

Zur Geologie des Gradenbachtals (Dachsteinregion) – Eine Erläuterung zum Pilotprojekt „Karstwasser Dachstein“

Gerhard W. Mandl (Geologische Bundesanstalt Wien)

Die Grafenbergalm und das Gradenbachtal, eine erdgeschichtliche Schlüsselstelle

Das östliche Dachsteinplateau und insbesondere die Umgebung der Grafenbergalm bilden mit ihrer lockeren Bewaldung und den wiesenbedeckten Almflächen einen deutlichen Kontrast zur kahlen Steinwüste der zentralen Dachsteingruppe „Auf dem Stein“.

Landschaftsformen spiegeln bis zu einem gewissen Grad den Gesteinsuntergrund wider. Verantwortlich dafür ist die Verwitterung durch Temperaturwechsel, Frostsprengung oder chemische Lösung, die das Gestein von der Oberfläche her angreift, zersetzt und in kleinere Teile zerlegt. Dieser Verwitterungsschutt kann im flachen Gelände an Ort und Stelle liegen bleiben, oder sich am Fuß von steilen Wänden als Schutthalden ansammeln.

Nahezu das gesamte Dachsteinplateau wird von dickbankigem Kalk – dem **Dachsteinkalk** – aufgebaut, der von dieser Region auch seinen Namen erhielt. Der Dachsteinkalk bildet eine weit über 1.000 Meter dicke Gesteinsplatte, die leicht gegen Norden verkippt liegt.

Darunter liegende, ältere Gesteine werden daher nur im Süden, in den Steilwänden zum Ennstal und auch im Grafenbergsee-Tal sichtbar. Dominierend unter diesen Gesteinen ist der **Wettersteindolomit** und -kalk. Während der Wettersteinkalk auf den ersten Blick oft kaum vom Dachsteinkalk zu unterscheiden ist, ist der Wettersteindolomit meist schon von Ferne erkennbar. Seine Eigenheit liegt in der größeren Sprödigkeit von Dolomitgestein begründet, die bei starker Druckbeanspruchung zur Bildung eines dichten Netzwerkes feinsten Risse und Klüfte führt. Das Gestein behält zwar eine gewisse Festigkeit, zerfällt bei der Verwitterung aber zu feinem Grus und Sand und bildet dabei weiche Geländeformen wie auf den Wiesen der Grafenbergalm oder im vegetationslosen Koppenkar und Landfriedtal.



Landschaftlicher Kontrast zwischen schroffem Kalkgestein (Hintergrund) und von Wiesen bedeckten, welligen Formen des Dolomitgesteins der Grafenbergalm.

Ausschlaggebend für die resultierenden Landschaftsformen ist also nicht nur das Gesteinsmaterial selbst; wesentlich sind auch Strukturen im Gestein, die der Verwitterung Angriffsflächen bieten.

Um die geologische Besonderheit der Grafenberg Alm und ihrer weiteren Umgebung erklären zu können, muss in Erinnerung gerufen werden, dass die Gesteine der Kalkalpen aus einstigen Meeresablagerungen hervorgegangen sind. Kalk und Dolomit sind ehemaliger Sand und Schlamm eines seichten Meeres, der hauptsächlich aus den zerbrochenen Schalen, Gehäusen und Hartteilen dort lebender Tiere und Pflanzen entstand. Eine Untersuchung dieser Gesteine ist immer auch ein Blick zurück in submarine Lebensräume vor vielen Jahrtausenden.

Der Grenzbereich zwischen Wettersteinkalk und Dachsteinkalk erschließt uns einen kurzen Abschnitt innerhalb der Trias-Zeit, der etwa den Zeitbereich 220-210 Millionen Jahren vor heute umfasst. Der ältere Wettersteindolomit entstand in riffgesäumten Lagunen während der Zeitspanne von etwa 240 – 226 Millionen Jahren vor heute. Eine Klimaänderung und ein weltweites Absinken des Meeresspiegels führten dann zu einem Trockenfallen und Absterben der Riffe. Die einstigen Lagunen ragten nun als flache Inseln aus dem Meer. Sie waren damit der Verwitterung ausgesetzt, die eine hügelige Landschaft mit etwa 100 Metern Höhenunterschieden schuf. Als der Meeresspiegel nach wenigen Millionen Jahren wieder anstieg, überflutete er allmählich diese Hügellandschaft.

Mikroskopaufnahme eines Dünnschliffes vom Riffkalk mit Kalkschwämmen (mitte und links), Korallenquerschnitten (rechts), Seelilien-Stielsegmenten (unten) und einer Schnecke (links oben).
Bildbreite 5 cm.



Angewitterter, metergroßer Korallenstock im Dachsteinkalk.



Damit begann die Ära des Dachsteinkalkes. In den seichteren Bereichen siedelten sich wieder Korallenriffe an. In den tieferen Senken dazwischen sammelte sich Schicht für Schicht der feine Kalkschlamm und Lebewesen aus dem offenen Meer wanderten ein – Ammoniten, pelagische Muscheln und allerlei winzige Planktonorganismen. Die Ansammlung von Sedimenten füllte das Meeresbodenrelief allmählich wieder auf. So entstand wieder eine ausgedehnte, gleichmäßig seichte Lagune, die erst weiter im Süden von einem Saumriff gegen das tiefe Meer begrenzt war. Abschnitte dieses Saumriffs sind heute noch im Hochkönig, am Tennengebirgssüdrand, im Gosaukamm und am Grimmingsüdrand erhalten.

Die Region zwischen Hirnberg – Kufstein – Grafenbergalm – Plankenalm – Notgasse – Ahornsee ist eine von ganz wenigen Stellen in den Kalkalpen, wo dieses Anfangsstadium der Dachsteinriffe großflächig offen zutage liegt und damit für Untersuchungen zugänglich ist.

Die kleinräumige Vielfalt unterschiedlicher Gesteine ist es auch die Ursache für die Herausbildung einer reizvollen Landschaft, die auf der Dachstein-Hochfläche einzigartig ist.

Diese weitgehend unberührte Naturlandschaft sollte nicht mutwillig durch bauliche Eingriffe beeinträchtigt, ein touristisches Juwel einer ganzen Region nicht den wirtschaftlichen Interessen einiger weniger Personen geopfert werden.

Die Grafenbergalm und das Gradenbachtal als Einzugsgebiet der Siebenbrunn-Quelle

Der oben skizzierte geologische Bau ist nicht nur für den landschaftlichen Reiz verantwortlich, er ist auch bestimmend für die Wasserwege im Gebirgsinneren.

Festgestein an sich ist im Allgemeinen wasserundurchlässig. Es sind die im Gestein vorhandenen Hohlräume unterschiedlichen Ursprungs, die einen Durchfluss ermöglichen. Die Anzahl und die Weite dieser Hohlräume bestimmen die Durchflussmenge und -geschwindigkeit.

Zwei Gesteinsformationen sind hier hydrogeologisch von Bedeutung, der Dachsteinkalk und der Wettersteindolomit, beides ehemalige Ablagerungen eines tropisch warmen, seichten Meeres.

Ihr hydrogeologisches Verhalten lässt sich folgendermaßen charakterisieren:

Dachsteinkalk kommt in zwei Varietäten vor, zum einen als geschichtetes = in meterdicke Bänke unterteiltes Ablagerungsgestein der Dachsteinlagune, zum anderen als ungeschichtete, massige Bildung eines Riffes und der riffnahen Lagune.

Schichtung entsteht durch kurzzeitige Änderung der Ablagerungsbedingungen, z.B. verstärkte Einschwemmung von tonigem Material. An diesen Schichtgrenzen ist der Zusammenhang zwischen angrenzende Gesteinsmassen geschwächt, bei Belastung und Verformung können sich hier Schichtfugen und damit Wasserwege öffnen. Die Schichtung war ursprünglich horizontal orientiert; während der Gebirgsbildung kann sie aber auch verkippt, steil gestellt oder verbogen werden. Diese Verformung erzeugte auch Spannungen, die zusätzliche, meist senkrecht angelegte Bruch-Fugen und Risse im Gestein verursachten. Schichtfugen und Brüche gemeinsam bilden im geschichteten Dachsteinkalk ein weitmaschiges, dreidimensionales Netz aus Wasserwegen.

Im schichtungslosen, massigen Riffkalk dominieren hingegen die steilstehenden Brüche und Klüfte. Dies äußert sich auch in der Verwitterung und in der Landschaftsformung. Man betrachte vergleichsweise die „glatte“ Dachsteinsüdwand mit ihren schräg verlaufenden Schichtfugen und den entlang senkrechter Klüfte in „Türme“ zerhackten Riffkalk des Gosaukammes.

Eine Besonderheit von Kalkstein ist seine Säurelöslichkeit. Das Kohlendioxid aus der Luft und aus dem Boden genügt, um mit dem Regenwasser Kohlensäure zu bilden. Auf seinem Weg durch die Gesteinsfugen greift das Wasser den Kalk an und löst ihn auf. Die ursprünglich oft haarfeinen Fugen können allmählich zu großen Hohlräumen aufgeweitet werden – so entstanden im Laufe von Jahrtausenden auch die Dachsteinhöhlen.

Ganz anders ist das Verhalten des **Wettersteindolomites**. Wie schon erwähnt, bildet er aufgrund seiner größeren Sprödigkeit bei Druckbelastung ein dichtes Netzwerk an feinsten Fugen aus. Eine

primär eventuell vorhandene Schichtung verliert dagegen an Bedeutung. Dolomit ist auch schlechter säurelöslich als Kalk, eine Aufweitung der Fugen durch das durchströmende Wasser findet in der Regel kaum statt. Gegenüber dem Kalk bewegt sich daher das Wasser in den engen Fugen des Dolomits wesentlich langsamer. Die große Anzahl der feinen Fugen im Dolomit kann in Summe ein größeres verfügbares Hohlraumvolumen bilden als im Kalk, mit seinen lokal zwar großen, insgesamt aber selteneren Hohlräumen.

Großes Hohlraumvolumen und langsame Fließgeschwindigkeiten machen Dolomit zu einem guten **Wasserspeicher**, der das wechselnde Wasserangebot der Niederschläge ausgleicht. Quellen aus Dolomitgebieten zeigen geringere niederschlagsbedingte und jahreszeitliche Schwankungen. Im verkarsteten Kalk kann hingegen ein Gewitterregen innerhalb von Stunden von der Oberfläche bis zum Quellaustritt fließen. Entsprechend rasch können im Kalk auch Verunreinigungen eine Quelle erreichen.

Der Wettersteindolomit und der darüber lagernde Dachsteinkalk bilden zusammen ein 2.000 Meter und mehr mächtiges Gesteinspaket, das aus seiner ursprünglich horizontalen Lage etwas gegen Norden gekippt wurde. An Klüften eindringendes Niederschlagswasser wird an den gekippten Schichtfugen des Kalkes gegen Norden abgelenkt. Sobald das einsickernde Wasser die Grenze zum unterlagernden Dolomit erreicht, fließt ein Teil entlang dieser Grenze in den größeren Hohlräumen des Kalkes gegen Norden, der andere Teil sinkt durch die feinen Klüfte des Dolomits in den tieferen Grundwasserspeicher. Dies ist der Grund dafür, dass im Dachsteinmassiv die großen Karstquellen alle im Norden, im Trauntal zu finden sind – Koppenbrüller, Koppenwinkel, Kessel, Hirschbrunn, Waldbach Ursprung.

Dieses generelle Bild zeigt im Einzelfall aber Ausnahmen. Die Gesteinsverformung bei der Gebirgsbildung erzeugte nicht nur ein Kluftnetz innerhalb der Gesteine, sondern kann auch zu Brüchen führen, an denen bedeutende Bewegungen stattfanden. Gesteinsmassen können entlang solcher Flächen viele Meter, aber auch Kilometer gegeneinander verschoben sein. Man bezeichnet solche Bewegungszonen auch als Störungen der ursprünglichen Zusammenhänge. Entlang solcher Bewegungsflächen ist das Gestein oft zertrümmert und zerschert und kann, je nach Krafteinwirkung, entweder aufgelockerte, wasserleitende oder zusammengepresste, wasserdichte Zonen im Gebirge bilden. Bei dieser Verformung können ganze Gesteinspakete auch zu Falten verbogen werden. Lokale Einsenkungen und Aufwölbungen überlagern die generelle Nordneigung des Dachsteinmassivs und bewirken beispielsweise am Südrand zwischen Hirnberg – Kufstein – Luserwand eine lokale Südneigung der Schichtflächen.

Diese Details des Gebirgsbaues werden bei der kartografischen Erfassung der Geologie eines Gebietes erkennbar und in Karten und Profilschnitten dargestellt. Sie bilden die geometrischen Rahmenbedingungen für die **grundsätzlich möglichen Wasserwege** im Untergrund.

Um die davon **tatsächlich benutzten Wasserwege** zu erkunden, wird das Wasser selbst am Quellaustritt untersucht, denn es enthält Informationen über seinen Weg durch das Gestein:

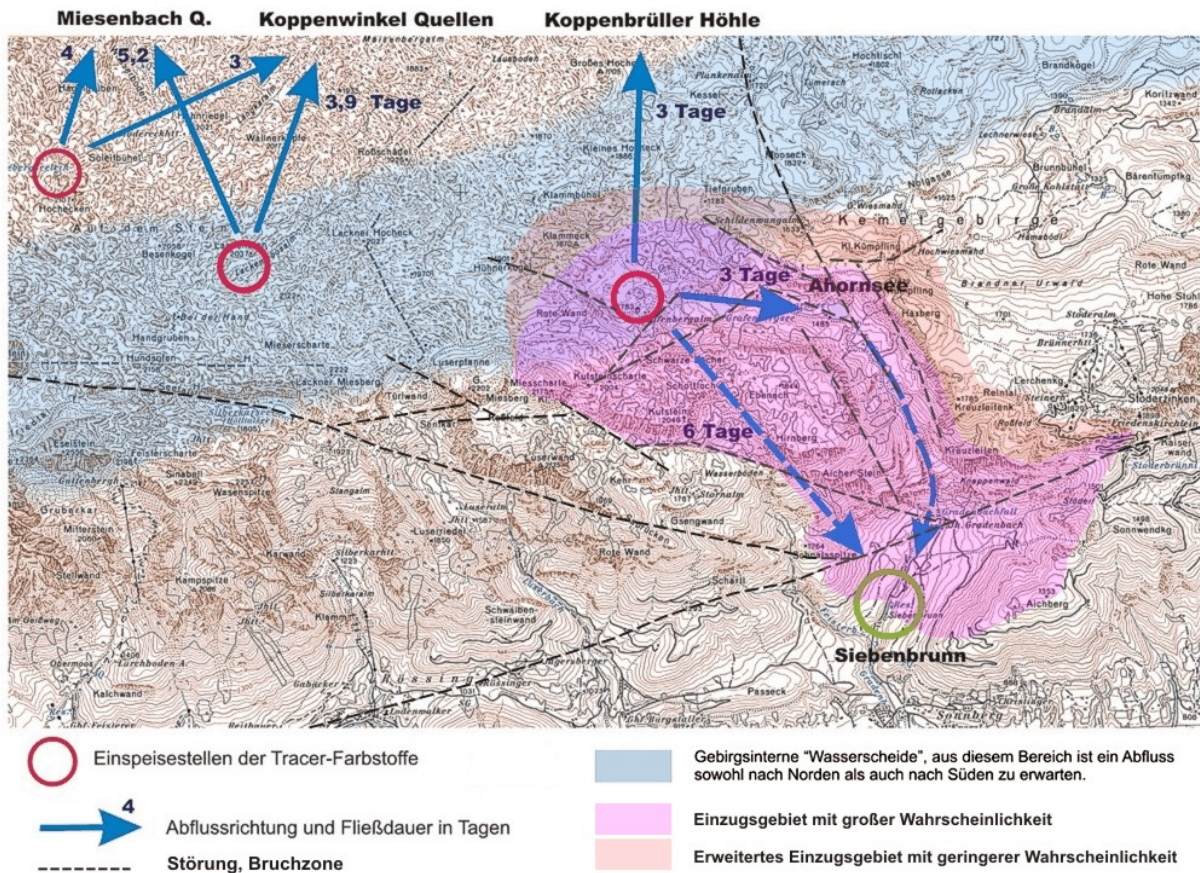
Die Wassermenge und ihre zeitlichen Schwankungen, Temperatur, chemische Zusammensetzung von Inhaltsstoffen und der Gehalt an natürlichen Isotopen geben Auskunft, in welcher Höhe das Einzugsgebiet liegt, ob das Wasser aus verschiedenen Speichern zusammengemischt wurde, welche Gesteine es durchflossen hat, wie lange es im Gestein gespeichert war und anderes mehr.

Zusammenhänge zwischen Einzugsgebieten und Quellaustritten können auch unmittelbar sichtbar gemacht werden. Dazu wird Wasser mit speziellen Farbstoffen („Tracer“) markiert, die auch noch in größter Verdünnung messtechnisch nachgewiesen werden können. An ausgewählten Punkten der vermuteten Einzugsgebiete wird verschieden markiertes Wasser in das Gestein eingeleitet und in der Folgezeit beobachtet, welche Tracer wie schnell bei welcher Quelle wieder zutage treten.

Solche mehrjährige Untersuchungsreihen wurden in der gesamten Dachsteinregion durchgeführt, die Ergebnisse sind in Publikationen des Umweltbundesamtes bzw. auch der Geologischen Bundesanstalt im Detail nachzulesen – siehe unten bei Literaturangaben.

Aus dem geologischen Bauplan und aus den Wasseruntersuchungen lässt sich für das Grafenbergalm – Gradenbachtal - Gebiet und die **Siebenbrunn-Quelle** folgender Zusammenhang erkennen:

Auf der Grafenbergalm bei einer Schwinde in den Dolomit eingespeister Tracer erschien nach 3 Tagen sowohl im Norden in der Koppenbrüllerhöhle, als auch im Osten bei einer Quelle nahe dem Ahornsee. Nach insgesamt 6 Tagen war der Markierungsstoff auch in der Siebenbrunnquelle eingelangt und belegt eindeutig eine direkte Verbindung. Dabei spielt es in der Praxis keine Rolle, ob der Markierungsstoff den gesamten Weg zur Quelle durch das Dolomitgestein genommen hat, oder ob er ab dem Ahornsee oberflächlich über den Gradenbach die Quelle erreicht hat. Oberflächliche Zuflüsse zum Gradenbach erreichen in jedem Fall die Fassung der Siebenquelle, da diese im Schotterkörper des Gradenbaches situiert ist.



Einzugsgebiet Siebenbrunn-Quelle

Keine Verbindung konnte von der Grafenbergalm nach Süden zur Luserbach-Quelle festgestellt werden. Hier bilden offenbar die beiden WNW-ESE verlaufenden Störungszonen vom Hölletal zum Saurücken und vom Miesberg über den Wasserboden zum Aicher Stein eine relative Barriere bzw. eine Ableitung Richtung Gradenbachtal. Das Gebiet nördlich davon – also vom Hirnberg über Kufstein bis zum Kleinen Miesberg wird Richtung Grafenbergalm bzw. Gradenbachtal entwässern und ist damit potentiell Einzugsgebiet der Siebenquellen.

Im Norden könnte das Einzugsgebiet bis in den Dachsteinkalk von Schildenwangalm und Kumpfling reichen, zumal von dort Störungszonen einen Wassertransport nach SSE ins Gradenbachtal erleichtern dürften.

Im Osten scheinen Wasserzutritte von den Steilwänden des Haxberges und der Kreuzleiten möglich. Eine denkbare Verbindung bis zum touristisch stark frequentierten Stoderzinken dürfte nicht bestehen, da in einem solchen Fall erhöhte Keimzahlen im Wasser erkennbar sein sollten. Die Siebenbrunnquelle gehört hingegen zu den wenigen Quellen, bei welchen bei keiner der Messungen im Februar, März und August 1992 eine Keimbelastung nachweisbar war.

Westlich und östlich der Quelle gehören noch die Schnalsspitze und der Dolomitrücken des Aichberges bis hin zum Stöderl zum potentiellen Einzugsgebiet. Hier sind aber weniger Wasserzutritte aus dem Dolomit zu erwarten als vielmehr Oberflächenwässer, die in der Schuttbedeckung und in einem großen Schwemmfächer Richtung Gradenbach abfließen. Die eiszeitlichen Lockersedimente (Kiese und verschwemmte Moräne) des unteren Gradenbachtals oberhalb und rund um die Quelfassung sind ebenfalls unmittelbares Einzugsgebiet.

Alle mit möglicher Schadstoff-Freisetzung verbundenen Aktivitäten innerhalb des hier skizzierten Einzugsgebietes der Siebenquelle bilden ein Gefahrenpotenzial für die Wasserqualität. Dazu zählen Bautätigkeiten, insbesondere Straßenbau während der Durchführung, verstärktes Verkehrsaufkommen nach der Fertigstellung, Ausbau der Hütteninfrastruktur mit verstärktem Besucherandrang sowie Anlage von Wildfütterungen.

Literatur:

Scheidleder, A. et al.: Pilotprojekt „Karstwasser Dachstein“ Teil2, Karsthydrologie und Kontaminationsrisiko von Quellen. – Monographien des Umweltbundesamtes, Bd. 108 und Archiv für Lagerstättenforschung der Geol. Bundesanstalt, Bd. 21; 155 S., 2 Beilagen (geolog. Karte und Profilschnitte), Wien (UBA, Geol. B.-A.) 2001.

Bauer, F.: Die unterirdischen Abflussverhältnisse im Dachsteingebiet und ihre Bedeutung für den Karstwasserschutz. – Report Umweltbundesamt-89-28, 74 S., 8 Kartenbeilagen, Wien (UBA) 1989.