

Eine mögliche Großmassenbewegung im Kohlental am Unterberghorn und deren Zusammenhang mit Großquellen

A potential mass movement in the Kohlental valley at the Unterberghorn mountain and its relation to high-discharge springs

F. THALHEIM¹ & M. WALLNER¹

¹Wasser Tirol – Ressourcenmanagement-GmbH, Leopoldstraße 3, 6020 Innsbruck.

Korrespondierender Autor: Felix Thalheim; felix.thalheim@wassertirol.at

Zusammenfassung

Das Quellsystem der Mühlbachlquellen in Schwendt, zu welchem noch etliche weitere Quellen mit relativ hoher Schüttung zählen, ist noch weitestgehend unerforscht. Allein bei den Mühlbachlquellen treten minimal 220 Sekundenliter aus, bei den weiter nördlich gelegenen Quellaustritten bei den Fischteichen kommen nochmals einige Zehnerliter pro Sekunde dazu. Die hohen Minimalschüttungswerte, unterschiedliche Temperaturniveaus sowie Mineralisierungen lassen auf ein mehrere km² großes, hydrogeologisch komplexes Einzugsgebiet schließen. In einem Teil des Einzugsgebietes auf einem Plateau mehrere 100 hm oberhalb der Quellaustritte sind einerseits Karsterscheinungen (z. B. Schwinden) zu finden, andererseits auch Hinweise (u. a. zusammenpassende Abbruchkanten, Blockstrukturen, Nackentäler) auf mögliche Massenbewegungen vorhanden. Diese werden im Zusammenhang mit den Charakteristika der Quellen im Sinne einer Befundaufnahme beschrieben, offene Fragen werden abgeleitet, zur Diskussion gestellt und zudem weiterer Forschungsbedarf in diesem Gebiet, das auch wasserwirtschaftlich als von regionaler Bedeutung erscheint, umrissen.

Schlüsselwörter: Massenbewegung, Großquellen, strategisch Wasserressourcen, nördliche Kalkalpen, Kaisergebirge/Unterberghorn, Schwendt, Tirol

Keywords: mass movement, high-discharge springs, strategic water resources, Northern Calcareous Alps, Kaiser mountain range/Unterberghorn mountain, Schwendt, Tyrol

Einleitung/Projektgebiet

Im Zuge von Erhebungen zu Großquellen in Tirol (Thalheim, 2020) wurden ausgewählte Quellen genauerer Untersuchungen hinsichtlich Schüttungsdynamik und Vor-Ort-Parameter unterzogen (siehe auch Thalheim & Ebenbichler, 2020) sowie Vor-Ort-Begehungen bestimmter Quellen durchgeführt. Im Oktober 2020 erfolgte in diesem Rahmen eine eintägige Vor-Ort-Begehung zumindest eines Teiles des möglichen Einzugsgebietes der Mühlbachlquellen 1-7 in Schwendt (QU70418004). Diese stellen nicht nur wegen der hohen Schüttung und geringen Schüttungsschwankung (Tagesmittel von 220 bis 360 l/s im Zeitraum 2002 bis 2020) in einiger Hinsicht eine Besonderheit dar. Die Mühlbachlquellen befinden sich in einem Abschnitt des N-S-verlaufenden Kohlentals zwischen Kaisergebirge und Unterberghorn, der vom Auftreten zahlreicher schüttungsreicher Quellen maßgeblich geprägt ist – so weist auch der Name Kohlental (Quelle → mdal. „Kölle“ → Kohle (Jaksch, 1964)) auf ebenjenes Reichtum an Quellwasser hin. Abb. 1 soll einen allgemeinen Überblick zur Lage des Gebietes verschaffen.

Im Zuge der Vor-Ort-Begehung und auch bei den Vorerhebungen mittels GIS fielen zahlreiche hangparallel verlaufende Strukturen in der Westabdachung des Unterberghorns auf, wo vom Schnappen und Schnappenrücken das Gelände teils in mehreren Stufen gegen Kohlental und Schwendt hin abfällt. Insbesondere eine ausgedehnte Stufe war dabei auffällig, die eine abflusslose Senke und mindestens eine aktive Schwinde enthält. Während der Begehung wurde der Eindruck gewonnen, dass es sich hier um ein stark in Einzelteile zerlegtes Plateau handelt, das aus einzelnen Blöcken im Meter- bis Hundertmeterbereich besteht, die eine sehr unruhige und eigenwillige Morphologie erzeugen und das Nachvollziehen des möglichen Schichteinfalls schwierig gestalten. Auch aufgrund von Vorerfahrungen mit Plateaus, die sich in einzelne Blöcke zerbrochen als Massenbewegung talwärts bewegen (siehe Thalheim, 2016a,b), wurde als mögliche Erklärung für diese Phänomene als Arbeitshypothese festgehalten, es könnte sich hier um eine großräumige Massenbewegung handeln.

Gegenständliche Veröffentlichung soll diese Hypothese kurz vorstellen und gegebenenfalls zum fachlichen Austausch anregen sowie auch die wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Bedeutung dieses Quelleinzugsgebietes herausheben. Dazu wird zunächst auf den geologisch-hydrogeologischen Rahmen eingegangen, nachfolgend dann auf die eigene Geländebegehung und die daraus resultierende Arbeitshypothese.

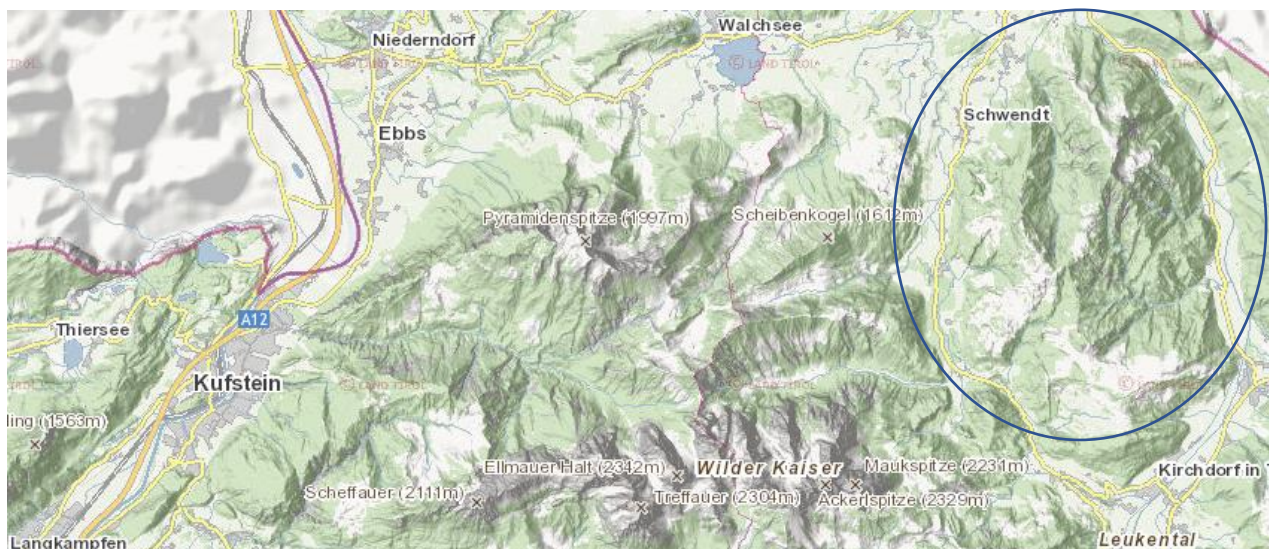


Abbildung 1: Übersichtskarte des Gebietes östlich Kufstein (Hervorhebung: Unterberghorn; Datenquelle: TIRIS).

Grundlagen

Geologie

Das Unterberghorn ist ein alleinstehender Gebirgsstock, der sich zwischen Kirchdorf im Süden, Kössen im Norden, Hagertal im Osten und Kohlental und Schwendt im Westen erstreckt. Er ist laut GEOFAST-Kartenblatt 91 (Geologische Bundesanstalt, 2008) im Wesentlichen aus Hauptdolomit aufgebaut (Signatur-Nr. 87; siehe Abb. 2) und gemäß Ampferer (1927) von einem primär nordgerichteten Schichteinfallen geprägt. Der Gebirgsstock findet im gleichnamigen Gipfel seine höchste Erhebung (1.773 m ü. A.). Der markante Gipfelgrat hebt sich dabei deutlich von der Umgebung insbesondere im Süden und Westen ab, deren Erhebungen 1.500 m ü. A. kaum überschreiten. Besonders auffällig erscheint einerseits das Niederhausertal, in welches das Gelände vom Gipfel steil abfällt und welches das Massiv von Norden her tief einschneidet, und andererseits der sich an der Westseite des Tals anschließende Schnappen. Beide Höhenzüge weisen teils dickbankige Lagen von Hauptdolomit auf, die

weithin sichtbar sind und i. d. R. gegen Westen und Norden einfallen. Das Westeinfallen nimmt mit zunehmendem Abstand zum Gipfelmassiv Richtung Schnappen weiter zu, wie auch aus einer Zeichnung Ampferer (1927) hervorgeht.

Im Norden des Schnappenrückens gibt es eine markante Störung, westlich unterhalb derer sich Liasgesteine anschließen (Jaksch, 1964; Jaksch, 1993), und von der Jaksch (1964) schreibt, dass sie relativ steil nach Westen einfällt und teils horizontale Harnischflächen aufweist (Jaksch, 1964). Er interpretiert diese als Blattverschiebung am Schnappenrücken, die sich wohl weiter nach Süden in das Hauptdolomitgebiet fortsetzt (ibd.). Über diesem Liasvorkommen schließen sich Sedimente der Kössener Tertiärmulde an (Ampferer, 1927). Der Zusammenhang mit der im Westen sich anschließenden Kaisergebirgsdecke erscheint als nicht völlig geklärt. Ampferer (1927) nimmt eine N-S-verlaufende Deckengrenze an, die zwischen den Neokommergeln des Kohlenbach-Einschnittes und dem Hauptdolomit verläuft (Ampferer, 1933). Das Gebiet östlich davon, also das gegenständliche Projektgebiet, wäre demnach Deckensockel und damit dem Tirolikum zugehörig, wie es auch Völkl (1988) darstellt. Jaksch (1964) verweist allerdings auf die sich vereinzelt aus dem glazial überprägten Talgrund des Kohlenbaches erhebenden Juravorkommen sowie Faziesübereinstimmungen auf beiden Talseiten. Er nimmt daher an, dass im Bereich Kohlental eine N-S-Blattverschiebung stattgefunden hat und diese vereinzelt Juravorkommen dabei von der weiter nördlich befindlichen Hauptmasse abgetrennt worden sind und sich im Untergrund des Kohlentalen befinden (ibd.). Zumindest erscheint ein Nordschub des Unterberghorn-Massivs auch mit Blick auf die GEOFAST (GF) 91 plausibel, wenn man den Versatz zwischen den Vorkommen der Raibler Schichten im Süden des Massivs mit denen der südöstlichen und südwestlichen Umgebung vergleicht. Entgegen der GF 91 (und auch der alten Geologischen Karte (GK) 1:75000) weist Jaksch (1993) übrigens darauf hin, dass über dem Hauptdolomit keineswegs Plattenkalk (Signatur-Nr. 86) folge, „sondern ein grobbankiger, zerklüfteter, zur Karrenbildung neigender Kalk“ (Jaksch, 1993, S. 66).

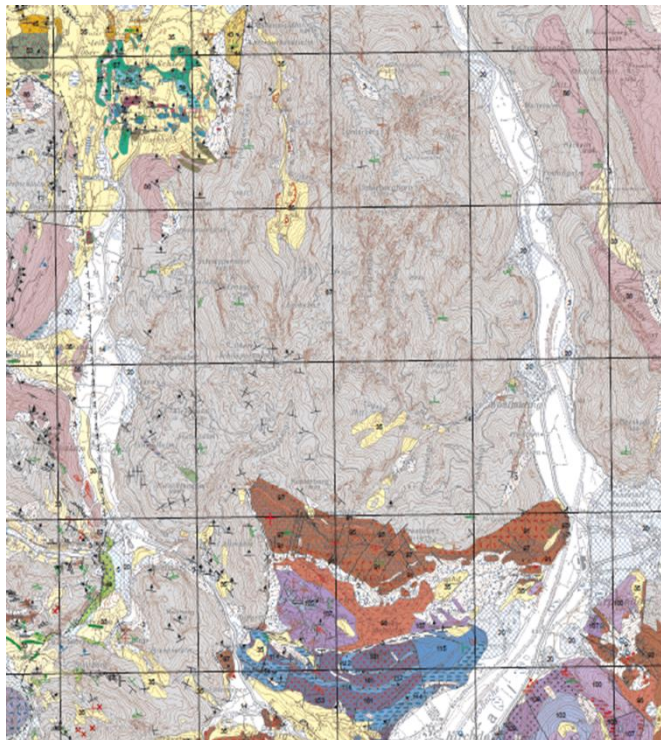


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem GEOFAST Blatt 91 St. Johann (GBA, 2008).

Hydrogeologie

Hydrogeologisch wurde das Gebiet des Unterberghorns bis dato lediglich als Randgebiet der größer angelegten Erkundungen des Kaisergebirges der 1980er Jahre (Völkl, 1988) und 2000er Jahre (Benischke et al., 2010) untersucht. Dabei fielen Völkl (1988) die zahlreichen „bedeutenden Karstquellen“ auf, die sich im Kohlental auf etwa 660 bis 690 m ü. A. befinden und häufig 10-20 m über dem Talboden austreten. Bei einer Stichtagsmessung der Quellen am Unterberghorn wurde die sehr hohe Abflussspende des Gebietes Schnappen von fast 80 l/s-km² bemerkt (bzw. 1.143 l/s bei 14,3 km² Fläche), welches insbesondere für die Mühlbachquelle ein weitaus größeres Einzugsgebiet vermuten lässt, als es sich orographisch abgrenzen lässt. Aufgrund von Verzögerungen bei den Traceruntersuchungen im Wilden und Zahmen Kaiser wurde damals beschlossen, zwischenzeitlich am Unterberghorn Einspeisungen vorzunehmen. Die Tracereinspeisepunkte aus dem Jahr 1980 können der schematischen Skizze in Abb. 3 entnommen werden. Der Tracer Tinopal, der an der Schwinde bei der Veitenalm eingespeist wurde, wurde schon nach wenigen Stunden bei einer der in der Verlängerung der NW-verlaufenden Talstruktur austretenden Quellen (siehe (4) in Abb. 6) detektiert. Von allen anderen Tracern fehlte bis 1985 jede Spur, erst dann traten in den Aktivkohlesäckchen an der Mühlbachquelle (damals Quelle 805; (1) in Abb. 6) Uranin und Rhodamin FB auf, die 4 ½ Jahre zuvor bei der Schnappenalm und der Lackalm, also teils auf der anderen Seite des Niederhausertales unterhalb des Unterberghorn-Gipfels, eingespeist worden waren. Bei den weiteren südlich und nördlich gelegenen Quellaustritten (u.a. (2), (3) und (4) in Abb. 6) konnte keiner der Tracer detektiert werden – obgleich die Quellen im Wesentlichen demselben Horizont zu entspringen scheinen. Auf Basis der Horizontalf Entfernung errechnete Völkl (1988) daraus Abstandsgeschwindigkeiten von 0,06 und 0,08 m/h. Jedenfalls war dadurch der Nachweis gelungen, dass die Mühlbachquelle Wasser bezieht, das sich unter dem im fraglichen Bereich bis auf 1.000 m ü. A. eingeschnittenen Niederhausertal hindurchbewegt. Zur Entstehung des Quellhorizontes wurde festgehalten, dieser sei „auf eine alte Talfüllung aus kreidezeitlichen Gesteinen zurückzuführen, die in der Eiszeit ausgeräumt wurde“ (ibid., S. 31).

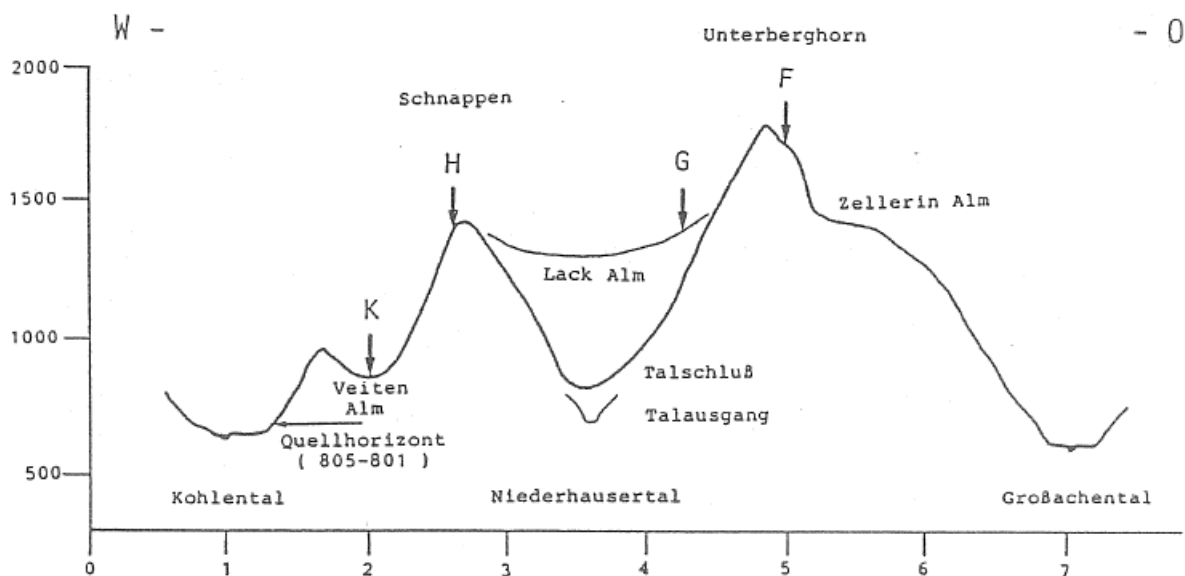


Abbildung 3: Schematisches Profil durch das Unterberghorn aus Völkl (1988); der angegebene Quellhorizont entspricht u. a. den Mühlbachquellen; Buchstaben indizieren Tracer-Einspeisepunkte.

Benischke et al. (2010) führten im Rahmen des Kompetenznetzwerks „*Alpine Wasserressourcen und deren Bewirtschaftung*“ Einzugsgebietsabgrenzungen im Kaisergebirge durch, wofür sie unter anderem Isotopenmethoden anwendeten. Obgleich das Unterberghorn auch hier nur Randgebiet war, wurden an der Mühlbachquelle ebenfalls Proben entnommen. Diese wiesen die leichtesten Werte des ganzen Untersuchungsgebietes auf und führten zur Abschätzung der mittleren Einzugsgebietshöhe von 1.550 m ü. A. (Benischke et al., 2010), eine Höhe, die nur im zentralen Bereich um den Hauptgipfel erreicht wird. Da zudem das fragliche Gebiet über dieser Höhenstufe weniger als 1 km² einnimmt, wirkt dieses Ergebnis einige Fragen auf und ist möglicherweise auf zu kurze Zeitreihen zurückzuführen. Allerdings sind bei der Kalkulation der mittleren Abflusspende und damit des nötigen Einzugsgebietes auch die hohen Niederschlagsmengen jenseits von 3000 mm/a in den Höhenlagen des Kaisergebirges und der benachbarten Berge zu berücksichtigen.

Besonderheiten der Mühlbachquellen

Wie auch in Thalheim & Ebenbichler (2020) beschrieben, weist die Schüttung der Mühlbachquellen zwar eine klare Saisonalität mit höheren Werten von Frühjahr (Schneesmelze) bis Herbst auf, jedoch sind die Schwankungen – insbesondere für eine angenommene Karstquelle – recht gering (220 bis 360 l/s). Die Wassertemperatur ist zudem ausgesprochen konstant und variierte im Zeitraum 2002 bis 2020 nur um max. 0,1 K. Dahingegen ist die elektrische Leitfähigkeit offenbar umso stärkeren Änderungen unterworfen, sie zeigt einen klaren, regelmäßigen Jahresverlauf und variiert dabei um mehr als 250 µS/cm. Unter Verzicht auf eine grafische Darstellung gibt Tab. 1 eine Kurzübersicht der Zeitreihen der Vor-Ort-Parameter dieser Quelle.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Vor-Ort-Parameter der Mühlbachquellen (aus Thalheim & Ebenbichler (2020)).

Parameter	Minimum	Mittel	Maximum
Schüttung [l/s]	219	267	360
Wassertemperatur [°C]	6,7	6,7	6,8
Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	298	414	568

Geländebeobachtungen

Im Zuge der Vor-Ort-Begehung wurde von der Mühlbachquelle ein Weg auf das Plateau eingeschlagen, bei dem schon nach wenigen Minuten zahlreiche abflusslose kleine Senken und Täler auffielen, die teils hangparallel verliefen. Auf dem weiteren Weg über Putzenalm, Stubenalm zur Schnappenalm, insbesondere zwischen letzteren, gab es eine Vielzahl dieser Nackentäler zu beobachten, die der Landschaft einen unruhig-welligen Charakter verleihen und teils die Orientierung erschweren. Das Gestein war insbesondere im Bereich dieser Nackentäler oftmals stark zerrüttet, die ursprüngliche Schichtung ließ sich nicht ermitteln. Stand es massiver an, so bildete es Wände und zeigte grob ein Einfallen Richtung W, teils NW, teils SW, wobei an einigen Stellen ein Schichteinfallen von etwa 30-40° gemessen werden konnte. Zwischen dem Übergang ins Niederhausertal und der Lackalm konnte ein stellenweise senkrecht Schichteinfallen mit Karren- und Dolinenbildungen bemerkt werden.

Nachfolgend wurde dem Grat westlich des Niederhausertals über den Schnappen bis zum Gipfel des Schnappensteins gefolgt, wobei immer wieder hangparallele Dehnungsstrukturen durchgegangen

wurden, die die Bildung von Doppelgraten begünstigen. Nach dem steilen Nordabfall des Schnappensteins wurde der Direktweg nach Westen durch wegloses Terrain zu einem Forstweg zwischen Stegeralm und Strasspointalm gewählt. Das Gelände war dabei durchwegs steil und weitestgehend schichtparallel gegen Westen abfallend, durchsetzt von einigen Abbruchkanten, an denen es vorbeizunavigieren galt. Unterhalb angekommen galt der Blick zurück dem markanten Felsabbruch mit der klar erkennbaren dickbankigen Schichtung des Hauptdolomits im Bereich unterhalb des Schnappens, der auch von Schwendt aus gut sichtbar ist.

Der Weg zur Strasspointalm schlängelt sich zwischen zahllosen Blöcken hindurch, bis schließlich die unscheinbare Hütte der Strasspointalm erreicht ist. Westlich derer liegt eine abflusslose Senke, an die sich ein Trockental anschließt. Zwischen Strasspointalm und Veitenalm befindet sich ein auffälliger Wiesengrund, der hier auch nach Westen hin von mehrere Zehnermeter hohen Felsen begrenzt ist („Niederberg“), von denen sich einige massive Blöcke abgesetzt haben. Der Boden der Senke war Mitte Oktober 2020 weitestgehend feucht und matschig und zeugte von der Beweidung des Gebietes. Vor der Veitenalm machte der Untergrund einen lehmigen Eindruck und es konnten Bruchstücke rötlichen Gesteins (Kalk, Sandstein) erkannt werden, die im unmittelbaren Untersuchungsgebiet anstehend nicht zu finden sind. Wenig später wurde der Moorsee erreicht, an dessen Westufer sich die Doline befindet, in die Völkl (1980) den Tracer Tinopal einspeisen ließ. Nordwestlich schließt sich ein weiteres Trockental an, das keinerlei Anzeichen für Oberflächenabfluss trägt, zumal der Boden kaum erkennbar und meist von teils mehrere Meter mächtigen Blöcken bedeckt ist, die hier von den Seiten herabgestürzt sind. An manchen Stellen sind die scharfkantigen Felswände erkennbar, die das Tal umgrenzen. An einer Stelle biegt der eigentliche Pfad nach Schwendt nach rechts ab, links verbleibt eine stellenweise mehr als zehn Meter hohe, senkrechte Felswand. Hält man sich dort vor Beginn der Felswand links, um etwa auf kürzerem Weg zu den Quellen bei den Forellenteichen zu gelangen, gibt es etwas weiter westlich erneut Steilwände, die senkrecht zu den Forellenteichen abfallen und das Vorankommen – erfahrungsgemäß – unmöglich machen. Eine etwa 100 m weiter im W/SW angrenzende Rinnenstruktur führt schließlich hinab in den Talboden, wo an zahlreichen Stellen Quellaustritte an einem nahezu 500 m breiten Quellhorizont austreten. Dieser lässt zwei klar trennbare Leitfähigkeits- und Wassertemperatur-Niveaus erkennen. Die Schüttungen machen hier insgesamt wohl etwa 100 l/s aus. Die nächsten größeren Quellaustritte folgen bei den Fischteichen; hier treten wenigstens 50 l/s an einem Hauptaustritt und zwei, drei Nebenaustritten aus, welche die Fischteiche speisen. Zwischen diesem Ort und den Mühlbachlquellen folgen nur noch vereinzelte Quellaustritte mit geringeren Schüttungen.

Arbeitshypothese

Aufgrund der hydrogeologischen Besonderheiten der Mühlbachlquelle einerseits – insbesondere hinsichtlich der Schwierigkeit der Einzugsgebietsabgrenzung – und der auffälligen Lithologie und Morphologie andererseits stellte sich die Frage, wie dieses Areal mit seiner teils so unterschiedlichen Entwässerungsdynamik, den schroffen Felskanten und markanten Änderungen der Hangneigungs- und damit oberflächlichen Entwässerungsrichtung entstanden sein könnte.

Vor allem durch die abflusslose Senke mit Schwinde bei der Veitenalm und Strasspointalm sowie deren Umgebung entstand die Vermutung, es könnte sich bei dieser ungewöhnlichen Morphologie um das Ergebnis einer alten Massenbewegung handeln. Zur ganz groben Illustration dieser Idee wurden in Abb. 6 teils störungsgebundene Talstrukturen, die besonders im Norden von schroffen Felswänden

gesäumt sind, als rotgestrichelte Linien eingezeichnet. Einzelne größere Blöcke oder besser Schollen wurden mit roten Sechsecken gekennzeichnet. Diese Schollen werden meist von Lineamenten voneinander getrennt und wirken besonders im Norden gegeneinander versetzt. Dort befindet sich auch ein besonders hervorstechendes Gebiet, welches blau gestrichelt umrahmt wurde. Im Nordteil dieses Areals wirkt der Fels aufgefächert, ähnlich wie eine Art Scharnier. Im Mittelteil befindet sich ein weiterer auffälliger Block, der im O und besonders im W von scharfen Kanten begrenzt wird. Auf beiden Seiten findet sich eine Senke, die bergseitig weniger tief ist als talseitig. Dort wird die etwa 100 m breite Senke von einer wiederum schroff aufragenden Felswand begrenzt. Diese weist einen zum Abbruch im Osten nahezu identischen Verlauf auf. Auch bergseitig sind solche Parallelstrukturen zu erkennen. Derartige Strukturen lassen sich nicht nur in diesem Teil des Projektgebietes feststellen, sondern im gesamten Bereich um die o. g. Almen und auch weiter im Süden.

Daher wurde der Eindruck gewonnen, dass es sich hier um relativ zueinander verschobene Bruchschollen handeln könnte, welche vom Schnappen und Schnappenrücken talwärts geglitten sind. Schnappen und Schnappenstein zeigen zudem Strukturen, die als Abbruchgebiete interpretiert werden können (siehe rot gepunktete Linie in Abb. 6). Zum besseren räumlichen Vorstellungsvermögen und Verständnis wurde das 1-m-Raster-DGM in ArcScene dreidimensional dargestellt (siehe Abb. 4 und Abb. 5).

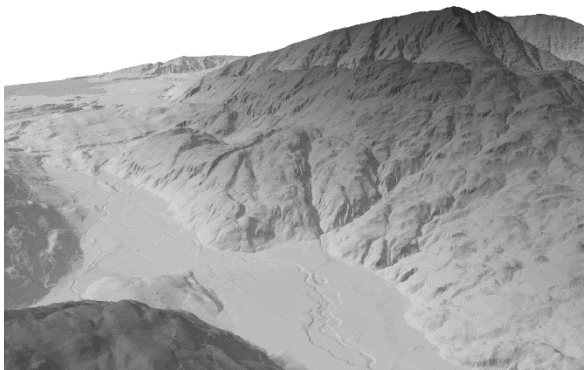


Abbildung 4: DGM in 3-D-Ansicht, Blick auf das Projektgebiet aus SW, im Hintergrund das Unterberghorn, in der Mitte Schnappen und Projektgebiet, im Talboden im Vordergrund die Siedlung Kohlental.

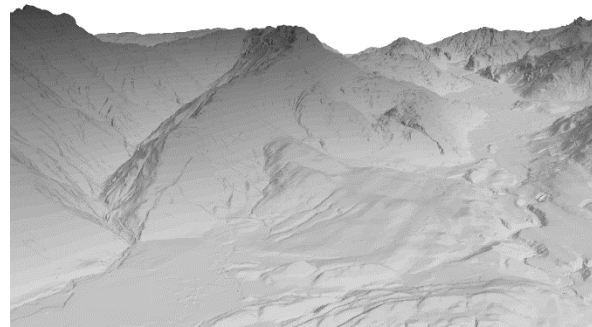


Abbildung 5: Blick von Schwendt nach S ins Kohlental (rechts), links der Gipfel des Unterberghorns, darunter der Schnappenrücken.

Offene Fragen und Ausblick

In diesem Abschnitt werden zusammenfassend einige noch offene Fragen geologisch-hydrogeologischer Natur sowie auch darüber hinausgehende Überlegungen festgehalten. Abschließend wird das zur Abklärung vorgeschlagene Untersuchungsprogramm kurz umrissen.

- Wieso zeigt die Mühlbachlquelle dieses in Tirol bislang einzigartige Verhalten der elektrischen Leitfähigkeit, wie hängen die anderen Quellaustritte mit ihr zusammen, wie hoch sind die mittleren Verweilzeiten, wie groß ist das Einzugsgebiet, eignet sie sich zur Trinkwasserversorgung?
- Laut Völkl (1988) agieren undurchlässige Jurasedimente im Kohlental als Stauer und bedingen damit die Wasseraustritte im Quellhorizont um die Mühlbachlquelle. Eine Anlagerung dieser am steilen Hang, an dem die Mühlbachlquelle austritt, ist aber zumindest nicht offensichtlich. Wieso die Mühlbachlquelle 20 m über Talniveau austritt, ist nicht abschließend geklärt.

- Die von Jacksch (1964 und 1993) beschriebene Blattverschiebung könnte sich vom Schnappenrücken oberhalb Kohlstatt bis ins Projektgebiet fortsetzen.
- Die Blattverschiebung/Kohlental-Störung inkl. Zerschierung der Liassedimente im Kohlental bedeutet eine tektonische Beanspruchung auch der Hauptdolomite, was sich im hohen Grad der Zerrüttung zahlreicher Zwischenlagen im Hauptdolomit widerspiegelt.
- Diese Zerrüttung zusammen mit dem relativ steilen Einfallen der Schichten nach Westen hat die Entstehung von Felsstürzen und Massenbewegungen begünstigt.
- Durch glaziale Vertiefung des Kohlentals könnte hier das Widerlager gefehlt haben.
- Die feinkörnigen, wasserstauenden Sedimente der Lias im Bereich von Schwendt und im Talboden des Kohlentals könnten ein Gleiten der Blöcke begünstigt haben.
- Sollte hier eine Massenbewegung stattgefunden haben, könnte sich das Plateau auch auf die Liassedimente aufgeschoben haben und diese somit im Untergrund teilweise den Stauer bilden.
- Dies könnte auch den Eindruck eines Talzuschubes erklären, der sich aufdrängt, wenn man von Süden über Kirchdorf und Gasteig das Kohlental hinabfährt. Auf Höhe der Siedlung Kohlental macht das Tal einen Knick, auf über 500 m ist es im NO der Siedlung Kohlental scharf begrenzt.

Im Jahr 2021 werden zunächst Hydrochemie, Bakteriologie und Isotope ($\delta^{18}\text{O}$ und 3H) der Mühlbachquellen und weiterer größerer Quellaustritte (Forellenteiche, Fischteiche) zu verschiedenen Zeitpunkten untersucht, um u. a. genauere Informationen über hydrochemische Zusammenhänge, Einzugsgebietshöhen und Wasseralter zu erhalten. Ergänzend werden quantitative Messungen durchgeführt sowie die Vor-Ort-Parameter erfasst. Darüber hinaus ist ein mehrtägiger Geländeaufenthalt geplant.

Weiterführend wird die Einrichtung kontinuierlicher Schüttungsmessungen an den größeren Quellaustritten sowie eine regelmäßige mehrjährige Beprobung (Hydrochemie, Bakteriologie, Isotope, Vor-Ort-Parameter) ebenso vorgeschlagen wie eine geologische Detailaufnahme des gegenständlichen Gebietes einschließlich Lineamentkartierung. Dies ließe sich beispielsweise im Rahmen einer Masterarbeit umsetzen. Eine weitere Option sind erneute, zweckorientierte Tracerversuche sowie geophysikalische Untergrunderkundungen.

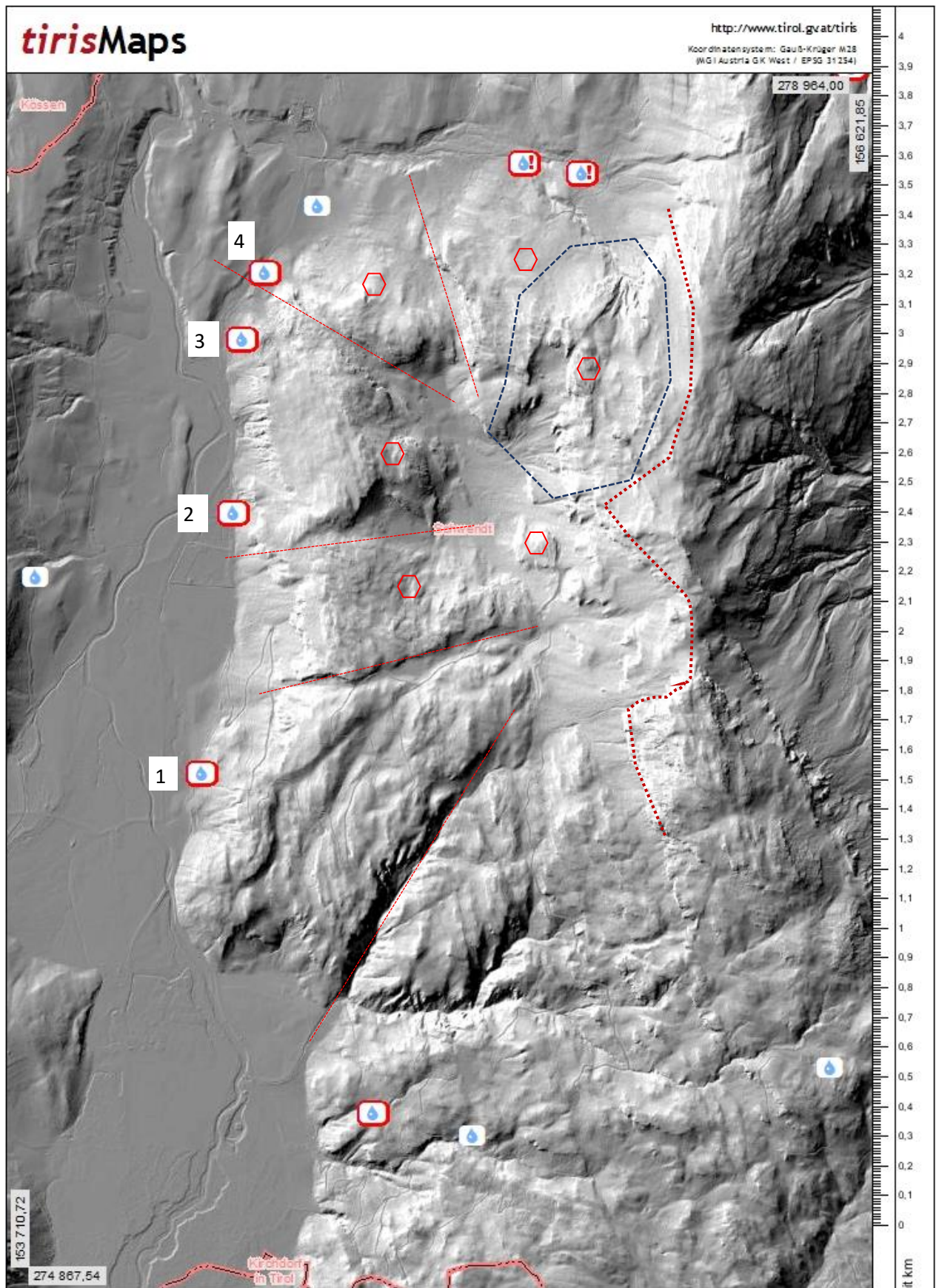


Abbildung 6: DGM des Gebietes mit einigen Quellaustritten (1-4; Tropfensignatur); rotgestrichelte Linien: Talstrukturen/Lineamente; rote Sechsecke: auffällige Blöcke/Schollen; blau gestricheltes Polygon: Beispielgebiet für Zerreißung; rot gepunktete Linie: grober Verlauf eventueller Abrisskante (überarbeitet nach TIRIS).

Referenzen

- Ampferer O. (1927): Geologische Profile aus den Gebieten des Kössener Beckens.– Jahrb. Geol. B.-A., 77, 123-148.
- Ampferer O. (1933): Geologischer Führer für das Kaisergebirge.- Verh. Geol. B.-A., 131 S., Wien.
- Benischke R., Harum T., Reszler C., Saccon P., Ornter G., Ruch C. (2010): Karstentwässerung im Kaisergebirge (Tirol, Österreich) – Abgrenzung hydrographischer Einzugsgebiete durch Kombination hydrogeologischer Untersuchungen mit Isotopenmethoden und hydrologischer Modellierung.- Grundwasser, 15, 43–57.
- Geologische Bundesanstalt (2008): Geofast-Kartenblatt 91 St. Johann in Tirol.
- Jaksch K. (1964): Zur Geologie der Landschaft um Schwendt am Nordostrand des Kaisergebirges (Tirol).– Verh. Geol. B.-A., 2, 211–223, Wien.
- Jaksch K. (1993): Über das Liasvorkommen von Schwendt am Nordostrand des Kaisergebirges (Tirol) mit besonderer Berücksichtigung seiner Ammonitenfauna.– Jahrb. Geol. B.-A., 136, 65-75.
- Thalheim F. (2016a): Hydraulic Characterisation of a mass movement-influenced aquifer, Turiawald, Sattnitz Mountains, Carinthia.- Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.
- Thalheim F. (2016b): Hydraulische Charakterisierung eines von Massenbewegungen beeinflussten Grundwasserleiters am Beispiel Turiawald, Sattnitz, Kärnten.- Beitr. z. Hydrogeologie, 60, 97-106.
- Thalheim F. (2020): Sicherung strategischer Wasserressourcen Tirols – Vorerhebungen.- Unveröff. Projektbericht. Land Tirol, Abt. Wasserwirtschaft, 240 S., Innsbruck.
- Thalheim F. & Ebenbichler R. (2020): Die Großquellen Tirols - Bestandsaufnahme und Detailuntersuchungen.- 22. Geoforum Umhausen Tagungsband, S.80-96.
- Völkl, G. (1988): Karsthydrologische Untersuchungen im Kaisergebirge. Markierungsversuche zur Feststellung der Quelleinzugsgebiete als Grundlage für Schutz- und Schongebietsverordnungen.- Report UBA-88-024, 60 S., Wien.