

Numerische Modellierung der Karstgenese in mehrschichtigen artesischen Systemen

C. Rehr¹, S. Birk¹, A. Klimchouk²

¹ Institut für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz.

² Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Ministry of Education and Science, National Academy of Science, Simferopol, Ukraine.

Kurzfassung

Die gesteinslösende Wirkung zirkulierender Grundwässer führt zur Hohlrumbildung in lösungsfähigen Gesteinen und somit zur Entstehung von Karstgrundwasserleitern. Diese bilden im Allgemeinen zusammenhängende Karströhrensysteme aus, welche in einer geklüfteten Gesteinsmatrix eingebettet sind. Konzeptionell können Karstgrundwasserleiter daher als ein duales Fließsystem aufgefasst werden, das aus einem Röhrensystem und einem erheblich geringer durchlässigen Feinkluftsystem besteht. Ein konzeptionelles Modell zur Entwicklung von Karsthohlräumen in mehrschichtigen artesischen Systemen wurde entwickelt, welches das duale Fließsystem von Karstgrundwasserleitern durch hydraulische Kopplung eines diskreten Röhrennetzwerkmodells mit einem Kontinuummodell berücksichtigt. Das Kontinuummodell simuliert hierbei sowohl die Strömung in nicht lösungsfähigen Grundwasserleitern als auch im gering durchlässigen Feinkluftsystem des lösungsfähigen Gesteins. Die Bildung der Karsthohlräume wird mit Hilfe des Röhrennetzwerkmodells simuliert. Zu diesem Zweck werden Gesteinslösungsraten in Abhängigkeit von den Strömungsbedingungen berechnet und die Röhrendurchmesser entsprechend vergrößert. Die anfänglich gering durchlässige lösungsfähige Schicht ist dabei zwischen zwei aus unlöslichen Gesteinen aufgebauten Grundwasserleitern eingebettet. Die zur Hohlrumbildung erforderliche Strömung erfolgt transversal zur Gesteinsschichtung sowie lateral dazu in ausgedehnten, oftmals übereinander geschichteten Kluftsystemen und entlang ausgedehnter, intrastrateller Klüfte (Konzept der transversalen Speleogenese). In dieser Arbeit werden Ergebnisse standortbezogener numerischer Modellierungen mit Felddaten verglichen. Untersuchungen im Karstgebiet der West-Ukraine zeigen im Einklang mit den Modellergebnissen, dass die Genese von Röhrennetzwerken in mehrschichtigen artesischen Systemen durch einen aufwärts durch die lösungsfähige Schicht gerichteten hydraulischen Gradienten bestimmt wird, welcher unterhalb von Flusstälern ein Maximum aufweist. Die Entwicklung räumlich ausgedehnter Karströhren, welche die Grundwasserleiter ober- und unterhalb der lösungsfähigen Gesteinsschicht verbinden (Durchbruch), reduzieren diesen hydraulischen Gradienten, wodurch es zum Erliegen des Karströhrenwachstums kommt. Es zeigt sich, dass die Geometrie des sich ausbildenden Karströhrensystems maßgeblich durch die hydraulischen Randbedingungen insbesondere die Ausdehnung der Entwässerungszone des oberen, gespannten Grundwasserleiters bestimmt wird.