



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)**

**Hydrogeologisches Gutachten
zum Monitoring**

Projekt Nr. 221105

30.04.2021

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	Abbauggebiet und Abbaufortgang Grube Kristallina	7
3	Wasserhaushalt und Hydrologie.....	9
4	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	13
5	Ergebnisse der Messungen bis 2020	17
5.1	Grundwasserstände und Grundwasserfließverhältnisse - Bergwasser	17
5.2	Bergwasserabfluss im Marmorzug – Wehr Pardaun.....	21
5.3	Quellen	22
5.3.1	Lage und Messungen an den Quellen	22
5.3.2	Quellgebiet 606	25
5.3.3	Quellgebiet 605	28
5.3.4	Quellgebiet 702	30
5.3.5	Quellgebiet 701	32
5.4	Wasseranalysen.....	33
6	Zusammenfassende Bewertung der Ganglinien von Quellschüttung, Bergwasserstand und Abfluss im Bergwerk (Wehr Pardaun)	33
7	Bewertung der Auswirkungen der Wasserhaltung im Bergwerk auf die Quellen am Nordhang Mareiter Stein.....	40
8	Empfehlungen	41
9	Literaturverzeichnis	42

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.....	8
Abb. 3-1: Niederschlagmonatssummen an der Station Ridnaun 2019 - 2020.....	10
Abb. 5-1: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 seit 2009 .	18
Abb. 5-2: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 2015 bis 2020	18
Abb. 5-3: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 2019 bis 2020	19
Abb. 5-4: Abfluss Bergwasser am Wehr – Werk Pardaun - 1.140 m NN	22
Abb. 5-5: Wehre und Abfluss-Messstation unterhalb Quelle 605 (links) und Quelle 606 (rechts)	24
Abb. 5-6: Ganglinie der Luft-Temperatur an den Quellen	25
Abb. 5-7: Schüttung der Quelle 606 von November 2018 bis September 2020.....	27
Abb. 5-8: Ganglinie von Quellschüttung und Wassertemperatur der Quelle 606	27
Abb. 5-9: Schüttung der Quelle 605 von November 2018 bis September 2020.....	29
Abb. 5-10: Ganglinie von Quellschüttung und Wassertemperatur der Quelle 605	30
Abb. 5-11: Ganglinie der Quellschüttung Quelle 702 – Messwehr im Bach unterhalb	31
Abb. 5-12: Ganglinie von Quellschüttung und Wassertemperatur der Quelle 702	32
Abb. 6-1: Abflussganglinien der Quellen und des Wehres Pardaun im Zeitraum 9.4.2020 – 22.6.2020	36
Abb. 6-2: Niederschlag-Tagessummen im Zeitraum 9.4.2020 – 22.6.2020	36
Abb. 6-3: Abflussganglinien der Quellen und des Wehres Pardaun nach Starkregenereignis im Zeitraum 27.8.2020 – 30.9.2020	37
Abb. 6-4: Niederschlag-Tagessummen im Zeitraum 27.8.2020 – 30.9.2020	37
Abb. 6-5: Ganglinien Abfluss und Bergwasserstand im Zeitraum März bis September 2020	38
Abb. 6-6: Ganglinien Abfluss und Bergwasserstand im September 2020 nach Starkregenereignis Ende August	39



Tabellenverzeichnis

Seite

Tab. 3-1: Hydrologische Bilanzgrößen	9
Tab. 3-2: Niederschlag-Jahressummen Station Ridnaun	10
Tab. 4-1: Geologische Schichtenfolge und hydrogeologische Einstufung	14
Tab. 4-2: Geohydraulische Kenndaten der grundwasserführenden Festgesteinsschichten	16
Tab. 5-1: Kenndaten der Grundwassermessstellen und statistische Auswertung der Wasserstände.....	17
Tab. 5-1: Abflusskennwerte Wehr Pardaun.....	21
Tab. 5-2: Abflusskennwerte Quelle 606	26
Tab. 5-3: Abflusskennwerte Quelle 605	29
Tab. 5-4: Abflusskennwerte Quelle 702	31
Tab. 5-5: Analysenergebnisse 2019.....	33
Tab. 5-6: Analysenergebnisse 2020.....	33
Tab. 6-1: Abfluss-Kenndaten der Quellen am Nordhang Mareiter Stein und des Wehres Pardaun.....	34

Anlagen

- Anlage 1: Übersichtskarte
- Anlage 2: Hydrogeologische Karte
- Anlage 3: Hydrogeologisches Profil SW-NE - Querprofil



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 Ridnauer und dem Ratschingser Tal liegt, hochreinen, weißen Kalzit-Marmor mittels Kaverneabbau unter Tage ab, der am Standort Sterzing/Vipiteno (BZ) zu hochwertigen Füll- und Pigmentstoffen in Form von Granulat und Mehlprodukten verarbeitet wird.

Im Hinblick auf eine langfristige Standort- und Rohstoffsicherung beantragte die Omya S.p.A. im Jahr 2018 eine Erweiterung des untertägigen Abbaus Kristallina. Das „Projekt für die Erweiterung und Variante für die Abbauführung des untertägigen Bergbaus 'Kristallina und Pardaun' in Mareiter Stein in der Gemeinde Ratschings“ wurde mit Datum vom 27.02.2018 mit Beschluss der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol genehmigt.

Der Umweltbeirat hat zum Antrag ein zustimmendes Gutachten (Nr. 4/2018 vom 31.01.2018) hinsichtlich der Umweltverträglichkeit verfasst und folgende, für die Hydrogeologie relevante Auflagen formuliert:

7. Folgende Kontrollen sind jährlich durchzuführen und die Ergebnisse dem Amt für Gewässerschutz vorzulegen:

- Als Beweissicherung für die Qualität und Quantität sind folgende Quellen in ein Kontrollprogramm aufzunehmen und deren Schüttung alle 3 Monate zu kontrollieren: 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611.*
- Das Kontrollprogramm ist sofort anzusetzen und bis 1 Jahr nach der Schließung Abbautätigkeit fortzusetzen.*

Wasseranalysen der oben angeführten Quellen sind halbjährlich durchzuführen, wobei das Wasser auch auf Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit, Ammoniak) und Kohlenwasserstoffe gesamt (ausgedrückt als N-Hexan) zu untersuchen ist.

8. Zumal die hydrogeologische Studie Auswirkungen der Abbautätigkeit auf die Schüttung der bestehenden Quellen nicht ausschließt, muss deren im Einvernehmen mit dem Amt für Gewässernutzung geführte Monitoring durch die gleichzeitige Kartierung und naturkundlichen Beobachtung der betroffenen Quellfluren und Feuchtgebiete im Einvernehmen mit dem Amt für Landschaftsökologie begleitet werden. Sofern durch die veränderte Hydrologie negative Auswirkungen auf jene Lebensräume festgestellt werden sollten, müssen geeignete Maßnahmen zu deren Fortbestand im Einvernehmen mit den betroffenen Ämtern durchgeführt werden.



10. Aufgrund der geplanten Wasserhaltung über den Stollen nach Pardaun ist eine Entwässerung des Nordhanges des Höhenzuges Mareiter Stein prognostiziert. Zur Überprüfung der Auswirkungen auf die dortigen Wasservorkommen und Wassernutzungen ist eine Beweissicherung ab dem Jahr 2019 durchzuführen, die aus einer Messreihe von mindestens 3 Quellaustritten bzw. Fließgewässern im Ursprung besteht.

11. Die Beweissicherung ist von einem befugten Techniker/in festzulegen und bis zum Ende der Abbautätigkeit durchzuführen. Die Daten müssen jährlich den zuständigen Ämtern mitgeteilt werden.

Im vorliegenden hydrogeologischen Bericht zum Monitoring werden die Ergebnisse der Beweissicherungsuntersuchungen und –messungen bis Oktober 2020 beschrieben und bewertet.



2 Abbaugebiet und Abbaufortgang Grube Kristallina

Die Grube Kristallina befindet sich an der Nordflanke des Mareiter Stein (Sasso di Marena, 2.194 m ü. NN) mit einer Zufahrt auf einer Höhe von ca. 1.750 m ü. NN (Stollenmundlöcher). Das Abbaugebiet 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 Abbaugebiet ist fördertechnisch über einen 3,5 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 zeigt eine Übersichtskarte, die Anlage 1 einen Lageplan des Bergwerks.

Der bestehende Untertageabbau umfasst den Marmorzug zwischen 1.900 m ü. NN und etwa 1.700 m ü. NN auf einer Fläche von etwa 300 mal 900 m (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 1 bis 3 markiert.

Der Abbau des Marmors erfolgt nach dem Auffahren von Stollen in einem Kammerpfeiler-Abbau. Eine Rückverfüllung der Hohlräume findet überwiegend nicht statt. Aktuell erfolgt nur ein Abbau in Kammer I, die Erweiterungsgebiete sind noch nicht angefahren.



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



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	Zeitraum	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 2020 in der Tab. 3-2 aufgelistet. Der höchste Jahresniederschlag im dargestellten Zeitraum wurde 2012 mit 1.549 mm erreicht. Der höchste Jahresniederschlag der an dieser Station seit 1925 aufgezeichnet wurde, wurde im Jahr 1958 mit 1.634 mm erreicht. Der mittlere jährliche Niederschlag der Jahre 2007 bis 2020 beträgt 1273 mm. Die Jahresniederschläge 2016 bis 2020 lagen etwa im Bereich des langjährigen Mittelwertes oder um etwa 10 bis 15 % darüber (2017 und 2019).

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
2017	1.429
2018	1.234
2019	1.445
2020	1.290
Mittelwert 2007 - 2020	1.273

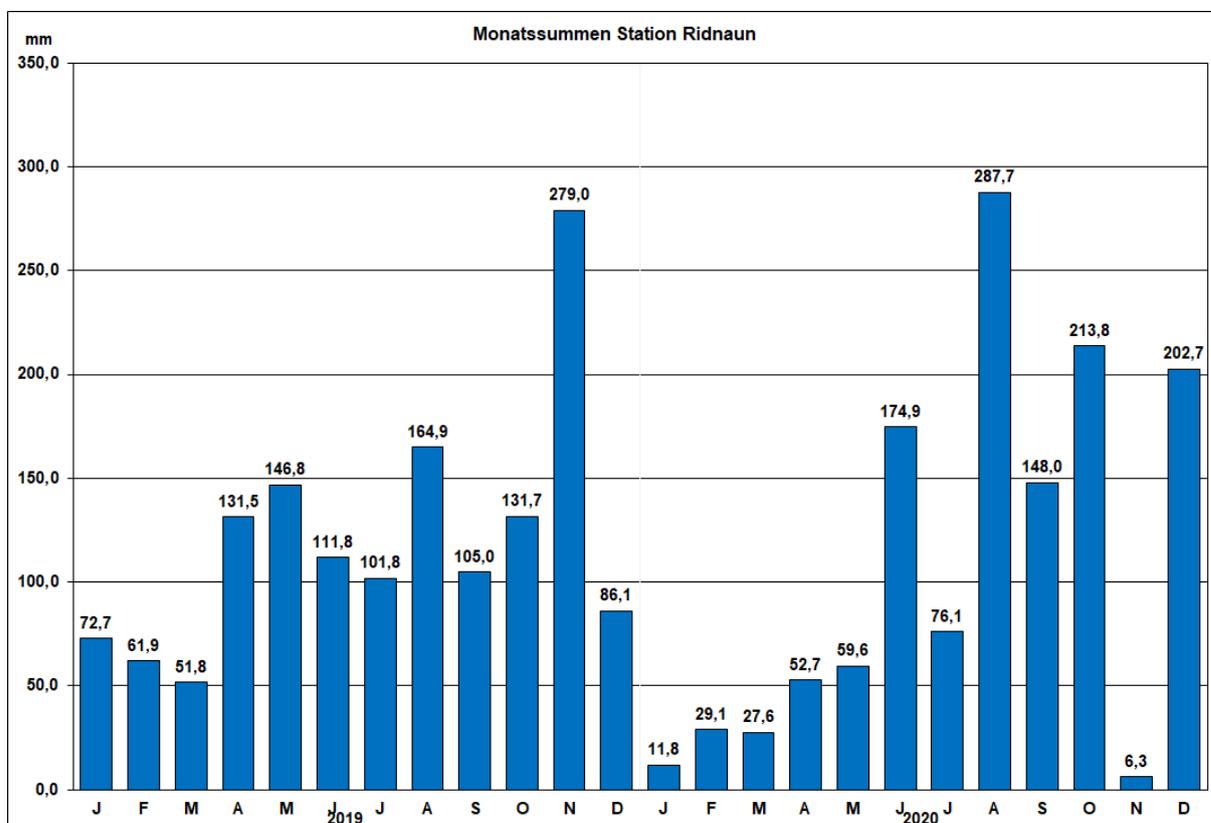


Abb. 3-1: Niederschlagmonatssummen an der Station Ridnaun 2019 - 2020



Die Abb. 3-1 zeigt die monatlichen Niederschlagssummen der Station Ridnaun in den Jahren 2019 und 2020. Die winterlichen Niederschläge sind vor allem im Jahr 2020 sehr gering. In den Sommermonaten sind die Niederschlagsmengen generell höher als im Winter.

Für den Untersuchungsraum Mareiter Stein, der bis fast 2.200 m ü. NN reicht, muss berücksichtigt werden, dass die Niederschlagssummen mit der Höhe ansteigen. Für den Mareiter Stein wird eine langjährige mittlere Niederschlagssumme von etwa 1.300 mm/a angesetzt (Köhler & Pommerening, 2017b).

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 Bergwasserspiegels eine mittlere Jahrestemperatur von etwa 2,3 °C und auf 2.000 bis 2.190 m ü. NN im Bereich des Gipfels eine mittlere Jahrestemperatur von weniger als 1,0 °C.

Für den Höhenzug Mareiter Stein und das Verbreitungsgebiet des Marmorzuges ergibt sich nach Köhler & Pommerening (2017b) für den Bereich des Mareiter Steins in einer Höhenlage von etwa 1700 m ü. NN und darüber mit überwiegend blanken Felsen oder Bewuchs durch Almmatten und wenig Bäumen 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 Mincccon 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 Etr). 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 (A_O) 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 und hydrogeologische Verhältnisse

Der Marmorzug im Bereich der Grube Kristallina am Mareiter Stein gehört regionalgeologisch 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. Die geologischen Verhältnisse am Standort sind in Köhler & Pommerening (2017b) ausführlich dargestellt.

Die im Untersuchungsgebiet anstehenden geologischen Schichten sind zusammen mit einer hydrogeologischen Einstufung in der Tab. 4-1 aufgeführt. Die Anlage 1 und die Anlage 2 zeigen 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 3 dargestellt. Im Folgenden wird der Begriff „Bergwasser“ synonym für die Bezeichnung „Grundwasser“ verwendet.

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. Verkarstungserscheinungen treten an der Geländeoberfläche oder oberflächennah am Mareiter Stein auf, sie sind im Bereich des Abbaus und der Bergwasseroberfläche 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 Marmor-schichten 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 Ratshingsbach im Bereich der Gilfenklamm eine Vorfluter-Funktion für das nach Osten abfließende Bergwasser ausübt.

Tab. 4-1: 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)

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. Lösungerscheinungen 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, son-



dern durch Schichten von gering bis nicht wasserwegsamem Gestein, wie Amphibolite und Glimmerschiefer, durchzogen. Grundwasserstauend wirkende Paragneise 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 Amphibolit-Lagen wirken grundwasserstauend und 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. 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. 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 Glimmerschieferlagen bis in Höhen von etwa 2.000 m ü. NN anstehen und dort auch nach horizontalem tektonischen Versatz der Blöcke die stauende Wirkung der Schichten nicht unterbrochen wird.

Aufgrund der als hydraulische Trennschichten anstehenden Amphibolit-Schichten lassen sich innerhalb des Marmorzuges vom Hangenden zum Liegenden 3 Haupt-Bergwasserzonen unterscheiden (Anlage 3):

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

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 Klüftvolumens 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.

Genaue 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. 4-2).

Tab. 4-2: Geohydraulische Kenndaten der grundwasserführenden Festgesteinschichten

Stratigraphie		Hydrogeologische Einstufung	Durchlässigkeitsbeiwert (geschätzt)
Oberostalpin Laaser Serie	Marmor	Kluftgrundwasserleiter (gering durchlässig)	1 x 10 ⁻⁵ m/s bis 1 x 10 ⁻⁶ m/s Durchlässige Bereiche 1 x 10 ⁻⁷ m/s bis 1 x 10 ⁻⁸ m/s Gering bis sehr gering durchlässige Bereiche
	Glimmerschiefer und Paragneis	Grundwassergeringleiter	1 x 10 ⁻⁸ m/s bis 1 x 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 Ergebnisse der Messungen bis 2020

5.1 Grundwasserstände und Grundwasserfließverhältnisse - Bergwasser

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. Im August 2019 wurden in BL3 und BL4 jeweils Datenlogger installiert, die den Wasserstand in einem stündlichen Intervall aufzeichnen. BL2 und BL5 besitzen seit Dezember 2020 Datenlogger. Hierzu liegen noch keine ausgelesenen Daten vor. In der Tab. 5-1 sind die Kenndaten der Messstellen und die statistischen Kennwerte der Grundwasserstände für den Zeitraum 2009 bis 2020 aufgeführt. Die Lage der Bergwassermessstellen ist in der Anlage 2 dargestellt. Die Abb. 5-1 zeigt die Ganglinien der Messstellen im Zeitraum 2009 bis 2020. Auf der Abb. 5-2 und der Abb. 5-3 sind die Ganglinien für die Jahre 2015 bis 2020 und 2019 bis 2020 dargestellt.

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. 5-1: Kenndaten der Grundwassermessstellen und statistische Auswertung der Wasserstände

Bezeichnung	Pegeloberkante POK	Endteufe	Grundwasserstand 31.7.2019	Mittlerer GwStand 2015-2019	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	1712,90	1.707,80 ¹	1.713,8	1.696,5 ¹
BL2 ³	1.712,4	41	1711,80	1.707,07 ¹	1.712,4	1.694,2 ¹
BL3 ³	1.710,8	41	1710,30	1.704,76	1.710,8	1.692,3 ¹
BL4 ³	1.709,8	41	1699,10	1.697,55	1.711,3	1.686,3
BL5 ³	1.702,0	41	1679,70	1.679,40	1.689,2	1.669,2
BL6	1.696,9	42	-	< 1.654,4 ²	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

³ Wasserstandsaufzeichnung mittels Datenlogger seit 2019 bzw. 2020

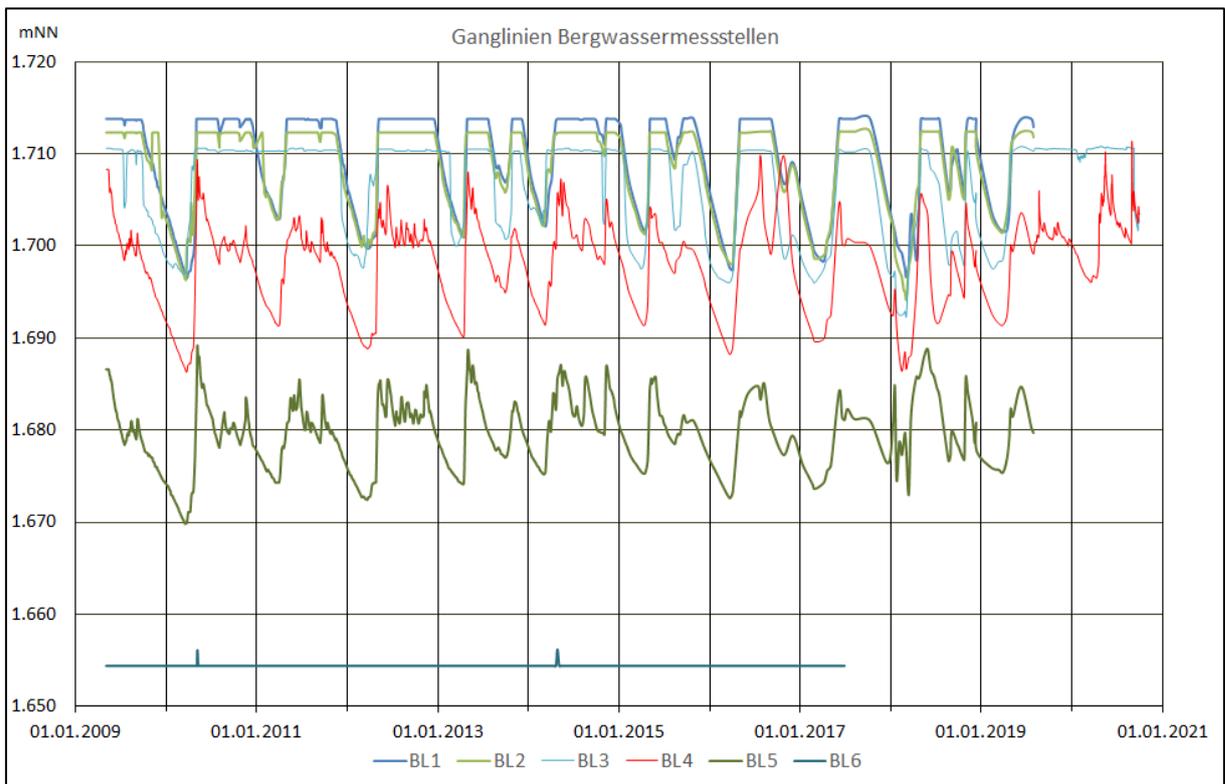


Abb. 5-1: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 seit 2009

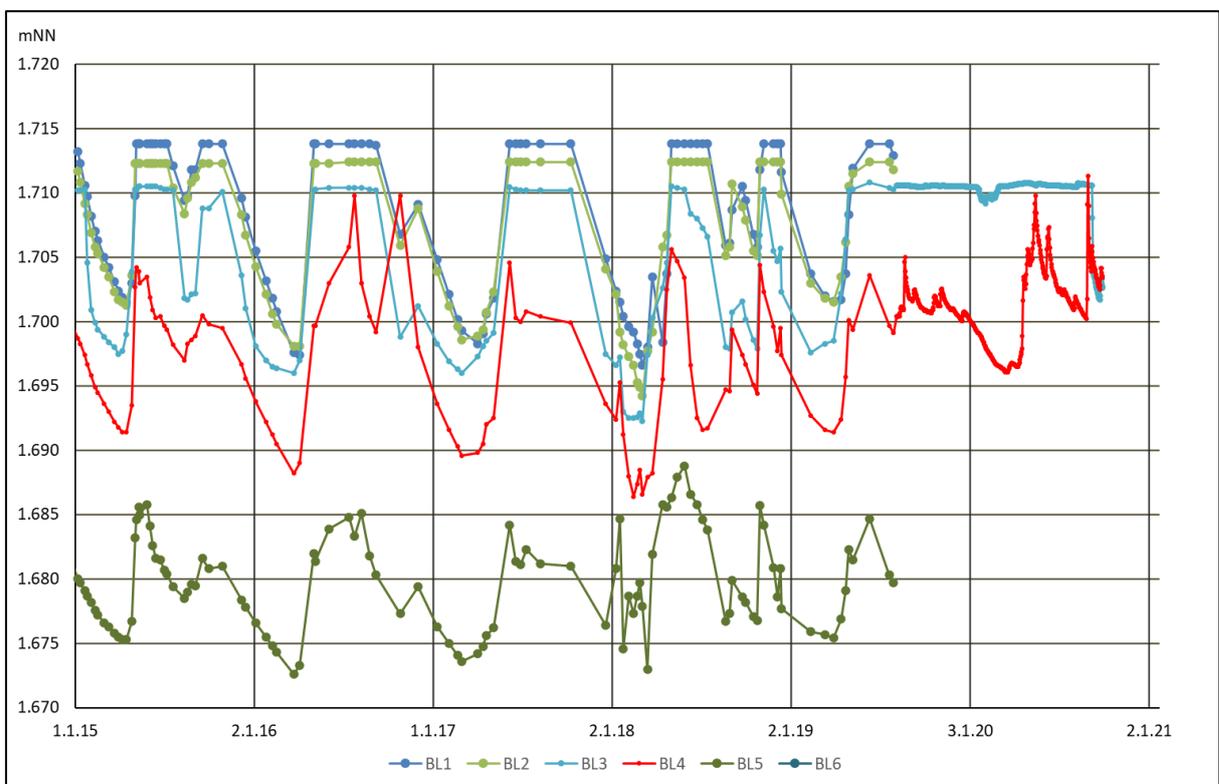


Abb. 5-2: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 2015 bis 2020

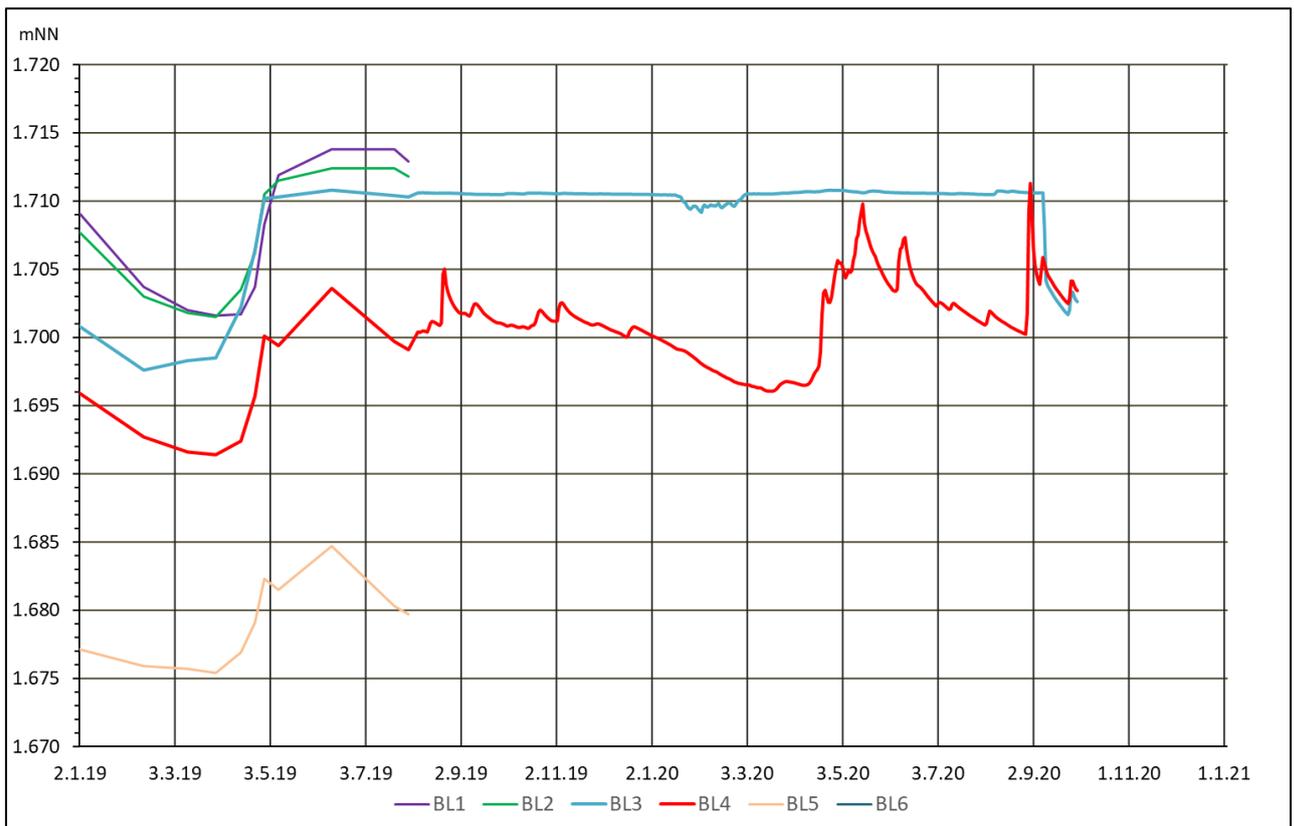


Abb. 5-3: Ganglinien des Bergwasserstandes in den Messstellen BL1 bis BL6 2019 bis 2020

Die Bergwasserstände zeigen einen deutlichen Jahresgang mit Schwankungen von etwa 15 bis 25 m. Die niedrigsten Wasserstände treten generell im Winter und Frühjahr auf. Die höchsten Wasserstände treten im Frühsommer und Sommer auf, wenn die Schneeschmelze eingesetzt hat und die Niederschläge und Grundwasserneubildung ansteigt. Generell niedrige Grundwasserstände traten im Winter und Frühjahr 2018 auf. Im Jahr 2020 sind im Vergleich zu den Vorjahren generell etwas höhere Grundwasserstände zu beobachten. Über den Zeitraum 2009 bis 2020 ist kein Trend bei den Bergwasserständen zu erkennen.

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 an die POK an bzw. läuft über.

Die Ganglinien der Messstellen 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 für 2016-2020 dort 1.704,76 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 1.697,55 m ü. NN). Der Bergwasserspiegel zeigt somit auch ein Gefälle in Richtung Norden. Diese hydrogeologischen Verhältnisse beim Bergwasser sind seit Beginn der regelmäßigen Messungen im Jahr 2009 gleichgeblieben

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 1.679,40 m ü. NN. Die Messstelle BL6 ist im Jahr 2017 zugefallen. Da dort die Bergwasseroberfläche zumeist tiefer als die Bohrlochsohle von 1.665,0 m ü. NN (etwa 40 m unter Ansatzpunkt) liegt, wurde diese Messstelle nicht ersetzt.

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 Sturzschantz, über den der Transport des Marmors über die Bandanlagen zum Werk Paradaun erfolgt, sowie eine Entwässerungsbohrung. Zwischen dem Bereich bei BL7 und dem Ausgang am Werk Paradaun 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 2 sind die Bergwasserstände für die Stichtagsmessung 31.7.2019 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 besteht 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 den nördlichen Teilbereich des Marmorzuges beschränkt. Das zeigen auch die Austrittsstellen der dort zumeist liegenden Quellen am Nordhang des Höhenzuges.

5.2 Bergwasserabfluss im Marmorzug – Wehr Pardaun

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. 5-4 dargestellt. Die Tab. 5-1 zeigt die Abflusskennwerte der Jahre 2016 bis 2020.

Der Abfluss zeigt im Jahresverlauf Schwankungen zwischen etwa 11 l/s und 48 l/s. Auffällig ist ein Basisabfluss von etwa 11 bis 17 l/s, der zumeist im Herbst und Winter über Wochen relativ konstant erfolgt. Ein weiteres Absinken des Abflusses unter 10 l/s wird nur kurzzeitig gemessen, im Tagesmittel beträgt der niedrigste Abfluss 10,8 l/s. Im Frühjahr und im Sommer mit der Schneeschmelze und der höheren Grundwasserneubildung steigt der Abfluss dann auf Werte von maximal etwa 40 bis knapp 50 l/s an. Der mittlere Abfluss im Zeitraum 2016 bis September 2020 beträgt etwa 19,3 l/s (etwa 610.000 m³/a).

Tab. 5-1: Abflusskennwerte Wehr Pardaun

Jahr	MQ Mittelwert	HQ Max	NQ Min
	l/s	l/s	l/s
2016	25,93	48,3	12,1
2017	19,66	36,7	14,2
2018	17,28	25,7	10,8
2019	17,39	27,4	12,4
2020 (1-9)	16,15	28,6	11,6

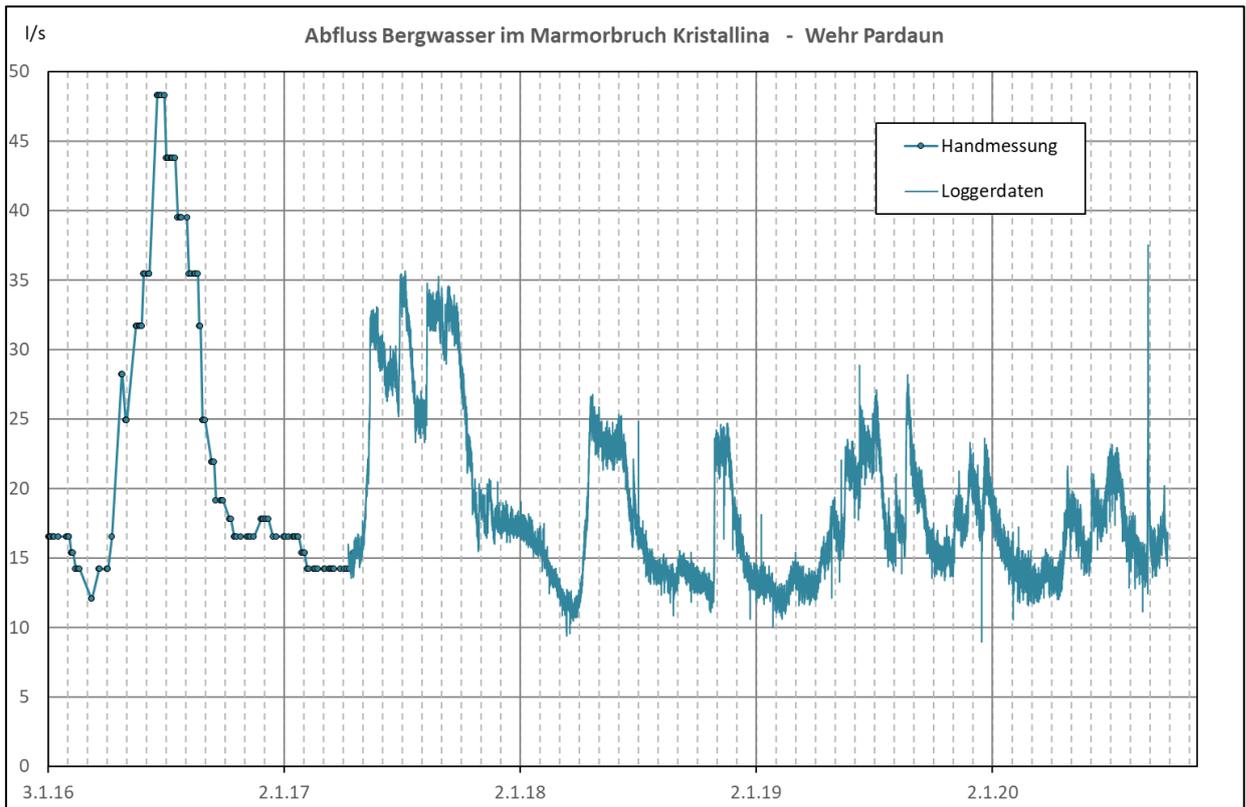


Abb. 5-4: Abfluss Bergwasser am Wehr – Werk Pardaun - 1.140 m NN

5.3 Quellen

5.3.1 Lage und Messungen an den Quellen

Für das Monitoring des Marmorabbaus in der Grube Kristallina werden an den 3 größeren Quellen bzw. Quellbereichen, die mit dem Bergwasser im Marmorzug in Verbindung stehen und vom Bergwasser zumindest zu einem Teil gespeist werden, die Quellschüttungen mit installierten Wehren und Messsystem kontinuierlich erfasst. Die Quellen entspringen nahe unterhalb der Ausstrichgrenze der Hangendschichten des Marmorzuges bei einer Höhenlage von etwa 1.700 m ü. NN. Die Quellen stehen aufgrund ihrer Höhenlage, ihres Schüttungsverhaltens und ihres Chemismus mit dem Bergwasser im Marmorzug in hydraulischer Verbindung. Diese Quellen zeigen bei Austrittshöhen von etwa 1.650 m ü. NN bis 1.700 m ü. NN, bei elektrischen Leitfähigkeiten von 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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.



Weitere 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und Lösungsfrachten, so dass eine Verbindung zum Marmorzug auszuschließen ist. Sie werden hier nicht weiter betrachtet.

Die Quellen 605, 606 und 702, die eine Verbindung zum nördlichen (hangenden) Teil des Marmorzuges aufweisen, werden im Folgenden bezüglich ihres aktuellen Schüttungsverhalten beschrieben (Anlage 3). Die Abb. 5-5 zeigt die Wehre unterhalb der Quellen 605 und 606. Die Messung des Wasserstandes erfolgt über eine Drucksonde, die in den Pegel etwa 50 cm oberhalb vom Thomson-Wehr eingebaut ist. Aus dem Wasserstand h wird über folgende Berechnungsformel der Abfluss ermittelt (Morgenschweiß 2011):

$$Q = 1,31 \cdot h^{2,5206} \quad [\text{l/s}]$$

Mit:

Q = Abfluss (l/s)

H = Höhe Wasserstand Thomsonwehr (Überfallhöhe) (m)

Der Abfluss im 1-stündigen Turnus gemessen. Außerdem wird die Wassertemperatur erfasst. Über eine Barometrische Drucksonde oberhalb vom Wasserspiegel wird auch die Lufttemperatur am Standort der Quellen gemessen. So lassen sich winterliche Frostperioden und Tauwetterereignisse mit ihren Einflüssen auf das Abflussverhalten und das Schüttungsverhalten der Quellen genau zuordnen.



Abb. 5-5: Wehre und Abfluss-Messstation unterhalb Quelle 605 (links) und Quelle 606 (rechts)

Die Ganglinie der Luft-Temperatur an den Quellen ist auf der Abb. 5-6 in Stundenwerten und in Tagesmittelwerten dargestellt. Die Ganglinie zeigt folgende Merkmale, die auf die örtliche Witterung hindeutet. Ab etwa Mitte November 2018 bis zum 20.4.2019 lag die Temperatur fast durchgehend um den Gefrierpunkt oder darunter. Vom 1.2. bis 19.4.2019 blieben sogar die täglichen Temperaturschwankungen aus, die besonders im Sommer über in geringerem Maße auch im Winter durch die höheren Tagestemperaturen und geringeren Nachttemperaturen zu beobachten sind. In dieser Zeitspanne von 2,5 Monaten bis 20.4.2019 lag der Messpegel mit der Sonde, die in knapp einem Meter Höhe über dem Erdboden platziert ist, komplett im Schnee.

Ab dem 20.4.2019 setzte dann ein deutlicher Temperaturanstieg ein, in dessen Folge der Schnee dann geschmolzen ist, was wiederum zu einer Erhöhung der Abflüsse geführt hat (s.u.). Zwischen Juni und August 2019 lagen die Temperaturen dann zumeist zwischen 10 und 20 °C. Der Winter 2019/20 mit Temperaturen von zumeist unter dem Gefrierpunkt setzte etwa Anfang November 2019 ein. Die Temperaturen erreichen im Winter 2019/20 nicht die niedrigen Werte wie im Jahr zuvor. Auch eine komplette Schneebedeckung der Messsonde bestand nicht für längere Zeit. Ab etwa Anfang April lagen die Temperaturen dann weitgehend über dem Gefrierpunkt und erreichten bis Mitte Juni dann Werte deutlich von über 10 °C.

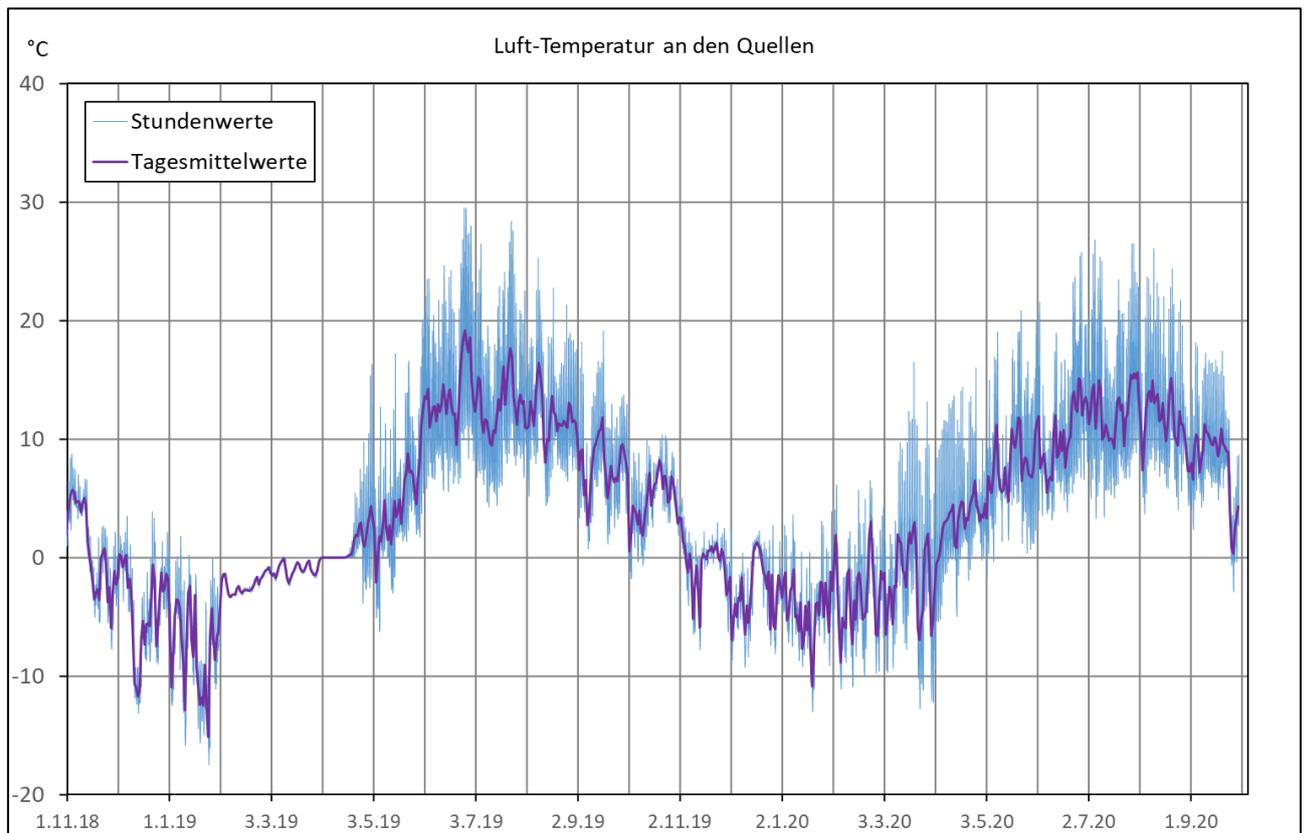


Abb. 5-6: Ganglinie der Luft-Temperatur an den Quellen

5.3.2 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 Quellgruppe zeigt folgende Kennwerte:

- Höhe: 1.701 m ü. NN
- Schüttung: < 1 l/s bis 54 l/s
- El. Leitfähigkeit: 187 – 204 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Temperatur: 2 - 9 °C

Der Gesamtabfluss bzw. die Schüttung des Quellsystems 606 wird etwa 50 m unterhalb der Quellen im Fließgewässer an der Straße an einem Wehr gemessen (s. Abb. 5-5). Die Abb. 5-7 zeigt die Schüttungsganglinie im Zeitraum 1.11.2018 bis 30.9.2020. Auffällig sind die Zeitabschnitte von Mitte Dezember 2018 bis etwa 20.4.2019 und von Januar 2020 bis Ende April 2020, in denen der Abfluss sehr gering war oder offenbar sogar gänzlich ausgeblieben ist. In diesen Perioden ist die Messung durch die winterlichen Begleiterscheinungen wie Schnee und Dauerfrost erheblich beeinträchtigt. Die

Abb. 5-8 zeigt neben der Abflussganglinie auch die Temperaturganglinie des Wassers am Messpegel. Daran wird deutlich, dass in den Zeitabschnitten ohne messbaren Abfluss das Wasser im Bereich der Messsonde gefroren war. Vermutlich erfolgte ein geringerer Abfluss von weniger als 0,5 l/s unter dem Schnee und Eis, der aber hier nicht mehr gemessen werden konnte.

Die Ganglinie zeigt für die Quelle 606 relativ große Abflussschwankungen mit Werten zwischen <0,5 l/s und mehr als 50 l/s. Am 30.8.2020 erfolgte nach starken Niederschlägen ein sehr hohes Abflussereignis mit Abflüssen bzw. Quellschüttungen von maximal 54 l/s (Abb. 5-7). Auffällig ist ein gleichzeitig mit dem Abflussereignis erfolgter Temperaturrückgang des Wassers von etwa 7,5 °C auf 5,0 °C. Als Ursache kommt der verstärkte Zufluss von Bergwasser, das im Sommer eine generell etwas niedrigere Temperatur aufweist als das Oberflächenwasser.

Die Tab. 5-2 zeigt die Mittelwerte und die Maximal- und Minimalwerte beim Abfluss der Quelle 606 in den Jahren 2019 und 2020 (bis 30.9.).

Tab. 5-2: Abflusskennwerte Quelle 606

Jahr	HQ	MQ	NQ
	l/s	l/s	l/s
2019	33,45	6,47	< 0,5
2020 (Jan-Sep)	54,36	10,44	< 0,5

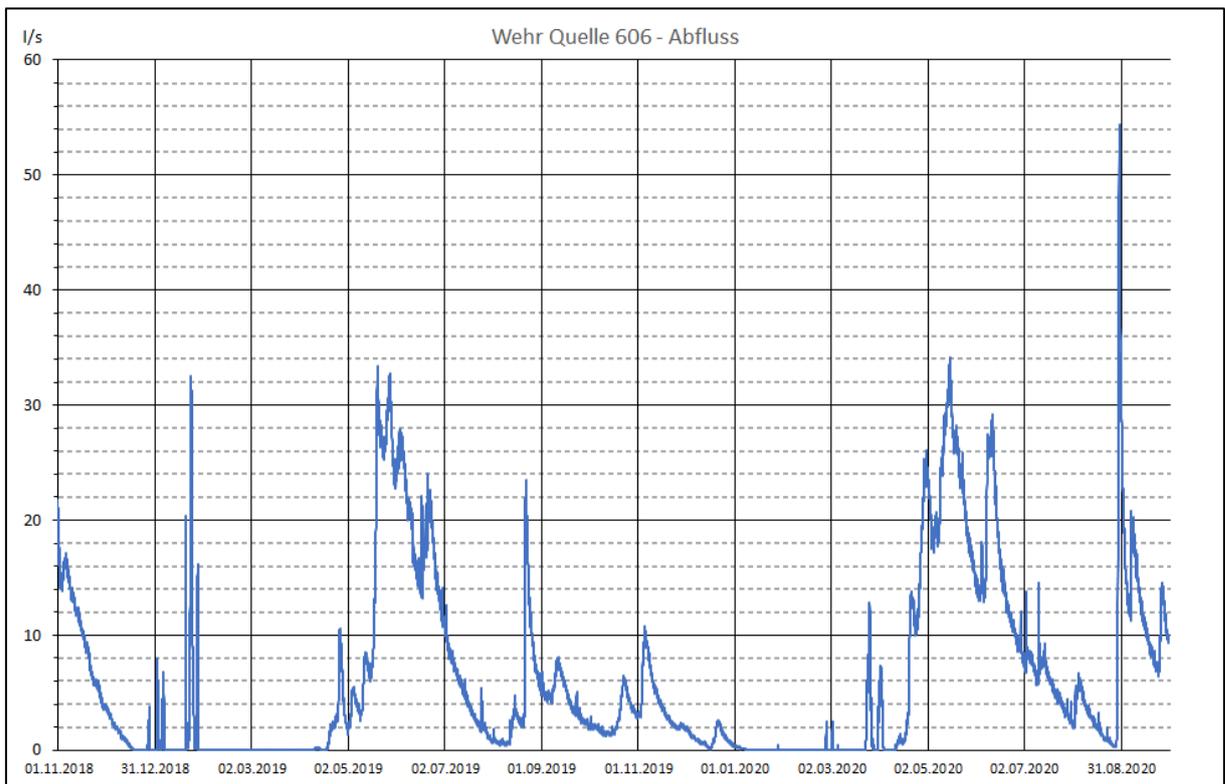


Abb. 5-7: Schüttung der Quelle 606 von November 2018 bis September 2020

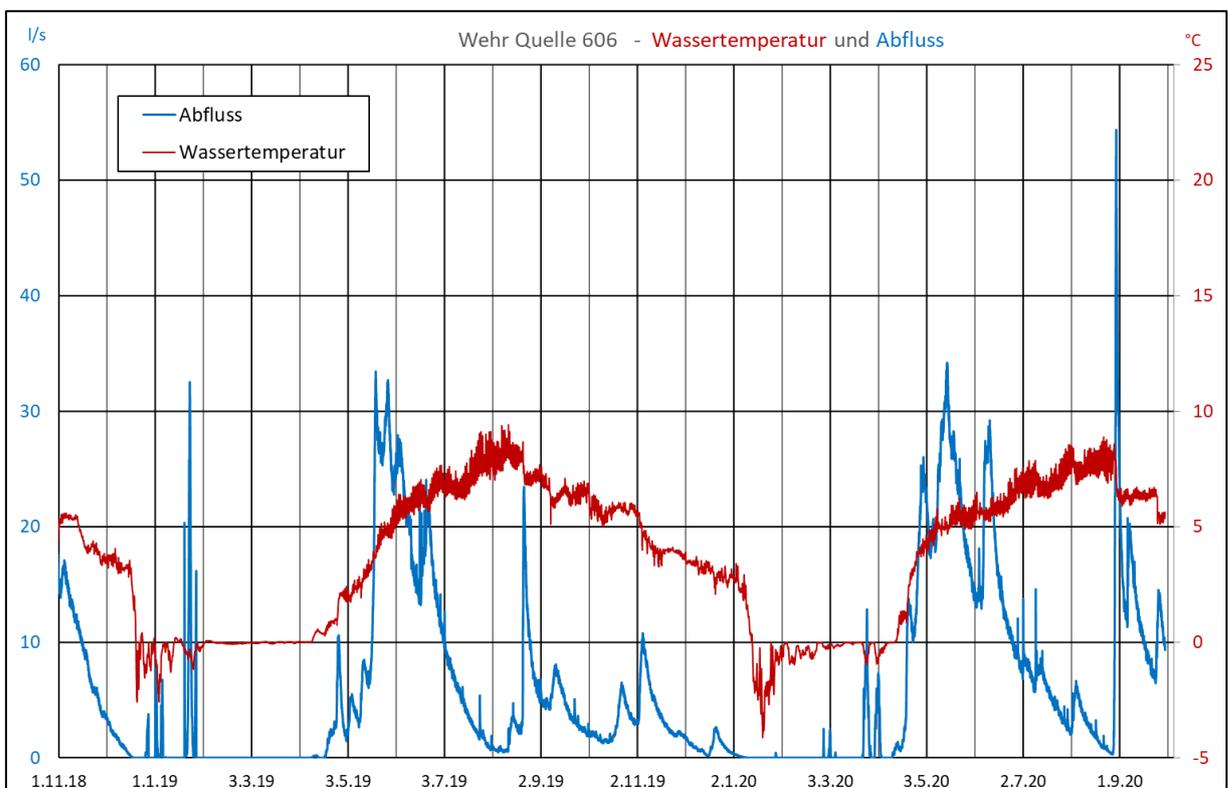


Abb. 5-8: Ganglinie von Quellschüttung und Wassertemperatur der Quelle 606



5.3.3 Quellgebiet 605

Im Quellgebiet 605 treten insgesamt 2 Einzelquellen auf, die mit dem Marmorzug in Verbindung stehen. Das Quellgebiet 605 liegt etwa 250 m östlich des Quellgebietes 606. Das Quellgebiet zeigt folgende Kennwerte:

- Höhe: 1.675 m ü. NN
- Schüttung: 2 bis 28 l/s
- El. Leitfähigkeit: 202 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Temperatur: 4-6 °C

Der Gesamtabfluss des Quellsystems 605 wird etwa 80 m unterhalb der Quelle an dem vom Quellwasser gespeisten Fließgewässer an einem Thomson-Wehr gemessen (s. Abb. 5-5). Eine zweite kleinere Quelle liegt etwa 100 m östlich. Deren Abfluss wird im Wehr nicht erfasst, da der kleine Bach erst etwas unterhalb vom Wehr mit dem Bach aus der Quelle 605-1 zusammenfließt. Dort war der Bau eines Messwehres mit möglichst geringen Auswirkungen auf die natürliche Umgebung nicht mehr möglich. Die Quelle 605-2 weist etwa ein Viertel der Schüttung der Quelle 605-1 auf. Im Folgenden wird nur die Quelle 605-1 beschrieben und bilanziert. Zu den angegebenen mittleren Abflusswerten sind zur Beschreibung der Gesamtschüttung in diesem Bereich etwa 25% hinzuzurechnen.

Die Abb. 5-9 zeigt die Schüttungsganglinie im Zeitraum 1.11.2018 bis 30.9.2020. Die Ganglinie zeigt jahreszeitliche Schwankungen des Abflusses zwischen etwa 2 bis 3 l/s bei Niedrigwasserabfluss im Winter und etwa 15 l/s bis maximal 27,8 l/s nach sommerlichen Niederschlägen. Der mittlere Abfluss liegt bei etwa 6 l/s. Die Schwankungen des Abflusses sind deutlich weniger stark ausgeprägt als bei der Quelle 606. Die Maximalschüttungen von Quelle 606 werden nicht erreicht, dafür geht auch der Niedrigwasserabfluss nicht so stark zurück wie in Quelle 606.

Die Wassertemperatur schwankt im Jahresverlauf zwischen etwa 4°C und 6°C bei den täglichen Mittelwerten (Abb. 5-10, schwarze Linie). Auffällig sind die starken Temperaturschwankungen im Sommer, die als Tagesgang auf die dort im zum Teil unbewaldeten Gelände herrschende Sonneneinstrahlung reagiert.

Die Tab. 5-3 zeigt die Mittelwerte und die Maximal- und Minimalwerte beim Abfluss der Quelle 606 in den Jahren 2019 und 2020 (bis 30.9.).

Tab. 5-3: Abflusskennwerte Quelle 605

	HQ	MQ	NQ
	l/s	l/s	l/s
2019	15,30	5,79	1,77
2020 (Jan-Sep)	27,85	6,53	2,80

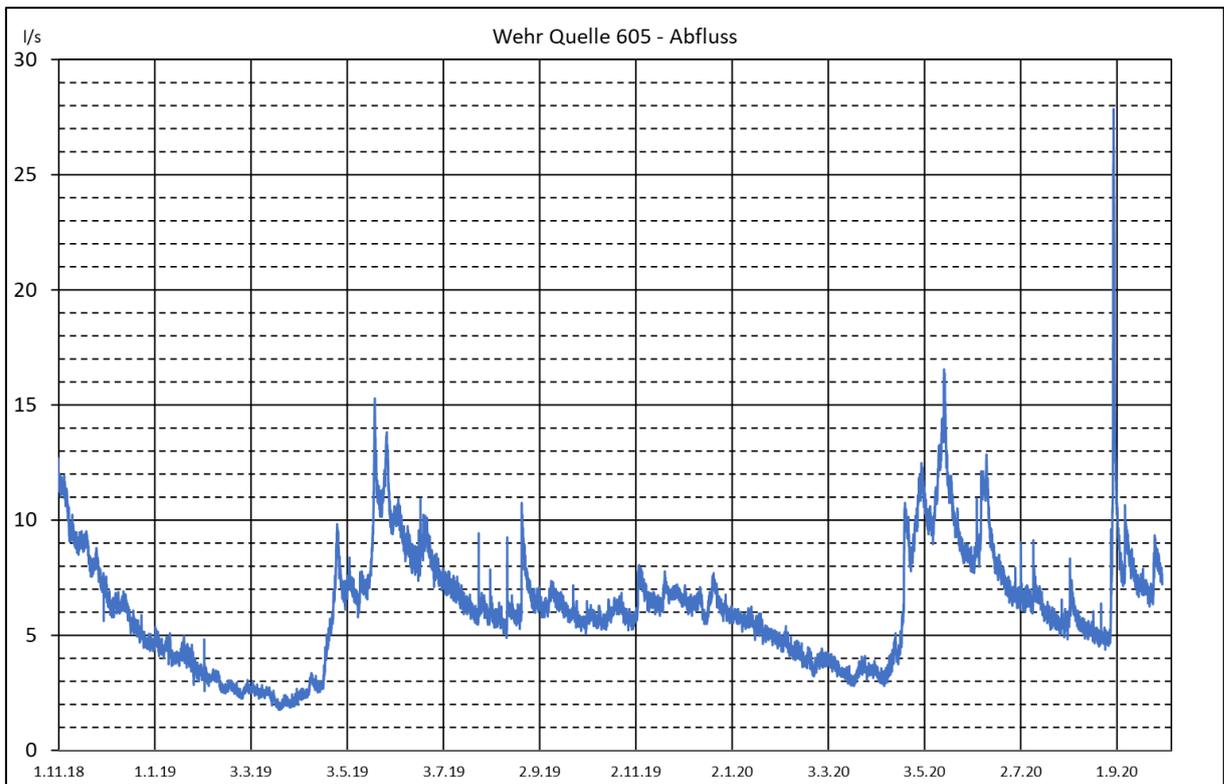


Abb. 5-9: Schüttung der Quelle 605 von November 2018 bis September 2020

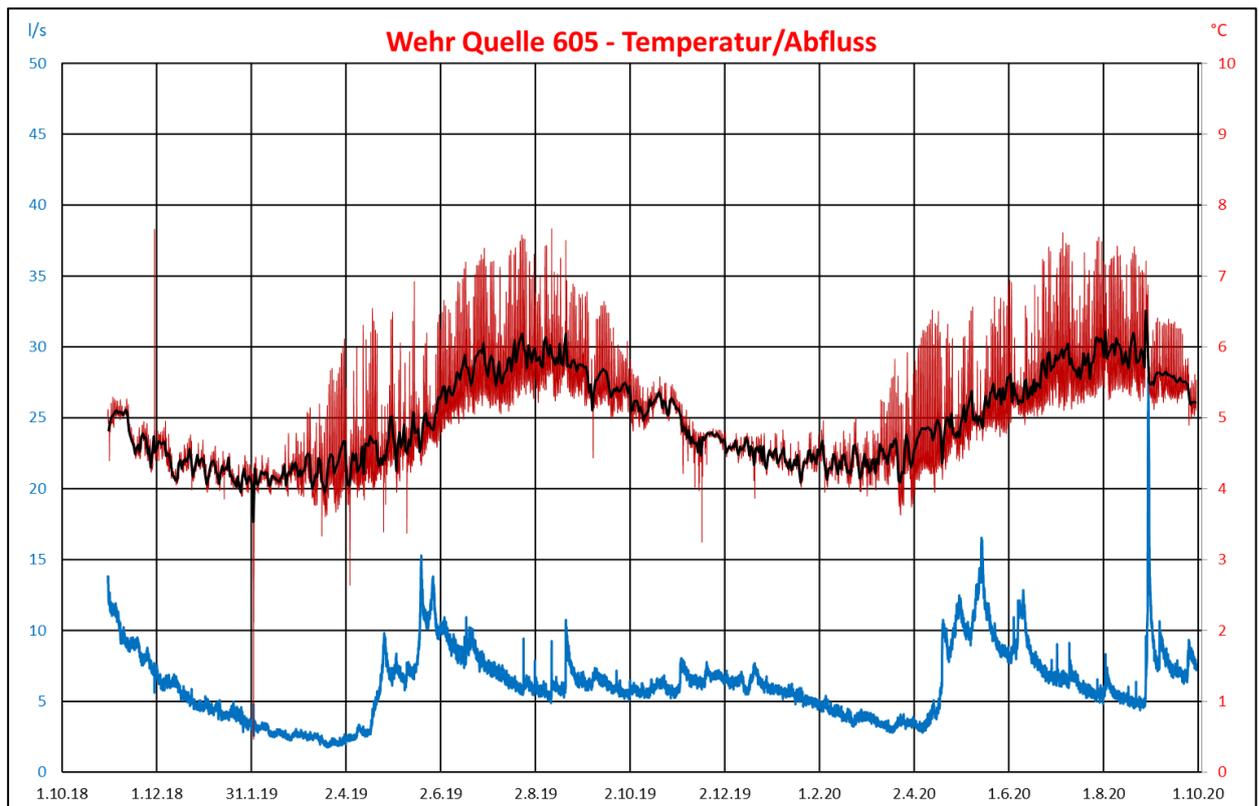


Abb. 5-10: Ganglinie von Quellschüttung und Wassertemperatur der Quelle 605

5.3.4 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:

- Höhe: 1.670 m ü. NN
- Schüttung: ca. 2 l/s bis 80 l/s l/s
- El. Leitfähigkeit: 215 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Temperatur: 2 – 6°C

Der Gesamtabfluss des Quellsystems 702 wird etwa 200 m unterhalb der Quellen an dem vom Quellwasser gespeisten Fließgewässer an einem Thomson-Wehr gemessen. Der Quellbereich umfasst mehrere Einzelquellen, die sich auf etwa 100 m in West-Ost-Richtung aufreihen.

Die Abb. 5-11 zeigt die Abflussganglinie im Zeitraum vom 1.9.2019 bis 30.9.2020. Die Ganglinie zeigt jahreszeitliche Schwankungen des Abflusses zwischen etwa 2 l/s bei Niedrigwasserabfluss im Winter und maximal etwa 80 l/s im Mai 2020 im Nachgang der Schneeschmelze und der hohen Abflüsse im Frühjahr. Die Schwankungen des Abflusses sind mit 2 bis 80 l/s sehr stark ausgeprägt.

Die Wassertemperatur schwankt im Jahresverlauf zwischen etwa 4°C und 6°C (Abb. 5-12). Die Tab. 5-5 zeigt die Abflusskennwerte im Zeitraum 2019-2020. Anzumerken ist, dass die beiden Jahre nicht komplett sind. Es zeigt sich aber, dass das Quellgebiet 702 mit einem mittleren Abfluss von etwa 12 – 15 l/s einen höheren Abfluss aufweist, als die beiden Quellbereich 606 und 605.

Tab. 5-4: Abflusskennwerte Quelle 702

	HQ	MQ	NQ
	l/s	l/s	l/s
2019 (Sep-Dez)	18,8	11,75	8,3
2020 (Jan-Sep)	79,7	14,67	1,6

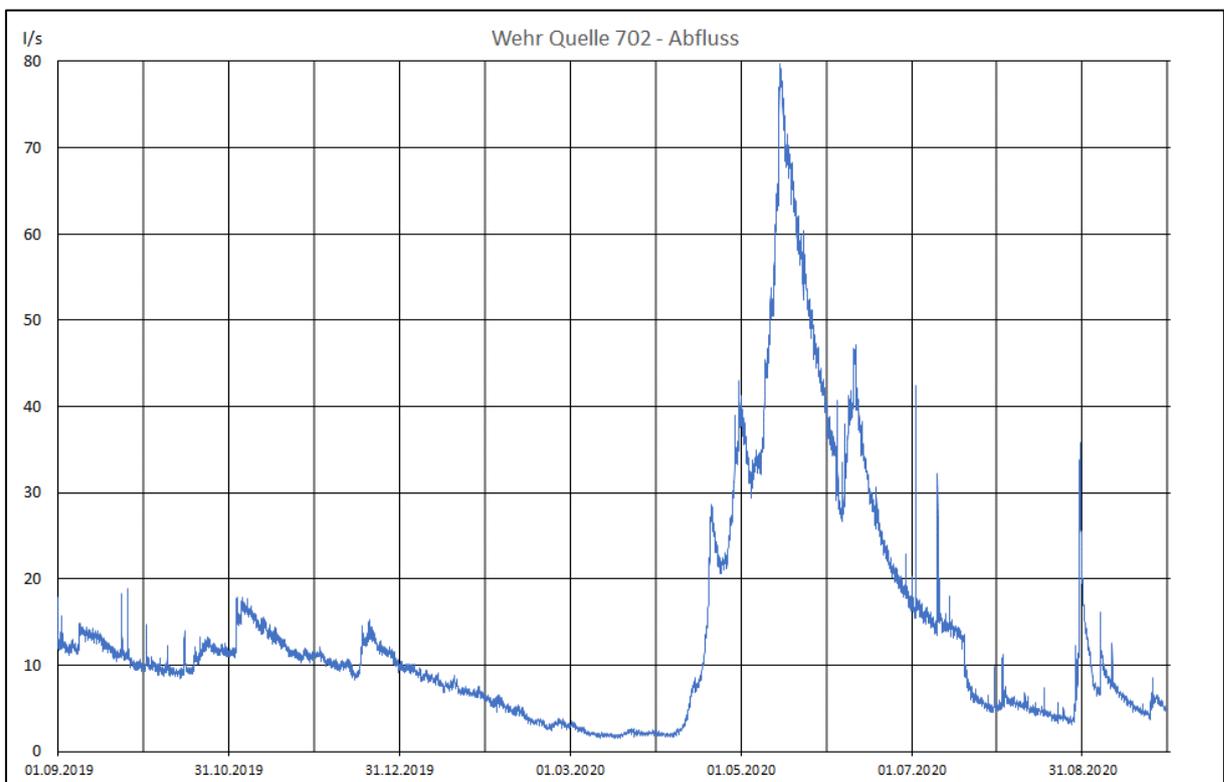


Abb. 5-11: Ganglinie der Quellschüttung Quelle 702 – Messwehr im Bach unterhalb

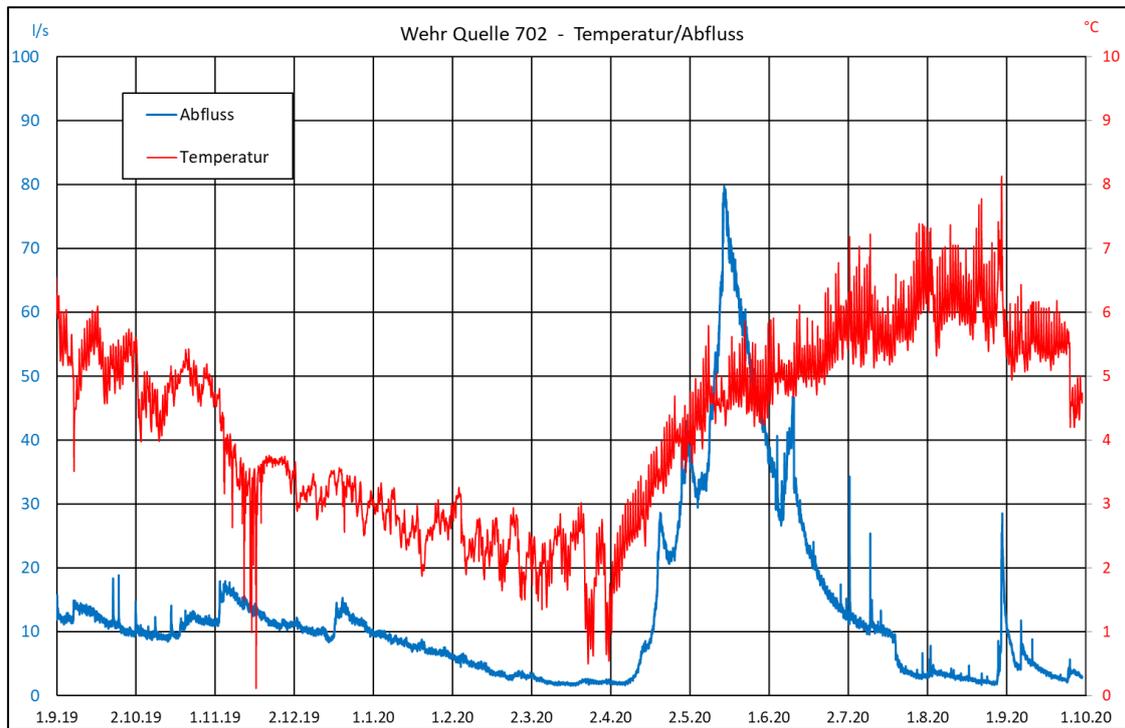


Abb. 5-12: Ganglinie von Quellschüttung und Wassertemperatur der Quelle 702

5.3.5 Quellgebiet 701

Das Quellgebiet 701 liegt direkt östlich des Quellgebietes 605. Dort bestehen 4 größere Quellaustritte und weitere kleinere Quellen. 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:

- Höhe: 1.668 m ü. NN
- Schüttung: ca. 0,5 - 2 l/s
- El. Leitfähigkeit: 217 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Temperatur: 4-6 °C

Der Gesamtabfluss des Quellsystems 701 wird im Fließgewässer kurz oberhalb der Strasse mit Gefäßmessungen erfasst.

5.4 Wasseranalysen

Die Ergebnisse der Wasseranalysen der Quellen 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611 sind in der Tab. 5-5 und Tab. 5-6 für die Jahre 2019 und 2020 aufgeführt. Die Analytik umfasst die Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit, Ammoniak), Calcium, Magnesium und den Abdampfrückstand als Parameter für den Gesamtlösungsinhalt (Residuo fisso a 180°C).

Die Analysenergebnisse zeigen bei den Stickstoffverbindungen in allen Quellen unauffällige Gehalte. Die Grenzwerte werden eingehalten.

Die Quellen 605, 606 und 702 zeigen einen deutlich höheren Calcium-Gehalt als die übrigen Quellen, was durch deren hydraulischen Kontakt mit dem Marmorzug und dem Calciumcarbonat als Hauptmineral bedingt ist.

Tab. 5-5: Analysenergebnisse 2019

Quelle			Concentrazioni limite ¹	605	606	607	609	610	611
				16.09.2019	16.09.2019	16.09.2019	16.09.2019	16.09.2019	16.09.2019
Abdampfrückstand	Residuo fisso a 180°C	mg/l	1.500	126	134	86	<20	27	49
Calcium	(Ca)	mg/l		40,6	43,6	23,8	3,2	7,38	7,1
Magnesium	(Mg)	mg/l		2,5	2,2	2,1	0,90	0,70	3,8
Nitrat	(NO3)	mg/l	50	8,65	8,06	1,48	< 0,5	< 0,5	1,38
Nitrit	(NO2)	mg/l	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ammonium	(NH4)	mg/l	0,5	0,05	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	0,02

Erläuterungen:

1: Concentrazioni limite D.Lgs.n. 31/2001 Parti B e C All.I

Tab. 5-6: Analysenergebnisse 2020

Quelle			Concentrazioni limite ¹	702	605	606	607	609	610	611
				30.09.2020	30.09.2020	30.09.2020	30.09.2020	30.09.2020	30.09.2020	30.09.2020
Abdampfrückstand	Residuo fisso a 180°C	mg/l	1.500	99	86	106	105	26	29	39
Calcium	(Ca)	mg/l		32	32	31,8	19,4	4,6	4,3	4,6
Magnesium	(Mg)	mg/l		1,3	2,1	1,88	1,81	0,78	0,52	2,94
Nitrat	(NO3)	mg/l	50	5,16	7,84	6,95	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Nitrit	(NO2)	mg/l	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ammonium	(NH4)	mg/l	0,5	0,13	0,12	0,13	0,16	<0,02	0,28	0,11

Erläuterungen:

1: Concentrazioni limite D.Lgs.n. 31/2001 Parti B e C All.I



6 Zusammenfassende Bewertung der Ganglinien von Quellschüttung, Bergwasserstand und Abfluss im Bergwerk (Wehr Pardaun)

Die hydraulischen Kennwerte der 4 Quellbereiche am Mareiter Stein sind in der Tab. 6-1 aufgeführt. Zum Vergleich der Quellschüttung untereinander wurden die Abflusskennwerte für den Zeitraum 1.10.2019 – 30.9.2020 aufgeführt. Außerdem sind die Abflusskennwerte am Wehr Pardaun für das Bergwerk dargestellt.

Das westlich gelegene Quellsystem 702 hat mit einer Mittlere Schüttung von $Q = 12,87$ l/s die höchsten Werte. Die Quellgruppen 605 und 606 weisen im gleichen Zeitraum eine mittlere Schüttung von jeweils etwa 6,5 l/s auf. Beim Wehr von Quellgebiet 605 muss noch die nicht vom Wehr erfasste Quelle 605-2 hinzugerechnet werden, so dass dort ein Mittelwert von etwa 8 l/s (+ 25 %) anzusetzen ist. Alle 4 Quellbereiche zeigen im Zeitraum von einem Jahr (10-2019 bis 9-2020) eine mittlere Gesamtschüttung von etwa 30 l/s. Der Niederschlag betrug im gleichen Zeitraum $N = 1.364$ mm, was leicht über dem Mittelwert der vergangenen 14 Jahre liegt (= 1273 mm, s. Tab. 3-2).

Die Quellen zeigen alle sehr starke Schwankungen der Schüttungen im Jahresverlauf.

Tab. 6-1: Abfluss-Kenndaten der Quellen am Nordhang Mareiter Stein und des Wehres Pardaun

Bezeichnung	Höhe	HQ 2019/20	Mittlere Schüttung MQ 10/2019-9/2020	NQ 2019/20	Bemerkung
	m ü. NN	l/s	l/s	l/s	
Quelle 702	1670	79,7	12,87	1,6	
Quelle 606	1703	54,4	6,52	< 0,5	
Quelle 605	1685	27,9	6,47	1,8	
Quelle 701	1680	2,0	ca. 2	< 0,5	
Wehr Pardaun	1200	37,5	16,79	10,8	

Auf den Abb. 6-1 und Abb. 6-2 sind die Abflussganglinien im Zeitraum vom 9.4. – 22.6.2020 dargestellt, die die Abflussreaktion auf die ab etwa 20.4. einsetzende Schneeschmelze zeigt.

Auf den Abb. 6-3 und Abb. 6-4 sind die Abflussganglinien im Zeitraum vom 27.8. – 30.9.2020 dargestellt, als starke Sommerregen die Abflussverhältnisse beeinflusst haben.



Folgende Merkmale und Auffälligkeiten zeigen sich beim Vergleich der Quellen untereinander und im Vergleich zum Abfluss am Wehr Pardaun:

- Die Abfluss Reaktion auf Niederschläge erfolgt in den Quellen naturgemäß sehr schnell, etwa innerhalb eines Tages. Im Bergwerk tritt die Abflussreaktion auf stärkere Niederschläge etwas später ein, etwa nach 2-3 Tagen.
- Kleinere und mittlere Niederschläge im Sommer (etwa < 40 mm) führen im Bergwerk nicht zu einem deutlichen und zuordenbaren Abflussanstieg.
- Kleinere Niederschläge (< 10 mm) führen an den Quellen zu keiner oder nur einer sehr geringen Abflussreaktion.
- Der mittlere Abfluss an den Quellen nördlich vom Mareiter Stein ist mit etwa 30 l/s im Jahr fast doppelt so hoch wie der Abfluss im Bergwerk (16,8 l/s).
- Nach Regenereignissen und im Zuge der Schneeschmelze ist an den Quellen ein deutlich stärkerer Abflussanstieg zu beobachten als am Wehr Pardaun im Bergwerk.
- Bei Niedrigwasserabfluss-Verhältnissen, z.B. im Winter, ist die Quellschüttung in Summe niedriger, als der Abfluss im Bergwerk. Dabei ist aber zu beachten, dass durch Schnee und Eis die Messungen an den Quellen fehlerhaft sein können. Aber auch während eine Trockenphase, wie am 27.8.2020, ist der Quellabfluss mit insgesamt etwa 10 l/s geringer als der Abfluss im Bergwerk mit etwa 14 l/s (Abb. 6-1).

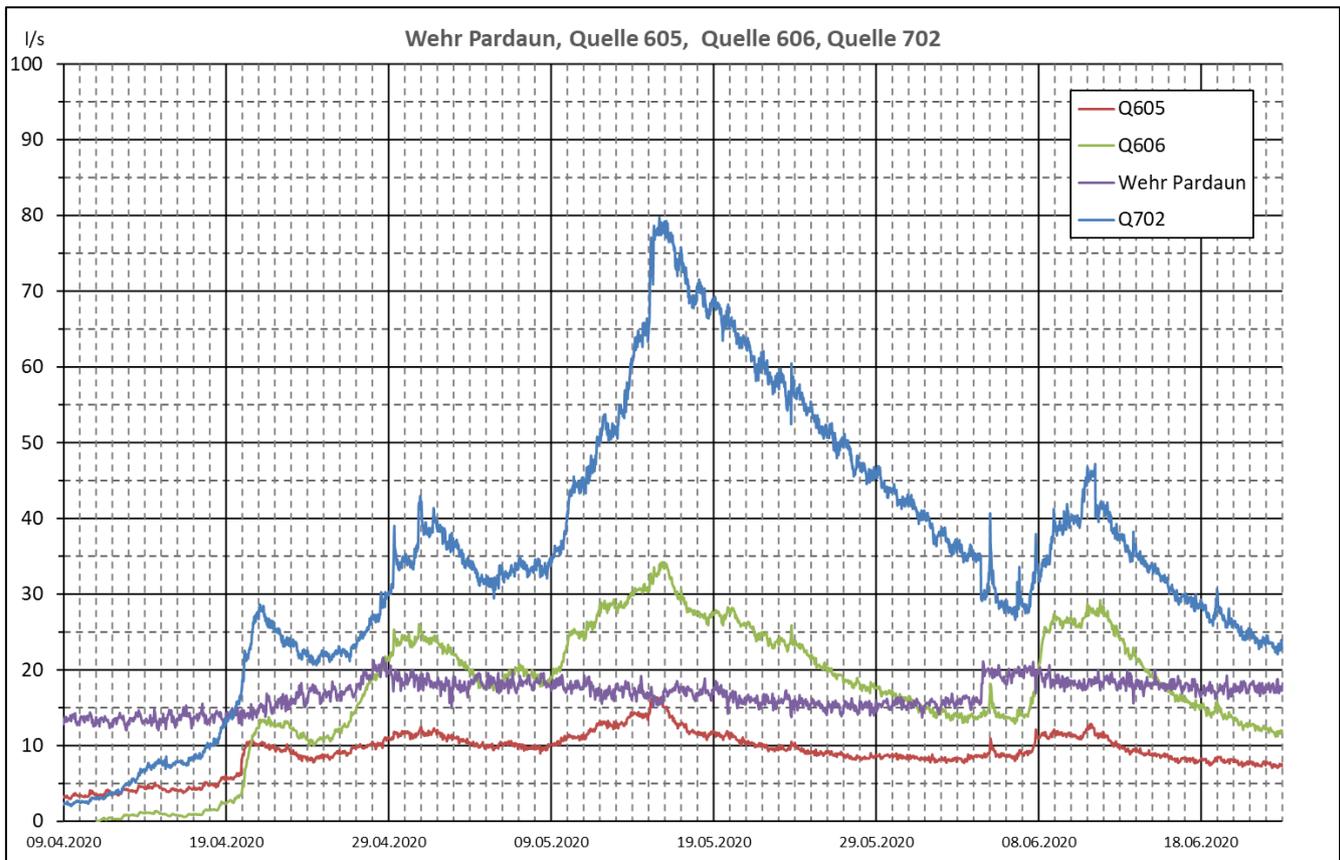


Abb. 6-1: Abflussganglinien der Quellen und des Wehres Pardaun im Zeitraum 9.4.2020 – 22.6.2020

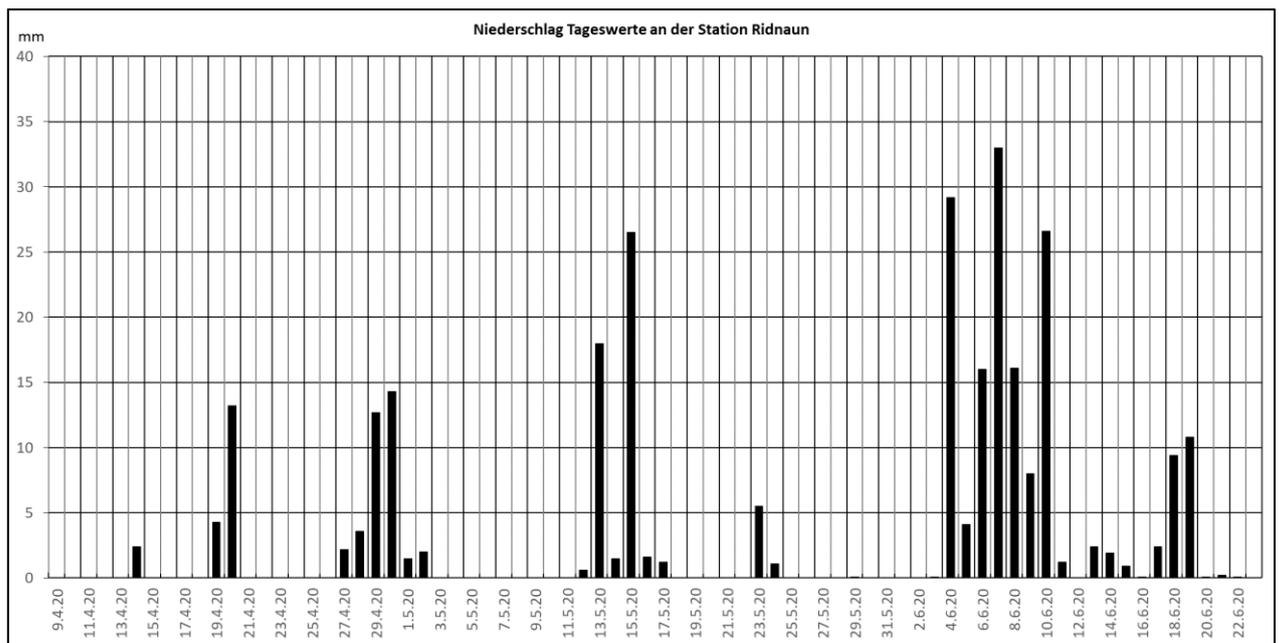


Abb. 6-2: Niederschlag-Tagessummen im Zeitraum 9.4.2020 – 22.6.2020

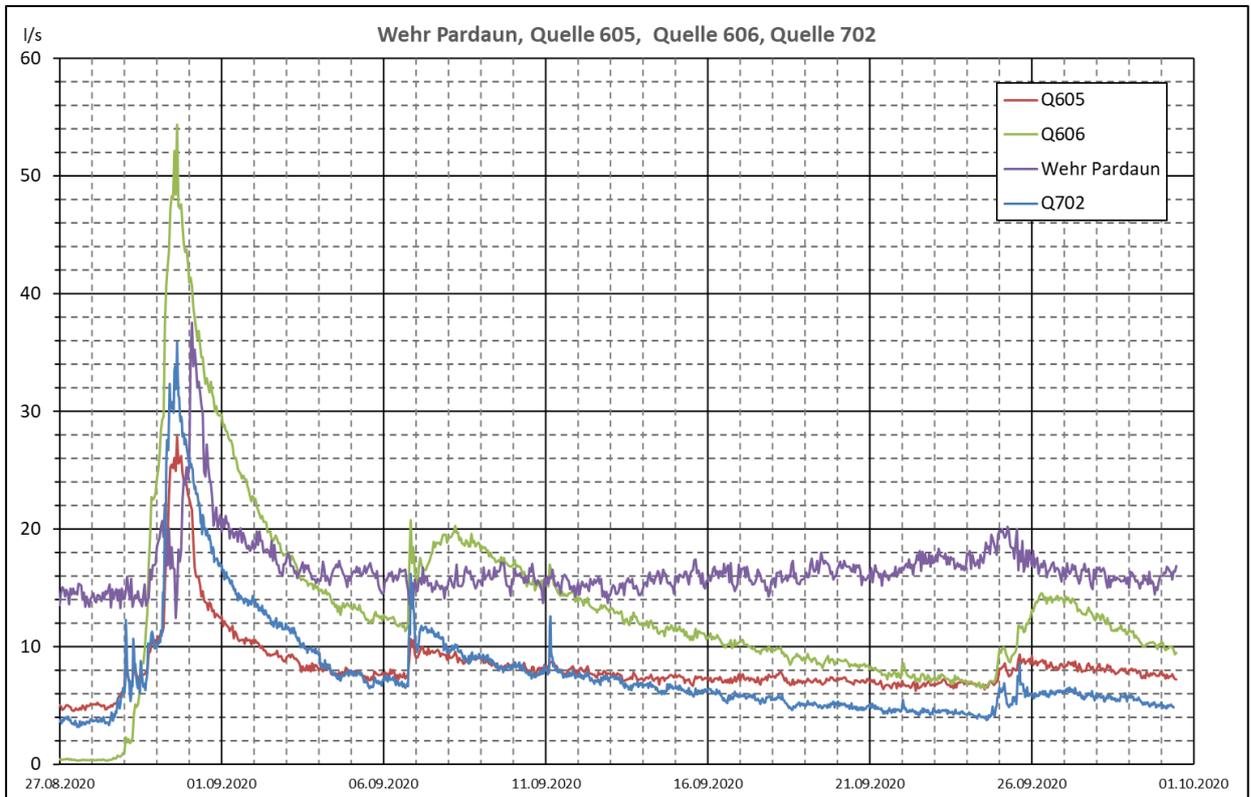


Abb. 6-3: Abflussganglinien der Quellen und des Wehres Pardaun nach Starkregenereignis im Zeitraum 27.8.2020 – 30.9.2020

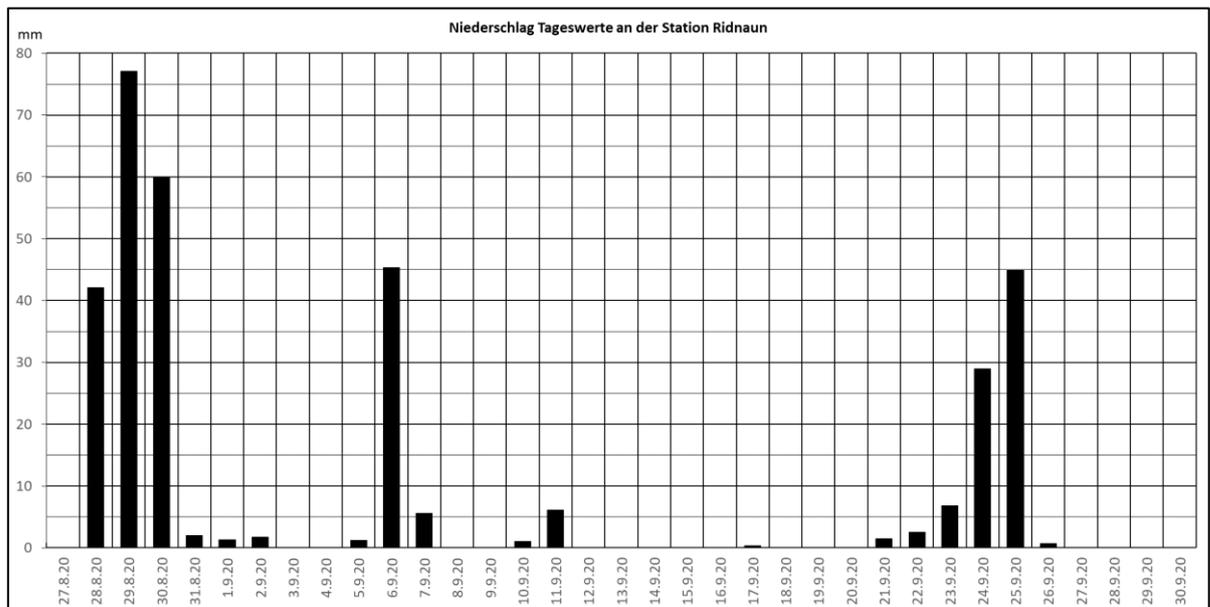


Abb. 6-4: Niederschlag-Tagessummen im Zeitraum 27.8.2020 – 30.9.2020

Die Abb. 6-5 zeigt die Ganglinien der Quellschüttungen und des Abflusses im Bergwerk und zusätzlich die Bergwasserstände in BL3 und BL4 im Zeitraum März 2020 bis September 2020, die Abb. 6-6 das gleiche im Zeitraum 27.8. – 30.9.2020. Auch die Bergwasserstände reagieren sehr schnell auf die Schneeschmelze oder auf starke Regenereignisse im Sommer. Die Abflussspitzen bei den Quellen und die Bergwasserstandspitzen sind nahezu deckungsgleich.

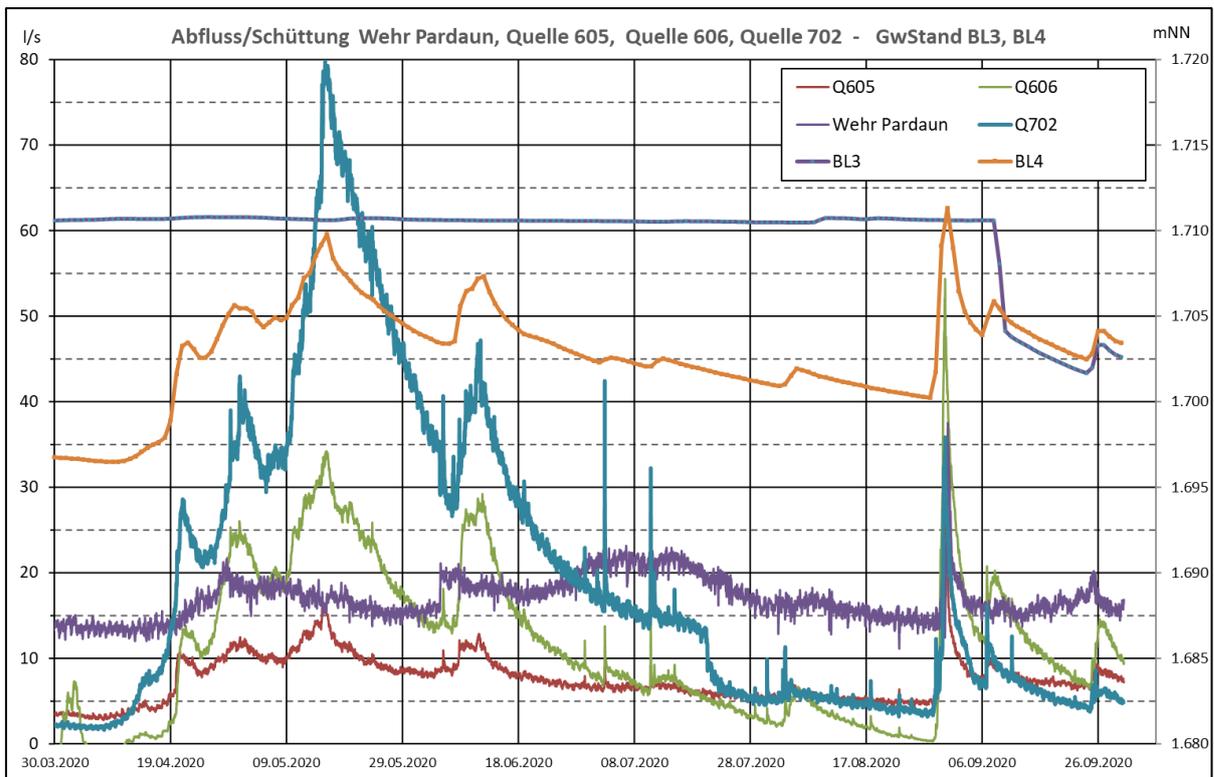


Abb. 6-5: Ganglinien Abfluss und Bergwasserstand im Zeitraum März bis September 2020

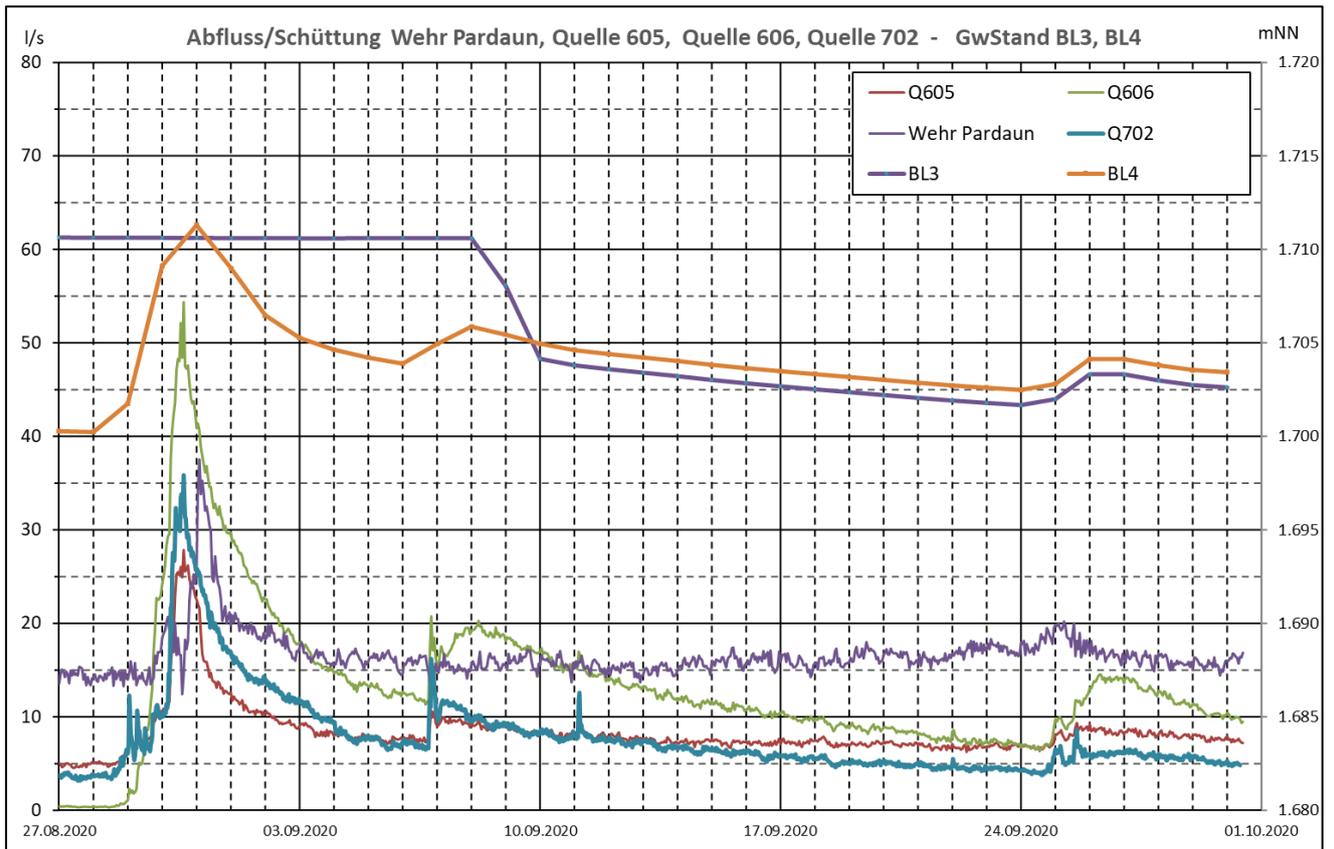


Abb. 6-6: Ganglinien Abfluss und Bergwasserstand im September 2020 nach Starkregeneignis Ende August



7 Bewertung der Auswirkungen der Wasserhaltung im Bergwerk auf die Quellen am Nordhang Mareiter Stein

Nachfolgend werden die Auswirkungen der Abbauerweiterung und der Wasserhaltung über den Stollen nach Pardaun auf die Wasservorkommen (Quellen) und die Wassernutzungen am Nordhang des Höhenzuges Mareiter Stein im Rahmen der laufenden Beweissicherung zusammenfassend bewertet.

Gemäß der Auflage Nr. 10 der Genehmigung wurden zur Überprüfung der Auswirkungen der Wasserhaltung über den Stollen nach Pardaun auf den Nordhang des Höhenzuges Mareiter Stein und die dortigen Wasservorkommen und Quellaustritte im Jahr 2018 und 2019 drei Messtationen mit Wehren an den Haupt-Quellen errichtet. Die Ergebnisse dieser Beweissicherungsmessungen wurden in Kap. 5.3 dargestellt.

Es konnten kontinuierliche Messreihen des Abflusses und der Quellschüttung, sowie der Temperatur zur Beweissicherung aufgezeichnet werden. Die Ganglinien der 3 Quellen (Quelle 605, Quelle 606 und Quelle 702) zeigen deutliche Reaktionen auf den Witterungsverlauf, insbesondere auf Niederschläge und Schneeschmelze im Frühjahr/Sommer.

Die Schüttungsschwankungen sind generell im Jahresverlauf sehr hoch. Die Niedrigwasserabflüsse der Quellen liegen bei $< 0,5$ l/s bis etwa 2 l/s. Die kurzzeitigen Maximalabflüsse erreichen in den Spitzen etwa 30 bis 80 l/s. Die 3 Quellbereiche zeigen in ihren Schüttungsverläufen Unterschiede bei den Abflussschwankungen und der Schüttungsdynamik, z.B. der Stärke des Abflussanstieges nach starken Niederschlägen. Generell laufen die Ganglinien aber in der Zeitachse mit den Abflussspitzen im Frühjahr/Sommer und nach Niederschlägen sowie den Niedrigwasserabflüssen vorrangig im Winter sehr gut parallel.

Der Bergwasserspiegel liegt im bestehenden Abbaubereich im Zeitraum 2018 bis 2020 etwa zwischen 1.720 m ü. NN im Westen und 1.690 m ü. NN im Osten, bei jahreszeitlichen Schwankungen von etwa 20 m und mit einem Gefälle nach Osten und nach Norden. Die Quellschüttungen in Summe sind mit etwa 30 l/s im Mittel etwa knapp doppelt so hoch wie der Bergwasserabfluss am Wehr in Pardaun.

Die Ganglinien der Quellschüttung und Abflüsse zeigen im Untersuchungszeitraum von 2018 bis 2020 keine Hinweise auf Beeinflussungen durch den Gesteinsabbau und die Wasserhaltung im Bergwerk.



8 Empfehlungen

Gemäß der Genehmigung (Nebenbestimmung Nr. 7) sind als Beweissicherung die Quellen 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611 in ein Kontrollprogramm aufzunehmen und deren Schüttung alle 3 Monate zu kontrollieren. Die Quellen 605 und 606 liegen unmittelbar nördlich der Schichtgrenze der Marmorverbreitung und werden auch durch Grundwasser aus dem Marmorzug gespeist. Sie liegen somit auch im potentiellen Einflussbereich des Bergwerks. Gleiches gilt für die Quelle 702 westlich und die Quelle 701 östlich davon. Die Schüttung der Quellbereiche 605, 606 und 702 wird bereits durch installierte Thomson-Wehre und eingebaute Drucksonden kontinuierlich gemessen. Die Quelle 701 wird ebenfalls in diesem Jahr 2021 mit einem Wehr und einem entsprechenden Messsystem ausgestattet werden. Diese 4 Quellbereiche decken den gesamten vom Marmorzug und dem Bergwerk beeinflussten Gewässerbereich und deren Einzugsgebiete nördlich vom Mareiter Stein ab (Anlage 1, Anlage 2).

Die übrigen Quellen 607, 608, 609, 610, 611 liegen dagegen weiter nördlich und deutlich tiefer als die oben genannten 4 Quellen. Die Einzugsgebiete dieser Quellen sind auf der Anlage 1 dargestellt, sie sind auf die Verbreitung des Glimmerschiefer-Schichten und der Hangschuttmassen außerhalb der Marmor-Verbreitung begrenzt und liegen somit sämtlich deutlich außerhalb des potentiellen hydrologischen Beeinflussungsgebietes des Grundwassers im Marmorzug, was sich auch am geringeren Lösungsinhalt, der geringeren Leitfähigkeit und dem geringeren Calcium-Gehalt (s. Tab. 5-5 und Tab. 5-6) des Quellwassers zeigt. Eine Beeinflussung durch das Grundwasser im Marmor und das Bergwerk ist daher für diese Quellen aus hydrologischer und geologischer Sicht nicht gegeben.

Wir empfehlen daher, die Quellen 607, 608, 609, 610, 611 zukünftig aus dem Kontroll- und Monitoringprogramm herauszunehmen und stattdessen, neben den Quellen 605 und 606, zusätzlich die beiden Quellen 701 und 702 in das Monitoring-Programm einzugliedern.

Dr. Johannes Pommerening

9 Literaturverzeichnis

- Bollrich, G. (2013): Technische Hydromechanik 1.-
- 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 (2017a): Gorgeler Quelle - Hydrogeologische Studie zur Ausweisung eines Trinkwasserschutzgebietes.-
- Köhler & Pommerening (2017b): Hydrogeologische Studie - Erweiterung des Untertageabbaues Cava Kristallina der Omya S.p.A. I-39049 Sterzing/Vipiteno (BZ).-
- 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.-
- Morgenschweis, G. (2011): Hydrometrie - Theorie und Praxis der Durchflussmessung in offenen Gerinnen.- 582 S.
- 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,)