

## CHARACTERISTICS OF GAS BUBBLE STREAMS IN SHALLOW WATERS OF LAKE LAACH, GERMANY

INGO MÖLLER, KAI SPICKENBOM, MARTIN KRÜGER  
& CHRISTIAN SEEGER

### ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Aufsatz präsentiert und diskutiert Forschungsergebnisse zu den CO<sub>2</sub>-Gasaustritten im Flachwasserbereich des vulkanisch geprägten Laacher Sees in der Westeifel, Deutschland. Die Ergebnisse basieren auf umfangreichen Feldkampagnen im April und August 2010, die im Rahmen von Entwicklungsarbeiten für Unterwasser-Gasmonitoringverfahren durchgeführt wurden. Letztere stehen ihrerseits in Verbindung zur Überwachung möglicher unterirdischer CO<sub>2</sub>-Speicher. Die Geländearbeiten und die sich anschließenden Laboranalysen erbrachten detaillierte Informationen zur Zusammensetzung, Menge und Kohlenstoffisotopie der austretenden Gase. Ein Großteil der Unterwasseraktivitäten wurde mit einem kabelgebundenen Miniatur-Unterwasserfahrzeug (Micro-ROV) ausgeführt. Dieses wurde – neben anderen Modifikationen – mit einem speziell angepassten Gasfluss-Messgerät und eigens entwickelten Wasser- und Gasprobennehmern ausgestattet. So konnte erstmals direkt am Gewässergrund ein in sich homogener und kohärenter Datensatz zu den Gasflüssen gewonnen werden, der die bisherige Datenbasis zu den natürlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen im und am Laacher See in erheblichem Maße erweitert. Auf der Grundlage von 171 in situ-Gasflussmessungen ergibt sich eine mittlere Gasemission von 505,8 ml min<sup>-1</sup> pro Gasaustritt. Dabei besteht das am Gewässergrund entweichende Gas durchschnittlich aus 93,5 % CO<sub>2</sub>, 3,9 % Stickstoff, 2,5 % Sauerstoff (einschl. Argon) und 373,9 ppm Methan. Der mittlere δ<sup>13</sup>C-Wert des CO<sub>2</sub> liegt bei -3.21 (±0.77) ‰ PDB.

**Schlüsselworte:** Natürliche Gasaustritte, Unterwasser-Gasmonitoring, Micro-ROV, Gaszusammensetzung, Gasflüsse, Kohlenstoffisotopie, Geologische CO<sub>2</sub>-Speicherung, Natürliche Analoga, Laacher See

### SUMMARY

The paper presents and discusses findings of research activities into the CO<sub>2</sub> conditions of shallow waters of Lake Laach, Germany which have been conducted in the context of underwater gas monitoring approaches for geological CO<sub>2</sub> storage sites. Intensive field work in April and August 2010 and subsequent laboratory analyses provide information on the composition of the emitted gas, its quantity and carbon isotope signature, which

contribute to an enlarged database on the natural gas emanations at Lake Laach. The majority of the underwater operations were successfully carried out by means of a Micro-ROV which had been upgraded by custom-made gas samplers and gas flow meters. It is the first time that a coherent, homogeneous data set of gas flow records could be obtained directly on the ground of the lake. On the basis of 171 gas flow records an average gas release of 505.8 ml min<sup>-1</sup> per individual gas bubble stream could be identified. The mean composition of the gas escaping the sediments at the bottom of the lake is about 93.5 vol% CO<sub>2</sub>, 3.9 vol% nitrogen, 2.5 vol% oxygen plus argon and 373.9 ppm methane. The average CO<sub>2</sub> δ<sup>13</sup>C value is -3.21 (±0.77) ‰ PDB.

**Keywords:** Natural gas seeps, underwater gas monitoring, Micro-ROV, gas composition, gas flux, carbon isotopes, geological CO<sub>2</sub> storage, natural analogue, Lake Laach