



DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH
Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure

**Erweiterung des Untertageabbaues
Cava Kristallina
der Omya S.p.A.
I-39049 Sterzing/Vipiteno (BZ)**

Hydrogeologische Studie

Projekt Nr. 217110

27. Juni 2017

Auftraggeber:

OMYA S.P.A.

UNTERACKERN, CAMPI DI SOTO

I-39049 STERZING/VIPITENO (BZ)

Gutachter:

DR. KÖHLER & DR. POMMERENING GMBH

Beratende Geologen, Hydrogeologen und Ingenieure

Am Katzenbach 2

D-31177 Harsum

.....
Dr. Johannes Pommerening

| | Inhaltsverzeichnis | Seite |
|----------|---|--------------|
| 1 | Einführung..... | 5 |
| 2 | Lage und Beschreibung des Abbaugbietes | 7 |
| 3 | Wasserhaushalt und Hydrologie..... | 8 |
| 4 | Geologische Verhältnisse | 12 |
| 5 | Hydrogeologie | 15 |
| 5.1 | Hydrogeologischer Bau | 15 |
| 5.2 | Grundwasserstände und Grundwasserfließverhältnisse..... | 18 |
| 5.3 | Bergwasserabfluss im Marmorzug | 21 |
| 5.4 | Quellen | 22 |
| 5.4.1 | Nordhang Mareiter Stein | 23 |
| 5.4.2 | Südhang Mareiter Stein | 27 |
| 5.5 | Wasserbeschaffenheit..... | 27 |
| 5.6 | Wasserhaushalt Marmorzug | 29 |
| 6 | Auswirkungen der Abbauerweiterung..... | 32 |
| 6.1 | Abbauplanung..... | 32 |
| 6.2 | Bergwasserstände und Grundwasserströmungsfeld | 32 |
| 6.3 | Quellen | 34 |
| 6.4 | Grundwasserbeschaffenheit..... | 35 |
| 6.5 | Wasserhaushalt | 36 |
| 7 | Zusammenfassung und Empfehlungen..... | 38 |
| 8 | Literaturverzeichnis | 40 |

Abbildungsverzeichnis

Seite

| | |
|--|----|
| Abb. 2-1: Lage des Abbaugebietes Kristallina (KR), der Grube Pardaun/Pratone (PR) und der Omya S.p.A. in Sterzing (ST); VBST = Verbindungsstollen Kristallina - Pardaun..... | 7 |
| Abb. 3-1: Jahresniederschläge der Station Innerratschings (1980-2010). Quelle: ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik..... | 10 |
| Abb. 4-1: Lithologische Gliederung des Schneeberg Komplexes aus (Tropper et al. 2012) | 13 |
| Abb. 5-1: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 seit 2009 . | 21 |
| Abb. 5-2: Abfluss Bergwasser am Wehr – Werk Pardaun - 1.140 m NN | 22 |

Tabellenverzeichnis

Seite

| | |
|---|----|
| Tab. 3-1: Hydrologische Bilanzgrößen | 8 |
| Tab. 3-2: Niederschlag-Jahressummen Station Ridnaun | 9 |
| Tab. 5-1: Geologische Schichtenfolge und hydrogeologische Einstufung | 15 |
| Tab. 5-2: Geohydraulische Kenndaten der grundwasserführenden Festgesteinsschichten | 18 |
| Tab. 5-3: Kenndaten der Grundwassermessstellen und statistische Auswertung der Wasserstände..... | 19 |
| Tab. 5-4: Kenndaten der Quellgebiete und einzelner Quellen, die mit dem Bergwasser des Marmorzuges in Verbindung stehen | 26 |
| Tab. 5-5: Ergebnisse von Grundwasseranalysen..... | 29 |

Anlagen

| | |
|---|------------|
| Anlage 5.15: Übersichtskarte - Geologie | 1 : 15.000 |
| Anlage 5.16: Übersichtskarte – Niederschlag und Verdunstung | 1 : 15.000 |
| Anlage 5.17: Hydrogeologisches Übersichtsprofil Nord Süd | 1 : 10.000 |
| Anlage 5.18: Hydrogeologische Karte Marmorzug Mareiter Stein | 1 : 5.000 |
| Anlage 5.19: Hydrogeologisches Längsprofil Marmorzug Mareiter Stein | 1 : 10.000 |
| Anlage 5.20: Hydrogeologisches Detailprofil SW-NE - Querprofil | 1 : 2.000 |

1 Einführung

Die OMYA S.p.A. baut seit Anfang der 1990er Jahre im Untertagebetrieb „Grube Kristallina“, der im Höhenzug Mareiter Stein westlich von Sterzing zwischen dem Ridnauner und dem Ratschingser Tal liegt (Abb.1), hochreinen, weißen Kalzit Marmor mittels Kavernenabbau unter Tage ab. Am Standort Sterzing/Vipiteno (BZ) wird der Marmor zu hochwertigen Füll- und Pigmentstoffen in Form von Granulat und Mehlprodukten verarbeitet.

Im Hinblick auf eine langfristige Standort- und Rohstoffsicherung beantragt die Omya S.p.A. eine Erweiterung des untertägigen Abbaus Kristallina.

In der vorliegenden hydrogeologischen Studie werden die hydrogeologischen Verhältnisse im Abbaubereich und im Erweiterungsbereich dargestellt und die Auswirkungen des bestehenden Abbaus und der geplanten Abbauerweiterung auf den Bergwasserspiegel, das Grundwasserströmungsfeld, die Quellgebiete am Mareiter Stein und den Wasserhaushalt beschrieben und bewertet.

Die hydrogeologische Studie gliedert sich wie folgt:

- Ist-Zustand, betreffend
 - Geologischer und tektonischer Bau,
 - Hydrogeologischer Bau, geohydraulische Eigenschaften,
 - Bergwasserspiegel, Grundwasserfließverhältnisse,
 - Quellgebiete am Höhenzug Mareiter Stein,
 - Wasserbeschaffenheit,
 - Hydrologische Bilanz, Wasserhaushalt.
- Prognose der Auswirkungen der Abbauerweiterung auf
 - die Grundwasserverhältnisse,
 - den Wasserhaushalt,
 - die Quellen am Höhenzug des Mareiter Stein.

Im Kapitel 2 der vorliegenden Studie erfolgt eine allgemeine Beschreibung des Umfeldes der Grube Kristallina. In Kapitel 3 wird der Wasserhaushalt und die Hydrologie beschrieben. Eine Darstellung der geologischen und tektonischen Verhältnisse im Umfeld des Untertagebetriebes „Kristallina“ erfolgt in Kapitel 4. In Kapitel 5 wird der hydrogeologische Istzustand betreffend das Bergwasser und die Quellgebiete beschrieben. In Kapitel 6 wird auf der Grundlage der hydrogeologischen Untersuchungen eine Bewertung der Auswirkungen der Abbauerweiterung auf die hydrogeologischen Verhältnisse und die Quellen und Fließgewässer vorgenommen. In Kapitel 7 werden Empfehlungen für ein Monitoring vorgelegt.

Gemäß der bestehenden Genehmigung wird der Abbau durch ein Monitoring-Programm fachlich begleitet. Das Monitoring umfasst insbesondere die regelmäßige Messung der Bergwasserstände an 7 Grundwassermessstellen, der Abflussmengen an Quellen und im Bergwerk selbst (Pardaun) sowie chemische Untersuchungen. Die gewonnenen Daten dienen als Grundlage einer fachlichen Bewertung und Überwachung der Auswirkungen einer Absenkung des Bergwasserspiegels im Zuge des Gesteinsabbaus und der Wasserhaltung im Untertagebau.

Der Untersuchungsumfang im Rahmen des hydrogeologischen Gutachtens umfasst folgende Punkte:

- Sichtung und Auswertung der vorliegenden Unterlagen in Form von Gutachten, Karten und weiterer Daten
- Auswertung der Messdaten, die im Rahmen des Monitorings vorliegen, wie
 - Schüttung und Leitfähigkeiten der Quellen,
 - Abfluss Bergwasser Gesamtabfluss am Mundloch Pardaun seit November 2015,
 - Bergwasserstand in der Grube Kristallina an 7 Messstellen, Messungen etwa 14-tägig seit 2009,
 - Chemische Analysen von Bergwasser und Quellen.
- Erhebung neuer Daten in Form von :
 - Geologisch-tektonische Kartierungen im Untertageabbau und am Ma-reiter Stein und den anstehenden Gesteinen,
 - Hydrogeologische Kartierung von Quellen im Juni 2017 bei hohen Schüttungen,
 - Messungen an den Quellen im April 2017 bei niedrigen Schüttungen und Juni 2017 bei hohen Schüttungen der Parameter Schüttungsmenge, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur,
 - Messungen der Bergwasserstände und der elektr. Leitfähigkeiten von Bergwasser in der Grube Kristallina.

2 Lage und Beschreibung des Abbauggebietes

Die Grube Kristallina befindet sich an der Nordflanke des Mareiter Stein (Sasso di Mareta, 2.194 m ü. NN) mit einer Zufahrt auf einer Höhe von ca. 1.750 m ü. NN (Stollenmundlöcher). Das Abbauggebiet erstreckt sich auf einer Fläche von etwa 1.000 mal 400 m. Die Abbauhöhe liegt zwischen 1.900 m ü. NN und etwa 1.700 m ü. NN.

Das Abbauggebiet ist fördertechnisch über einen 2,5 km langen Verbindungsstollen mit der auf ca. 1.140 m ü. NN gelegenen Grube Pardaun (Pratone) verbunden, wo ebenfalls untertägig die Lagerung des gebrochenen und vorabgesiebten Rohsteines erfolgt.



Abb. 2-1: Lage des Abbauggebietes Kristallina (KR), der Grube Pardaun/Pratone (PR) und der Omya S.p.A. in Sterzing (ST); VBST = Verbindungsstollen Kristallina - Pardaun

3 Wasserhaushalt und Hydrologie

Die Bilanzgrößen des Wasserhaushaltes setzen sich zusammen aus

$$N = E_{tr} + A_o + A_u + R$$

mit

- N: Niederschlag
- E_{tr}: Evapotranspiration
- A_o: Oberflächen-Abfluss
- A_u: Unterirdischer Abfluss (entspricht über längere Zeiträume der Grundwasserneubildung)
- R: Rücklage und Verbrauch (für mehrjährige Betrachtungen nicht relevant)

In der Tab. 3-1 sind die langjährigen Niederschlags- und Temperaturdaten für die Wetterstation "Innerratschings" in der Ortslage Bichl und „Ridnaun“ aufgeführt.

Tab. 3-1: Hydrologische Bilanzgrößen

| Station | Höhe | Zeitabschnitt | Jahre | N | T |
|-----------------|---------|---------------|-------|-------|-----|
| | m ü. NN | | | mm | °C |
| Innerratschings | 1260 | 1980 – 2010 | 30 | 1.156 | 5,0 |
| Ridnaun | 1350 | 1980 – 2010 | 30 | 1.092 | |

Erläuterung:

- N: Niederschlag (mittlere Jahressumme)
- T: Temperatur Mittelwert

Das **langjährige Jahresmittel der Niederschlagssumme** beträgt im Zeitraum 1980 bis 2010 für die Station Innerratschings 1.156 mm und für die Station Ridnaun 1.092 mm. Die Station Innerratschings liegt im Süden, die Station Ridnaun im Norden des Untersuchungsgebietes um den Mareiter Stein. Die Station Innerratschings wird als Referenz für den Untersuchungsraum herangezogen. In den vergangenen 30 Jahren traten im Jahr 2000 mit 1803 mm die höchsten und im Jahr 2003 mit 830 mm die geringsten Jahresniederschläge auf.

Die Jahresniederschlagssummen der Station Ridnaun sind für den Zeitraum 2007 bis 2016 in der Tab. 3-2 aufgelistet. Der höchste Jahresniederschlag im dargestellten Zeitraum wurde 2014 mit 1.486 mm erreicht. Der höchste Jahresniederschlag der an dieser Station seit 1925 aufgezeichnet wurde, wurde im Jahr 1958 mit 1.634 mm er-

reicht. Der mittlere Niederschlag der Jahre 1981 bis 2010 wurde in diesem Jahr um etwa 50 % überschritten.

Tab. 3-2: Niederschlag-Jahressummen Station Ridnaun

| Jahr | N |
|------------------------|-------|
| | mm |
| 2007 | 999 |
| 2008 | 1.270 |
| 2009 | 962 |
| 2010 | 1.369 |
| 2011 | 1.111 |
| 2012 | 1.549 |
| 2013 | 1.263 |
| 2014 | 1.486 |
| 2015 | 1.164 |
| 2016 | 1.250 |
| Mittelwert 2007 - 2016 | 1.242 |

Für den Untersuchungsraum Mareiter Stein, der bis fast 2.200 m ü. NN reicht, muss berücksichtigt werden, dass die Niederschlagssummen mit der Höhe ansteigen. Die Anlage 5.16 zeigt in einer Übersichtskarte die Verteilung der mittleren langjährigen Niederschlagsmengen mit Berücksichtigung der Höhenlage. Für den Mareiter Stein wird eine langjährige mittlere Niederschlagssumme von etwa 1.300 mm/a angesetzt.

Die Abbildung 3-1 zeigt die Bandbreite der monatlichen (links) und jährlichen (rechts) Niederschlagssummen in der 30-jährigen Klimaperiode vom 1.8.1980 bis 31.7.2010. Die höchsten Niederschläge treten im Zeitraum April bis November auf. Hinzu kommt die Schneeschmelze, die zumeist im April und Mai einsetzt, so dass die Abflüsse dann in der Regel ein Maximum erreichen. In den Wintermonaten liegen bei geringen Niederschlägen und Schneefall die Bergwasserstände und auch die Abflüsse in den Quellen und Fließgewässern bei geringen Werten.

Die mittlere **Jahrestemperatur** beträgt im Zeitraum 1980 bis 2010 für die Station Innerratschings auf einer Höhe von 1.260 m ü. NN 5,0 °C. Bei einer üblichen Abnahme der mittleren Jahrestemperatur von 0,6 °C pro 100 Höhenmeter ergibt sich für den Marmorzug am Mareiter Stein bei etwa 1.710 m ü. NN auf Höhe des Bergwasser-

spiegels eine mittlere Jahrestemperatur von etwa 2,3 °C und auf 2.000 bis 2190 m ü. NN im Bereich des Gipfels eine mittlere Jahrestemperatur von weniger als 1,0 °C.

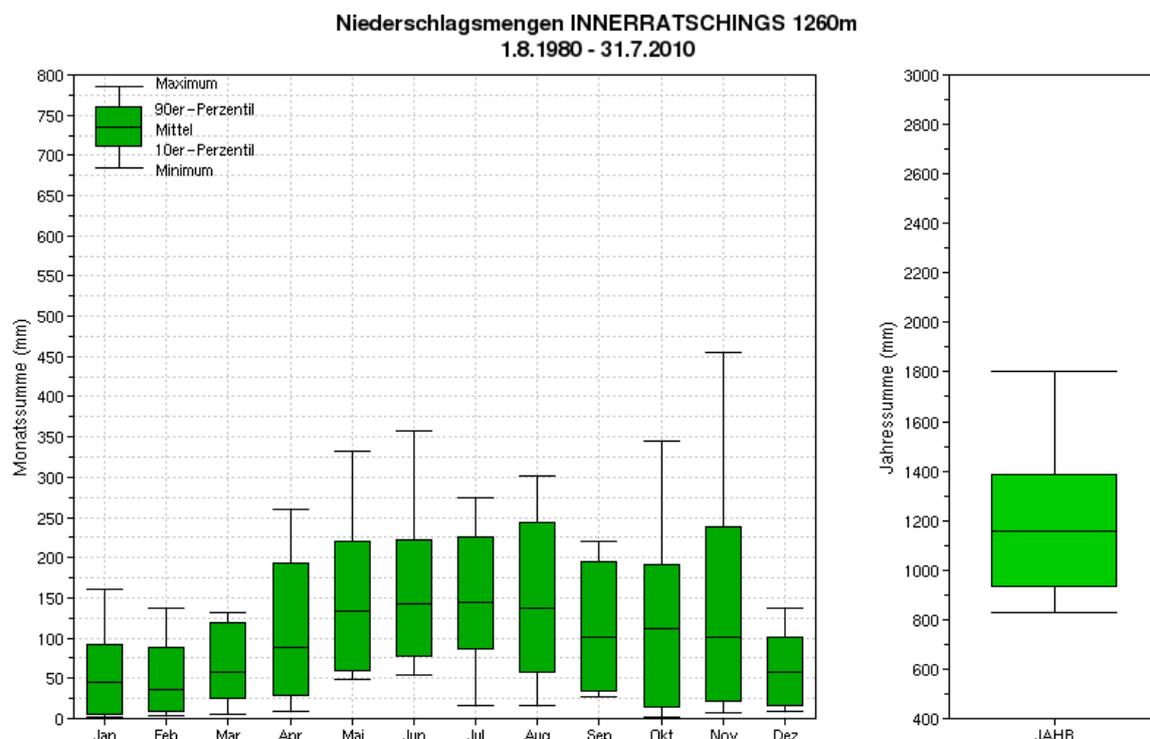


Abb. 3-1: Jahresniederschläge der Station Innerratschings (1980-2010). Quelle: ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Die Verdunstung (Evapotranspiration) des Wassers ist abhängig von mehreren Faktoren, deren wichtigste hier die Höhenlage und Temperatur und daneben der Bewuchs sind. Für die **reelle Verdunstung (Evapotranspiration)** wurden die auf dem Kartenserver vom hydrographischen Amt der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol regionalisierten Rasterdaten auf Basis des Zeitraums 1961 – 1990 in der Anlage 5.16 als Rasterdaten eingetragen. Für den Höhenzug Mareiter Stein und das Verbreitungsgebiet des Marmorzuges ergibt sich demnach für den Bereich des Mareiter Steins in einer Höhenlage von etwa 1700 m ü. NN und darüber mit einer überwiegenden blanken Felsen oder Bewuchs durch Almmatten und wenig Bäume eine reelle Verdunstung von etwa 420 mm/a. Die morphologisch niedrigeren Bereiche des Höhenzuges nach Osten unterhalb von etwa 1.700 m ü. NN sind überwiegend bewaldet, wodurch die reelle Verdunstung höher liegt und mit etwa 660 bis 740 mm angegeben wird.

Nach Wieser 2008 (in Mincon 2008) ist für alpine Matten dieser Höhenlage eine Evapotranspiration von 300 mm anzusetzen. Für die unbewachsenen Felsflächen

auf dem Mareiter Stein ist nur die Evaporation wirksam, die für diese Höhenlage mit deutlich weniger als 300 mm anzusetzen ist. Für den Ausbiss des Marmorzuges insgesamt, der auf mehr als der Hälfte der Verbreitungsfläche durch offenen Fels oder Almmatten geprägt ist, wird daher eine insgesamt geringe reelle Verdunstung von etwa 350 mm angesetzt.

Die Gesamtfläche von etwa 1,9 Mio m² teilt sich auf in offene Felsbereiche, Almmatten bzw. alpine Gras- und Zwergstrauchheide und Waldgebiete. Perennierende Fließgewässer bestehen im Bereich des Marmorzuges nicht. Nur unmittelbar nach Niederschlägen oder während der Schneeschmelze können dort kurzzeitig Oberflächenabflüsse in intermittierenden kleineren Fließgewässern beobachtet werden.

Nach der Wasserhaushaltsgleichung errechnet sich der **Abfluss** (A) indirekt aus der Differenz zwischen Niederschlag (N) und reeller Verdunstung (Evapotranspiration E_{tr}).

Für das Gebiet des Marmorzuges insgesamt errechnet sich ein mittlerer Niederschlag von 1.300 mm, eine mittlere reelle Verdunstung von 350 mm ein mittlerer Abfluss von 950 mm.

Der Abfluss insgesamt setzt sich zusammen aus dem oberirdisch fließenden Anteil (A₀) sowie dem unterirdisch fließenden Anteil (A_U), der für lange Zeitabschnitte der Grundwasserneubildung (GwN) entspricht. Im Bereich des Marmorzuges mit den Felsflächen und mit nur teilweise geringem Bewuchs dürften mindestens 90 bis 95 % des Gesamtabflusses (Niederschlag minus Verdunstung) im Berg versickern. Auf den bewaldeten Flächen ist der Versickerungsanteil vermutlich etwas geringer mit etwa 80 bis 90 %, so dass insgesamt im Bereich des Marmorzuges von einer Grundwasserneubildung von etwa 850 mm (etwa 90 % des Abflusses) auszugehen ist. Das entspricht einer Grundwasserneubildungsrate von 27 l/skm².

Bei einem Ausbiss des Marmorzuges von etwa 1,9 km² kann dort eine Grundwasserneubildung von etwa 51 l/s (1,6 Mio m³/a) im Mittel angesetzt werden.

4 Geologische Verhältnisse

Der Marmorzug im Bereich der Grube Kristallina am Mareiter Stein gehört regional-geologisch zum Schneeberg Komplex, der Teil des Stubai-Ötztal-Kristallins ist und sich von Sterzing im Osten bis zur Texelgruppe im Westen erstreckt. Im Schneeberger Zug stehen überwiegend Glimmerschiefer und Paragneise an, in die Amphibolite sowie Marmorlinsen und Marmorzüge eingelagert sind (Abb. 5-1).

Die Glimmerschiefer und Paragneise des Schneeberger Komplexes sind stark gefaltet und bilden Ost-West streichende Sättel und Mulden. Nach Mauracher (1981) wird die Schneeberger Hauptmulde lithologisch in die Monotone Serie, die Bunte Serie und die Laaser Serie unterteilt. Die zentrale „Monotone Serie“ besteht aus einer Wechsellagerung von 200 m bis 400 m mächtigen Granatglimmerschiefern und Quarziten. Die wenige Zehner Meter mächtige „Bunte Randserie“ tritt am Rand auf und besteht aus Wechsellagerungen von Granatglimmerschiefern, Amphiboliten, Karbonatschiefern, Quarziten und Marmoren. An der Basis des Schneeberger Komplex (Sölva 2005) umfasst die Laaser Serie lithologisch mehrere 10 bis 100 m mächtige Marmorschichten, welche in Wechsellagerung zu Glimmerschiefern und Paragneise stehen. Der Höhenzug am Mareiter Stein ist durch diese Schichten der Laaser Serie, insbesondere die Marmorschichten, geprägt.

Die Marmorlagerstätte Kristallina selbst befindet sich am östlichen Randbereich des Schneeberger Zuges. Die Ausdehnung dieser marmorführenden Gebirgszone reicht von der Texelgruppe im Westen bis in den Raum Sterzing im Osten. Die lithologische Abfolge gliedert sich meist in Granatglimmerschiefer, Amphibolite, Kalkglimmerschiefer, Marmore und randlich zonar angeordnete Quarzit-Gneisbereiche. Diese Gesteine bildeten die Sedimentauflage des Altkristallins und erfuhren im Zuge der variszischen und alpidischen Gebirgsbildungsphasen verschiedene Metamorphosestadien (Amphibolit/Eklogitfazies). Die verschiedenen Gebirgsbildungszyklen äußern sich in einer intensiven Verfaltung (Isoklinalfaltung) und Schieferung der Gesteine.

Der Marmorzug im Bereich der Grube Kristallina erstreckt sich auf einer Länge von etwa 4 km vom Mareiter Stein (2.194 m ü.NN) bis in den Abschnitt Pardaun und quert dort die Gilfenklamm bei ca. 1.100 m ü. NN. Die bankrechte Mächtigkeit beträgt etwa 300 m. An der Hangendgrenze der Marmorzone verläuft der randlich, zonar angeordnete Glimmerschiefer-Paragneiskomplex. An der Liegendgrenze der Hauptmarmorzone folgt ein ca. 400 m mächtiger „Mischhorizont“, welcher aus einer Abfolge einzelner Marmorlinsen, Paragneis-, Glimmerschieferlagen, sowie linsenförmigen Amphiboliten, leukokraten Gneisen, Pegmatiten und Quarziten besteht.

Die Anlage 5.17 zeigt in einem Nord-Südprofil vom Ridnauntal über den Mareiter Stein ins Ratschingstal den geologischen Bau im Bereich des Marmorzuges und des Abbaus Kristallina sowie die Schichtenfolge.

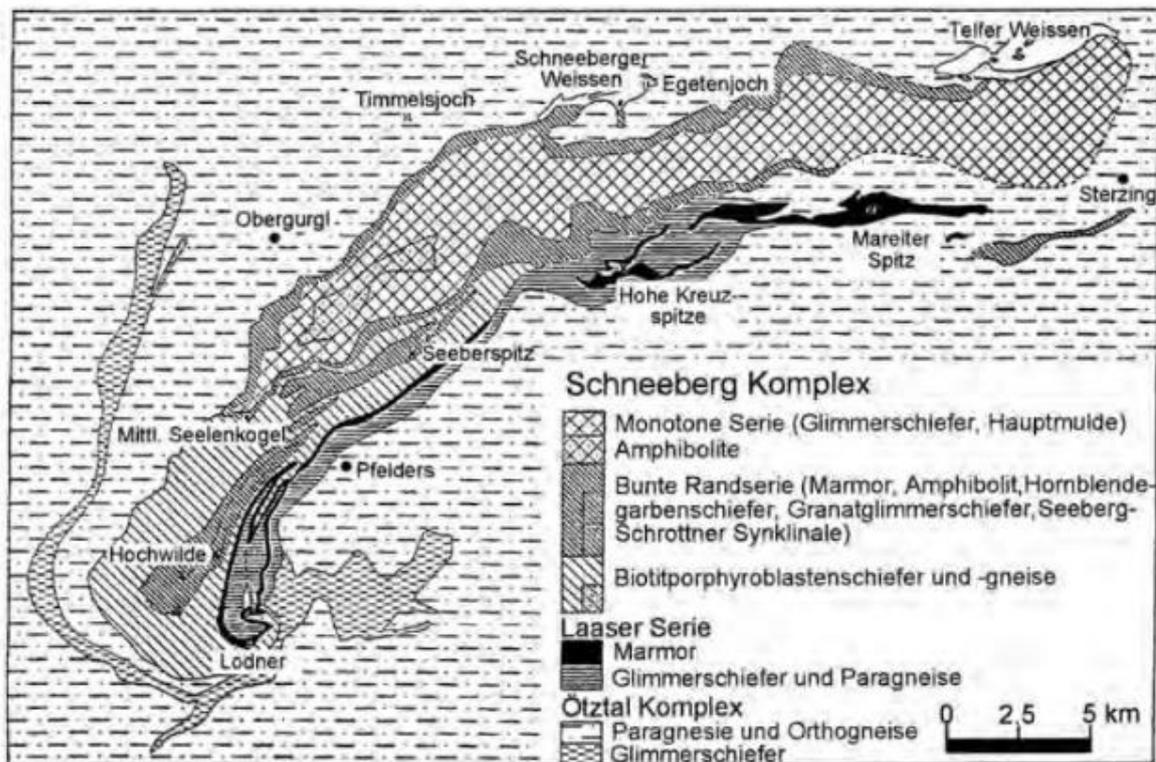


Abb. 4-1: Lithologische Gliederung des Schneeberg Komplexes aus (Tropper et al. 2012)

Im Grundriss bildet der Marmorzug vom Mareiter Stein einen nach N deutlich gewölbten Bogen ab, welcher allgemein als Rotationsbewegung des gesamten Zuges in streichender Richtung interpretiert werden kann [Omya 2016]. Die generelle lithologische Streichrichtung zeigt im westlichen und mittleren Abschnitt SW-ENE bzw. E-W Richtung und geht im östlichen Bereich (Pardaun) allmählich in eine WNW-ESE Richtung über. Das Einfallen der Schichtflächen beträgt im allgemeinen ca. 40 – 55° NNW/N/NNE im westlichen, sowie im mittleren Abschnitt des Mareiter Stein Massivs und versteilt sich gegen den östlichen Bereich, Richtung Pardaun, auf 70° bzw. 80° N/NNE.

Die polymetamorphen Gesteine zeigen eine meist intensive Verfaltung und Schieferung, wobei generell eine Isoklinalverfaltung der Schichten um eine ca. E-W ausgerichtete Faltenachse ausgeprägt ist. Die Faltenachsen im zentralen und östlichen Teil des Marmorzuges fallen flach E 10°, sowie im westlichen Bereich des Marmorzuges bis zu einem Einfallen von wenigen Grad nach W. Großtektonisch wird die Form der Marmorlagerstätte als nach Norden abtauchende Isoklinalfalte, mit einer möglichen Schichtverdopplung im Faltenkern interpretiert.

Mehrere Hauptstörungen durchziehen den gesamten Marmorzug häufig in N-S, NNE-SSW, sowie NE-SW und untergeordnet in NNW-SSE Richtung. Der Versatz an diesen Störungszonen beträgt einige Meter bis zu mehrere 10er m. Generell wird die Geologie des Mareiter Stein Massivs stark von jungalpidischer Bruchtektonik geprägt, welche vermutlich mit der tektonisch-seismischen Aktivität der Passeier Bruchzone in Zusammenhang gebracht werden kann. Vor allem der westliche und mittlere Abschnitt des Mareiter Stein Gebirgszuges weist starke tektonische Beanspruchung auf, die sich auch in Verkarstung und Hohlraumbildung äußert.

Die sogenannte Ratschingser Linie, welche dem Generalstreichen des Marmorzuges folgt, bewirkt in der Grube Kristallina eine Durchtrennung des lithologischen Verbandes („Lettenkluff“) parallel bzw. subparallel zum Schichtstreichen. Es erfolgt nur untergeordnet eine Durchtrennung bzw. Verstellung (Gefügeinventar & Trennflächen) der einzelnen Marmorschichten quer zum Schichtstreichen.

Der interne Bau des ca. 300 m mächtigen, hangenden Marmorzuges vom Mareiter Stein wird vom Liegenden zum Hangenden in die Marmor Typen B-, C-, A- und D-Zone untergliedert. Die Grenzen zwischen den Marmorhorizonten bilden zumeist schichtparallele Amphibolit- und Gneis-Lagen von geringer (dm bis m) Mächtigkeit. Die genaue Beschreibung hierzu erfolgt im Kapitel 5.

5 Hydrogeologie

5.1 Hydrogeologischer Bau

Die im Untersuchungsgebiet anstehenden geologischen Schichten sind zusammen mit einer hydrogeologischen Einstufung in der Tab. 5-1 aufgeführt. Die Angaben basieren auf abbaubegleitenden, lagerstättenkundlichen und geologischen Kartierungen [Omya 2016] und auf ergänzenden Kartierungen und Begehungen durch den hydrogeologischen Gutachter und Verfasser. Die Anlage 5.15 zeigt die Verbreitung der Schichtfolgen ohne die detaillierte Unterteilung des Marmorzuges. Der detaillierte Aufbau der hydrogeologischen Einheiten einschließlich der Marmorzonen ist in einem Detail-Profil auf der Anlage 5.20 dargestellt. Im Folgenden wird der Begriff „Bergwasser“ synonym für die Bezeichnung „Grundwasser“ verwendet.

Tab. 5-1: Geologische Schichtenfolge und hydrogeologische Einstufung

| Stratigraphie | Lithologie | | Mächtigkeit | Hydrogeologische Einstufung | |
|---------------|--------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|--|
| Quartär | Hangschuttmaterial | | 5 – 20 m | Temporär und lokal grundwasserführend | |
| Oberostalpin | Laa-ser Serie | Hangend-Schiefer Glimmerschiefer, Paragneise | | < 300 m | Grundwassergeringleiter (oberflächennaher Auflockerungsbereich) und Grundwasserstauer (tiefere Bereiche) |
| | | Marmor | Hangend-Marmor-Amphibolith-Zone | ca. 70 m | Kluftgrundwasserleiter in Marmorschichten, Grundwasserstauer Amphibolit-Lagen |
| | | | Marmor-Zone D | ca. 20 m | Kluftgrundwasserleiter, geringe bis mittlere Durchlässigkeit |
| | | | Marmor-Amphibolit-Zwischenzone | ca. 60 m | Kluftgrundwasserleiter, geringe Durchlässigkeit, Grundwasserstauer Amphibolit-Lagen |
| | | | Marmor-Zone A | ca. 40 m | Kluftgrundwasserleiter, geringe bis mittlere Durchlässigkeit |
| | | | Marmor-Zone C | 10-40 m | Kluftgrundwasserleiter, geringe Durchlässigkeit |
| | | | Marmor-Zone B | 10–40 m | Kluftgrundwasserleiter, geringe bis mittlere Durchlässigkeit |
| | | | Liegend Marmor-Amphibolit-Zone | ca. 50 m | Grundwassergeringleiter |
| | | Liegend-Schiefer Glimmerschiefer und Paragneise mit einzelnen Marmorlinsen | | 300 – 400 m | Grundwassergeringleiter (oberflächennaher Auflockerungsbereich) und Grundwasserstauer (tiefere Bereiche) |

Der Marmorzug ist mit einer West-Ost-Erstreckung von knapp 4 km und einer Breite von etwa 300 bis 600 m insgesamt als Kluft-Grundwasserleiter wirksam. Verkarsungserscheinungen treten an der Geländeoberfläche oder oberflächennah am Marmorstein auf, sie sind im Bereich des Abbaus und der Bergwasser Oberfläche nicht in hydrogeologisch relevantem Maße vorhanden.

Nach Norden ist der Marmorzug durch die als Grundwasserstauer wirkende Folge der Hangend-Schiefer mit Glimmerschiefern und Paragneisen begrenzt. Nach Süden besteht ebenfalls eine hydraulische Begrenzung des Marmorzuges durch die dort anstehenden Liegend-Schiefer, die als Glimmerschiefer mit eingefalteten kleineren Marmorschichten ebenfalls insgesamt als Grundwasserstauer wirken. Nach Westen kann der Marmorzug im Bereich einer Nord-Süd verlaufenden Querstörung auf Höhe der Steilwand am Zugang zum Belüftungsstollen abgegrenzt werden. An dieser Störung besteht ein sehr deutlicher Versatzbetrag, wodurch die Marmorscholle westlich davon um mehrere 10er Meter nach Süden in den Hangbereich unterhalb vom Kamm „verspringt“. Vermutlich bewirkt die Tektonik hier einen verminderten hydraulischen Kontakt des Bergwassers nach Westen, was eine westliche Begrenzung für die hydrogeologischen Betrachtungen im Abbaubereich Kristallina zulässt. Ein relevanter Zustrom von Bergwasser aus Osten über diese Querstörung in Richtung des Abbaubereiches ist nicht bekannt. Nach Osten erstreckt sich der Marmorzug bis über das Tal des Ratschingsbaches und die Gilfenklamm hinaus. Hydrogeologisch wird die Gilfenklamm als östliche Grenze des hydrogeologischen Betrachtungsraumes gesetzt, da der Ratschingsbach im Bereich der Gilfenklamm eine Vorfluter-Funktion für das nach Osten abfließende Bergwasser ausübt. Das zeigen Quellzutritte innerhalb der geklüfteten Marmorbänke in der Gilfenklamm.

Die Grundwasserführung bzw. Bergwasserführung im Marmorzug erfolgt entlang der Kluft- und Schichtflächen sowie an Störungsflächen. Der Marmorzug ist insgesamt als Grundwasserleiter einzustufen, wenn auch mit insgesamt geringer Durchlässigkeit. Lösungserscheinungen mit ausgedehnter Bildung von Karsthohlräumen sind im Grundwasserbereich und im Abbaubereich nicht zu beobachten oder dokumentiert. Der Marmorzug ist generell als gering durchlässiger Kluftgrundwasserleiter einzustufen.

Für die Durchlässigkeit des Marmorkörpers ist neben Ausbildung und Lage der Kluftsysteme aber auch die Lithologie und wechselnde Schichtung zu berücksichtigen. Die geklüfteten und durchlässigen Marmor-Schichten sind nicht homogen aufgebaut, sondern durch Schichten von gering bis nicht wasserwegsamem Gestein, wie Amphibolite und Glimmerschiefer, durchzogen. Grundwasserstauend wirkende Paragneise

neise und Glimmerschiefer treten nicht nur im Liegenden und Hangenden des Hauptmarmorkörpers auf, sondern unterteilen die eigentliche Lagerstätte in verschiedene Marmorzonen (B-, C-, A-, D-Zone) durch Amphibolit-Lagen, die cm- bis dm-mächtig sind. Diese grundwasserstauend wirkenden Amphibolit-Lagen erstrecken sich als durchgehende Schichten über zumeist mehrere 100 m, so dass der bevorzugte Grundwasserabstrom im Marmorzug in schichtparalleler Richtung nach Osten erfolgt. An Querstörungen werden die Marmor-Schichten ebenso wie die Amphibolit-Lagen versetzt, so dass dort im Bereich dieser Querstörungen auch ein Grundwasserabstrom nach Norden möglich wird (Anlagen 5.15, 5.18, 5.19). Im Bereich derartiger Querstörungen treten auch die Hauptquellen am Nordhang des Mareiter Steins bei Höhenlagen von etwa 1.700 m ü. NN auf, die eine Verbindung zum Marmorzug besitzen, was sich zum Beispiel am Chemismus oder der Leitfähigkeit zeigt (s. Kap. 5.4 und 5.5). Der Grundwasserabstrom an Querstörungen nach Süden ist nicht möglich, weil dort im Gegensatz zum Nordhang der Marmorzug nicht mit seinen Schichtflächen und seinem Einfallen nach Norden die Böschung bildet, sondern dort mehrere 100 m mächtige stauende Glimmerschieferlage bis in Höhenlagen von etwa 2.000 m ü. NN anstehen und dort auch nach horizontalem tektonische Versatz der Blöcke die stauende Wirkung der Schichten nicht unterbrochen wird (s. Anlage 5.17 und Anlage 5.20).

Aufgrund der als hydraulische Trennschichten anstehenden Amphibolit-Schichten lassen sich innerhalb des Marmorzuges vom Hangenden zum Liegenden 3 Haupt-Bergwasserzonen unterschieden (Tab. 5-1, Anlage 5.20):

- Hangend-Marmorzone mit D-Zone,
- Marmor A-Zone, abschnittsweise durch stark ausgeprägte E-W Längsklüftung („Lettenkluff“) zerlegt,
- Marmor B-Zone, insgesamt etwas geringer durchlässig als die Hangendmarmorzone und die A-Zone, die Wasserführung erfolgt über vereinzelte Klufsysteme und wird durch wasserstauende Glimmerschieferlagen unterbrochen.

Die Zonen, die diese Hauptbergwasserzonen mit geringer bis mittlerer Durchlässigkeit trennen (C-Zone, Marmor/Schiefer im Hangenden), sind als eher gering durchlässig einzustufen. Auch chemisch zeigen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Zonen innerhalb des Marmorzuges, was den eingeschränkten hydraulischen Austausch zwischen diesen unterstreicht. Innerhalb der liegenden B-Zone werden mittlere Leitfähigkeiten von etwa 220 bis 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen, lokal auch höhere Leitfähigkeiten bis $> 400 \mu\text{S}/\text{cm}$, die in der A-Zone oder dem Hangendmarmor, nicht

auftreten. Im Hangendmarmor/D-Zone und der A-Zone liegen die Leitfähigkeiten generell etwas niedriger bei etwa 190 bis 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mehr dazu in Kap. 5.5).

Die metamorphen Festgesteine der Glimmerschiefer und Paragneise, die den Marmorzug nach Norden und nach Süden begrenzen und einhüllen, besitzen nur auf den Klüften im oberflächennahen Auflockerungsbereich eine geringe Grundwasserführung. Aufgrund des sehr geringen Kluftvolumens ist die Permeabilität sehr gering so dass hierbei von Grundwassergeringleitern zu sprechen ist. Zur Tiefe hin sind diese Gesteine als Grundwasserstauer wirksam und schließen so den gesamten Marmorzug hydrogeologisch ein.

Genauere Kennwerte zur Durchlässigkeit im grundwasserführenden Marmor und im Glimmerschiefer/Paragneis sind nicht bekannt. Basierend auf Erfahrungswerten wurden für den Untersuchungsraum die Durchlässigkeitswerte der relevanten Gesteine abgeschätzt (Tab. 5-2).

Tab. 5-2: Geohydraulische Kenndaten der grundwasserführenden Festgesteinsschichten

| Stratigraphie | | Hydrogeologische Einstufung | Durchlässigkeitsbeiwert (geschätzt) |
|------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Oberostalpin Laaser Serie | Marmor | Kluftgrundwasserleiter (gering durchlässig) | 1×10^{-5} m/s bis 1×10^{-6} m/s Durchlässige Bereiche 1×10^{-7} m/s bis 1×10^{-8} m/s Gering bis sehr gering durchlässige Bereiche |
| | Glimmerschiefer und Paragneise | Grundwassergeringleiter | 1×10^{-8} m/s bis 1×10^{-9} m/s |

Das Kluftvolumen im Marmorzug ist mit etwa 1 bis 2 % abzuschätzen. Dieser Wert ergibt sich aus dem Trockenlaufverhalten der Quellen und des Abflusses am Messwehr Pardaun und entspricht etwa dem für diese Marmorschichten erfahrungsgemäß anzusetzenden Kluftvolumen.

5.2 Grundwasserstände und Grundwasserfließverhältnisse

Im Bereich der 1.700 m Sohle bestehen insgesamt 7 Bergwassermessstellen, an denen seit 2009 der Grundwasserstand regelmäßig, mindestens einmal wöchentlich

gemessen wird. Es handelt sich um gesicherte Bohrlöcher, die nicht gesondert ausgebaut wurden. In der Tab. 5-3 sind die Kenndaten der Messstellen und die statistischen Kennwerte der Grundwasserstände für den Zeitraum 2009 bis 2016 aufgeführt. Die Lage der Bergwassermessstellen ist in der Anlage 5.18 dargestellt. Die Abb. 5-1 zeigt die Ganglinien der Messstellen im Zeitraum 2009 bis 2017. Die Messstellen BL1 bis BL7 sind auf 1.100 m in West-Ost Richtung etwa längs ausgerichtet. BL1 bis BL6 liegen in einem Verbindungsstollen mit der Höhe von 1.715 bis 1.695 m ü. NN, die BL7 auf dem tieferen Verbindungsstollen bei 1.500 m NN, der zum Eingang am Werk Pardaun (1.140 m ü. NN) führt.

Tab. 5-3: Kenndaten der Grundwassermessstellen und statistische Auswertung der Wasserstände

| Bezeichnung | Pegeloberkante POK | Endteufe | Grundwasserstand 7.6.2017 | Mittlerer GwStand 2009-2017 | Max. GwStand | Min. GwStand |
|-------------|--------------------|----------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------|
| | m ü. NN | m u. POK | m ü. NN | m ü. NN | m ü. NN | m ü. NN |
| BL1 | 1.713,8 | 41 | 1.713,80 ¹ | 1.709,84 | 1.713,80 ¹ | 1.696,50 |
| BL2 | 1.712,4 | 41 | 1.712,40 ¹ | 1.708,89 | 1.712,30 ¹ | 1.696,30 |
| BL3 | 1.710,8 | 41 | 1.710,45 | 1.707,28 | 1.710,60 | 1.696,00 |
| BL4 | 1.709,8 | 41 | 1.704,60 | 1.697,69 | 1.709,30 | 1.686,30 |
| BL5 | 1.702,0 | 41 | 1.684,20 | 1.679,19 | 1.689,20 | 1.669,80 |
| BL6 | 1.696,9 | 42 | - | < 1.654,4² | 1.656,20 | < 1.654,40 |
| BL7 | 1.500,0 | 41 | ca. 1.500,00 | - | - | - |

Erläuterungen:

¹ Druckspiegel höher als Bohrlochoberkante = Messstelle „läuft über“

² Wasserspiegel zumeist unterhalb Bohrlochsohle

Die Bergwasserstände zeigen einen deutlichen Jahresgang mit Schwankungen von etwa 10 bis 20 m. Die höchsten Wasserstände treten im Frühsommer und Sommer auf, wenn die Schneeschmelze eingesetzt hat und die Niederschläge und Grundwasserneubildung ansteigt (s. Abb. 3.1). Die niedrigsten Wasserstände treten im Herbst und Winter auf. In den Messstellen BL1 und BL2 steigt der Grundwasserstand bei Hochständen temporär bis über die Pegeloberkante (POK) an, so dass die Bohrlöcher überlaufen. Nach der Überlaufmenge liegt der Druckwasserspiegel dann um wenige m bis maximal etwa 5 m höher. BL3 steigt ebenfalls temporär bis nahe an die POK an.

Die Ganglinien laufen generell etwa parallel zueinander, was die hydraulische Verbindung der Messstellen untereinander zeigt. Ausgehend vom höchsten Wasserspiegel in BL1 im Westen zeigen die weiter östlich gelegenen Messstellen BL2 bis

BL6 niedrigere Wasserspiegel. Die Bergwasseroberfläche fällt östlich des Abbaublockes II über den gesamten Abschnitt des Abbaublockes III nach Osten ein. Ausgehend von BL1 als westlichste Messstelle, die etwa im mittleren Bereich des bestehenden Abbaubereiches etwa an der Grenze zwischen Block I und Block II liegt, mit Wasserständen von etwa 1.710 m ü. NN zeigt die mittlere Bergwasseroberfläche zunächst bis BL3, mittlerer Wasserstand dort 1.707,28 m ü. NN, ein geringes Gefälle. Die Messstelle BL4 liegt annähernd nördlich von BL3 und damit senkrecht zum Streichen der Schichten. Zwischen BL3 und BL4 zeigt die Bergwasseroberfläche im Mittel ein Gefälle nach Norden von etwa 10 m (BL4 = mittlerer Wasserstand 1.697,69 m ü. NN). Der Bergwasserspiegel zeigt somit auch ein Gefälle in Richtung Norden. Auf Grund der in Streichrichtung verlaufenden, dichtenden Amphibolitlagen ist es anzunehmen, dass der Bergwasserspiegel kein kontinuierliches Gefälle sondern einen eher stufenförmigen Verlauf zeigt.

Etwa bei BL3 und BL4 liegt die östliche Grenze des bestehenden Abbaus. Weiter nach Osten fällt die mittlere Bergwasseroberfläche dann stärker ab und erreicht in BL5 einen mittleren Wasserstand von 1.679,19 m ü. NN. Im Bereich der Messstelle BL6 liegt die Bergwasseroberfläche zumeist tiefer als die Bohrlochsohle. Nur bei generell hohen Bergwasserständen wird hier die Bohrlochsohle von 1.665,0 m ü. NN erreicht. Der mittlere Bergwasserstand dürfte hier bei < 1.650 m ü. NN liegen.

Die Messstelle BL7 liegt nur etwa 100 m weiter östlich als die Messstelle BL6, allerdings auf der etwa 200 m tieferen 1.500 m ü. NN Sohle. Die Messstelle BL7 zeigt einen beständigen, nur sehr leichten Überlauf, was auf einen Wasserspiegel von etwa 1.500 m ü. NN hindeutet. Zwischen der BL6 und der BL7 sinkt daher die Bergwasseroberfläche in diesem Bereich sehr deutlich um etwa 200 m ab. Hier befindet sich ein Sturzschacht, über den der Transport des Marmors über die Bandanlagen zum Werk Pardaun erfolgt, sowie eine Entwässerungsbohrung. Zwischen dem Bereich bei BL7 und dem Ausgang am Werk Pardaun sinkt auf einer Strecke von etwa 1,8 km die Bergwasseroberfläche von etwa 1.500 m ü. NN auf etwa 1.150 m ü. NN um etwa 350 m ab.

In der hydrogeologischen Karte der Anlage 5.18 sind die generell hohen Bergwasserstände für die Stichtagsmessung 7.6.2017 dargestellt.

Da der Bergwasserspiegel im Osten deutlich tiefer liegt als im Westen des Marmorzuges und aufgrund der schichtparallelen Unterteilung des Marmorzuges durch Amphibolit-Lagen, ist von einem vorrangigen unterirdischen Bergwasser-Abstrom entlang der Schichtflächen nach Osten auszugehen. Die Fließrichtung nach Norden be-

steht ebenfalls, wie das leichte Gefälle der Bergwasserstände in diese Richtung andeutet (BL3 und BL4). Dieses Abstromfeld des Bergwassers nach Norden ist aber durch die stauend wirkenden Amphibolit-Schichten innerhalb des Marmors begrenzt und eher auf die Bereiche der Querstörungen und die nördlichen Teilbereich des Marmorzuges beschränkt. Das zeigen auch die Austrittsstellen der dort zumeist liegenden Quellen am Nordhang des Höhenzuges.

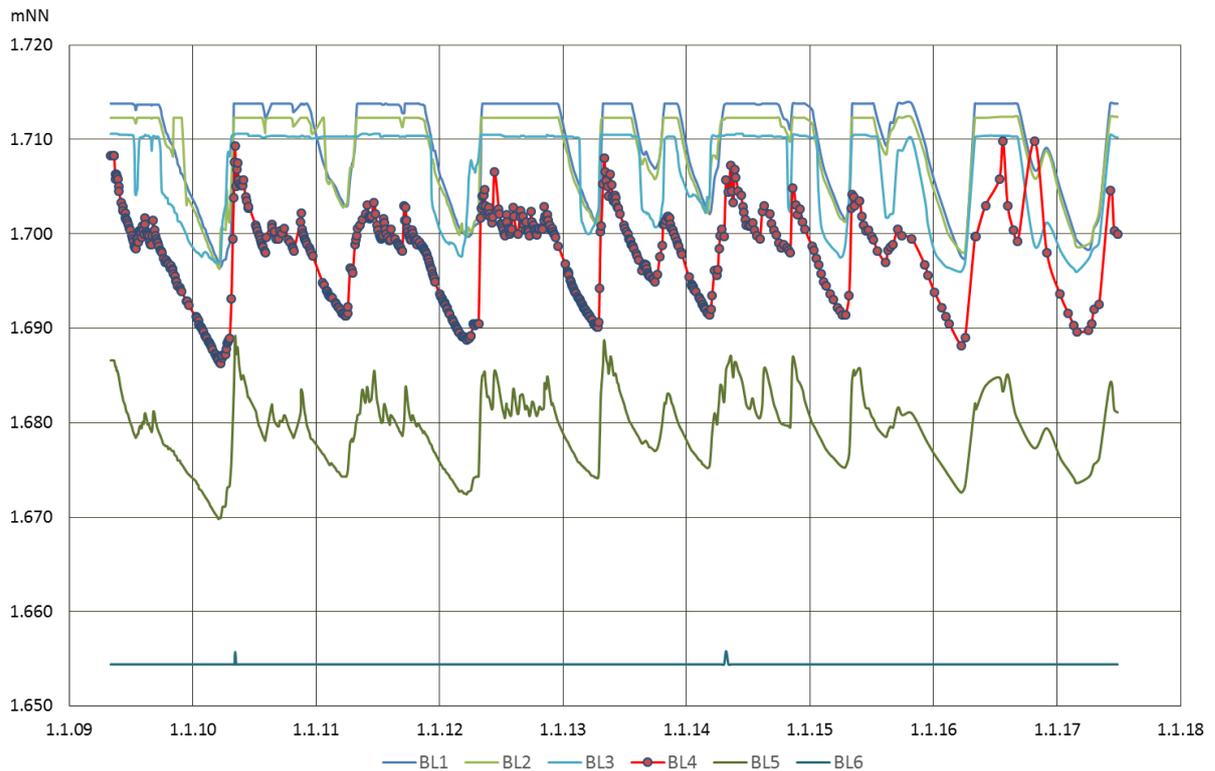


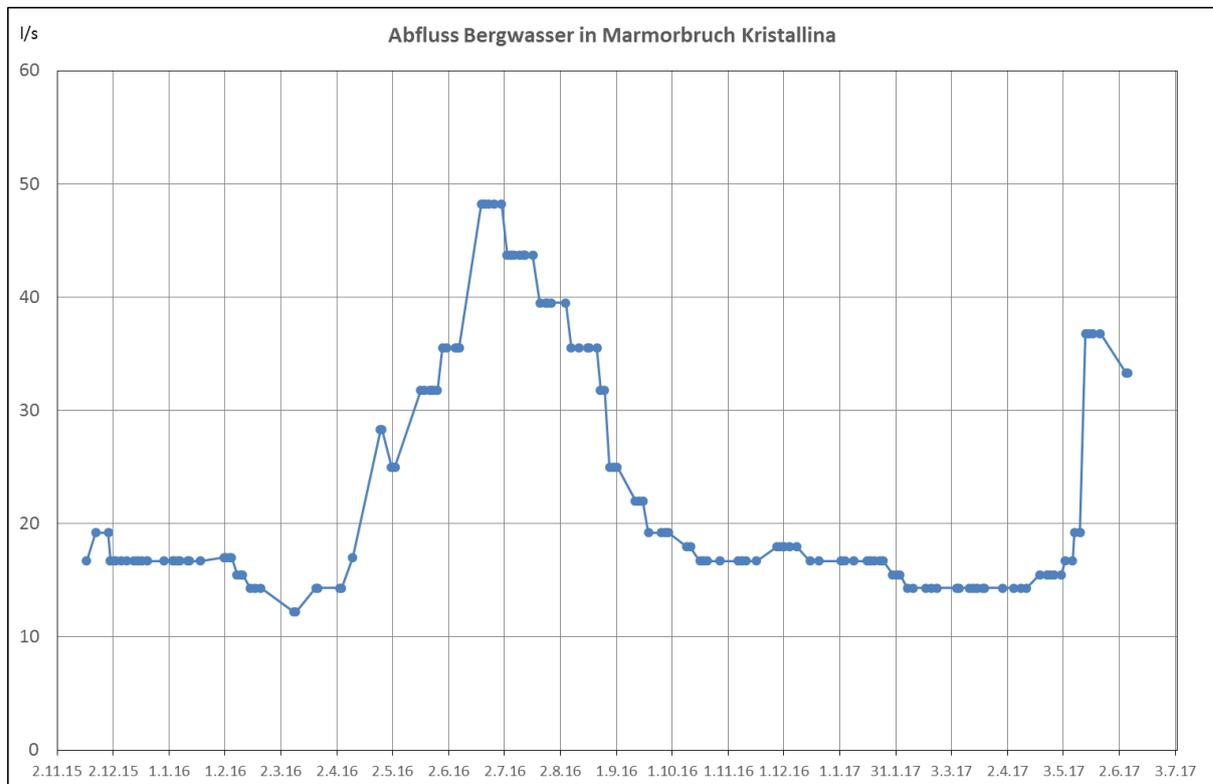
Abb. 5-1: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 seit 2009

5.3 Bergwasserabfluss im Marmorzug

Der Bergwasserabfluss aus dem Bergwerk Kristallina wird gesammelt über ein Thomson-Wehr im Werksbereich Pardaun nahe der östlichen Zufahrt auf Höhe von 1.140 m ü. NN abgeleitet. Dort wird die Abflussmenge seit November 2015 mehrmals wöchentlich gemessen. Ab April 2017 ist dort ein kontinuierlich aufzeichnendes Messsystem installiert worden (Drucksonde mit Datenlogger). Die Abflussganglinie für den Zeitraum ab November 2015 ist auf der Abb. 5-2 dargestellt.

Der Abfluss zeigt im Jahresverlauf Schwankungen zwischen 12 l/s und 48 l/s. Auffällig ist ein Basisabfluss von etwa 14 bis 17 l/s, der zumeist im Herbst und Winter über Wochen relativ konstant erfolgt. Im Frühjahr und im Sommer mit der Schneeschmel-

ze und der höheren Grundwasserneubildung steigt der Abfluss dann auf Werte von maximal etwa 40 bis 50 l/s an. Der mittlere Abfluss im Zeitraum November 2015 bis Juni 2017 beträgt etwa 23 l/s (etwa 750.000 m³/a).



$\mu\text{S/cm}$ bis $210 \mu\text{S/cm}$ und relativ starken Schüttungsschwankungen im Jahresverlauf mit starken Schüttungsanstiegen im Frühsommer, die mit dem Bergwasserspiegel korrespondieren, eindeutige Merkmale einer hydraulischen Verbindung mit dem Bergwasser im Marmorzug.

Quellen die deutlich tiefer als 1.650 m ü. NN oder auch höher liegen als die Hangendgrenze des Marmorzuges bei etwa 1.700 m ü. NN und Einzugsgebiete in den Glimmerschiefern oder Hangschuttmassen aufweisen, zeigen generell deutlich niedrigere Leitfähigkeiten (zumeist $< 100 \mu\text{S/cm}$) und Lösungsfrachten, so dass eine Verbindung zum Marmorzug auszuschließen ist. Die Quellen sind auf der Anlage 5.18 gesondert markiert.

Die Quellen mit einer Verbindung zum Marmorzug werden im Folgenden nach der Lage ihrer Einzugsgebiete von West nach Ost betreffend der Hauptmerkmale Quellschüttung, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur beschrieben. Eine Zusammenstellung dieser Quellen findet sich in Tab. 5-4.

5.4.1 Nordhang Mareiter Stein

Am Nordhang des Mareiter Steins und im Ridnauntal unterhalb wird die Schüttung in mehreren Quellgebieten, darunter den Quellgebieten 606 und 605, die direkt an der Ausbissgrenze des Marmorzuges liegen, seit 2001 mindestens 2mal jährlich im Rahmen des bestehenden Monitorings vom Werk Kristallina gemessen. Folgende Quellgebiete am Nordhang des Mareiter Steins sind durch Bergwasser aus dem Marmorzug beeinflusst oder geprägt.

Quellgebiet 702

Das Quellgebiet 702 liegt nördlich unterhalb des Werksbereiches. Unmittelbar am Fuß einer alten Halde entspringt dort eine stark schüttende Quelle mit folgenden Kennwerten:

Quelle 702-2:

Höhe: 1.670 m ü. NN

Messwerte am 8.6.2017:

Schüttung: ca. 15 l/s

El. Leitfähigkeit: $215 \mu\text{S/cm}$

Temperatur: $4,5 \text{ °C}$

Weitere 2 kleinere Quellen östlich davon auf etwa gleicher Geländehöhe wurden dort ebenfalls kartiert (s. Tab. 5-4).

Quellgebiet 606

Im Quellgebiet 606 treten insgesamt 4 Einzelquellen auf, die mit dem Marmorzug in Verbindung stehen. Das Quellgebiet 606 liegt östlich des Werksbereiches. Die stärkste Quelle zeigt folgende Kennwerte:

Quelle 606-1:

Höhe: 1.701 m ü. NN

Messwerte am 7.6.2017:

Schüttung: ca. 3,5 l/s

El. Leitfähigkeit: 187 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatur: 5,0 °C

Weitere 2 Quellen liegen auf gleiche Höhe etwa 10 m und 30 m weiter östlich. Eine 4. Quelle liegt etwa 20 m tiefer. Der Gesamtabfluss des Quellsystems 606 wird an der Straße an einem Wehrüberlauf gemessen. Er betrug am 7.6.2017 bei generell hohen Abflüssen 15 l/s. Am 13.4.2017 wurde hier bei generell niedrigen bis mittleren Abflüssen ein Wert von 3,5 l/s gemessen. Die Leitfähigkeit am Messwehr liegt bei 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (7.6.2017) und 204 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (13.4.2017). Alle Quellen sind in Tab. 5-4 aufgeführt.

Quellgebiet 605

Im Quellgebiet 605 treten insgesamt 2 Einzelquellen auf, die mit dem Marmorzug in Verbindung stehen. Das Quellgebiet 605 liegt direkt östlich des Quellgebietes 606. Die stärkste Quelle zeigt folgende Kennwerte:

Quelle 605-1:

Höhe: 1.675 m ü. NN

Messwerte am 7.6.2017:

Schüttung: ca. 4,0 l/s

El. Leitfähigkeit: 202 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatur: 4,9 °C

Eine weitere Quelle (605-2) liegt auf gleiche Höhe etwa 100 m östlich. Der Gesamtabfluss des Quellsystems 605 wird an der Straße an einem Wehrüberlauf gemessen.

Am 7.6.2017 betrug der Abfluss etwa 20 l/s. Die Leitfähigkeit am Messwehr liegt bei 204 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Alle Quellen sind in Tab. 5-4 aufgeführt.

Quellgebiet 701

Das Quellgebiet 701 liegt direkt östlich des Quellgebietes 605. Dort wurden 4 größere Quellaustritte und weitere kleinere Quellen kartiert. Sie liegen generell bei Höhen von 1.650 bis 1.670 m ü. NN. Der höchstgelegene Quellaustritt liegt bei 1.682 m ü. NN. Die stärkste Quelle zeigt folgende Kennwerte:

Quelle 701-3:

Höhe: 1.668 m ü. NN

Messwerte am 7.6.2017:

Schüttung: ca. 1,5 l/s

El. Leitfähigkeit: 217 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatur: 5,9 °C

Der Gesamtabfluss des Quellsystems 701 wird im Fließgewässer kurz oberhalb der Strasse gemessen. Er betrug am 13.4.2017 bei generell etwa mittleren Abflüssen $Q = 0,65$ l/s und am 8.6.2017 bei generell hohen Abflüssen $Q = 2,0$ l/s. Die Schwankungen zwischen geringen und hohen Schüttungen sind im Quellgebiet 701 deutlich geringer als in den westlich davon gelegenen Quellgebieten. Alle Quellen sind in Tab. 5-4 aufgeführt.

Es gibt somit 4 Quellsysteme oder Quellgebiete, deren Einzugsgebiete zu einem größeren Teil den Marmorzug am Nordhang des Mareiter Steins umfassen und die eindeutig chemisch und hydraulisch vom Bergwasser des Marmorzuges mitgeprägt sind. Das westlich gelegene Quellsystem zeigt dabei die stärksten Schüttungen mit dem größten Einzugsgebiet (Anlage 5.18). Die östlich angrenzenden Quellsysteme 606 und 605 zeigen nur wenig geringere Quellschüttungen. Das Quellsystem 701 zeigt die geringsten Schüttungswerte der vom Bergwasser beeinflussten Quellen. Die elektrischen Leitfähigkeiten zeigen in allen 4 Quellbereichen Werte die fast ausnahmslos zwischen etwa 190 und 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ liegen und damit dem Chemismus des Bergwassers im Marmorzug nahe kommen. Das zeigen auch die chemischen Analysen, hier beispielhaft für das Quellgebiet 606 und das Bergwasser in Tab. 5-4 (Kap. 5.5).

Die Quellen westlich des Quellgebietes 702 zeigen generell Leitfähigkeiten von deutlich weniger als 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sie entspringen dem dort anstehenden Glimmerschiefer und haben keinen Kontakt mit dem Bergwasser im Marmor.

Auch die Quellen unterhalb der 4 Hauptquellgebiete zeigen eine generell geringe Schüttung aufgrund relativ kleiner Einzugsgebiete und grundsätzlich einen anderen Chemismus, als das Bergwasser im Marmorzug mit z.B. elektrischen Leitfähigkeiten von etwa 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und darunter. Diese Quellen, wie z.B. 609 und 610, sind nicht mit dem Marmorzug verbunden, sondern stammen aus dem hangenden Glimmerschiefererien am flacheren Nordhang unterhalb des Marmor-Ausbisses.

Tab. 5-4: Kenndaten der Quellgebiete und einzelner Quellen, die mit dem Bergwasser des Marmorzuges in Verbindung stehen

| Quellgebiet | Quelle | RW | HW | Höhe | Schüttung Messung am 7.6.2017 | Mittlere Schüttung MQ ¹ Berechnet | El. Leitfähigkeit | Bemerkung |
|-------------|--------|----------------|----------------|---------|-------------------------------|--|-------------------------|------------------------|
| | | | | m ü. NN | l/s | l/s | $\mu\text{S}/\text{cm}$ | |
| 702 | | 0676861 | 5195007 | | 20 | 5,5 | 211 | Messstelle Quellgebiet |
| | 702-1 | 0676907 | 5194846 | 1670 | 0,8 | | 299 | Quelle |
| | 702-2 | 0667780 | 5194828 | 1670 | 15 | | 215 | Quelle |
| 606 | | 0677375 | 5194724 | | 14 | 3,5 | 201 | Messstelle Quellgebiet |
| | 606-1 | 0677261 | 5194605 | 1701 | 3,5 | | 187 | Quelle |
| | 606-2 | 0677269 | 5194599 | 1702 | 1,0 | | 188 | Quelle |
| | 606-3 | 0677282 | 5194595 | 1703 | 0,8 | | 192 | Quelle |
| | 606-4 | 0677339 | 5194668 | 1687 | 2,5 | | 193 | Quelle |
| 605 | | 0677678 | 5194767 | | 15 | 3,8 | 204 | Messstelle Quellgebiet |
| | 605-1 | 0677511 | 5194635 | 1675 | 3,5 | | 202 | Quelle |
| | 605-2 | 0677630 | 5194570 | 1685 | 0,4 | | 199 | Quelle |
| 701 | | 0678410 | 5194913 | | 2,0 | 0,6 | 170 | Messstelle Quellgebiet |
| | 701-1 | 0678157 | 5194421 | 1682 | 0,1 | | 320 | Quelle |
| | 701-2 | 0678339 | 5194475 | 1675 | 0,2 | | 100 | Quelle |
| | 701-3 | 0678210 | 5194512 | 1668 | 1,4 | | 217 | Quelle |
| | 701-4 | 0678161 | 5194570 | 1662 | 0,2 | | 276 | Quelle |

Erläuterungen:

¹ Mittlere Schüttung bezogen auf das Teileinzugsgebiet Marmorzug (Bergwasser), berechnet auf Basis $Mq_{\text{Marmor}} = 27 \text{ l/skm}^2$

5.4.2 Südhang Mareiter Stein

Am Südhang des Mareiter Steins verläuft die Liegendgrenze des Marmorzuges bei einer Höhe von 1.900 m ü. NN und darüber und damit deutlich höher als die Hangendgrenze im Norden. Ein Abstrom des Bergwassers aus dem Marmor erfolgt in Richtung Osten und Norden, und nicht nach Süden. Daher gibt es dort am Südhang keine Quellen, die mit dem Marmorzug in hydraulischer Verbindung stehen.

Es gibt kleinere Quellen am Hangfuß, knapp oberhalb des Talbodens vom Ratschingstal. Diese entspringen aus den Lockergesteinsdeckschichten und Hangschuttfächern. Sie zeigen mit geringer Schüttung einen Chemismus, der einen Zusammenhang mit dem Bergwasser im Marmorzug ausschließt (s. Kap. 5.5)

Die Gorgeler Quelle im Ratschingstal besitzt ein Einzugsgebiet, das sich im Wesentlichen nach Westen in der Lockergesteinsfüllung des Ratschingstales und den Talnahen Hangschuttmassen erstreckt. Die Gorgeler Quelle weist keine hydraulische Verbindung zum Bergwasser des Marmorzuges auf. Hierzu wurde ein gesondertes Gutachten erstellt [Köhler&Pommerening 2017].

5.5 Wasserbeschaffenheit

Die Beschaffenheit des Grundwassers bzw. des Bergwassers aus dem Marmorzug, ausgewählte Quellen am Mareiter Stein und der Gorgeler Quelle im Ratschings-Tal wurden im Labor hydrochemisch untersucht. Darüber hinaus wurden sämtliche Quellen im Untersuchungsraum und das Bergwasser im Marmorzug zum Teil mehrfach durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit charakterisiert. In der Tab. 5-4 im Kapitel zuvor sind neben den Schüttungen die Leitfähigkeiten nach Messungen am 7.6.2017 aufgeführt. Die Tab. 5-5 zeigt aktuelle Analysenergebnisse aus dem Jahr 2017.

Das Bergwasser im Marmorzug und die Quellen am Hang des Mareiter Steins zeigen folgende Merkmale der hydrochemischen Beschaffenheit:

- ❑ Das Bergwasser im Marmorzug zeigt eine Gesamtmineralisation von etwa 180 bis 200 mg/l. Haupt-Ionen sind Calcium und Magnesium sowie Hydrogenkarbonat. Der Gehalt an Natrium und Chlorid ist mit etwas oberhalb und unter 1 mg/l sehr gering. Die Leitfähigkeit liegt generell bei etwa 200 bis 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- ❑ Die Liegendbereiche im Marmorzug zeigen beim Bergwasser generell etwas höhere Leitfähigkeiten von etwa 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lokal auch 300 bis 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und

vereinzelt auch darüber. Das weist auf einen etwas längeren Kontakt von Sickerwasser und Bergwasser mit dem Mineralbestand hin als es bei den hangenden Marmorbereichen weiter nördlich der Fall ist, wo die Leitfähigkeiten generell bei etwa 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (190 bis 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$) liegen.

- Das Wasser der Quellen in den Quellbereichen 606, 605, 701 und 702 am Nordhang des Mareiter Steins zeigt mit Leitfähigkeiten von 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis etwa 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ einen sehr ähnlichen Chemismus wie das Bergwasser im Marmorzug. Das Einzugsgebiet dieser Quellen erstreckt sich bis in den Marmorzug hinein, so dass das dortige Bergwasser einen maßgeblichen Teil der Quellschüttung ausmacht. Die Analyse des Quellgebietes 605 zeigt beispielhaft die große chemische Übereinstimmung mit dem Bergwasser (Tab. 5-5).
- Das Wasser der Gorgeler Quelle im Ratschingstal zeigt einen vom Bergwasser unterschiedlichen Chemismus (höherer Chlorid-Gehalt, generell etwas höhere Gesamtmineralisation), was in der Lage des Einzugsgebietes im Lockergesteinsgrundwasserleiter des Ratschingstales begründet ist. Die Hauptionen bilden im Bergwasser ebenfalls Calcium und Hydrogenkarbonat. Auffällig sind die sehr geringen Gehalte an Natrium und Chlorid im Bergwasser. Im Wasser der Gorgeler Quelle liegen diese Gehalte deutlich höher.
- Die Quellen, die nicht mit dem Bergwasser des Marmorzuges in Verbindung stehen, zeigen generell eine geringere Mineralisation und Leitfähigkeiten von zumeist unter 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Deren Einzugsgebiete liegen in den Glimmerschiefern und den dortigen Auflockerungszonen.

Tab. 5-5: Ergebnisse von Grundwasseranalysen

| | | Gorgeler Quelle | Kristallina Bergwasser BL2 | Kristallina Bergwasser Wehr Pardaun | Quelle 606 | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------------|---|------------|------------------|
| Datum | | 21.2.2017 | 8.6.2016 | 21.02.2017 | 7.6.2017 | Grenzwert |
| Vor Ort-Parameter | | | | | | |
| Elektr. Leitfähigkeit (25°C) | µS/cm | 257 | 222 | 223 | 200 | 2500 |
| Temperatur | °C | 8,0 | 5,0 | 5,3 | 5,8 | |
| pH-Wert | - | 7,9 | n.b. | 6,9 | n.b. | 6,5 bis 9,5 |
| Kationen | | | | | | |
| Natrium Na | mg/l | 4,4 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 200 |
| Kalium K | mg/l | 3,2 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | |
| Calcium Ca | mg/l | 41 | 36,5 | 36 | 36 | |
| Magnesium Mg | mg/l | 3,1 | 2,8 | 3,9 | 2,2 | |
| Ammonium NH ₄ | mg/l | 0,12 | < 0,06 | 0,048 | < 0,06 | 0,5 |
| Eisen Fe | mg/l | < 0,01 | < 0,005 | < 0,01 | < 0,005 | 0,2 |
| Mangan Mn | mg/l | < 0,01 | < 0,001 | < 0,01 | < 0,001 | 0,05 |
| Aluminium Al | mg/l | < 0,1 | 0,033 | < 0,1 | < 0,01 | |
| Barium Ba | mg/l | 0,023 | 0,010 | < 0,01 | 0,006 | |
| Bor B | mg/l | < 0,1 | < 0,02 | < 0,1 | < 0,02 | |
| Anionen | | | | | | |
| Chlorid Cl | mg/l | 5,0 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | 250 |
| Sulfat SO ₄ | mg/l | 8,9 | 4,5 | 7,7 | 3,8 | 250 |
| Nitrat NO ₃ | mg/l | 4,2 | 15 | 15,8 | 7,0 | 50 |
| Nitrit NO ₂ | mg/l | n.b. | 0,04 | n.b. | < 0,01 | 0,5 |
| Hydrogenkarbonat HCO ₃ | mg/l | 140 | 120 | 110 | 110 | |
| Fluorid F | mg/l | < 0,5 | < 2,0 | < 0,5 | < 2,0 | |
| Ionensumme | mg/l | 210 | 183 | 177 | 161 | |

Erläuterung:
 n.b. = nicht bestimmt

5.6 Wasserhaushalt Marmorzug

Der Marmorzug als hydrogeologische Einheit weist zwischen der großen Störung im Westen (westlich des Mareiter Steins und des Abbaugebietes) und dem Bereich des Werkes Pardaun im Osten, wo auch die Abflussmessstelle steht, sowie dem Vorfluter Ratschingsbach in der Gilfenklamm eine Ausbiss-Fläche von etwa 1,9 Mio m² auf. Die Fläche ist auf der Anlage 1 und detaillierter auf der Anlage 5.18 dargestellt und umfasst den Marmorzug zwischen den genannten Begrenzungen im Westen und

Osten sowie der Schichtgrenze Marmorzug/hangende Schiefer im Norden und Marmorzug/liegende Schiefer im Süden. Die hydrogeologische Einheit des Marmorzuges gliedert sich intern in die oben beschriebenen und in Tab. 5-1 aufgelisteten Zonen zwischen den hangenden und liegenden Glimmerschiefern und Amphiboliten. Der Marmorzug besitzt eine Mächtigkeit von etwa 300 m, die im Westen bei einem flacheren Einfallen von etwa 45° einen breiteren Ausbiss bis etwa 650 m ergibt und nach Osten mit steilerem Einfallen von etwa bis 80° einen entsprechend schmaleren Ausbiss. Die am Südhang des Mareiter Steins in die Glimmerschiefer eingefalteten, kleineren Marmorlagen sind hydraulisch nicht mit dem Marmorzug im Bereich der Grube Kristallina verbunden und werden bei den Bilanzberechnungen daher nicht berücksichtigt.

Für die Wasserhaushaltsbetrachtungen ist es das Ziel, die Grundwasserneubildung für den Marmorzug zu ermitteln, um das im Marmorzug zirkulierende Bergwasser quantifizieren und den mittleren jährlichen Gesamtabfluss berechnen zu können. Die Grundwasserneubildung ergibt sich aus dem Niederschlag abzüglich der Verdunstung und dem Oberflächenabfluss.

Setzt man für den Höhenzug Mareiter Stein eine langjährige, mittlere jährliche Niederschlagssumme von 1.300 mm an, so fällt auf den Ausbiss des Marmorzuges, der für den Bergwasserspiegel relevant ist, eine mittlere jährliche Wassermenge von 2,47 Mio m³/a (78 l/s). Bei einer mittleren Verdunstung auf dem Höhenzug von 350 mm verringert sich die Gesamtwassermenge um 0,63 Mio m³/a auf einen Gesamtabflussmenge von 1,84 Mio m³/a (58 l/s).

Setzt man den Anteil des Oberflächenabflusses am Gesamtabfluss für den Ausbiss des Marmorzuges mit etwa 10 % an (= 0,18 Mio m³/a), ergibt sich ein unterirdischer Abfluss bzw. eine Grundwasserneubildung von etwa 1,66 Mio m³/a (= 53 l/s), das dem Bergwasserreservoir im Marmorzug jährlich im Mittel als Grundwasserneubildung zufließt. Die gleiche Menge fließt demnach auch im jährlichen Mittel aus dem Marmorzug ab, und zwar in Richtung Osten zum Vorfluter Ratschingsbach an der Gilfenklamm und zu den Quellen im Norden (Quellgebiete 702, 606, 605 und 701).

Das Wehr in Pardaun zeichnet einen mittleren Abfluss von etwa 23 l/s auf (Kap. 5.3). Die Quellen der Quellgebiete 702, 606, 605 und 701 zeigen insgesamt einen mittleren Abfluss aus dem Bergwasser des Marmorzuges von etwa 13,5 l/s (Tab. 5-4). Ausgehend von einem mittleren Gesamtabfluss des Bergwassers im Marmorzug von 53 l/s verbleiben für den tieferen Basis-Abfluss aus dem Marmorzug, der direkt in den Ratschingsbach in der Gilfenklamm erfolgt, weitere etwa 16,5 l/s. Der Bergwasserab-

fluss im Marmorzug gliedert sich somit auf in etwa 25 % Abfluss nach Norden zu den Quellen am Nordhang und etwa 75 % Abfluss nach Osten in Richtung Ratschingsbach.

Bei hoher Grundwasserneubildung in einem niederschlagsreichen Jahr kann der Bergwasserabfluss im Jahresmittel generell um bis zu etwa 50 % höher liegen, als die hier genannten mittleren Abfluss-Werte (vergl. Kap. 3). Auch temporär im Laufe eines Jahres, insbesondere im Frühjahr und Sommer kann der unterirdische Abfluss deutlich ansteigen. Wie die Messungen am Thomson-Wehr im Werk Pardaun zeigen, können die maximalen Abflüsse kurzzeitig bis mindestens auf das doppelte des mittleren Abflusses ansteigen (Kap. 5.3).

6 Auswirkungen der Abbauerweiterung

Nachfolgend werden die Auswirkungen der Abbauerweiterung auf die hydrogeologischen Umweltbereiche dargestellt und bewertet. Der Umfang der Abbauerweiterung wird zunächst kurz beschrieben.

6.1 Abbauplanung

Der bestehende Untertage-Abbau umfasst den Marmorzug zwischen 1.900 m ü. NN und etwa 1.700 m ü. NN auf einer Fläche von etwa 300 m mal 900 m gemäß dem auf Anlage 5.15 bis Anlage 5.20 markierten Bereich unterhalb des Mareiter Steins (Abbau-Block I). Die Abbauplanung umfasst davon ausgehend zum einen eine Erweiterung zur Tiefe hin unterhalb des bestehenden Abbaus und innerhalb der bestehenden Abbaufäche, und zwar im Bereich zwischen 1.500 m ü. NN und 1.700 m ü. NN (Abbau-Block II). Zum anderen ist vorgesehen, das Abbaugebiet um etwa 400 m in Richtung Osten zu erweitern. In diesem Erweiterungsgebiet ist ein Abbaubereich zwischen etwa 1.800 m ü. NN und 1.500 m ü. NN geplant (Abbau-Block III). Die bestehenden Abbaubereiche und die geplante Erweiterungsfläche sind in den Karten und Profilen der Anlagen 5.15 bis 5.20 markiert.

Der Abbau des Marmors erfolgt nach dem Auffahren von Stollen in einem Kammerpfeiler-Abbau. Eine Rückverfüllung der Hohlräume findet überwiegend nicht statt.

6.2 Bergwasserstände und Grundwasserströmungsfeld

Der Bergwasserspiegel liegt im bestehenden Abbaubereich etwa zwischen 1.720 m ü. NN im Westen und 1.690 m ü. NN im Osten, bei jahreszeitlichen Schwankungen von etwa 20 m. Die Abbauerweiterung zur Tiefe hin um etwa 200 m auf 1.500 m ü. NN führt zu einer Absenkung des Bergwasserspiegels im Abbaubereich auf etwa 1.500 m ü. NN.

In Längsrichtung des Marmorzuges wird sich die Bergwasseroberfläche im geplanten Abbaubereich bis etwa 1.500 m ü. NN absenken, wie in Anlage 5.19 in einem hydrogeologischen Längsprofil dargestellt. Aktuell verläuft die Bergwasseroberfläche im bestehenden Abbaubereich mit leichtem Gefälle nach Osten bis es im Bereich des Sturzschachtes im östlichen Bereich des Abbaublockes III, etwa zwischen BL6 und

BL7, zu einem steilen Einfallen der Bergwasseroberfläche nach Osten kommt, wo auf einer Strecke von etwa 200 m die Bergwasserstände von etwa 1.650 m ü. NN auf 1.500 m ü. NN absinken (Anlage 5.18, 5.19). Diese steil einfallende Zone der Bergwasseroberfläche wird sich mit der Abbauerweiterung zur Tiefe hin weiter nach Westen bis in den westlichen Bereich des Abbau-Blockes II verlagern. Die generelle Fließrichtung des Bergwassers nach Osten bleibt auch nach dem Tiefenabbau bestehen. Ebenso der Zustrom in den Ratschingsbach im Bereich der Gilfenklamm.

Hinsichtlich der Ausdehnung der Absenkung des Bergwasserspiegels in Nord-Süd-Richtung, also quer zum Schichtstreichen, ist die grundwasserstauende Wirkung der den geklüfteten Marmor unterteilenden und wasserstauend wirkenden Amphibolitschichten sowie der unterschiedlich durchlässigen Marmorzonen selbst zu beachten. Durch die Abbau-Vertiefung auf 1.500 m ü. NN wird es auch in Richtung Norden und Süden zu einer Absenkung des Bergwasserspiegels kommen. Die Ausdehnung der Absenkung nach Norden und Süden wird im Gegensatz zur West-Ost Streichrichtung auf Grund des Einflusses der geringer durchlässigen oder stauenden Schichten begrenzt (s. Querprofil Anlage 5.20).

Nach Süden hin lässt sich die Grenze der Absenkung an der Schichtgrenze zu den liegenden Glimmerschiefern, die als Grundwasserstauer wirken, eindeutig ziehen (Anlage 5.20). Der Abbau reicht nach Süden bis nahe an die liegenden Glimmerschiefer heran.

Die Ausdehnung der Absenkung nach Norden ist weniger eindeutig zu ziehen, da hier nördlich des Abbaubereiches die hangenden Marmorschichten mit eingelagerten Schiefer- und Amphibolitlagen (D-Zone und angrenzende Bereiche) in unterschiedlichem Maße absenkungsbegrenzend wirken. Die Absenkung nach Norden wird den Marmorzug nicht auf der gesamten Breite erfassen. Ein Teil des Bergwassers wird auch nach der Abbau-Vertiefung weiterhin im Einzugsgebiet der Quellen verbleiben, wie es beim Quellgebiet 701 der Fall ist (Kap. 5.4.1). Dort zeigen die Quellen einen Zufluss aus dem Marmorzug, obwohl dort im zentralen Teil des Marmorzuges der Bergwasserspiegel im Bereich des Verbindungsstollens deutlich tiefer liegt als die Quellen. Aus den hangenden Marmorschichten (D-Zone) erfolgt hier offenbar weiterhin ein Abstrom des Bergwassers nach Norden, was auch für die Abbauerweiterung im Block II für die dort nördlich davon liegenden Quellgebiete 605, 606 und 702 zu erwarten ist. Die Absenkung des Bergwasserspiegels wird aber Auswirkungen auf die Einzugsgebiete der Quellen in den Gebieten 702, 606 und 605 haben und mit einer Verkleinerung deren Einzugsgebiete zu einer Minderung der mittleren Quellschüttung führen (s. Kap. 6.4).

Das genaue Maß der Absenkung nach Norden und damit die genaue Größe der verbleibenden Einzugsgebiete der Quellen kann, wie beschrieben aufgrund des Wechsels von unterschiedlich durchlässigen und Bergwasser stauend wirkenden Schichten im Bereich der hangenden Marmorschichten (D-Zone) nur grob wie in Anlage 5.20 dargestellt abgeschätzt werden und nicht genauer prognostiziert werden. Die genauen geo-hydraulischen Auswirkungen der Absenkung nach Norden können nur abbaubegleitend durch Messungen, betreffend die Bergwasserstände sowie die Quellschüttungen, und aufbauend auf diese Daten durch eine Modellierung berechnet werden. Dabei wird empfohlen, Maßnahmen zum Ausgleich eines eventuellen Rückgangs der Quellschüttungen vorzuhalten (s. Kap. 7).

Ein völliges Trockenfallen der Quellen ist auszuschließen, da die hangenden Marmorschichten und die Schuttfächer am Hangfuß der Marmorfelsen als Einzugsgebiet bestehen bleiben. Auf den möglichen Rückgang der Quellschüttung wird in Kap. 6.3 eingegangen.

6.3 Quellen

Wie im Kapitel 6.2 beschrieben, wird die Abbauerweiterung mit der Absenkung des Bergwasserspiegels Auswirkungen auf die Einzugsgebiete und die Schüttungsmengen der Quellgebiete 702, 606 und 605 am Nordhang des Mareiter Steins mit Verbindung zum Marmorzug haben.

Die Einzugsgebiete der Quellbereiche 702, 605 und 606 innerhalb des Marmorzuges werden verkleinert, aber nicht vollständig entfallen. Der nördliche, hangende Teil des Marmorzuges wird weiterhin Teil der Quelleinzugsgebiete bleiben. Damit wird die mittlere Quellschüttung dort zurückgehen. Wie stark der Rückgang der Quellschüttungen sein wird lässt sich nur auf Basis weiterer abbaubegleitender Messungen genauer prognostizieren. Die Quellgebiete 606, 605 und 702 werden sich in der Schüttungsdynamik verringern und sich vermutlich der Dynamik des Quellgebietes 701 annähern, dessen Einzugsgebiet im Marmorzug bereits jetzt überwiegend niedrigere Bergwasserstände als die Quellhöhen aufweist, das aber dennoch zu einem Teil aus dem Bergwasser des Marmorzuges Zuflüsse erhält.

Die mittlere Schüttung an den Quellen in den Gebieten 702, 606 und 605 kann beim bestehenden Untersuchungsstand um grob geschätzt bis zu 50 % zurückgehen. Eine

genauere Schätzung ist nicht möglich, da nicht genau prognostiziert werden kann, welche Bereiche des Marmorzuges im Norden (D-Zone) durch die Abbau-Vertiefung abgesenkt werden und wie stark die bergwasserstauenden Amphibolit-Schichten die Absenkung begrenzen. Hier wird eine abbaubegleitende Messung an ausgewählten Quellen und eine Modellierung empfohlen (s. Kap. 7).

Die Abbau-Vertiefung wird auf das Quellgebiet 701 keine Auswirkungen hervorrufen, da dort der Bergwasserspiegel bereits jetzt im Bereich der A-Zone und B-Zone deutlich niedriger als die Quellschicht liegt. Die nördlichen Zonen im Marmor haben hier vermutlich einen höheren Wasserspiegel, so dass von dort Bergwasser weiterhin in Richtung der Quellen des Quellgebietes 701 abströmen kann, wie es die Beschaffenheit (Leitfähigkeit) des Quellwassers hier zeigt. Im Vergleich zu den 3 westlich gelegenen Quellgebieten besteht hier eine generell geringere Schüttung mit etwa 2 bis 4 l/s bei eher hohen Abflüssen (Juni 2017) und etwa 0,5 bis 1,0 l/s bei niedrigen bis mittleren Abflüssen (April 2017).

Der Rückgang der Quellschüttungen könnte durch temporäre Anreicherung mit Bergwasser aus dem Abbaubereich an den Quellen und Fließgewässern teilweise oder vollständig ausgeglichen werden.

Für die übrigen Quellen im Norden und Süden des Mareiter Steins, die mit dem Marmorzug nicht hydraulisch verbunden sind, ergeben sich durch die Abbauerweiterung keine Auswirkungen.

Für die zur Trinkwasserversorgung genutzte Gorgeler Quelle im Ratschingstal ergeben sich durch die Abbauerweiterung ebenfalls keine Auswirkungen. Das Einzugsgebiet der Gorgeler Quelle erstreckt sich im Lockergesteinsgrundwasserleiter des Ratschingtales und hat keine hydraulische Verbindung zum Bergwasser im Marmorzug. Das gilt auch für die beschriebene Abbauerweiterung.

6.4 Grundwasserbeschaffenheit

Die Abbauerweiterung hat keine Auswirkungen auf die Beschaffenheit des Bergwassers. Regelmäßige Kontrolluntersuchungen des Chemismus des Bergwassers in der Vergangenheit haben gezeigt, dass der Marmorabbau keine negative Veränderung der Beschaffenheit des Bergwassers und auch der Quellen verursacht.

Das gilt auch für den weiteren Tiefenabbau und die Abbauerweiterung.

6.5 Wasserhaushalt

Durch die Abbauerweiterung ergeben sich keine Veränderungen des Wasserhaushaltes im Bereich des Marmorzuges insgesamt. Die Grundwasserneubildung und der unterirdische Abfluss im Bereich des Marmorzuges werden in ihrer Menge nicht verändert oder verringert.

Es wird aber durch die Absenkung des Bergwasserspiegels zu einer Verlagerung der unterirdischen Abflüsse kommen. Die nach Norden zu den Quellgebieten 702, 605 und 606 gerichteten Abflüsse werden zu einem Teil nach Osten in Richtung des Vorfluters Ratschingsbach abgelenkt.

Die Gesamtmenge der mittleren Grundwasserneubildung beträgt nach den Auswertungen insgesamt etwa 53 l/s (750.000 m³/a), wovon im Mittel etwa 13,5 l/s (25 %) in Richtung Norden abströmen und den dortigen Quellgebieten zufließen. Der Hauptanteil mit etwa 39,5 l/s (75 %) fließt nach Osten dem Ratschingsbach zu, wovon ein Anteil von 23 l/s im Mittel im Bereich des Werkes Pardaun (Thomson-Wehr) abfließt.

Wenn sich durch die Abbauerweiterung die Abflüsse in die Quellgebiete 702, 606 und 605 um 50 % reduzieren sollten, bedeutet das einen Rückgang der mittleren Quellschüttung der Quellgebiete 702, 606 und 605 von derzeit etwa 13,5 l/s auf etwa 7 l/s.

Gleichzeitig kommt es zu einer Erhöhung des Bergwasserabstroms nach Osten um etwa 7 l/s im Mittel, die vor allem im Bereich Pardaun am dortigen Messwehr auftreten werden. Der Bergwasserabfluss im Untertagebereich des Werkes Pardaun erhöht sich damit von derzeit im Mittel 23 l/s auf mindestens etwa 30 l/s. Die Abflussschwankungen im Jahresverlauf werden sich von derzeit 12 bis 48 l/s voraussichtlich auf etwa 20 bis 100 l/s verändern.

Temporär, z.B. beim Auffahren von größeren Klüften oder Querstörungen oder jahreszeitlich bedingt ist auch mit höheren Wassermengen zu rechnen, die in der Spitze das Doppelte bis Dreifache des mittleren Abflusses erreichen können.

Beim Auffahren des Abbauggebietes unterhalb des Bergwasserspiegels muss auch die einmalige Entwässerung des Bergwassers, das im Abbaubereich zirkuliert, berücksichtigt werden. Bei einer Größe des Erweiterungsgebietes von 1300 m Länge und 250 m Breite sowie 200 m Höhe und einem Kluftvolumen von etwa 1,5 % ergibt sich ein zu entwässerndes Bergwasservolumen von knapp 1,0 Mio m³. Wenn man

diese im Erweiterungsgebiet des Marmorzuges zwischengespeicherte Wassermenge in einem Jahre entwässern würde, entspräche das einem temporären zusätzlichen Abfluss von etwa 31 l/s im Mittel.

Der Zufluss aus dem weiter westlich der großen Querstörung am westlichen Rand des jetzigen Abbaubereiches verlaufenden Teil des Marmorzuges lässt sich nicht genau quantifizieren. Ob von dort im Zuge der Abbauerweiterung ein zusätzlicher Zufluss von Bergwasser zu erwarten ist, kann nur im Zuge der weiteren Abbautätigkeiten und Messungen festgestellt werden.

Die bisherige grobe Abschätzung des Wasserhaushaltes im Marmorzug wird durch eine Modellierung und abbaubegleitende Kontrollmessungen verifiziert werden.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Für den Untertagebergbau „Cava Kristallina“ der Omya S.p.A. ist eine Tiefenerweiterung vom Niveau 1.700 m ü. NN bis zum Niveau 1.500 m ü. NN im Abbaublock II und eine Erweiterung nach Osten im Abbau-Block III vorgesehen. Der geplante Abbau liegt zum großen Teil unterhalb des Bergwasserspiegels, der im geplanten Abbaubereich bei etwa 1.710 bis 1.650 m ü. NN liegt. Eine fachliche Bewertung der Auswirkungen der Abbauerweiterung und der damit verbundenen Absenkung des Bergwasserspiegels erfolgt auf der Grundlage der Messdaten des seit Jahren bestehenden umfangreichen Monitoring-Programm (Messpegel, Überwachung der Quellschüttungen, laufende Kontrolle des Chemismus der Bergwässer etc.) sowie nach neuen Messungen und Datenerhebungen im Rahmen der aktuellen hydrogeologischen Untersuchungen 2017.

Die Vertiefung des Untertage-Abbaus führt zu einer Absenkung des Bergwasserspiegels im Abbaubereich um etwa 200 m auf etwa 1.500 m ü. NN. Aufgrund der Grundwasser stauenden Glimmerschiefer-Schichten im Hangenden und Liegenden des Marmorzuges bleibt die Absenkung auf den Marmorzug selbst begrenzt.

Als Folge der Absenkung des Bergwasserspiegels werden die Quellbereiche 702, 605 und 606 am Nordhang des Mareiter Steins in ihrer Schüttungsmenge beeinflusst. Da die Teil-Einzugsgebiete der Quellen, die innerhalb des Marmorzuges liegen, durch die Bergwasserabsenkung verkleinert werden, wird die mittlere Schüttung um voraussichtlich grob geschätzt bis zu etwa 50 % zurückgehen. Da die bergwasserstauenden Amphibolit-Schichten die Absenkung innerhalb des Marmorzuges nach Norden begrenzen, lassen sich genauere Prognosen nur durch abbaubegleitende Messungen und eine Modellierung erstellen. Für die übrigen Quellen im Norden und Süden des Mareiter Steins, die mit dem Marmorzug nicht hydraulisch verbunden sind, ergeben sich durch die Abbauerweiterung keine Auswirkungen.

Für die zur Trinkwasserversorgung genutzte Gorgeler Quelle im Ratschingstal ergeben sich durch die Abbauerweiterung keine Auswirkungen, da deren Einzugsgebiet sich im Lockergesteinsgrundwasserleiter des Ratschingstales erstreckt und keine hydraulische Verbindung zum Bergwasser im Marmorzug aufweist.

Die Tiefenerweiterung führt zu einem Anstieg des mittleren Abflusses aus dem Untertageabbau von derzeit im Mittel etwa 23 l/s auf mehr als 30 l/s. Beim Auffahren von größeren Klüften oder Querstörungen oder jahreszeitlich bedingt ist temporär auch mit höheren Wassermengen bis etwa zum Dreifachen des mittleren Abflusses zu

rechnen. Die bestehende Wasserhaltung und die Abbautätigkeiten sind an die zu erwartenden Abflussschwankungen von etwa 20 l/s bis temporär etwa 100 l/s anzupassen.

Zur Beweissicherung und Überwachung, sowie zur weiteren Datenermittlung wird empfohlen, das bisherige Monitoring fortzusetzen und den Umfang der abbaubegleitenden Untersuchungen angepasst an den Abbau-Fortgang zu erweitern. Folgende abbaubegleitende Untersuchungen werden aus hydrogeologischer Sicht empfohlen:

- Regelmäßige Kontrolle und Messung der Quellschüttung der Quellgebiete 702, 606, 605 und 701 an für Abflussmessungen günstigen Stellen im Fließgewässer etwas unterhalb der einzelnen Quellbereiche,
- Regelmäßige Messung der Bergwasserstände im Abbaubereich,
- Regelmäßige Messung der Bergwasserabflussmenge am Wehr im Untertagebereich des Werkes Pardaun,
- Regelmäßige Messungen von elektrischer Leitfähigkeit und Temperatur im Bergwasser im Abbaubereich und in den Quellen der mit dem Marmorzug hydraulisch verbundenen Quellbereiche am Nordhang des Mareiter Stein,
- Regelmäßige chemische Analysen des Bergwassers und ausgewählter Quellen,
- Modellierung des Marmorzuges (Grundwasserströmungsmodell).





Dr. Johannes Pommerening

8 Literaturverzeichnis

- Eschgfäller, M. & Scherer, C. (2014): Einbindung von Abflussprozesskarten in das Konzept der variablen Disposition. Machtbarkeitsstudie in den Pilotgebieten des Raschingser- und Jaufentalerbachs - Autonome Provinz Bozen – Südtirol und Kanton Graubünden.
- Helbig, P. & Schmidt, K., (1978): Zur Tektonik und Petrogenese am W-Ende des Schneeberger Zuges (Ostalpen). Jahrb. Geo. B.-A. Band 121 Heft 2, S. 177-217
- Hölting, B. & Coldewey, W. (2005): Hydrogeologie.-
- Köhler & Pommerening (2017): Gorgeler Quelle - Hydrogeologische Studie zur Ausweisung eines Trinkwasserschutzgebietes.-
- Langguth, H. R. & Voigt, R. (2004): Hydrogeologische Methoden.-
- Mauracher, J., (1981): Alpidische und voralpidische Metamorphose und Strukturprägung am Westende des Schneebergerzuges (Öztaler Alpen) - Mitt. Ges. Geol.-Bergbaustud. 27,244 – 245.
- MinCcon Geo GmbH (1993): Hydrogeologisches Gutachten zur Gorgeler Quelle.-
- MinCcon Geo GmbH (2000): Hydrogeologisches Gutachten zum Mareiter Stein und den Quellen.-
- MinCcon Geo GmbH (2008): Hydrogeologisches Modell am Standort Sterzing – Vorbericht.-
- Omya (2016a): Geologisch-lagerstättenkundliche Beschreibung des Projektes Erweiterung des Untertageabbaues Cava Kristallina der Omya Spa, I-39049 Sterzing/Vipiteno (BZ), Abt. Geologie, Geoinformation.
- Omya (2016b): Hydrogeological report of the Kristallina extension areas / Omya Vipiteno / Italy / REU, I-39049 Sterzing/Vipiteno (BZ), Omya GmbH, Abt. Geologie, Geoinformation.
- Sölva, H., Grasemann, B., Thöni, M. Habler, G., (2005): The Schneeberg Normal Fault Zone: Normal faulting associated with Cretaceous SE-directed extrusion in the Eastern Alps (Italy/Austria) - Tectonophysics 401(3-4):143-166.
- Tropper, P., Krenn, K., Hoinkes, G., (2012): Kapitel 8: Mineralogie und Petrologie des austroalpinen Kristallins in der südlichen Umgebung von Obergurgl - Der Übergang vom Ötztal Komplex in den Schneeberg Komplex (Ötztal, Österreich, Passeiertal, Südtirol) - Publikationen Alpine Forschungsstelle Obergurgl 2: 181-209.

Wirkner, Dr. W., Innsbruck (2008a): Begehungsberichte vom 11. August und 21. August 2008, Abbaustelle Parduan, Abbaustelle Kristallina, Omya Spa.

Wirkner, Dr. W., Innsbruck (2008b): Besprechungsbericht im Hydrographischen Amt in Bozen vom 5. November 2008, Abbaustelle Pardaun, Abbaustelle Kristallina, Omya Spa.

Wirkner, Dr. W., Innsbruck (2008c): Hydrologie des Mareiter Steins, 1. Zwischenbericht vom Dezember 2008, Abbaustelle Pardaun, Abbaustelle Kristallina, Omya Spa.

Lageplan 1:10.000 Cava Kristallina mit genehmigter Abbaufäche
(<http://www.provinz.bz.it/industry/gruben/>)

Lageplan 1:1000 Cava Kristallina (Omya)

Carta geologica D'Italia, Foglia 4 della carta 1:100.000 dell' I.G.M. Merano II Edizione

Carta geologica del Sasso di Mareta – Racines (BZ)1:20.000 (P. Frizzo)

Geologische Detailkarte 1 : 1000 Cava Kristallina (Omya,)