

Untersuchungen zur Gasphase geothermisch genutzter Tiefenwässer und deren Relevanz für den Anlagenbetrieb

Investigations into the Gas Phase of Geothermally Exploited Deep Waters and their Relevance for the Operation of Geothermal Plants

ANDREA SEIBT (Neubrandenburg) & KIRSTEN THORWART (Unterhaching)

Key words: Gas, ex-solving of gas, scaling, corrosion, geothermics, balance, Gas, Gasentlösung, Scaling, Korrosion, Geothermie, Gleichgewicht

Zusammenfassung

Dargelegt wird die Bedeutung der genauen Kenntnis von Zusammensetzung und Gehalt der freien und im Tiefenwasser gelösten Gase in Abhängigkeit von Druck und Temperatur für die Betriebsführung geothermischer Anlagen. Abhängig vom Standort und den reservoirgeologischen Gegebenheiten treten in den drei Hauptgeothermieregionen Deutschlands, dem Norddeutschen Becken (NDB), dem Oberrheingraben (ORG) und dem Molassebecken (MB) unterschiedliche geochemische Problemstellungen für die Betriebsführung auf, welche sich auf die sich markant unterscheidenden Tiefenwässer zurückführen lassen. So ist für jeden Standort eine Einzelbetrachtung notwendig. Für die drei Hauptgeothermiegebiete Deutschlands sind die generellen Fluideigenschaften bekannt, hinsichtlich des Gasanteiles besteht jedoch Untersuchungsbedarf. Für die Begrenzung der maximal gelösten Gasmenge sind hauptsächlich die Aquiferbedingungen verantwortlich. Bei den betrachteten Standorten bilden die reaktiven Gase CO_2 , H_2S , H_2 und Kohlenwasserstoffe (wie z. B. CH_4) zusammen mit dem reaktionsträgen N_2 die Hauptbestandteile der Gasphase, die unter Reservoirbedingungen im Tiefenwasser gelöst sind. Bei Druckentlastung können diese sich entlösen und zu erheblichen technologischen Problemen führen. Besonders die reaktiven Gase sollten in Lösung bleiben, da diese an chemischen Gleichgewichtsreaktionen teilnehmen und Scaling verursachen können. Zum tieferen Verständnis des thermodynamischen Gleichgewichtssystems, werden zunächst die Grundlagen zum Löslichkeitsverhalten der Gase in Flüssigkeiten beschrieben. Die aufgrund der in den Tiefenwässern in unterschiedlichen Konzentrationen gelösten Ionenarten bedingte verringerte Gaslöslichkeit gegenüber deionisiertem Wasser wird anhand konkreter Beispiele ermittelt und mit experimentell ermittelten Werten aus der Literatur verglichen. Diese Berechnungen bilden die Basis zur Bestimmung des Gasentlösungsdruckes. Obwohl dieser nur Gleichgewichtsbedingungen widerspiegeln kann, stellt er einen Richtwert zur Festlegung von Druckhaltestufen zur Verhinderung von Entgasung bzw. Teilentgasung dar. Entsprechend der unterschiedlichen reservoirgeologischen Bedingungen sind in den hier genannten konkreten Beispielen Gasaltdrucke von 4-20 bar für eine sichere Betriebsführung notwendig.

Es werden Methoden zur Gewinnung von Informationen zur Gasphase in der Testphase von Bohrungen beschrieben und diskutiert. Die Messung von Gasen während des Betriebes von Anlagen erfolgt mit einem mobilen Entgaser. Obwohl hiermit reproduzierbare Ergebnisse erzielt wurden, wird an der Weiterentwicklung der Methodik gearbeitet. Die genaue Bestimmung des Gasgehaltes und der Gaszusammensetzung sind Voraussetzung der weiteren Berechnungen. Da die Druckhaltung ein entscheidender Kostenfaktor bei der Errichtung und dem Betrieb von Anlagen darstellt, sollte sie so niedrig wie nötig ausfallen. Ferner kann bei Kenntnis der Gasphase die Korrosions- und Scalinggefahr eingeschätzt werden und durch z.B. geeignete Werkstoffwahl unterbunden bzw. eingedämmt werden.

Abstract

This paper is to present the importance of the exact knowledge of the composition and content of the free gases and of those dissolved in deep waters as a function of pressure and temperature for the operation of geothermal plants. Depending on the site and the geological characteristics of the reservoir, there are different geochemical challenges to the mode of operation in the three

main geothermal regions in Germany – the North German Basin, the Upper Rhine Graben and the Bavarian Molasse Basin – which is attributable to the strikingly different types of deep waters. So, each site needs individual consideration. Generally, the characteristics of the fluids in the three main geothermal regions in Germany are known, however, more investigations into the gas portions are required. Predominantly, the aquifer conditions are responsible for the limitation of the maximally dissolved gas quantity. In the case of the sites considered here, the reactive gases CO_2 , H_2S , H_2 and hydrocarbons (e.g., CH_4) form jointly with the chemically inert N_2 the main components of the gas phase which are dissolved in the deep waters under reservoir conditions. When relieving the pressure, these may ex-solve, thus resulting in significant technological problems. Especially the reactive gases should keep in solution, as these participate in chemically balanced reactions and may cause scaling. For a better understanding of the thermodynamically balanced system, the foundations of the solubility behaviour of the gases in fluids are described at first. By means of concrete examples, the gas solubility reduced due to the kinds of ions dissolved in different concentrations in the deep waters is determined in relation to deionised water and compared to values determined experimentally and given in the technical literature. These calculations form the basis of the determination of the gas ex-solving pressure. Although it can reflect the balanced conditions only, it represents a guideline for the determination of pressure-upkeep stages in order to prevent degassing or partial degassing. According to the different geological conditions in the reservoirs, pressures from 4-20 bar are required for keeping gases in solution for a safe mode of operation of the geothermal plants according to our concrete examples.

There are described and discussed methods to obtain information on the gas phase while testing wells. A mobile degasser is applied for gas measurements during the operation of plants. Although reproducible results could be achieved herewith, the methodology is being advanced. Further calculations are based on the exact determination of the gas content and composition. As pressure upkeep is a decisive cost factor in the construction and operation of geothermal plants, it should be as low as required. Furthermore, the corrosion and scaling risk can be assessed when the gas phase is known, thus allowing for prevention or limitation through, e.g., selection of the best suitable material.