

4402 Frenkendorf, Prattlerstr. / Hauptstr.

Neue Bachdole

Geologisch- geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse

mit 8 Beilagen

Auftraggeber: Einwohnergemeinde Frenkendorf
Bächliackerstrasse 2
4402 Frenkendorf

Ingenieur: Jauslin Stebler AG
Gartenstrasse 15
4132 Muttenz

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Auftrag	3
2. Grundlagen	3
3. Problemstellung	3
4. Allgemeine geologische Situation	3
5. Baugrundverhältnisse	4
5.1. Geologische Verhältnisse	4
5.2. Grundwasserverhältnisse	6
5.3. Geotechnische Verhältnisse	6
5.3.1. Künstliche Auffüllung	6
5.3.2. Schwemmlehm	7
5.3.3. Gehängelehm	7
5.3.4. Moräne	8
5.3.5. Der Felsuntergrund	8
6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen	10
6.1. Startgrube	10
6.2. Zielgrube	10
6.3. Grabenloser Vortrieb	10
6.4. Weitere Massnahmen	11

Beilagenverzeichnis

Beilage 1	Lage des Untersuchungsgebietes, Situation 1:25'000
Beilage 2	Lage der Sondierungen, Situation 1:1'500
Beilage 3	Sondierschlitz SS1, Schematisches geologisches Profil 1:50
Beilage 4	Drehrammkernsondierung DRKS1, Schematisches geologisches Profil 1:50
Beilage 5	Drehrammkernsondierung DRKS2, Schematisches geologisches Profil 1:50
Beilage 6	Sondierschlitz SS2, Schematisches geologisches Profil 1:50
Beilage 7	Geologisch- geotechnisches Profil 1-1, Mst.: 1:100
Beilage 8	Fotodokumentation der Sondierbohrungen und –schlitze
Beilage 9	Auszug aus der Naturgefahrenkarte BL: Permanente Rutschungen 1:1'500

1. Einleitung und Auftrag

Nach den Überflutungen von 2016 plant die Gemeinde Frenkendorf mit der Jauslin Stebler AG die Erstellung einer neuen Bachdole für die Verbesserung der Hochwassersituation im Dorfkern.

Unser Büro wurde mit Schreiben vom 24.10.2017 mit der Untersuchung der Baugrundverhältnisse beauftragt.

Am 23./24.11.2017 führte der Unternehmer Studersond AG, aus Uebeschi zwei Drehrammkernsondierungen aus. Durch den Unternehmer Jakob AG, aus Lausen wurden am 09.02.2018 zwei Baggerschlitze ausgehoben.

Im Folgenden wird über die Untersuchungsergebnisse berichtet und es werden Empfehlungen für die weitere Planung und Bauausführung gemacht.

2. Grundlagen

Für die Beurteilung wurden folgende Unterlagen berücksichtigt:

- [1] Projektpläne des Ingenieurbüros, Stand 17.10.2017
- [2] Daten aus dem Geoportal (GIS) Kanton Basel-Landschaft
- [3] Geologisch-geotechnische Unterlagen unseres Büros

3. Problemstellung

Die Hochwasserereignisse vom 08. Juni und 28. August 2016 haben das Dorfzentrum von Frenkendorf massiv überflutet. Um den Abfluss des eingedolten Weiherbächlis bei Hochwasser zu gewährleisten, soll dieses ersetzt oder mit einer zweiten Bachdole erweitert werden.

Für die Realisierung der zweiten Bachdole ist derzeit ein Microtunneling auf einer Strecke von ca. 270 m vorgesehen. Dazu sind für die Planung detailliertere Kenntnisse des Baugrundes erforderlich.

Für die weitere Planung und Bauausführung stellen sich insbesondere folgenden Fragen:

1. Wie baut sich der Baugrund auf? Wie ist er beschaffen?
2. In welcher Tiefe folgt der Felsuntergrund? Wie ist er beschaffen?
3. Wie sind die Grundwasserverhältnisse und welchen Einfluss haben diese auf das Bauvorhaben?
4. Was ist für den grabenlosen Vortrieb zu berücksichtigen?

4. Allgemeine geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet liegt im Tafeljura im Ergolztal. Die Schichten des Felsuntergrundes bestehen aus den mergelig-tonigen Schichten des sog. Opalinustons (Unterer Dogger) sowie den siltigen, feinsandigen Mergel und Kalken des Lias (Staffelegg-Formation). Sie fallen leicht nach Norden ein. Die Mergel und Tone sind durch die frühere Überlagerung vorbelastet und deshalb überkonsolidiert. Die felsoberflächennahen Bereiche des Felsuntergrundes sind verwittert.

Die Ergolz und ihre Seitenbäche haben sich in diesen Felsuntergrund eingeschnitten, das heutige Relief geschaffen und dabei Schotter abgelagert.

Der Riss- Gletscher floss durchs Tal und hat Moräne abgelagert, die in Resten lokal erhalten geblieben ist. Im Untersuchungsgebiet war die Moräne durch das früher vorhandene Gletschereis vorbelastet.

Auf den Talhängen ist durch Verwitterung des Felsuntergrundes im Quartär eine mehrere Meter mächtige Gehängelehmschicht entstanden. Diese ist teilweise umgelagert worden, d.h. sie unterlag Gleit- und Kriechbewegungen.

Von Weiherbächli wurde bis zu dessen Eindolung im Projektgebiet Schwemmlehm abgelagert.

In geologisch jüngster Zeit ist im Gefolge der Nutzung des Areals künstliche Auffüllung geschüttet worden.

In der Naturgefahrenkarte des Kantons Basel-Landschaft ist für Teile des Projektgebietes (ausser der Gefährdung durch Hochwasser) eine geringe Gefährdung durch permanente Rutschungen ausgewiesen (vgl. Beilage 9).

5. Baugrundverhältnisse

5.1. Geologische Verhältnisse

Die Schichtenfolge im Untersuchungsgebiet ist wie folgt:

- künstliche Auffüllung (lokal)
- Schwemmlehm (lokal)
- Gehängelehm
- Moräne (lokal)
- Hochterrassenschotter (lokal)
- Fels (Opalinuston / Obtusustone / möglicherweise Kalke der Staffelegg-Fm.)

Die **künstliche Auffüllung** in der Prattlerstrasse ist ca. 1.20 m mächtig. Es handelt sich um sandig-kiesiges Kofferungsmaterial.

Auf der Grünfläche im Bereich von DRKS2 ist die künstliche Auffüllung ca. 0.80 m mächtig. Es handelt sich dabei um zur Geländemodellierung geschüttetes, wenig verdichtetes Material. Bei SS2 ist wenig Ziegelbruch in der Humusschicht vorhanden.

Tabelle 1: Mächtigkeit und Beschreibung der künstlichen Auffüllung

Sondierung	Tiefe von bis [Meter]	Mächtigkeit [Meter]	Beschreibung
SS1	-	-	Nicht angetroffen
DRKS1	0.00 – 1.20	1.20	BELAG / grau-brauner, sandiger KIES, gerundet
DRKS2	0.00 – 0.80	0.80	HUMUS / brauner, siltiger TON mit wenig Ziegelbruch
SS2	0.00 – 0.20	0.20	HUMUS, dunkelbraun, krümelig, mit wenig Ziegelbruch

Der **Schwemmlehm** besteht aus einem siltigen Ton. Er ist krümelig, d.h. eher locker gelagert, und steif bis halbfest. Der Schwemmlehm hat im Untersuchungsperimeter eine Mächtigkeit von ca. 1.3 - 2.3 m.

Tabelle 2: Mächtigkeit und Beschreibung des Schwemmlehm

Sondierung	Tiefe von bis [Meter]	Mächtigkeit [Meter]	Beschreibung
SS1	0.00 – 2.30	2.30	HUMUS / hellbrauner und grau gefleckter, krümeliger siltiger TON, steif, ab ca. -1.70 halbfest
DRKS1	-	-	Nicht angetroffen
DRKS2	-	-	Nicht angetroffen
SS2	0.20 – 1.45	1.35	Brauner und grau gefleckter, krümeliger, siltiger TON, steif, ab ca. -0.80 halbfest

Der **Gehängelehm** besteht aus einem fetten bis leicht siltigen Ton. Er ist steif bis halbfest. Der Gehängelehm hat im Untersuchungsperimeter eine Mächtigkeit von ca. 3.0 - 3.5 m.

Tabelle 3: Mächtigkeit und Beschreibung des Gehängelehms

Sondierung	Tiefe von bis [Meter]	Mächtigkeit [Meter]	Beschreibung
	-	-	Nicht angetroffen
DRKS1	1.20 – 4.60	3.40	Beigebrauner, grau marmorierter, fetter und leicht siltiger TON, steif, bis halbfest, mit vereinzelt Kiesgeröllen
DRKS2	0.80 – 4.10	3.30	Beigebrauner, siltiger bis fetter TON, steif bis halbfest
SS2	-	-	Nicht angetroffen

Das **Moränenmaterial** ist sehr heterogen. Es besteht aus einem siltigen TON mit reichlich Kies, siltig-tonigem Kies und siltig-mergeligem Ton. Das Material ist steif – halbfest und dicht gelagert. Das in Resten lokal erhalten gebliebene Material ist im Projektgebiet mit unterschiedlicher Mächtigkeit vorhanden. Kiesige Schichten können wasserführend sein.

Tabelle 4: Mächtigkeit und Beschreibung des Moränenmaterials

Sondierung	Tiefe von bis [Meter]	Mächtigkeit [Meter]	Beschreibung
SS1	2.30 – 3.90	1.60	2.30-2.80: Hellbrauner, und grauer, siltiger TON, halbfest bis fest, sehr dicht gelagert, mit wenig bis reichlich Kies und Steinen 2.80-3.70: hellgrauer, braun gefleckter, mergeliger TON, halbfest bis fest, mit wenig Kies
DRKS1	-	-	Nicht angetroffen
DRKS2	4.10 – 5.60	1.50	Brauner, siltiger TON mit reichlich Kies bis siltig-toniger KIES, mit wenig Sand und siltig-mergeliger TON, steif bis halbfest
SS2	1.45 – 1.75	0.30	Hellbrauner, siltig-toniger KIES

Die **Hochterrassenschotter** bestehen aus stark siltig-tonigem Kies mit wenig Sand. Sie sind wasserführend und wurden lediglich in Sondierschlitz SS1 angetroffen.

Tabelle 5: Mächtigkeit und Beschreibung der Hochterrassenschotter

Sondierung	Tiefe von bis [Meter]	Mächtigkeit [Meter]	Beschreibung
SS1	3.90 – 4.30	>0.40	Stark siltig-toniger KIES, mit wenig Sand, nass
DRKS1	-	-	Nicht angetroffen
DRKS2	-	-	Nicht angetroffen
SS2	-	-	Nicht angetroffen

Der **Felsuntergrund** besteht aus den mergeligen Tonen des Opalinustons (Unteren Dogger), und den Mergeln und Mergelkalken des Lias. In den Sondierungen wurden lediglich Mergel und Tone (Opalinuston und Obtusustone) aufgeschlossen, es ist jedoch davon auszugehen, dass auch kalkige, harte Lagen der Staffelegg-Formation zu durchfahren sind. Felsoberflächennahe Bereiche mit Wasserzirkulation bis ca. 2 m unter OK Fels sind verwittert und aufgeweicht. Die verwitterte Felsoberfläche stellt einen potentiellen Gleithorizont dar.

Tabelle 6: Mächtigkeit und Beschreibung des Felsuntergrundes

Sondierung	Tiefe von bis [Meter]	Mächtigkeit [Meter]	Beschreibung
SS1	-	-	Nicht angetroffen
DRKS1	4.60 – 7.50	>2.90	Opalinuston: Dunkelgrauer, siltig-toniger MERGEL, fest, geschichtet, oberste 0.40 m verwittert
DRKS2	5.60 – 10.00	>4.40	Obtusustone: Grauer, siltig-mergeliger TON, steif bis halbfest. Oberste 1.50 m verwittert und stellenweise aufgeweicht.
SS2	1.75 – 3.80	>2.05	Obtusustone: Wechsellagerung aus graubraunem, mergeligem SILT, steif bis halbfest, und siltigem TON mit viel Sand, weich bis steif (verwittert). Ab -2.60 mergeliger und feinsandiger SILT, halbfest (angewittert)

5.2. Grundwasserverhältnisse

Das Projektgebiet liegt im **Gewässerschutzbereich üB** (übriger Bereich), d.h. es ist im Untergrund kein potentiell nutzbares Trinkwasser vorhanden. Es gelten aber dennoch die generellen Bestimmungen betreffend Grundwasserschutz.

Die Hochterrassenschotter, welche in Sondierschlitz SS1 angetroffen wurden, sind wasserführend. Möglicherweise steht das Wasser in direktem hydraulischem Zusammenhang mit demjenigen des Weiherbächlis. Ausserdem wurde in SS1 ein leichter Hangwasserzutritt auf -2.40 m (in der Moräne) festgestellt.

Bei den Drehrammkernsondierungen wurden keine durchnässten Schichten festgestellt. In DRKS2 stand nach der Bohrung jedoch Wasser bei -9.80 m. Als anzunehmende, leicht Hangwasser führende Schichten sind die Moräne sowie die verwitterten obersten Schichten des Felsuntergrundes zu nennen.

Der tonige Felsuntergrund wirkt als Grundwasserstauer.

5.3. Geotechnische Verhältnisse

5.3.1. Künstliche Auffüllung

Beschreibung

Sehr variabel: Belag / sandige Kiese / siltig-tonige Kies / siltige Tone. Es handelt sich um Kofferungen für die Strasse sowie um lokale Auffüllungen zur Terrain-Ausgleichung.

USCS-Klassifikation

GP, GC-GM, CL-ML

Konsistenz/ Lagerungsdichte

Das Kofferungsmaterial wurde beim Einbau voraussichtlich verdichtet und ist entsprechend mitteldicht bis dicht gelagert. Siltig-tonige Bereiche können eine weiche bis steife Konsistenz aufweisen. Das Material, welches abseits der Strasse zu Terrainmodellierung geschüttet wurde, ist locker gelagert.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Die künstliche Auffüllung ist im ganzen Untersuchungsgebiet in Mächtigkeiten von ca. 0.4 - 4.0 m (im Strassenbereich) zu erwarten.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte), Schätzung

Feuchtraumgewicht	γ_k	=	19 - 20	kN/m ³
Scherparameter				
Innerer Reibungswinkel	φ'_k	=	25 - 27	°
Kohäsion	c'_k	=	0	kN/m ²
Zusammendrückungsmodul	M_E	=	15 - 30	MN/m ²

Beurteilung

Die künstliche Auffüllung tangiert, wenn überhaupt, nur die Start- bzw. Zielschächte. Der Rohrvortrieb liegt tiefer. Das zur Terrainauffüllung eingebrachte Material wurde beim Einbau kaum verdichtet und ist durch das stark setzungsempfindlich. Die siltig-tonigen Bereiche sind zudem stark frostempfindlich. Falls bauschutthaltiges Material angetroffen wird ist eine Verwertung resp. Entsorgung gemäss VVEA vorzusehen.

5.3.2. Schwemmlehm

Beschreibung

Siltiger Ton steif, mit zunehmender Tiefe steif bis halbfest, krümelig

USCS-Klassifikation

CL

Konsistenz/ Lagerungsdichte

Der Schwemmlehm ist wenig dicht gelagert und steif bis halbfest.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Der Schwemmlehm bildet im Nahbereich des Weiherbächlis die Deckschicht. Die Schichtstärke beträgt bis 2.30 m.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte), Schätzung

Feuchtraumgewicht	γ_k	=	19 - 20	kN/m ³
Scherparameter				
Innerer Reibungswinkel	φ'_k	=	22 - 25	°
Kohäsion	c'_k	=	0 - 5	kN/m ²
Zusammendrückungsmodul	M_E	=	15 - 20	MN/m ²

Beurteilung

Der Schwemmlehm ist stark setzungsempfindlich. Er ist wenig wasserdurchlässig und stark frostempfindlich. Der Schwemmlehm wird bei der Startgrube als erste geologische Schicht anstehen. Bei Wasserzudrang wird er breiig.

5.3.3. Gehängelehm

Beschreibung

Leicht siltiger bis fetter Ton, mit vereinzelt Kiesgeröllen, Kies, kantig, steif, weiche Lagen.

USCS-Klassifikation

CH, CL

Konsistenz/ Lagerungsdichte

Der Gehängelehm ist wenig dicht gelagert, feucht und von steifer Konsistenz.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Der Gehängelehm ist im Zentrum des Untersuchungsgebietes mit einer Schichtstärke von bis ca. 3.50 m vorhanden.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte), Schätzung

Feuchtraumgewicht	γ_k	=	19 - 20	kN/m ³
Scherparameter				
Innerer Reibungswinkel	φ'_k	=	22 - 24	°
Kohäsion	c'_k	=	0 - 5	kN/m ²
Zusammendrückungsmodul	M_E	=	20 - 30	MN/m ²

Beurteilung

Aufgrund seiner Lagerungsdichte ist der Gehängelehm mässig bis stark setzungsempfindlich. Er ist frostempfindlich und wenig wasserdurchlässig. Wie der Schwemmlehm wird auch der Gehängelehm bei Wasserzudrang breiig.

5.3.4. Moräne

Beschreibung

Siltiger Ton mit viel Kies, steif bis halbfester und siltiger TON mit wenig Kies, halbfest bis fest, sehr dicht gelagert

USCS-Klassifikation

GC, GC-CL

Konsistenz/ Lagerungsdichte

Die Moräne ist unverwittert dicht gelagert. Sie ist steif bis halbfest oder fest, kann aber bei Wasserzirkulation lokal aufgeweicht sein.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Die Moräne ist im Untersuchungsgebiet lokal mit einer Mächtigkeit von bis zu 1.50 m über dem Felsuntergrund vorhanden.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte), Schätzung

Feuchtraumgewicht	γ_k	=	20 - 21	kN/m ³
Scherparameter				
Innerer Reibungswinkel	φ'_k	=	30 - 32	°
Kohäsion	c'_k	=	0 - 5	kN/m ²
Zusammendrückungsmodul	M_E	=	40 - 60	MN/m ²

Beurteilung

Die Moräne ist durch die Vorbelastung dicht gelagert. Sie kann Hangwasser führen und ist stark frostempfindlich. In den kiesigen Bereichen ist die Moräne mässig durchlässig.

5.3.5. Der Felsuntergrund

Opalinuston

Beschreibung

Grauer, siltiger-mergeliger TON / siltig-toniger MERGEL, geschichtet.

USCS-Klassifikation

CL

Konsistenz / Lagerungsdichte

Der Opalinuston weist eine halbfeste bis feste Konsistenz auf. In Zonen mit Wasserzirkulation ist die Konsistenz mindestens lokal weich.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Der Opalinuston ist als Felsuntergrund im Nordosten des Untersuchungsgebietes ab einer Tiefe von ca. 4-6 m vorhanden.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte)

Feuchtraumgewicht	γ	=	20 – 22 kN/m ³ *
Scherparameter			
Innerer Reibungswinkel	φ'	=	22 – 25 ° *
Kohäsion	c'	=	0 – 20 kN/m ² *
Restscherfestigkeit (insbesondere bei Hangwasserzirkulation)			
Restscherwinkel	φ_r	=	14 – 17 °
Restscherkohäsion	c_r	=	0 kN/m ²
Zusammendrückungsmodul	M_E	=	30 – 70 MN/m ² *

*Der tiefere Wert entspricht der verwitterten Zone im Opalinuston, die höheren Werte dem unverwitterten Opalinuston.

Beurteilung

Der Felsuntergrund aus Opalinuston ist generell halbfest bis fest und vertikal wasserundurchlässig. Die obersten 2 m können infolge Verwitterung aufgeweicht und leicht wasserführend sein. Wasserführende Schichten innerhalb des Opalinustons können diesen auch in tieferen Schichten lokal aufweichen. Die kompakten Schichten weisen bei Wasserzutritt ein Quellungspotential auf.

Obtusustone

Beschreibung

Grauer, siltiger-mergeliger TON lageweise feinsandig.

USCS-Klassifikation

CL

Konsistenz / Lagerungsdichte

Die Obtusustone weisen eine steife bis halbfeste Konsistenz auf. In Zonen mit Wasserzirkulation, d.h. in den verwitterten Schichten und in sandigen Lagen ist die Konsistenz mindestens lokal weich.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Die Obtusustone sind als Felsuntergrund im Südwesten des Untersuchungsgebietes ab einer Tiefe von ca. 2-4 m vorhanden.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte)

Vergleichbar mit denen des Opalinustons.

Beurteilung

Der Felsuntergrund aus Obtusustonen ist generell steif bis halbfest und vertikal wasserundurchlässig. Die obersten 2 m können infolge Verwitterung aufgeweicht und leicht wasserführend sein. Wasserführende Schichten innerhalb der Obtusustone können diese auch in tieferen Schichten lokal aufweichen. Wie der Opalinuston weist auch der Obtususton ein Quellungspotential bei Wasserzutritt auf.

Kalkige Schichte der Staffelegg-Formation

Beschreibung

Siltige, sandige und spätinge Mergelkalke

Konsistenz/ Lagerungsdichte

Kompakt und hart.

Ausdehnung und Mächtigkeit

Mehrere Meter (10-20 m?) mächtige Schicht zwischen Opalinuston und den Obtusustonen der Staffelegg-Formation Ebenfalls folgen unter den Obtusustonen Mergelkalke und Kalke. In den Sondierungen wurden sie nicht aufgeschlossen.

Bodenmechanische Kennwerte (charakteristische Bodenkennwerte), Schätzung

Unverwitterter, kompakter Fels:

Feuchtraumgewicht $\gamma_k = 23 - 24 \text{ kN/m}^3$

Scherparameter

Innerer Reibungswinkel $\varphi'_k = 32 - 34^\circ$

Kohäsion $c'_k = 50 - 100 \text{ kN/m}^2$

Beurteilung

Die kalkigen Schichten sind hart und möglicherweise leicht wasserführend. Tektonisch beanspruchte Bereiche können stark zerklüftet sein.

6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

6.1. Startgrube

Die Startgrube kommt in die abfallende Böschung zum Hülftenbach zu liegen. Der Baugrund wird in diesem Bereich aus Lockergestein gebildet: Locker gelagerter, steifer Schwemmlehm überlagert hier sehr dicht gelagertes, halbfestes bis festes Moränenmaterial. Im kiesige, oberen Teil der Moräne (ca. -2.20m bis -2.80 m ab OK Terrain) ist mit leichtem Hangwasserzutritt zu rechnen.

Wie in Beilage 9 ersichtlich, kommt die Startgrube in einem Gebiet mit geringer Gefährdung durch permanente Rutschungen zu liegen. Als Rutschhorizonte fungieren voraussichtlich die Felsoberfläche und der Schichtübergang von Schwemmlehm / Gehängelehm zur Moräne. Beim Bagger-schlitz SS1 wurde auch festgestellt, dass sich der Schlitz durch bergseitigen Druck verengte.

Die Presskraft des Microtunnelings beträgt ca. 400 kN. Für die Presse muss ein Widerlager geschaffen werden. Gemäss heutigem Stand kommt eine Spundwandlösung mit vorbetonierter Wand und zusätzlicher Abspriessung in den Gegenhang in Frage.

Damit die Abbauflüssigkeit beim Einstich nicht an die Oberfläche gepresst wird, muss im Bereich der Startgrube eine genügend grosse Überdeckung von ca. $2 \times DA$ (= ca. 2.80 m) gewährleistet sein. Dazu muss zur Böschung hin eine Geländeaufschüttung von ca. 2 m vorgenommen werden. Um ausserdem zu verhindern, dass die Abbauflüssigkeit zum Hülftenbach abfliessen kann, ist derzeit angedacht, dass die Startgrube komplett mit Spundwänden umschlossen wird. Die Spundwand ragt für die Überschüttung über das Terrain hinaus. Für den Einstich des Tunnels ist eine Vorbetonierung zu erstellen, so dass die Spundwand in Vortriebsrichtung wieder gezogen werden kann.

6.2. Zielgrube

Die Zielgrube kommt in Schwemmlehm und verwittertem, bzw. angewittertem Felsuntergrund zu liegen. Der Felsuntergrund wird hier von Obtususton aufgebaut, welche in der Regel gut baggerbar sind. Wir empfehlen auch hier die Schachtschliessung mit einer Spundwand zu planen.

6.3. Grabenloser Vortrieb

Der Vortrieb wird im Schwemmlehm starten (vgl. Profil, Beilage 7). Es folgt ein schleifender Übergang in deutlich dichter gelagertes Moränenmaterial oder direkt in den Felsuntergrund aus den mergeligen Schichten des Opalinustons.

Der Opalinuston ist oberflächlich bis ca. 1 m verwittert. Darunter ist er vorwiegend halbfest und bröckelig. Es ist bekannt, dass bei der grabenlosen Erstellung der Kanalisationsleitung im Opalinuston Probleme wegen seiner (unerwarteten) Härte aufgetreten sind. Unverwitterter, trockener Opalinuston kann äusserst hart, bis nicht mehr baggerbar sein. Da der Vortrieb hier jedoch felsoberflächennah erfolgt, gehen wir davon aus, dass er eine Konsistenz wie in der Sondierung DRKS1 angetroffen aufweist.

Der Opalinuston und die Obtusustone wurden in der Sondierung z.T. trocken angetroffen. Durch den Kontakt mit der Stützflüssigkeit können die Mergel und Tone Wasser aufnehmen. Es ist mit einem leichten Quellen zu rechnen. Dies führt zu einer zusätzlichen Mantelreibung, welche durch den Vortrieb überwunden werden muss. Der Einsatz von Zwischenpressen ist zu prüfen.

Der Vortrieb verläuft voraussichtlich bis zur Zielgrube im Fels. Innerhalb des Fels gibt es einen Schichtwechsel über eine geringmächtige Schicht von harten Kalke und Mergelkalken zu den noch etwas tonigeren, klebrigeren Obtusustonen. Die kalkigen Schichten können Klüfte in Dezimeterstärke aufweisen. Aufgrund der feinkörnigen Ausbildung des Opalinustons und der Obtusustone ist mit einem verlangsamten Vortrieb und einem grossen Schlemmanteil in der Ausspülung zu rechnen. Es sind Absetzbecken vorzusehen.

6.4. Weitere Massnahmen

Wir empfehlen, von den angrenzenden Gebäuden Rissprotokolle aufnehmen zu lassen. Zudem sind die Strassen im Projektperimeter bezüglich vorhandener Schäden aufzunehmen (Beweissicherung).

Pfirter, Nyfeler + Partner AG

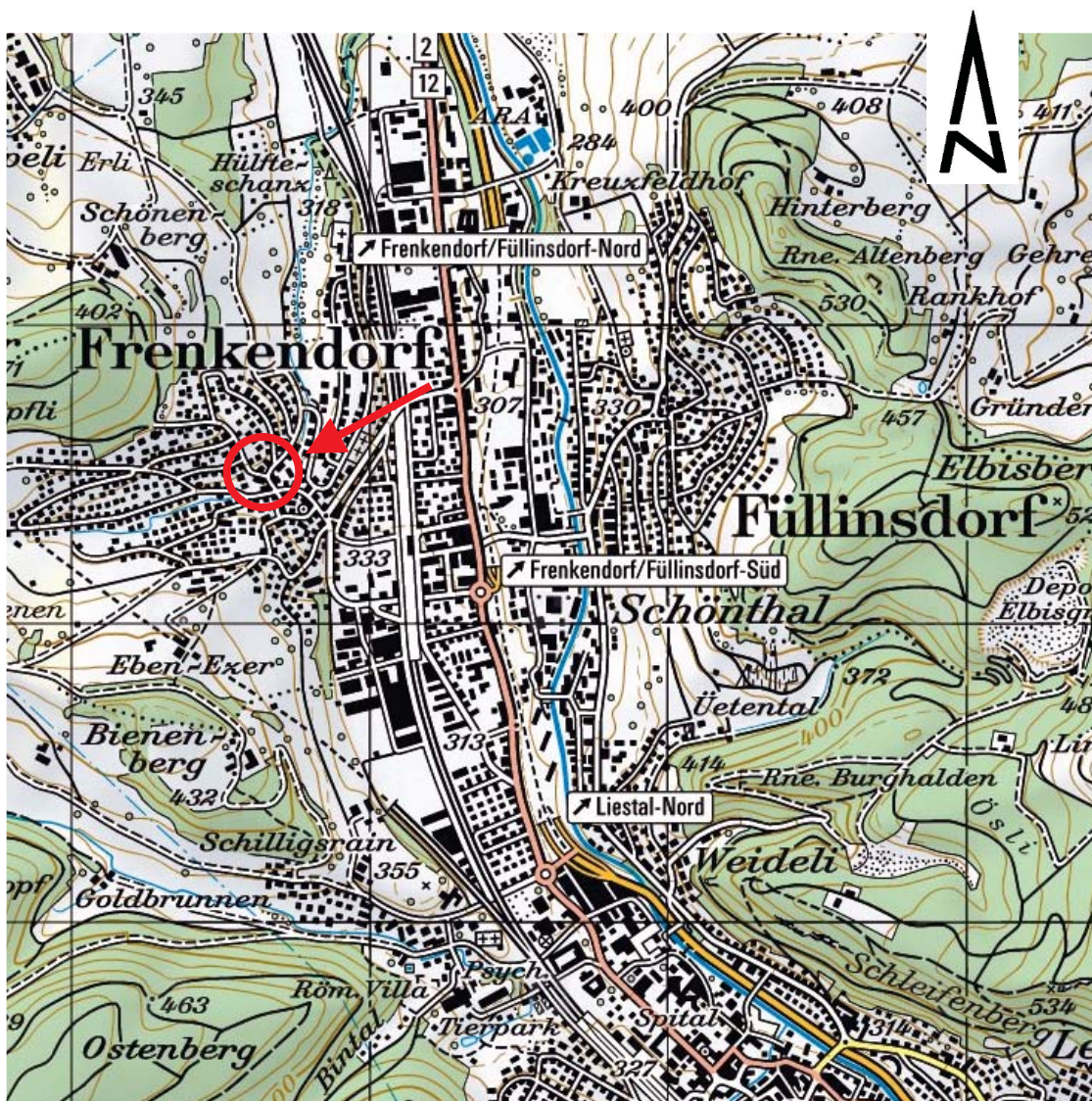
R.Pfaff

Sachbearbeitung: J. Fritz / R. Pfaff

Einwohnergemeinde Frenkendorf, Bächliackerstrasse 2, 4402 Frenkendorf

**Frenkendorf, Prattlerstrasse / Hauptstrasse, neue Bachdole
Baugrunduntersuchung**

Lage des Untersuchungsgebietes, Situation 1:25'000



Koordinaten : 2'620'660 / 1'261'500 (331 m ü.M.)

PFIRTER | **PARTNER AG**
NYFELER

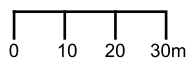
Geologie, Geotechnik, Spezialtiefbau
Gartenstrasse 15
4132 Muttenz

Tel. 061-467 68 30
Fax 061-467 68 36
E-Mail info@pnpmu.ch

479502.0000
25.10.2017 / cja



Massstab 1: 1'500



Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft

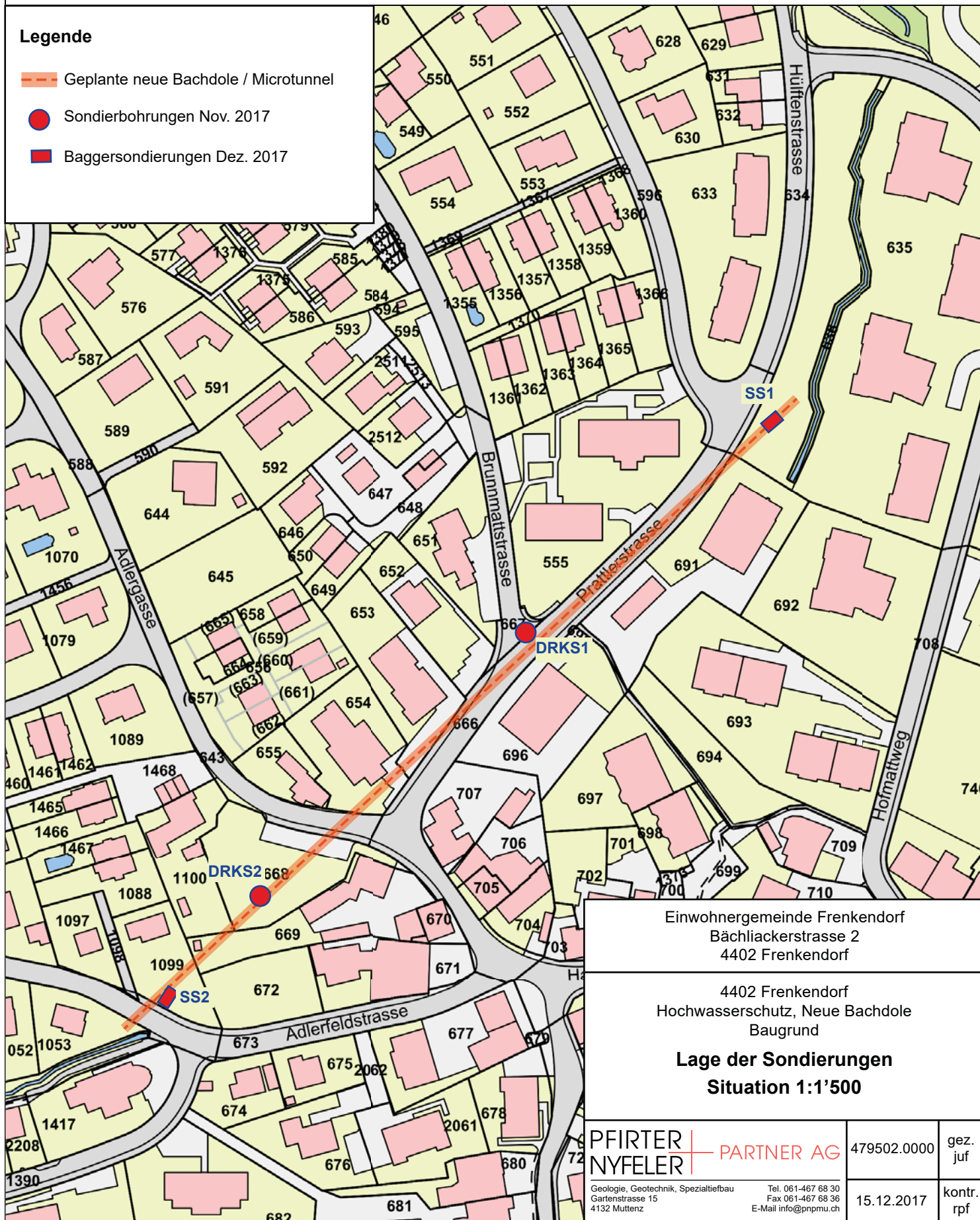
© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft
PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo

Liestal, 15.12.2017 15:13 Uhr

Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.

Legende

- Geplante neue Bachdole / Microtunnel
- Sondierbohrungen Nov. 2017
- Baggersondierungen Dez. 2017



Einwohnergemeinde Frenkendorf
Bächliackerstrasse 2
4402 Frenkendorf

4402 Frenkendorf
Hochwasserschutz, Neue Bachdole
Baugrund

Lage der Sondierungen
Situation 1:1'500

PFIRTER + PARTNER AG
NYFELER

Geologie, Geotechnik, Spezialtiefbau
Gartenstrasse 15
4132 Muttenz

Tel. 061-467 68 30
Fax 061-467 68 36
E-Mail info@pnpmu.ch

479502.0000

gez.
juf

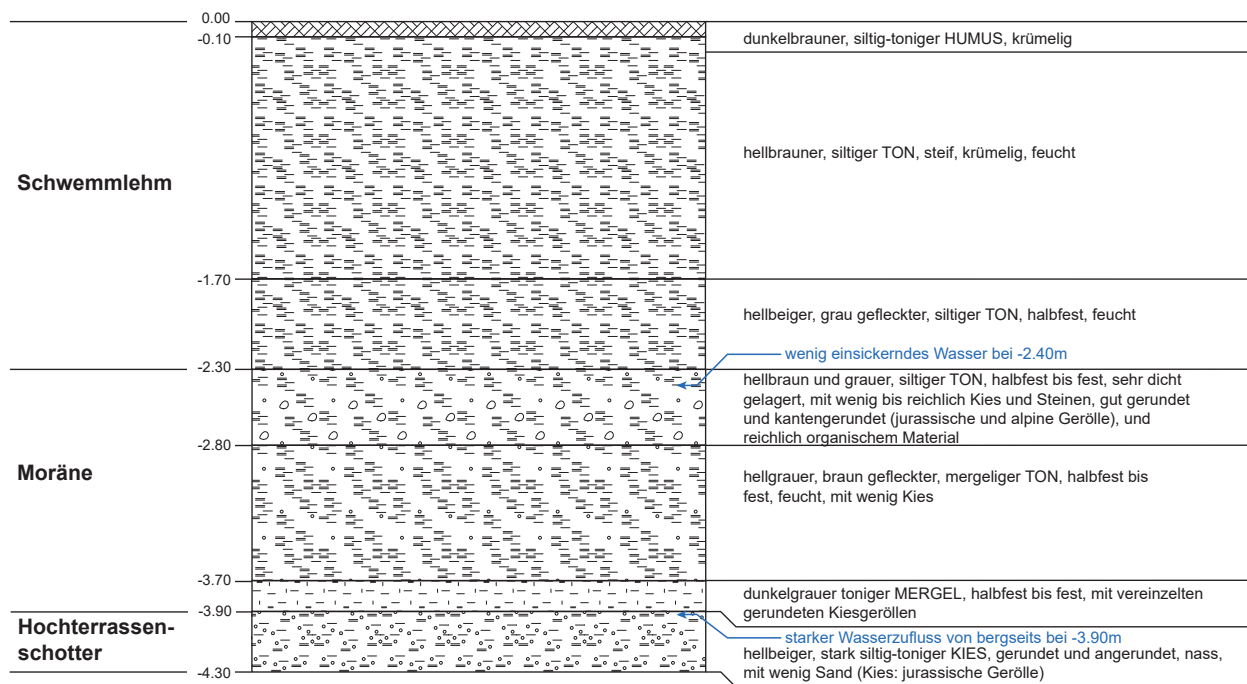
15.12.2017

kontr.
rpf

Einwohnergemeinde Frenkendorf, Bächliackerstrasse 2, 4402 Frenkendorf

4402 Frenkendorf, Hochwasserschutz, Neue Bachdole, Baugrund

Sondierschlitz SS1, schematisches geologisches Profil 1:50



Schlitz verengt sich durch bergseitigen Druck

Ausführungsdatum: 09.02.2018

Geologische Aufnahme: J. Fritz

Pfirter, Nyfeler + Partner AG
Gartenstrasse 15, 4132 Muttenz

479502.0000
12.02.2017 / juf

Ansatzhöhe: 334.6m

Bohrunternehmer: Studersond AG

Projekt-Nr.: 479502.0000

Bauherr:

Koordinaten: 2'620'691 / 1'261'553

Bohrmeister: André Kneubühl

Geol. Aufnahme: J. Fritz

**Einwohnergemeinde Frenkendorf,
Bächliackerstrasse 2, 4402 Frenkendorf**

Richtung / Neigung: - / 90°

Ausführungsdatum: 23.11.2017

Kontrolliert: R. Pfaff

Bohrart	Durchmesser	Koten		USCS	Profil	Geologisch - geotechnische Beschreibung des Bohrgutes	Geologische Zuordnung	SPT	Grundwasser, Einbauten	Bemerkungen	
		Höhe m.ü.M	Bohrmeter ab OK Terrain								
Drehrammkernsondierung	150mm	334.60	0.00			0.05m BELAG grau-brauner, sandiger KIES, gerundet, erdfeucht	KA		0.00		
		334.55	0.05		1.15m						1.00
		333.40	1.20		1.20m	beige-brauner, siltiger TON, erdfeucht, steif bis halbfest, mit vereinzelt Kiesgeröllen (angerundet), vereinzelt Holz HP -1.80m: 1.75 kg/m ² HP -2.30m: 2.50 kg/m ²	Gehängelehm	4 8 10			
		332.20	2.40		0.60m	beige-grau marmorierter, fetter TON, erdfeucht, halbfest HP -2.60m: 2.50 kg/m ²					
		331.60	3.00		0.60m	beige-grau marmorierter, fetter TON, erdfeucht, steif HP -3.30m: 1.00 kg/m ²					
		331.00	3.60		0.40m	beige, wenig grau marmorierter, fetter TON, erdfeucht, steif HP -3.80m: 1.50 kg/m ²	Opalinus-Ton	5 12 16			
		330.60	4.00		0.20m	brauner, siltiger TON, weich bis steif, erdfeucht, mit wenig Kies (kantig bis angerundet) HP -4.10m: 1.00 kg/m ²					
		330.40	4.20		0.40m	brauner, siltiger TON, halbfest bis fest, erdfeucht, mit vereinzelt Kiesgeröllen (kantig bis angerundet); Ab -4.50m gräulich HP -4.40m: 3.50 kg/m ²					
		330.00	4.60		0.40m	dunkelgrauer, siltig-toniger MERGEL, fest, erdfeucht, geschichtet HP -4.80m: >4.50 kg/m ²		36 50 50			
		329.60	5.00		2.50m	dunkelgrauer, siltig-toniger MERGEL, fest, trocken, Kern grösstenteils zerbohrt. Tieferbohren ohne Wasser nicht möglich, zu hart HP (wo Kern kompakt): >4.50 kg/m ²					
		327.10	7.50								7.50

HP: Handpenetrometerwerte
KA: Künstliche Auffüllung

Ansatzhöhe: 335.5m

Bohrunternehmer: Studersond AG

Projekt-Nr.: 479502.0000

Bauherr:

Koordinaten: 2'620'614 / 1'261'475

Bohrmeister: André Kneubühl

Geol. Aufnahme: J. Fritz

**Einwohnergemeinde Frenkendorf,
Bächliackerstrasse 2, 4402 Frenkendorf**

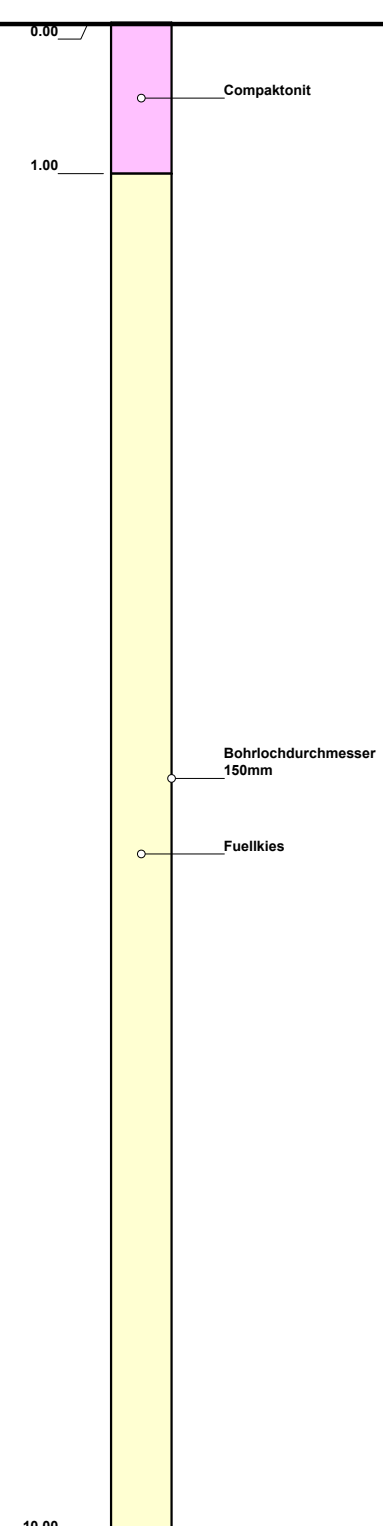
Richtung / Neigung: - / 90°

Ausführungsdatum: 24.11.2017

Kontrolliert: R. Pfaff

Bohrart	Durchmesser	Koten		USCS	Profil	Geologisch - geotechnische Beschreibung des Bohrgutes	Geologische Zuordnung	SPT	Grundwasser, Einbauten		Bemerkungen
		Höhe m.ü.M	Bohrmeter ab OK Terrain								
Drehrammsondierung	150mm	335.50	0.00			0.50m dunkelbrauner, krümeliger HUMUS, erdfeucht, mit wenig Ziegelbruch und vereinzelt Glasscherben	KA				
		335.00	0.50			0.30m brauner, siltiger TON, krümelig, steif, feucht, mit wenig Ziegelbruch					
		334.70	0.80			0.50m beige-brauner, grau gescheckter, leicht siltiger TON, erdfeucht, halbfest, mit wenig verholtem Holz HP -1.20m: 2.50 kg/m ²	Gehängelehm / verschwemmter Gehängelehm				
		334.20	1.30			1.70m beigebrauner, fetter, stellenweise leicht siltiger TON, halbfest, stellenweise steif, erdfeucht HP -1.70m: 3.50 kg/m ² HP -2.20m: 1.25 kg/m ² HP -2.50m: 2.00 kg/m ² HP -2.80m: 2.00 kg/m ²		3 7 5			
		332.50	3.00			1.00m hellbrauner, fetter TON, erdfeucht, steif HP an div. Stellen: 1.00-2.00 kg/m ²					
		331.50	4.00			0.10m brauner, siltiger TON, steif bis halbfest, erdfeucht HP -4.05m: 2.00 kg/m ²		Moräne	3 5 6		
		331.40	4.10			1.00m brauner, siltig-toniger KIES / siltiger TON mit reichlich Kies und wenig Sand, Kieskomponenten angerundet bis gerundet					
		330.40	5.10			0.50m beiger, siltig-mergeliger TON, steif bis halbfest, erdfeucht, geschichtet, stark verwittert HP -5.40m: 2.50 kg/m ²	Obtususstone				
		329.90	5.60			1.50m grauer, siltig-mergeliger TON, steif, stellenweise weich, trocken, verwittert HP -5.70m: 1.50 kg/m ² HP -6.30m: 1.00 kg/m ² HP -6.50m: 1.50 kg/m ² HP -6.80m: 1.00 kg/m ²		4 6 8			
		328.40	7.10			2.90m grauer, leicht siltiger, mergeliger TON, halbfest, stellenweise steif HP -7.20m: 1.50 kg/m ² HP -7.50m: 2.00 kg/m ² HP -7.80m: 2.00 kg/m ² HP -8.40m: 2.50 kg/m ² HP -8.70m: 3.00 kg/m ² HP -9.20m: 1.50 kg/m ² HP -9.60m: 3.00 kg/m ²		6 7 8			
325.50	10.00										

Nach der Bohrung: Wasser bei 9.80m

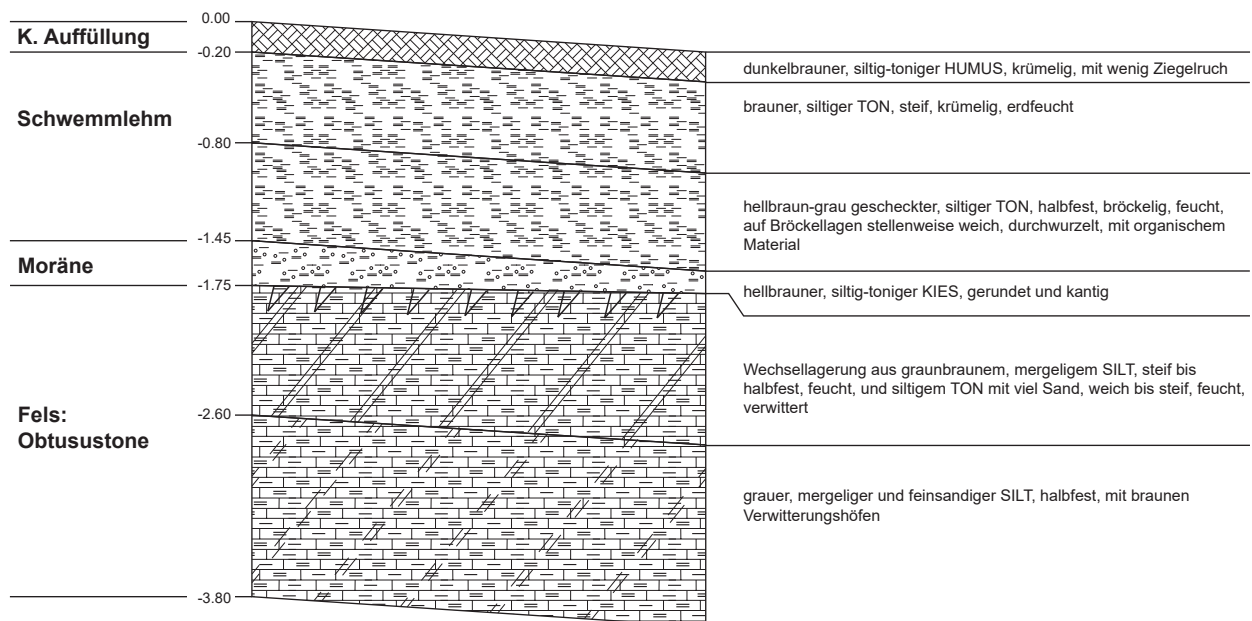


HP: Handpenetrometerwerte
KA: Künstliche Auffüllung

Einwohnergemeinde Frenkendorf, Bächliackerstrasse 2, 4402 Frenkendorf

4402 Frenkendorf, Hochwasserschutz, Neue Bachdole, Baugrund

Sondierschlitz SS2, schematisches geologisches Profil 1:50



Schlitz steht gut

Ausführungsdatum: 09.02.2018

Geologische Aufnahme: J. Fritz

Pfirter, Nyfeler + Partner AG
Gartenstrasse 15, 4132 Muttenz

479502.0000
09.02.2017 / juf

FOTODOKUMENTATION

Projekt Nr.:	479502.0000	Zeitraum:	Dezember 2017 – Februar 2018
Objekt:	4402 Frenkendorf, Prattlerstr. / Hauptstr., Neue Bachdole		

SS1



SS1 Sondierstandort



SS1 Sondierschlitz



SS1 Aushubmaterial: Schwemmlehm (braun im Hintergrund), Moräne (grau-braun), Hochterrassenchotter (beige, vorne)



SS1 Aushubmaterial: Moräne (grau-braun, oben), Schwemmlehm (braun, unten, rechts)



SS1 Aushubmaterial: Hochterrassenschotter (beige) und Moräne (gräulich)

DRKS1



DRKS1

0-1m



DRKS1

1-2m



DRKS1

2-3m



DRKS1

3-4m



DRKS1

4-5m



DRKS1

5-6m



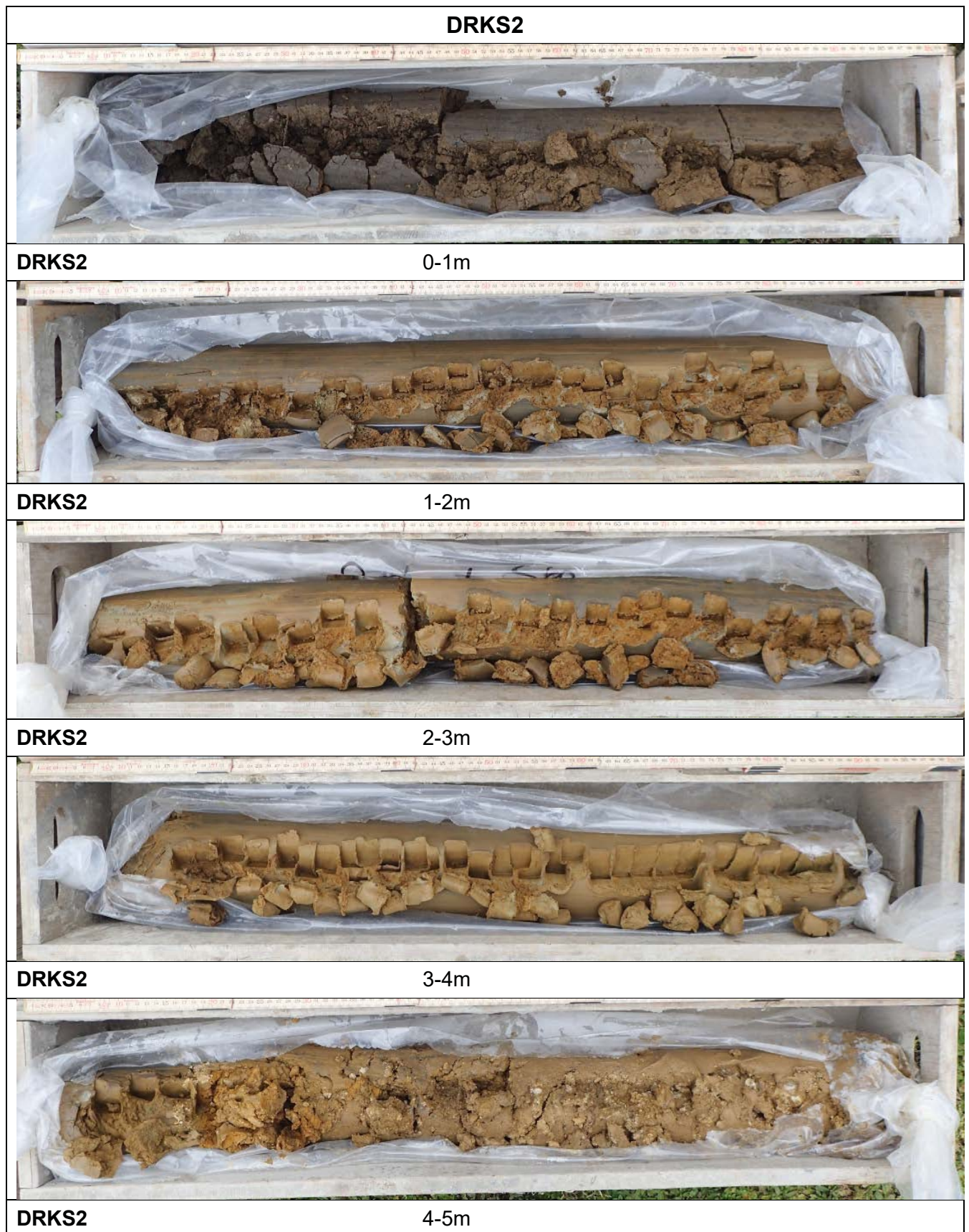
DRKS1

6-7m



DRKS1

7-7.5m





DRKS2

5-6m



DRKS2

6-7m



DRKS2

7-8m



DRKS2

8-9m



DRKS2

9-10m

SS2



SS2 Sondierstandort



SS2 Sondierschlitz: Schwemmlehm über kiesiger Moräne



SS2 Sondierschlitz: Schwemmlehm – kiesige Moräne - Obdusustone



SS2 Aushubmaterial: Schwemmlehm



SS2 Aushubmaterial: Moräne (kiesig, braun, gräulich)



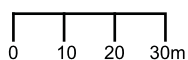
SS2 Aushubmaterial: Obtusustone (grau)



SS2 Aushubmaterial: Sandige Bereiche der verwitterten Obtusustone (grau)



Massstab 1: 1'500



Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft

© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft

PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo

Liestal, 19.02.2018 10:45 Uhr

Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.

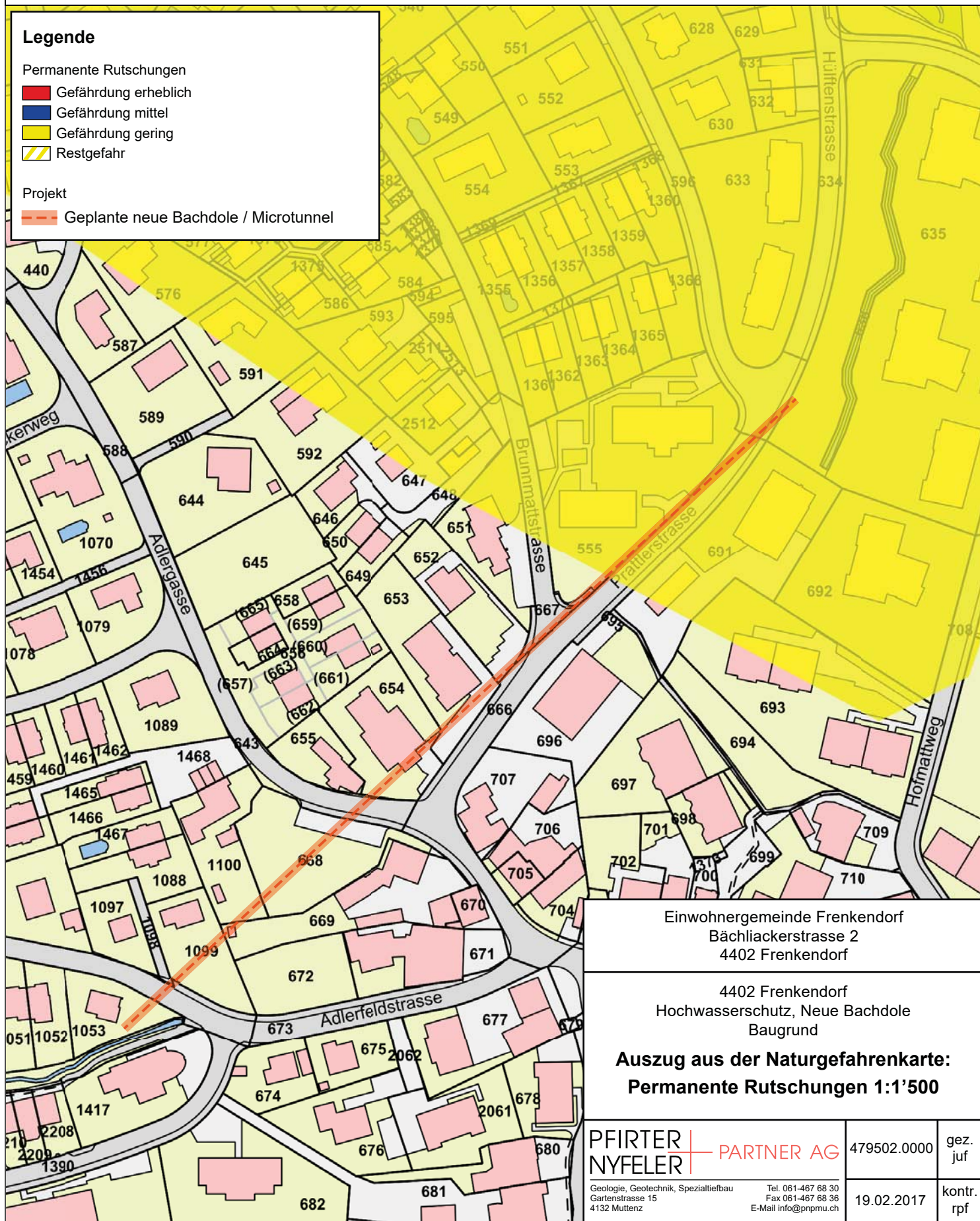
Legende

Permanente Rutschungen

- Gefährdung erheblich
- Gefährdung mittel
- Gefährdung gering
- Restgefahr

Projekt

- Geplante neue Bachdole / Microtunnel



Einwohnergemeinde Frenkendorf
Bächliackerstrasse 2
4402 Frenkendorf

4402 Frenkendorf
Hochwasserschutz, Neue Bachdole
Baugrund

**Auszug aus der Naturgefahrenkarte:
Permanente Rutschungen 1:1'500**

**PFIRTER
NYFELER** + PARTNER AG

Geologie, Geotechnik, Spezialtiefbau
Gartenstrasse 15
4132 Muttenz

Tel. 061-467 68 30
Fax 061-467 68 36
E-Mail info@pnpmu.ch

479502.0000

gez.
juf

19.02.2017

kontr.
rpf