

ROBERT KÖNIG AG

RECYCLING UND INERTSTOFFDEPONIE • KRIESSERN

Gemeinde Oberriet

Rehag

Abbau und Deponie Typ B nach VVEA

Bauprojekt

Baubewilligungsverfahren nach Art. 35ff PBG

Geotechnischer Bericht

Mitwirkung

Bauherr:

ROBERT KÖNIG AG

RECYCLING UND INERTSTOFFDEPONIE • KRIESSERN

Robert König AG
Kirchdorfstrasse 21
CH-9451 Kriessern

T. 079 300 19 61
peter.dietsche@dietsche.ch



BPU Kasper
Mättelstrasse 16
3122 Kehrsatz

T. 079 434 14 39
kasper.heinz@outlook.com



IMPERGEOLOGIE AG
Geologie und Umweltfragen

Impergeologie AG
Untergasse 19
8888 Heiligkreuz / Mels

T. 081 723 59 13
info@impergeologie.ch

büro widmer

Beratende Ingenieure für Verkehr, Umwelt, GIS

Büro Widmer AG
Bahnhofplatz 76
8500 Frauenfeld

T. 052 722 16 84
mail@buero-widmer.ch



Wälli AG Ingenieure
Auerstrasse 23
9435 Heerbrugg

T. 058 100 90 02
heerbrugg@waelli.ch

Beilage 15

Projekt Nr.: 3102-1276
Format: A4

Gezeichnet:	Erstellt: 30.04.2024
-------------	----------------------

Kontrolliert:	Geändert: -
---------------	-------------



IMPERGEOLOGIE AG
Geologie und Umweltfragen

Untergasse 19
8888 Heiligkreuz/Mels
Schellenbergstrasse 14
7304 Maienfeld

Telefon 081 723 59 13
Telefax 081 723 59 16
info@impergeologie.ch
www.impergeologie.ch

MITWIRKUNG

Beilage 15: Geotechnischer Bericht

**Geologische und hydrogeologische Untersuchungen
für die projektierte Deponie Rehag (Gemeinde Oberriet)**



Robert König AG
Unterkobel
CH-9463 Oberriet

Bericht Nr. 432.11A
mit 6 Beilagen
30. April 2024



Inhalt

1	Allgemeines	4
1.1	Verwendete Grundlagen	4
1.2	Bauvorhaben	5
1.3	Durchgeführte Untersuchungen	6
2	Grundlagen	7
2.1	Topographie	7
2.2	Geschichte	10
3	Geologie	12
3.1	Bestehende Grundlagen	13
3.1.1	Felsformationen	13
3.1.2	Tektonik	13
3.1.3	Lockergesteine	13
3.2	Geologische Zusatzuntersuchungen	14
3.2.1	Felsoberfläche	14
3.2.2	Lockergesteinsaufbau	14
3.3	Wissenslücken	15
4	Hydrogeologie	16
4.1	Bestehende Grundlagen	16
4.1.1	Gewässerschutz	16
4.1.2	Oberflächengewässer	16
4.1.3	Grundwasser	17
4.2	Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen	18
4.2.1	Wasserstandmessungen im Aubach	18
4.2.2	Wasserspiegelmessungen	18
4.2.3	Ermittlung des Grundwasserhochstands	19
4.2.4	Folgerungen	20
4.3	Wissenslücken	20



5	Naturgefahren	21
5.1	Bestehende Grundlagen	21
5.2	Empfohlene Massnahmen	22
5.2.1	Vor Baustart	22
5.2.2	Betrieb	22
5.2.3	Endzustand	22
6	Alllasten	23
7	Baugrundmodell	25
7.1	Abgrenzung der Lithologien	25
7.1.1	Gehängeschutt	25
7.1.2	Moräne	25
7.1.3	Moräne (verdichtet)	25
7.2	Baugrundkennwerte	26
8	Empfehlungen für die Projektierung	27
8.1	Aushub	27
8.1.1	Aushubmethode	27
8.1.2	Verwendung des Aushubmaterials	27
8.1.3	Foundation	27
8.1.4	Böschungen	27
8.1.5	Setzungen	28
8.2	Grund- und Sickerwasser	29
8.2.1	Wasserhaltung	29
8.2.2	Abdichtung	29
8.3	Entwässerung	30
8.3.1	Situation heute	30
8.3.2	Bauphase	30
8.3.3	Endzustand	31
9	Überwachungskonzept	32
10	Fazit	34



Beilagen

Beilage 1.1: Situation im Massstab 1:20'000

Beilage 1.2: Situation mit den Sondierungen für die Deponie Rehag in der Gemeinde Oberriet mit Höhenlinienplan im Massstab 1:1'000

Beilage 2.1: Baggerschlitz BS 1 im Massstab 1:25

Beilage 2.2: Baggerschlitz BS 2 im Massstab 1:25

Beilage 2.3: Baggerschlitz BS 3 im Massstab 1:25

Beilage 2.4: Baggerschlitz BS 4 im Massstab 1:25

Beilage 2.5: Baggerschlitz BS 5 im Massstab 1:25

Beilage 3.1: Bohrprofil Sondierbohrung KB1 (Nord) im Massstab 1:50

Beilage 3.2: Bohrprofil Sondierbohrung KB2 (Süd) im Massstab 1:50

Beilage 4.1: West-Ost-Profil 1 im Massstab 1:500

Beilage 4.2: West-Ost-Profil 2 im Massstab 1:500

Beilage 5: Wasserspiegelmessungen

Beilage 6.1: Grundwasserspiegelmessungen vom 01. Oktober 2020 bis am 30. September 2021

Beilage 6.2: Grundwasserspiegelmessungen vom 01. Oktober 2021 bis am 30. September 2022

Beilage 6.3: Grundwasserspiegelmessungen vom 01. Oktober 2022 bis am 30. September 2023

1 Allgemeines

In den dreissiger und vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts wurden am Westabhang des Blattenbergs Kieselkalke und später auch Gehängeschutt abgebaut. In diesem Bereich wird der Abbau weiterer Lockergesteine sowie eine Deponie mit Material Typ B (gemäss VVEA) geplant.

Im Herbst 2019 beauftragte P. Dietsche der Robert König AG, Oberriet, die IMPERGELOGIE AG, Heiligkreuz/Mels, mit der Erarbeitung der hydrogeologischen und geotechnischen Grundlagen im Rahmen der Eignungsprüfung für den Deponiestandort Rehag in der Gemeinde Oberriet.

Am 12. März 2020 wurden mit einem Schreitbagger 5 Baggerschlitzsondierungen vorgenommen (inkl. Versetzen von 2 Piezometer) und vom 06. bis am 09. April 2020 zwei Rotationskernbohrungen (inkl. Piezometerausbau) ausgeführt, die in diesem Bericht ausgewertet werden.

Seit August 2020 werden die Grundwasserspiegelschwankungen in den Bohrungen mittels Datenloggern gemessen und aufgezeichnet sowie ergänzend dazu Abstichmessungen im Aubach und in den Baggerschlitz-Piezometern ausgeführt.

Mit der Planung der Deponie wurde H. Kasper der BPU Kasper, Kehrsatz, beauftragt.

1.1 Verwendete Grundlagen

- [1] BAUDEPARTEMENT KANTON ST.GALLEN (2023): Grundwasserkarte. www.geoportal.ch.
- [2] BAUDEPARTEMENT KANTON ST.GALLEN (2023): Gewässerschutzkarte. www.geoportal.ch.
- [3] BAUDEPARTEMENT KANTON ST.GALLEN (2023): Karte Oberflächengewässer. www.geoportal.ch.
- [4] BAUDEPARTEMENT KANTON ST.GALLEN (2023): Kataster der belasteten Standorte. www.geoportal.ch.
- [5] BAUDEPARTEMENT KANTON ST.GALLEN (2023): Prüfgebiet Bodenverschiebung. www.geoportal.ch.
- [6] BRUNNER LANDSCHAFTSARCHITEKTEN GMBH (2016): Eignungsprüfung Deponiestandort Rehag, Oberriet: Reliefendgestaltung Endgestaltung und Schnitte im Massstab 1:1000. Grobentwurf vom 06. Oktober 2016.
- [7] BÜRO FÜR GEOLOGIE & UMWELTFRAGEN D. IMPER (2005): Gefahrenbeurteilung und Sanierung alter Steinbruch Oberriet (Gemeinde Oberriet SG). Bericht-Nr. 102.12 vom 07. Oktober 2005.

- [8] DR. M. KOBEL + PARTNER AG (2003): Rutschung Blattenberg-Westhang. Geologisch-geotechnischer Bericht Nr. 4960-1 vom 11. Juni 2003.
- [9] SWISSTOPO (1932 bis 2020): Topographische Karten und Luftbilder.
- [10] SWISSTOPO (1982): Geologischer Atlas der Schweiz. Blatt Nr. 1115 Säntis.

1.2 Bauvorhaben

Der geplante Deponiestandort Rehag erstreckt sich über die Parzellen 630, 631 und 5018 der Gemeinde Oberriet. Gemäss den Plangrundlagen, die uns P. Dietsche der Robert König AG, Kriessern, zur Verfügung stellte [6], soll die geplante Deponie mit einer Länge von 150 bis 230 Meter und einer Breite von rund 60 Meter (Horizontaldistanz), resp. 75 Meter (Schrägdistanz bei einer Neigung von 30 bis 35°, resp. einer Höhendifferenz von 40 Meter) erstellt werden. Nach den Plangrundlagen sind Böschungswinkel von 2:3 bis 1:1 vorgesehen.

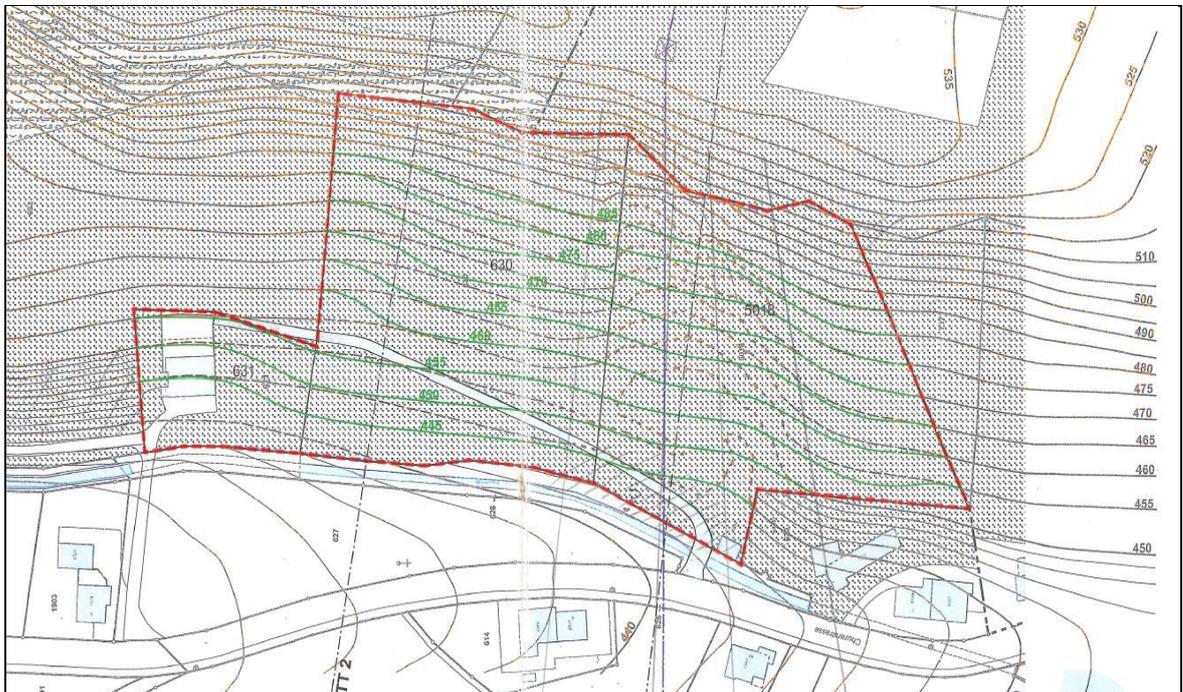


Abb. 01: Situation mit dem Deponieperimeter auf den Parzellen 630, 631 und 5018 der Gemeinde Oberriet.

1.3 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Sondierung der Untergrundverhältnisse wurden am 12. März 2020 mit einem Schreitbagger der Dietsche Strassenbau AG, Kriessern, fünf 0.7 bis 3.6 Meter tiefe Baggerschlitzte ausgehoben (Beilagen 2.1 bis 2.5).

Ergänzend dazu wurden vom 06. bis am 09. April 2020 durch die Geocontrol AG, Rumlikon, die beiden Rotationskernbohrungen SB1 und SB2 bis 21, resp. 30.5 Meter unter die Terrainoberfläche (420.15 und 423.0 m ü. M.) abgeteuft (Beilagen 3.1 und 3.2).

Seit August 2020 werden die Grundwasserspiegelschwankungen in den beiden Piezometern mittels Datenloggern gemessen und aufgezeichnet. Ergänzend dazu wurden regelmässig im Aubach und in den Baggerschlitz-Piezometern Abstichmessungen ausgeführt.

2 Grundlagen

2.1 Topographie

Der alte Steinbruch Oberriet befindet sich am Westabhang des Blattenbergs, der sich – in den nicht durch den Gesteinsabbau beeinflussten Bereichen – von ca. 440 m ü. M. im Bereich der Churerstrasse bis über 540 m ü. M. erstreckt (Abb. 1 bis 5). Unter der knapp 50 Meter hohen Felswand folgt unterhalb ca. 490 m ü. M. die Gehängeschutthalde.



Abb. 02: Blick von Westen auf die geplante Deponie Rehag mit den Profilsuren 1 und 2 (Bilder vom 22. April 2005).

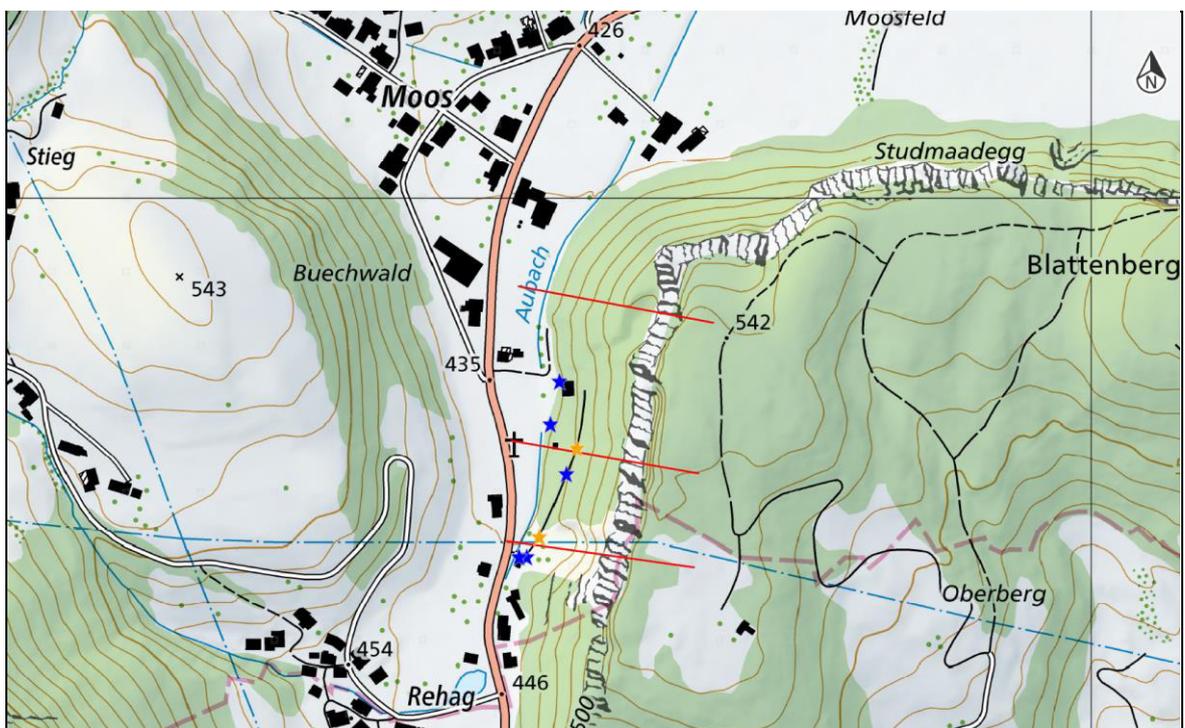


Abb. 03: Situation mit den Standorten der Baggersondierungen (blau) und der Sondierbohrungen (orange) sowie den 3 Profilsuren der Abb. 4 bis 6 (rot).
Quelle: www.swisstopo.ch.

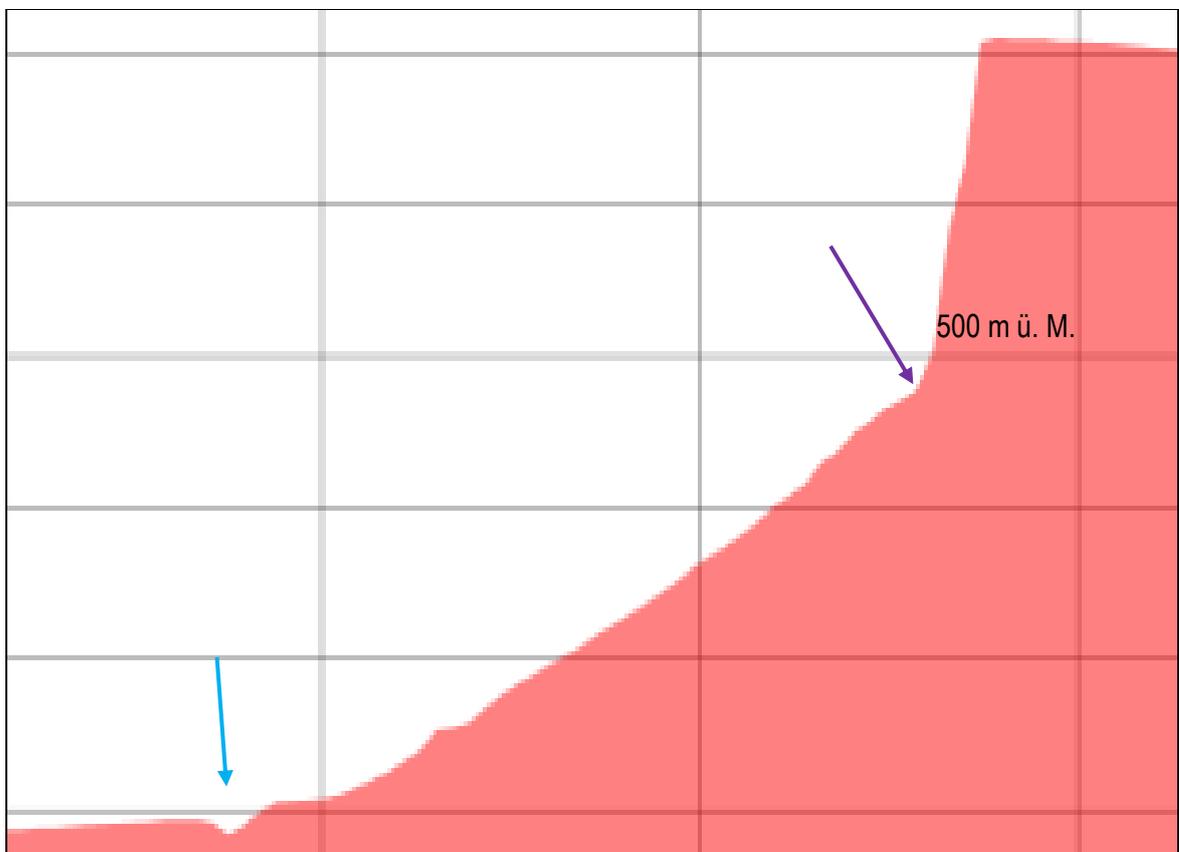
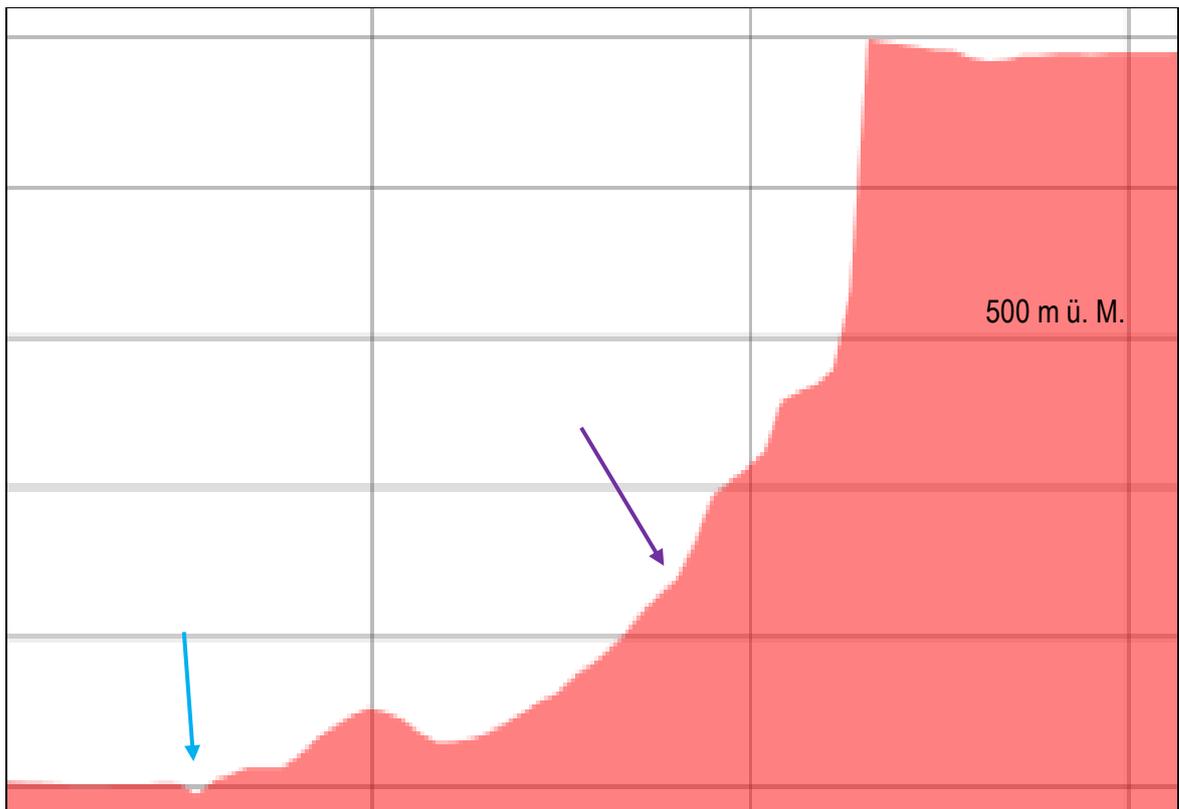


Abb. 04 und 05: Profilschnitte Süd (oben, vgl. Beilage 4.1) und Mitte (vgl. Beilage 4.2) im Massstab 1:500 mit dem Einschnitt des Aubachs (blaue Pfeile) und dem untersten Bereich der Felsaufschlüsse (violette Pfeile).

Quelle Profilspur: www.swisstopo.ch.

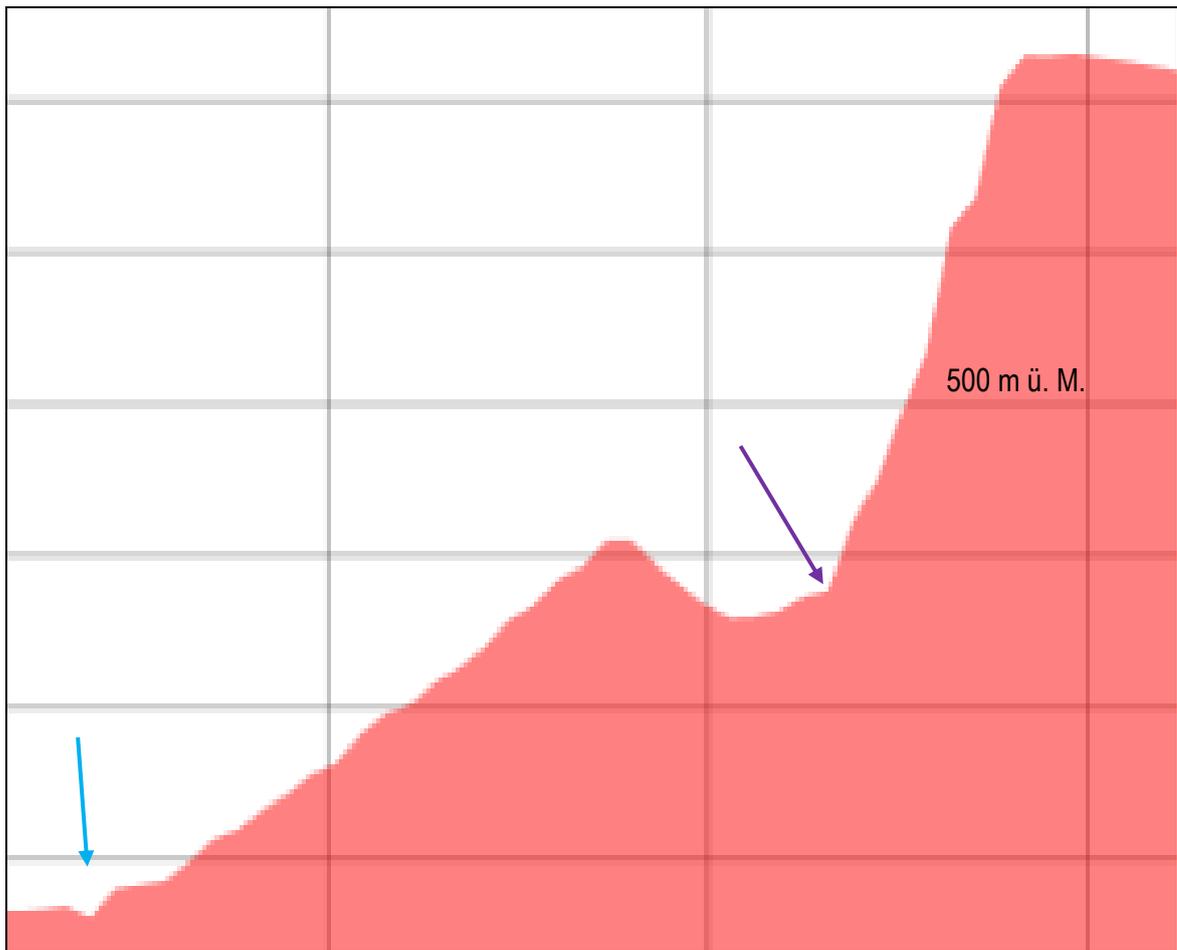


Abb. 06: Profilschnitt Nord im Massstab 1:500 mit dem Einschnitt des Aubachs (blauer Pfeil) und dem untersten Bereich der Felsaufschlüsse (violetter Pfeil).
Quelle Profilsur: www.swisstopo.ch.

Die Felswände fallen im Bereich der Schratzenkalke (oberhalb ca. 495 m ü. M. in den Profilen Süd und Mitte auf Abb. 4 und 5 sowie oberhalb ca. 525 m ü. M. im Profil Nord auf Abb. 6) sehr steil (meist > 80° steil) und darunter in den Drusbergmergeln und in den Kieselkalken durchschnittlich mit ca. 60° nach Westen ein.

Die bewaldeten, stabilen Gehängeschutthalden haben eine durchschnittliche Neigung von 35 bis 38 Grad, was einem Böschungswinkel von ca. 2:3 entspricht (Abb. 5, Beilage 4.2).

Im Bereich des ehemaligen Gesteinsabbaus beträgt die durchschnittliche Neigung der Lockergesteinsoberfläche stellenweise 50 Grad und ist somit steiler als 1:1 abgebösch (Abb. 4, Beilage 4.1).

2.2 Geschichte



Abb. 07: Orthophoto aus dem Jahr 1946.

Quelle: www.swisstopo.ch.

Auf den historischen Karten [9] sind zwischen 1933 und 1952 (Abb. 9 und 10) sowie auf dem Luftbild aus dem Jahr 1946 (Abb. 07) deutliche Spuren des Gesteinsabbaus erkennbar, und zwar am Nordwestsporn des Blattenbergs und südöstlich der Lokalität Stampf. Auf der Karte aus dem Jahr 1932 (Abb. 8) sind noch keine derartigen Hinweise erkennbar, während auf der Karte aus dem Jahr 1953 (Abb. 11) die Abbaubereiche bereits wieder verfüllt sind.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwischen einer Tätigkeit und deren Spurenerkennung auf einer Landeskarte mehrere Jahre vergehen können.

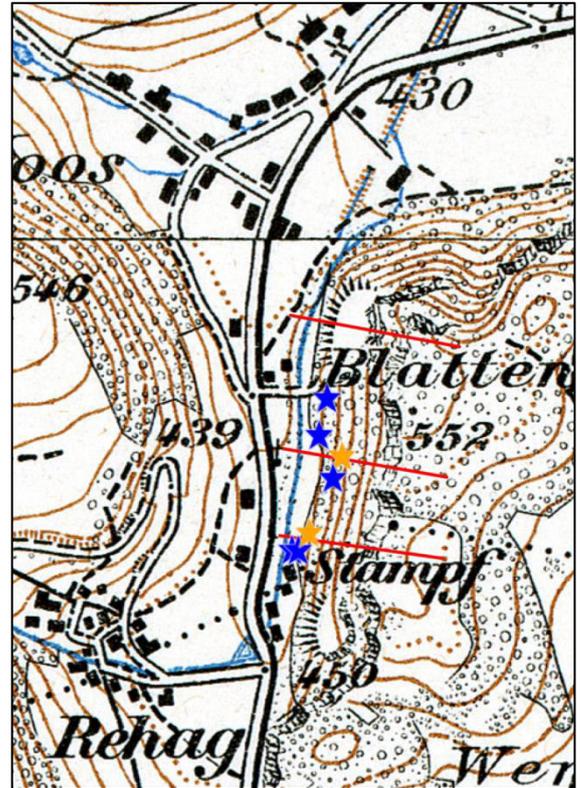
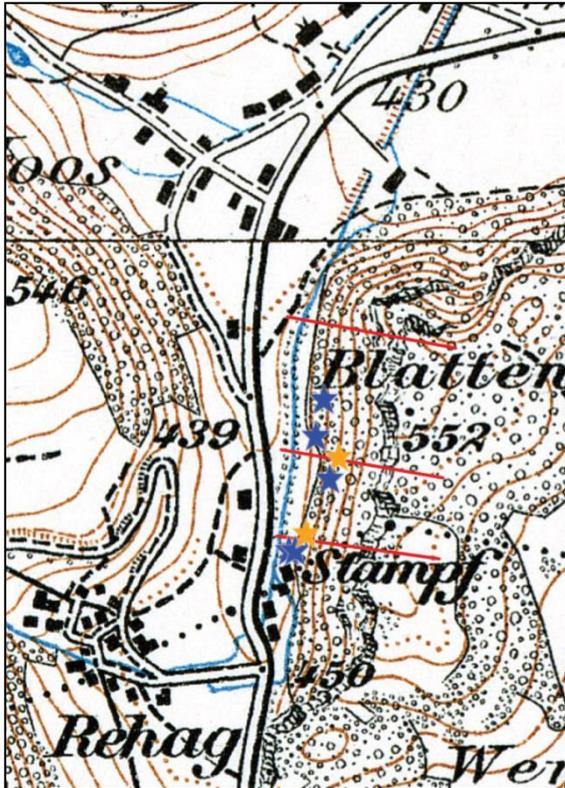


Abb. 08 und 09: Topographische Karten 1932 und 1933 mit den Standorten der Baggersondierungen (blau) und der Sondierbohrungen (orange) sowie den 3 Profilsuren der Abb. 4 bis 6 (rot). Quelle: www.swisstopo.ch.

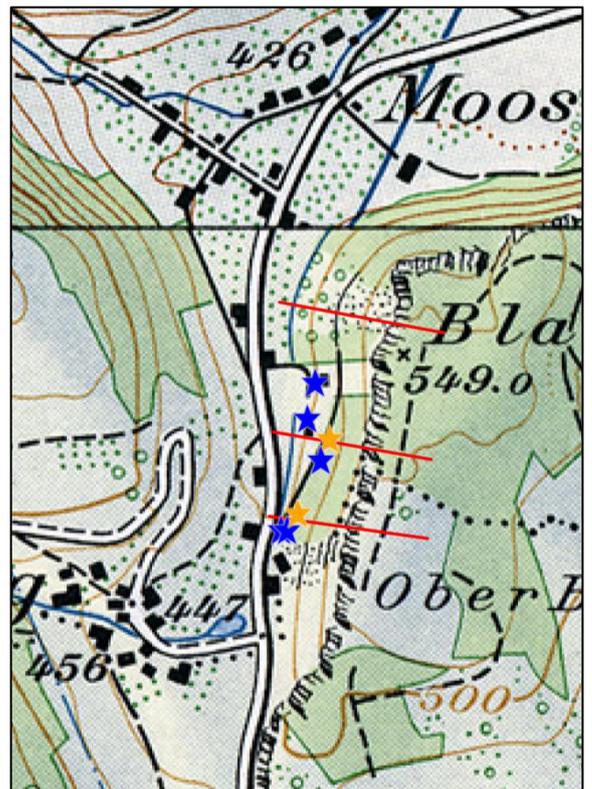
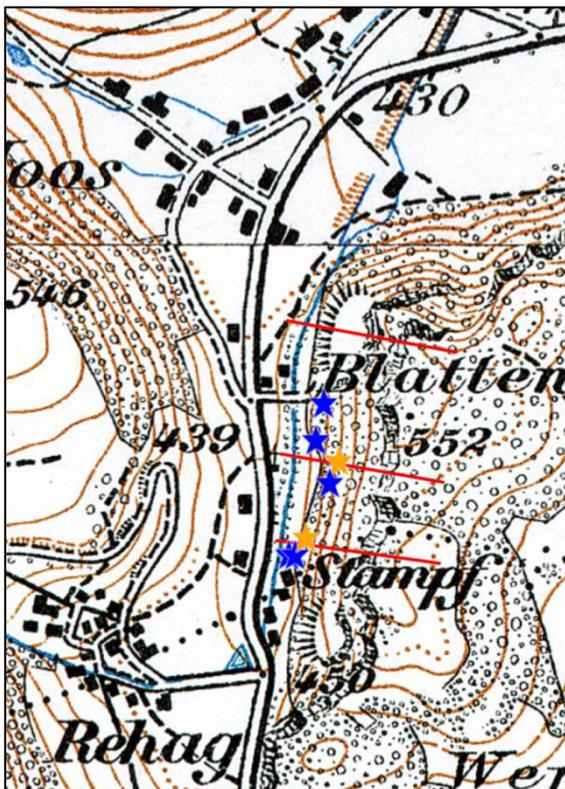


Abb. 10 und 11: Topographische Karten 1952 und 1953 mit den Standorten der Baggersondierungen (blau) und der Sondierbohrungen (orange) sowie den 3 Profilsuren der Abb. 4 bis 6 (rot). Quelle: www.swisstopo.ch.

3 Geologie

Die Ausführungen über die Beschaffenheit des Untergrunds basieren auf der allgemeinen Analyse der Geländemorphologie, den Baggerschlitzzondierungen vom 12. März 2020, den Sondierbohrungen vom 06. bis 09. April 2020 sowie der Auswertung der geologischen Literatur und unserer Archivunterlagen.

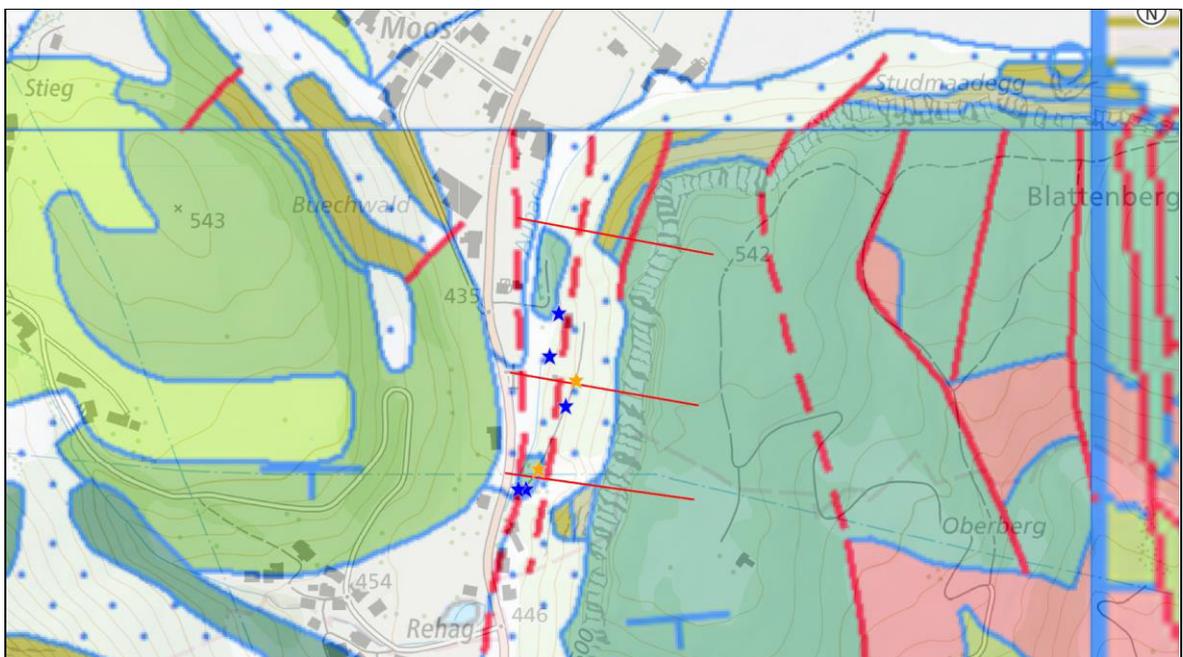


Abb. 12 und 13: Geologische Karte (oben) [10] und Geocover-Karte mit den Standorten der Baggersondierungen (blau) und der Sondierbohrungen (orange) sowie den 3 Profilsuren der Abb. 4 bis 6 (rot). Legende: grün: Betlis-Formation, olivgrün: Helvetischer Kieselkalk, beige/graue: Tierwis-Formation, dunkelgrün: Schratenkalk-Formation, rosa: Garschella-Formation, hellgrün: Seewen-Formation, blass-hellgrün: Moräne, weiss mit blauen Punkten: Hangschutt, weiss: Bachschutt, rote dicke Linien: Brüche (Verlauf erkennbar), rote dicke Linien gestrichelt: Brüche (Verlauf vermutet).
Quelle: www.swisstopo.ch.



3.1 Bestehende Grundlagen

3.1.1 Felsformationen

Die hellgrau anwitternden Felswände am Westabhang des Blattenbergs bestehen aus den bis 200 Meter mächtigen Schrattekalken. Diese grobspätigen und massigen Kalke sind meist im Dekameterbereich gebankt und fallen mit 30 bis 40 Grad nach Süden ein. Stellenweise fällt eine mergelige Partie auf, die sogenannten «Orbitolinenschichten», welche die oberen von den unteren Schrattekalken trennen. Störungen und Bruchzonen innerhalb der Schrattekalk-Formation sind oft nur schwierig erkennbar.

Unter der Schrattekalk-Formation folgen bis 20 Meter mächtige, stellenweise tektonisch ausgequetschte oder angehäufte Mergel der Tierwis-Formation (Drusberg-Schichten) sowie bis mehr als 50 Meter mächtigere Kieselkalke des Helvetischen Kieselkalks. Die Drusbergmergel wittern zurück, so dass oft grasbewachsene Terrassen entstanden. Stellenweise - auch über dem alten Steinbruch Oberriet - können am Fuss der Schrattekalkwände Überhänge beobachtet werden, die als Folge der Rückwitterung der Drusbergmergel entstanden.

Die harten, dunkelbraun anwitternden, bergfrisch fast schwarzen Kieselkalke sind meist im Dezimeterbereich gebankt und stark zerklüftet.

3.1.2 Tektonik

Das Gebiet Rehag-Hirschsprung mit dem alten Steinbruch Oberriet wurde tektonisch stark beansprucht, was einerseits zu Bruchzonen mit grösseren Verschiebungsbeträgen (dicke rote Linien auf den Abb. 12 und 13) sowie zu einer starken Zerklüftung der Gesteine, vor allem der Kieselkalke und stellenweise auch der Schrattekalke führte.

Auf Grund der geologischen Aufnahmen dürfte eine grössere, steil stehende Bruchzone entlang der Felswand verlaufen und die Schrattekalke auf der Ostseite von den Drusbergmergeln und Kieselkalken auf der Westseite der Bruchlinie trennen. Wegen der schlechten Aufschlussverhältnisse ist der Verlauf weiterer Bruchlinien schwierig festzulegen, weshalb dies auf den geologischen Karten (Abb. 12 und 13) als gestrichelte Linien (=vermuteter Verlauf) dargestellt ist.

3.1.3 Lockergesteine

Am Fuss der ca. 50 Meter hohen Felswände im Norden und Westen des Blattenbergs entstanden Gehängeschutthalden (weisse Flächen mit blauen Punkten auf Abb. 13), die vorwiegend aus Schrattekalken sowie vor allem im nördlichsten Bereich untergeordnet auch aus Drusbergmergel- und Kieselkalkkrümmern bestehen.

In der Talebene entstanden zudem Schwemmlagerungen des Aubachs (weisse Flächen ohne blaue Punkte auf Abb. 13).



3.2 Geologische Zusatzuntersuchungen

Auf Grund der schlechten Aufschlussverhältnisse unterhalb von ca. 460 m ü. M. im Bereich des ehemaligen Abbaus im Profil Süd (Abb. 4) und unterhalb ca. 495 m ü. M. im übrigen Bereich sowie zur Abklärung des Felsoberflächenverlaufs sowie des Lockergesteinsaufbaus wurden am 12. März 2020 5 Baggersondierungen (Beilagen 1 und 2.1 bis 2.5) sowie im April 2020 2 Sondierbohrungen (Beilagen 1, 3.1 und 3.2) ausgeführt.

3.2.1 Felsoberfläche

In den Baggerschlitzzondierungen BS1, BS3 und BS5 sowie in den beiden Sondierbohrungen wurde die Felsoberfläche bis zu den jeweiligen Endtiefen von 2.0, 3.6 und 2.9 Meter, resp. 21.5 und 30.5 Meter (ca. 420.2, respektive 423 m ü. M.) nicht erreicht. Die Felsoberfläche wurde nur in den Baggerschlitzen BS2 und BS4 erreicht.

Die beiden Baggersondierungen BS2 und BS4 mussten abgebrochen werden, weil die Baggerschaufel in 2.8 und 0.5 Meter Tiefe grossflächig auf Kalkoberflächen stiess, wobei es sich entweder um die Felsoberfläche oder um sehr grosse Blöcke handelt.

Auf Grund der Sondierungen wird davon ausgegangen, dass die Felsoberfläche im Bereich der Kieselkalke durchschnittlich mit ca. 60° nach Westen einfällt. Falls es sich bei den grösseren Kalkaufschlüssen südlich der Baggersondierungen BS4 und BS5 sowie südlich von BS2 um Felsaufschlüsse handelt, muss in diesem Bereich mit einer Felsrippe gerechnet werden, die bis ca. 440 m ü. M. reicht.

3.2.2 Lockergesteinsaufbau

Die ungestörten Hänge am Fuss der Felswände bestehen an der Oberfläche aus Gehängeschutt, der im Baggerschlitzz BS3 in einer Tiefe von 0.2 bis 3.6 Meter sowie in den beiden Rotationskernbohrungen KB1 und KB2 bis in 18 (432.65 m ü. M.), resp. 11 Meter (433.0 m ü. M.) Tiefe angetroffen wurden.

Der Gehängeschutt besteht vor allem aus grauen bis grau-braunen, selten grau-beigen, locker gelagerten, meist korngestützten, fast sauberen bis mässig siltigen Kiessandlagen mit wenig bis mässig Steinen und Blöcken (bis mehrere Meter Durchmesser). Die Komponenten bestehen vorwiegend aus hellgrau anwitternden grauen, massigen Schrattenkalken, auf denen vor allem in den obersten Metern ein weisslichen Verwitterungslehm haftet.

Unter dem Gehängeschutt folgen in den Baggerschlitzen BS2 und BS5 in Tiefen von 2 bis 2.8 Meter, resp. 0.8 bis 2.9 Meter sowie in den beiden Sondierbohrungen 8.3 bis 9.2 Meter mächtige (zwischen 424.4 und 432.7 m ü. M. in der KB1 sowie zwischen 423.8 und 433 m ü. M. in der KB2), wenig bis mässig verdichtete Moränenablagerungen, die im oberen Teil hauptsächlich aus grauen, grau-braunen, braunen, braun-dunkelbeigen, meist matrix-, selten korngestützten, fast sauberen bis leicht bis mässig tonigen, leicht bis stark siltigen Kiessanden mit vereinzelt bis mässig Steinen und Blöcken (bis ca. 2 Meter Durchmesser) bestehen. Untergeordnet sind in den oberen Moränenablagerungen gering mächtige, grau-braune, matrixgestützte, leicht bis mässig siltige Sandlagen mit wenig bis mässig Kies und vereinzelt Steinen eingeschaltet.

Unterhalb von 424.4 m ü. M. (KB1), resp. 423.8 m ü. M. (KB2) folgen den Sondierbohrungen bis zu deren jeweiligen Endtiefen mindestens 3.25, resp. 0.8 Meter mächtige stark verdichtete Moränenablagerungen, die aus grauen bis grau-braunen, matrixgestützten, leicht bis mässig tonigen, mässig bis stark siltigen Kiessanden bestehen und stellenweise vereinzelte bis wenig Steine und Blöcke sowie braun-graue bis braune, matrixgestützte, mässig bis stark tonige, stark siltige Feinsandlagen mit wenig Kies enthalten.

In den Baggerschlitzten BS1 (0 bis 2 Meter), BS2 (0.4 bis 2 Meter), BS4 (0.2 bis 0.5 Meter) und BS5 (0 bis 0.8 Meter) wurden heterogen aufgebaute Auffüllungen angetroffen, die aus der Zeit des Gesteinsabbaus stammen dürften. Im Bereich der Baggerschlitzte BS1 und BS5 besteht der oberste Bereich aus grauem Kiessand/Splitt, der auf beige-grauem, leicht siltig/tonigem Kies mit mässig bis viel Sand mit vielen bis sehr vielen Steinen und Blöcken, resp. dunkelbeigen bis hellgrauen, stark siltigen Kiessanden mit mässig Steinen und Blöcken liegt.

In den Baggerschlitzten BS2 und BS4 besteht die Auffüllung aus braun-grauem, leicht siltig/tonigem Kiessand mit vielen bis sehr vielen Steinen und Blöcken und einem Blockhorizont in 1 bis 1.4 Meter Tiefe, resp. aus dunkelbeigen bis grauen, leicht bis mässig siltigen Kiessanden mit mässig Steinen. In diesen beiden Baggerschlitzten enthielt die Auffüllung zudem vereinzelte Ziegelreste.

Der aus stark durchwurzeltem, dunkelbraunem, stark humosem, leicht bis mässig siltig/tonigem Kiessand bestehende Bodenhorizont wurde nur in den Baggerschlitzten BS2 bis BS4 angetroffen und hatte eine Mächtigkeit von 0.2 (BS4) bis 0.4 Meter (BS2).

3.3 Wissenslücken

Die grössten Unsicherheiten betreffen den genauen Felsoberflächenverlauf, der grossen Einfluss auf das Volumen der projektierten Deponie Rehag hat.

4 Hydrogeologie

4.1 Bestehende Grundlagen

4.1.1 Gewässerschutz

Gemäss der kantonalen Gewässerschutzkarte (Abb. 15, [2]) liegt das Gebiet des geplanten Deponiestandorts Rehag weder in einer provisorischen oder rechtskräftigen Grundwasserschutzzone noch in einem provisorischen oder rechtskräftigen Grundwasserschutzareal.

Der geplante Deponiestandort Rehag liegt im Gewässerschutzbereich üB (übriger Bereich).

4.1.2 Oberflächengewässer

Grundsätzlich versickert in Gehängeschutthalden der grösste Teil des Niederschlagswassers schnell, so dass im Projektperimeter keine Gerinne vorhanden sind.

Zwischen der Churerstrasse und der Strasse im Rehag (private Waldstrasse) fliesst der Aubach in einem 1.5 bis 2 Meter tiefen und rund 2 Meter breiten künstlichen Gerinne aus Blocksteinen nach Norden.

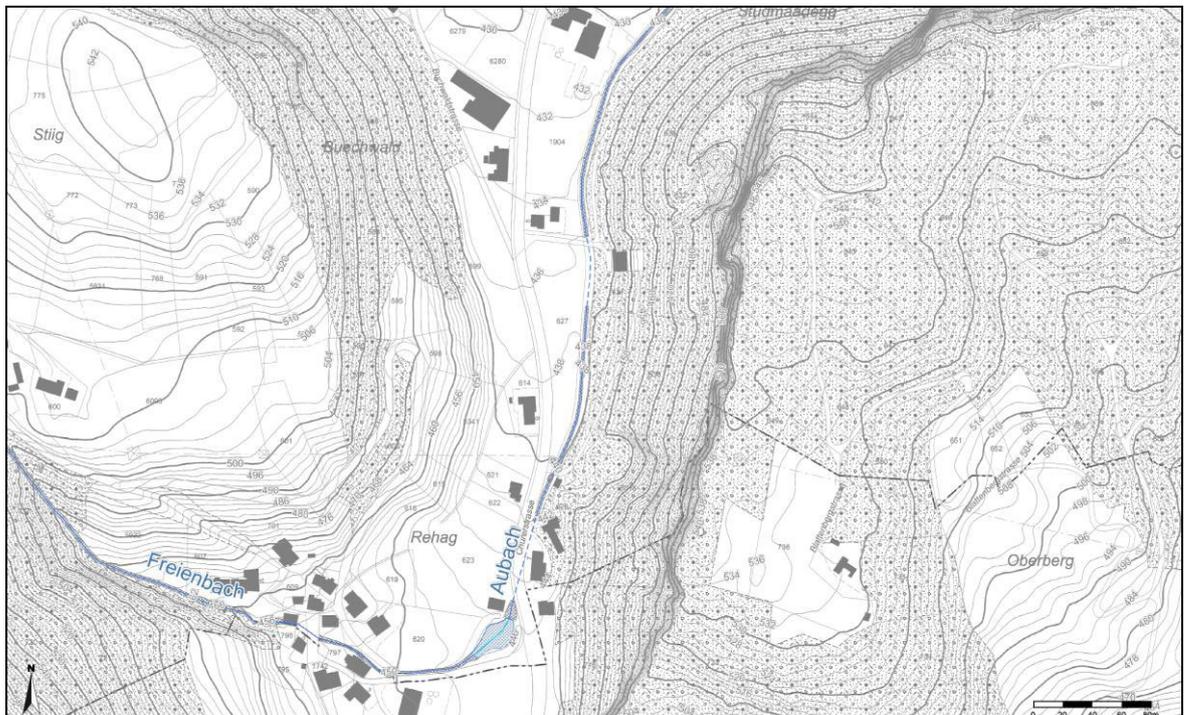


Abb. 14: Karte Oberflächengewässer des Kantons St.Gallen mit dem Aubach, der 2.5 bis 3 Meter westlich der projektierten Deponie entlang fliesst.
Quelle: www.geoportal.ch.

4.1.3 Grundwasser

Auf der kantonalen Grundwasserkarte (Abb. 16, [1]) ist im westlichen Bereich des geplanten Deponiestandorts Rehag ein gering mächtiges Grundwasservorkommen (0 bis 2 Meter) eingezeichnet.

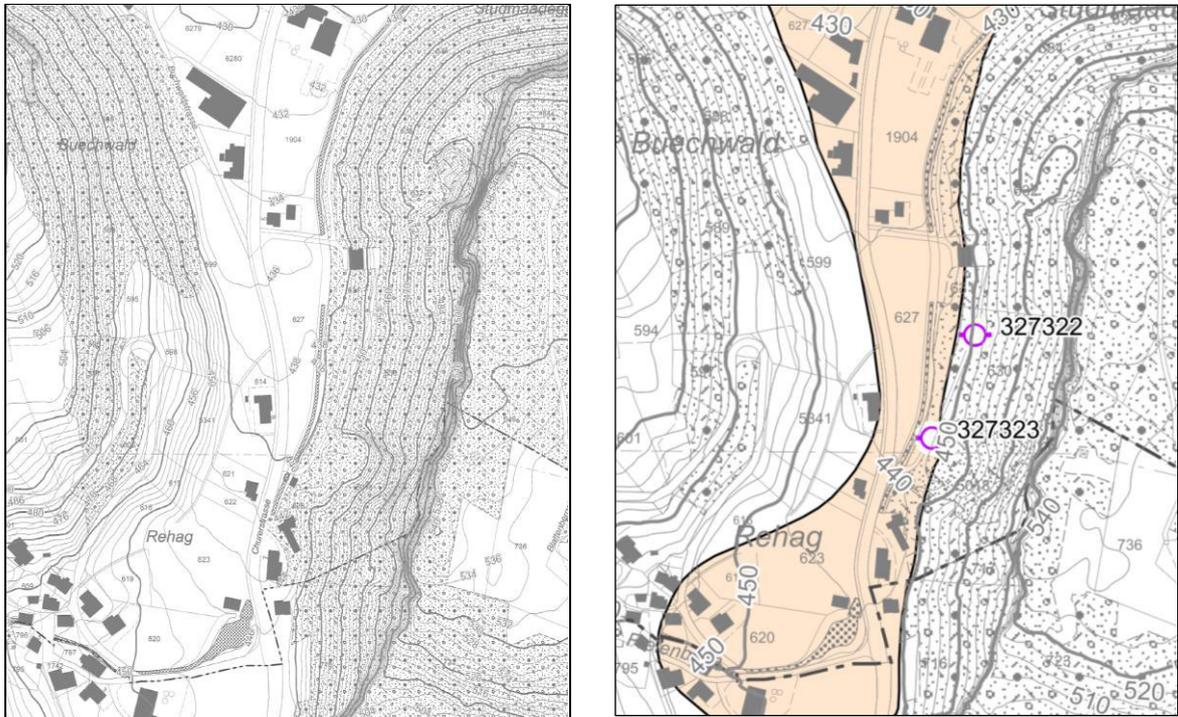


Abb. 15 und 16: Gewässerschutzkarte und Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen aus dem Jahr 2023 im Bereich der projektierten Deponie Rehag mit den beiden im April 2020 ausgeführten Bohrungen KB1 Nord (Nr. 327'322) und KB2 Süd (Nr. 327'323).
Quelle: www.geoportal.ch.



4.2 Hydrogeologische Zusatzuntersuchungen

Zur Untersuchung der Grundwasserverhältnisse im Untersuchungsperimeter sowie insbesondere eines allfälligen hydrogeologischen Zusammenhangs zwischen dem Aubach und dem Grundwasser wurden an den beiden Aubachbrücken Messstellen für Bachpegelmessungen sowie in den beiden benachbarten Baggerschlitz BS2 und BS5 Piezometer versetzt (Beilage 1.2). Da diese Piezometer nur bis ca. 1 Meter unter die Bachsohle reichen und stets trocken waren, wurden in den beiden Sondierbohrungen zusätzlich 2 Piezometer eingebaut.

4.2.1 Wasserstandmessungen im Aubach

An den beiden Brücken, die über den Aubach führen, wurden die Pegelmessstellen BP1 im Süden und BP2 im Norden angebracht. Seit Mitte März 2020 liegen je 27 manuelle Pegelmessungen bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen am Aubach vor.

Dabei schwankt der Wasserstand im Süden zwischen 439.01 und 439.23 m ü. M. und im Norden zwischen 435.91 und 436.15 m ü. M., wobei insbesondere nach intensiven Niederschlagsereignissen höhere Wasserstände vorkommen, die jeweils relativ schnell innerhalb von Stunden bis wenigen Tagen wieder sinken.

Aus den Pegelmessungen resultiert auf der knapp 120 Meter langen Strecke zwischen den beiden Messstellen ein mittleres Bachgefälle von ca. 2.6 Prozent.

4.2.2 Wasserspiegelmessungen

In den beiden Piezometern PZ1 und PZ2, die am 12. März 2020 am Uferbereich des Aubachs in den Baggerschlitz BS2 und BS5 bis auf 436.5 und 438.5 m ü. M., resp. ca. 1.0 und 0.6 Meter unter das Niveau der Bachsohle versetzt wurden, wurden seit Mitte 2020 27 Messungen durchgeführt, wobei nie ein Wasserspiegel festgestellt werden konnte.

In den Sondierbohrungen KB1 und KB2 wurden die Piezometer PZ3 (Nord) und PZ4 (Süd) eingebaut. Darin werden seit dem 25. August 2020 im Piezometer PZ4, resp. seit dem 23. September 2020 im Piezometer PZ3 mittels Datenloggern die Wasserspiegel und die Wassertemperatur in regelmässigen Intervallen gemessen und gespeichert.

Vom nördlichen Piezometer PZ3 liegt seit dem 23. September 2020 eine lückenlose Datenreihe vor. Im südlichen Piezometer PZ4 wird seit dem 25. August 2020 gemessen, wobei in der Anfangsphase zwischen dem 23. September 2020 und dem 13. Januar 2021 nur die Spitzenwerte erfasst wurden, weil der Logger bei mittleren und tieferen Wasserständen nicht im Wasser war. Die Wasserstände in den beiden Pegelmessstellen sind jedoch gut korrelierbar.

Zwischen dem 25. August 2020 und dem 20. November 2023 schwankte der Wasserspiegel im südlichen Piezometer PZ4 zwischen 430.52 und 434.18 m ü. M. um rund 3.67 Meter. Im nördlichen Piezometer PZ3 schwankte der Wasserspiegel zwischen dem 23. September 2020 und dem 20. November 2023 um rund 3.73 Meter zwischen 429.46 und 433.19 m ü. M.

4.2.3 Ermittlung des Grundwasserhochstands

Die bisher höchsten Wasserstände wurden im südlichen Piezometer PZ4 am 16. Juli 2021 (434.18 m ü. M.) und im nördlichen Piezometer PZ3 am 29. August 2023 (433.19 m ü. M.) gemessen.

Zur Ermittlung des Grundwasserhochstands wird gemäss dem Amt für Wasser und Energie des Kantons St. Gallen (AWE) und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) das 95%-Perzentil der Grundwassermessdaten herangezogen, wobei sich die Datenreihe über die erforderliche Mindestdauer von 3 Jahren erstrecken soll.

Von den vorhandenen Messdaten wurden jeweils zuerst die Tagesmittelwerte ermittelt. Von beiden Piezometern liegen Messreihen von 3 hydrologischen Jahren vor. Da im südlichen Piezometer zwischen dem 01. Oktober 2020 und dem 20. Januar 2021 nur die hohen Grundwasserstände erfasst wurden, fehlen dort während einem Zeitraum von 93 Tagen die Tagesmittelwerte. Da die Grundwasserspiegel in den beiden Piezometern PZ3 (Nord) und PZ4 (Süd) gut korrelieren (Beilagen 6.1, 6.2 und 6.3), wurden die fehlenden 93 Tagesmittelwerte basierend auf der Messreihe vom nördlichen Piezometer interpoliert.

Von den Tagesmittelwerten wurden anschliessend die 95%-Perzentile bestimmt.

Piezometer	Messperiode	95% Perzentil
PZ3 Süd	1. Oktober 2020 bis 30. September 2021	432.32
	1. Oktober 2021 bis 30. September 2022	432.07
	1. Oktober 2022 bis 30. September 2023	432.29
	1. Oktober 2020 bis 30. September 2023	432.26
PZ4 Nord	1. Oktober 2020 bis 30. September 2021	433.83
	1. Oktober 2021 bis 30. September 2022	433.68
	1. Oktober 2022 bis 30. September 2023	433.82
	1. Oktober 2020 bis 30. September 2023	433.81

Abb. 17: Zusammenstellung der 95% Perzentile in m ü. M., gegliedert nach Messstellen und Messperioden.

4.2.4 Folgerungen

Basierend auf der Korrelation mit den an der kantonalen Grundwassermessstation „GW Altfahr (SG 2653)“ in Oberriet von 1985 bis 2022 ermittelten Monatsmittelwerten (38-jährige Messreihe) dürfte es sich bei den, in den Rehag-Piezometern aufgezeichneten Grundwasserständen:

- im Jahr 2020 um eher unterdurchschnittliche bis tiefe (Ausnahme: Monat Oktober 2020),
- in der ersten Jahreshälfte 2021 um durchschnittliche bis (leicht) überdurchschnittliche,
- im Juli 2021 um überdurchschnittliche,
- im Winterhalbjahr 2021/22 und im Jahr 2022 um durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche (Ausnahmen: Monat März 2022 mit tiefen und Monate Juni - Juli 2022 mit leicht überdurchschnittlichen Grundwasserständen),
- im Winterhalbjahr 2022/23 und im Frühjahr 2023 eher unterdurchschnittliche bis tiefe,
- im Mai 2023 um überdurchschnittliche und
- im Sommer und Herbst 2023 um durchschnittliche bis (leicht) überdurchschnittliche Grundwasserstände handeln.

Bei den bisherigen Grundwasserspiegelmessungen in den Piezometern PZ3 und PZ4 wurden stets Grundwasserspiegel gemessen, die 3 (Nord) bis 4 Meter (Süd) unter der Sohle des Aubachs liegen. Da zudem in den nahe am Aubach gelegenen Baggerschlitz-Piezometern PZ1 und PZ2 nie Wasserspiegel festgestellt werden konnten, kann ein hydrogeologischer Zusammenhang zwischen dem Grundwasserspiegel im Projektperimeter und dem Aubach weitgehend ausgeschlossen werden.

Die Resultate der Grundwasserspiegelmessungen weisen auf ein Grundwassergefälle Richtung Norden zur Rheinebene bei Oberriet hin. Das auf den manuell durchgeführten Grundwassermessungen (Abstichmessungen) basierende, ermittelte Grundwassergefälle liegt zwischen 1.8 und 2.8 Prozent.

4.3 Wissenslücken

Die Grundwasserspiegelaufzeichnungen umfassen mehr als 3 hydrologische Jahre (01. Oktober bis 30. September) und somit mehr als den minimalen Zeitraum von 3 Jahren, welcher für die definitive Festlegung der Grundwasser-Tiefstände, Grundwasser-Mittelstände und Grundwasser-Hochstände erforderlich ist.

Bezüglich der Grundwasserdaten bestehen somit keine Wissenslücken.

5 Naturgefahren

5.1 Bestehende Grundlagen

Der Untersuchungsperimeter liegt in der Erdbebenzone 2 mit den Baugrundklassen A (am Wandfuss mit höchstens 5 Meter Lockergestein), C (am Westrand mit einer Lockergesteinsmächtigkeit von mehr als 30 Meter) und E (Bereich dazwischen mit einer Lockergesteinsmächtigkeit von 5 bis 30 Meter).

Der Bereich der geplanten Deponie Rehag befindet sich nicht im Perimeter der Naturgefahrenkarte des Kantons St.Gallen.

Auf Grund der Topographie sind vor allem die Prozesse Sturz, Rutschungen und Schneegleiten relevant.

Am Fuss des Blattenbergs besteht wegen der intensiven Klüftung eine generelle Steinschlaggefahr. Bis mehrere Kubikmeter grosse Blöcke können bis in den Aubach stürzen und dabei grosse bis sehr grosse Energien erreichen.

Gemäss einer Gefahrenanalyse aus dem Jahr 2005 [7], können metergrosse Sturzblöcke über den Aubach gelangen, wobei die Blöcke die Strasse nicht erreichen, solange der Aubach nicht aufgefüllt ist. Dies entspricht einem dokumentierten Ereignis, wonach Blöcke bis über den Aubach, jedoch nicht bis zur Churerstrasse gelangten. Gefährdet sind derzeit bei Sturzereignissen nicht die Personen auf der Churerstrasse, jedoch Personen im Projektperimeter.

Da Lockergesteine durch den Gesteinsabbau zu steil abgebösch wurden, entstanden dort Anrisse und Phänomene von Hangmuren. Durch spätere Materialentnahmen am Wandfuss wurde die Lockergesteinsböschung zusätzlich destabilisiert, so dass auf Grund von Beanstandungen östlich der Waldstrasse ein Auffangdamm erstellt werden musste [7, 8].

5.2 Empfohlene Massnahmen

Die empfohlenen Massnahmen werden in die 3 Etappen „Vor Baustart“, „Betrieb“ und „Endzustand“ gegliedert.

5.2.1 Vor Baustart

Vor dem Baustart werden sämtliche Felswände fachkundig untersucht und gereinigt sowie grössere instabile Felspartien entschärft.

5.2.2 Betrieb

Die Lockergesteine werden von oben nach unten abgebaut, wobei frische Felsaufschlüsse regelmässig gesichert werden. Der Gefahrenbereich am Wandfuss, wo sich regelmässig Personen aufhalten, wird durch einen Schutzzaun gesichert, der Kleinkomponenten aufnehmen kann (Steinschlag).

Bei Stein- oder Blockschlag sowie der Neubildung von Rissen werden die Arbeiten eingestellt bis eine Fachperson eine Gefahrenanalyse durchgeführt und den Betrieb wieder freigegeben hat.

Unabhängig von Ereignissen wird die Sicherheit – sofern Arbeiten im Gefahrenbereich ausgeführt werden – jährlich durch eine Fachperson beurteilt und begutachtet. Dabei werden allfälligen Massnahmen in Bezug auf ihre Wirkung überprüft sowie bei Bedarf angepasst oder neue Massnahmen vorgeschlagen.

Die seitlichen Böschungen werden möglichst schnell begrünt und mit Stecklingen bepflanzt (Schutz vor Erosion, Rutschungen und Schneegleiten).

5.2.3 Endzustand

Am Wandfuss wird in einem Abstand von 5 Meter von der Felswand ein 2.5 Meter hoher Schutzdamm erstellt, dessen Dammkrone 2 Meter breit und leicht (ca. 20°) hangwärts geneigt ist.

Auf der Deponie wird ein Schutzwald aufgeforstet.

6 Altlasten

Die Parzellen 630, 631 und 5018 sind nicht im Kataster der belasteten Standorte (KbS) des Kantons St. Gallen eingetragen (Abb. 18).

Bei den Baggerschlitzsondierungen BS2 und BS4 wurden in den Auffüllungen (0.4 bis 2, resp. 0.2 bis 0.5 Meter Tiefe) vereinzelte Fremdbestandteile (Ziegelreste) festgestellt, weshalb nicht ausgeschlossen werden kann, dass im westlichsten Perimeterbereich gegen den Aubach Auffüllungen mit einem höheren Fremdbestandteil vorkommen können.

Ausgehobenes, belastetes Aushubmaterial wird gemäss den Vorgaben der Abfallverordnung (VVEA) gesetzeskonform entsorgt.

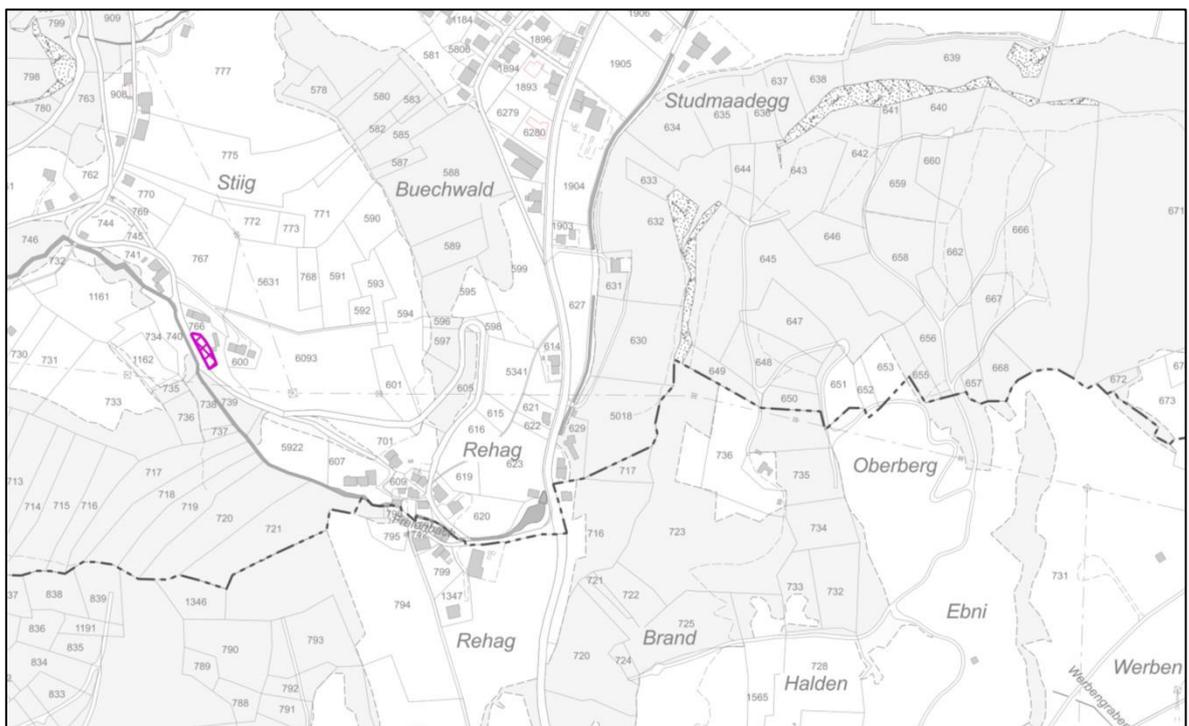


Abb. 18: Kataster der belasteten Standorte des Kantons St. Gallen.

Quelle: www.geoportal.ch.

Auf der Karte „Prüfgebiet Bodenverschiebung des Kantons St. Gallen“ (Abb. 19) gibt es zwar keinen Eintrag auf den Parzellen 630 und 631, doch reicht der 10-Meter-Streifen („Prüfgebiet Bodenverschiebung Strasse“) entlang der Churerstrasse in den westlichsten Bereich der Parzelle 5018.

Grundsätzlich liegt der gesamte Bereich im Gewässerbereich des Aubachs (10-Meter-Streifen), der ausserhalb des Projektperimeters liegt. Sollte der Boden in diesem Bereich dennoch abgetragen werden, muss dieser entweder wieder im gleichen Bereich (10-Meter-Streifen des „Prüfgebiets Bodenverschiebung Strasse“) angelegt oder chemisch analysiert und je nach Schadstoffgehalt wiederverwertet oder gesetzeskonform entsorgt werden.

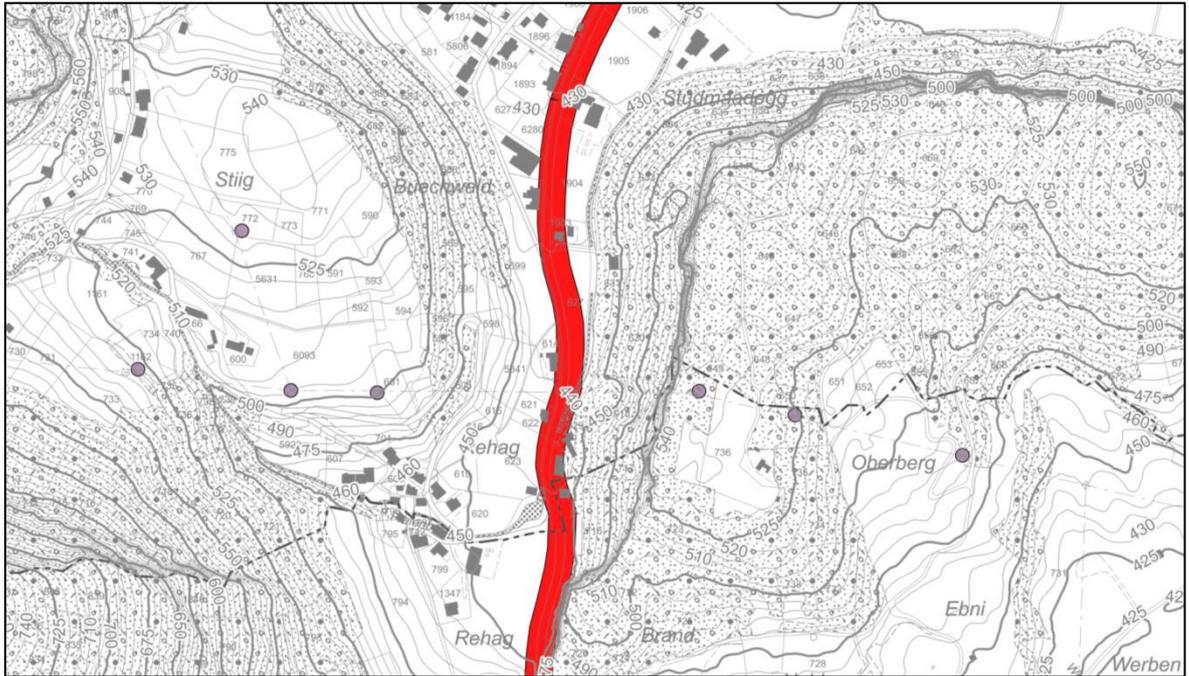


Abb. 19: Karte Prüfgebiet Bodenverschiebung des Kantons St.Gallen.

Quelle: www.geoportal.ch.

7 Baugrundmodell

7.1 Abgrenzung der Lithologien

Auf Grund der ausgeführten Sondierungen, insbesondere der Sondierbohrungen KB1 und KB2 (Beilagen 3.1 und 3.2), kann der Untergrund im Bereich der projektierten Deponie Rehag in die Lithologien „Gehängeschutt“, „Moräne“ und „Moräne (verdichtet)“ unterteilt werden, auch wenn lokal Unterschiede feststellbar sind (Kapitel 3.2.2).

7.1.1 Gehängeschutt

Der Gehängeschutt besteht aus grauen bis grau-braunen, locker gelagerten, meist korngestützten, fast sauberen bis mässig siltigen Kiessanden mit wenig bis mässig Steinen und Blöcken (bis mehrere Meter Durchmesser), wobei an den Komponenten in den obersten Metern ein weisslicher Verwitterungslehm haftet.

7.1.2 Moräne

Die leicht verdichteten Moränenablagerungen bestehen aus grauen, grau-braunen, braunen und braun-dunkelbeigen, meist matrixgestützten, fast sauberen bis leicht bis mässig tonigen, leicht bis stark siltigen Kiessanden mit vereinzelt bis mässig Steinen und Blöcken (bis ca. 2 Meter Durchmesser). Stellenweise sind (gering mächtige) grau-braune, matrixgestützte, leicht bis mässig siltige Sande mit wenig bis mässig Kies und vereinzelt Steinen eingeschaltet.

7.1.3 Moräne (verdichtet)

Die verdichteten Moränenablagerungen bestehen aus stark verdichteten, grauen bis grau-braunen, matrixgestützten, leicht bis mässig tonigen, mässig bis stark siltigen Kiessanden mit vereinzelt bis wenig Steinen und Blöcken und enthalten vereinzelte braun-graue bis graue, matrixgestützte, mässig bis stark tonige, stark siltige Feinsandlagen mit wenig Kies.

7.2 Baugrundkennwerte

Die Baugrundkennwerte wurden auf Grund der Sondierresultate, der Schweizer Norm SN670010b und unserer Erfahrung abgeschätzt. Angegeben sind die Streubereiche. Je nach Fragestellung sind eher optimistische oder pessimistischere Werte einzusetzen.

Schicht / Lithologie	USGS	Raumlast	Zusammen- drückungsmodul* (Erstbelastung)	Reibungs- winkel	Kohäsion
		γ	M_E	ϕ'	c'
		[kN/m ³]	[MN/m ²]	[°]	[kN/m ²]
Gehängeschutt fast sauberer bis mässig siltiger Kiessand mit wenig bis mässig Steinen und Blöcken, $\emptyset < 275$ cm locker bis mitteldicht gelagert	GW / GM	(19) 20.5	(50) 80 (100)	(34) 38 (42)	0
Moräne fast sauberer bis leicht bis mässig toniger, leicht bis stark siltiger Kiessand mit variablem Stein- und Blockgehalt / leicht bis mässig siltiger Sand mit wenig bis mässig Kies und vereinzelt Steinen, $\emptyset < 130$ cm meist dicht gelagert	GW / GM / GC-CL / SW/SM	(18.5) 21	(25) 50 (80)	(28) 36 (42)	(0) 3
Moräne (verdichtet) leicht bis mässig toniger, mässig bis stark siltiger Kiessand mit vereinzelt bis wenig Steinen und Blöcken / mässig bis stark toniger, stark siltiger Feinsand mit wenig Kies, $\emptyset < 10$ cm dicht bis sehr dicht gelagert	GM-GC / GC-CL / SC-CL	(19.5) 22	(15) 50 (90)	(28) 32 (36)	(2) 3 (5)

Abb. 20: Baugrundkennwerte für ungestörte Verhältnisse: geschätzte Mittelwerte X_m (in Klammer Extremwerte X_{extr}).

*) Das Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung (M_E') ist etwa um den Faktor 3 grösser als dasjenige bei Erstbelastung (M_E). Die Werte des Zusammendrückungsmoduls (M_E und M_E') gelten jeweils für die gesamte relevante Schichtmächtigkeit.

Für die Bestimmung der charakteristischen Werte X_k kann folgende Formel verwendet werden:

$$X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr}) \quad \text{Faktor für Zuverlässigkeit } \alpha:$$

$\alpha = 0.40$ für Kohäsion c' (berechneter Wert auf ganze Zahl abzurunden)

$\alpha = 0.20$ für übrige Parameter



8 Empfehlungen für die Projektierung

8.1 Aushub

8.1.1 Aushubmethode

Das Gelände ist mit Baumaschinen befahrbar. Die Aushubarbeiten erfolgen vor allem im Bereich des Gehängeschutts sowie (seltener) im Fels-nahen Bereich auch aus gering mächtigen Moränenablagerungen. Sie können mit Baggern erfolgen, wobei im Bereich von Meter-grossen Blöcken Sprengarbeiten erforderlich werden können.

8.1.2 Verwendung des Aushubmaterials

Der Hangschutt besteht zum grössten Teil aus Kies, Steinen und Blöcken. Bei den Komponenten handelt es sich vorwiegend um Schratzenkalke (fast reine grobspätige Kalke ohne Quarz), bei denen es sich um mittelharte Gesteine handelt.

Vor allem in den obersten Metern wurde auf den Kalktrümmern im Gehängeschutt ein weisslicher, lehmiger Belag festgestellt, was je nach Verwendungszweck des Aushubmaterials, eine entsprechende Aufbereitung erfordert.

8.1.3 Foundation

Die Unterkante der Deponie liegt grösstenteils im Gehängeschutt sowie in Fels-nahen Bereichen stellenweise auch auf Moränenablagerungen. Sowohl der Gehängeschutt als auch die Moränenablagerungen eignen sich für die Foundation.

8.1.4 Böschungen

In der Umgebung der geplanten Deponie Rehag kommen im bewaldeten Gelände natürliche Böschungsneigungen von bis zu 34° vor, was etwa der geplanten maximalen Böschungsneigung von 2:3 entspricht. Lokal können im ehemaligen Abbaugelände stabile, 45° steile Böschungen festgestellt werden.

Die seitlichen Böschungen dürfen maximal 1:1 (45°) erstellt werden, wobei die Böschungen zum Schutz gegen Erosion, Rutschungen und Schneegleiten möglichst schnell begrünt und mit Stecklingen bepflanzt werden müssen.

Für die zulässigen Böschungsneigungen des Deponieguts in Ost-West-Richtung ist die Zusammensetzung und der Wassergehalt des angelieferten Materials ausschlaggebend.



In der Deponie Rehag soll ausschliesslich Material Deponie Typ B (Inertstoffqualität) abgelagert werden. Wird beispielsweise ausschliesslich gut abgestuft, sauberer Kies oder äquivalentes Material (z.B. Inertbaustoffe) geschüttet, dürfen Böschungen maximal 2:3 (33.7°) steil erstellt werden. Wird hingegen stark siltig-toniges Material angeliefert, so dürfen die Böschungen noch maximal 2:5 (21.8°) steil erstellt werden.

Dabei ist zu grundsätzlich beachten, dass die maximal zulässige Böschungsneigung in hohem Masse durch die Eigenschaften des Materials mit den schlechtesten geotechnischen Eigenschaften beeinflusst wird. Deshalb darf Material mit schlechteren geotechnischen Eigenschaften höchstens in Bereichen mit niedrigerer Böschungsneigung und mit beschränkter Mächtigkeit deponiert werden.

Bei abwechselnden Schüttungen von unterschiedlich wasserdurchlässigem und/oder von wassergesättigtem Material muss vermieden werden, dass Wasser unterirdisch gestaut werden kann und Drücke entstehen.

Die angestrebte maximale Böschungsneigung von 38° kann nur mit geeignetem Deponiematerial und/oder geotechnischen baulichen Massnahmen realisiert werden. Dabei nimmt der Sicherheitsaufwand mit schlechter werdenden geotechnischen Eigenschaften des eingebrachten Materials und zunehmenden angestrebten Böschungswinkeln zu. Für Böschungen, welche steiler als empfohlen ausgeführt werden, ist ein Sicherheitsnachweis erforderlich, welcher die Böschungsstabilität unter Berücksichtigung der geotechnischen Massnahmen und der Wassersättigung im Untergrund bestätigt.

Speziell zu beachten ist der Bereich der durchschnittlich rund 60° steilen (Annahme), unregelmässig verlaufenden Felsoberfläche, insbesondere wenn gemäss den Bestimmungen des AFU St. Gallen eine undurchlässige Abdichtungsschicht an der Basis des Deponiekörpers erforderlich wird. In diesem Fall muss verhindert werden, dass basale Gleitflächen entstehen können.

8.1.5 Setzungen

Da sich die Lasten durch die Materialentnahme und die anschliessende Wiederverfüllung des Deponiekörpers mit einer maximalen Neigung von 2:3 nur geringfügig ändern sowie sowohl Gehängeschutt als auch Moränenablagerungen wenig setzungsempfindlich sind, muss im Material unter dem Deponiekörper höchstens mit geringen Setzungen gerechnet werden, insbesondere wenn die Aushubsohle vor der Realisierung der Deponie verdichtet wird.

Setzungen im Deponiekörper sind vor allem von der Zusammensetzung (insbesondere des Feinkornanteils) und vom Wassergehalt des Deponieguts sowie der beim Einbau erfolgten Verdichtung abhängig. Die Setzungsbeträge sind zudem von der Schütthöhe abhängig und dürften im zentralen Bereich des Deponiekörpers – wo die Schütthmächtigkeiten am grössten sind – am grössten sein. Dies ist insbesondere beim Bau von Drainagen zu berücksichtigen.

8.2 Grund- und Sickerwasser

Die Gehängeschuttablagerungen dürften auf Grund des geringen Feinkorngehalts und der hohen Stein- und Blockanteile eine gute Durchlässigkeit aufweisen, wobei einzelne Zwischenlagen auch leicht stauend wirken können.

Die darunter folgenden Moränenablagerungen sind, je nach Feinanteil, schlecht bis mässig wasser-durchlässig, während die verdichteten Moränenablagerungen schlecht wasser-durchlässig sein dürften.

Wasserzutritte aus den Festgesteinen (u.a. Schrattekalk) dürften primär entlang von Klüften und Störzonen erfolgen, sind jedoch auf Grund der Trennflächensysteme und der Topographie unwahrscheinlich.

8.2.1 Wasserhaltung

Da die Deponiesohle mindestens 2 Meter über dem Grundwasserhochstand (95%-Perzentil auf 433.8 m ü. M.) erstellt wird, ist während den Aushubarbeiten keine Wasserhaltung erforderlich.

8.2.2 Abdichtung

Gemäss den Vorgaben der Abfallverordnung (VVEA, SR 816.600) muss bei Deponien des Typs B eine natürliche, homogene, 2 Meter mächtige geologische Barriere mit einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $1 \cdot 10^{-7}$ m/s vorhanden sein. Falls keine natürliche Barriere vorhanden ist, muss eine lagenweise geschüttete, mindestens 0.6 Meter mächtige homogene mineralische Einbauschicht mit einem mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s erstellt werden.

Da sowohl die Deponiesohle als auch die seitlichen Böschungen grösstenteils in Gehängeschuttablagerungen mit einem deutlich höheren k-Wert (ca. $1 \cdot 10^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s) liegen dürften und weil das Amt für Umwelt des Kantons St. Gallen (AFU) – gestützt auf das Vorsorgeprinzip gemäss Art. 11 des Umweltschutzgesetzes (USG, SR 814.01) – bei Deponien vom Typ B grundsätzlich und unabhängig vom vorhandenen Untergrundaufbau und von der Lage nutzbarer Grundwasservorkommen eine technische Abdichtung verlangt, wird in diesen Bereichen eine mindestens 0.6 Meter mächtige Abdichtungsschicht mit einem mittleren k-Wert von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s eingebaut.

Im Bereich der hangseitigen Felsböschung können Felsbereiche – insbesondere im Kieselkalk – zerklüftet sein, weshalb auch dort eine Abdichtung erforderlich ist. Auf Grund des steilen Oberflächenverlaufs ist der Einbau einer 0.6 Meter mächtigen, feinkörnigen Abdichtungsschicht auf der Felsoberfläche schwierig, so dass dort – in Absprache mit den zuständigen kantonalen Ämtern – alternative Felsabdichtungen zu favorisieren sind.

8.3 Entwässerung

Das anfallende Wasser setzt sich aus Niederschlagswasser, Wasserzutritten aus klüftigen Felspartien, Sickerwasser aus den Böschungen sowie Sickerwasser aus dem Deponiekörper zusammen.

Das vorliegende Entwässerungskonzept basiert darauf, unbeeinflusstes Niederschlags-, Felskluft- und Sickerwasser möglichst direkt in eine Versickerungsanlage im nördlichen Projektperimeter zu leiten, während das Sickerwasser aus dem Deponiekörper separat gefasst und in ein Absetzbecken geleitet wird, mit einem Überlauf in den Aubach.

8.3.1 Situation heute

Bei Starkniederschlägen dürfte derzeit das im Bereich der bewaldeten Parzellenflächen anfallende Niederschlagswasser grösstenteils im Waldboden zwischengespeichert werden oder versickern, während es im Bereich der alten Abbaumulde (nördlicher Bereich der Parzelle 5018) zu einem geringen Oberflächenabfluss kommen kann, welcher jedoch am Hangfuss versickern dürfte.

8.3.2 Bauphase

Während dem Betrieb der Deponie Rehag müssen das Niederschlagswasser (inkl. Kluft- und/oder Hangwasser) und das Deponiewasser (Sickerwasser) separat gefasst und abgeleitet werden.

Bei einem 15-minütigen Niederschlagsereignis mit 5-jähriger Wiederkehrperiode muss pro Hektare mit einer Regenmenge von 300 Liter pro Sekunde gerechnet werden. Dies bedeutet, dass bei einer brachen Oberfläche von rund 10'000 Quadratmeter (Gesamtfläche der Parzellen 630, 631 und 5018 rund 15'060 Quadratmeter, wovon die begrüneten Hangflächen subtrahiert werden können) und einem Abflussbeiwert von 0.6 rund 180 Sekundenliter, bzw. 10.8 Kubikmeter pro Minute oder 162 Kubikmeter Wasser in 15 Minuten anfallen. Durch eine möglichst schnelle Begrünung der brachen Flächen kann die anfallende Wassermenge erheblich reduziert werden.

Das Niederschlags- und das Hangwasser sollen vor dem Deponiekörper gesammelt und über ein ausreichend dimensioniertes Absetzbecken, wo die Schwebstoffe zurückgehalten werden, in eine Versickerungsanlage auf dem nördlichen Projektperimeter (z.B. Parzelle 631), geleitet werden.

Die Sickerwassermenge aus dem Deponiekörper ist schwierig quantifizierbar und hängt hauptsächlich von den Versickerungsverhältnissen auf der Deponie sowie von der Durchlässigkeit und vom Wassergehalt des Schüttmaterials ab. Das aus dem Deponiekörper anfallende Sickerwasser sollte auch in einem Absetzbecken gesammelt und anschliessend gemäss den Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung entweder in ein Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation eingeleitet werden. Falls das Wasser die Anforderungen an Industrieabwasser, respektive die allgemeinen Anforderungen gemäss Anhang 3.2 Ziffer 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) nicht erfüllt, muss das Sickerwasser entsprechend vorbehandelt werden.

Zudem ist durch bauliche Massnahmen sicherzustellen, dass das Abwasser jederzeit kontrolliert werden kann (z.B. Kontrollschacht).

Das gefasste Sickerwasser muss mindestens zweimal jährlich untersucht werden und die Resultate zeitnah den zuständigen Behörden zugestellt werden.

Da der Deponiekörper gemäss den Vorgaben des Amtes für Umwelt des Kantons St. Gallen (AFU) und gestützt auf das Vorsorgeprinzip gemäss Art. 11 des Umweltschutzgesetzes (USG, SR 814.01) abgedichtet wird (im Sohlenbereich durch den Einbau einer mindestens 0.6 Meter mächtigen Abdichtungsschicht mit einem mittleren k-Wert von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s und an den randlichen, steilen Felsbereichen mit technischen Massnahmen wie Folien und Spritzbeton), wird sichergestellt, dass kein Sickerwasser aus dem Deponiekörper in den Grundwasserträger gelangen kann.

Da sichergestellt wird, dass kein Austausch zwischen dem Deponiekörper und dem Grundwasser stattfinden kann, ist eine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser ausgeschlossen, weshalb eine Grundwasserüberwachung gemäss Art. 40 und 41 der Abfallverordnung (VVEA, SR 814.600) nicht zwingend erforderlich ist.

Dabei wird mitberücksichtigt, dass:

- sich die Grundwasserschutzzonen der nächstgelegenen Trinkwasserfassung (Balanggen und Feldhof) rund 2 Kilometer weiter nordöstlich im Abstrombereich der projektierten Deponie Rehag befinden,
- zwischen Rehag und dem Quartier Oberdorf der Gemeinde Oberriet mehrheitlich schlecht wasserdurchlässige Verlandungs- und Hinterwasserablagerung liegen und
- sich der gering mächtige Grundwasserträger zwischen Rehag und Oberdorf qualitativ nicht für eine Trinkwassernutzung eignet.

Sollten in den Sickerwasserproben aus dem Deponiekörper wider Erwarten signifikante Belastungen festgestellt werden, kann eine Neubeurteilung erforderlich werden.

8.3.3 Endzustand

Im Endzustand wird die mit einheimischen Gehölzen bewaldete Oberfläche grösser sein als heute und somit darf nach Intensivniederschlägen mit einem geringeren Spitzenabfluss gerechnet werden.

Durch das Drainagesystem wird langfristig sichergestellt, dass weder Wasser innerhalb der Deponie aufgestaut noch unter oder seitlich der Deponie unkontrolliert versickern kann. Die direkte Versickerung von Oberflächenwasser muss durch einen genügenden Bodenaufbau minimiert werden, so dass im Endzustand nur noch Sickerwasser aus dem Deponiekörper anfallen sollte, wobei dieser Wasseranfall massiv kleiner sein wird als die während dem Deponiebetrieb anfallende Wassermenge.

Bei der Erstellung der Entwässerungsleitungen ist sicherzustellen, dass die Sickerleitungen auch nach allfälligen Setzungen im Deponiekörper noch genügend Neigung aufweisen

Während der Nachsorgephase der Deponie muss das gefasste Sickerwasser regelmässig kontrolliert werden, sofern dies nach den Artikeln 41 und 53 der Abfallverordnung (VVEA) erforderlich ist.

9 Überwachungskonzept

Mit dem Überwachungskonzept soll sichergestellt werden, dass allfällige Instabilitäten und Bewegungen frühzeitig erkannt und allfällige Stabilisierungsmassnahmen rechtzeitig in Angriff genommen und realisiert werden können.

Bei der Wahl der Überwachungsmethoden in der Deponie Rehag ist insbesondere zu berücksichtigen, dass:

- Setzungen im Deponiekörper die Interpretation von Messungen und Beobachtungen erschweren sowie Messinstrumente beschädigen können und
- durch die fortschreitende Auffüllfähigkeit die Zugänglichkeit zu früheren Beobachtungspunkten und Messtellen verunmöglicht werden kann.

Grundsätzlich besteht das Überwachungskonzept aus den Punkten «visuelle Überwachung», «Geodätische Vermessung», «Inklinometermessungen» und «Porenwasserdruckmessungen».

1. Visuelle Überwachung

Bei den Schlüsselpersonen (Deponiewart, Deponiebetreiber, Messüberwachung) wird eine personelle Konstanz angestrebt. Die Deponieüberwachung legt mit dem Deponiebetreiber Fixpunkte fest, welche in regelmässigen Abständen (mindestens jährlich) fotografiert werden. Die Bilder werden nach Fixpunkten gegliedert archiviert und müssen jederzeit verfügbar sein. Zudem sind Hinweise auf mögliche Bewegungen wie Anrissstellen oder Ausbauchungen an den Böschungen festzuhalten.

2. Geodätische Vermessung

Um und auf dem Deponiekörper werden an geeigneten Stellen Messpunkte eingerichtet, wobei das Messnetz mit fortschreitendem Deponiebetrieb jährlich überprüft und bei Bedarf angepasst wird. Für die Beurteilung wird von einem Warnwert von 20 Millimeter Bewegung in einem Zeitraum von 30 Tagen ausgegangen.

3. Inklinometer

Im Bereich der Böschung werden zur Erfassung allfälliger Gleitflächen ca. 3 Inklinometer erstellt. Für die Beurteilung ist die Bewegung in Fallrichtung in 5 Meter Tiefe massgebend, wobei zunächst von einem Warnwert von 20 Millimeter Bewegung in einem Zeitraum von 30 Tagen ausgegangen wird.

4. Porenwasserdruck

Zur Erfassung des Porenwasserdrucks werden an geeigneten Stellen ca. 2 Drucksonden eingebaut.

Die Messüberwachung legt das Messintervall fest und erarbeitet ein Alarmierungskonzept mit Warn- und Alarmgrenzwerten, wo insbesondere auch das Vorgehen bei ausserordentlichen Vorkommnissen und Schadenfällen aufgelistet ist (inkl. Kontaktdaten und Information der zuständigen kommunalen und kantonalen Amtsstellen).

Mindestens ein Mal jährlich findet eine Inspektion mit dem Deponiewart, Deponiebetreiber und der Messüberwachung statt, wobei folgende Punkte besprochen und protokolliert werden:

- Stand der Deponie und Qualität des Deponieguts,
- visuelle Kontrolle (inkl. Dokumentation) der Böschungen,
- Interpretation der Messungen,
- Beurteilung und bei Bedarf Anpassung des Messnetzes,
- Beurteilung und bei Bedarf Anpassung der Messintervalle,
- Beurteilung und bei Bedarf Anpassung des Alarmierungskonzepts und
- besondere Vorkommnisse.

Die Messungen werden mindestens bis 5 Jahre nach dem Abschluss der Rekultivierung fortgesetzt.

10 Fazit

Die Deponie Rehag soll ausschliesslich für Material Deponie Typ B mit einem Volumen von mehr als 100'000 Kubikmeter (fest) errichtet werden. Da die Deponie auf einen nach Westen abfallenden Hang geschüttet werden soll, sind während der Betriebsphase folgende besonderen Überwachungsmaßnahmen erforderlich:

- Die Messüberwachung hat nach Begutachtungen zuhanden der Politischen Gemeinde Oberriet und dem Amt für Umwelt (AFU) einen Kurzbericht zu verfassen, worin die ange-troffene Situation und die angeordneten Massnahmen festgehalten sind. Falls bauliche Massnahmen erforderlich werden, sind diese in einem Plan festzuhalten. Dieser Bericht muss zudem eine geotechnische Beurteilung der aktuellen Situation enthalten.
- Bei ausserordentlichen Vorkommnissen sind die Gemeinde Oberriet und das Amt für Um-welt des Kantons St. Gallen (AFU) unverzüglich zu informieren. Bei Schadenereignissen und in Gefahrensituationen müssen die Arbeiten bis zu einem von den Behörden geneh-igten Massnahmenentscheid eingestellt werden.
- Jährlich ist zuhanden der Gemeinde Oberriet und dem Amt für Umwelt des Kantons (AFU) ein Bericht abzugeben, worin mindestens Folgendes festzuhalten ist:
 - Stand
 - Menge des abgelagerten Materials (Total und im laufenden Jahr)
 - Rapport über die Baustellenbesuche und die angeordneten Massnahmen im Be-richtsjahr (inkl. Beurteilung deren Ausführung und Auswirkungen)
 - Protokolle der Messüberwachung
 - Wasseranalysen
 - aktualisierte geotechnische Beurteilung

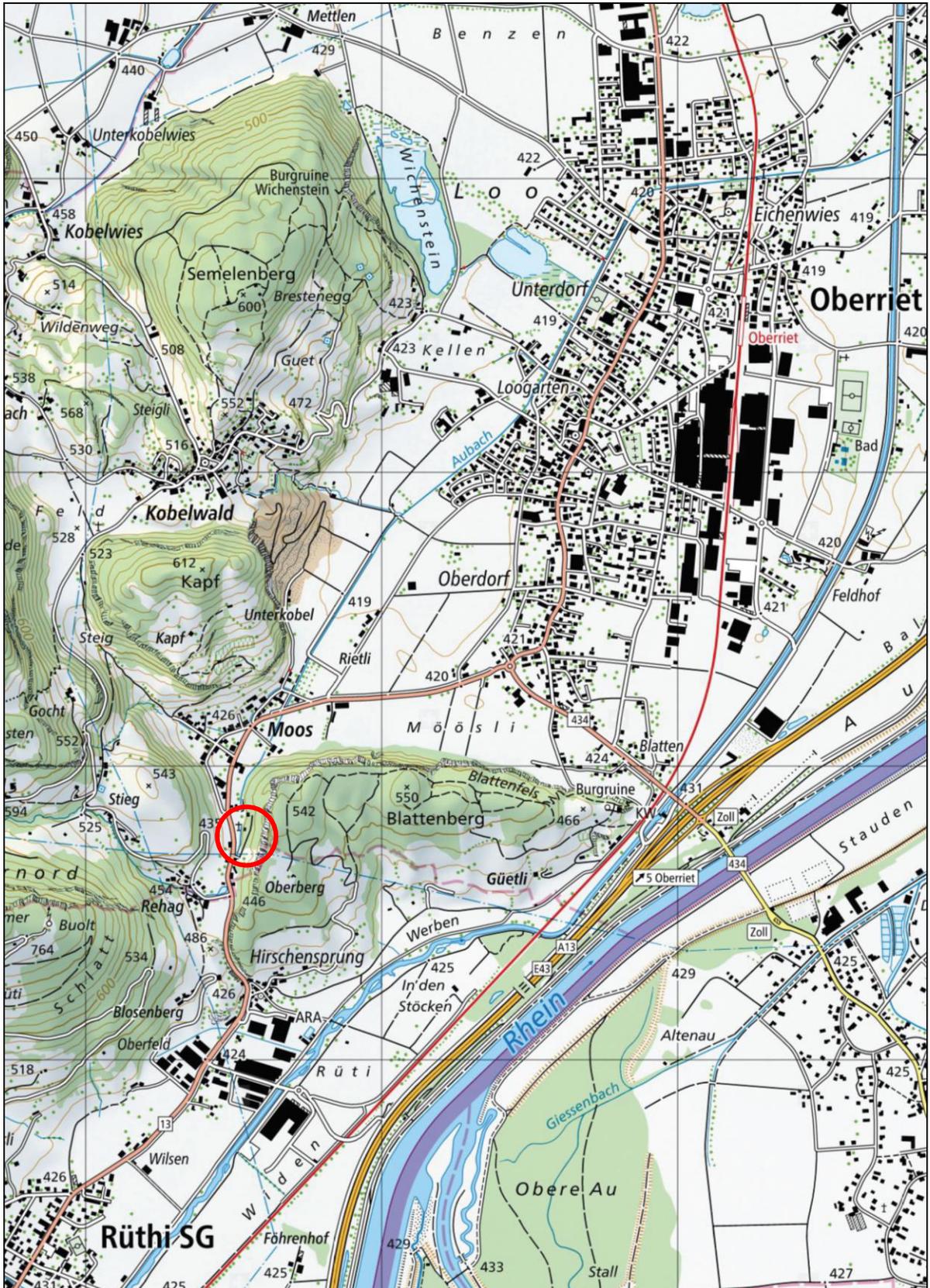
432.11A / Heiligkreuz, 30. April 2024
IMPERGEOLOGIE AG



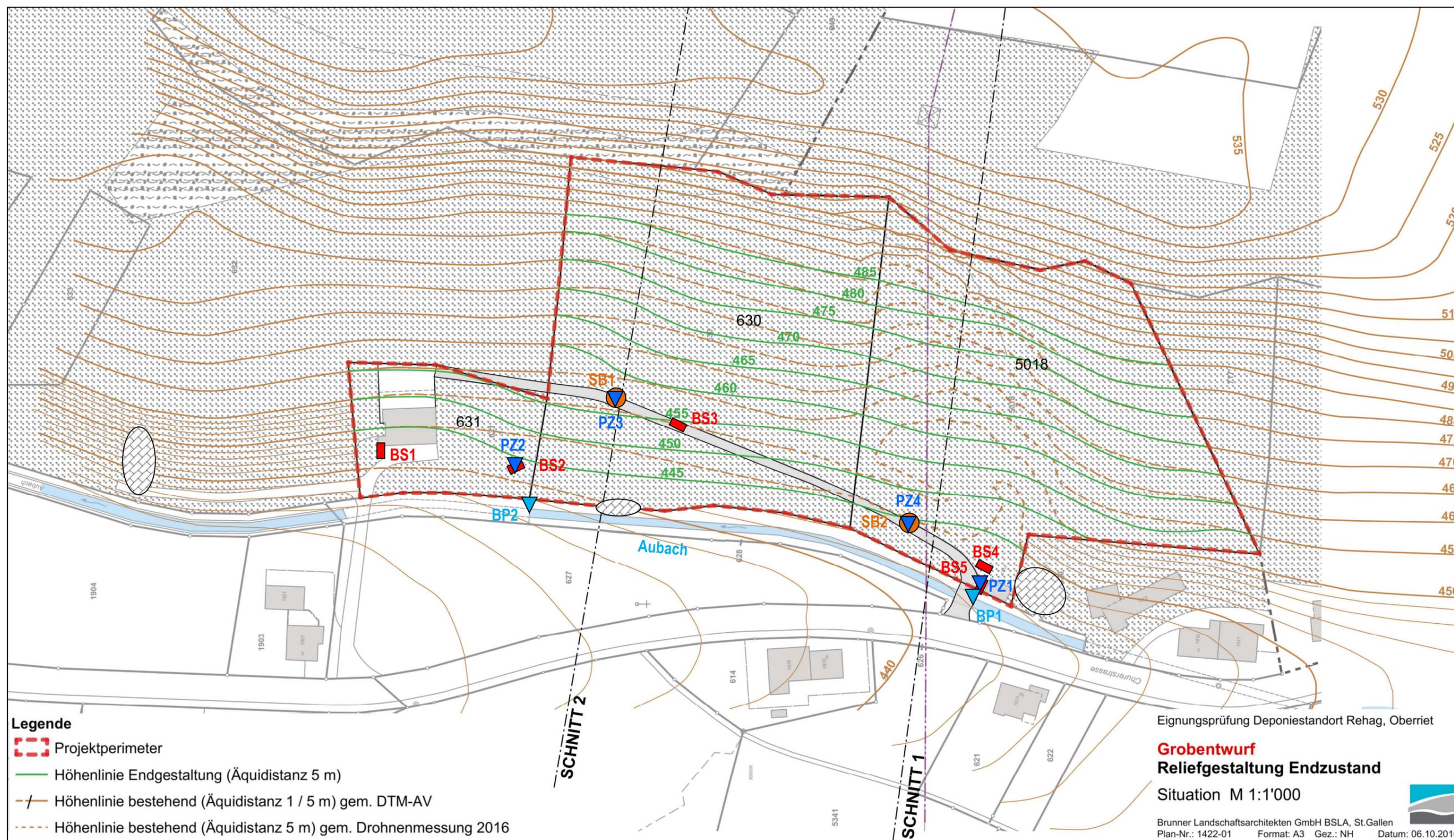
David Imper
Dipl. Natw. ETH, Geologe CHGEOLOG^{CERT}

Sachbearbeitung: L. Müller, MSc ETH Erdw.

Beilage 1.1: Situation im Masstab 1:20'000



Beilage 1.2: Situation mit den Sondierungen für die Kleindeponie Rehag in der Gemeinde Oberriet mit Höhenlinienplan im Masstab 1:1'000



- Baggerschlitzzondierungen
- Rotationskernbohrungen
- Grundwasserpiezometer
- Messstelle Bachpegel
- Felsaufschlüsse? / Grossblöcke?

Beilage 2.1: Baggerschlitz BS1

Bauobjekt: Eignungsprüfung Deponiestandort Rehag, CH-9463 Oberriet **Bericht-Nr.:** 432.11A

Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Koordinaten: 2'759'542 / 1'241'843 / ca. 437.2 m ü. M.

Baufirma: K. Sonderegger, Dietsche AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Profilaufnahme: D. Imper, IMPERGELOGIE AG, Heiligkreuz

Datum: 12. März 2020

Profil Massstab 1:25

Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schicht- stärke	Geologi- sches Profil	Beschreibung	Identifikation
436.8	0.4	0.4		Splitt (nach Westen auskeilend)	Auffüllung
<435.2	>2.0	>1.6		Beige-grauer, leicht siltig-toniger Kies mit mässig bis viel Sand und vielen bis sehr vielen Steinen und Blöcken, komgestützt, locker gelagert, erdfeucht Komponenten: eckig bis kantengerundete Kreidegesteine (v. a. beige-graue massige Kalke und dunkelgraue Mergelschiefer), Ø < 1.0 m	

Bemerkungen:

- Baggerschlitz nicht standfest
- weder Hang- noch Grundwasser

Bilder:



Beilage 2.2: Baggerschlitz BS2

Bauobjekt: Eignungsprüfung Deponiestandort Rehag, CH-9463 Oberriet **Bericht-Nr.:** 432.11A

Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Koordinaten: 2'759'533 / 1'241'800 / ca. 439.9 m ü. M.

Baufirma: K. Sonderegger, Dietsche AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Profilaufnahme: D. Imper, IMPERGELOGIE AG, Heiligkreuz

Datum: 12. März 2020

Profil Masstab 1:25

Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schicht- stärke	Geologi- sches Profil	Beschreibung	Identifikation
439.5	0.4	0.4		Dunkelbrauner, stark humoser und stark durchwurzelter, siltig-toniger Kiessand	
437.9	2.0	1.6		Braun-grauer, leicht siltig-toniger Kiessand mit vielen bis sehr vielen Steinen und Blöcken und vereinzelt Ziegelresten, komgestützt, locker gelagert, erdfeucht Komponenten: eckig bis gerundete Kreidegesteine (v. a. beige-graue massige Kalke), Ø < 1.0 m Mit einem Blockhorizont mit eckigen, bis 0.4 Meter grossen Blöcken in 1.0 bis 1.4 Meter Tiefe (im Süden, nach Norden auskeilend).	Auffüllung
437.1	2.8	0.8		Beige-grauer, leicht siltig-toniger Kies mit mässig bis viel Sand und vielen bis sehr vielen Steinen und Blöcken, komgestützt, dicht gelagert, erdfeucht Komponenten: kantengerundete bis gerundete Kreidegesteine (v. a. beige-graue massige Kalke), Ø < 0.4 m	Moräne
<436.9	>3.0	>0.2		Beige-graue, massige Kalke mit schwarzen Tonlagen	Grossblock (evtl. Fels?)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz nicht standfest
- Felsoberfläche fällt von Süd nach Nord von 2.8 auf 3.0 Meter u. OKT
- weder Hang- noch Grundwasser
- Piezometer PZ2 versetzt

Bilder:



Beilage 2.3: Baggerschlitz BS3

Bauobjekt: Eignungsprüfung Deponiestandort Rehag, CH-9463 Oberriet **Bericht-Nr.:** 432.11A

Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Koordinaten: 2'759'549 / 1'241'763 / ca. 445.7 m ü. M.

Baufirma: K. Sonderegger, Dietsche AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Profilaufnahme: D. Imper, IMPERGELOGIE AG, Heiligkreuz

Datum: 12. März 2020

Profil Massstab 1:25

Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schicht- stärke	Geologi- sches Profil	Beschreibung	Identifikation
445.5	0.2	0.2		Dunkelbrauner, stark humoser und stark durchwurzelter, leicht bis mässig siltig-toniger Kiessand	Boden
445.2	0.5	0.3		Dunkelbeiger bis hellgrauer, stark siltiger Kiessand mit mässig Steinen. Komp.: eckige bis kantengerundete Kreidegesteine (v.a. beige-graue Schrattenkalke), Ø < 0.2 m	Gehängeschutt
				Hellbeiger bis weisslicher Horizont aus Steinen und Blöcken mit mässig bis viel Kiessand, korngestützt, locker gelagert, feucht Komponenten: eckig bis kantengerundete Kreidegesteine (v. a. beige-graue Schrattenkalke), Ø bis > 1.0 m, oft mit weisslichem, lehmigem Belag	
<442.1	>3.6	>3.1			

Bemerkungen:

- Baggerschlitz nicht standfest
- weder Hang- noch Grundwasser, jedoch stellenweise tropfend

Bilder:





Beilage 2.4: Baggerschlitz BS4

Bauobjekt: Eignungsprüfung Deponiestandort Rehag, CH-9463 Oberriet **Bericht-Nr.:** 432.11A

Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Koordinaten: 2'759'513 / 1'241'688 / ca. 441.2 m ü. M.

Baufirma: K. Sonderegger, Dietsche AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Profilaufnahme: D. Imper, IMPERGEOLOGIE AG, Heiligkreuz

Datum: 12. März 2020

Profil Massstab 1:25

Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schicht- stärke	Geologi- sches Profil	Beschreibung	Identifikation
441.0	0.2	0.2		Dunkelbrauner, stark humoser und stark durchwurzelter, leicht bis mässig siltig-toniger Kiessand	Auffüllung
440.7	0.5	0.3		Dunkelbeiger bis grauer, leicht bis mässig siltiger Kiessand mit mässig Steinen. Komp.: eckige bis kantengerundete Kreidesteine, Ø < 0.2 m, vereinzelt Ziegelreste	
<440.5	>0.7	>0.2		Beige-grauer, massiger, grobspätiger Kalk	Grossblock (evtl. Fels?)

Bemerkungen:

- Baggerschlitz nicht standfest
- weder Hang- noch Grundwasser

Bilder:



Beilage 2.5: Baggerschlitz BS5

Bauobjekt: Eignungsprüfung Deponiestandort Rehag, CH-9463 Oberriet **Bericht-Nr.:** 432.11A

Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Koordinaten: 2'759'509 / 1'241'688 / ca. 441.1 m ü. M.

Baufirma: K. Sonderegger, Dietsche AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Profilaufnahme: D. Imper, IMPERGELOGIE AG, Heiligkreuz

Datum: 12. März 2020

Profil Masstab 1:25

Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schicht- stärke	Geologi- sches Profil	Beschreibung	Identifikation
440.85	0.25	0.25		Grauer Kiessand / Splitt / Kofferung	Auffüllung
440.3	0.8	0.55		Dunkelbeiger bis hellgrauer, stark siltiger Kiessand mit mässig Steinen und Blöcken, locker gelagert, erdfeucht Komp.: eckige bis kantengerundete Kreidegesteine (v.a. beige-graue Schraffenkalke), Ø < 0.3 m	
<438.2	>2.9	>2.1		Beiger, mässig siltiger Kiessand mit vielen Steinen und Blöcken, matrixgestützt, dicht gelagert, erdfeucht Komponenten: eckig bis kantengerundete Kreidegesteine (v.a. beige-graue massige Kalke), Ø < 1.0 m	Moräne

Bemerkungen:

- Baggerschlitz nicht standfest
- weder Hang- noch Grundwasser
- Piezometer PZ1 versetzt

Bilder:



Sondierbohrung KB1 (Nord)

Bauobjekt: Deponiestandort Rehag, CH-9463 Oberriet

Bericht-Nr.: 432.11

Bew.-Nr.:

Beilage: 3.1

Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern

Koordinaten: 2°75'556 / 1°24'781 / 450.65 m ü. M.

Bauleitung: IMPERGELOGIE AG, Untergasse 19, CH-8888 Heiligkreuz

Bohrdatum: 06. – 08. April 2020

Bohrfirma: GEOCONTROL AG, Dorfstrasse 25, CH-8332 Rumlikon (ZH)

Bohrmeister: S. Baumberger

Bohrgerät: GEO 305

Profilaufnahme: L. Müller

Datum: 07. April 2020

Aufgezeichnet: L. Müller

Datum: 21. April 2020

Bohrprofil Massstab 1:50

Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schichtstärke	Geologisches Profil	Beschreibung des Bohrgutes	Geolog. Identifikation	Bohrart Verrohrung	Grundwasser n. Bohrprotokoll
450.35	0.3	0.3		Brauner, humoser Kies mit leicht bis mässig siltigem Feinsand. Komp.: v.a. angewitterte Kalke, eckig bis angerundet, meist korngestützt	Kofferung	Relationsbohrung Ø 169 mm Verrohr. Ø 2"	
				Grauer, meist korngestützter, fast sauberer bis leicht siltiger Kiessand mit Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, stellenweise mit weissem Verwitterungsbelag, eckig bis angerundet, Ø < 7cm			
445.85	4.8	4.5		Blöcke (grau-bräunliche Kalke mit mässig Kalzitadern)	Gehängeschutt		
443.25	7.4	2.6		Brauner, korngestützter, leicht, z.T. mässig siltiger Kiessand mit wenig Steinen Komponenten: v.a. graue Kalke, eckig bis kantengerundet, Ø < 8cm			
441.65	9.0	1.6		Blöcke (graue Kalke)			
441.3	9.35	0.35		Grauer, korngestützter, fast sauberer bis leicht siltiger Kiessand mit Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunlicher Kalke, meist eckig bis kantengerundet, Ø < 7cm			
440.65	10.0	0.65		Grau-brauner, meist korngestützter, leicht siltiger Kiessand mit mässig Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 10cm	Gehängeschutt		

				Grau-brauner, meist korngestützter, leicht siltiger Kiessand mit mässig Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 10cm	Gelängeschutt
435.65	15.0	5.0			
434.8	15.85	0.85		Blöcke (graue Kalke)	
433.9	16.75	0.9		Grau-brauner, meist korngestützter, leicht bis mässig siltiger Kiessand Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, meist kantengerundet bis gerundet, Ø < 5cm	Moräne
432.65	18.0	1.25		Blöcke (graue Kalke)	
431.95	18.7	0.7		Grauer, korngestützter, leicht, z.T. mässig siltiger Kiessand mit vereinzelt Steinen Komponenten: v.a. graue Kalke, angerundet bis gerundet, Ø < 7cm	
428.35	22.3	3.6		Brauner bis braun-dunkelbeiger, matrixgestützter, mässig toniger, mässig bis stark siltiger Kiessand mit vereinzelt bis wenig Steinen (Sand: v.a. Feinsand) Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, vereinzelt hellgraue Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 8cm	Moräne (verdichtet)
427.85	22.8	0.5		Grau-bräunlicher, matrixgestützter, mässig toniger, stark siltiger Kiessand	
426.55	24.1	1.3		Block (grauer Kalk)	
425.75	24.9	0.8		Braun-dunkelbeiger, matrixgestützter, leicht bis mässig toniger, mässig bis stark siltiger Kiessand Komponenten: v.a. graue Kalke, kantengerundet bis gerundet, selten gut gerundet, Ø < 5cm	
424.35	26.3	1.4		Grau-brauner, matrixgestützter, leicht bis mässig siltiger Sand mit wenig bis mässig Kies und vereinzelt Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, kantengerundet bis gut gerundet, Ø < 10cm	
421.65	29.0	2.7		Grauer, meist matrixgestützter, dicht bis sehr dicht gelagerter (verdichteter), leicht bis mässig toniger, mässig bis stark siltiger Kiessand mit vereinzelt bis wenig Steinen und Blöcken Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, wenig hellgraue, graue und schwarze Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 8cm	Moräne (verdichtet)
420.15	30.5	1.5		Grau-brauner, meist matrixgestützter, dicht bis sehr dicht gelagerter (verdichteter), leicht bis mässig toniger, mässig bis stark siltiger Kiessand mit vereinzelt Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, wenig hellgraue und schwarze Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 10cm	

Gelängeschutt

Relationenkernbohrung Ø 127 mm

Moräne

Moräne (verdichtet)

Relationenkernbohrung Ø 101 mm
Bohrloch mit Filzdecke verüllt

Filzdecke Ø 2"

Filzdecke Ø 2"

GWS 08.04.2020 nach Rohreinbau
19.6 m u. OKT / 431.05 m ü. M.

GWS 21.04.2020
20.89 m u. OKT / 429.76 m ü. M.

Sondierbohrung KB2 (Süd)

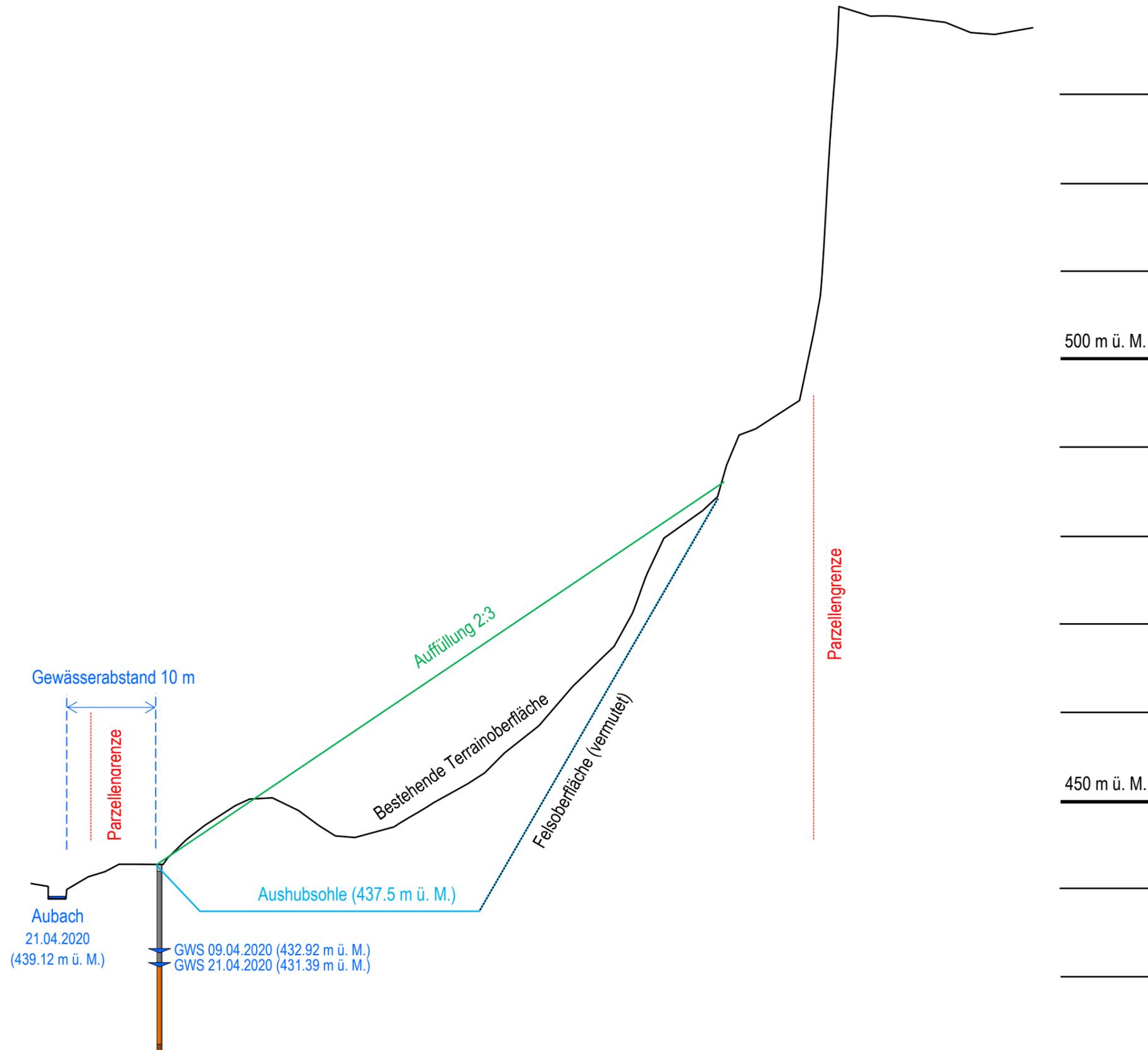
Bauobjekt: Deponiestandort Rehad, CH-9463 Oberriet
Bericht-Nr.: 432.11
Bew.-Nr.:
Beilage: 3.2
Bauherr: Robert König AG, Kirchdorfstrasse 21, CH-9451 Kriessern
Koordinaten: 2'759'527 / 1'241'711 / 443.98 m ü. M.
Bauleitung: IMPERGELOGIE AG, Untergasse 19, CH-8888 Heiligkreuz
Bohrdatum: 08. – 09. April 2020
Bohrfirma: GEOCONTROL AG, Dorfstrasse 25, CH-8332 Rumlikon (ZH)
Bohrmeister: S. Baumberger
Bohrgerät: GEO 305
Profilaufnahme: L. Müller
Datum: 08. April 2020
Aufgezeichnet: L. Müller
Datum: 21. April 2020

Bohrprofil Massstab 1:50

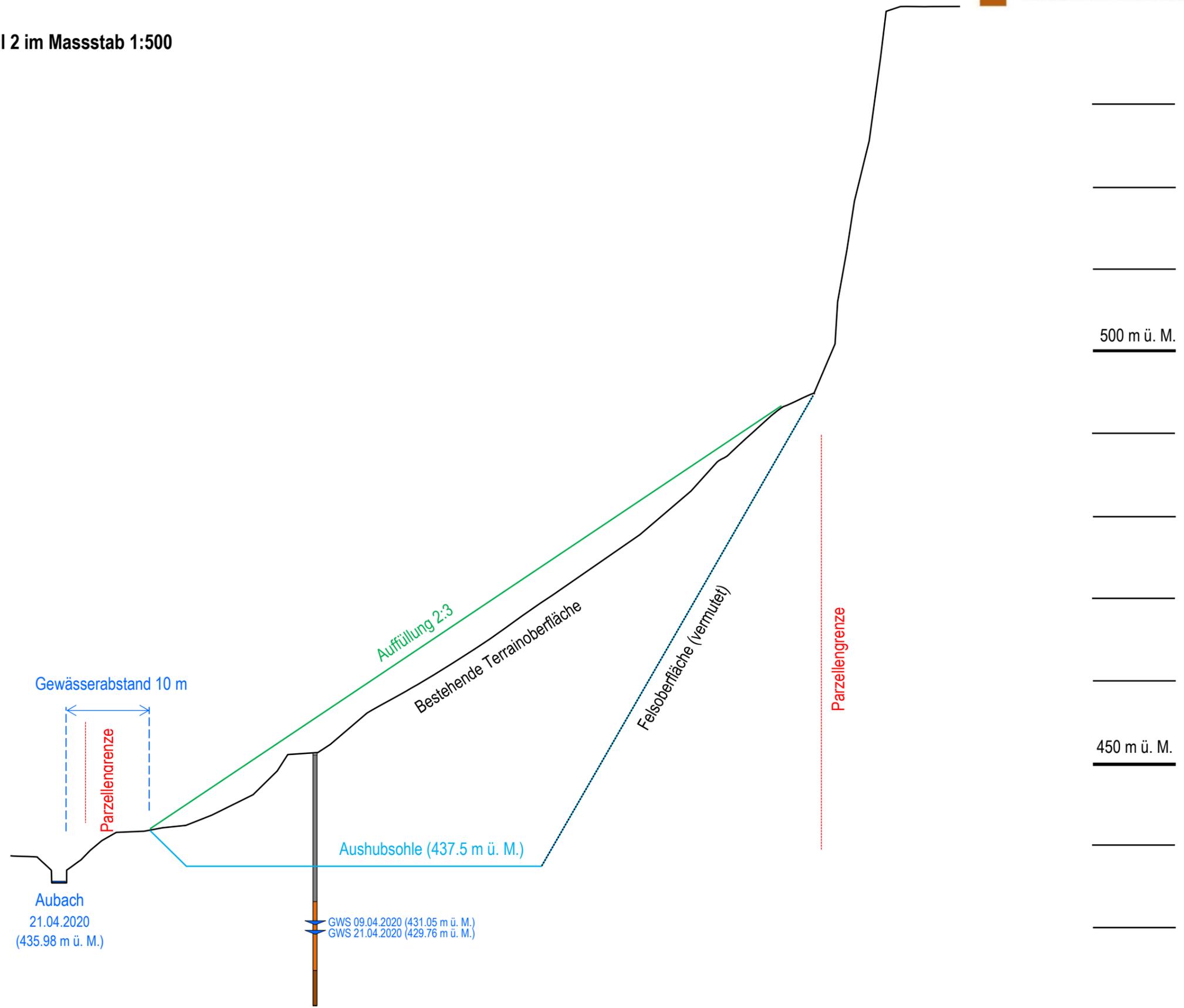
Höhe m ü. M.	Tiefe m u. OKT	Schichtstärke	Geologisches Profil	Beschreibung des Bohrgutes	Geolog. Identifikation	Bohrart Verrohrung	Grundwasser n. Bohrprotokoll
443.7	0.3	0.3		Grau-brauner, meist korngestützter, leicht humoser, leicht bis mässig siltiger Kiessand	Koffering		
443.25	0.75	0.45		Grau-bräunlicher, korngestützter, leicht siltiger Kiessand			
				Block (grauer Kalk)	Gehängeschutt	Rotationskernbohrung Ø 169 mm Välrohr Ø 3"	
440.5	3.5	2.75					
440.0	4.0	0.5		Grauer, korngestützter, fast sauberer bis leicht siltiger Kiessand mit wenig Steinen Komponenten: v.a. graue Kalke, kantengerundet bis gerundet, Ø < 8cm			
436.6	7.4	3.4		Grauer, stellenweise grau-brauner, meist korngestützter, leicht bis mässig siltiger Kiessand mit wenig Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, eckig bis (kanten)gerundet, Ø < 10cm			
434.5	9.5	2.1		Grauer, stellenweise leicht grau-beiger bis grau-brauner, korngestützter, leicht bis mässig siltiger Kiessand mit wenig bis mässig Steinen Komponenten: v.a. graue und grau-bräunliche Kalke, eckig bis angerundet, Ø < 7cm			
				Block (grauer Kalk)	skernbohrung Ø 127 mm Füllrohr Ø 3"		GWS 09.04.2020 nach Rohreinbau (11.05 m u. OKT / 432.92 m ü. M.)
433.0	11.0	1.5					
				Grau-bräunlicher, stellenweise brauner bis braun-dunkelbeiger, meist matrixgestützter, leicht bis mässig toniger, mässig, stellenweise stark siltiger Kiessand mit wenig bis mässig Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 10cm			GWS 21.04.2020 (12.59 m u. OKT / 431.39 m ü. M.)

				Block (grauer Kalk)				
440.5	3.5	2.75						
440.0	4.0	0.5		Grauer, korngestützter, fast sauberer bis leicht siltiger Kiessand mit wenig Steinen Komponenten: v.a. graue Kalke, kantengerundet bis gerundet, Ø < 8cm				
436.6	7.4	3.4		Grauer, stellenweise grau-brauner, meist korngestützter, leicht bis mässig siltiger Kiessand mit wenig Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, eckig bis (kanten)gerundet, Ø < 10cm				
434.5	9.5	2.1		Grauer, stellenweise leicht grau-beiger bis grau-brauner, korngestützter, leicht bis mässig siltiger Kiessand mit wenig bis mässig Steinen Komponenten: v.a. graue und grau-bräunliche Kalke, eckig bis angerundet, Ø < 7cm				
433.0	11.0	1.5		Block (grauer Kalk)				
426.6	17.4	6.4		Grau-bräunlicher, stellenweise brauner bis braun-dunkelbeiger, meist matrixgestützter, leicht bis mässig toniger, mässig, stellenweise stark siltiger Kiessand mit wenig bis mässig Steinen Komponenten: v.a. grau-bräunliche Kalke, eckig bis gerundet, Ø < 10cm				
425.9	18.1	0.7		Block (grauer Kalk)				
425.0	19.0	0.9		Block (grau-bräunlicher Kalk)				
423.8	20.2	1.2		Grauer, korngestützter, fast sauberer Kiessand mit vereinzelt Steinen (Sand: v.a. Grobsand / Kies: v.a. Feinkies) Komponenten: v.a. graue Kalke, wenig hellgraue und schwarze Kalke, angerundet bis gut gerundet, Ø < 6cm M19.9-M20.0: braun-gräulicher, mässig toniger, mässig bis stark siltiger Kiessand (Sand: v.a. Fein- bis Mittelsand) M20.0-M20.1: Block (grauer Kalk) M20.1-M20.2: Grauer, fast sauberer Kiessand mit vereinzelt Steinen				
<423.0	21.0	0.8		Braun-grauer bis brauner, matrixgestützter, dicht bis sehr dicht gelagerter, mässig bis stark toniger, stark siltiger Feinsand mit wenig Kies	Moräne (verdichtet)			
						Gehängeschutt		
						Rotationskernbohrung Ø 169 mm		
						Vorbohr Ø 3"		
								GWS 09.04.2020 nach Rohreinbau (11.05 m u. OKT / 432.92 m ü. M.)
						Moräne		
						Rotationskernbohrung Ø 127 mm		
						Filterrohr Ø 3"		
								GWS 21.04.2020 (12.59 m u. OKT / 431.39 m ü. M.)
						Rotationskernbohrung Ø 101 mm		
						Bohrloch mit Filterkass verfüllt		

Beilage 4.1: West-Ost-Profil 1 im Massstab 1:500



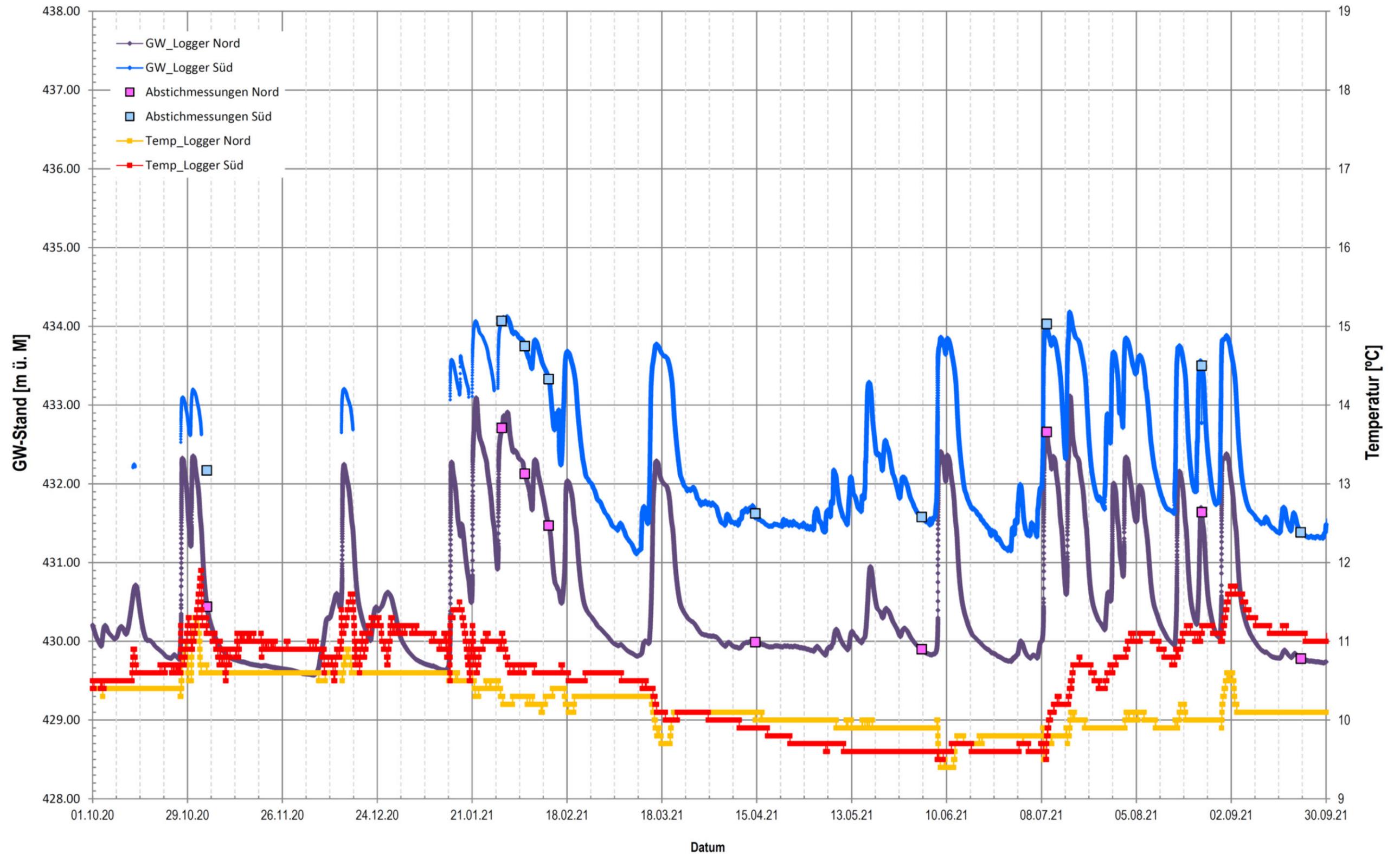
Beilage 4.2: West-Ost-Profil 2 im Massstab 1:500

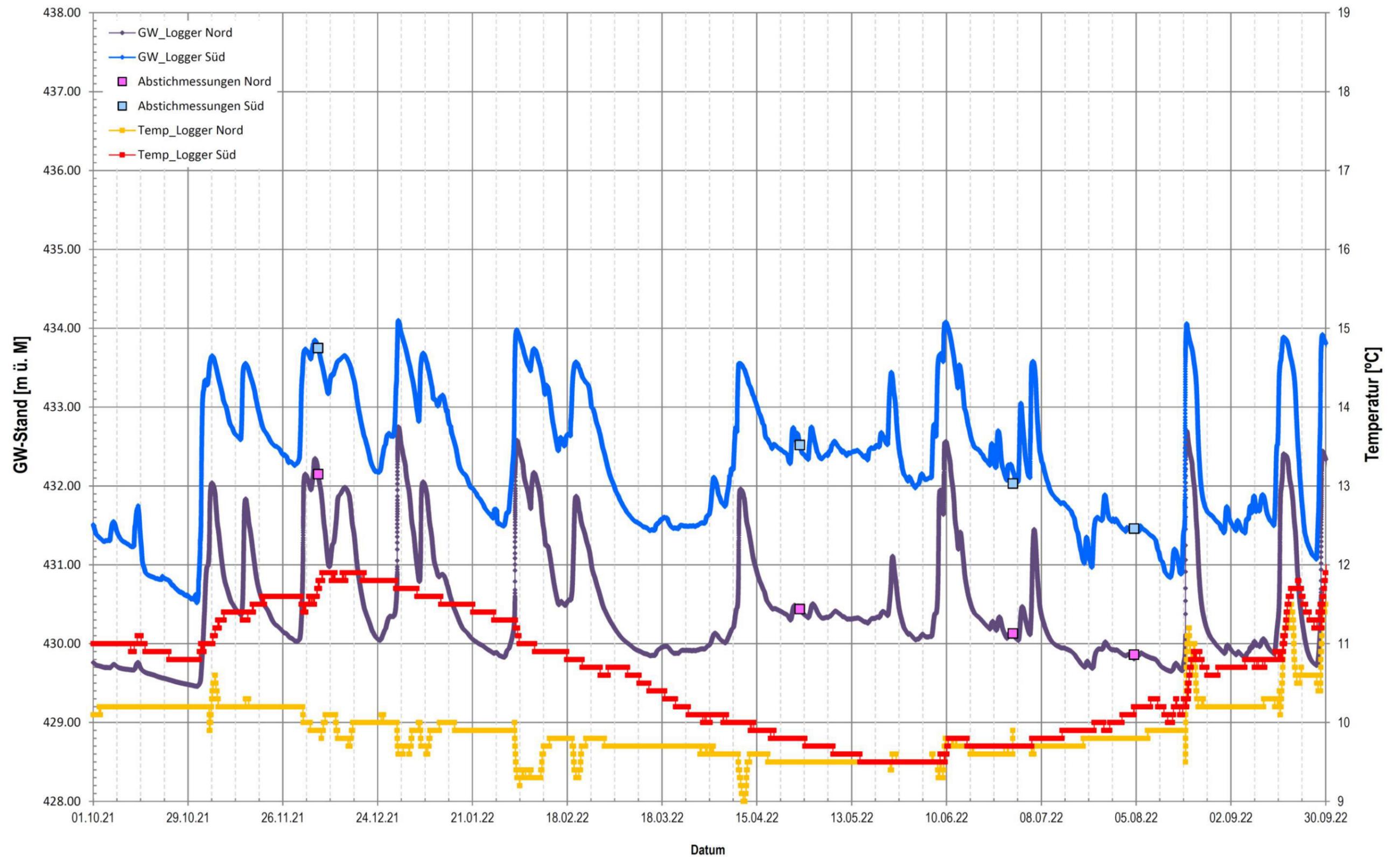


Beilage 5: Wasserspiegelmessungen

Datum	Zeit	Beobachter	Pegel Aubach BP1		Pegel Aubach BP2		PZ1		PZ2		PZ3		PZ4		Bemerkungen (z.B. Wetter, etc.)
			Abstich Brücke Aubach Süd		Abstich Brücke Aubach Nord		OKR PZ im BS5		OKR PZ im BS2		OKR PZ in der SB2		OKR PZ in der SB2		
			440.52 m ü. M.		437.59 m ü. M.		441.79 m ü. M.		438.97 m ü. M.		451.77 m ü. M.		444.82 m ü. M.		
			m u. OK Brücke	m ü. M.	m u. OK Brücke	m ü. M.	m u. OK Rohr	m ü. M.	m u. OK Rohr	m ü. M.	m u. OK Rohr	m ü. M.	m u. OK Rohr	m ü. M.	
17.03.2020	14:00	RL / LM	1.37	439.15	1.58	436.01	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5					bewölkt, trocken
24.03.2020	13:30	RL	1.39	439.13	1.6	435.99	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5					Sonnig, trocken
30.03.2020	09:30	RL	1.38	439.14	1.59	436.00	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5					über Nacht Regen, Bewölkt
09.04.2020	18:00	SB					Kein Wasser				20.72	431.05	11.90	432.92	Sonnig, trocken
10.04.2020	18:00	DI					Kein Wasser				21.92	429.85	12.57	432.25	Sonnig, trocken
14.04.2020	13:30	RL	1.38	439.14	1.59	436.00	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	21.90	429.87	13.08	431.74	über Nacht Regen, Bewölkt
21.04.2020	10:00	RL	1.4	439.12	1.61	435.98	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	22.01	429.76	13.43	431.39	bewölkt, trocken
04.05.2020	13:30	RL	1.36	439.16	1.57	436.02	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	12.16	432.66	20.58	431.19	bewölkt, rund 40mm Regen in den letzten Tagen
06.05.2020	11:30	LM	1.38	439.14	1.605	435.99	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	11.03	433.79	19.6	432.17	bewölkt, rund 30mm Regen in den letzten 24 Stunden
18.05.2020	08:00	RL	1.38	439.14	1.6	435.99	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.42	431.4	21.86	429.91	Sonnig, trocken
04.06.2020	09:00	RL	1.39	439.13	1.61	435.98	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.79	431.03	22.03	429.74	Bewölkt, über Nacht 4 mm Regen
05.06.2020	09:00	RL	1.37	439.15	1.56	436.03	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.28	431.54	21.96	429.81	Regen, 24mm in 24 Std.
08.06.2020	09:00	RL	1.35	439.17	1.54	436.05	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	11.06	433.76	19.44	432.33	Bewölkt, 1 Tag vorher Dauerregen ca. 45 mmm
11.06.2020	09:00	RL	1.29	439.23	1.51	436.08	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	10.82	434	19.12	432.65	Regen
02.07.2020	14:00	DI	1.45	439.07	1.65	435.94					11.89	432.93	20.66	431.11	Unbest., Temp. SB1: 10.5°C, SB2: 10.8°C, Bach: 17.1°C
30.07.2020	11:45	LM	1.47	439.05	1.64	435.95	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.42	431.4	21.9	429.87	Sonnig, trocken, warm, Temp. SB1: 10.7°C, SB2: 11.1°C
25.08.2020	17:30	DI	1.51	439.01	1.63	435.96	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.71	431.11	22.03	429.74	Sonnig, trocken, warm, Temp. SB1: 10.65°C, SB2: 11.1°C
30.08.2020	19:15	DI	1.345	439.175	1.44	436.15	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	10.7	434.12	19.02	432.75	Bewölkt, annähernd trocken
31.08.2020	11:30	LM									10.88	433.94	19.22	432.55	
07.09.2020	16:00	DI	1.46	439.06	1.64	435.95	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	12.915	431.905	21.56	430.21	leicht bewölkt / sonnig, nach Regennacht
22.09.2020	20:15	DI					Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.51	431.31	22.01	429.76	
03.11.2020	16:15	LM	1.47	439.05	1.68	435.91	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	12.65	432.17	21.33	430.44	trocken
29.01.2021	16:00	LM	1.35	439.17	1.54	436.05	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	10.75	434.07	19.06	432.71	nass (letzte Schneereste): kurz nach Niederschlägen
05.02.2021	11:45	LM	1.41	439.11	1.64	435.95	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	11.07	433.75	19.64	432.13	trocken, sonnig
12.02.2021	15:00	LM									11.49	433.33	20.3	431.47	Frostig (unter Gefrierpunkt) / Schneebedeckt
14.04.2021	15:15	LM	1.45	439.07	1.66	435.93	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.195	431.625	21.78	429.99	sonniges Wetter, kühl, Boden trocken
02.06.2021	17:30	LM	1.46	439.06	1.67	435.92	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.24	431.58	21.87	429.90	Sonnig, trocken, Temp. SB1: 10.5°C, SB2: 10.5°C
09.07.2021	15:30	LM	1.41	439.11	1.59	436	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	10.79	434.03	19.11	432.66	Trocken, bewölkt, Temp. SB1: 10.5°C, SB2: 9.8°C
24.08.2021	09:15	LM	1.44	439.08	1.66	435.93	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	11.32	433.5	20.13	431.64	feuchter Boden, bewölkt, Temp. SB1: 10.7°C / SB2: 11.6°C
22.09.2021	14:30	LM	1.465	439.055	1.68	435.91	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	13.435	431.385	21.99	429.78	Trocken, bewölkt - sonnig, Temp. SB1: 10.8°C / SB2: 11.6°C
06.12.2021	11:15	LM	1.45	439.07	1.66	435.93	Kein Wasser	< 438.3	Kein Wasser	< 435.5	11.07	433.75	19.62	432.15	Nass (von Schneeschmelze), bewölkt
27.04.2022	18:15	LM									12.3	432.52	21.33	430.44	Sonnig, trocken / nur Piezometer gemessen
29.06.2022	16:10	DI									12.79	432.03	20.59	430.13	PZ Nord abgesägt, d.h. 1.05m kürzer (=20.54m u. OKT)
04.08.2022	11:30	LM									13.36	431.46	20.86	429.86	Sonnig, trocken, heiss / PZ Nord neu ca. 5cm u. OKT
20.11.2023	18:00	LM									10.98	433.84	18.42	432.30	Nass, ausgiebige Niederschläge zwischen 17. - 19. Nov 2023

Beilage 6.1: Grundwasserspiegelmessung vom 1. Oktober 2020 bis am 30. September 2021



Beilage 6.2: Grundwasserspiegelmessung vom 1. Oktober 2021 bis am 30. September 2022


Beilage 6.3: Grundwasserspiegelmessung vom 1. Oktober 2022 bis am 30. September 2023

