

als auch die Geophysik weisen auf Ähnlichkeiten zwischen dem Moravikum und dem Untergrund der Molassezone hin. Allerdings sind zur Klärung dieser Beziehung noch weitere, umfangreiche Untersuchungen notwendig.

## **HYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN THERMALWÄSSERN UND KALTWÄSSERN IM RAUM GASTEIN (BADGASTEIN, ÖSTERREICH): GEOCHEMISCHE UND ISOTOPENGEOCHEMISCHE AUSSAGEN ZUM EINFLUSS DES WASSERLEITENDEN GESTEINS**

**EGLE, S.**

Institut für Geochemie, Universität Wien, Dr. Karl Lueger-Ring 1, A-1010 Wien.

Im Gebiet der Therme von Badgastein wurden geochemische und isotopengeochemische Untersuchungen durchgeführt, um Austauschreaktionen zwischen dem wasserleitenden Gestein und dem Thermalwasser zu erfassen. Geologisch befindet sich das Gebiet in der Zentralgneiseinheit des östlichen Tauernfensters. Im Einzugsgebiet der Thermalquellen treten die geringmächtigen Vorkommen von Altkristallin und autochtonen Sedimenten gegenüber dem Zentralgneis stark in den Hintergrund. Die Austritte der Quellen liegen direkt im Ortsgebiet von Badgastein, im Zentralgneis. Das Thermalwasser steigt längs eines im gesamten Zentralgneismassiv beobachtbaren, steilen Kluftsystems auf, zu welchem u.a. auch die Hitzeklüfte des Heilstollens bei Böckstein zählen. Um Austauschreaktionen zwischen dem Thermalwasser und dem Wasserleiter zu erfassen, wurden acht Gasteiner Thermalquellen, Kaltwässer der Umgebung Badgasteins und ein 48 m langer Bohrkern beprobt. Die Bohrung wurde im Franz-Josefsstollen von einer hydrothermal überprägten Kluft ausgehend horizontal in den unveränderten Zentralgneis durchgeführt. Somit konnten innerhalb des Zentralgneises geochemisch weitestgehend unveränderte mit alterierten, kluftnäheren Proben verglichen werden.

Während sich in der Zusammensetzung der Kaltwässer hauptsächlich die Bestandteile der leichtlöslichen Minerale abzeichnen, tragen zum Chemismus der Thermalwässer auch die Albitkomponente der Plagioklase, Chlorit, sowie sulfidische Erze bei. Die Verhältnisse der Elementkonzentrationen der Thermalwässer und der Gesteinsproben sind ähnlich. Diese Tatsache, sowie der hohe Na- Gehalt der Thermalwässer im Vergleich zu den Kaltwässern spricht für einen Stoffaustausch zwischen Thermalwasser und Zentralgneis.

Von 22 Wasserproben wurden deren Elementkonzentrationen als Variable der Cluster-Analyse nach der WPGM-Methode verwendet. Im Korrelationsdiagramm unterscheiden sich die Thermalwässer deutlich von den Kaltwässern, wobei sich weitere Gruppierungen innerhalb dieser zwei Hauptgruppen erkennen lassen. Bei den Thermalwässern sind Mesnil-, Sophien- und Wasserfallquelle , bzw. Franz-Josefs-, Lainer- und Doktorquelle stärker korreliert. Dazwischen liegt die Elisabethquelle. Bei den Kaltwässern spiegeln die chemischen Unterschiede den Einfluß des Einzugsgebietes wider. Es zeigt sich die Ähnlichkeit der Proben, die dem Radhaus-

berg-Gebiet entnommen wurden, sowie derer aus dem Gamsgarkogel-Gebiet. Beachtenswert ist auch die Ähnlichkeit der Oberflächenwässer aus dem Anlauftal mit den im Raum Böckstein-Patschgen austretenden Trinkwasserquellen. Das Einzugsgebiet dieser Trinkwasserquellen erscheint damit definiert.

Aufgrund des Sauerstoffaustausches mit dem durchflossenen Gestein sind Thermalwässer üblicher Weise an schwerem Sauerstoff angereichert. Die Wasserstoffisotopenzusammensetzung bleibt durch den geringen Wasserstoffgehalt der Gesteine unverändert. Die Sauerstoffisotopenzusammensetzung der Gasteiner Therme bestätigt den meteorischen Charakter des Thermalwassers. Verglichen mit den Kaltwässern ist das Gasteiner Thermalwasser jedoch nicht nur an schwerem Sauerstoff, sondern auch an Deuterium verarmt. Da dies nicht auf die Wechselwirkung mit dem Zentralgneis zurückzuführen sein kann, kann dies nur darauf beruhen, daß das Thermalwasser die Isotopenzusammensetzung zur Zeit der Versickerung widerspiegelt. Demnach müssen zur Zeit der Versickerung des heutigen Thermalwassers etwas kühlere klimatische Bedingungen vorgeherrscht haben. Diese Verarmung beider Elemente an schweren Isotopen zeigt allerdings auch, daß der isotopengeochemische Einfluß des Zentralgneises auf das Thermalwasser gering ist.

Dies wird auch durch die Untersuchung der Strontiumisotope der Gesteins- und Wasserproben bestätigt. Die Strontiumisotopenverhältnisse der Thermalquellen unterscheiden sich nämlich nur in geringem Ausmaß von denen der Kaltwässer. Auffällig ist die starke Streuung der Werte der Kaltwasserproben im Vergleich zu den Thermalwässern. Diese Streuung ist bei den Kaltwässern darauf zurückzuführen, daß die Kaltwasserproben von voneinander gänzlich unabhängigen und unterschiedlichen Quellen entnommen wurden, die von den Bedingungen des jeweiligen Ursprungs und der spezifischen Umgebung geprägt wurden. Die in dieser Arbeit aufgrund des Chemismus vorgenommene Einteilung der Thermalwässer zeichnet sich hier durch die Strontiumisotopie erneut ab.

Umfangreiche geochemische und isotopengeochemische Untersuchungen mittels DCP, NAA und RFA an den Gesteinsproben ergaben, daß die kluftnäheren Proben verglichen mit den weiter von der Kluft entfernten Proben deutlichen stofflichen Veränderungen unterworfen waren: in den kluftnahen Proben konnte eine starke Konzentrationszunahme an K, Si, Ca und Mn, sowie sämtlicher gemessener Spurenelemente festgestellt werden. Die alterierten Proben sind außerdem an schwerem Sauerstoff (um 1‰) angereichert und zeigen deutlich erhöhte  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse. Die SEE-Muster der Gesteinsproben, sowie auch die Anreicherung der SEE, wie auch die im Dünnschliff beobachteten hydrothermalen Veränderungen sprechen dafür, daß die Alteration der kluftnahen Proben auf eine in der Vergangenheit dasselbe Kluftsystem nutzende,  $\text{CO}_2$ -haltige fluide Phase mit erhöhten Spuren- und SEE-Gehalten zurückzuführen ist. Im Vergleich zu den Kaltwässern der Umgebung sind die Schwankungen der Sr- und Rb-Gehalte, sowie der Strontium-, Sauerstoff- und Wasserstoffisotopenverhältnisse der Thermalwässer als geringfügig zu bezeichnen. Dies fordert den Schluß, daß die Thermalquellen unter ähnlichen Bedingungen in der Tiefe existieren, um sich dann zur Oberfläche hin zu verzweigen und so unterschiedlichem Kaltwasserzufluß ausgesetzt zu werden.

Die Isotopenanalysen bekräftigen daher die erstmals von EXNER (1957) aufgegrif-fene Annahme eines kommunizierenden Quellsplattensystems auf Grund der NNE-Klüftung des Zentralgneismassivs, die von JANSCHEK & KAHLER (1990) in dem Sinn erweitert wurde, als sie eine diskordante Störungszone als Hauptwasser-lieferant ansehen, deren Wasser an den Schnittpunkten mit dem Kluftsystem ver-teilt wird und so zur Oberfläche gelangt.

## **SiO<sub>2</sub>-MINERALOGIE: QUARZ, CRISTOBALIT, OPALE UND RARITÄTEN**

**FLÖRKE, O.W.**

Institut für Mineralogie, Ruhr-Universität, Universitätsstrasse 150, D-44780 Bochum.

Etwa 3/4 der Erdkrustenmasse bestreitet das Siliziumdioxid. Silikate bestimmen Gefüge und Eigenschaften der magmatischen und metamorphen Gesteine, und auch ein gut Teil der Sedimente ist silikatisch. Freies SiO<sub>2</sub> tritt in irdischen Gesteinen meistens als Quarz auf. Seine beherrschende Rolle verdankt er der Wirkung des Wassers in gesteinsbildenden Prozessen. Messung der Wasserspuren im Quarz gibt Hinweise auf Genese und Umprägung der Gesteine. In der Erdkruste macht Quarz etwa 12 - 14 Gew. % aus, der arme Mond dagegen, der nie Feuchtigkeit hatte, kennt Quarz nur als Rarität. An seine Stelle treten hier Cristobalit und Tridymit, die in kleinkristalliner Form auf Erden Raritäten sind.

Kristallchemisches Grundelement aller bisher bekannter SiO<sub>2</sub>-Minerale ist - mit Ausnahme des Hochdruckminerals Stishovit - das über alle 4 Sauerstoff-Liganden mit seinesgleichen zu dreidimensionalen geordneten Gerüsten oder ungeordneten Netzwerken verknüpfte SiO<sub>4</sub>-Tetraeder. Der variable Si-O-Si-Bindungswinkel und die Drehbarkeit benachbarter Tetraeder um den Brückensauerstoff bedingen die topologische und displazive Vielfalt (Modifikationen, Tief- und Hoch-Formen) der SiO<sub>2</sub>-Mineralfamilie (Tab. 1). Sie bedingt die ausgeprägte Stapelpolytypie bei Cristobalit und Tridymit und bei den kristallinen gemeinen Opalen -C und -CT.

Sehr eigenartige mikrokristalline Gefüge-Species von Quarz sind Chalcedon und Quarzin. Verunreinigungsspuren erzeugen als angeregte Zentren die schönen und begehrten Farbvarietäten Amethyst, Rauch- und Rosenquarz. Nichtkristalliner Opal-AG besteht aus gelartig verpappten winzigen SiO<sub>2</sub> · nH<sub>2</sub>O-Kügelchen. Sind sie regelmäßig und dichtest gepackt, dann erzeugen sie durch Bragg-Beugung von sichtbarem Licht das Farbspiel des Edelopals. Im unscheinbaren Potchopal sind sie ungleichmäßig und unordentlich gepackt. In allen Opalen, kristallinen und nicht-kristallinen, spielt Wasser eine wichtige Rolle. Opal-AN oder Hyalith besitzt eine durchgehend vernetzte Glasstruktur, die aber SiOH-Trennstellen enthält, wodurch sich seine Eigenschaften grundlegend von denen der wasserfreien natürlichen Kieselgläser, den Lechatelieriten unterscheiden. Lechatelierite sind ähnlich selten auf der Erde wie die Hochdruckminerale Stishovit und Coesit. Genetisch seltsam und strukturell sonderbar und sehr selten sind Melanophlogit und Moganit obwohl von diesem in letzter Zeit behauptet wird, daß er garnicht so selten sei.