

Bericht 2021 über strukturgeologische Aufnahmen zu hydrogeologischen Fragestellungen auf Blatt 29 Schärding

EVA-MARIA RANFTL

Einleitung

Im nördlichen Innviertel in Oberösterreich, im Grenzbereich von Molassezone und Kristallin der Böhmisches Masse wurden Geländeaufnahmen und strukturgeologische Untersuchungen durchgeführt. Ziel war es, eine erste Einschätzung über die Wasserwegigkeit in den Klüften des Kristallins und in den überlagernden Sedimenten in der Taufkirchener Bucht zu ermöglichen. Die Taufkirchener Bucht liegt etwa zehn Kilometer südöstlich von Schärding und streicht NW-SE von westlich der Ortschaft Münzkirchen über Taufkirchen a. d. Pram nach Andorf. (LENGAUER et al., 1987). Hauptsächlich die Aufnahme von sprödetektonischen Strukturen sollte zur Klärung hydrogeologischer Fragestellungen beitragen. Die strukturgeologischen Aufnahmen konzentrierten sich auf die Granit-Steinbrüche Gopperding und Allending südöstlich von Schärding. Begehungen in neogenen Sedimenten, die das Kristallin überlagern, fanden in einem Abbau von miozänen Quarzsottern in Münzkirchen, sowie in der Umgebung von Rainbach im Innkreis statt.

Im Untersuchungsgebiet befindet sich in der Taufkirchener Bucht ein Grundwasservorkommen mit artesischen Brunnen, die für die lokale Trinkwasserversorgung genutzt werden (SCHUBERT, 2015). Bei Rainbach werden besonders ergiebige artesischen Brunnen genutzt. In der Urkundensammlung des Wasserbuchs der Bezirkshauptmannschaft Schärding liegen zu diesen Brunnen Gutachten vor (WIESER, 1964, 1983), in denen aufgrund der hohen Ergiebigkeit eine Anspeisung des Wasservorkommens auch durch Klüfte im Kristallin angenommen wird. Diese Annahme wird ebenso für einen Anteil des Randzustroms zum tiefen Thermalwasser in der Molassezone herangezogen (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, 1999). Diese Theorien sollten mit der Geländearbeit überprüft werden.

Regionaler Überblick zur Geologie und Hydrogeologie

Die kristallinen Gesteine an den Aufnahmeorten oder in deren Untergrund gehören dem Bavarikum, der tektonischen Einheit im Südwesten der Böhmisches Masse, an. Laut der geologischen Karte Geofast-Blatt 29 Schärding (MOSER & LINNER, 2020) liegen Granite, Migmatite und Paragneise vor. Südlich des an der Oberfläche aufgeschlossenen Bavarikums schließt das alpine Vorlandbecken an. Über dessen kristalliner Basis liegen mesozoische Sedimentgesteine, welche diskordant von känozoischen Sedimenten, teils ab dem Eozän, überlagert werden (z.B. GOLDBRUNNER, 1984). Oligozäne Ablagerungen liegen in den randlichen „Buchten“ auf dem Kristallin, an der Oberfläche aufgeschlossen sind im Untersuchungsgebiet nach der geologischen Karte (MOSER & LINNER, 2020) die überlagernden neogenen Lockergesteine und quartärer Verwitterungslehm. In der weiteren Umgebung findet sich quartäre Bedeckung aus Löss(Lehm) und Terrassenschottern entlang von Inn und Pram.

Als Thermalgrundwasserleiter sind im Untergrund des Vorlandbeckens die Karbonate des Oberjura („Malm“) von größter Bedeutung (z.B. GOLDBRUNNER, 1988). Sie erreichen eine Mächtigkeit von über 400 m. Das Thermalwasser kann im tieferen Untergrund Temperaturen bis um die 100°C aufweisen. Die Karbonate sind verkarstet und zeigen insbesondere entlang von Störungen erhöhte Durchlässigkeiten. Störungen im Untergrund des Vorlandbeckens, welche die Wasserwegigkeit des tiefen Thermalwassers beeinflussen streichen etwa NW-SE, NE-SW und E-W. Der Karbonat-Aquifer wird stellenweise durch vorwiegend NW-SE verlaufende Störungen mit großen vertikalen Versätzen durchtrennt. An der Ried-Störung, einer der NW-SE verlaufenden Störungen, beispielsweise liegt ein Vertikalversatz von bis zu 1000 m vor, der zu einer lokalen lateralen Begrenzung beziehungsweise Separation des Thermalwasserleiters führt (PFLEIDERER et al., 2016). Im Norden und Osten der

oberösterreichischen Molassezone keilen die Oberjura-Karbonate aus und oligozän-neogene Sande übernehmen die Funktion des Thermalgrundwasserleiters (z.B. ELSTER, 2016).

Die NW-SE und seltener NE-SW streichenden Störungen werden von verschiedenen Autoren als ältere Strukturen beschrieben (z.B. SCHULZ et al., 2009, SISSINGH, 1997, WAGNER et al., 1997). Diese Störungen entwickelten sich bereits im Paläozoikum als Seitenverschiebungen und waren im Mesozoikum zumindest während zwei Phasen aktiv. Im Paläogen und Neogen wurden die Störungen erneut reaktiviert und zusätzlich entstanden durch die nach Norden fortschreitende Eintiefung des alpinen Vorlandbeckens E-W streichende Störungen. Auf Karten von KRÖLL et al. (2006) und POLESNY (1983) fächert sich wenige Kilometer südöstlich des Untersuchungsgebietes die NW-SE verlaufende Lindach-Störung (WAGNER, 1998) zu einer WNW-ESE streichenden Zweigverwerfung (HUET et al., 2020) auf. Die Lindach-Störung ist eine der älteren Strukturen der Molasse und weist aufgrund der mehrphasigen tektonischen Aktivität einerseits dextralen Schersinn, andererseits nach Westen abschiebenden Vertikalversatz auf (WAGNER, 1998). Durch die Taufkirchener Bucht verläuft laut LENGAUER et al. (1987) der „Leoprechtinger Bruch“ bis 1 km westlich von Rainbach, wobei der nordöstliche Störungsblock zwischen 10 m im Norden und 200 m im Süden abgeschoben wird. In der Störungsdatenbank der GBA wird diese Störung als Zweigverwerfung der Lindach-Störung geführt. In verschiedenen Profilschnitten, beispielsweise von POLESNY (1983) werden für diesen Bereich an der Lindach-Störung Horst- und Graben-ähnliche Strukturen interpretiert. Aufschiebende Phasen sind an der Lindach-Störung nicht auszuschließen, da sie für die parallel verlaufende Schwanenstadt-Störung dokumentiert wurden (z.B. GROSS, 2015). Diese aufschiebenden Phasen werden laut NACHTMANN & WAGNER (1987) einer NE-SW gerichteten kompressiven Inversionstektonik mit dextraler Transpression in der Oberkreide zugeschrieben.

Aufnahmen bei Rainbach im Innkreis und im Schotterabbau Münzkirchen

In Rainbach im Innkreis befinden sich artesische Brunnen, die für die Trinkwasserversorgung der etwa 6 km westlich gelegenen Stadt Schärding genutzt werden. WIESER (1964, 1983) nimmt an, dass die ergiebigen Brunnen in Rainbach nicht nur von oligozän-neogenen Sanden, sondern vor allem aus Klüften im Kristallin angespeist werden. Von örtlich erhöhter Permeabilität der kristallinen Gesteine berichtet auch GOLDBRUNNER (1988), wenngleich kein konkreter Beleg für eine solche dokumentiert wird. Die Geländebegehung sollte einen Überblick über die geologischen Verhältnisse in der Umgebung von Rainbach schaffen.

Die kristallinen Gesteine an den Rändern der Taufkirchener Bucht sind bei Rainbach durchwegs zu Gesteinsgrus verwittert. Anstehendes Kristallin für Strukturaufnahmen ist daher nicht aufgeschlossen. Bei der Begehung wurden vor allem fossilführender Grobsand und tonige Sedimente („Schlier“) in unterschiedlichen Höhen vorgefunden. An den Rändern der Bucht in Strößberg (UTM 33N Rechtswert: 392178, Hochwert: 5368273) und am Hangfuß am Rainbach südlich von Haselbach (UTM 33N Rechtswert: 390278, Hochwert: 5367866) liegen diese Sedimente in Wechsellagerung aufgeschlossen vor. In den jedenfalls mehrere Meter mächtigen Sanden mit laminierten Tonlagen wurden Bivalven und Zähne von Haien und Brassen gefunden. Die Farbe der Sedimente ist mittelbraun bis grau. Der Fossilinhalt spricht für einen marinen Ablagerungsraum und auch die weiteren Beobachtungen lassen darauf schließen, dass es sich bei den Sedimenten entsprechend der geologischen Karte (MOSER & LINNER, 2020) um Plesching- und Ottnang-Formation handelt. Beide Formationen sind miozänen Alters (unteres Ottnangium) und aufgrund der wechselnden Höhenlagen der beiden Formationen ist eine Verzahnung wahrscheinlich. Geologische Profile von WIESER (1964) zeigen eine Verzahnung von „oligozänem Strandsand“ und „Schlier“.

Östlich von Münzkirchen wurde ein großer Schotterabbau im miozänen Pitzenberg-Schotter (Geofast-Blatt 29 Schärding, MOSER & LINNER, 2020) besichtigt. Beim Pitzenberg-Schotter handelt es sich um einen Quarz-Restschotter mit intensiver postsedimentärer Kaolinverwitterung (SALVERMOSER & WALSER, 1991). Im Hinblick auf die Grundwasserverhältnisse zwischen Münzkirchen und Rainbach sei erwähnt, dass das Niederschlagswasser im Abbau bei Münzkirchen laut den Betreibern gut versickert. Spröde tektonische Strukturen waren weder im Schotterabbau noch bei Rainbach nachzuweisen.

Aufnahmen in den Steinbrüchen Gopperding und Allerding

Zur Untersuchung, ob Wasserwegigkeiten durch das Kristallin vorhanden sind, wurden zwei große Steinbrüche der Schärddinger Granit Industrie GmbH in Gopperding und Allerding strukturgeologisch aufgenommen. Es sollte auch überprüft werden, ob die am Rand der Böhmisches Masse an der Oberfläche ausgebildeten Strukturen mit den Störungen im Molasseuntergrund in Zusammenhang stehen könnten. Deren Verlauf und Kinematik sind teils aus der Strukturkarte der Molassebasis Salzburg-Oberösterreich (1:200.000, KRÖLL et al., 2006) bekannt, ein detailliertes 3D-Modell liefert das Projekt GeoMol (PFLEIDERER et al., 2016). Nach diesen beiden Interpretationen befindet sich der Steinbruch Allerding im Nahbereich subparallel verlaufender Störungszweige der in diesem Bereich NW-SE verlaufenden Lindach-Störung. Der Steinbruch Gopperding liegt drei bis vier Kilometer nördlich des südlichsten dieser Störungszweige und in der Verlängerung eines mittleren Störungszweiges. Als Arbeitshypothese wird angenommen, dass im Fall einer guten Übereinstimmung des in den Steinbrüchen beobachteten Störungsmusters mit den Großstrukturen des Molasseuntergrundes, dieses auch zur Beurteilung des Einflusses des Störungsmusters im Untergrund auf die Wasserwegigkeit im Kristallin herangezogen werden kann.

Abgebaut wird in beiden Steinbrüchen Schärddinger Granit, ein mittelkörniger Granit, nach FRASL & FINGER (1988) „bestehend aus ca. 30-40 % Kalifeldspat, 20-30 % Plagioklas, 20-30 % Quarz, 10 % Biotit und etwas Cordierit (bis 5 %)“, der „durch viele dunkle Schöllchen von schiefriegen Paragneisen gekennzeichnet ist, welche oft sehr biotit- und cordieritreich sein können“. Im Steinbruch Gopperding wird der Granit von metergroßen gerundeten Blöcken überlagert. Darüber findet sich im Nordwesten siltiger Sand mit zahlreichen Fossilien, beispielsweise Haizähnen und Sirenenknochen. Es dürfte sich dabei um die „fossilreichen Grobsande“ der Plesching-Formation handeln, mit großen Strandgeröllen in der Brandungszone. Auf dem Geofast-Blatt 29 Schärdding (MOSER & LINNER, 2020) ist nördlich des Steinbruches Gopperding nur ein Schwemm- beziehungsweise Murkegel als sedimentäre Bedeckung ausgewiesen.

Im Steinbruch Allerding liegen über dem Schärddinger Granit ebenfalls gerundete, metergroße Blöcke, und über diesen im Süden ein ähnliches Sediment wie bereits für Gopperding beschrieben (siltiger fossilreicher Sand). Im Norden des Steinbruchs liegt auf den Blöcken beziehungsweise als Füllung zwischen diesen groben Komponenten graublauer, nach oben hin braun verwitterter, laminiertes Silt und Ton der Ottnang-Formation (MANDIC et al., 2020). Die im feinkörnigen Sediment ebenso zahlreichen Fossilien sind im Vergleich zu Funden aus dem Sand relativ gut erhalten und häufig glaukonitisiert.

Im Schärddinger Granit treten in beiden Steinbrüchen regelmäßig 0,5 bis 3 Meter breite, steile bis mittelsteile, aufgelockerte Störungen auf, in denen der Granit in wenige zentimeter- bis dezimetergroße Bruchstücke zerlegt ist. Verstärkte grusige Verwitterung nahe der Geländeoberkante war ebenfalls häufig an Störungen gebunden und der Grus meist feucht bis nass von oberflächlichem Sickerwasser. Es konnten auch Wasseraustritte an Störungen und Klüften im frisch angeschnittenen Granit der tieferen Abbau-Etagen beobachtet werden. Gelegentlich wurden Kataklastit und Fault gouge

vorgefunden, sowie grau-grüne Verfärbung durch Katalase und Alteration entlang der spröden planaren Strukturen.

Diskussion der strukturgeologischen Aufnahmen in Gopperding und Allerding

Generell ist im Steinbruch Allerding das Kluft- und Störungsnetz engmaschiger als im Steinbruch Gopperding. In der Regel liegen die Strukturen nur wenige Dezimeter auseinander, die maximalen Abstände betragen einige Meter.

Drei verschiedene Streichrichtungen von steil bis mittelsteil stehenden planaren Strukturen sind für beide Steinbrüche charakteristisch: NE-SW, N-S bis NNW-SSE und etwa E-W. Die NE-SW streichenden Störungen können abschiebend, sowie seitenverschiebend bewegt worden sein. Schersinnindikatoren waren zwar selten zu finden, eine NE-SW streichende Störung zeigte aber eindeutig dextralen Schersinn. An der Westwand im Steinbruch Gopperding werden steile NE-SW streichende Störungen im Dezimeterabstand von einer Rinne mit dezimetergroßen gerundeten Komponenten in sandiger Matrix angeschnitten. Die Rinne ist mit metergroßen gerundeten und angularen Blöcken verfüllt, wobei die gerundeten den Granit fast in der gesamten Westseite des Steinbruchs überlagern. Die N-S bis NNW-SSE-Streichrichtung umfasst hauptsächlich Klüfte, die vorwiegend steil stehen oder mittelsteil gegen Osten fallen und zum Teil miteinander konjugiert sind. An einigen konjugierten Klüften hat sich in weiterer Folge Harnischstriemung mit abschiebender bis schräg-abschiebender Kinematik entwickelt. Steile NNW-SSE-streichende Harnischflächen können zusätzlich zur schräg-abschiebenden auch seitenverschiebende Kinematik zeigen. An steilen E-W streichenden Harnischflächen wurden ebenfalls häufig seitenverschiebende bzw. flache Harnischstriemungen in Fault gouge gefunden.

Ausschließlich in Allerding wurden auch mittelsteil südfallende E-W verlaufende Störungen, NW-SE-streichende Störungen und wenige subhorizontale Klüfte aufgenommen. Ein NE-SW-Streichen von Störungen oder Klüften wurde in Allerding im Vergleich zu Gopperding etwas weniger häufig beobachtet, obwohl in Allerding insgesamt etwa dreimal so viele planare Strukturen gemessen wurden als in Gopperding. Mit durchschnittlich 193/57 nach Süden fallende, E-W verlaufende Störungen treten in Allerding besonders prominent hervor, mit etwa Dezimeterabstand zwischen einzelnen Störungsflächen.

Eine relative zeitliche Einordnung der in den Steinbrüchen beobachteten tektonischen Strukturen ist aufgrund der wenigen eindeutigen Schersinnindikatoren nur indirekt möglich. An NE-SW streichenden Strukturen wurden in Gopperding kataklastisches, zementiertes Störungsmaterial und eine quarzgefüllte Ader beobachtet. In Allerding waren auf NW-SE streichenden Harnischflächen Quarzfasern zu finden und in beiden Steinbrüchen Quarzfüllung auf einigen konjugierten Kluftflächen. Offene Klüfte, die mit Quarz verfüllt wurden, zeigen Extension an. Im Fall der N-S streichenden konjugierten Klüfte ist diese E-W gerichtet. Ein Zusammenhang zwischen E-W gerichteter Extension und dextraler Bewegung an den NW-SE streichenden Seitenverschiebungen ist durchaus möglich, konnte aber durch die Geländebeobachtungen weder belegt noch verworfen werden.

Dass die südfallenden E-W streichenden Störungen und die NW-SE streichenden Störungen nur in Allerding auftreten, legt nahe, dass sie durch Bewegungen an einer größeren Störung entstanden sind, die den Steinbruch in Gopperding nicht durchdringt. Die südfallenden Störungen sind zeitlich nicht einzuordnen, da an diesen weder Harnischstriemung, Quarzfasern, noch Versatz nachgewiesen wurde. Potentielle Riedelscherflächen und der Fallwinkel von durchschnittlich knapp 60° führen zur Annahme, dass es sich um Abschiebungen nach Süden handelt. Diese könnten jüngere (paläogene) Zweigverwerfungen an der älteren Lindach-Störung repräsentieren, aber auch unabhängige E-W-

Störungen, wie sie beispielsweise POLESNY (1983) im Nahbereich von Allerding interpretiert. In beiden Fällen würden die Störungen während der Eintiefung des Vorlandbeckens durch Auflast des vorrückenden alpinen Orogens ab dem Eozän gebildet worden sein (z.B. NACHTMANN & WAGNER, 1987, SCHULZ et al., 2009, SISSINGH, 1997). Eine solche Deformation würde in den Steinbrüchen, die im Kristallin am stabilen Beckenrand, etwas nördlich des eigentlichen Vorlandbeckens liegen, keinen oder nur geringen Versatz hervorrufen. Subhorizontale Harnischstriemungen in unverfestigtem Fault gouge an steil E-W verlaufenden Störungen belegen ebenfalls jüngere Aktivität, in Relation zu den quarzverfüllten Klüften und zementiertem Störungsmaterial. Die seitenverschiebende Bewegung an E-W verlaufenden Störungen wird als die jüngste in den Steinbrüchen gefundene Deformation angesehen.

Zusammenfassung

Die strukturgeologischen Aufnahmen in den Granit-Steinbrüchen Gopperding und Allerding bezeugen eine mehrphasige und komplexe sprödetektonische Entwicklungsgeschichte am nördlichen Rand der Molassezone in Oberösterreich. Eine Zuordnung zu in der Literatur beschriebenen Deformationsphasen des Molasseuntergrundes erweist sich als schwierig. Folgendes lässt sich ableiten:

- Drei charakteristische Streichrichtungen von Störungen und Klüften treten in den beiden Steinbrüchen auf, nämlich NE-SW, N-S sowie E-W.
- Quarzverfüllte Klüfte und Quarzfasern auf Harnischflächen deuten in beiden Steinbrüchen auf ältere Deformation unter höheren Temperaturen hin. Diese treten vor allem an NE-SW- und NW-SE streichenden Flächen, aber auch an etwa N-S streichenden konjugierten Klüften auf.
- Die circa N-S streichenden konjugierten Klüfte und Abschiebungen sind während einer E-W-Extension entstanden. Dies könnte im Zusammenhang mit Seitenverschiebung an der Lindach-Störung und damit einhergehendem Ausweichen v.a. des westlichen Störungsblockes nach Nordwesten stehen.
- E-W-streichende südfallende Strukturen und NW-SE-streichende Klüfte wurden speziell in Allerding wahrgenommen. Die südfallenden Strukturen werden auf eine Störung zurückgeführt, welche den Steinbruch Gopperding nicht durchdringt und als Abschiebungen interpretiert. Sie konnten jedoch zeitlich nicht eindeutig eingeordnet werden. Sie könnten jüngere (paläogene) Aktivität an einem Störungszweig der älteren Lindach-Störung abbilden oder unabhängige paläogene E-W-Störungen.
- Seitenverschiebende Striemung in Fault gouge auf steilen E-W verlaufenden Störungen zeigt wahrscheinlich die jüngsten tektonischen Bewegungen in beiden Steinbrüchen an.

Die Begehungen untermauern, dass rezent Wasserwegigkeiten gegeben sind, entlang von Störungen, Kluftsystemen und entsprechend tiefgreifender Verwitterung an erstgenannten. Klüfte und Störungen treten in diverser Orientierung und in Maximalabständen von einigen Metern auf. Besonders in Allerding liegen sie oft nur Zentimeter bis wenige Dezimeter auseinander. Somit ist ein engmaschiges Kluft- und Störungsnetz vorhanden. Wasseraustritte direkt an Störungen und Klüften wurden in den Steinbrüchen beobachtet. In der weiteren Umgebung finden sich auflagernde neogene Sande und nördlich von Rainbach Pitzenberg-Schotter, die als Grundwasserleiter für eine Einsickerung in Frage kommen.

Literatur

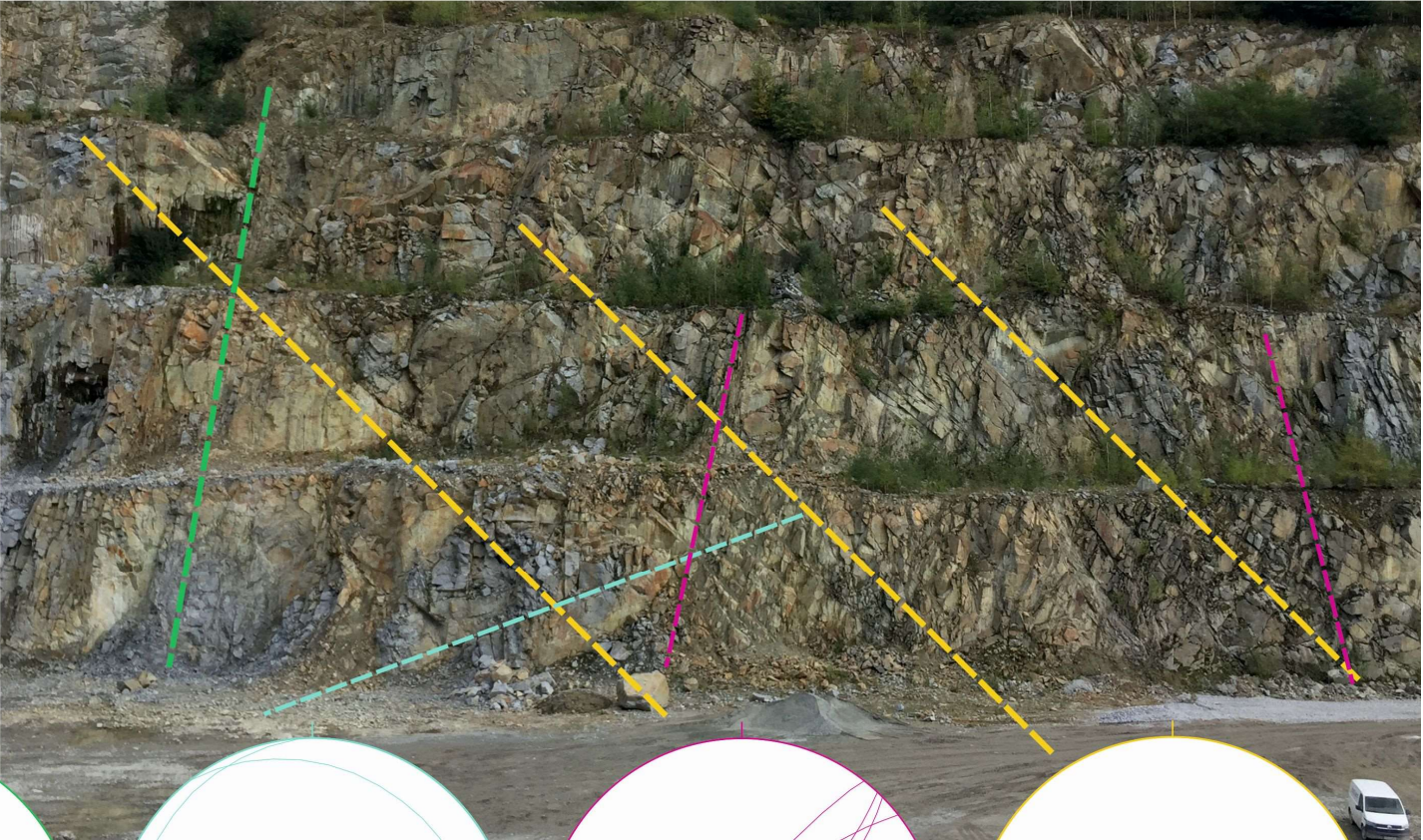
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1999): Das Thermalwasservorkommen im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken. Hydrogeologisches Modell und Thermalwasser-Strömungsmodell im Auftrag des Freistaates Bayern und der Republik Österreich. Kurzbericht. – 44 S., Rehmbrand, München.
https://www.lfu.bayern.de/wasser/thermische_nutzung/doc/thermalwasser_molassebecken.pdf
- ELSTER, D., GOLDBRUNNER, J., WESSELY, G., NIEDERBACHER, P., SCHUBERT, G., BERKA, R., PHILIPPITSCH, R. & HÖRHAN, T. (2016): Erläuterungen zur geologischen Themenkarte Thermalwasser in Österreich 1:500.000. – 296 S., Wien.
- FRASL, G., & FINGER, F. 1988. Haltepunkt 1: Steinbruch der Schärdinger Granitindustrie in Gopperding. In: Jahrestagung 1988 der Österreichische Geologische Gesellschaft Exkursion: Mühlviertel und Sauwald 22. - 23. September 1988, S. 11, Wien.
- FREUDENBERGER, W., & SCHWERD, K. (1996). Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 500.000.-4. neu bearb. Auflage, Bayerisches Geol. Landesamt (Hrsg.), München.
- GOLDBRUNNER, J.E. (1984): Zur Hydrogeologie des oberösterreichischen Molassebeckens. – Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 36, S. 83–102, Graz.
- GOLDBRUNNER, J.E. (1988): Tiefengrundwasser im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken. – Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, 39, S. 5–94, Graz.
- GROSS, D., SACHSENHOFER, R., RECH, A., SAGEDER, S., GEISSLER, M., SCHNITZER, S., & TROISS, W. (2015). The Trattnach oil field in the north alpine foreland basin (Austria). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 108(2), S. 151-171.
- HUET, B., REISER, M. & GRASEMANN, B. (2020): Hierarchisches Glossar planarer, linearer Strukturen und Bewegungsrichtungsindikatoren an der Geologischen Bundesanstalt, Deutsch-Englisch. – Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 138, 57 S., Wien.
- KRÖLL, A., MOTSCHKA, K., MEUERS, B., SLAPANSKY, P., WAGNER, L., WESSELY, G., ZYCH, D., OBERLERCHER, G., SEIBERL, W., KRÖLL, A. (Red.), DAURER, A. (Red.) (2006): Erläuterungen über die Karten zur Molassebasis Salzburg – Oberösterreich: Geologische Themenkarten der Republik Österreich. – Geologische Bundesanstalt, 24 S., Wien.
- MANDIC, O., SCHNEIDER, S., HARZHAUSER, M. & DANNINGER, W. (2020). Bivalves from the Innviertel Group of Allerding in the North Alpine Foreland Basin (lower Miocene, Upper Austria). – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie: Abhandlungen*; 297, S. 47-100, Wien.
- MOSER, M. & LINNER, M., 2021. Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 29 Schärding: Stand 2020, Ausgabe 2021/01. Karte; Geologische Bundesanstalt, Wien.
- NACHTMANN, W. & WAGNER, L. (1987). Mesozoic and early Tertiary evolution of the Alpine foreland in Upper Austria and Salzburg, Austria. *Tectonophysics*, 137(1-4), S. 61-76, Amsterdam.
- PFLIEDERER, S. (Hrsg.), GÖTZL, G., BOTTIG, M., BRÜSTLE, A.K., PORPACZY, C., SCHREILECHNER, M., EICKITZ, C., JUD, M., SACHSENHOFER, R., ZOSSEDER, K., CASPER, S., GOLDBRUNNER, J., KRIEGL, C., KOLMER, C. & DIEPOLDER, G.W. (2016): GeoMol – Geologische 3D-Modellierung des österreichischen Molassebeckens und Anwendungen in der Hydrogeologie und Geothermie im Grenzgebiet von Oberösterreich und Bayern. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 70, S. 1–88, Wien.
- POLESNY, H. (1983). Verteilung der Öl- und Gasvorkommen in der oberösterreichischen Molasse. *Erdöl-Erdgas Zeitschrift*, S. 90-102.
- SALVERMOSER, R. & WALSER, W. (1991). Lithostratigraphische Untersuchungen an jungtertiären Molassesedimenten am Nordrand der Taufkirchener Bucht (Oberösterreich). – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 134.1, S. 135-147, Wien.
- SCHUBERT, G. (2015). Hydrogeologie der trinkbaren Tiefengrundwässer. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 64, S. 11-69, Wien.
- SCHULZ, H.M., VAN BERK, W., BECHTEL, A., STRUCK, U. & FABER, E. (2009). Bacterial methane in the Atzbach-Schwanenstadt gas field (Upper Austrian Molasse Basin), Part I: Geology. *Marine and Petroleum Geology*, 26(7), S. 1163-1179.
- SISSINGH, W. (1997). Tectonostratigraphy of the North Alpine Foreland Basin: correlation of Tertiary depositional cycles and orogenic phases. In: *Tectonophysics*, Ausgabe. 282, 1–4, S. 223-256, Amsterdam.
- WAGNER, G. A., COYLE, D. A., DUYSER, J., HENJES-KUNST, F., PETEREK, A., SCHRÖDER, B., STOCKHERT, B., WEMMER, K., ZULAUF, G., AHRENDT, H., BISCHOFF, R., HEJL, E., JACOBS, J., MENZEL, D., LAL, N., VANDENHAUTE, P., VERCOUTERE, C. & WELZEL, B. (1997). Post-Variscan thermal and tectonic evolution of the KTB site and its surroundings. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 102(B8), 18221-18232.

WAGNER, L. (1998). Tectono-stratigraphy and hydrocarbons in the Molasse Foredeep of Salzburg, Upper and Lower Austria. Geological Society, London, Special Publications, v.134, 339-369.

WIESER, F. (1964). Geologisches Gutachten Artesische Quelle, Rainbach – Schärding/Inn.

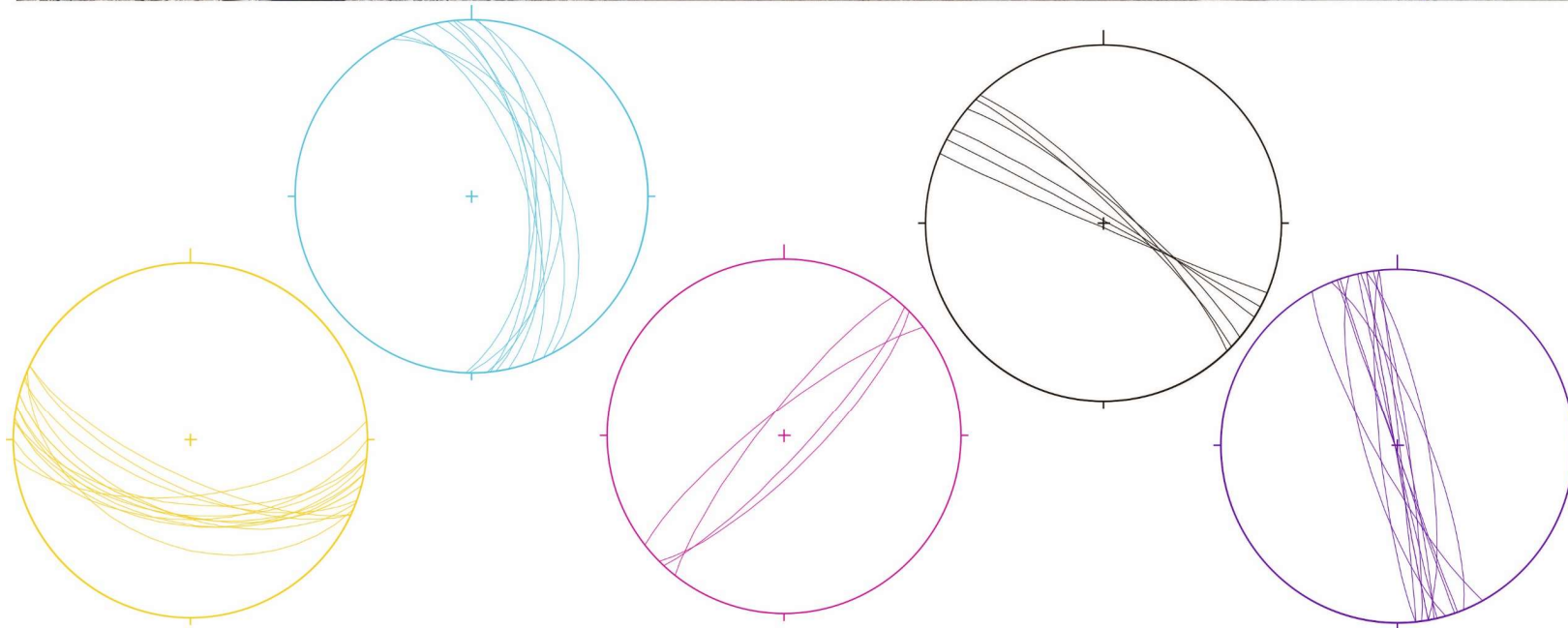
WIESER, F. (1983). Geologisches Gutachten WVA Schärding, Probebohrergebnisse Standort für 2. Brunnen.

ALLERDING Ostwand



Anhang 1: Planare Strukturen in der Ostwand des Steinbruchs Allerding mit Großkreis-Plots im Schmidtschen Netz

ALLERDING Nordwest-Ecke



Anhang 2: Planare Strukturen in der Nordwand des Steinbruchs Allerding mit Großkreis-Plots im Schmidtschen Netz

Tektonische Entwicklung der oberösterreichisch-bayerischen Molassezone zusammengefasst lt. Literatur

Paläozoische und mesozoische Strukturen (NE- und NW-streichende Störungen) und deren weitere Entwicklung

Paläozoikum	Mesozoikum	Paläogen	Schulz, 2009
Spätvariszisch	U.Jura, U.Kreide	U. Paläogen	Gross, 2015 (Ölfeld Trattnach)
Permo-Karbon	U.Kreide Uplift OÖ, O.Kreide Inversion	Eozän-Oligozän Subsidenz	Nachtmann & Wagner, 1987
Permo-Karbon NW-SE-Tröge und -Schwächezonen	Tiefere Trias, Jura/U.K. deutl. Lineamente, O.Kreide Erhöhung Sprungbeträge + Sekundärbrüche	Tertiär W- bis SW-Bewegung der BM reaktiviert Brüche (höhere Offsets)	Freudenberger & Schwerd, 1996 (Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000)
O.Karbon	U.Kreide, O.Kreide	Neogen	Wagner, 1997, Zulauf, 1996 (Kontinentale Tiefbohrung KTB)

Neogene Strukturen (E-W-streichende Störungen) und deren weitere Entwicklung

O.Eozän bis U.Oligozän		Miozän		Schulz, 2009
Eozän-Oligozän Subsidenz				Nachtmann & Wagner, 1987
Forschreitende Beckenbildung -> immer weiter N	U. Oligozän Einengung im S (-> N) ab jüngeren U.Eger Faltenmolasse	O.Miozän Ende Beckenabsenkung	Pliozän Hebung bzw. Abtragung	Freudenberger & Schwerd, 1996 (Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000)
M.-O.Eozän NNE-Kompression	U.Oligozän WNW-Extension	U.Miozän NE-Kompression	Pliozän NNW-Kompression	Sissingh, 1997 (Paläostress)
			SH _{max} Ca. N-S (nur subalpin?)	Levi et al., 2019 (rezenten Stress)

Literatur Tabelle Tektonische Entwicklung

FREUDENBERGER, W., & SCHWERD, K. (1996). Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 500.000.-4. neu bearb. Auflage, Bayerisches Geol. Landesamt (Hrsg.), München.

GROSS, D., SACHSENHOFER, R., RECH, A., SAGEDER, S., GEISSLER, M., SCHNITZER, S. & TROISS, W. (2015). The Trattnach oil field in the north alpine foreland basin (Austria). *Austrian Journal of Earth Sciences*, 108(2), S. 151-171.

LEVI, N., HABERMUELLER, M., EXNER, U., PIANI, E., WIESMAYR, G. & DECKER, K. (2019). The stress field in the frontal part of the Eastern Alps (Austria) from borehole image log data. In: *Tectonophysics*, Ausgabe. 769, 228175. doi: 10.1016/j.tecto.2019.228175.

NACHTMANN, W. & WAGNER, L. (1987). Mesozoic and early Tertiary evolution of the Alpine foreland in Upper Austria and Salzburg, Austria. *Tectonophysics*, 137(1-4), S. 61-76, Amsterdam.

SCHULZ, H.M., VAN BERK, W., BECHTEL, A., STRUCK, U., & FABER, E. (2009). Bacterial methane in the Atzbach-Schwanenstadt gas field (Upper Austrian Molasse Basin), Part I: Geology. *Marine and Petroleum Geology*, 26(7), S. 1163-1179.

SISSINGH, W. (1997). Tectonostratigraphy of the North Alpine Foreland Basin: correlation of Tertiary depositional cycles and orogenic phases. In: *Tectonophysics*, Ausgabe. 282, 1–4, S. 223-256, Amsterdam.

WAGNER, G. A., COYLE, D. A., DUYSER, J., HENJES-KUNST, F., PETEREK, A., SCHRÖDER, B., STOCKHERT, B., WEMMER, K., ZULAUF, G., AHRENDT, H., BISCHOFF, R., HEIL, E., JACOBS, J., MENZEL, D., LAL, N., VANDENHAUTE, P., VERCOUTERE, C., & WELZEL, B. (1997). Post-Variscan thermal and tectonic evolution of the KTB site and its surroundings. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 102(B8), 18221-18232.

ZULAUF, G., & DUYSER, J. (1997). Faults and veins in the superdeep well KTB: constraints on the amount of Alpine intra-plate thrusting and stacking of Variscan basement (Bohemian Massif, Germany). *Geologische Rundschau*, 86(S1), S. 28–533. doi: 10.1007/PL00014661