

Müller-Elmau GmbH

Elmau 2
82493 Klais – Elmau

03.05.2014/ka

Untersuchungsbericht AZ 140369-1

Bodenuntersuchung mit Einschätzung der Versickerungsfähigkeit für das BV B-Plan Gut Elmau in Elmau 10, 82494 Elmau / Klais

1. Vorgang

Das Ingenieurbüro GHB Consult GmbH wurde beauftragt, die Versickerungsfähigkeit für das Bauvorhaben B-Plan Gut Elmau zu untersuchen.

Um die Bodenbeschaffenheit zu ermitteln, wurden am 23./24.04.2014 neun Rammkernsondierungen DN 60-80 auf 1,4 – 6,0 m Tiefe ausgeführt. Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden nach DIN 4022 ingenieurgeologisch angesprochen (Anlage 1 und 2).

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs geophysikalisch freigegeben (Anlage 5). Alle Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe mit Bezug auf mNN eingemessen.

Aus den Sondierbohrungen BS 1-9 wurden Proben zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes entnommen. 5 Bodenproben wurden im bodenmechanischen Labor mittels einer Siebanalyse (Anlage 3) untersucht.

2. Schichtenfolge

Insgesamt wurden folgende Böden angetroffen:

- Auffüllung / Oberboden
- Schluff
- Kies
- Sand
- lokal Alm (BS 3)

Bei allen Bohrungen bis auf die BS 4-6 wurde zuoberst ein schluffiger Mutterboden angetroffen. Im Bereich der Bohrungen BS 4-6 wurde vermutlich (ohne Fremdbestandteile) aufgefülltes Material aus Mutterboden, Schluff oder Kies erbohrt.

Darunter wurden bei den Bohrungen BS 1, 2, 3, 4 und 6 im Wechsel kiesige und schluffige Schichten angetroffen. Der Kies zeigt einen unterschiedlich hohen Anteil an feinkörnigen Nebengemengteilen und kann der Bodengruppe GU zugeordnet werden. Aufgrund der Gebirgsnähe muss mit einem hohem Steinanteil und Blockwerk gerechnet werden, der bedingt durch das Bohrverfahren mit Kern- $\varnothing$ 60-80 mm nicht aufgeschlossen werden konnte. Dies wurde auch bei der geophysikalischen Untersuchung zur Kampfmittelfreimessung (Anlage 5) vorgefunden. Die größeren Steine und Blockwerk zeichnen sich bei den Georadaruntersuchung als Parabeln ab. Bei der Bohrung BS 2 wurde zuunterst ein stark schluffiger Feinsand und im Bereich BS 3 zuunterst almiger Boden erbohrt.

Die Bohrung BS 5 zeigt unterhalb der Auffüllung eine Wechsellagerung aus sandigen und kiesigen Schichten, und bei den Bohrungen BS 7 bis BS 9B wurde unter dem Mutterboden bis zur Bohrendtiefe ausschließlich kiesiges Material erbohrt.

Für die Versickerung sind Bereiche um die Bohrungen BS 4-6 bedingt und der Bereich um BS 7 gut geeignet. Bei den Bohrungen BS 4-6 folgt nach einem Kies in 2,0-2,5 m Tiefe wieder ein undurchlässiger Lehm. Das heißt das Wasser wird sich je nach Geometrie der Lehmoberfläche auf diesen Schichten stauen oder abfließen. Im Bereich der Bohrung BS 7 ist eine Versickerung gut möglich. Hier wäre es sinnvoll eine zentrale Versickerungseinrichtung zu planen.

3. Grundwasser

Grundwasser wurde in den Bohrungen BS 1, 2 und 3 in Tiefen von 2,8 – 5,0 m angetroffen. Dies entspricht einer Höhe von 985,7 – 988,8 mNN.

Mit Grundwasser im Sinne eines statischen Grundwasserspiegels ist in dieser Höhenlage nicht zu rechnen. Jahreszeitlich und niederschlagsbedingt ist mit unterschiedlichen Schichtwassermengen zu rechnen, da das Schichtwasser in dieser exponierten Lage ausschließlich mit versickerndem Niederschlagswasser gespeist wird.

Die exponierte Lage bewirkt aber auch, dass von drei Seiten, die höher liegen (Nord-, Ost- und Südseite) oberflächlich Niederschlagswasser in Richtung Senke fließen kann.

Nach einem Dauerregen ist der Oberboden und der darunter anstehende Lehm wassergesättigt und das Wasser sucht sich dann oberflächlich seinen Weg. Kommt dann noch ein Starkregen, muss man mit gewaltigen Massen rechnen. Abhilfe kann ein kleiner Wall bewirken, der das Oberflächenwasser von den Häusern weg leitet.

4. Versickerung

Das Areal stellt einen morphologischen Tiefpunkt dar. Von drei Seiten kann Oberflächenwasser in Richtung geplante Häuser fließen. Hierzu sollte man die jetzigen Anwohner fragen, inwieweit dies hier ein Thema ist.

Den aufgeschlossenen Kiessanden der Bohrsondierungen BS 4 bis BS 8 wurden in ausgewählten Bereichen Bohrgutproben entnommen und bodenmechanisch untersucht. Es wurde die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 durch Nasssiebung ermittelt. Die Ergebnisse der Korngrößenverteilung sind als Anlage 3 beigelegt.

Bei den Ergebnissen der Siebanalysen muss man differenzieren:

Der Bereich um BS 4-6 ergab in der Kiesschicht ein k_f -Wert von $1,7 \times 10^{-5}$ m/s bis $1,5 \times 10^{-3}$ m/s. Im Mittel einen Wert von $5,1 \times 10^{-4}$ m/s. Bei Siebanalysen sollte gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 (04/2005) ein Korrekturfaktor von 0,2 verwendet werden. Wegen der mitteldichten bis dichten Lagerung der angetroffenen Kiessande ist der Boden im Bereich der Versickerungsanlage im Vorfeld aufzulockern, um die Durchlässigkeit zu erhöhen. Als Bemessungs- k_f -Wert ist aus geotechnischer Sicht unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte mit einem k_f -Wert von 5×10^{-5} m/s zu rechnen.

Der Bereich um BS 7 ergab in der Kiesschicht ein k_f -Wert von $2,0 \times 10^{-3}$ m/s. Als Bemessungs- k_f -Wert ist aus geotechnischer Sicht unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte mit einem k_f -Wert von 2×10^{-4} m/s zu rechnen.

Als Versickerungsmöglichkeit kommen hier Füllkörper- oder Rohrrigolen in Frage. Als anschauliches Beispiel haben wir eine Fläche von 500 m² berechnet. Bei der Füllkörperrigolenversickerung (Anlage 4.1) wird das Niederschlagswasser über perforierte Rigolenkästen geleitet, dort zwischengespeichert und zeitlich verzögert versickert. Um ein Zuschlämmen mit Feinanteilen aus dem anstehenden Kies zu vermeiden, sollte der Rigolenkörper in ein Vlies eingeschlagen werden. Wollte man das anfallende Wasser einer 500 m² großen Fläche mittels Füllkörperrigole versickern, wäre das System bei dem besseren k_f -Wert (Bereich BS 7) ca. 6,6 m lang, 1,5 m breit und 2,0 m tief (Einlauf bei -1,0 m). Das erforderliche Speichervolumen würde 8,8 m³ betragen. Bei dem schlechter k_f -Wert (Bereich BS 4-6) wäre die Anlage 10,7 m lang. Das erforderliche Speichervolumen würde 14,5 m³ betragen. Die anderen Angaben blieben gleich.

Bei der Rohrrigolenversickerung (Anlage 4.2) wird das Niederschlagswasser über ein in sandigen Kies eingelegtes perforiertes Rohr geleitet. Um ein Zuschlämmen mit Feinanteilen aus dem anstehenden Kies zu vermeiden, sollte der so hergestellte Rigolenkörper ebenfalls mit einem Vlies eingeschlagen werden. Wollte man das anfallende Regenwasser einer 500 m² großen Fläche mittels Füllkörperrigole versickern, wäre das System bei dem besseren k_f -Wert (Bereich BS 7) ca. 16,5 m lang, 1,5 m breit und 2,0 m tief (Einlauf bei -1,0 m). Das erforderliche Speichervolumen würde 7,7 m³ betragen. Bei dem schlechter k_f -Wert (Bereich BS 4-6) wäre die Anlage 25,9 m lang. Das erforderliche Speichervolumen würde 12,2 m³ betragen. Die anderen Angaben blieben gleich.

Bei den Dachflächen sollten als Vorreinigungsanlage Siebe oder Körbe zum Grobstoffrückhalt eingebaut werden. Ferner muss eine Absetzeinrichtung für mitgeführte absetzbaren Stoffe vorgeschaltet werden. Bei der baulichen Ausführung ist auf einen gleichmäßigen – auf die gesamte Länge verteilten – Wassereintritt zu achten.

Zum Bau und der Errichtung der Regenwasserversickerungsanlage sind die Merkblätter DWA-M 153 und DWA-A 138 zu beachten. Versickerungsanlagen sollten je nach Gefälle mit einem ausreichenden Abstand zu allen Gründungen angelegt werden. Wegen der Vernässung des Erdreichs wird ein Mindestabstand von 10 m zu baulichen Anlagen empfohlen.

Aufgrund der in den letzten Jahren zunehmenden Starkniederschlagsereignisse empfehlen wir die Kapazität der Versickerungsanlagen um 20 % zu erhöhen.

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

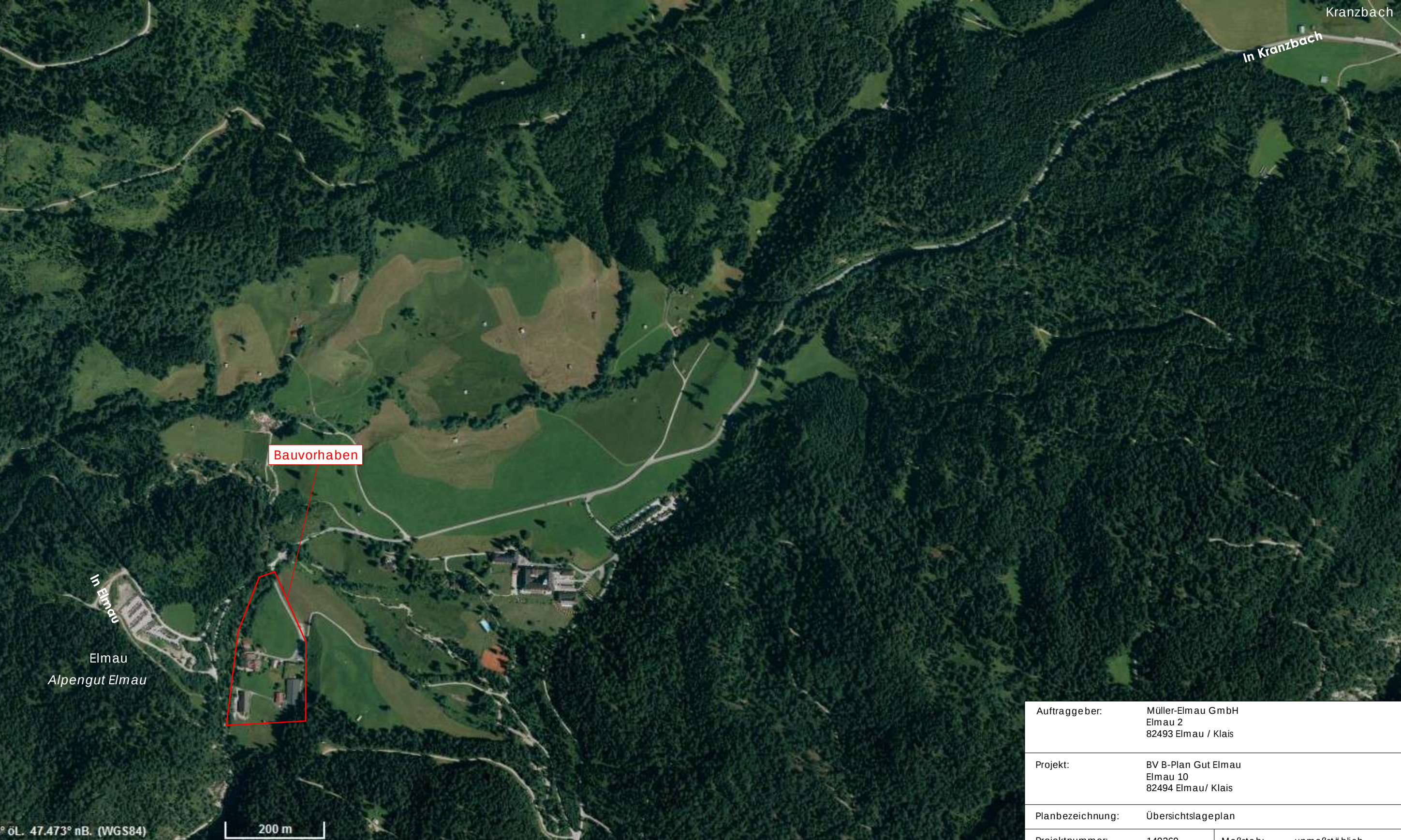
Mit freundlichen Grüßen

N.Kampik, Dipl.-Geol. BDG

GHB Consult GmbH

Anlagen:

- 1.1 Übersichtslageplan
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, unmaßstäblich
- 2.1-11 Sondierprofile BS 1-9B, M 1: 50
- 3.1-5 Sieb-Analysen n. DIN 18 123
- 4.1-2 Versickerungsberechnungen nach ATV A-138
- 5 Punktuelle Kampfmittelfreigabe



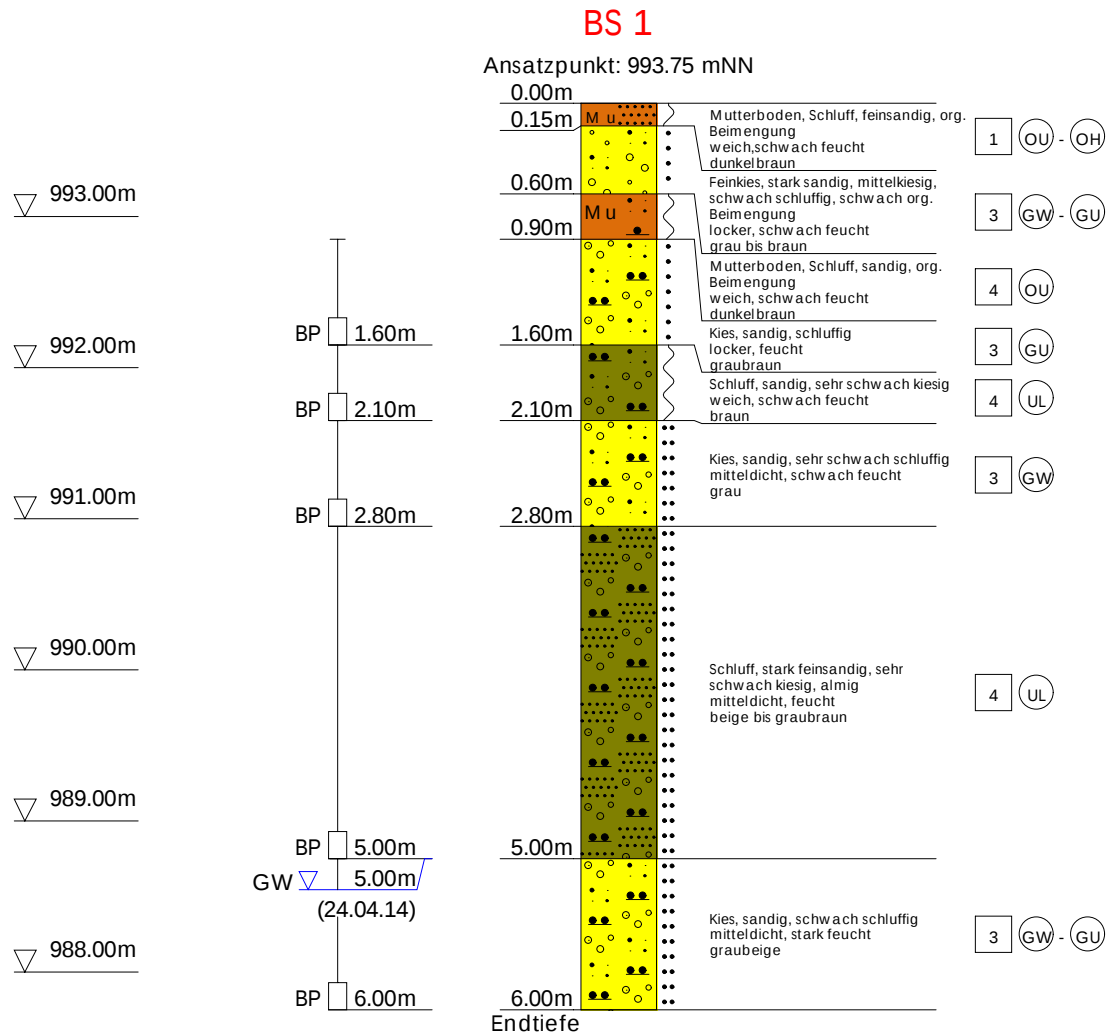
Auftraggeber:		Müller-Elmau GmbH Elmau 2 82493 Elmau / Klais	
Projekt:		BV B-Plan Gut Elmau Elmau 10 82494 Elmau/ Klais	
Planbezeichnung:		Übersichtslageplan	
Projektnummer:		140369	Maßstab: unmaßstäblich
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 280-60 Fax: 08151 / 280-62		GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter: N. Kampik
			Zeichner: T. Horwath
			Datum: 01.04.2014
			Anlage: 1.1



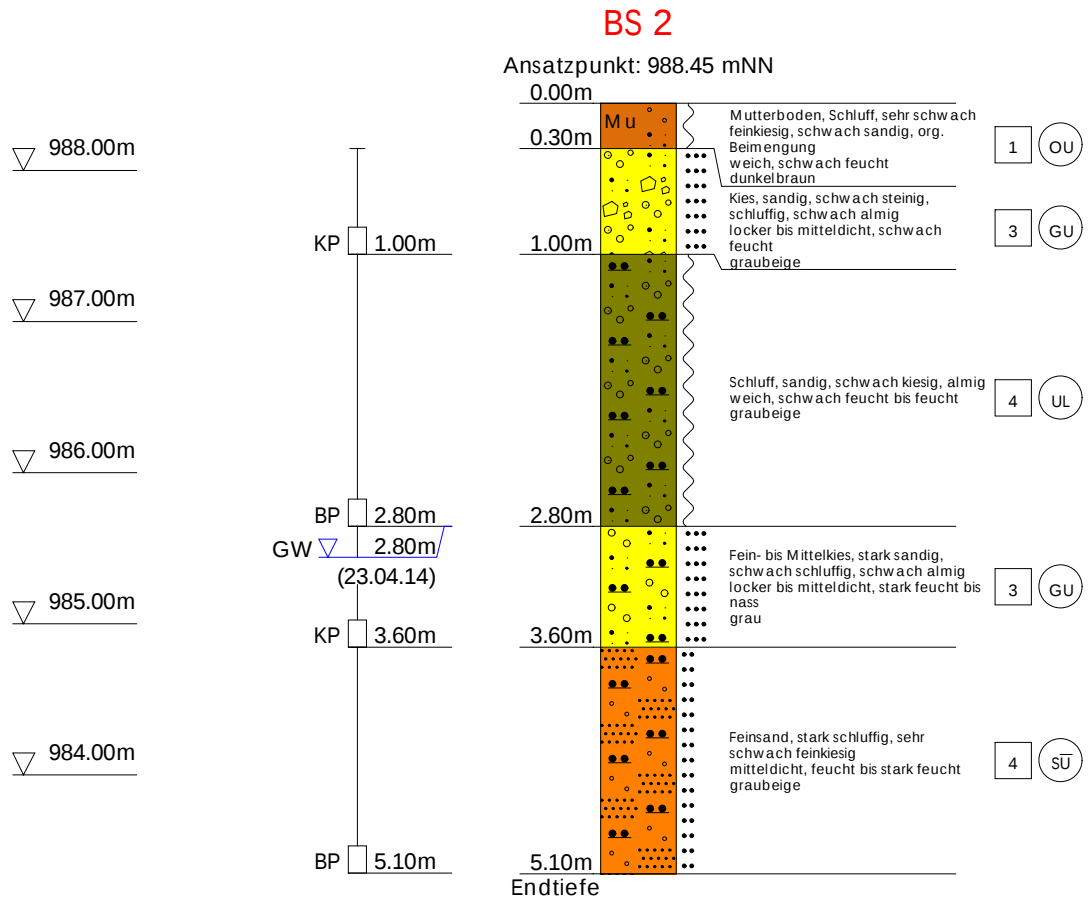
Sondierbohrungen

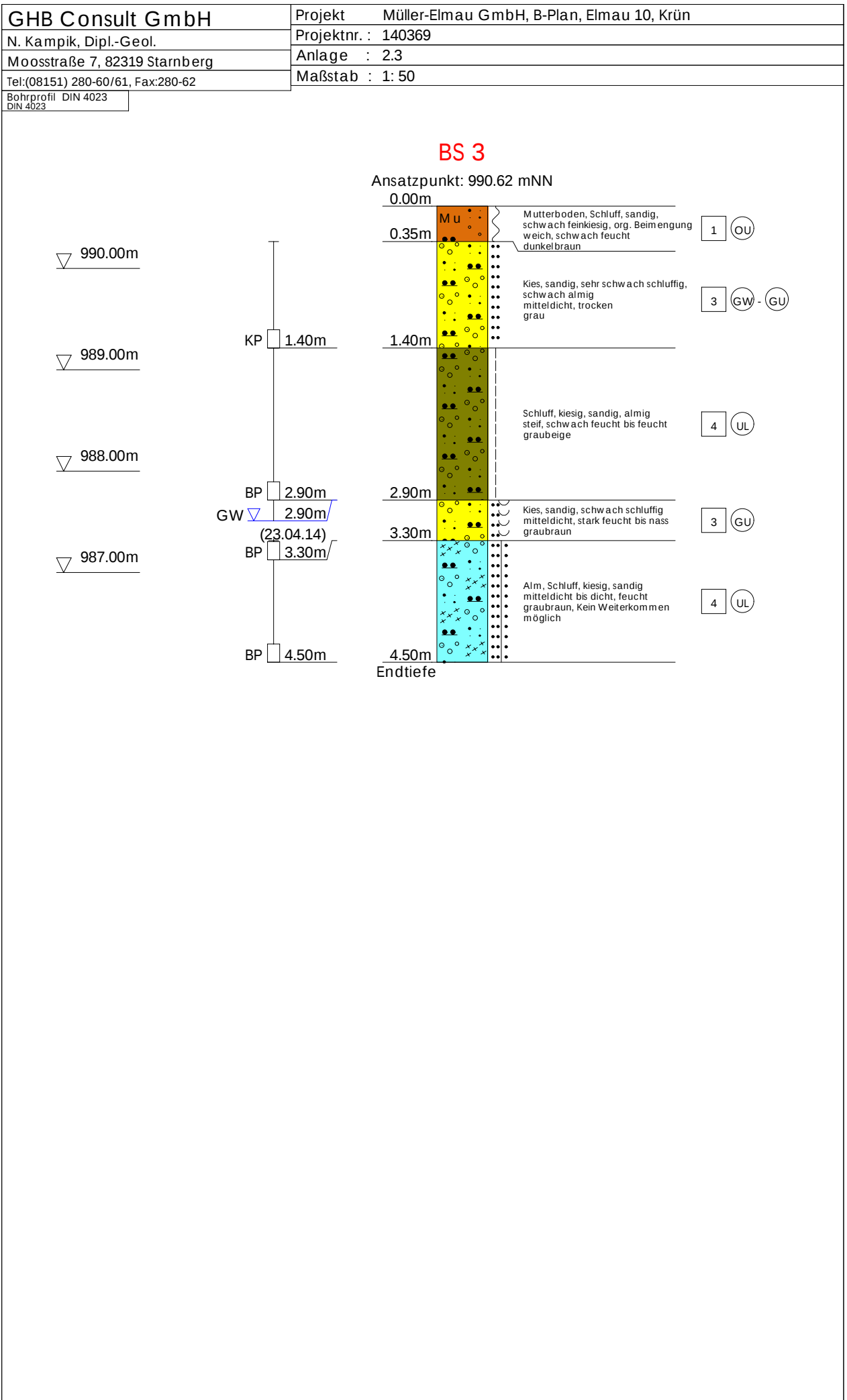
Anlage:	1.2
---------	-----

GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.1
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	



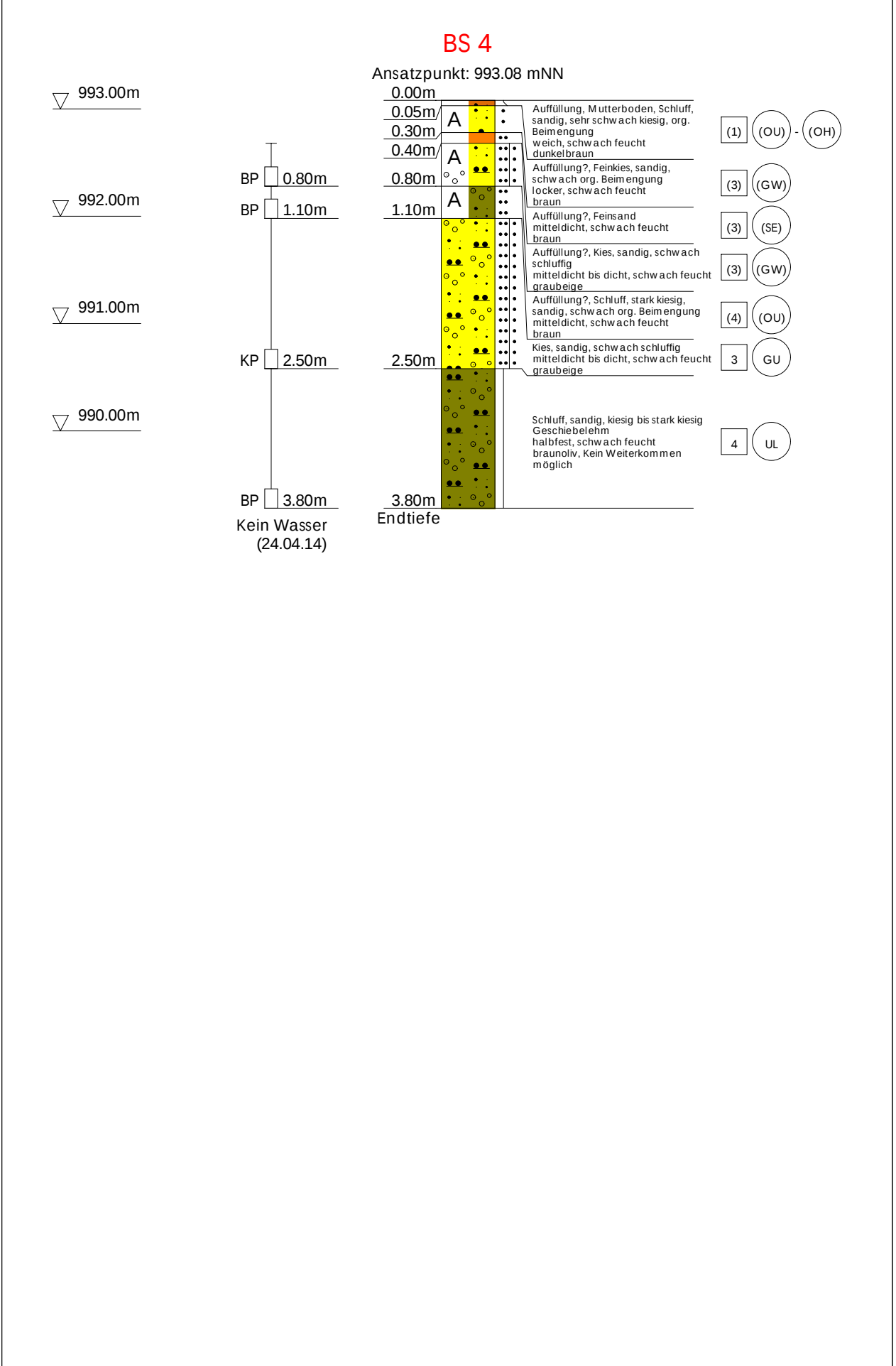
GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.2.2
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	



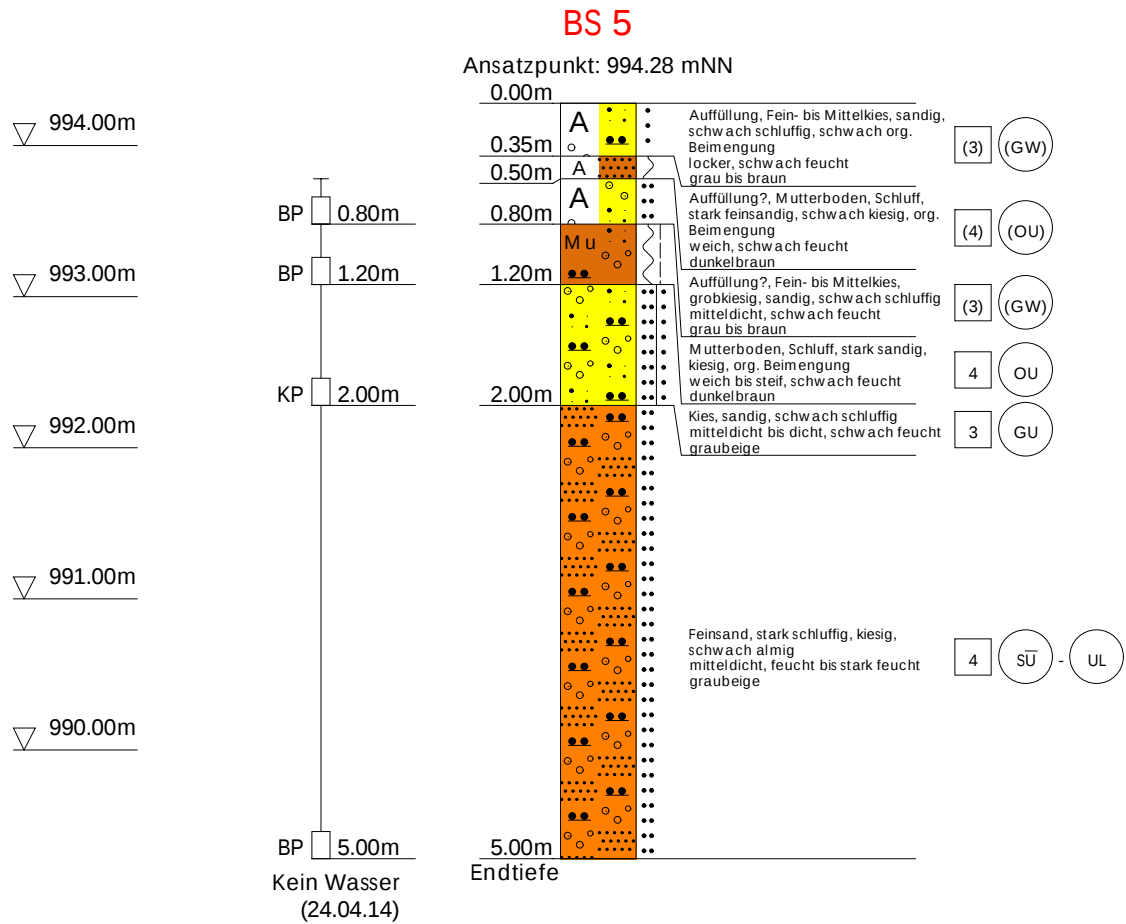


GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.4
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

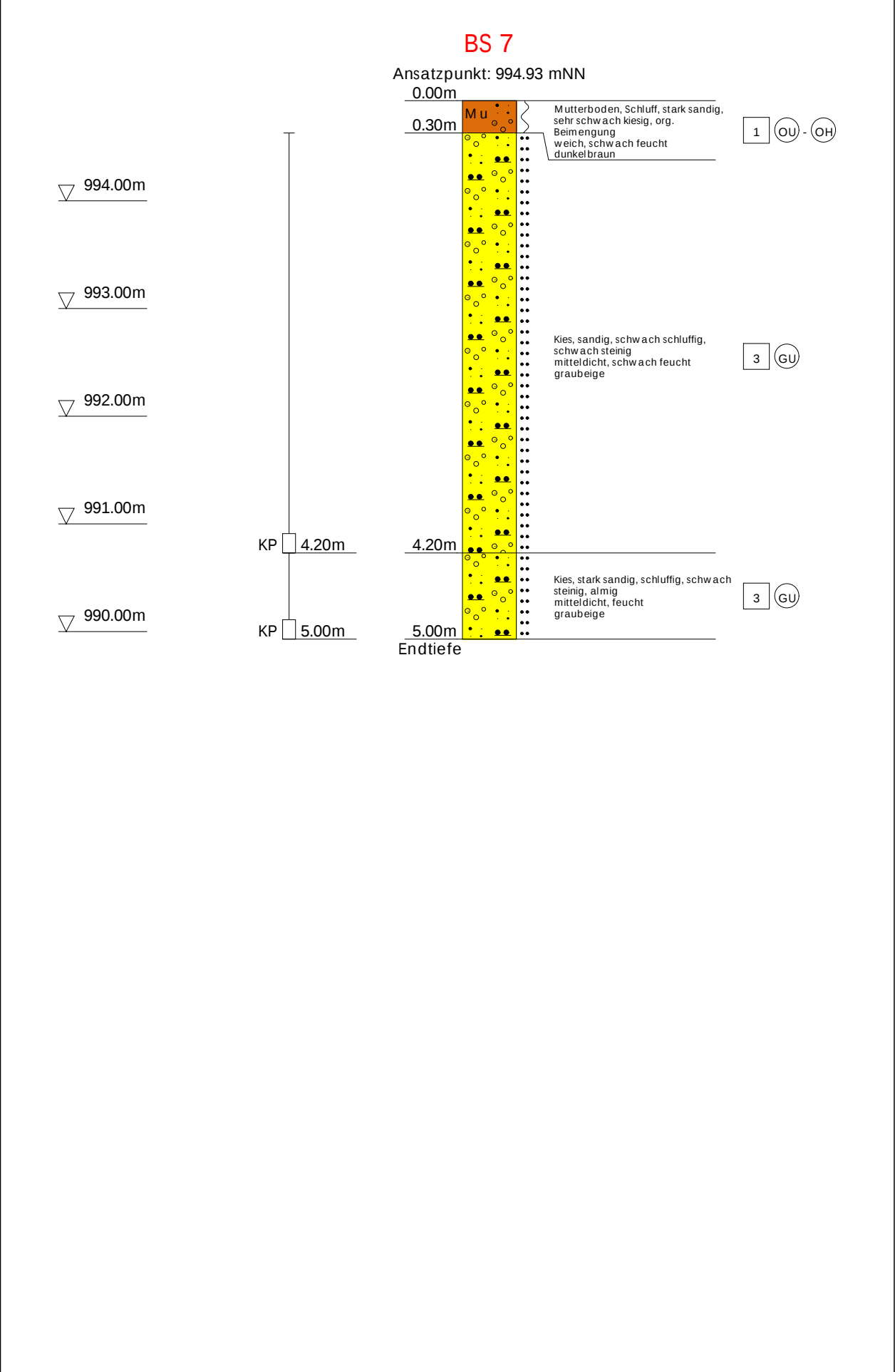


GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.5
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	



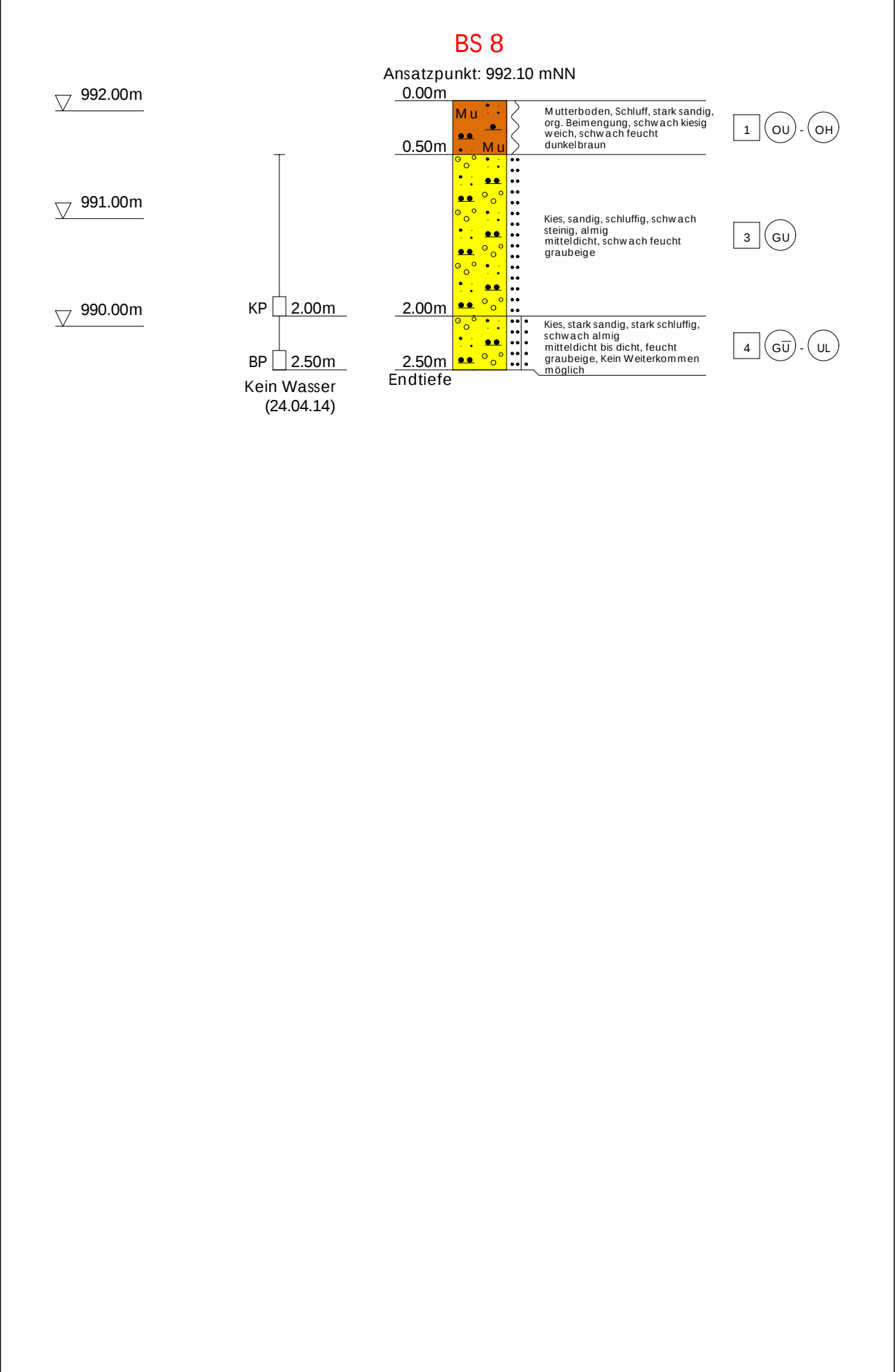
GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.7
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



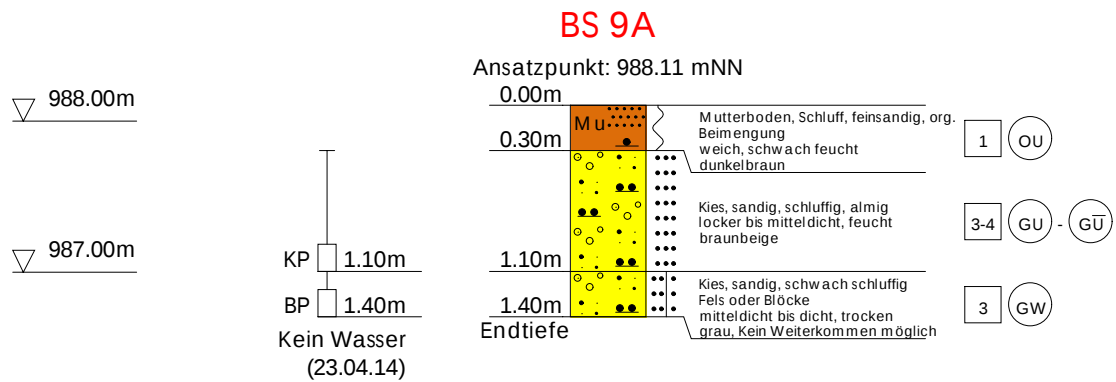
GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.8
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.9.1
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023



GHB Consult GmbH	Projekt Müller-Elmau GmbH, B-Plan, Elmau 10, Krün
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 140369
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.9.2
Tel:(08151) 280-60/61, Fax:280-62	Maßstab : 1: 50

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

BS 9B

Ansatzpunkt: 988.11 mNN

▽ 988.00m

0.00m

0.30m

M u
Mutterboden, Schluff, feinsandig, org.
Beimengung
weich, schwach feucht
dunkelbraun

1 OU

▽ 987.00m

1.10m

Kies, sandig, schluffig, almig
locker bis mitteldicht, feucht
braunbeige

3-4 GU - GÜ

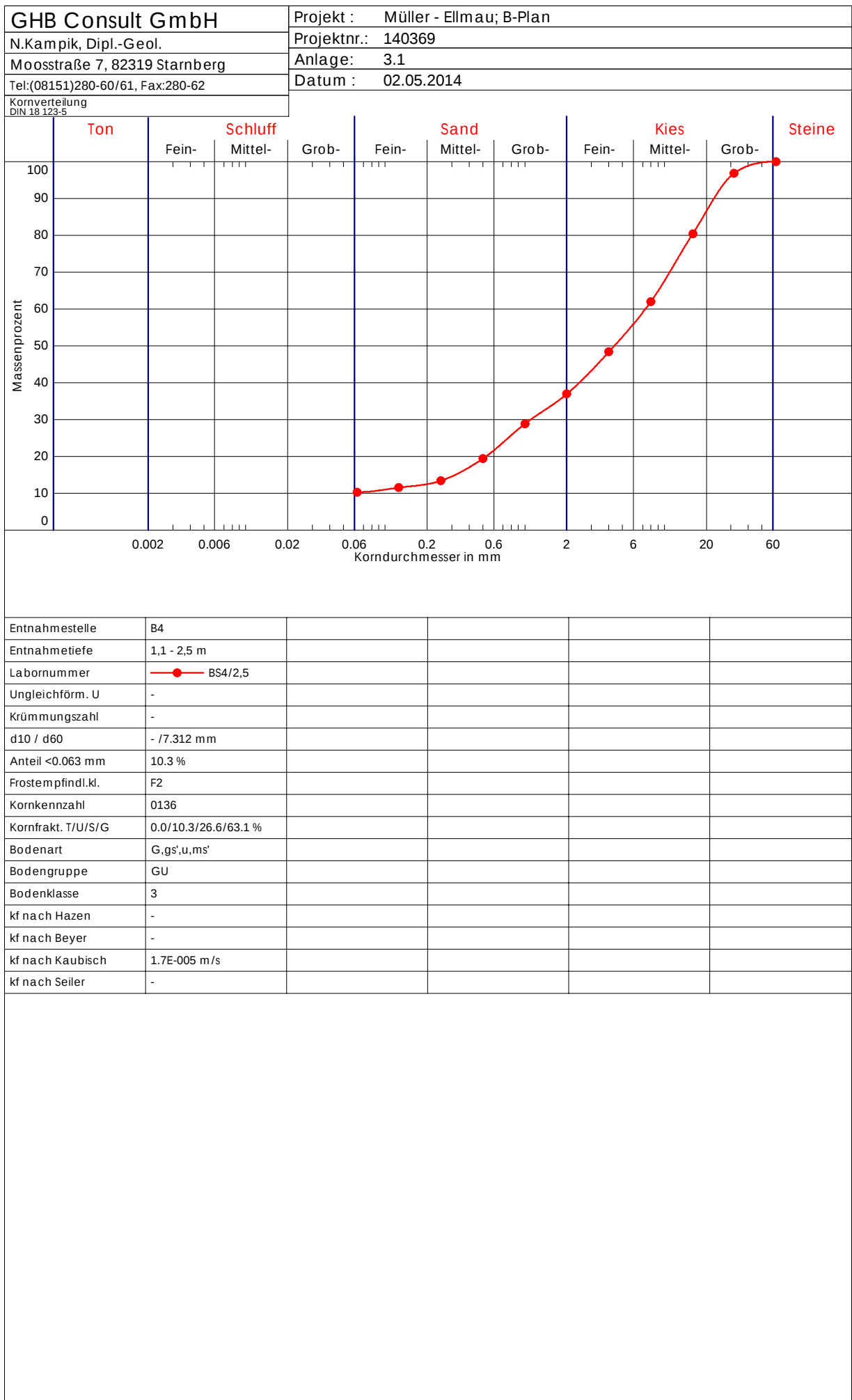
1.40m

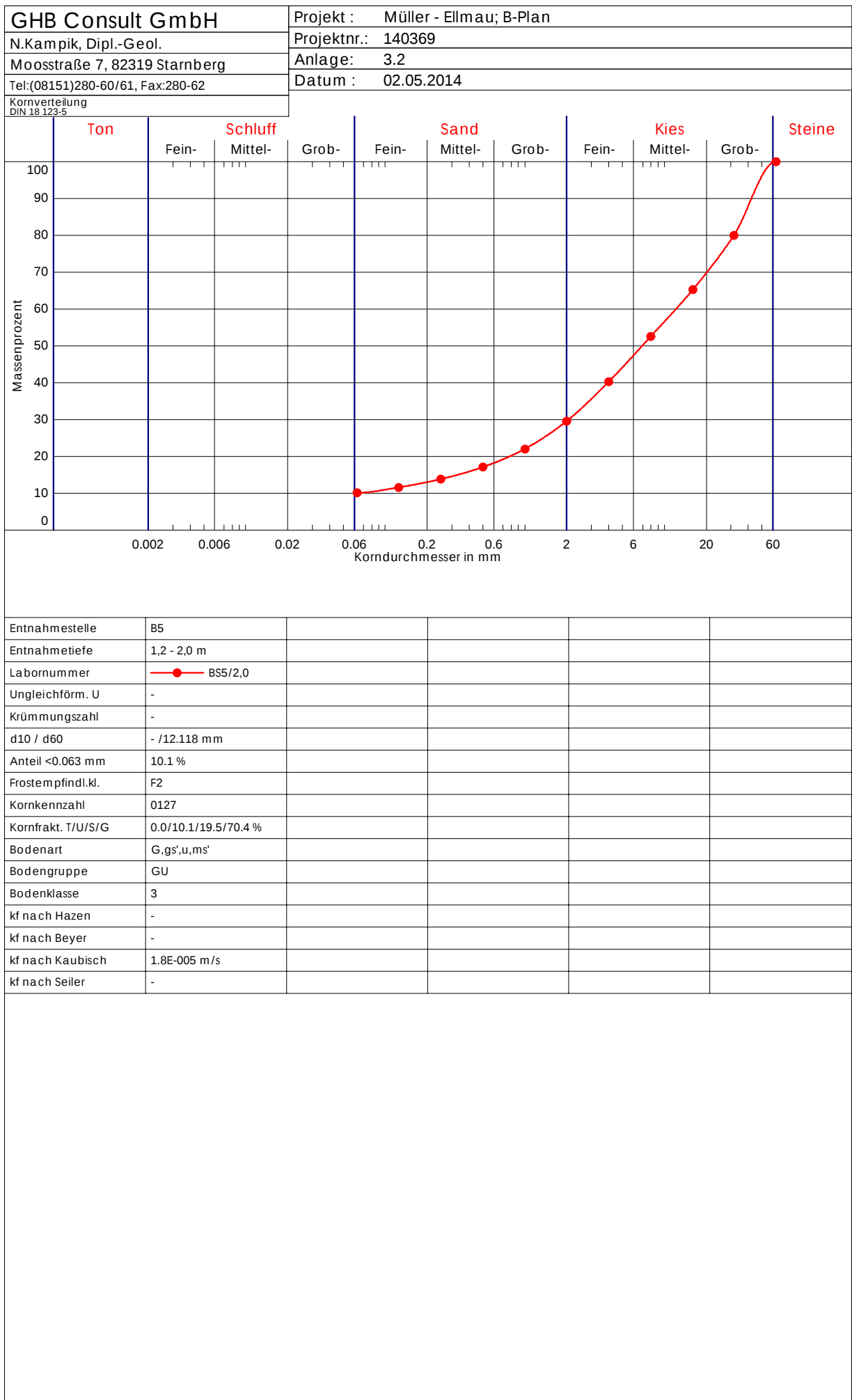
Kies, sandig, schwach schluffig
Fels oder Blöcke
mitteldicht bis dicht, trocken
grau, Kein Weiterkommen möglich

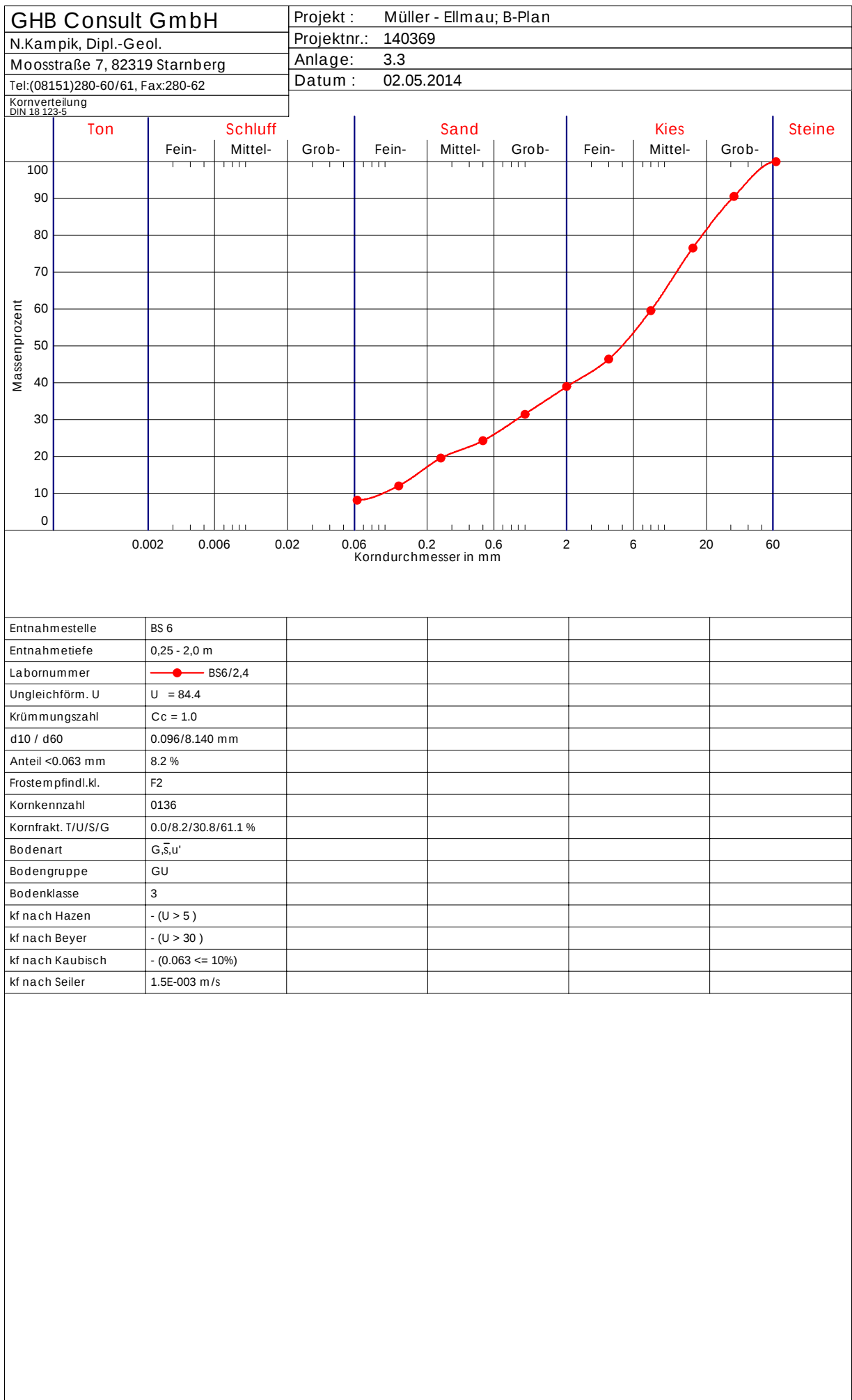
3 GW

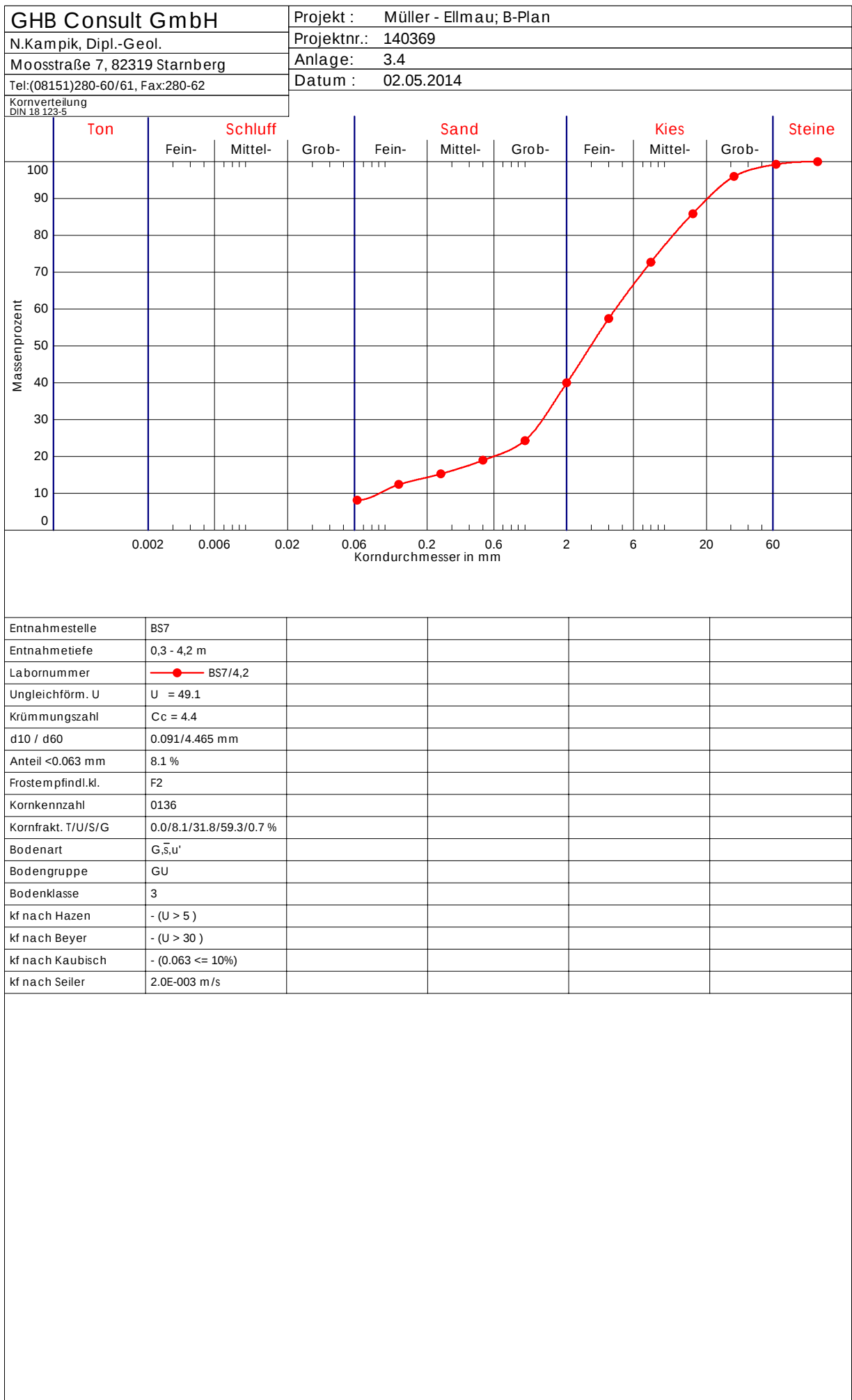
Endtiefe

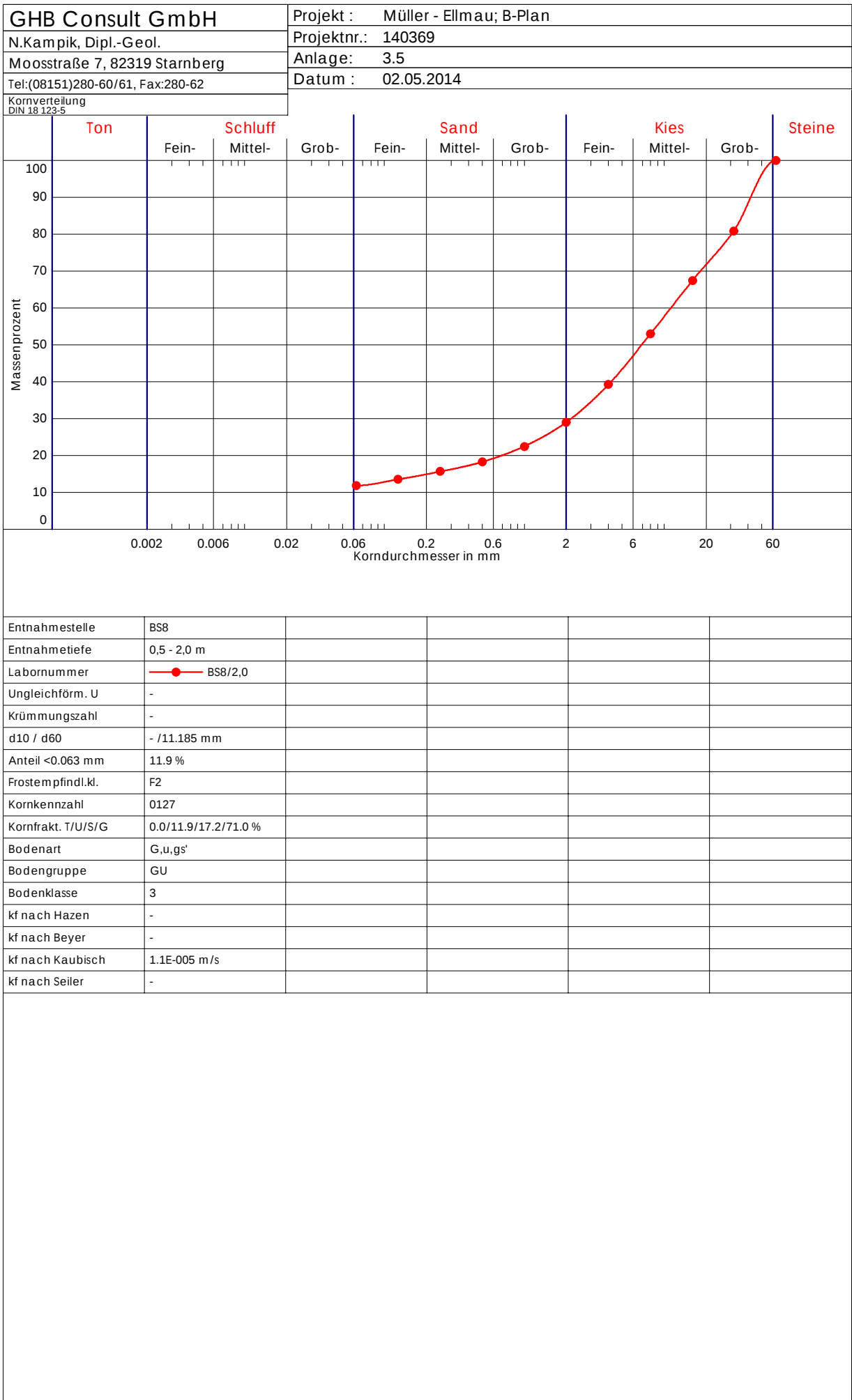
Kein Wasser
(23.04.14)









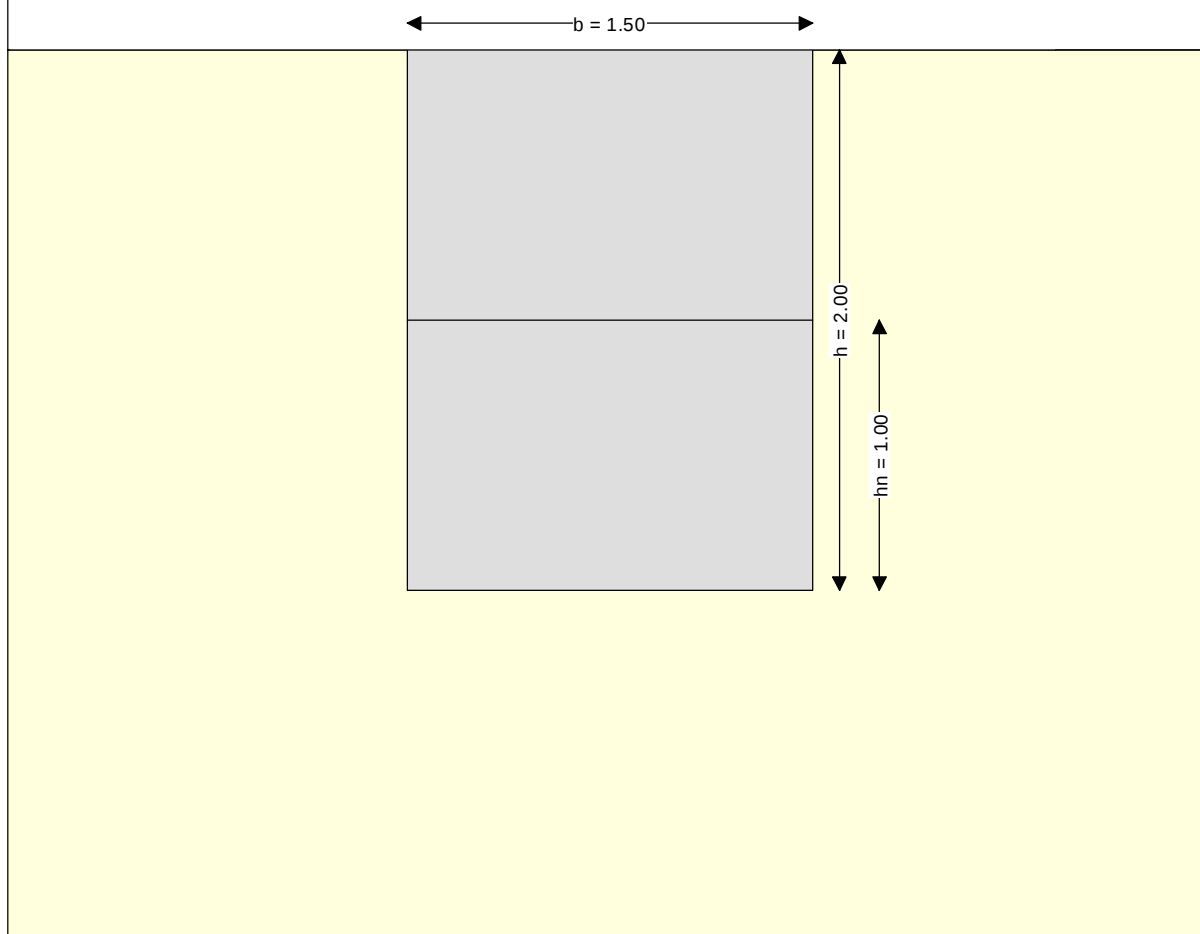


GHB Consult GmbH Moosstr. 7 82319 Starnberg Tel: 08151 / 280 60 Fax: 280 62	Müller -Ellmau GmbH, B-Plan Gut Elmau B-Plan Gebiet	Bericht Nr.	140369
		Anlage Nr.	4.1

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

Gut Elmau, B-Plan Rigolenversickerung Durchlässigkeit = $2.000 \cdot 10^{-4}$ m/s Abstand zum nächsten Keller = 10.00 m Grundwasserflurabstand = 3.00 m Zuschlagsfaktor = 1.20 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$	5-jährige Überschreitungshäufigkeit $A(u) = 400.00 \text{ m}^2$ Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m Sohlbreite der Rigole $b = 1.50 \text{ m}$ Höhe der Rigole $h = 2.00 \text{ m}$ Max. Wasserstand Rigole = 1.00 m Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00 \text{ m}$	Speicherkoeffizient $s = 0.900$
---	---	---------------------------------

Rigolenversickerung



Ergebnis
Erforderliche Rigolenlänge = 6.55 m
Erforderliches Speichervolumen = 8.84 m³
Maßgebende Regendauer = 45.0 Minuten
Regenspende = 101.0 Liter/(sec·ha)

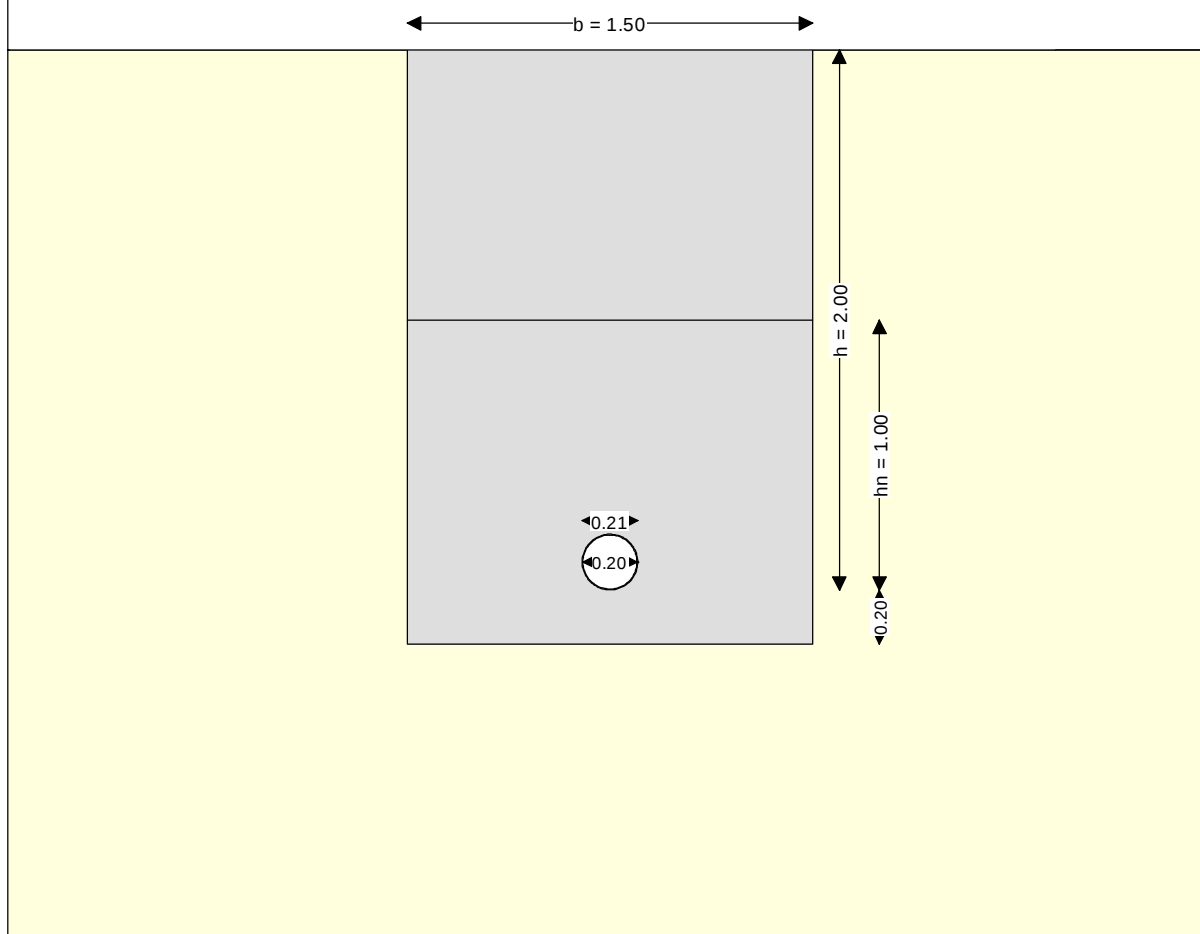
Elmau		
D	$r_{0(0.2)}$ [l/(s·ha)]	L [m]
5 min	350.0	3.54
10 min	255.2	4.92
15 min	205.3	5.66
20 min	173.2	6.09
30 min	133.6	6.48
45 min	101.0	6.55
60 min	82.1	6.41
90 min	63.6	6.23
2 h	53.0	5.95
3 h	41.1	5.40
4 h	34.3	4.93
6 h	26.5	4.20
9 h	20.6	3.51
12 h	17.1	3.03
18 h	13.2	2.43
24 h	11.2	2.10
48 h	7.7	1.49
72 h	5.6	1.10

GHB Consult GmbH Moosstr. 7 82319 Starnberg Tel: 08151 / 280 60 Fax: 280 62	Müller -Ellmau GmbH, B-Plan Gut Elmau B-Plan Gebiet	Bericht Nr.	140369
		Anlage Nr.	4.2

Versickerung nach ATV A-138 (Januar 2002)

Gut Elmau, B-Plan Rohrriegenversickerung Durchlässigkeit = $2.000 \cdot 10^{-4}$ m/s Abstand zum nächsten Keller = 10.00 m Grundwasserflurabstand = 3.00 m Zuschlagsfaktor = 1.20 Häufigkeit n [1/a] = 0.200	5-jährige Überschreitungshäufigkeit $A(u) = 500.00$ m ² Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m Lichte Weite des Rohres = 0.20 m Dicke des Rohres = 0.003 m Sohlbreite der Rigole $b = 1.50$ m Höhe der Rigole $h = 2.00$ m	Max. Wasserstand Rigole = 1.00 m Nutzbare Höhe der Rigole $h_n = 1.00$ m Speicherkoeffizient $s = 0.300$ Speicherkoeff. (umgerechnet) = 0.314
--	---	--

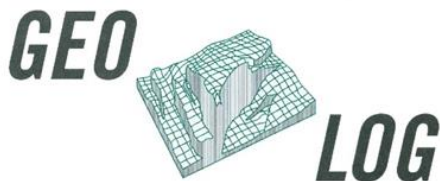
Rohrriegenversickerung



Ergebnis

Erforderliche Rohrriegenlänge = 16.43 m
Erforderliches Speichervolumen = 7.74 m³
Maßgebende Regendauer = 20.0 Minuten
Regenspende = 173.2 Liter/(sec·ha)

Elmau		
D	$r_{0.2}$ [l/(s·ha)]	L [m]
5 min	350.0	11.60
10 min	255.2	14.94
15 min	205.3	16.14
20 min	173.2	16.43
30 min	133.6	15.98
45 min	101.0	14.62
60 min	82.1	13.28
90 min	63.6	11.66
2 h	53.0	10.41
3 h	41.1	8.69
4 h	34.3	7.55
6 h	26.5	6.07
9 h	20.6	4.86
12 h	17.1	4.09
18 h	13.2	3.20
24 h	11.2	2.74
48 h	7.7	1.90
72 h	5.6	1.39



Ingenieurbüro für Geophysik und Geologie

- Kampfmittelerkundung
- Bauwerksuntersuchung
- Erschütterungsmessung
- Geophysikalische Messungen
 - Archäologie
 - Lagerstättenprospektion
 - Grundwassererschließung
 - Leitungsortung

GEOLOG Fuß-Hepp GbR Glatzer Straße 5a D-82319 Starnberg

GHB Consult GmbH
z. Hd. Herrn Kampik
Moosstraße 7
82319 Starnberg

Ihre Zeichen
kampik@ghb-consult.de

Ihre Nachricht vom

Ihre Tel.:
08151/28060

Ihre Fax.:

Durchwahl
08151/28070

Unser Zeichen
jw

Starnberg, den 14.04.2014

Kampfmittelerkundung von Bohransatzpunkten **BV In Elmau, 82493 Krün** **Bericht**

Sehr geehrter Herr Kampik,

am 11.04.2014 wurden bei oben genanntem Bauvorhaben insgesamt dreißig Bohransatzpunkte mittels Georadar und Geomagnetik untersucht. Die Messungen dienten der Detektion möglicher Kampfmittel im Vorfeld der Eingriffe in den Untergrund. Die Lage der Bohransatzpunkte wurde von *GHB Consult* bestimmt.

Angewandte Messverfahren

Wir sondieren Bohransatzpunkte je nach Gegebenheiten vor Ort mittels Georadar und/oder Geomagnetik. Dabei verwenden wir Geräte der Firma *Sensors & Software Inc.* mit einer Arbeitsfrequenz von wahlweise 250 MHz oder 500 MHz und eine Auswertesoftware des Geräteherstellers (*Noggin* Messsystem, *Ekko_View* Software in der Version V2R1).

Für Geomagnetikmessungen setzen wir ein 1-kanaliges analoges oder digitales Magnetometersystem der Firma *Vallon GmbH* ein.

Ergebnis

Bei den Messungen mittels Georadar vor Ort wurde deutlich, dass der Untergrund keinen homogenen Aufbau aufweist und durch viele Störungen gekennzeichnet ist. Ergänzende Messungen mittels Geomagnetik brachten leider keinen Erfolg.

Daher wurden die Punkte so gesetzt, dass derartige Indikationen umgangen wurden. Es ist zu erwarten, dass der Untergrund möglicherweise keinen geogenen Aufbau aufweist.

Nach der Auswertung der Radargramme vor Ort wurden die Bohransatzpunkte in Absprache mit *GHB Consult* entweder in geringem Umfang so verlegt, dass Kampfmittel am Ansatzpunkt ausgeschlossen oder keine kampfmittelrelevanten Indikationen festgestellt werden konnten.

Die Kampfmittelfreigabe kann somit für alle gemessenen Punkte erteilt werden.

Für weitere Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

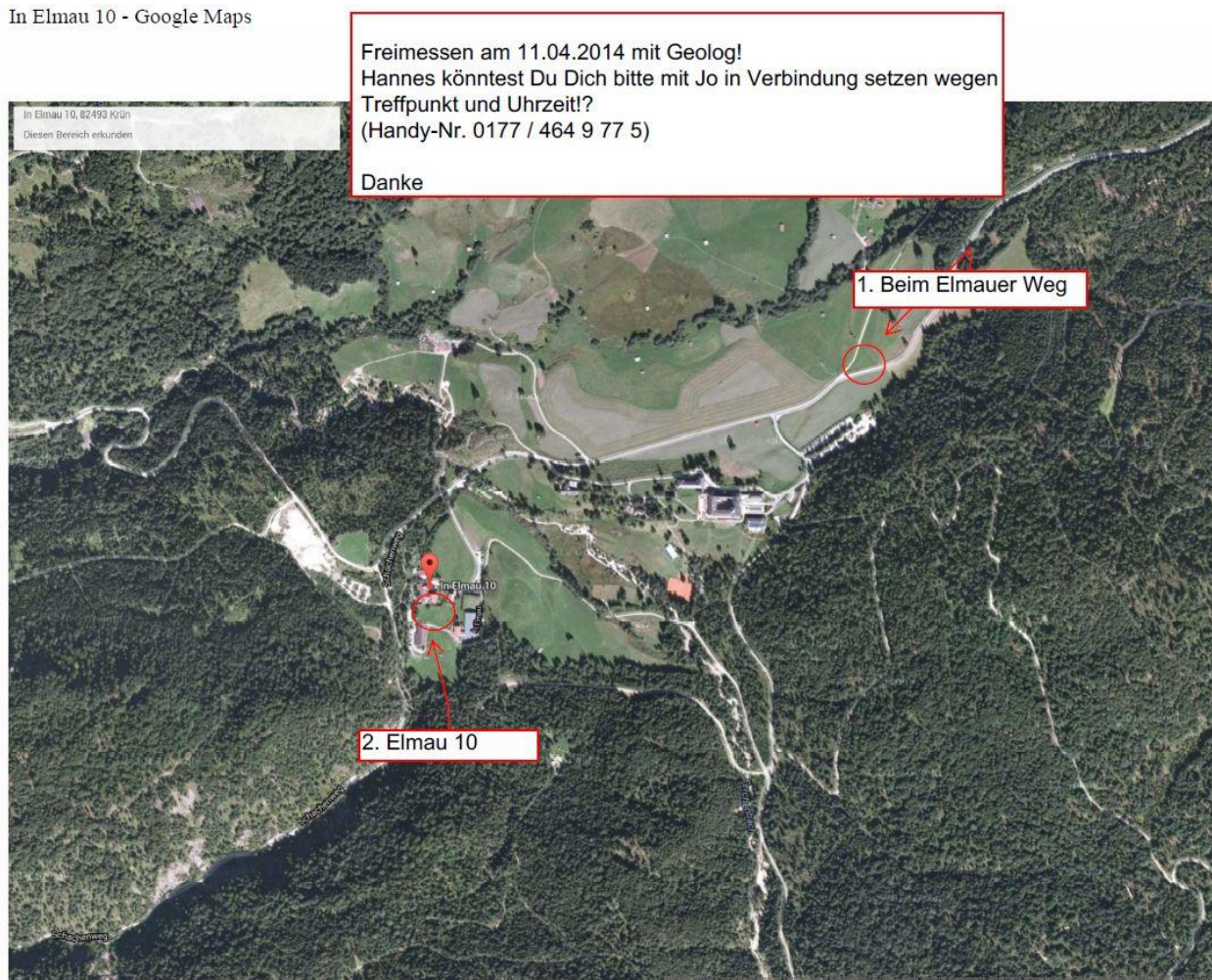
Mit freundlichen Grüßen,



Wolfgang Hepp

Anlage 1: Lageplan¹:

In Elmau 10 - Google Maps



¹ Lageplan google maps 2014

Anlage 2: Fotos



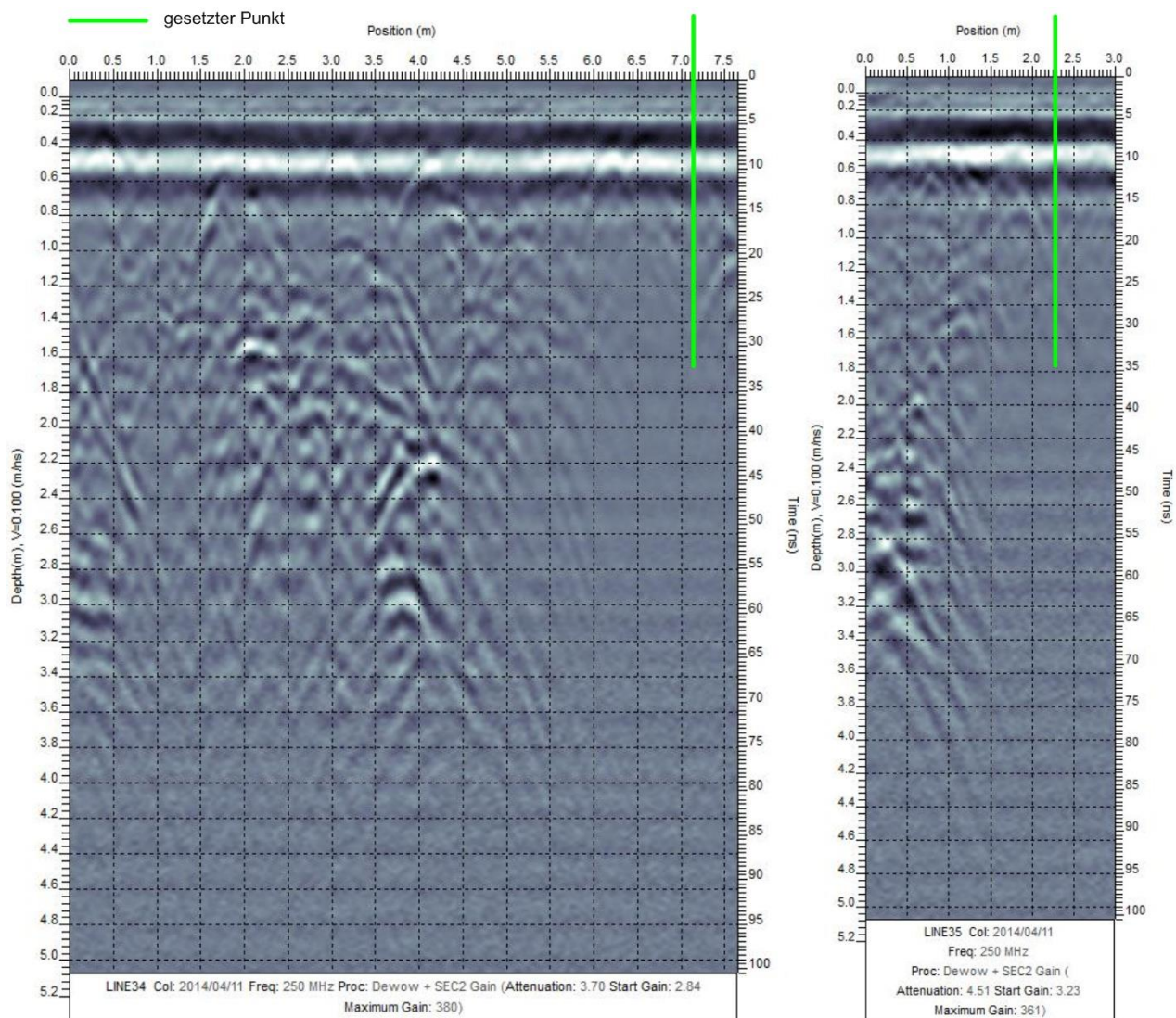






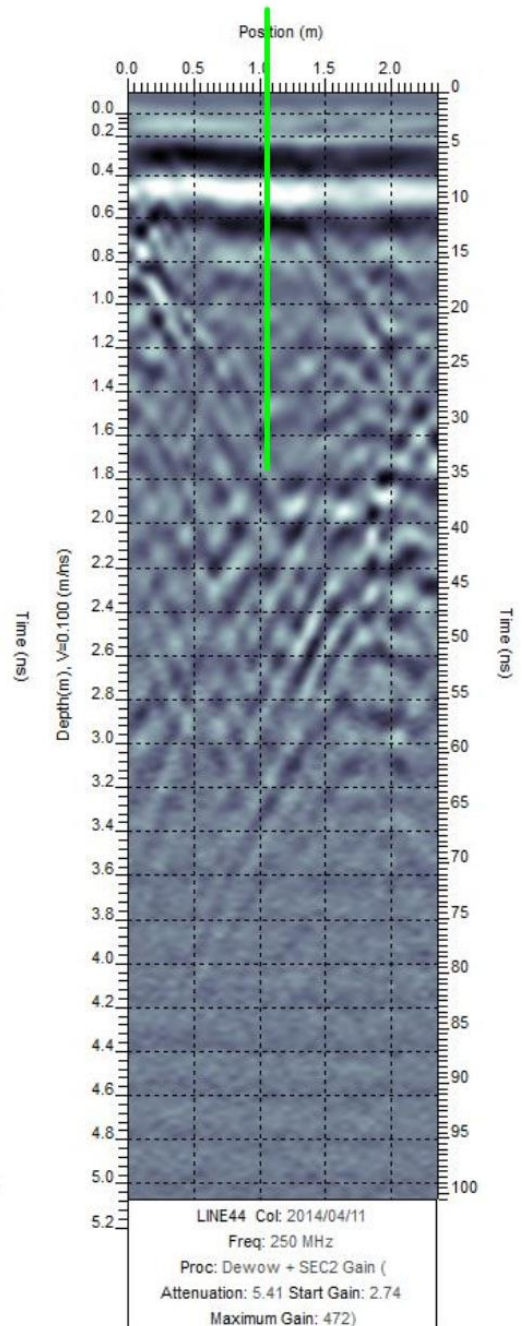
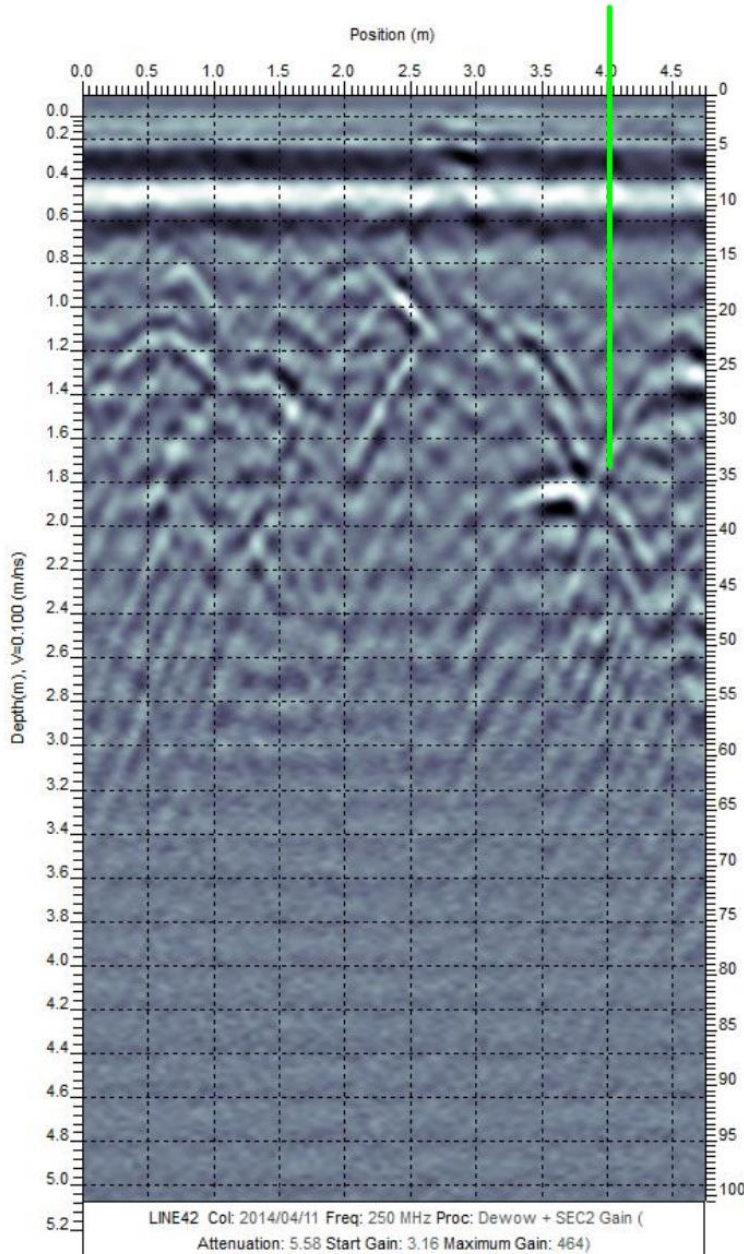
Anlage 3: Radargramme

Punkt BS4



Punkt BS7

— gesetzter Punkt



Punkt DHP4

— gesetzter Punkt

