten Verfahrens „CloZEd Loop Energy Process“.