

Druckluftspeicherung in Salzkavernen

Laborative und numerische Untersuchungen zum thermomechanischen Verhalten des Salzgebirges

Uwe Düsterloh, Karl-Heinz Lux

Lehrstuhl für Deponietechnik und Geomechanik, TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

Zusammenfassung. Da Windenergieanlagen witterungsabhängig und nicht bedarfsorientiert Energie produzieren, sind geeignete Zwischenspeicher für die Anpassung einer zeitlich variierenden Energieproduktion an einen zeitlich ebenfalls wechselnden Energiebedarf zu gewährleisten. Eine potentielle Möglichkeit zur Zwischenspeicherung fluktuierender Windenergie ist die Druckluftspeicherung in soltechnisch hergestellten Salzkavernen (Compressed Air Energy Storage – CAES). Dabei ist beabsichtigt, mit der in Starkwindzeiten bzw. bei reduziertem Energiebedarf verfügbaren Überschussenergie mittels Kompressoren Druckluft zu erzeugen, diese in Salzkavernen zu speichern und in Schwachwindzeiten bzw. erhöhtem Energiebedarf mittels Turbinen wieder in elektrischen Strom zu wandeln. Gegenüber dem Stand der Technik im Bereich der seit Jahrzehnten erfolgreich praktizierten Speicherung von Erdgas in Salzkavernen hat die Analyse des Tragverhaltens von Druckluftspeichern wesentliche Unterschiede zu berücksichtigen. Zu nennen sind diesbezüglich: (1) Die Frequenz mit der der Kaverneninhalt umgeschlagen wird ist bei Druckluftspeichern um ein Vielfaches größer als bei Erdgasspeicherkavernen. (2) Der maximale Innendruck ist bei Druckluftspeicherkavernen bedingt durch den zulässigen Turbineneingangsdruck signifikant geringer als bei Erdgasspeicherkavernen. (3) Die zyklische Betriebsweise von Druckluftspeicherkavernen erfordert eine thermomechanisch gekoppelte Berücksichtigung mechanisch und thermisch induzierter Spannungen. (4) Die gegenüber Erdgasspeicherkavernen insgesamt deutlich größeren Luftvolumenströme führen zu einem entsprechend vergrößerten Verschleiß der Förderrohrtour und in der Konsequenz zur Notwendigkeit einer planmäßigen Erneuerung des Förderrohrstranges mit Absenkung des Kaverneninnendruckes auf atmosphärisches Niveau.

Abstract. Because the availability of wind is time dependent whereas the need of electric power is continuous, an intermediate storage of wind power is required. The intermediate storage of wind power basically could be done by compressing air in times with more wind power than needed for the grid and decompressing air in times with less wind power than needed for the grid. The compressed air itself potentially could be stored in salt caverns. From the geomechanical point of view this simple idea causes some problems regarding to the cavern stability. In comparison to the well known geomechanical design of natural gas storage cavities four significant differences between gas and compressed air storage in salt caverns must be pointed out: (1) The cyclic turnover between fluid injection and withdrawal for compressed air energy storage is a multiple of that used by natural gas storage. (2) The maximum cavern inside pressure for compressed air energy storage is limited by the allowable turbine input pressure which is in a level between 30 and 80 bar. (3) Cyclic loading by compressed air energy storage requires to superimpose thermal induced and mechanical stresses. (4) Compressed air energy storage is defined by the need of an ordinary operation phase with atmospheric cavern inside pressure.