

wasserwirtschaftliche Bundesanstalten vom 28. November 1974 beauftragt, die sich aus den karstwasserwirtschaftlichen Erfordernissen ergebenden vielgestaltigen karsthydrologischen Aufgaben wahrzunehmen. Insbesondere fallen in den gesetzlichen Aufgabenkreis der Bundesanstalt die Erforschung und Erfassung des Wasserhaushaltes der österreichischen Karstgebiete, sowie die Feststellung der Einzugsbereiche von Karstquellen hinsichtlich der Abgrenzung von Schutzgebieten.

Wenn auch die karsthydrologische Forschung heute mit modernsten wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden in der Lage ist, aus den Beobachtungen und Messungen an Nieder-

schlags- und Karstquellwässern, sowie aus den Ergebnissen von Markierungsversuchen weitgehende Schlüsse auf die hydrologischen Verhältnisse in der Tiefe der Karstgebiete zu ziehen, so bleibt ihr in der Regel doch der direkte Zugang zu den unterirdischen Wasserläufen in der Tiefe der Karstgebirge verschlossen.

Hier sind es nun allein die höhlenkundlichen Vereinigungen, denen sich bei ihren Forschungsarbeiten manche direkte Einblicke in die unterirdischen Abflußverhältnisse in Karstgebieten eröffnen, die das von der rein karsthydrologischen Forschung gewonnene Bild von der Karstwasserbewegung zu ergänzen und abzurunden vermögen.

Karsthydrologie und Höhlenforschung

Gerhard VÖLKL*)

Der Höhlenforscher im wissenschaftlichen oder touristischen Sinn wird ständig mit der Karsthydrologie konfrontiert. Nur wenige Karsthöhlen sind zur Gänze trocken, in den meisten stößt man in irgend einer Form auf Karstwasser. Die Palette des Karstwassers in den Höhlen reicht vom Tropfwasser über Rinnsale bis zu tosenden Höhlenflüssen mit einer Durchflußmenge von mehreren Kubikmetern in der Sekunde, oder tiefen Siphonen, die dem Vordringen des Höhlenforschers ein Ende setzen.

Die Karsthydrologie befaßt sich mit den stehenden und fließenden ober- und unterirdischen Gewässern im Karst. Sie behandelt deren Eigenschaften, Vorkommen und Verbreitung, ihre Bewegungsvorgänge und ihren Wasserhaushalt. Dabei kommt diesem Wissenschaftszweig innerhalb der Karstkunde besondere Bedeutung zu, da die Karstlandschaft vor allem dadurch definiert ist, daß die unterirdische Entwässerung infolge der Löslichkeit und Klüftigkeit des Gesteins einen nicht unwesentlichen Anteil an der

Gesamtentwässerung erreicht hat (TRIMMEL 1965).

Karsthydrologische Untersuchungen nehmen ihren Ausgang meist von den Karstquellen, den Austrittsstellen des Karstwassers. Langfristige Untersuchungsprogramme und spezielle Untersuchungsmethoden, wie Markierungsversuche, lassen auf die Karstwasserhältnisse im Gebirgskörper und auf das Einzugsgebiet der Quellen schließen. Meist sind die unterirdischen Wasserwege der direkten Beobachtung entzogen, nur in Höhlen sind Karstwässer in ihrer natürlichen Erscheinungsform stellenweise aufgeschlossen. An künstlichen Aufschlüssen, wie Stollen oder Bohrungen, können Karstwasseradern nur mehr unter gestörten Bedingungen beobachtet werden.

Oberflächenbäche oder Flüsse, die durch eine Schwinde in ein Höhlensystem eintreten, wie etwa der Lurbach bei Semriach, sind in Österreich eine Ausnahmeerscheinung. Die meisten Karst- und Höhlengebiete Österreichs werden dadurch charakterisiert, daß die Niederschlagswässer, noch bevor sie sich zu großen Oberflächengewässern sammeln können, in stark klüftigem, verkarstungsfähigem Gestein versinken.

*) Dr. Gerhard VÖLKL, Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten, 1010 Wien, Herrngasse 8, St. 1/3/24

Der karsthydrographische Gegensatz O. LEHMANN's kommt hier voll zur Geltung, nach dem einer Vielzahl von Versickerungsstellen eine begrenzte Zahl von Karstquellen gegenüberstehen.

Die Höhlenforschung muß im wesentlichen auf die v a d o s e (ungesättigte) Zone im Gebirge beschränkt bleiben, den Bereich über dem angenommenen Karstwasserspiegel, in dem die Hohlräume nicht vollständig mit Wasser erfüllt sind. Nur gelegentlich erfolgen durch Höhlentaucher Vorstöße in die p h r e a t i s c h e (gesättigte) Zone unter dem Karstwasserspiegel, in der alle Hohlräume des Gesteins zur Gänze wassererfüllt sind. Diesen Vorstößen sind aus technischen Gründen sehr enge Grenzen gesetzt.

In den Höhlen lassen sich nach Art und Richtung der Wasserbewegung drei Typen von Karstwasser unterscheiden:

- Karstwasser mit vorwiegend vertikaler Bewegungsrichtung
- Karstwasser mit vorwiegend horizontaler Bewegungsrichtung
- Karstwasser ohne sichtbare Wasserbewegung

Am häufigsten wird der Höhlenforscher mit dem Karstwasser konfrontiert, das sich in vertikaler Richtung bewegt. In Form von Tropfwasser ist es in fast allen Höhlenteilen anzutreffen. Bei entsprechender Zufuhr von Niederschlagswasser von der Oberfläche können an Tropfwasserstellen ganze Sturzbäche in die Höhlenräume einbrechen. Mit zunehmender Tiefe im Gebirgskörper zeigt das Karstwasser die Tendenz, sich in bevorzugt wasserwegigen Karstgefäßen zu sammeln. Diese in vertikaler Richtung verlaufenden Wasseradern können bei Niederschlagsereignissen auch mehrere hundert Meter unter der Oberfläche innerhalb von Minuten stark anschwellen und stellen eine große Gefahr bei Schachtexpeditionen dar.

Die moderne Schachtbefahrungstechnik hat es in den letzten Jahren verschiedenen Höhlenforscherguppen ermöglicht, von der Oberfläche her die gesamte vadose Zone zu überwinden und tief im Gebirge das Niveau des Karstwasserspiegels zu erreichen. Als eindrucksvolles Beispiel kann die Erforschung des Schneeloches im Tennengebirge genannt werden, wo in 1086 Meter Tiefe das Niveau der zwei Kilometer entfernten Winnerfallquellen erreicht wurde. Aber auch im Höllengebirge, im Toten Gebirge und im Göllmassiv wurde in tiefen Schächten fast das Niveau der großen Karstquellen erreicht. Bei der

Beurteilung dieser Ergebnisse der Höhlenforschung muß jedoch immer der Aspekt des jeweiligen Forschungsstandes beachtet werden.

Zwischen dem vorwiegend in vertikaler Richtung und dem vorwiegend in horizontaler Richtung fließenden Karstwasser gibt es nur wenige Übergänge. Längere Fließstrecken mit mittlerem Gefälle sind relativ selten. Häufig sind in der vadosen Zone wasserführende Etagen mit geringem Gefälle eingeschaltet. Sie können in mehreren Stockwerken angeordnet sein. Es ist jedoch keine Häufung der annähernd horizontalen Höhlengerinne mit zunehmender Tiefe festzustellen. Die Ausbildung dieser Niveaus scheint in der geologischen und morphologischen Entwicklung der Gebirge begründet zu sein. Korrelationen mit der Gebirgsoberfläche oder mit benachbarten Gebirgen lassen sich aber aus dem derzeitigen Stand der Forschung noch nicht zwingend ableiten.

Die großen Höhlensysteme in den österreichischen Alpen liegen hauptsächlich in Höhen zwischen 1000 und 2000 Metern. Die heutige Karstentwässerung folgt nur selten diesen, meist Relikte alter Entwässerungssysteme darstellenden Höhlengängen, sondern quert diese vorwiegend in vertikaler Richtung. In manchen Höhlen, wie in der Dachstein-Mammuthöhle wurden bereits unter den alten »trockenen« Korridoren wasserführende Gangsysteme gefunden, die dem Netz der rezenten Karstentwässerung angehören. Im Niveau der großen Karstquellen in den Tälern finden sich häufig Wasserhöhlen. Im speläologischen Sprachgebrauch werden darunter Höhlen verstanden, deren Eingang zeitweise Wasser entströmt, die ganz oder teilweise von einem Gerinne durchflossen werden oder die größere stehende Gewässer beinhalten. Sehr häufig sind diese Höhlen durch Siphone (wassererfüllte Höhlengänge, deren Decke unter den Wasserspiegel eintaucht) abgeschlossen. Siphone treten hauptsächlich im Niveau des Karstwasserspiegels auf, können aber auch in höher liegenden Höhlengängen vorkommen.

Höhlentaucher haben wiederholt Siphonstrecken überwunden und dahinter große Höhlensysteme entdeckt. Als Beispiel dafür kann vor allem die Lamprechtsofen-Höhle in den Leoganger Steinbergen genannt werden. Dort wurde der im Niveau des Grundwasserspiegels des Saalachtals gelegene Siphon des Bocksees durchtaucht. In der Folge wurde die Siphondecke niedergesprenzt und die Erforschung eines Höhlensystems ermöglicht, das heute 13 Kilometer in den Berg und bis in eine Höhe von

1024 Meter über den Eingang führt. Bei einem Tauchversuch im Gollinger Wasserfall im Göllmassiv konnte die Siphonstrecke zwar nicht überwunden werden, dafür wissen wir aber, daß die wassererfüllten Höhlengänge von der Karstquelle, die 100 Meter über der Talsohle liegt, im Berg wieder bis auf das Talniveau abfallen.

Die Kartierung und Beobachtung der unterirdischen Wasserläufe durch die Höhlenforscher ist für den Karsthydrologen von großem Wert. Heute wird die Erforschung neuer Höhlensy-

steme vielfach sehr zielstrebig betrieben. Die Ergebnisse von karsthydrologischen Untersuchungen und Markierungsversuchen, wie etwa in den Leoganger Steinbergen, sind häufig Grundlage für neue gezielte höhlenkundliche Forschungstätigkeit.

Literatur:

TRIMMEL, H. (1965): Speläologisches Fachwörterbuch.-Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich, Wien.

Formenreichtum und Sedimentinhalt österreichischer Höhlen und Karstlandschaften

R. SEEMANN*)

Jede Karstlandschaft und jede Höhle ist zahlreichen formenden, aber auch gleichzeitig zerstörenden Kräften ausgesetzt. Je nach Art und Intensität, bzw. je nach Überwiegen der einen oder anderen Kraft entstehen die verschiedensten Karst- und Höhlentypen.

Die Verkarstung ist als spezieller Abtragungsmechanismus zu charakterisieren, der nur unter bestimmten klimatischen Gegebenheiten auf ganz bestimmte wasserlösliche und für Wasser durchlässige Gesteinstypen beschränkt ist. Von der Verbreitung her kommen hier fast ausschließlich die karbonatischen Gesteine, die Kalke und Dolomite, bzw. deren sedimentäre oder metamorphe Folgeprodukte wie Marmor in Frage. Von der Geschwindigkeit bzw. von der Intensität der Abtragung her tritt das Phänomen der Verkarstung speziell bei den in Wasser noch leichter löslichen Gesteinen, wie z.B. Gips, Anhydrit und in noch deutlicherem Maße bei Steinsalz hervor. Zusätzlich zeigen auch noch einige andere zur Vergrusung neigende Gesteine wie z.B. Granit, Gneis, Sandstein und diverse Lokersedimente wie Sand, Löß, Tuff im Oberflächenbereich karstähnliche Bildungen, die aber nur der Erscheinungsform nach diesem Mechanismus hinzuzählen und als »Pseudokarst« zu identifizieren sind. In diesem Zusammenhang sind auch noch jene karstähnlichen Erscheinungen zu erwähnen, die in Eis oder als Kontrast auch in erstarrender Lava auftreten.

Im Gegensatz zu den silikatischen Gesteinen ist bei den echten verkarstungsfähigen Gesteinen neben der physikalischen Abtragung durch

Temperaturschwankung, Gebirgsbewegung, Schwerkraft und durch die dynamische Kraft von Wind und Wasser auch die chemische Abtragung in bedeutendem bis überwiegendem Ausmaß beteiligt.

Der Umfang und der Typus der Verkarstung ist einerseits von der Beschaffenheit und Lage des Gesteins (Verunreinigungen, Porosität, Klüftigkeit, Schichtorientierung etc.) und andererseits vom Klima und von damit in Zusammenhang stehenden Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Menge und Zusammensetzung des Wassers, Bodenbedeckung, Vegetationsdecke, etc. abhängig. So können je nach Gesteinstyp und Klima ganz charakteristische Karstformen registriert werden.

Es lassen sich drei Grundtypen unterscheiden: der »Kahlkarst«, der »Grünkarst« und der »Bedeckte Karst« (TRIMMEL 1965). Im Falle des Kahlkarstes werden sämtliche Oberflächen-Sedimente vom Karstgestein abgetragen. Ein Großteil wird in die unterirdischen Höhlensysteme abgeführt. Der Rest wird durch oberirdischen Transport, z.T. durch Gletscher, Wind und Wasser entfernt. Als typische Beispiele können die Karsthochflächen der östlichen und zentralen Nördlichen Kalkalpen im Bereich von Steiermark, Oberösterreich und Salzburg angeführt werden: Hochschwab, Totes Gebirge, Dachstein, Tennengebirge, Hagengebirge, Steineres Meer, etc. (Abb. 5 und 6). Im Kahlkarst können besonders deutlich die oberflächlichen Veränderungen des Karstgesteins durch chemisch-physikalische Kräfte des Wassers beobachtet werden. Besonders markant treten Karren, Dolinen, Karstgassen, offene Schächte und Klüfte etc. in Erscheinung (Abb. 7).

*) Dr. Robert SEEMANN, Mineralog.-Petrograph. Abteilung, Naturhistorisches Museum Wien, A-1014 Wien.