

The Hartoušov Mofette Field in the Cheb Basin, Western Eger Rift (Czech Republic): a Comparative Geoelectric, Sedimentologic and Soil Gas Study of a Magmatic Diffuse CO₂-Degassing Structure

Das Mofettenfeld Hartoušov im Cheb-Becken, westliches Eger-Rift (Tschechische Republik): Geoelektrische, sedimentologische und Bodengasuntersuchungen einer diffusen magmatischen CO₂-Entgasungsstruktur

CHRISTINA FLECHSIG (Leipzig), ROBERT BUSSERT (Berlin), JANA RECHNER (Leipzig), CLAUDIA SCHÜTZE (Leipzig) & HORST KÄMPF (Potsdam)

Key words: Diffuse Degassing Structure, magmatic activity, geoelectric survey, sedimentology, soil gas, Cheb Basin, Czech Republic

Abstract

In a pilot study in 2007 the Hartoušov mofette field has been investigated by combining geophysical measurements (geoelectrical resistivity tomography, self potential) with sedimentological studies (grain size, C_{org}, mineralogy) and soil gas (CO₂) data. The mofette field is located about 10 km east Františkovy Lázně (NW Bohemia/Czech Republic) in the flood plain of the Plesná river, in siliciclastic and in partly peaty sediments of Cenozoic age. The investigations reveal a positive correlation between areas of high soil gas (CO₂) concentration and flux with geophysical anomalies (negative self potential, positive structures of low electrical resistivity) as well as with specific sediment properties (content of pyrite and organic material, occurrence of dispersed pebbles, uplifted clay layer). These features are thought to be directly or indirectly related to the magmatic caused CO₂ flow. Soil gas (CO₂) measurements indicate areas of high CO₂ content to be marked by anomalous vegetation patterns. These anomalies spread out with a linear trend, suggesting a fault control on gas ascent. Places of highest gas flow form small hummocks, with minor depressions on top. Negative geoelectrical self potentials at such locations were interpreted considering as having been caused by a downward movement of the groundwater balancing the upward CO₂ flux. A domal structure characterised by low electrical resistivities beneath the major mofette of the Hartoušov field seems to be related to an uplifted clay layer. Increased C_{org} and pyrite contents of the sediments in areas of high CO₂ gas content are most probably caused by a higher preservation potential of organic material due to a retarded bacterial decay and to reducing conditions. Dispersed pebbles intercalated in fine-grained sediments may have been transported upward by gas lift. Similarly strong gas pressure in combination with fluidisation of the clay layer and/or swelling of smectite minerals due to intensified water circulation on cracks caused by the CO₂ pressure might have resulted in an updoming of the clay layer. The results of our pilot study are a first step to understand processes in sediments at natural diffuse degassing zones (mofette fields).

Zusammenfassung

Das Mofettenfeld in Hartoušov wurde im Jahr 2007 in einer Teststudie mit einer Kombination aus geophysikalischen Messungen (geoelektrische Widerstandstomographie, Eigenpotenzialkartierung), sedimentologischen Analysen (Korngröße, Gehalt an organischem Material C_{org}, mineralogische Zusammensetzung) und Bodengasmessungen (CO₂-Konzentration und CO₂-Fluss) untersucht. Das Mofettenfeld liegt ungefähr 10 km östlich von Františkovy Lázně (NW-Böhmen/Tschechische Republik) in der Überschwemmungsebene des Flusses Plesná, in siliziklastischen sowie teilweise torfigen Sedimenten känozoischen Alters. Die Untersuchungen ergaben sowohl positive Korrelationen der Gebiete hoher Bodengaskonzentration und Flussraten an CO₂ mit geophysikalisch nachweisbaren Anomalien (positive Strukturen niedrigen elektrischen Widerstands, negative Eigenpotenzial-anomalie) als auch mit spezifischen Sedimenteigenschaften (Pyritgehalt, Gehalt an organischem Material, dispers verteilte Kiesel, Aufwölbung von Tonschichten). Diese Merkmale werden entweder direkt oder indirekt im engen Zusammenhang mit dem magmatischen CO₂-Fluss gesehen. Die durch Bodengasmessungen nachgewiesenen Gebiete hoher CO₂-Konzentration zeichnen sich an

der Erdoberfläche durch markante anomale Vegetationsmuster aus. Die Anomalien zeigen einen linearen Trend, der auf eine Kontrolle des Gasaufstiegs durch Störungszonen hinweist. Die Gebiete mit den höchsten Gasflussraten bilden häufig charakteristische "Mofetten-Hügel", oft mit Depressionen geringer Tiefe an der Oberfläche. Die an diesen Stellen gemessenen negativen elektrischen Eigenpotenzialanomalien werden wahrscheinlich durch auf permeablen Strukturen versickernde meteorische Wässer verursacht, welche die natürlichen elektrischen Potenziale, die durch den aufsteigenden CO₂-Fluss generiert werden, quantitativ überschreiten. Die durch niedrige elektrische Widerstände charakterisierte domartige Aufwölbung, die unter der zentralen Mofette von Hartoušov die geringste Tiefe unter der Erdoberfläche erreicht (5,5–6,0 m) kann mit einer Aufwölbung von Tonschichten erklärt werden. Die erhöhten C_{org}- und Pyritgehalte der Sedimente in den Zonen hoher CO₂-Gaskonzentrationen sind vermutlich auf die Konservierung organischen Materials durch eine reduzierte bakterielle Zersetzung und ein reduzierendes Milieu zurückzuführen. Durch den Gasstrom können Kiesel nach oben transportiert und in die feinkörnigen Sedimente eingelagert werden. Gleichfalls kann der hohe Gasdruck in Verbindung mit einer Verflüssigung der Tonschichten und/oder der Quellung der Smekтите durch eine erhöhte Wasserzirkulation zu der Aufwölbung der Tonlagen führen. Die Ergebnisse unserer Testuntersuchung sind der erste Schritt zum Verständnis von komplexen Prozessen im Bereich von natürlichen diffusen Entgasungszonen (Mofettenfeldern).