ANDRES GEOTECHNIK AG

Schuppisstrasse 7 | 9016 St.Gallen
T 071 288 27 88 | F 071 288 36 12
info@andres-geotechnik.ch
www.andres-geotechnik.ch

Geschiebeablagerungsplatz GAP Sefar Rheineck / Thal

Hydrogeologischer und geotechnischer Bericht

Geologie, Hydrogeologie, Auswirkungen Grundwasser, hydrogeologische und geotechnische Beurteilung

15. April 2019

WIR SCHAFFEN **GRUNDLAGEN.**

Geologie | Grundbau | Geotechnik | Hydrogeologie | Altlasten

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Auftrag 3
2. Grundlagen 3
3. Ausgeführte Arbeiten 4
4. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse 4
4.1 Schichtaufbau 4
4.2 Grundwasser 5
5. Auswirkungen auf das Grundwasser 6
5.1 Projekt 6
5.2 Grundwasserspiegel 6
5.3 Drainagewirkung Grundwasser 7
5.4 Bautechnische Hinweise 7
5.5 Überwachung 8
6. Gesamtbeurteilung 8

Beilagen

Ausschnitt Gewässerschutzkarte Mst. 1:5‘000	Beilage 1
Ausschnitt Grundwasserkarte Mst. 1:5‘000	Beilage 2
Lageplan Mittelwasserstand Mst. 1:1‘000	Beilage 3
Lageplan Hochwasserstand Mst. 1:1‘000	Beilage 4
Lageplan Tiefwasserstand Mst. 1:1‘000	Beilage 5
Messdaten Grundwasserspiegel KB 1 bis KB 4	Beilage 6
Profile Kernbohrungen KB 1 bis KB 4 Mst. 1:50	Beilagen 7 bis 10
Geologische Profile 1 + 2 Mst. 1:500/250	Beilage 11
Geologisches Profil 3 Mst. 1:500/250	Beilage 12
	Beilage 13

1. Einleitung und Auftrag

Nach Überflutungen und grossen Schäden im Jahr 2002 liessen die Gemeinden Thal und Rheineck ein generelles Hochwasserschutz-Projekt über die Gewässer Dorfbach, Gstaldenbach und Freibach ausarbeiten. Gemäss Auflageprojekt des Ingenieurbüros Bänziger Partner AG Oberriet bildet die Erstellung eines grossen Geschiebeablagerungsplatzes (GAP) im Grenzbereich der beiden Gemeinden bei der Einmüdung des Groppenbachs in den Freibach ein zentrales Element für den künftigen Hochwasserschutz. Auf einer Fläche von rund 11'000 m^2 soll das Gelände unmittelbar südlich des heute stark verbauten Freibach-Gerinnes um rund 2.5 m abgesenkt und so beim Übergang vom steilen ins flache Gelände ein grosser Raum für das Auffangen von Geschiebe und Holz geschaffen werden. Das mit flachen Böschungen umgebene Becken erhält eine Niederwasserrinne ohne harte Verbauungen, damit sich das Gewässer im GAP künftig möglichst selbständig und naturnah entwickeln kann (siehe auch Visualisierungen Beilage 13); lediglich die Ein- und Auslaufbereiche werden mit wasserbaulichen Massnahmen speziell gesichert.

Der geplante GAP Sefar kommt in ein Gebiet mit bekanntermassen hochliegendem Grundwasserspiegel zu liegen. Es war von Anfang an klar, dass die Sohle der neu geschaffenen Geländemulde im Gewässerschutzbereich A_u teilweise unter den Grundwasserspiegel zu liegen kommt. Zur Erfassung der genauen hydrogeologischen Verhältnisse wurden seit 2008 umfassende Grundwasserspiegelmessungen durchgeführt. Neben der Durchführung dieser Messungen wurde unser Büro von den beiden Projekt-Gemeinden mit einer detaillierten Auswertung der Messdaten und mit einer hydrogeologischen und geotechnischen Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Projektes auf das Grundwasser und die unmittelbare Nachbarschaft beauftragt.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die seit 2008 erhobenen Messdaten und das daraus sowie aus einer grossen Anzahl früherer Untergrundsondierungen in diesem Bereich gewonnene hydrogeologische Modell. Anschliessend werden die Auswirkungen des Projektes auf das Grundwasser und auf die unmittelbare Nachbarschaft im Detail beschrieben und beurteilt. Der Bericht berücksichtigt dabei die Ergebnisse einer ersten Studie der AF Colenco AG aus dem Jahr 2010 sowie die Resultate einer Vorbesprechung im September 2018 mit den kantonalen Bewilligungsbehörden.

2. Grundlagen

Für den vorliegenden Bericht standen uns neben den relevanten gesetzlichen Grundlagen und Wegleitungen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- Gewässerschutz-, Grundwasser-, Gewässernetz-, Gefahrenkarte des Kantons St. Gallen
- Wärmenutzung aus dem Grundwasser in den Gemeinden Rheineck, Thal und St. Margrethen; hydrologische und hydrothermische Untersuchungen; Büro Dr. Peter P. Angehrn, Degersheim 1996
- Teilprojekt 4 GAP Sefar: Beurteilung der Grundwasserverhältnisse, Kurzbericht; AF-Colenco AG Baden, 12. Juli 2010
- Freibach, Abschnitt Sefar bis Gstaldenbach, km 0.960 bis 1.475; Auflageprojekt, Technischer Bericht und Kostenvoranschlag mit Planbeilagen, Bänziger Partner AG Oberriet, 30. Dezember 2016
- Amt für Wasser und Energie des Kantons St. Gallen; 17-6907 Thal Freibach; Sanierung und Errichtung GAP; Stellungnahme aus Sicht Grundwasser; 4. Dezember 2017
- Sondierdaten und Untergrundkenntnisse im Grenzgebiet der Gemeinden Thal und Rheineck; hydrogeologisches Archiv des Kantons St. Gallen, Archiv Andres Geotechnik AG St. Gallen

3. Ausgeführte Arbeiten

In einem ersten Schritt wurden im Jahr 2008 die beiden Kernbohrungen KB 1 und KB 2 ausgeführt und mit 3''-Pegeln sowie Datenloggern für die permanente Grundwasserspiegelaufzeichnung versehen. Im Jahr 2012 wurde das Messlayout um die beiden weiteren 4.5''-Pegel KB 3 und KB 4 ergänzt. Mittlerweile liegen für den Zeitraum von 2008 bis heute abgesehen von zwei Lücken (2009/2010 sowie 2013/2914) umfangreiche Grundwasserspiegel-Daten zum Bereich des geplanten GAP Sefar vor. Die Auswertung dieser messtechnischen Grundlagen sowie der detaillierten Kenntnisse zum Untergrundaufbau erlauben die Erstellung eines zuverlässigen, hydrogeologischen Modells und eine klare Beurteilung der Auswirkungen des geplanten GAP.

4. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Schichtaufbau

Die Untergrundverhältnisse im Grenzbereich der Gemeinden Thal und Rheineck sind aus zahlreichen, seit den späten 50iger Jahren in der näheren Nachbarschaft durchgeführten Baugrunduntersuchungen und Erdsondenbohrungen gut bekannt. Die im Bereich des GAP rund 800 m breite und ca. 60 ± 10 m tiefe Molassemulde wurde nach der letzten Eiszeit zunächst mit einer mächtigen Serie Seebodenlehm bis etwa 12 ± 3 m ab OKT aufgefüllt. Anschliessend wurde der Seebodenlehm mit grobkörnigeren Deltaablagerungen der aus dem westlichen Hügelgebiet in den flachen Ausläufer des Bodensees mündenden Bäche überdeckt. Diese Deltaablagerungen bestehen gemäss der klassischen Deltaentwicklung zunächst aus siltigen Fein- und Mittelsanden, welche gegen oben allmählich von grobkörnigem Bachschutt abgelöst werden. Das Grenzgebiet von Thal und Rheineck zeichnet sich generell durch relativ geringe Mächtigkeiten des eigentlichen Bachschuttes aus; eine lokale Ausnahme bildet der Bereich zwischen Sefar im Westen und Armenguet im Osten, wo nördlich des geplanten GAP die Mächtigkeit der grobkörnigen Bachsedimente in Talmitte auf bis zu 15 m ansteigen kann (siehe auch Grundwasserkarte Beilage 2 blauer Bereich). Ausserdem können ausserhalb dieses Schüttungszentrums bis etwa 6 m ab OKT sporadisch geringmächtige Linsen mit Verlandungssedimenten (Torf, tonig-torfiger Silt) auftreten; die eigentliche Zone mit mächtigeren, zusammenhängenden Torfschichten beginnt allerdings erst rund 500 m nordöstlich des geplanten GAP. Die geologischen Verhältnisse im Bereich des GAP und seiner unmittelbaren Umgebung können somit im Detail wie folgt beschrieben werden:

Unter dem natürlich gewachsenen Bodenmaterial bzw. örtlichen Kofferschüttungen stehen 1.0 ± 0.5 m weiche ***Deckschicht*** an. Sie setzt sich aus überwiegend tonig-siltigem Feinsand mit organischen Resten zusammen, ihre Lagerungsdichte ist durchwegs sehr gering. Abgesehen von vereinzelten Fremdstoffanteilen in alten Kofferschüttungen konnten in den bislang ausgeführten Sondagen keine Belastungshinweise festgestellt werden.

Unter der Deckschicht folgt überall der mässig siltige, überwiegend sandig-kiesige ***Bachschutt***. Seine Lagerungsdichte ist gering bis maximal mittel; das Kiesmaterial ist aufgrund des teilweise relativ hohen Feinkorngehalts als bedingt hochwertig einzustufen. Die Mächtigkeit des Bachschutts ist bescheiden und nimmt im Bereich des GAP von Süden nach Norden etwa von 3.0 ± 1.0 m auf maximal 8.0 ± 1.0 m in der Nordwestecke zu. Im Bereich geringer Kiesmächtigkeiten (Süd-/Ostseite) sind innerhalb bzw. an der Basis des Bachschuttes dünne Linsen mit Torf oder tonig-torfigem Silt möglich; bei KB 2 wurde eine derartige Linse mit rund 0.85 m Mächtigkeit erbohrt. Die Wahrscheinlichkeit für solche Linsen ist auf der Ostseite des GAP klar am grössten; sie können allerdings auch auf der Südseite nicht ganz ausgeschlossen werden.

Auf den Bachschutt folgen unmittelbar die sandigen ***Schwemmablagerungen***. Sie bestehen aus weitgehend kohäsionslosen, leicht siltigen Sanden, wobei oben Mittel- bis Grobsande, gegen unten zunehmend Feinsande dominieren. Ihre Lagerungsdichte ist generell gering; sie sind im wassergesättigten Zustand anfällig für innere Erosion und Materialfliessen. Ihre

Mächtigkeit ist auf der Süd- bzw. Südwestseite mit rund 8.0 m am grössten, in der Nordwestecke infolge grosser Mächtigkeit des Bachschuttes mit rund 3.0 m am geringsten.

Ab rund 12.0 ± 3.0 m unter Geländeoberkante ist der bindige, tonig-siltige und nur mehr geringfügig feinsandige ***Seebodenlehm*** zu erwarten. Seine Konsistenz ist weich bis steifplastisch. Er dürften die Hauptfüllung der Molassemulde darstellen; seine Schichtstärke variiert daher zwischen praktisch null an den Seiten und gegen 50 m in der Mitte.

An der Basis der Seeablagerungen erfolgt der abrupte Übergang in die kompakte, dicht gelagerte ***Moräne***, welche ihrerseits in der Regel nach wenigen dm bis m vom harten ***Molassefels*** abgelöst wird. Diese beiden im Bereich des GAP erst sehr tief unter OKT zu erwartenden Schichten haben für das vorliegende Projekt allerdings keinerlei bautechnische Bedeutung mehr.

4.2 Grundwasser

Der Grundwasserspiegel im Bereich des GAP wurde zwischen 2008 und 2018 gemäss Angaben unter Ziffer 3 mittels Grundwasser-Datenloggern genau erfasst; die Messdaten sowie deren Auswertung sind in der Beilage 6 dokumentiert; ausserdem sind die Isohypsen für den mittleren, hohen und tiefen Grundwasserstand in den Beilagen 3 bis 5 dargestellt. Der Mittelwasserstand weicht dabei teilweise von den generellen Angaben in Grundwasserkarte Beilage 2 ab. Am Ostende des GAP ist eine gute Übereinstimmung zwischen Kartenangaben und effektive Messungen festzustellen; in der Mitte sowie am Westrand erreicht die Differenz hingegen etwa 0.5 bis 1.0 m. Es besteht eine klare Asymmetrie der festgestellten Grundwasseramplitude; die Differenz zwischen Mittelwasser und Tiefwasser beträgt überall nur gerade wenige dm (0.15 bis 0.31 m), wogegen die Differenz Mittel→Hochwasser deutlich grösser ausfällt (0.63 bis 1.47 m). Klar festzuhalten ist, dass die Fliessrichtung des Grundwassers generell parallel zum Verlauf des Freibachs, d.h. von West nach Ost nicht wesentlich von den Angaben der Grundwasserkarte abweicht. Ausserdem hat der Freibach bei allen Grundwasserständen eine klare Vorflutwirkung, d.h. er fungiert praktisch überall und immer als Drainagegewässer für das hauptsächlich in den oberflächennahen Schichten zirkulierende Grundwasser. Diese Drainagefunktion erklärt auch die festgestellte Asymmetrie und die vergleichsweise kurzen Hochwasserspitzen, welche zu jeweils kurzen Zeiträumen mit einem Grundwasserspiegel deutlich über der heutigen Gewässersohle führen. Die Hochwasserspitzen dürften konkret mit Niederschlagsereignissen und hoher Wasserführung im Freibach zusammenhängen, welche die Exfiltration des Grundwassers kurzzeitig hemmen; im Anschluss an den raschen Rückgang des Bachwasserstandes normalisiert sich dann jeweils etwas langsamer auch die wieder das Grundwasserniveau in Bachnähe. Mit dieser Drainagewirkung verbunden ist auch eine gewisse hydraulische Barrierewirkung des Freibachs; gemäss Erfahrungen mit vergleichbaren Situationen ist sie allerdings kaum als vollständig zu betrachten.

Die Durchlässigkeit des hauptsächlich wasserführenden Bachschuttes kann gemäss lokal durchgeführter Pumpversuche und früherer Ortserfahrung als mässig gut eingestuft werden ($k \sim 1 \times 10^{-4}$ bis 1×10^{-3} m/s; Ø ca. 2.5×10^{-4} m/s); die darunter folgenden Schwemmablagerungen sind nur mehr gering bis maximal mässig gut durchlässig ($k \sim 5 \times 10^{-6}$ bis 8×10^{-5} m/s). Der Seebodenlehm ist als eigentlicher Grundwasserstauer, die Deckschicht als geringmächtige, lokal sowie im Bereich des Freibachs heute bereits unterbrochene, schützende Deckschicht in Rechnung zu stellen. Da im gesättigten Bereich generell nur wenig Material mit guter Durchlässigkeit vorliegt (Bachschutt), sind Ergiebigkeit und Durchflusspotential des Grundwasserleiters zwischen Thal und Rheineck generell als gering einzustufen. Diesbezüglich ist gemäss Grundwasserkarte Beilage 2 lediglich der «blaue» Bereich unmittelbar nordwestlich des geplanten GAP als Ausnahme zu bezeichnen; hier ist die Ergiebigkeit lokal etwa grösser, in diesem Bereich befinden sich demzufolge auch die wenigen vorhandenen Grundwasserfassungen, welche allerdings dementsprechend nur vergleichsweise geringe Dauer-Förderleistungen von in der Regel wenigen 100 l/min aufweisen.

Der gesamte Talbereich zwischen Thal und Rheineck liegt gemäss Gewässerschutzkarte des Kantons St. Gallen Beilage 1 im Gewässerschutzbereich A_u. Trinkwasserfassungen d.h.

Fassungen mit öffentlichem Interesse sind allerdings im gesamten Talbereich nicht (mehr) vorhanden. Die nächstliegenden, effektiv genutzten Brauchwasserfassungen (Kühlwasser Sefar) befinden sich 300 bis 400 m oberstrom des geplanten GAP auf der anderen Seite (Nordseite) des Freibachs. Die relativ geringe Nutzungsdichte an Fassungen ist - wie vorgängig bereits erwähnt - hauptsächlich den geringen, technisch überhaupt förderbaren Wassermengen im vorliegenden «seichten» Grundwasserleiter zuzuschreiben.

5. Auswirkungen auf das Grundwasser

5.1 Projekt

Das GAP-Projekt sieht gemäss Beilagen 3 bis 5 eine rund 170 m lange und rund 70 m breite Aufweitung des heutigen Bach-Gerinnes auf der Südseite des Freibachs vor. Das dortige unbebaute Wiesland wird dazu rund 2.5 m abgesenkt; die in den Beilagen 3 bis 5 dargestellten Sohlenhöhen des heutigen und des künftigen Bachgerinnes (Niederwasserrinne) zeigen, dass das neue Niveau meist einige dm unter dem heutigen Sohlenniveau liegt, was im Hinblick auf die künftige Funktion (Geschiebeablagerung) aus wasserbaulichen Gründen zwingend notwendig ist. Eine Anhebung der GAP-Sohle schränkt diese Funktion und damit den beabsichtigten, notwendigen Hochwasserschutz klar ein. Der GAP ist mit flachen Böschungen weitgehend ohne Sicherungen und harte Verbauungen umgeben; einzig im Einlauf- und Auslaufbereich sind wasserbauliche Massnahmen vorgesehen. Der GAP wird naturnah gestaltet und bietet dem Gewässer anschliessend weitgehend natürliche Entfaltungsmöglichkeiten (siehe auch Visualisierung Beilage 13).

5.2 Grundwasserspiegel

Die Sohle des künftigen GAP kommt mit den wasserbaulich erforderlichen Niveaus klar unter den Grundwasserspiegel zu liegen. Dies gilt für alle Wasserspiegellagen gemäss durchgeführter Messungen und Grundwasserisohypsenplänen Beilagen 3 bis 6 sowie geologischen Profilen Beilagen 11 und 12. Da bereits die aktuelle Gewässersohle des Freibachs bei allen Wasserspiegellagen unter dem Grundwasserniveau liegt, ergibt sich daraus keine grundsätzliche Änderung der aktuell vorliegenden grundwasserhydraulischen Verhältnisse; die Drainagewirkung des Vorflutgewässers wird durch die lokale Aufweitung in diesem Bereich aber etwas verstärkt. Die Unterschreitung der Grundwasserniveaus durch den GAP kann gemäss Sohlenhöhen und Wasserspiegellagen wie folgt zusammengefasst werden:

- Mittelwasser: West ca. bis 100 cm; Ost ca. 50 bis 70 cm
- Hochwasser: West ca. bis 200 cm; Ost ca. 150 bis 180 cm
- Tiefwasser: West ca. 80 cm; Ost ca. 20 bis 40 cm

Die Reichweiten dieser Absenkbeträge sind aufgrund der nur mittleren bis tiefen Wasserdurchlässigkeit des Grundwasserleiters relativ gering. Die den bereits heute vorliegenden, natürlichen Schwankungsbereich übersteigende Absenkung unter den natürlichen Tiefwasserstand beträgt generell einige dm, was sich gemäss Abschätzung nach Sichardt und damit erfahrungsgemäss gut übereinstimmenden Beobachtungen bei bisherigen Baugrubenwasserhaltungen in diesem Gebiet auf einen Bereich von rund 35 m (West) bis knapp 20 m (Ost) ab Böschungsfuss des GAP beschränkt. In der Beilage 5 (Tiefwasserstand) ist dieser Bereich abgegrenzt; hierbei ist zu beachten, dass der Absenkbetrag jeweils vom Böschungsfuss GAP (ganzer Absenkbetrag) gegen die Aussengrenze des Bereichs kontinuierlich gegen Null abnimmt. Die südlich benachbarten Gebäude auf der Westseite liegen damit im Grenzbereich, wo über den natürlichen Schwankungsbereich hinausgehende, absenkende Auswirkungen des GAP gerade noch knapp messbar sind (einige cm). Bei Mittelwasser dürfte der Auswirkungsbereich rund 10 bis 15 m grösser sein, wobei der natürliche Schwankungsbereich nicht ausgeweitet wird. Auf der Nordseite des heutigen Bachgerinnes sind die Auswirkungen voraussichtlich sehr gering und dürften - wenn überhaupt messbar - auf einen rund 10 bis 15 m breiten Streifen ab heutigem Gewässerrand beschränkt bleiben. Die Was-

serspiegellagen bei den rund 300 bis 400 m oberstrom gelegenen Sefar-Brauchwasser-Fassungen werden mit Sicherheit durch den GAP nicht verändert.

Bei hohem Grundwasserstand ist die Absenkwirkung klar am grössten, wobei sich dies jeweils auf nur eine kurze Phase zwischen Hochwasser im Gewässer/GAP und Einpendeln gegen das Mittelwasserniveau nach entsprechenden Ereignissen beschränkt. Dies führt bezüglich der unmittelbar benachbarten Bauten voraussichtlich zu einer Reduktion der durchaus hohen Grundwasserspitzen und damit zu einer Verkleinerung der Asymmetrie gegenüber den heutigen Grundwasser-Amplituden. Das HQ_{100}-Niveau (GAP-Füllstand) liegt überall unter bzw. im Bereich des bisher gemessenen, hohen Grundwasserstandes. Damit ist unter Berücksichtigung der Kurzzeitigkeit und der stark verlangsamten Grundwasseranbindung eines solchen Füllstandes klar, dass der geplante GAP nicht zu einem relevanten Anstieg des Grundwasserspiegels über das bereits heute natürlich vorhandene Maximalniveau führt. Dies gilt insbesondere auch für die Grundstücke unmittelbar östlich des GAP.

5.3 Drainagewirkung Grundwasser

Die lokale Zusatzabsenkung des Grundwassers gegenüber dem heutigen Zustand führt nicht zu einer grundsätzlichen Veränderung der aktuellen grundwasserhydraulischen Verhältnisse. Sie hat lediglich zur Folge, dass das bis spätestens in Rheineck vollständig in die Oberflächengewässer (Freibach, Alter Rhein) exfiltrierende Grundwasser teilweise bereits etwas früher dem Freibach zugeführt wird. Die Menge des früher als heute in den Freibach exfiltrierenden Grundwassers schätzen wir aufgrund der lokalen Gebietsdurchlässigkeit und konkreter Erfahrungswerte bei bisherigen Baugrubenwasserhaltungen auf wenige 100 l/min (6 bis 8 l/s) bei Tiefwasser bzw. max. kurzzeitig 2'000 l/min (33 l/s) bei Hochwasser. Diese Mengen sind bezüglich Kapazität des Freibachs unerheblich. Sie führen aufgrund der grossen Distanz auch nicht zu quantitativen Beeinträchtigungen der genutzten Sefar-Fassungen.

5.4 Bautechnische Hinweise

Gemäss durchgeführter Sondierungen kommt die Sohle des GAP durchwegs mehrere dm unter den Grundwasserspiegel in den Bachschutt zu liegen. Entlang der flachen Böschungen ist damit am Böschungsfuss grundsätzlich permanent mit austretendem, der Niederwasserrinne zufliessendem Grundwasser zu rechnen. Dieses Grundwasser ist zur Gewährleistung der Böschungsstabilität mittels Geröll-/Kiesgräben in Richtung Niederwasserrinne zu führen; der Böschungsfuss ist im Bereich punktueller Wasseraustritte ggf. mittels Bachgeröll-/Kiesschüttungen oder Platzierung grösserer Bollensteine zusätzlich zu verstärken. Aufgrund der relativ günstigen Kornzusammensetzung des Bachschuttes dürfte sich so nach kurzer Zeit eine ausreichende Filterstabilität ausbilden, damit der Niederwasserrinne nur Grundwasser ohne Feinstoffanteile zufliesst. Diese Massnahmen lassen sich gut in die naturnahe Gestaltung des GAP integrieren und entsprechen den sich natürlicherweise bei vergleichbaren Randbedingungen ausbildenden Verhältnissen. Die mit Neigungen von 1:3 bis 1:4 sehr flachen Böschungen dürften im Bachschutt auch bei permanent austretendem Grundwasser langfristig stabil sein.

Mit Absenkbeträgen im Bereich benachbarter Bauten von wenigen cm unter den bisherigen Minimalwasserstand entsteht praktisch keine relevante Zusatzbelastung des Untergrundes infolge Auftriebsverminderung. Entsprechende Konsolidations-Setzungen von Bachschutt und Schwemmablagerungen sind damit ausgeschlossen. Dies gilt grundsätzlich auch für sehr setzungsempfindliche Schichten wie tonig-torfiger Silt und Torf; hier besteht allerdings ein gewisses Restrisiko bezüglich effektivem Vorkommen solcher Linsen in ausgesprochen ungünstiger Lage (direkt unter bestehenden Bauten und Anlagen im Grenzbereich gesättigter/ungesättigter Untergrund). Unbedingt zu vermeiden sind anhaltende Materialausschwemmungen im Bereich des Böschungsfusses; sie können im Extremfall zu langsam rückwärtsgreifenden Setzungen in der unmittelbaren Umgebung infolge Materialverlust führen und ohne Gegenmassnahmen über längere Zeit auch die weiter entfernt befindlichen Nachbargebäude betreffen.

5.5 Überwachung

Zur Überwachung und Kontrolle sowie zur rechtzeitigen Erkennung ungünstiger Vorkommnisse empfehlen wir folgende Massnahmen:

- Weiterführung der Grundwasserspiegelmessungen im bestehenden Layout plus Erstellung von 4 bis 5 weiteren Pegeln im Abstand von rund 20 und 40 m ab GAP-Parzelle (Schwergewicht Südwestecke). Die Wasserspiegelmessungen sollten rund 1 bis 2 Jahre über die Erstellung des GAP hinaus fortgeführt werden.
- Zustandsaufnahmen aller benachbarten Bauten und Anlagen im Umkreis von rund 100 m ab GAP-Böschungsfuss.
- Setzungsmessungen mit einem Messlayout für Bauten und Anlagen im Umkreis von rund 50 m ab GAP-Böschungsfuss (Nullmessung vor Baubeginn, Folgemessungen gemäss Baufortschritt, Messdauer 1 bis 2 Jahre über die Bauzeit hinaus).
- Kontrolle Trübungsfreiheit des am Böschungsfuss abdrainierten Grundwassers; bei anhaltender Trübung des abfliessenden Grundwassers sind Zusatzmassnahmen erforderlich (Kiesschüttungen etc.).

6. Gesamtbeurteilung

Der geplante GAP Sefar ist ein zentrales Element des künftigen Hochwasserschutzes am Freibach zwischen Thal und Rheineck. Er ist aus wasserbaulicher Sicht an der richtigen Stelle und kann ohne wesentliche Einschränkungen der Hochwasser-Schutzfunktion in seinen Dimensionen nicht verändert werden. Letzteres gilt insbesondere auch für die Tiefen-Lage seiner Sohle, welche analog zur heute bestehenden Freibach-Sohle bei praktisch allen Grundwasserständen unter den Grundwasserspiegel zu liegen kommt.

Aufgrund der seit 2008 im Detail beschafften Grundwasserdaten können die Auswirkungen des geplanten GAP auf das Grundwasser nun klar beurteilt werden. Die Hauptauswirkung beschränkt sich auf eine lokale, geringe Grundwasserspiegelabsenkung, welche nur in einem sehr beschränkten Umkreis unmittelbar beim GAP den heutigen, natürlichen Schwankungsbereich verändert. Die Erweiterung des vorhandenen Schwankungsbereichs nach unten beschränkt sich im Bereich bestehender Nachbarbauten (Schwergewicht Südwestseite) auf voraussichtlich wenige cm. Ausserdem dürfte sich der Mittelwasserstand, welcher heute v.a. auf der Westseite über den Angaben der kantonalen Grundwasserkarte liegt, wieder letzteren annähern. Diese Grundwasserspiegelabsenkung hat keine grundsätzliche Veränderung der Grundwasserhydraulik zur Folge; der Freibach bleibt wie bisher das Drainagegewässer des lokal sehr seichten Grundwasservorkommens mit geringem Nutzungspotential. Es ist davon auszugehen, dass im Bereich GAP eine geringe, abflusstechnisch unerhebliche Menge Grundwasser früher als heute ins Gewässer exfiltriert. Eine Behinderung des natürlichen Grundwasserabflusses und ein Anstieg des Grundwasserspiegels können bei Unterhalt des GAP gemäss technischem Bericht des Ingenieurs ausgeschlossen werden.

Eine quantitative Beeinflussung der im Zustrom des GAP gelegenen Brauchwasserfassungen Sefar kann aufgrund des grossen Abstandes ebenfalls ausgeschlossen werden. Negative Einflüsse auf Nachbarbauten sind auch auf der Südwestseite unwahrscheinlich. Das Restrisiko beschränkt sich auf die in diesem Gebiet grundsätzlich möglichen Torflinsen in extrem ungünstiger Lage sowie auf die zuverlässige Unterbindung von anhaltenden Materialausspülungen am Böschungsfuss des GAP; dafür sind die Massnahmen und Kontrollen gemäss Ziffern 5.4 und 5.5 dieses Berichtes zu beachten.

Insgesamt können die Auswirkungen des aus wasserbaulicher Sicht für einen wirkungsvollen Hochwasserschutz notwendigen GAP Sefar aus hydrogeologischer Sicht als geringfügig eingestuft werden. Die geringen Veränderungen haben keine grundsätzliche Änderung der bereits heute vorhandenen Grundwasserhydraulik zur Folge; sie finden ausserdem in einem Grundwasserleiter mit sehr geringem Durchflusspotential und damit realistischerweise äusserst begrenzter Nutzbarkeit statt. Nach unserer Auffassung steht die geringe, permanente Absenkwirkung des GAP im vorliegenden Fall unter Berücksichtigung der angestrebten Hochwasser-Schutzziele nicht im Widerspruch zur gültigen Gewäs-

serschutzgesetzgebung. Das Bauvorhaben ist daher nach unserer Auffassung auch aus hydrogeologischer Sicht bewilligungsfähig.

Andres Geotechnik AG
M. Manser

St. Gallen, 15.4.19

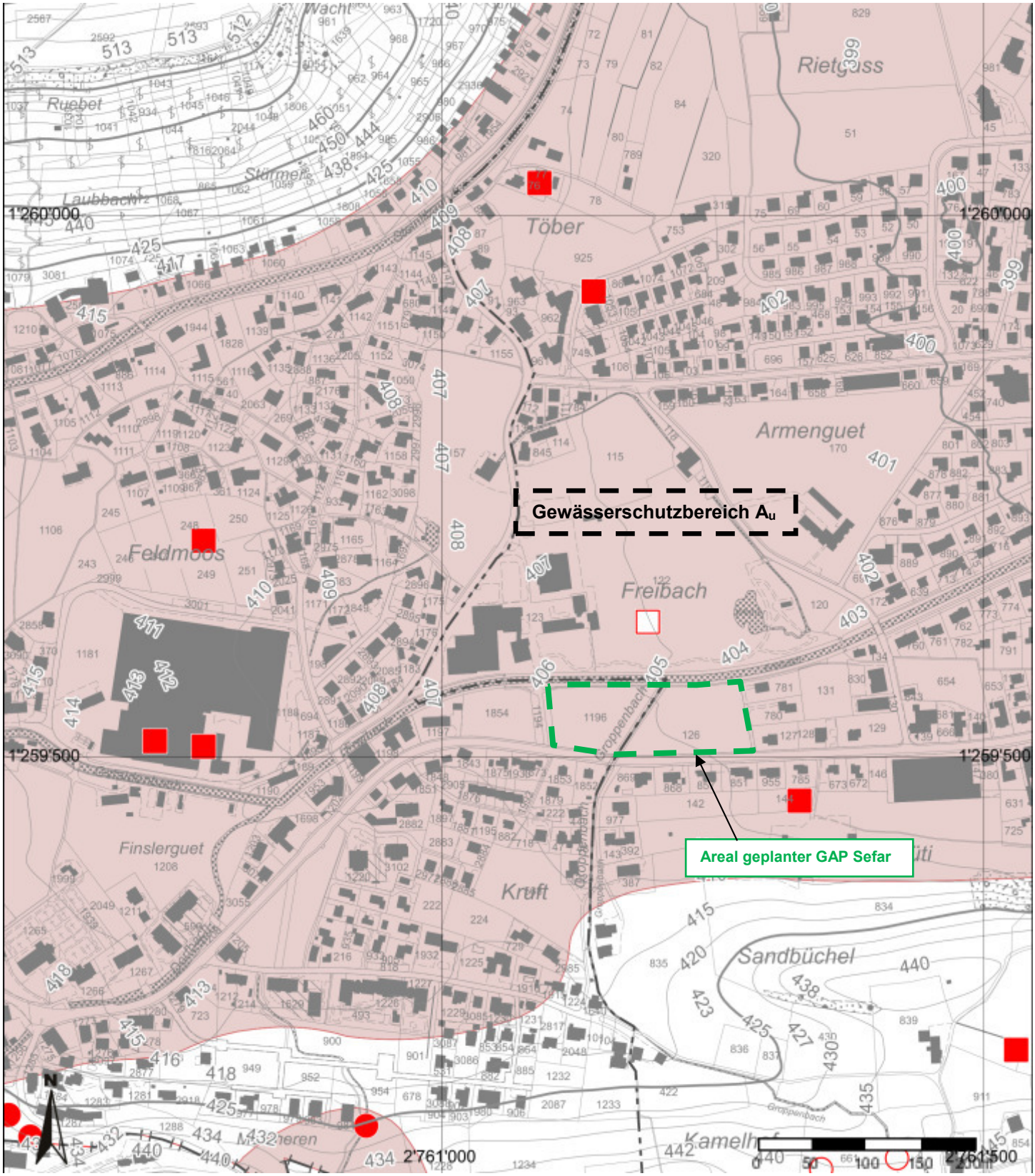
Beilage 1

ANDRES | GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

Ausschnitt Gewässerschutzkarte
1:5'000

Nr. 2496



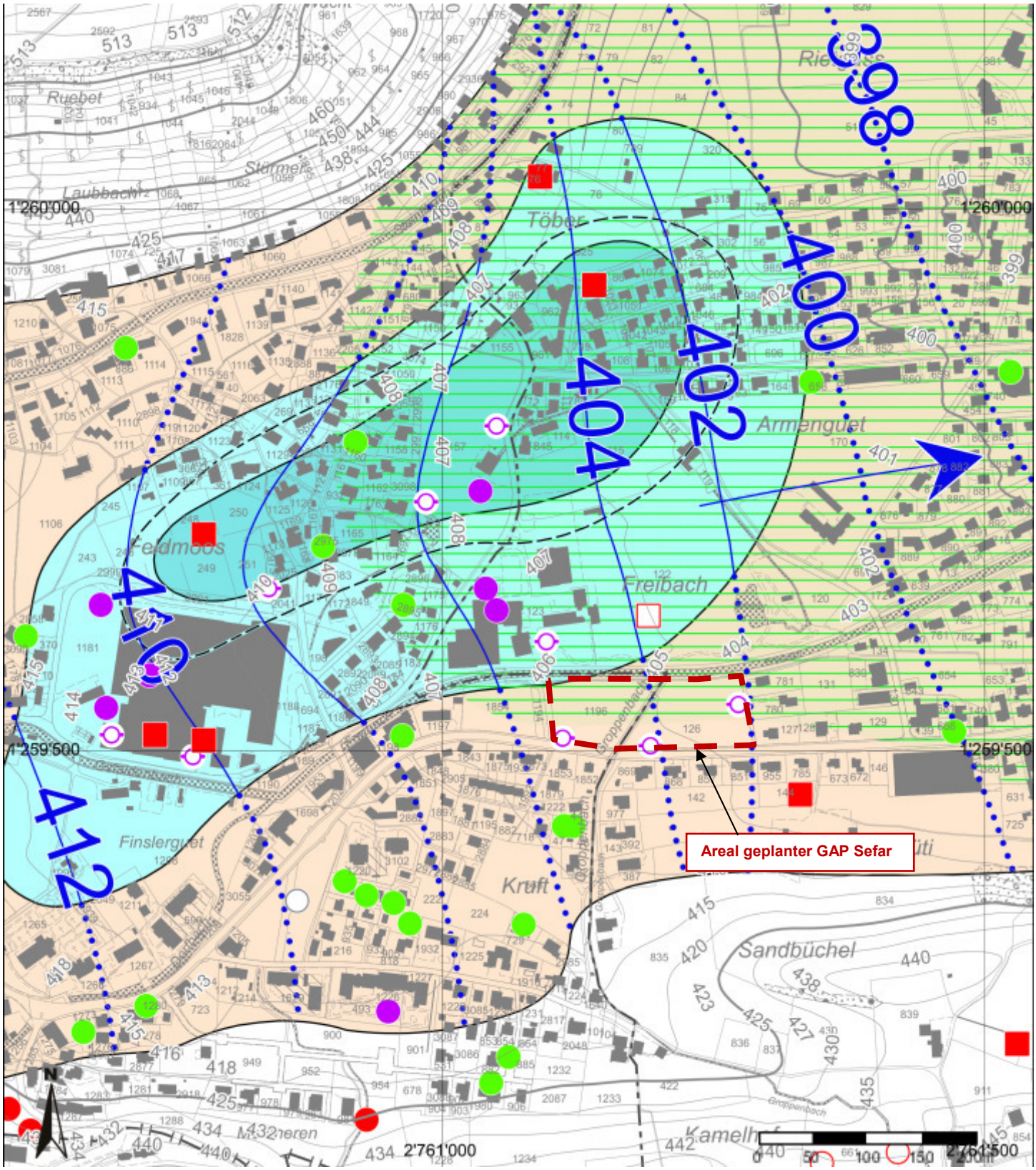
Beilage 2

ANDRES | GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

Ausschnitt Grundwasserkarte
1:5'000

Nr. 2496



Beilage 3

ANDRES GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

Lageplan (Mittelwasserstand)
1:1'000

Nr. 2496

Legende

- Umgrenzung Sohle Geschiebeablagerungsplatz (GAP)
- 403.26 — Sohlenhöhe GAP
- 403.51 — Bestehende Sohlenhöhe Freibach
- Grundwasserisohypsen Mittelwasserstand kantonale GW-Karte
- Grundwasserisohypsen Mittelwasserstand Pegel KB 1 bis KB 4
- Geologische Profile

Beilage 4

ANDRES | GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

Lageplan (Hochwasserstand)
1:1'000

Nr. 2496

Legende

- Umgrenzung Sohle Geschiebeablagerungsplatz (GAP)
- 403.26 — Sohlenhöhe GAP
- 403.51 — Bestehende Sohlenhöhe Freibach
- Grundwasserisohypsen Maximum Pegel KB 1 bis KB 4
- Geologische Profile

Beilage 5

ANDRES | GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

Lageplan (Tiefwasserstand)
1:1'000

Nr. 2496

Legende

- Umgrenzung Sohle Geschiebeablagerungsplatz (GAP)
- 403.26 — Sohlenhöhe GAP
- 403.51 — Bestehende Sohlenhöhe Freibach
- Grundwasserisohypsen Minimum Pegel KB 1 bis KB 4
- Bereich Grundwasserabsenkung unter natürlichen Minimalwasserstand (Absenkbetrag 0.4 bis 0. 8 m → 0 = violette Linie)
- Geologische Profile

ANDRES GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

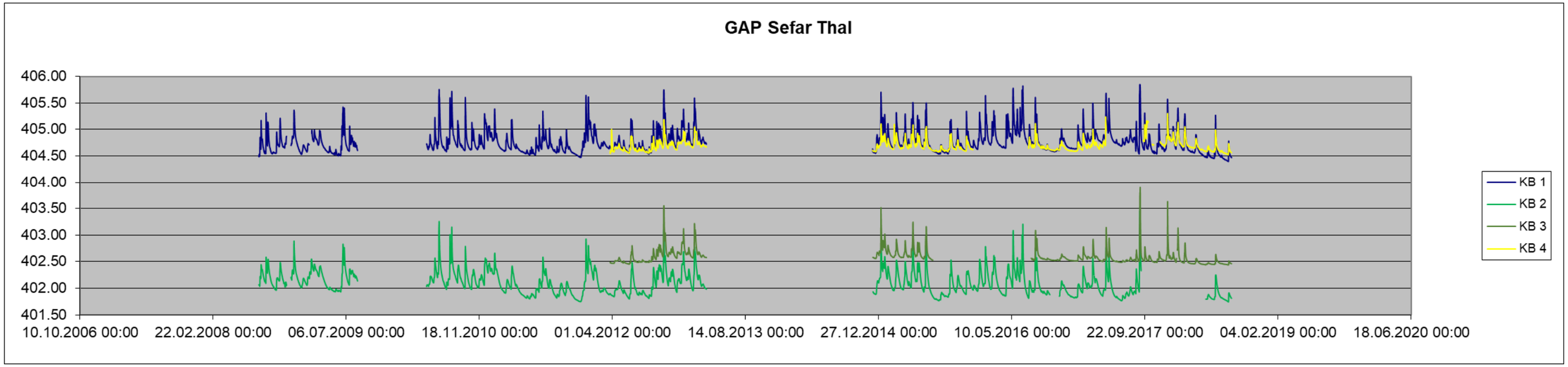
Messdaten
Grundwasserspiegel KB 1 bis KB 4

Nr. 2496

Auswertung Messungen 2008 bis 2018

	KB 1	KB 2	KB 3	KB 4
Maximum	405.85 Ø + 1.14	403.53 Ø + 1.47	403.90 Ø + 1.34	405.30 Ø + 0.63
Minimum	404.40 Ø - 0.31	401.74 Ø - 0.32	402.44 Ø - 0.12	404.52 Ø - 0.15
Median (Ø)	404.71	402.06	402.56	404.67
Amplitude	1.45	1.79	1.46	0.78

Angaben in m ü.M. oder m



GAP Sefar
Rheineck / Thal
KB 1

ANDRES GEOTECHNIK AG

Bohrfirma: U. G. Scheibner GmbH	Bohrmeister: Ch. Hartl
Bohrart: Rotationskernbohrung	Ausführungsdatum: 11.08.2008
Höhe: 406.39 m ü.M. / Koordinaten: 761'111/259'512	Aufnahme: F. Anthamatten

Nr. 2496

Massstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Bodens	Geologie	Piezometer 3"	GWS
	0.30	0.30		Humus; weich; dunkelbraun	Deckschicht		
	0.70	0.40		leicht bis mässig siltiger, stark humoser Feinsand mit vereinzelt Wurzelresten; locker; braun			
1, 2	2.50	1.80		mässig siltiger Kiessand mit einzelnen Steinen; locker, ab ca. 1.8 m ab OKT nass und breiig; grau	Bachschutt		1.74
3, 4	4.20	1.70		leicht, an der Basis mässig siltiger Kiessand mit einzelnen Steinen; locker; nass, wasserführend; graubraun			
5	5.00	0.80		mässig bis stark siltiger Feinsand; locker bis mitteldicht; nass; grau	Schwemmablagerungen / Verlandungssedimente		

Grundwasserspiegel gemessen am 11.08.2008

Piezometerausbau (3''):
- 0-2 m Vollrohr
- 2-4 m Filterrohr
- 4-5 m Vollrohr
- Betonschacht Ø 25 cm, 0-1 m Tondichtung, 2-4 m HaTe-Filtergewebe
- OK Pegelrohr 406.24 m ü.M. (Unterstand 0.15 m)

GAP Sefar
Rheineck / Thal
KB 2

ANDRES GEOTECHNIK AG

Bohrfirma: U. G. Scheibner GmbH	Bohrmeister: Ch. Hartl
Bohrart: Rotationskernbohrung	Ausführungsdatum: 11.08.2008
Höhe: 404.18 m ü.M. / Koordinaten: 761’273/259’543	Aufnahme: F. Anthamatten

Nr. 2496

Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Beschreibung des Bodens	Geologie
0.30	0.30	Humus; weich; dunkelbraun	Deckschicht
1.00	0.70	leicht siltiger, stark humoser Feinsand mit wenig Wurzelresten; locker; braun	
1.50	0.50	leicht siltig-humoser Mittelsand; geschichtet; locker; grau / graubraun	Bachschutt
3.65	2.15	leicht bis teilweise mässig siltiger Kiessand; locker; ab ca. 2.45 m ab OKT nass, wasserführend; grau	
4.50	0.85	Torf; weich; dunkelbraun	Verlandungssedimente
5.00	0.50	mässig bis stark siltiger Kiessand mit reichlich Steinen; locker bis mitteldicht; grau	fluvioglaziale Ablagerungen

Massstab 1:50: 1, 2, 3, 4, 5

Piezometer 3"

GWS: 1.95

Grundwasserspiegel gemessen am 11.08.2008

Piezometerausbau (3’’): 0-2 m Vollrohr
2-4 m Filterrohr
4-5 m Vollrohr
Betonschacht Ø 25 cm, 0-1 m Tondichtung, 2-4 m HaTe-Filtergewebe
OK Pegelrohr 404.02 m ü.M. (Unterstand 0.16 m)

GAP Sefar
Rheineck / Thal
KB 3

ANDRES GEOTECHNIK AG

Bohrfirma: UGS Baugrunduntersuchungs AG, Au SG	Bohrmeister: Ch. Hartl
Bohrart: Rotationskernbohrung	Ausführungsdatum: 22.03.2012
Höhe: 405.08 m ü.M. / Koordinaten: 761'192/259'505	Aufnahme: F. Anthamatten

Nr. 2496

Massstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Untergrundes	Geologie	Piezometer 4.5"	GWS
	0.20	0.20		Humus; weich; dunkelbraun	Deckschicht		
	0.65	0.45		leicht bis mässig siltiger, stark humoser Feinsand mit wenig Wurzelresten; locker; braun	Bachschutt		
1	1.40	0.75		leicht humoser, mässig siltiger Fein- bis Mittelsand mit selten Kies; feingeschichtet; locker; braun - beige			
2	2.30	0.90		stark siltiger Sand mit viel Kies bis teilweise Kiessand; locker; nass; braunbeige			
3 4 5	5.20	2.90		mässig bis stark siltiger Sand mit oben reichlich bis viel unten wenig Kies, sowie selten Steinen; nass; locker / breiig; beigegrau			2.58

Grundwasserspiegel gemessen am 22.03.2012

Piezometerausbau (4.5"):
- 0-2 m Vollrohr
- 2-4 m Filterrohr
- 4-5 m Vollrohr
- Betonschacht Ø 25 cm, 0-1 m: Tondichtung, Unterstand: 0.16 m
- OK Pegelrohr 404.92 m ü.M.

GAP Sefar
Rheineck / Thal
KB 4

ANDRES GEOTECHNIK AG

Bohrfirma: UGS Baugrunduntersuchungs AG, Au SG	Bohrmeister: Ch. Hartl
Bohrart: Rotationskernbohrung	Ausführungsdatum: 22.03.2012
Höhe: 406.73 m ü.M. / Koordinaten: 761’096/259’601	Aufnahme: F. Anthamatten

Nr. 2496

Massstab 1:50	Tiefe [m] ab OKT	Schichtstärke [m]	Signatur	Beschreibung des Untergrundes	Geologie	Piezometer 4.5"	GWS
		0.50		Humus; weich; dunkelbraun	Deckschicht		
	0.50	0.80		leicht humoser, mässig bis stark siltiger Feinsand; locker; beige			
1	1.30	0.35		leicht siltig-humoser Fein- bis Mittelsand mit reichlich Baumwurzeln; locker; beige	Bachschutt		
	1.65	1.35		mässig siltiger Kiessand mit wenig Steinen und humosen Resten; locker; nass, wasserführend; graubeige			2.12
2							
3	3.00	2.20		mässig siltiger Kiessand mit wenig Steinen; locker; nass, wasserführend; grau			
4							
5	5.20						

Grundwasserspiegel gemessen am 22.03.2012

Piezometerausbau (4.5“):
- 0-2 m Vollrohr
- 2-4 m Filterrohr
- 4-5 m Vollrohr
- Betonschacht Ø 25 cm, 0-1 m: Tondichtung, Unterstand: 0.23 m
- OK Pegelrohr 406.50 m ü.M.

ANDRES GEOTECHNIK AG

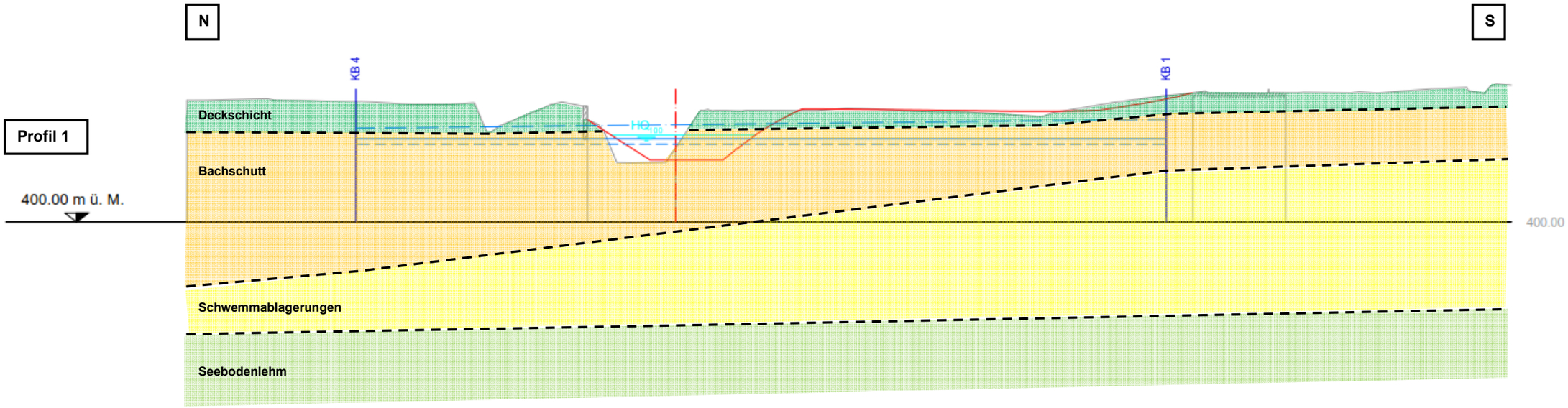
GAP Sefar
Rheineck / Thal

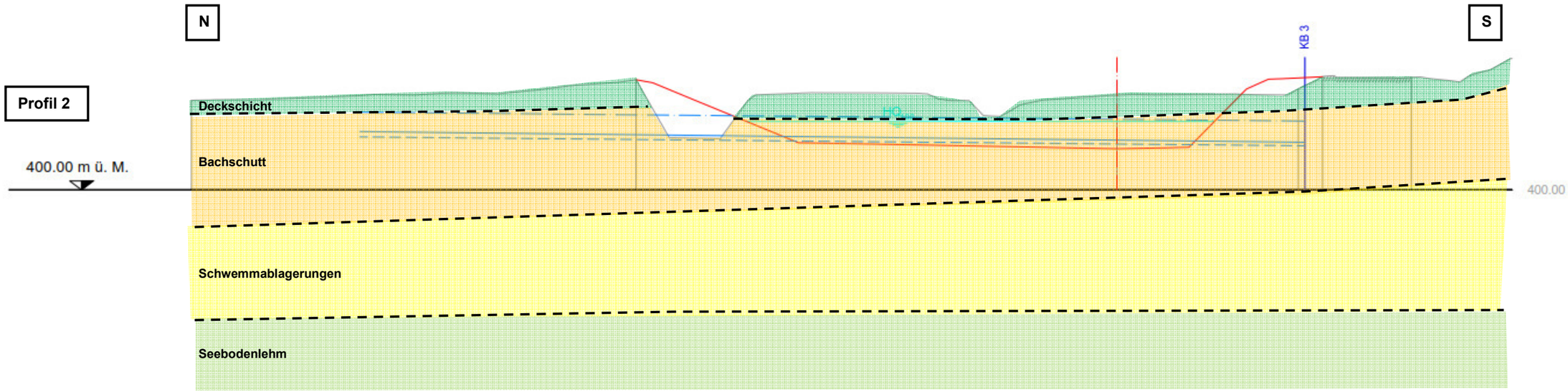
Geologische Profile 1 + 2
1:500/250

Nr. 2496

Legende:

- GWSP hoch
- GWSP mittel
- GWSP tief



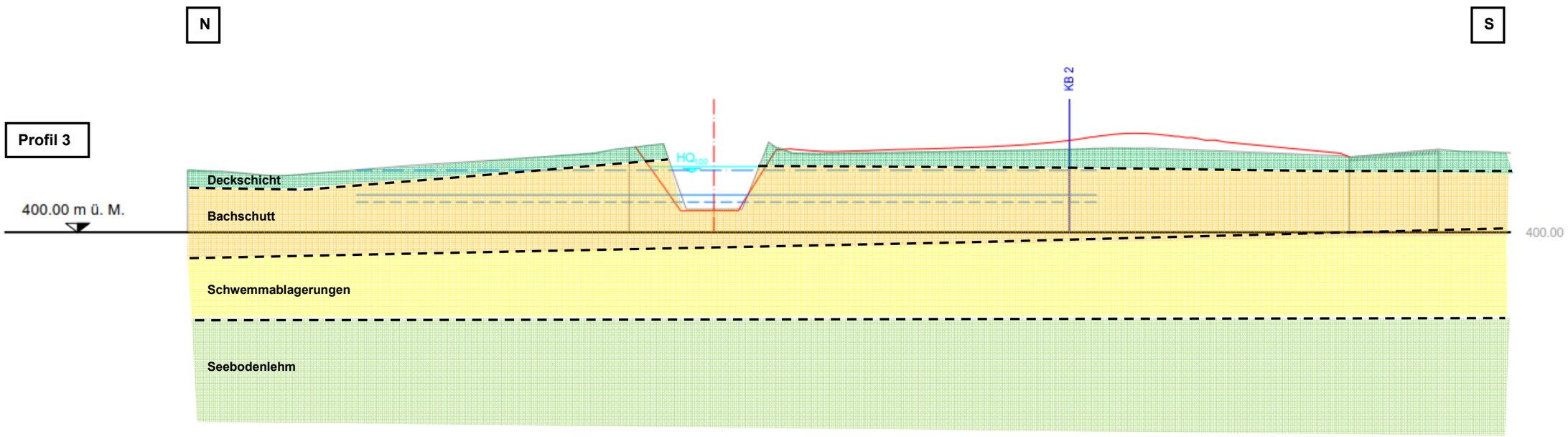


ANDRES GEOTECHNIK AG

GAP Sefar
Rheineck / Thal

Geologisches Profil 3
1:500/250

Nr. 2496

Legende:

- GWSP hoch
- GWSP mittel
- GWSP tief