

**Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse
Rudolfstetten-Friedlisberg / AG**

Geologisch-geotechnischer Bericht

Baden, 3. Juli 2017

Bauherrschaft: Gemeinde Rudolfstetten, Friedlisbergstrasse 11, 8964 Rudolfstetten-
Friedlisberg

Bauingenieur: Hunziker Betatech AG, Bellariastrasse 7, 8002 Zürich

INHALT

1	ALLGEMEINES	3
1.1	Einleitung und Auftrag	3
1.2	Projektunterlagen	3
1.3	Ältere Untersuchungen	3
1.4	Ausgeführte Arbeiten	4
1.5	Repräsentativität der Untersuchung	4
2	GEOLOGISCHE ÜBERSICHT	6
3	ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	6
3.1	Oberflächenschicht, Gehängeablagerungen	6
3.2	Moräne	6
3.3	Felsuntergrund (Molasse)	6
4	WASSERVERHÄLTNISSE	7
5	BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE	8
5.1	Projekt	8
5.2	Baugrundwerte	9
5.3	Aushub	10
5.4	Schächte	10
5.5	Rohrvortrieb	11
5.6	Bauwasserhaltung	12
5.7	Bauüberwachung	12
5.8	Weitere Empfehlungen und Hinweise	12
6	NATURGEFAHREN	12

TABELLEN

Tabelle 1:	Sondierungen	5
Tabelle 2:	Ältere Sondierungen	5
Tabelle 3:	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	9

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Aargau 1:25'000	8
Figur 2:	Ausschnitt aus der Gefahrenkarte 1:2500	13

BEILAGEN

Beilage 1:	Situation 1:1000, Lage der Sondierungen
Beilage 2:	Profil A 1:1000/100, geologisch bearbeitet
Beilage 3:	Rammsondierungen Nr. 17-1 bis 17-4, 1:100 Kernbohrungen Nr. 17-11 und 17-12, 1:100

1 ALLGEMEINES

1.1 Einleitung und Auftrag

Im Auftrag der Gemeinde Rudolfstetten projiziert die Hunziker Betatech AG eine neue Verbindungsleitung zwischen der ARA Rudolfstetten und der ARA Limmattal. Es wird in diesem Zusammenhang als Planungsvariante im Gebiet Holistross in Erwägung gezogen, das neue Bauwerk mit einem grabenlosen Rohrvortriebsverfahren auszuführen. Im Rahmen der Projektierung waren die geotechnischen Rahmenbedingungen für die mögliche Realisierung des Rohrvortriebs abzuklären. Herr Roman Hirzel von der Hunziker Betatech AG beauftragte am 18. April 2017 die Dr. Heinrich Jäckli AG mündlich mit geologisch-geotechnischen Baugrunduntersuchungen mittels Kernbohrungen und Rammsondierungen. Basis für diesen Auftrag bildet das Angebot vom 16. März 2017.

1.2 Projektunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Hunziker Betatech AG

- [1] Situation Variante 6 / Anschluss an ARA Limmattal 1:500, Plan-Nr. 8568-WL01, 20.4.2017
- [2] Skizze Längsprofil 1:1000, ohne Plannummer, 16.2.2017

Karten der Schweiz, www.geo.admin.ch

- [3] Höhenmodell swissALTI3D/DHM25

1.3 Ältere Untersuchungen

In der Umgebung des Projektabschnitts sind in der Vergangenheit bereits verschiedene geologische Abklärungen erfolgt. Es standen insbesondere die Resultate folgender Untersuchungen zur Verfügung:

- [4] Büro 3 B, R. Baumann (30.5.2002): Streckensanierung Alte Mühle - Haltestelle Reppisch, Rudolfstetten / Bergdietikon, Geotechnischer Bericht
- [5] Dr. Heinrich Jäckli AG (2.10.2006): Streckensanierung BDWM, Alte Mühle-Reppisch, Bergdietikon / AG, Grundwasserüberwachung

Die für das Bauvorhaben relevanten Ergebnisse der älteren Untersuchungen wurden in den vorliegenden Bericht integriert.

1.4 Ausgeführte Arbeiten

Zur Abklärung der Baugrundverhältnisse wurden folgende Feldarbeiten durchgeführt:

Blétry AG, Küttigen

- 2 Rotationskernbohrungen Nr. 17-11 und 17-12 mit fortlaufender Kernentnahme, Sondiertiefe 12.0 bzw. 13.0 m,
- 3 Standard-Penetration-Tests in den Bohrungen Nr. 17-11 und 17-12 zur Bestimmung der Lagerungsdichte,
- Einbau von PVC-Piezometerrohren ($\varnothing$ 2") in den Bohrungen zur Messung des Wasserspiegels.

Dr. Heinrich Jäckli AG, Baden

- Geologische Bauleitung über die Sondierarbeiten,
- Geologische Aufnahme der Bohrungen,
- 4 Rammsondierungen Nr. 17-1 bis 17-4 mit Bestimmung des dynamischen Rammwiderstandes, Rammgewicht 45 kg, Fallhöhe 20 cm, Spitzenquerschnitt 10 cm², Sondiertiefen 5.1–7.2 m,
- Kontrolle der Sondierlöcher bezüglich Wasserspiegellage während und nach Abschluss der Sondierarbeiten am 23.5.2017,
- Nachkontrolle des Wasserspiegels in den Piezometerrohren Nr. 17-11 und 17-12, letztmals am 27.6.2017,
- Einmessen und Nivellieren der Sondierstellen. Als Ausgangspunkt für das Nivellement diente der Polygonpunkt Nr. 5280 (436.39 m ü.M.) an der Bernstrasse (*Beilage 1*).

In der nachfolgenden *Tabelle 1* sind die wichtigsten zahlenmässigen Angaben über die einzelnen Sondierungen zusammengestellt. Die Lage der Sondierungen ist aus dem Situationsplan ersichtlich (*Beilage 1*).

1.5 Repräsentativität der Untersuchung

Mit den durchgeführten geologisch-geotechnischen Untersuchungen wurden die Grundlagen für die weitere Projektierung im Sinne einer *Hauptuntersuchung* gemäss SIA 267, Ziff. 3.2.2.2 erarbeitet. Die beschriebenen Untergrund- und Wasserverhältnisse basieren auf einer Interpretation der punktuellen Sondierresultate. Aufgrund der grossen Distanz zwischen den Sondierpunkten können die vorhandenen Verhältnisse von der interpolierten Prognose abweichen. Die bautechnischen Empfehlungen beziehen sich auf die vorliegenden Projektunterlagen (*Kapitel 1.2*). Bei relevanten Projektänderungen oder einem neuen Projekt ist eine Neubeurteilung erforderlich.

Tabelle 1: Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
Nr.	m ü.M.	*)	m	m u.T.	m ü.M.	–
17-1	431.38	R	6.9	3.05	428.33	18.05.2017
17-2	435.02	R	7.2	4.10	430.92	23.05.2017
17-3	444.21	R	5.1	1.55	442.66	23.05.2017
17-4	440.31	R	7.0	2.65	437.66	23.05.2017
17-11	438.62	KB P **)	12.0	3.96	434.66	23.05.2017
				4.00	434.62	27.06.2017
17-12	443.09	KB P **)	13.0	2.90	440.19	23.05.2017
				2.97	440.12	27.06.2017

*) KB = Rotationskernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

**) OK Piezometerrohr
Nr. 17-11 438.41 m ü.M. ø 2"
Nr. 17-12 442.90 m ü.M. ø 2"

Tabelle 2: Ältere Sondierungen

Sondierung	Terrainhöhe	Sondierart, Piezometer- rohr	Sondiertiefe	Wasserspiegel		
				Tiefe	Kote	Datum
Nr.	m ü.M.	*)	m	m u.T.	m ü.M.	–
04-1	437.82	KB	6.2	2.08	435.74	20.06.2005
04-2	434.07	KB	7.6	3.83	430.24	20.06.2005
04-3	431.30	KB	6.5	2.26	429.04	20.06.2005
04-4	430.79	KB	7.8	2.35	428.44	20.06.2005
02-RB 1	430.43	KB P	8.0	2.21	428.22	05.12.2001
02-RS3	431.21	R	4.4			
02-RS4	431.44	R	1.6			
02-RS5	431.50	R	4.2			
02-RS6	430.65	R	3.4			

*) KB = Rotationskernbohrung
R = Rammsondierung
P = Piezometerrohr

2 GEOLOGISCHE ÜBERSICHT

Der Projektabschnitt liegt im Bereich des Zusammenflusses des Rummelbachs und der Reppisch. Das Reppischtal wurde während der grössten Vergletscherung durch den östlichen Teil des Reussgletschers in den praktisch horizontal gelagerten Felsuntergrund aus Sandsteinen und Mergeln der Oberen Süsswassermolasse eingeschnitten. Im Verlaufe der jüngsten Eiszeit («Würm-Eiszeit») wurde das Tal trogförmig ausgeweitet und lokal in der Talsohle durch geringmächtige Moränenablagerungen aufgefüllt. Spät- und nacheiszeitlich gelangte bereichsweise ein geringmächtiger Schotter zur Ablagerung. An den Talflanken liegen über der Felsoberfläche Gehängeablagerungen.

3 ANGETROFFENE UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Oberflächenschicht, Gehängeablagerungen

In den Sondierungen wurden unter der dünnen, humosen Oberflächenschicht aus schwach tonigem, mässig bis stark siltigem Feinsand bis in eine Tiefe von 3.1–6.4 m Gehängeablagerungen angetroffen. Die Gehängeablagerungen setzen sich materialmässig aus tonig-siltigem Feinsand sowie tonigem Silt mit unterschiedlich viel Feinsand zusammen. Darin eingestreut sind Kies sowie einzelne Steine. Die Gehängeablagerungen enthalten, obwohl in den Sondierungen nicht angetroffen, nebst Steinen auch Blöcke mit einem Durchmesser bis schätzungsweise 1 m. Die bindigen Anteile der Gehängeablagerungen wurden in einem weichen bis steifen, die eher sandigen Partien in einem erdfeuchten Zustand angetroffen. Die Lagerungsdichte der Gehängeablagerungen ist aufgrund der gemessenen Rammwiderstände als klein zu taxieren.

3.2 Moräne

Unter den Gehängeablagerungen folgt mit Ausnahme der Sondierungen Nr. 17-2 und 17-11 Moräne. Die Moräne wurde in der Bohrung Nr. 17-12 in Form von teilweise tonigem, mässig bis stark siltigem Feinsand mit wenig bis reichlich Kies, Steinen und Blöcken angetroffen. In der Moräne können im Projektgebiet sandig-kiesige Schichtpartien enthalten sein, welche in den älteren Sondierungen als tonig-siltiger Kies mit reichlich Sand, Steinen und Blöcken vorgefunden wurden.

Der Gewichtsanteil der Steine und Blöcke variiert in den Sondierungen zwischen 10 und 20 % und kann lagenweise auch bis ca. 30% betragen. In der Moräne können erfahrungsgemäss auch grössere Blöcke (Findlinge) auftreten, deren Inhalt wenige m³, in seltenen Fällen sogar wenige 10 m³ betragen kann.

3.3 Felsuntergrund (Molasse)

Zunächst wurde in den Sondierungen ab einer Tiefe von 3.1 bis 11.2 m der Felsuntergrund aus Molasse vorgefunden. Die weitestgehend horizontal liegenden Molasseschichten bestehen in den Sondierungen aus einer Wechsellagerung aus Sandstein- und Mergelbänken, wobei die Sandsteinbänke dominieren.

Der Felsuntergrund ist in den Bohrungen ab der Felsoberfläche bis in eine Tiefe von rund 5 m mässig bis stark verwittert und setzt sich vorwiegend aus teilweise mergeligem, feinkörnigem, zumeist schlecht zementierten Sandstein und untergeordnet aus tonigem Mergel zusammen. Die verwitterten Felsschichten waren mit den Fingern mehrheitlich noch knapp zerdrückbar und von Hand noch gut bis knapp zerbrechbar. Der harte, unverwitterte Molassefels wurde in der Bohrung Nr. 17-11 ab 8 m u.T. in Form von mergeligem Sandstein erbohrt. In der Sondierung Nr. 17-12 wurde der unverwitterte Fels bis in eine Tiefe von 13 m nicht erreicht.

Das Gebirge ist geschichtet und zerklüftet, wobei aufgrund der Bohrungen von engstehenden, sehr steilen bis praktisch senkrechten Kluft-/Trennflächen ausgegangen werden muss. Die Klüfte sind mit tonigem, weichem Material verfüllt.

Die Untergrenze des Felsuntergrundes aus Molasse wurde mit den Sondierungen nicht erreicht und ist auch erst in grösserer Tiefe zu erwarten.

4 WASSERVERHÄLTNISSE

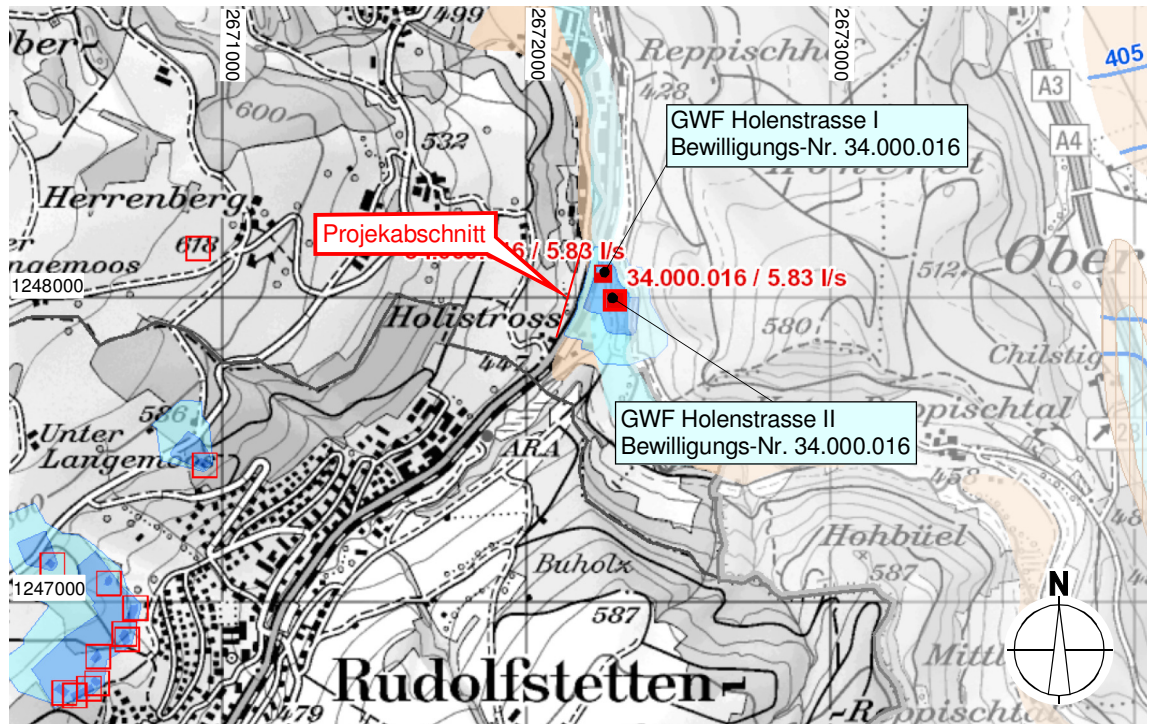
Der Projektabschnitt befindet sich ausserhalb des schmalen und langgestreckten Grundwasservorkommens des Reppischtals (*Figur 1*). Gespeist wird das Grundwasser in diesem randlichen Bereich hauptsächlich durch bergseits zusickerndes Hangwasser sowie durch oberflächlich einsickerndes Meteorwasser. Das vorhandene Grundwasser fliesst entlang der Schotteruntergrenze in östlicher bis nordöstlicher Richtung dem Grundwasservorkommen in der Talsohle zu. Dieses steht in enger wechselseitiger Beziehung zur Reppisch, welche je nach Bachabschnitt sowie Witterungs- und Wasserverhältnissen in das Grundwasser infiltriert und andernorts wiederum die Vorflut darstellt.

Der Projektabschnitt liegt im Übergangsbereich zwischen der Talsohle und den umgebenden Gesteinsschichten der Oberen Süsswassermolasse, die als schlecht durchlässig zu bewerten sind und einen Wasserstauer darstellen. Die über dem Felsuntergrund angetroffenen Gehängeablagerungen und Moräne sind als ebenfalls schlecht durchlässig zu bewerten.

In den Sondierungen wurde in einer Tiefe von 1.55 bis 4.10 m Wasser angetroffen. Es handelt sich hierbei um Hangsickerwasser, welches innerhalb der besser durchlässigen Schichtpartien der Lockergesteinschichten aus Gehängeablagerungen und Moräne oder in der Verwitterungszone bzw. den Klüften der Molasse talwärts generell gegen Osten sickert. Bei den gemessenen Wasserspiegellagen dürfte es sich aufgrund der vorangegangenen Trockenwetterphase um eher niedrige Wasserstände handeln.

Das Projektareal ist gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Aargau (Stand Juni 2017) dem Gewässerschutzbereich Au (nutzbare unterirdische Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete) zugeordnet.

Figur 1: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Aargau 1:25'000



Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

	Geringe Grundwassermächtigkeit oder geringe Durchlässigkeit
	Mittlere Grundwassermächtigkeit, nachgewiesen / vermutet
	Grosse Grundwassermächtigkeit, nachgewiesen / vermutet
	Sehr grosse Grundwassermächtigkeit
	Grundwasser-Stockwerk 2 / 3

Bedeckung von Grundwasserleitern

	Schlecht durchlässige Deckschicht
--	-----------------------------------

Schotter-Grundwasserleiter über den Tälern

	Geringe Grundwassermächtigkeit oder geringe Durchlässigkeit
	Mittlere Grundwassermächtigkeit, nachgewiesen / vermutet
	Grosse Grundwassermächtigkeit

Hydrogeologische Angaben

	401 Isohypsen des Grundwasserspiegels bei Mittelwasserstand
	Quellfassung
	Grundwasserfassung

5 BAUTECHNISCHE VERHÄLTNISSE

5.1 Projekt

Die projektierte Verbindungsleitung soll im Gebiet Holistross in einem rund 300 m langen Teilabschnitt mit einem grabenlosen Rohrvortrieb auszuführen. Die Tiefenlage des Vortriebsbereiches ist noch nicht exakt definiert, dürfte aber gemäss aktuellem Planungsstand rund 2 m u.T. (geringste Überdeckung) bis rund 20 m. u.T. (grösste Überdeckung) verlaufen. Für die Realisierung einer neuen Verbindungsleitung muss u.a. die Bernstrasse unterquert werden.

Nach den vorliegenden Planunterlagen liegen die Sohlen der Schächte zwischen ca. 437 m ü.M. (Startschacht) und 427 m ü.M. (Zielschacht, Anschlusspunkt). Damit liegen die Sohlen voraussichtlich in den Gehängeablagerungen.

5.2 Baugrundwerte

Für erdstatische Berechnungen können die aufgrund der Sondierergebnisse geschätzten Baugrundwerte gemäss SIA-Norm 267 (Geotechnik) der nachfolgenden *Tabelle 3* verwendet werden. Es handelt sich dabei um geschätzte Mittelwerte mit Angabe von Extremwerten.

*Tabelle 3: Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse
(geschätzte Mittelwerte X_m , in Klammer Extremwerte X_{extr})*

Bodenbeschreibung	Raumlast	Kohäsion	Reibungs- winkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbelastung	Wiederbelast.
	γ	c'	φ'	ME	ME'
	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
Gehängeablagerungen – toniger Silt mit Feinsand – tonig-siltiger Feinsand	19 (20) 19 (20)	(4) 6 (10) (2) 4 (6)	(26) 28 (29) 31	(10) 15 (30) (10) 15 (30)	45 45
Moräne – teilweise toniger Silt/Feinsand mit Kies, Steinen, Blöcken – tonig-siltiger Kies mit Sand, Steinen und Blöcken	21 (22) 21 (22)	(5) 10 (15) a) (2) 4 (6) a)	(31) 33 (35) 37	(40) 50 (80) (40) 50 (80)	150 150
Obere Süsswassermolasse – Mergel, verwittert – Sandstein, verwittert – Mergel, unverwittert – Sandstein, unverwittert	22 (23) 23 (24) 23 (24) 24 (25)	(10) 20 (40) b) (5) 10 (20) (30) 50 (80) b) dc=2–20 N/mm ² d) (50) 80 (100) dc=5–50 N/mm ² d)	(24) 26 c) (30) 32 (24) 26 c) (31) 33	>60 >60 praktisch inkompressibel praktisch inkompressibel	>200 >200

Umrechnung Einheiten:

$$1 \text{ kN/m}^3 = 0.1 \text{ t/m}^3 \quad 1 \text{ kN/m}^2 = 0.1 \text{ t/m}^2 = 0.01 \text{ kg/cm}^2 \quad 1 \text{ MN/m}^2 = 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

- a) technische Kohäsion infolge hoher Lagerungsdichte (geht bei Auflockerung vollständig verloren)
- b) in den praktisch horizontal verlaufenden Schichtflächen Null
- c) in Extremfällen in den praktisch horizontal verlaufenden Schichtflächen auch kleinere Werte von 10–14° möglich
- d) einachsige Druckfestigkeit d_c

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

$$X_k = X_m - \alpha (X_m - X_{extr})$$

Faktor für Zuverlässigkeit α :

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

$\alpha = 0.20$ für übrige Parameter

Erdbeben

Für die erdbebengerechte Projektierung gemäss SIA-Norm 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) ist der Untergrund im Untersuchungsgebiet aufgrund der Sondierergebnisse und den Angaben aus dem Geoportal des Kantons Aargau bezogen auf das vorliegende Projekt der Baugrundklasse E und F2 zuzuordnen.

5.3 Aushub

Belastungssituation Boden und Untergrund

Es ist zu beachten, dass im Umfeld der Bernstrasse ein Eintrag im Prüfperimeter Bodenaushub vorhanden ist. Als mögliche Belastungsursache werden dabei Emissionen aus dem Strassenverkehr (Treibstoffverbrennung, Abgasemission, Abrieb von Strassenbelag, Bremsbelag und Pneus) sowie aus Bahnverkehr (Abrieb von Fahrleitungen und Stromabnehmer, Rädern, Schienen, Bremsbelägen) aufgeführt. Als «Boden» bezeichnet man die oberste belebte Erdschicht, welche aus Oberboden (Humus) und Unterboden besteht und im Mittelland eine Mächtigkeit bis ca. 1 m erreicht. Für das Projekt bedeutet dies, falls Boden im eingetragenen Streifen entlang der Bernstrasse entfernt und nicht wieder auf der jeweiligen Projektparzelle verwertet werden kann, dieser vor Baubeginn untersucht werden muss.

Im Kataster der belasteten Standorte (KBS) ist im Projektgebiet kein Eintrag vorhanden.

Allfällig vorhandene belastete Aushubmaterialien (z.B. bauschutthaltige künstliche Auffüllungen) müssen aber einer gesetzes- und vollzugskonformen Weiterverwendung resp. Entsorgung zugeführt werden.

Verwendung des Aushubmaterials

Das Aushubmaterial ist reich an Feinanteilen und deshalb höchstens für untergeordnete Aufschüttungen oder Auffüllungen ohne hohe Verdichtungsanforderungen und dies nur in erdfeuchtem, nicht durchnässtem Zustand geeignet.

5.4 Schächte

Der Aushub in den Gehängeablagerungen und Moräne ist hinsichtlich seiner Materialzusammensetzung und Lagerungsdichte als normal baggerfähig einzustufen. Zu Erschwerissen können grössere Blöcke führen.

Aus Stabilitätsgründen eine Sicherung der Baugrubenabschlüsse erforderlich. Die Schächte können im Schutz einer abgespriessten «gestellten» oder «nachgetriebenen» Kanaldielen- resp. Spundwand erstellt werden. Als Alternative ist aber auch eine Erstellung der Schächte im Schutze einer gebohrten Rühlwand oder eines runden Schachtes aus Spritzbeton möglich.

Als Dimensionierungsgrundlage können die Baugrundwerte der *Tabelle 3* in Rechnung gesetzt werden.

5.5 Rohrvortrieb

Vortriebsverfahren

Unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse (nicht verdrängbares Lockergestein und Fels) sowie der Länge der Vortriebsstrecke von rund 300 m bietet sich ein Vortrieb im HDD-Verfahren an. Es ist jedoch mit Erschwernissen beim Vortrieb zu rechnen, da die Untergrundverhältnisse stark variieren.

Beim HDD-Verfahren kann ggf. auf die Erstellung des Start- und Zielschachtes verzichtet werden, wenn die erforderlichen Radien der zu verlegenden Rohre mit den bohrtechnischen Möglichkeiten vereinbar sind. Ansonsten muss ein Start-/Zielschacht bis auf das erforderliche Niveau abgeteuft werden.

Wasseranfall

Der Vortrieb liegt unterhalb des gemessenen Hangsickerwasserspiegels. In der Vortriebsstrecke ist dementsprechend mit einem Wasseranfall zu rechnen. Das Wasser zirkuliert in den Lockergesteinsschichten (Gehängeablagerungen, Moräne), in den Klüften des Felsuntergrunds sowie und auf der Felsoberfläche.

Abbaubarkeit

In der Vortriebsstrecke ist mit variierenden Untergrundverhältnissen zu rechnen. Die einzelnen Schichten sind im Hinblick auf den Vortrieb wie folgt zu beurteilen:

- Gehängeablagerungen:
 - Lockergestein, bindig, weich bis steif
 - Lockergestein, nicht bindig, locker
- Moräne: Lockergestein, nicht bindig, mitteldicht bis dicht
- Molasse: Festgestein, einaxiale Druckfestigkeit $2\text{--}50\text{ N/mm}^2$, Trennflächenabstand im Zentimeterbereich

Setzungen

Bei einem Vortrieb im Fels ist im Regelfall nicht mit signifikanten Setzungen an der Oberfläche zu rechnen. Setzungen können jedoch auftreten, wenn mit dem Vortrieb stärker verwitterte Bereiche oder Lockersteinschichten (Gehängeablagerungen/Moräne) durchfahren werden. Es sollte eine Überdeckung von mindestens 1 m eingehalten werden. Die erforderliche Überdeckung ist auch auf den erforderlichen Überlagerungsdruck zu dimensionieren, um Setzungen und Grundbruch infolge des Spüldruckes zu vermeiden. Erfahrungsgemäss kann bei Bohrdurchmessern bis 300 mm in Abhängigkeit des Bohrverfahrens eine Überlagerung bis zum 4-fachen Bohrdurchmesser erforderlich werden. Bei grösseren Bohrdurchmessern können grössere Überlagerungen erforderlich werden.

Bei einer fachgerechten Ausführung des Vortriebs und der Einhaltung einer ausreichenden Überdeckung ist beim Einsatz der o.g. Vortriebsverfahren mit Setzungen und vorausgehenden Hebungen in der Grössenordnung von einigen Millimetern zu rechnen.

5.6 Bauwasserhaltung

In den möglichen Schächten ist mit Hangsickerwasser bzw. Kluftwasser sowie Meteorwasser zu rechnen. Das anfallende Wasser ist mit einer offenen Wasserhaltung (Drainagegräben und Pumpensumpf) abzuleiten. Die Anlage ist auf den Meteorwasserzutritt zu dimensionieren.

Die Ableitung des anfallenden Wassers hat nach der SIA-Empfehlung 431 zu erfolgen. Danach sollte das Baugrubenabwasser unter Vorschaltung eines Absetzbeckens in die Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden. Dabei sind in hydrochemischer Hinsicht die entsprechenden Einleitbedingungen einzuhalten (evtl. Neutralisationsanlage erforderlich).

5.7 Bauüberwachung

Im Rahmen der Bauüberwachung sind vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten die notwendigen Messungen und Beobachtungen durchzuführen. Mit der Ausarbeitung des entsprechenden Überwachungskonzeptes ist der projektierende Ingenieur zu beauftragen.

Mit der Überwachung können kritische Bauphasen frühzeitig erkannt und allfällige nötige Gegenmassnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Zudem lassen sich ungerechtfertigte nachträgliche Forderungen zurückweisen und berechtigte Forderungen können quantifiziert werden.

5.8 Weitere Empfehlungen und Hinweise

Bei Unklarheiten in der Interpretation des vorliegenden geologisch-geotechnischen Berichtes ist der Geologe beizuziehen.

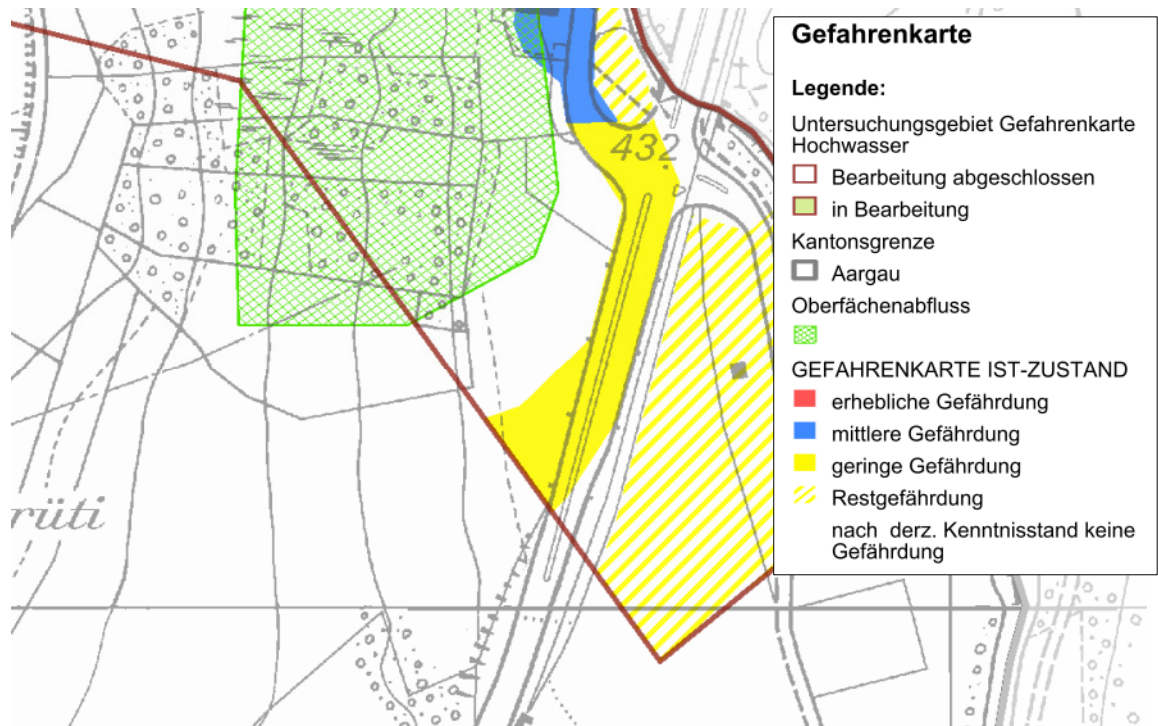
Geotechnische Risiken sind einschliesslich der Massnahmen zu ihrer Bewältigung in der *Projektbasis* unter Nennung der entsprechenden Gefährdungsbilder zu beschreiben (SIA 267, Ziff. 2.2.4). Dazu kann der vorliegende geologisch-geotechnische Bericht herangezogen werden. Die Erstellung der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis sowie des Kontroll- und Überwachungsplanes gemäss SIA 260 liegt im Verantwortungsbereich des projektierenden Ingenieurs.

Bei einer Abweichung von der Prognose ist der Geologe durch den projektierenden Ingenieur oder die Bauleitung für eine Beurteilung beizuziehen (vgl. SIA 267, Ziff. 2.2.1).

6 NATURGEFAHREN

Im Streckenabschnitt weisen gemäss Gefahrenkarte Hochwasser des Kantons Aargau (Juni 2017) lokale Bereiche eine geringe Gefährdung hinsichtlich Überschwemmungen auf. Die Gefahreneinträge beruhen auf möglichen Oberflächenwasserzuflüsse von der Nordseite.

Figur 2: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte 1:2500



Baden, 3. Juli 2017
151124 bericht 1.doc (PDF-Ausdruck) | SB/CM

Dr. Heinrich Jäckli AG

Dr. Heinrich Jäckli

Sachbearbeiter:
Beat Schmitz, dipl. Bauingenieur FH

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse
Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Beilagen

- Beilage 1: Situation 1:1000, Lage der Sondierungen
- Beilage 2: Profil A 1:1000/100, geologisch bearbeitet
- Beilage 3: Rammsondierungen Nr. 17-1 bis 17-4, 1:100
Kernbohrungen Nr. 17-11 und 17-12, 1:100

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse
Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Geologische Baugrunduntersuchung

Situation 1:1000
Lage der Sondierungen

Legende

Rammsondierung

Kernbohrung

Piezometerrohr

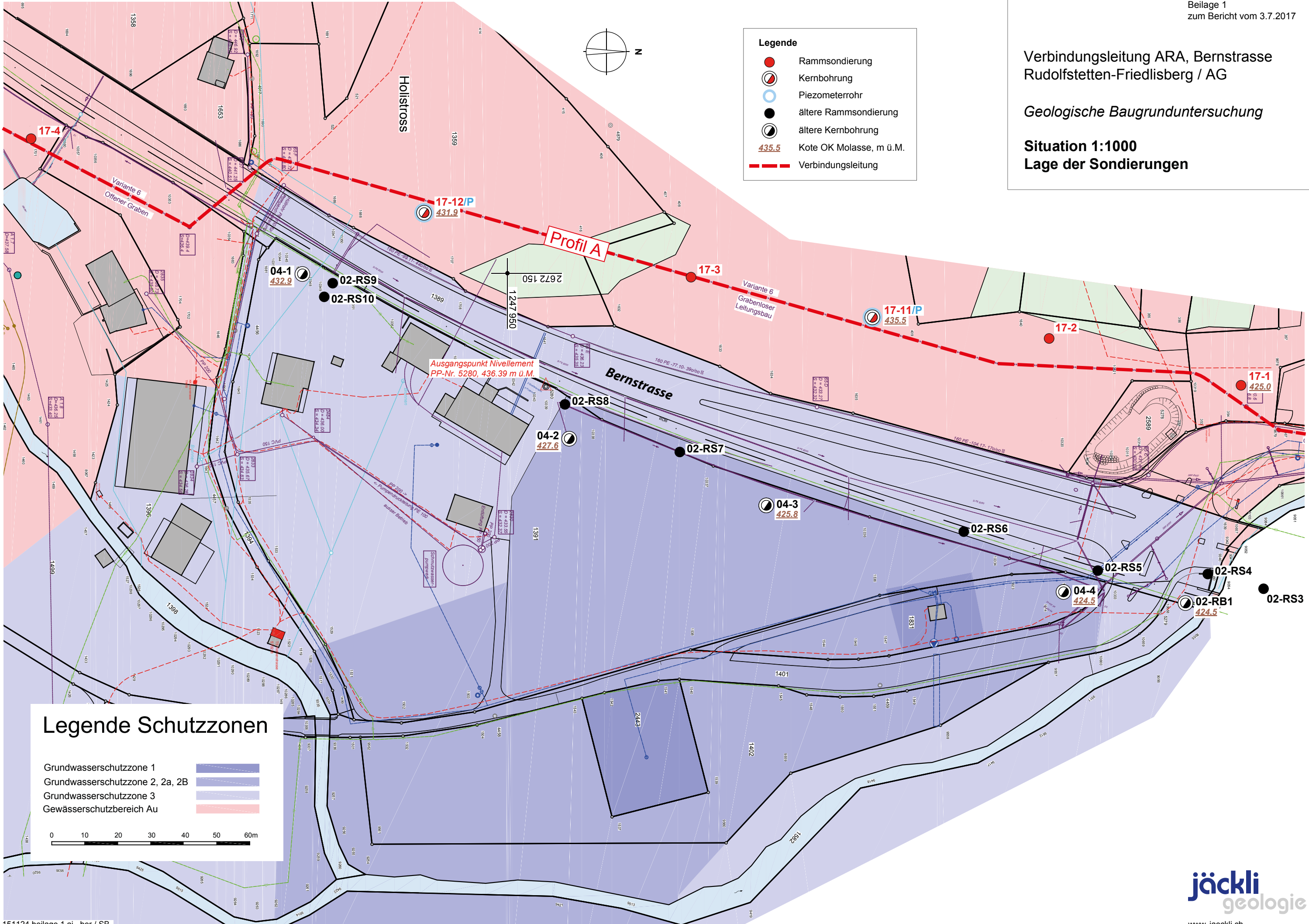
ältere Rammsondierung

ältere Kernbohrung

435.5

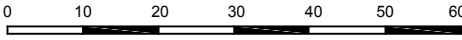
Kote OK Molasse, m ü.M.

Verbindungsleitung



Legende Schutzzonen

- Grundwasserschutzzone 1
- Grundwasserschutzzone 2, 2a, 2B
- Grundwasserschutzzone 3
- Gewässerschutzbereich Au



N

S

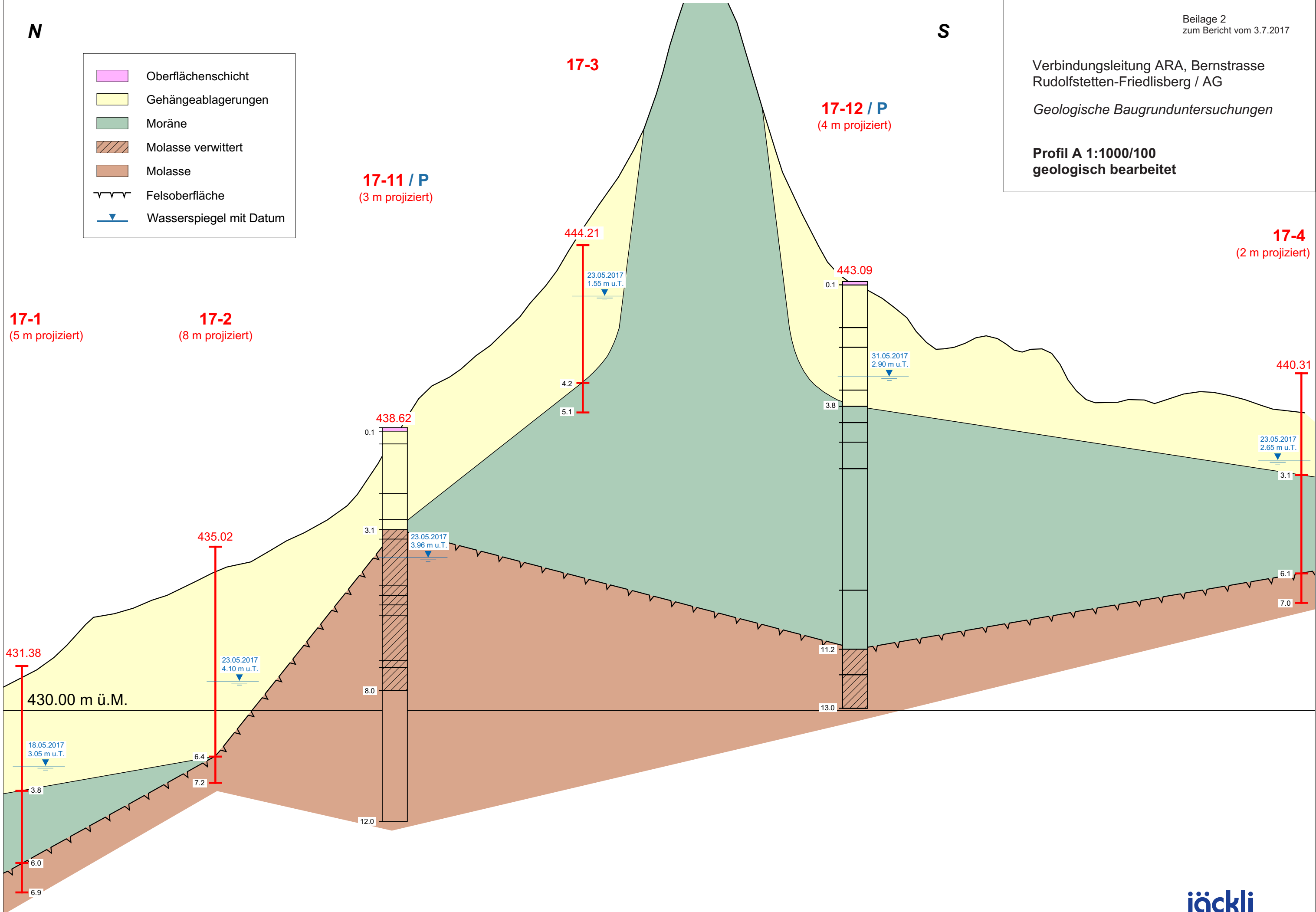
Beilage 2
zum Bericht vom 3.7.2017

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse
Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Geologische Baugrunduntersuchungen

Profil A 1:1000/100
geologisch bearbeitet

-  Oberflächenschicht
-  Gehängeablagerungen
-  Moräne
-  Molasse verwittert
-  Molasse
-  Felsoberfläche
-  Wasserspiegel mit Datum



Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse
Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Geologisch-geotechnischer Bericht

Rammsondierungen Nr. 17-1 bis 17-4, 1:100
Kernbohrungen Nr. 17-11 und 17-12, 1:100

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Rammsondierung Nr. 17-1

Masstab 1:100

Ausführungsdatum: 19.05.2017
Koordinaten: 2 672 185 / 1 2448 172

Kote OK Terrain: 431.38 m ü.M.
Kote OK Rohr: -

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm

Wsp.
18.05.2017
3.05 m u.T.



3.8

6.0

6.9

Gehängeablagerungen

Moräne

Molasse

Masstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jöckli
geologie

www.joeckli.ch

Objekt Nr.
151124

Datei
151124 RS 1.dsf ber/SB

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Rammsondierung Nr. 17-2

Massstab 1:100

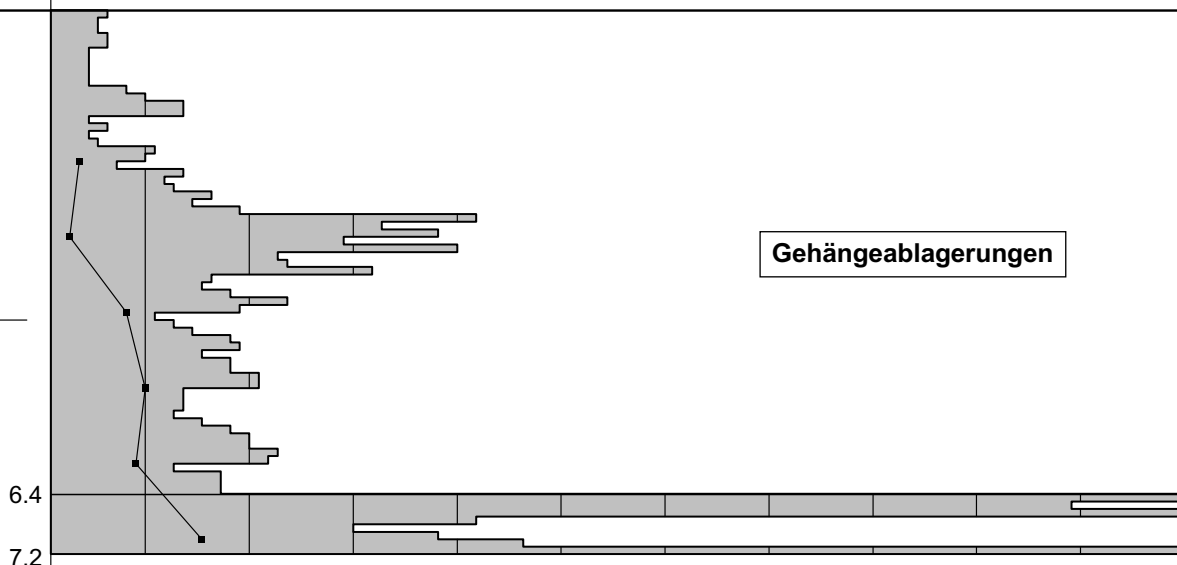
Ausführungsdatum: 18.05.2017
Koordinaten: 2 672 170 / 1 248 114

Kote OK Terrain: 435.02 m ü.M.
Kote OK Rohr: -

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm

Wsp.
23.05.2017
4.10 m u.T.



Massstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jöckli
geologie

www.joeckli.ch

Objekt Nr.
151124

Datei
151124 RS 2.dsf ber/SB

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Rammsondierung Nr. 17-3

Massstab 1:100

Ausführungsdatum: 22.05.2017
Koordinaten: 2 672 150 / 1 248 005

Kote OK Terrain: 444.21 m ü.M.
Kote OK Rohr: -

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm

Wsp.
23.05.2017
1.55 m u.T.



Gehängeablagerungen

Moräne

Massstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jöckli
geologie

www.joeckli.ch

Objekt Nr.
151124

Datei
151124 RS 3.dsf ber/SB

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse Rudolfstetten-Friedlisberg / AG

Rammsondierung Nr. 17-4

Masstab 1:100

Ausführungsdatum: 22.05.2017
Koordinaten: 2 672 109 / 11 247 806

Kote OK Terrain: 440.31 m ü.M.
Kote OK Rohr: -

Tiefenangaben
(m u.T.)

Rammdiagramm

Wsp.
23.05.2017
2.65 m u.T.

Gehängeablagerungen

3.1

Moräne

6.1

7.0

Molasse

Masstab für Rammdiagramm

100 200 300 400 500 600 kg/cm²

Spezifischer Rammwiderstand

Fallhöhe 20 cm, Rammgewicht 45 kg,
Spitzenquerschnitt 10 cm²

Gestängereibung

Widerstand nach Heben der Sonde um 30 cm
und Nachschlagen von 20 cm



jöckli
geologie

www.joeckli.ch

Objekt Nr.
151124

Datei
151124 RS 4.dsf ber/SB

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse Rudolfstetten-Friedlisberg / AG				Bohrung 17-11 Massstab 1:100	
Bauherrschaft: Gemeindeverwaltung Rudolfstetten-Friedlisberg, Friedlisbergstrase 11, Rudolfstetten-Friedlisberg Bohrfirma: Blétry AG, Benkenstrasse 52, 5024 Küttigen Bohrmeister: D. Blétry Geologische Aufnahme: B. Schmitz. dipl. Bauingenieur TU Ausführungsdatum: 22. - 23. Mai 2017 Koordinaten: 2 672 163 / 1 248 060 OK Terrain (OKT): 438.62 m ü.M. OK Rohr (OKR): 438.41 m ü.M.				jäckli geologie Datei: 151124 bohrungeb.dsf / ber	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten
Einfachkernrohr, Bohr-ø 121 mm	Oberflächen-schicht	438.52	0.1 0.5	dunkelbrauner, leicht toniger, mässig bis stark siltiger Feinsand, humos, durchwurzelt, erdfeucht grauer, schwach toniger, stark siltiger Feinsand, erdfeucht	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00–3.45 m u.T. 50100% 21528 N30=43 Ton-Abdichtung Wsp. 23.05.2017 3.96 m u.T. 434.66 m ü.M. PVC ø 2"
	Gehänge-ablagerungen	435.52	2.0 2.8 3.1 3.4	brauner, toniger Silt/Feinsand, erdfeucht brauner, sehr schwach toniger, stark siltiger Feinsand, reichlich bis viel Kies, einzelne Steinen, Kies schwimmt in feinkörniger Matrix, erdfeucht grauer Silt/Feinsand, reichlich Kies, erdfeucht grauer und brauner, praktisch vollständig verwitterter, schlecht zementierter, feinkörnige Sandstein, gut zerdrückbar, gut zerbrechbar, mässig bis stark absandend, glimmerführend	
Doppelkernrohr, Bohr-ø 116 mm	Molasse		4.8 5.1 5.4 5.7	grauer, verwitterter, stark mürber, schlecht zementierter, mergeliger Sandstein, gut bis knapp zerdrückbar, gut zerbrechbar, schwach absandend, glimmerführend grauer, verwitterter, feinkörniger Sandstein, knapp zerdrückbar, gut bis knapp zerbrechbar, schwach absandend, glimmerführend brauner, verwitterter, toniger Mergel, gut zerdrückbar, gut zerbrechbar	
			7.1 7.3	grauer, verwitterter, feinkörniger Sandstein, knapp zerdrückbar, gut bis knapp zerbrechbar, schwach absandend, glimmerführend grauer, verwitterter, durch Bohrvorgang entfestigter, schlecht zementierter, feinkörniger Sandstein (siltiger Sand mit Sandsteinbrocken), glimmerführend,	
			8.0	grauer, verwitterter, schlecht zementierter, weicher Sandstein, glimmerführend brauner, schwach verwitterter bis angewitterter, toniger Mergel, stark zerklüftet, nicht zerdrückbar, gut bis knapp zerbrechbar, gut ritzbar, vertikale Klüfte	
				grauer, mergeliger Sandstein, hart	
		426.62	12.0		Rock Quality Designation (RQD) (Anteil Kernstücke > 10 cm)

Verbindungsleitung ARA, Bernstrasse Rudolfstetten-Friedlisberg / AG					Bohrung 17-12 Massstab 1:100	
Bauherrschaft: Bohrfirma: Bohrmeister: Geologische Aufnahme: Ausführungsdatum: Koordinaten: OK Terrain (OKT): OK Rohr (OKR): Gemeindeverwaltung Rudolfstetten-Friedlisberg, Friedlisbergstrase 11, Rudolfstetten-Friedlisberg Blétry AG, Benkenstrasse 52, 5024 Küttigen D. Blétry M. Meyer, MSc ETH, Geologe 29. - 31. Mai 2017 2 672 132 / 1 247 925 443.09 m ü.M. 442.90 m ü.M.					jäckli geologie Datei: 151124 bohrungeb.dsf / ber	
Bohrart und ø	Geologische Identifikation	Kote m ü.M.	Tiefen ab OKT (m)	Materialbeschreibung	Bohrlochversuche Einbauten	
Einfachkernrohr, Bohr-ø 121 mm	Oberflächen-schicht	442.99	0.1	dunkelbrauner, leicht toniger, mässig bis stark siltiger Feinsand, humos, stark durchwurzelt, erdfeucht	Standard-Penetration-Test (SPT) (Anzahl Schläge / 15 cm Eindringung) 3.00–3.45 m u.T. 4 8 22 N30=30 Ton- Abdichtung Wsp. 31.05.2017 2.90 m u.T. 440.19 m ü.M. PVC ø 2"	
	Gehänge-ablagerungen	439.29	1.4	brauner bis dunkelbrauner, stark tonig-siltiger Feinsand, wenig Kies, erdfeucht, bis in ca. 1.0 m Tiefe durchwurzelt		
			2.0	beige-brauner, toniger Silt, plastisch, viel Feinsand, wenig Kies, weich		
			2.0	brauner, toniger Silt, wenig plastisch bis plastisch, wenig bis reichlich Feinsand, wenig bis reichlich Kies, steif, zwischen 2.2 und 2.3 m wie auch zwischen 2.8-3.0 m u.T. Zwischenlagen aus leicht bis mässig siltigem Sand mit reichlich Kies		
	Moräne	439.29	3.3	braun-grauer, toniger Silt, plastisch, viel Feinsand, wenig Kies, weich	6.00–6.45 m u.T. 22 50	
3.8			beige-grauer z.T. leicht toniger, mässig bis stark siltiger Sand, wenig bis reichlich Kies, feucht bis nass			
4.3			braun-grauer, stark tonig-siltiger Sand, wenig Kies, feucht			
4.9						
5.7			beige-grauer, mässig bis stark siltiger Sand, wenig Kies, feucht			
5.7			beige-brauner, z.T. leicht toniger, mässig siltiger Sand (hauptsächlich Feinsand), wenig bis reichlich Kies, trocken, Material liegt mehrheitlich in intakten zusammenhängenden Kernstücken vor, zwischen 7.25-7.55 m und 8.8-9.0 m zerbohrte Blöcke mit reichlich bis viel Bohrmehl			
Doppelkernrohr, Bohr-ø 116 mm	Molasse	431.89	9.4	dunkelbeiger, stark siltiger Feinsand, wenig bis reichlich Kies, Steine und Blöcke (gemessener max. ø 22 cm, Gewichtsanteil 10-20 %), erdfeucht, Steine und Blöcke bestehen hauptsächlich aus schwach verwittertem bis unverwittertem Sandstein, Material liegt praktisch vollständig mit zusammenhängenden Kernstücken vor, zwischen 10.5-10.7 m durchbohrter Sandsteinblock	Rock Quality Designation (RQD) (Anteil Kernstücke > 10 cm) 50 100%	
			11.2	grauer, schwach bis mässig verwitterter, mürber Sandstein, glimmerführend, Bruchstücke von Hand gut zerbrechbar, knapp bis nicht zerdrückbar, mit Fingernagel gut bis knapp ritzbar, mit Messer gut ritzbar, mit einem Hammerschlag zerschlagbar		
			12.0	grauer, schwach verwitterter bis unverwitterter Sandstein, glimmerführend, Bruchstücke von Hand nicht zerbrechbar, nicht zerdrückbar, mit Fingernagel knapp bis nicht ritzbar, mit Messer knapp ritzbar, mit 2-5 Hammerschlägen zerschlagbar, Schichteinfall ca. 10-15°, Klüfte ca. 70-80° zur Schichtung, Kluftabstände ca. 4-5 cm, Kluftfüllung teilweise aus tonigem Silt		
		13.0				