

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	200965
Bauvorhaben:	Damm Hochwasserrückhaltebecken Einbergfeld Projekt P17 TB-1023 85570 Markt Schwaben
Auftraggeber:	Markt Markt Schwaben SG 3.2 Straßen-/Tiefbau Schlossplatz 2 88570 Markt Schwaben
Planungsbüro:	Regierungsbaumeister Schlegl GmbH & Co. KG Guntherstraße 29 80639 München
Untersuchungsziel:	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse, Homogenbereiche, Gründungsempfehlung, Schüttgut Anforderungen
Umfang:	28 Seiten, 3 Tabellen und 18 Anlagen
Datum:	31.12.2020
Ausführung:	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg
Bearbeiter/in:	J. Selmayr, Umweltingenieur B. Sc.
Projektleiter:	N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang	4
2	Untergrundverhältnisse	6
2.1	Geologie	6
2.2	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens	7
2.2.1	Bereich West	7
2.2.2	Bereich Ost	9
2.3	Grund- und Schichtwasser	10
2.4	Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu	12
2.5	Bodenkennwerte	15
3	Gründungsempfehlungen	15
3.1	Baugrund- und Gründungssituation	15
3.2	Gründung allgemein	16
3.3	Durchlassbauwerk	16
3.4	Damm	18
3.4.1	Dammaufstandsfläche	19
3.4.2	Schüttung und Schüttmaterial	20
3.4.3	Überlauf, Tosbecken etc.	21
4	Standsicherheitsberechnungen	21
5	Weitere bautechnischen Hinweise	25
6	Zusammenfassung	26

Unterlagen

- /U1/ Planung Dammbauwerk: Lageplan, Detaillagepläne und Schnitte; IB Schlegl, digitales Modell; unterschiedliche Layouts; Stand: 22.09.2020
- /U2/ Geotechnischer Bericht: Hochwasserschutz Markt Schwaben; IMH Ingenieurgesellschaft vom 12.12.2016

Anlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000
- 2.1 Geotechnisches Baugrundprofil 1: A-A' HM 1:100, LM unmaßstäblich
- 2.2 Geotechnisches Baugrundprofil 2: B-B' HM 1:100, LM unmaßstäblich
- 3.1-9 Bohrprofile der Kernbohrungen B 10-18, M 1:100
- 3.10-12 Bohrprofile der Kleinbohrungen BS 1-3, M 1:100
- 3.13-14 Bohrprofile der Grundwassermessstellen GWM 1-2, M 1:100
- 4.1-5 Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen DPH 10-14, M 1:100
- 5.1-9 Siebanalysen nach DIN 18123
- 6.1-17 Konsistenzgrenzen nach DIN 18122
- 7 Bestimmung Wassergehalt nach DIN 18121
- 8.1-5 Bestimmung Glühverlust nach DIN 18128
- 9.1-6 Bestimmung der Feuchtdichte nach DIN 18125-1
- 10.1-5 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130-1
- 11.1-2 Proctorversuch nach DIN 18127
- 12 Scherversuch nach DIN 18137
- 13.1-4 Ödometerversuche nach DIN 18135
- 14.1-2 Probenahmeprotokoll Wasserproben
- 15 Chem.-analyt. Untersuchungen der Wasserproben
- 16.1-5 Standsicherheitsberechnungen
- 17 Setzungsberechnung
- 18.1-21 Fotodokumentation

1 Vorgang

Unser Büro wurde vom Markt Markt Schwaben über das Ingenieurbüro Schlegl beauftragt, für den Bau eines Damms mit Durchlassbauwerk und Überlauf in 88570 Markt Schwaben – Einbergfeld eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Die Lage des geplanten Bauvorhabens ist auf dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 dargestellt.

- Aktuelles Gelände und Planung Dammbauwerk

Die Geländeoberfläche des Baugrundstücks fällt von beiden Seiten in Richtung Hennigbach mit einem Gefälle von ca. 4 % im Osten und 8 % im Westen ab. Das Areal wird derzeit noch landwirtschaftlich genutzt. Der Hennigbach verläuft ca. von Süd nach Nord ungefähr in der Mitte des Untersuchungsgebiets. Die Fließrichtung des Hennigbachs ist Norden. Entsprechend der Planung soll der Bach auf einer Länge von 110 m um ca. 30 m nach Westen verlegt werden.

Der geplante Damm selbst erstreckt sich von West nach Ost auf einer Länge von ca. 210 m. Er ist als 2-Zonen-Damm geplant mit einem dichtenden Stützkörper und einem landseitig angeordneten durchlässigeren Dränkörper, um das Sickerwasser gezielt ableiten zu können. Die Dammkrone zeigt eine maximale Höhe von ca. 6 m mit Bezug zur derzeitigen Geländeoberkante. Die Oberkante der ca. 40 m breiten überströmbaren Hochwasserentlastungsanlage liegt 1,4 m tiefer als die Dammoberkante. Die Hochwasserentlastungsanlage, die luftseitige Böschung und das Tosbecken sollen mit Wasserbausteinen ausgebaut werden, um der Erosion entgegenzuwirken. Der Bach wird in ein ca. 5 m breites Durchlassbauwerk verlegt. Die Überflutungsfläche soll sich bei einem Bemessungshochwasserstand BHQ_3 ($HQ_{100+15\%}$) stimmig um ca. 650 m nach Süden erstrecken. Das Hochwasserrückhaltebecken Einbergfeld ist nach DIN 19700-12 ein mittleres Becken, das über ein Stauvolumen von 220.000 m³ verfügt.

Die Lage des Damms, des Bachs und der Sondierpunkte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Aus den uns vorliegenden Unterlagen /U1/ gehen folgende Höhenkoten hervor:

• Dammkrone	= ± 0,0 m	= 511,5 mNN
• OK HW Entlastungsanlage	= - 1,4 m	= 510,1 mNN
• Wasserstand Hennigbach (07.12.2020)	= - 5,8 m	= 505,7 mNN
• OK Tosbecken	= - 7,0 m	= 504,5 mNN
• UK Durchlassbauwerk	= - 7,7 m	= 503,8 mNN

- Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden zwischen dem 16.11.2020 und dem 23.11.2020 an den im Lageplan der Anlage 1.2 bezeichneten Stellen insgesamt

- 11 Kernbohrungen (KB 10-18 und GWM 1-2) zwischen 6,0 und 17,0 m,
- 3 Kleinbohrungen (BS 1-3) zwischen 7,4 – 10,0 m unter OK Gelände sowie
- 5 schwere Rammsondierungen (DPH 10-14) zwischen 7,3 und 14,3 m unter OK Gelände abgeteuff.

Gebohrt wurde mit unterschiedlichen Durchmessern: KB: Kern-Ø 220 mm, GWM Kern-Ø: 300 mm, Kleinbohrungen Kern-Ø: 60-80 mm. Bei Kleinbohrungen und Kernbohrungen wird ein Bohrkern entsprechend der Schichtenfolge des Untergrundes gewonnen. Bei der Rammsondierung wird eine konische Rammspitze mit definierter Energie (50 kg bei einer Fallhöhe von 0,5 m) in den Untergrund gerammt. Gemessen werden die Schlagzahlwerte N_{10} entsprechend der Anzahl der Rammschläge je 10 cm Eindringtiefe, die in das Rammdiagramm eingetragen werden. Anhand der Schlagzahlwerte können Rückschlüsse auf die Lagerungsdichte des Bodens gezogen werden.

Alle Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe in mNN eingemessen. Die Koordinaten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen (System: Gauß-Krüger GK4):

Aufschlusspunkt	Rechtswert	Hochwert	Höhe [mNN]
BS 1	4489031,52	5338438,98	507,87
BS 2	4489043,24	5338428,48	508,79
BS 3	4489052,37	5338429,89	509,66
B 10	4488931,83	5338437,17	509,55
B 11	4488927,31	5338421,6	509,41
B 12	4488983,39	5338432,97	506,72
B 13	4488977,97	5338416,48	506,53
B 14	4488968,63	5338397,41	506,16
B 15	4489019,32	5338427,35	506,95
B 16	4489014,27	5338407,1	506,62
B 17	4489007,1	5338391,32	506,55
B18	4489049,56	5338396,77	509,69
GWM 1	4488975,88	5338393,06	506,10 (POK: 506,82)
GWM 2	4488994,28	5338435,14	506,28 (POK: 506,98)
DPH 10	4488932,16	5338439,27	509,57
DPH 11	4488978,63	5338418,59	506,43
DPH 12	4489014,15	5338411,22	506,34
DPH 13	4489045,68	5338428,84	509,02
DPH 14	4489051,02	5338397,05	509,82

Tab 1. Gauß-Krüger-Koordinaten der Ansatzpunkte

Die Aufschlusspunkte wurden vorab wegen möglicher nicht entdeckter Kampfmittel des 2. Weltkriegs (Nähe zur Bahnlinie) geophysikalisch freigegeben.

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022-1 (Anlage 3). Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sind im geotechnischen Baugrundprofil A-A' in Anlage 2 als Bodenprofile nach DIN 4023 mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie als Rammdiagramme nach EN ISO 22476-2 (Anlage 4) dargestellt.

Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 5 bis 13 des Gutachtens dokumentiert. Ferner wurden noch Grundwasserproben entnommen und auf Beton- und Stahlaggressivität untersucht (Anlage 14 und 15).

Zur Festlegung der Mindestanforderungen an Umfang und Qualität der geotechnischen Untersuchungen, Berechnungen und der Bauüberwachung wurde in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der baulichen Anlage im Zusammenhang mit dem Baugrunde die **geotechnische Kategorie GK 3** (hoher Schwierigkeitsgrad) gewählt.

2 Untergrundverhältnisse

2.1 Geologie

Vor 2,4 Millionen Jahren führten tiefgreifende Klimaveränderungen zu Kaltzeiten in denen wiederholt Gletscher aus dem Alpenvorland weit nach Norden in das Vorland vorstießen und weite Teile des Alpenvorlands mit Gletschereis bedeckten. In den mindestens sechs Vorlandvergletscherungen im Verlauf des Quartärs mit der (von alt zu jung) Bieber-, Donau-, Günz-, Mindel-, Riß- und Würmkaltzeit stieß hier der Innegletscher 45-70 km ins Vorland. Vor 18.000 Jahren war der letzte dieser Vorstöße. Der Gletscher hat verschiedenste Böden unter seiner Eislast von mehreren 100 Meter Mächtigkeit zerrieben und vor sich hergeschoben. Das Moränenmaterial besteht aus einem Gemenge von Schluff, Sand und Kies mit Steinen in dem auch Kies- oder Sandschichten vorkommen können. Im Untersuchungsgebiet können im Allgemeinen eiszeitliche Ablagerungen in Form von Kiessanden und bindigem Geschiebelehm vorliegen.

Im Untersuchungsgebiet sind neben würmeiszeitlichen Ablagerungen auch rißeiszeitliche Relikte zu finden. Überdeckt werden diese eiszeitlichen Schichten von Lößlehm und -sand. Der Löß ist ein äolisches Sediment, das als Staub von den weiten Gletscherflächen durch Wind verfrachtet wurde. In den Bohrungen wurde Löß nicht direkt angesprochen, aber man kann aufgrund der mächtigen Oberbodenauflage erahnen, dass der Löß hier schon verwittert ist.

Die Basis der quartären Ablagerungen bilden die tertiären Schichten der Vorlandmolasse. Es handelt sich um obermiozäne Wechsellagerungen von fein- und grobkörnigen Serien der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Die OSM wurde in einer - während der alpidischen Gebirgsbildung entstandenen - Vorlandtiefe als jüngste Serie limnisch und fluviatil abgelagert. Die tertiären Schichten wurden hier nicht erbohrt.

2.2 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens

Die festgestellten Bodenverhältnisse sind in den geotechnischen Baugrundprofilen A-A' und B-B' in der Anlage 2 dargestellt. Dort sind

- die Bodenprofile der Bohrungen mit Angabe der Bodenklassen nach DIN 18300 und der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie
- die Rammdiagramme der schweren Rammsondierungen mit der erforderlichen Anzahl an Rammschlägen je 10 cm Eindringtiefe dargestellt.

Die Schnittführung ist auf dem Lageplan der Anlage 1.2 eingetragen. Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert.

2.2.1 Bereich West

- Bodenprofil West (geotechnisches Profil 1: Anlage 2.1):

An allen Bohrungen wurde 0,4 – 1,4 m mächtiger schluffiger Oberboden (im geotechnischen Profil der Anlage 2.1: **Oberboden = braun**) aufgefahren. Dieser wird an allen Bohrungen außer GWM 1 und B 14 bis in eine Tiefe von 0,7 – 2,1 m von einem Verwitterungslehm unterlagert, der entweder als Ton (**violett**) oder Schluff (**oliv**) ausgeprägt ist, stellenweise schwach kiesige Anteile aufweist und schwach organische bis stark organische Anteile (**braune Schraffur**) enthält. Aus den Glühverlustbestimmungen (Anlage 8) geht ein V_{GI} von 3,2 – 6,1 Gew.-% hervor. Der Wassergehalt liegt bei 22,3 - 35,2 % (Anlage 7). Der Wasserdurchlässigkeitswert liegt bei ca. $k_f = 8,1 \times 10^{-8}$ m/s. Diese Schichten können entsprechend der Konsistenzgrenzenbestimmungen der Anlage 6 den Bodengruppen OU und OT zugeordnet werden.

An GWM 2 wurde im Verwitterungslehm in einer Tiefenlage von 1,5 - 2,2 m Torf (**dunkelbraun**) aufgeschlossen. Diese Schicht kann entsprechend der Bodenansprache der Bodengruppe HN (nicht zersetzter Torf) zugeordnet werden.

An den Bohrungen B 10, B 11, B 14 und GWM 1 wurde unterhalb von 0,6 – 1,2 bis 3,8 – 7,9 m schluffiger, stellenweise sehr schwach schluffiger, im Übergang zum unterlagernden Geschiebelehm teilweise stark schluffiger, sandiger Fein- bis Grobkies (**gelb**) aufgeschlossen, der den Siebanalysen zufolge (Anlage 5) einen Feinkornanteil von 3,7 – 7,5 Gew.-% aufweist. Lokal können wie an B 11 in 3,5 - 4,1 m Sandlinsen (**orange**) eingeschaltet sein. Der Feinkornanteil beträgt 5,9 Gew.-%. Die k_f -Werte liegen nach den Siebanalysen im Bereich von $7,3 \times 10^{-3}$ m/s bis $1,9 \times 10^{-4}$ m/s. Aufgrund des Reduzierungsfaktors bei Siebungen von 0,2 kann ein Rechenwert von $8,4 \times 10^{-4}$ m/s angesetzt werden. Der Wassergehalt liegt bei 7,8 %. Diese Schichten können entsprechend der Siebanalysen der Anlage 5 den Bodengruppen GW, GI und GU zugeordnet werden.

An B 12 folgt unterhalb des Verwitterungslehms von 2,1 – 3,0 ein sandiger Schluff bzw. ein Sand-Schluff-Gemisch.

Die Kies- und Sandschichten wechseln mit dem Geschiebelehm in unregelmäßiger Form lateral und vertikal ab. Es ist bei den eiszeitlichen Ablagerungen also keine gleichmäßige Schichtenfolge zu erwarten. Dies ist im geotechnischen Schnitt der Anlage 2.1 gut ersichtlich.

Das Liegende bildet in allen Bohrungen außer BS 13 und B 10 bis zur Endteufe in 10,0 - 15,0 m sandiger, schwach kiesiger bis stark kiesiger, schluffiger Ton oder sandiger, schwach kiesiger bis stark kiesiger, toniger Schluff. Zur besseren Übersicht ist der **tragfähige mindestens halbsteife Geschiebelehm oliv, violett schraffiert** dargestellt; der oberhalb liegende Geschiebelehm mit geringerer Festigkeit ist entweder oliv (steif) oder gar nicht schraffiert (weich oder breiig). Lokal können wie an B 12 oder B 14 Steine (B 12: 7,6 - 7,7 m / B 14: 6,8 - 7,0 m) oder Sandlinsen (8,3 - 8,5 m) oder wie an B 14 (4,3 - 5,0) und B 10 (14,3 - 15,0) durch Schicht- oder Grundwasser aufgeweichte Bereiche eingeschlossen sein. Der Wassergehalt liegt bei 9,6 - 23,7 % (Anlage 6).

Der Geschiebelehm kann entsprechend der Konsistenzgrenzenbestimmungen der Anlage 6 und den Siebanalysen der Anlage 5 den Bodengruppen UL, TL, SU*, ST und GU* zugeordnet werden.

Die Durchlässigkeit des Geschiebelehms schwankt entsprechend Ton-, Schluff- und Kiesanteil und Konsistenz und kann wie folgt angegeben werden (Anlage 10):

B 10 / 12,5 – 12,8 m	$k_f = 9,2 \times 10^{-9} \text{ m/s}$
B 14 / 5,5 – 6,0	$k_f = 2,5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
GWM 1 / 4,0 – 4,3 m	$k_f = 7,0 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

An BS 13 wurde ab einer Tiefe von 11,5 bis zur Endtiefe in 15,0 m sandiger, schwach schluffiger Fein- bis Grobkies aufgefahren. Der Feinkornanteil liegt hier bei 9,0 % und der k_f -Wert rechnerisch bei $3,9 \times 10^{-3} \text{ m/s}$. Die Bodengruppe nach DIN 18196 ist GU.

- Lagerungsdichte/Konsistenz West

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde N_{10} liegen im Oberboden und dem unterlagernden Verwitterungslehm (Teufenbereich 0,0 - 1,7) zwischen $N_{10} = 1 - 6$ und weisen auf weiche bis steife Konsistenz hin. Entsprechend den bodenmechanischen Laborversuchen nach DIN 18122 sind für die anstehenden Verwitterungslehme Konsistenzzahlen von $I_c = 0,783 - 0,957$ (steife Konsistenz) anzugeben.

An DPH 10 im Bereich von 0,7 - 7,1 m weist das Tiefenprofil das typische Kieszackenmuster auf, die Schlagzahlen schwanken im Bereich $N_{10} = 2 - 42$ und deuten auf lockere bis mitteldichte Lagerung hin. Der Ausschlag von 1,9 - 2,2 m ist vermutlich einen erhöhten Steinanteil zurückzuführen. Das sollte bei möglichen Rammarbeiten für eine Spundwand berücksichtigt werden.

Im Oberboden und dem organischen Ton oder Schluff bei der Rammsondierung DPH 11 liegen bis 2,4 m Tiefe die Schlagzahlen bei 2 - 4; das kann als weich und zur Tiefe hin steif interpretiert werden. Im unterlagernden Geschiebelehm steigen die Schlagzahlen von $N_{10} = 7$ bis > 40 an.

Die Konsistenz kann hier als halbfest und zur Tiefe hin fest bezeichnet werden. Die Konsistenzgrenzenversuche dokumentieren diese Feststellung. Die Konsistenzzahlen liegen im Bereich $I_c > 1$ (mindestens halbfeste Konsistenz), in tieferen Bereichen auch bei $I_c > 1,25$ (feste Konsistenz).

2.2.2 Bereich Ost

- Bodenprofil Ost

Im östlichen Bereich des Hennigbachs wurde an allen Bohrungen 0,3 – 2,0 m mächtiger schluffiger Oberboden (im geotechnischen Profil der Anlage 2.1: **Oberboden = braun**) aufgefahren. Teilweise ist der Oberboden umgelagert worden, wofür Ziegelreste sprechen (**braun, schwarz schraffiert**). Landwirtschaftliche Betriebe haben für Wege gerne Ziegelreste verwendet, die dann bei Pflügen verteilt wurden, wie in den Kleinbohrungen BS 1 – 3. Darunter wird der Oberboden bei den Bohrungen B 16, B 17 und den Kleinbohrungen BS 1 – 2 von einem organischen teilweise kiesigen bis stark kiesigen, teilweise sandigen, schwach tonigen bis tonigen, an B 16 teilweise torfig ausgeprägten Schluff (**grün, braun schraffiert**) bzw. stark schluffigen Ton (violet, braun schraffiert) bei der Bohrung B 15 bis in eine Tiefe von 0,4 - 4,1 m unterlagert (Verwitterungslehm). Die Durchlässigkeit des tonigen Verwitterungslehms kann entsprechend Anlage 10.3: Durchlässigkeitsversuche mit $3,1 \times 10^{-9}$ m/s (B 15 / 3,0 - 3,5) angegeben werden.

Lokal können Torflinsen (B 17 / 0,9- 1,1 - **dunkelbraun**), Kieslinsen (B 15 / 2,0 – 2,4 m - **gelb**) oder wie an B 16 vermutlich untergepflügte Oberbodenlinsen (1,4 – 1,7 m), vorhanden sein. Unterhalb des Verwitterungshorizontes bzw. an B 18 direkt unterhalb des Oberbodens folgt der bereits auf der Westseite angetroffene Geschiebelehm (**grün**), der hier ebenfalls als Schluff-Ton-Gemisch ausgeprägt ist und bis zur Endteufe bei 7,4 – 10,0 m bzw. an B 18 und B 16 bis OK Kies (**gelb**) in 15,2 m bis 12,8 m u. GOK angetroffen wurde. Es liegt ein steifkonsistenter und halbfester Geschiebelehm (**grün, violett schraffiert**) vor. Der Kies wurde an B 16 bis 14,0 m (Endtiefe) und an B 18 bis 17,0 m (Endtiefe) erbohrt.

Die Kleinbohrungen BS 1 und BS 3 mussten in Tiefen von 7,4 bzw. 7,6 m abgebrochen werden, da auf Grund des hohen Bohrwiderstands kein Weiterkommen mehr möglich war (hohe Konsistenz oder großer Stein). Stellenweise, wie an BS 2 (7,1 - 8,8 m), B 17 (3,5 - 4,5) und B 18 (9,0 – 9,6 m) ist das Schluff-Ton-Gemisch auf Grund von Schichtwasser lokal aufgeweicht, die Wassergehalte entsprechend der Plastizitätszahl entsprechend hoch (Anlage 6.14).

An der Bohrung B 18 wurde in einer Tiefe von 5,0 m im tonigen Schluff eine Flügelsondierung (Flügel Ausführung: D x H = 50 x 100 mm) nach DIN 4094-4 durchgeführt: die Messung ergab einen Wert von 33 Nm. Demzufolge liegt die undrainierte Scherfestigkeit in diesem Bereich bei $c_u = 61,16$ kN/m².

Auch hier können – wie auf der Westseite - Kies- und Sandschichten mit dem Geschiebelehm in unregelmäßiger Form lateral und vertikal abwechseln.

- Lagerungsdichte/Konsistenz West

Die Rammwiderstände der schweren Rammsondierung liegen bis in 2,8 – 3,1 m Tiefe bei $N_{10} = 1 - 4$ und weisen damit auf weiche bis steife Konsistenz im Oberboden bzw. Verwitterungslehm hin. Der leichte Ausschlag an DPH 12 in 2,0 - 2,4 m Tiefe legt lokal erhöhten Kiesanteil nahe. Im Bereich von B 17 / 2,0 - 2,5 liegt entsprechend der Zustandsgrenzenbestimmung eine Konsistenzzahl von $I_c = 0,40$ (sehr weiche Konsistenz) vor. Sonst liegen die Konsistenzzahlen im Verwitterungslehm im steifen Bereich.

Im Geschiebelehm liegen die Schlagzahlen bis in eine Tiefe von 4,2 m (DPH 13) bei $N_{10} = 2 - 4$ und deuten auch hier auf steife Konsistenz hin. Ab dieser Tiefe und ab 3,1 m u. GOK an DPH 12 liegen die Schlagzahlen $N_{10} > 5$ und steigen mit zunehmender Tiefe auf bis zu 50 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe an. In einer Tiefe von 9,2 bzw. 14,3 m wurden die Rammsondierungen abgebrochen. Die Konsistenz in diesem Tiefenbereich kann als halbfest, mit zunehmender Tiefe als fest beurteilt werden.

An DPH 13 ist ab einer Tiefe von 6,8 m auf Grund des Anstiegs der Schlagzahlen auf $N_{10} > 28$ von einem erhöhten Kiesanteil auszugehen.

- Analytik nach LAGA

Anders als im LV gefordert wurde auf eine Probenahme nach LAGA und entsprechender Analytik verzichtet. Hintergrund ist, dass mit einer Probe, wie ausgeschrieben, ein so großes Areal nicht repräsentativ beprobt werden kann. Es sollte nur beprobt werden, was tatsächlich abgefahren werden muss und wir gehen davon aus, dass das meiste Material – ausgenommen Oberboden, Torf und stark organische Schichten - vor Ort verbleiben kann und mit entsprechender Behandlung (Kalken) wiederverwendet werden kann.

2.3 Grund- und Schichtwasser

Sämtliche Schichtwasserkoten sind in den Profilschnitten der Anlage 2 in hellblau dargestellt; die Grundwasserspiegel/Bachwasserspiegel in dunkelblau.

Bei den Bohrarbeiten vom 16.11.-23.11.2020 wurde im Geschiebelehm auf unterschiedlichen Niveaus teilweise gespanntes Schichtwasser erbohrt, das im Bohrloch über die Zeit angestiegen ist. Die Wasserstände korrespondieren allerdings nicht. Erfahrungsgemäß schwankt der Wasserandrang in diesen Schichten witterungsbedingt sehr stark.

An den geplanten Grundwassermessstellen **GWM 1 und GWM 2** am Hennigbach (Westseite) konnte zunächst kein Wasserandrang festgestellt werden; als die Bohrungen über Nacht beobachtet wurden, wurde der Wasserstand am nächsten Tag fast auf GOK gemessen. Bei der GWM 1 könnte das Wasser aus einer 5 cm dünnen Sandschicht in 4,7 m Tiefe stammen, das

sich dann entspannt und auf 0,2 m unter GOK anstieg. Bei der GWM 2 dürfte das Wasser aus einer weichen bis breiigen Schicht in 3 m Tiefe stammen und stieg ebenfalls auf 0,2 m unter GOK an.

Beide Bohrungen wurden daraufhin zu Grundwassermessstellen ausgebaut und mit Datenloggern (Typ: Aquatos Web) ausgestattet. Die Daten sind unter folgendem Link online einsehbar. Die Wasserstände werden stündlich gemessen.

http://www.sensormanager.net/ghb_front/
Benutzername: MARKT_SCHWABEN
Passwort: 2020-EINBERG

Im Bereich von **B 10 und B11** ist oberflächennahes Grundwasser in 2,6 m Tiefe unter GOK erbohrt worden. Die Wasserspiegel korrespondieren auf einer Höhe von 506,8 – 506,9 mNN.

Unter dem Geschiebelehm wurde an **B 13, B 16 und B 18** einer Tiefenlage von 493,8 - 495,0 mNN (ca. 11,5 – 15,2 m u. GOK) Grundwasser erbohrt. Es liegt hier gespannt vor. Der freie Wasserspiegel wurde am 19.11.2020 bis 23.11.2020 auf einer Höhe von 503,9 – 504,8 mNN gemessen. Der Anstieg des Grundwassers beträgt 8,9 m (B 13), 10,6 m (B16) und 10,3 m (B18).

Dieser Druckwasserspiegel kann dadurch erklärt werden, dass der Grundwasserleiter (Kies) hier durch eine undurchlässige Schicht überlagert wird. Der nach oben zu geneigte Grundwasserleiter wird in größerer Entfernung durch Niederschlagswassers gespeist und entspannt sich beim Anbohren bis auf das Niveau der Einspeisung. Hier steigt das Gelände westlich des Hennigbachs in Richtung Unterspann um ca. 20 m an und östlich bis zum Wiegenberg (Anzinger Straße) um ca. 40 m.

- Zusammenhang mit dem Wasserspiegel des Hennigbach

Wie aus den Onlinedaten ersichtlich ist, schwanken die Wasserstände in den beiden Grundwassermessstellen ungefähr parallel, sie sind also Teil des gleichen Systems. Der Wasserspiegel des Bachs lag am 07.12.2020 auf Höhe beider Grundwassermessstellen bei 505,7 mNN. GWM 1 zeigt einen Wasserstand von 505,84 mNN und GWM 2 einen Wasserstand von 505,63 mNN.

- Wassersensibler Bereich

Entsprechend dem online Dienst Bayernatlas liegt das Gebiet in einem wassersensiblen Bereich. Diese kennzeichnen hier über die Ufer tretende Bäche.

- Bautechnische Folgerung

Schichtwasser: Durch das oberflächennah anstehende Schichtwasser können in der Bauphase Probleme entstehen, wenn es zu anhaltendem Wasserandrang kommt. Wir empfehlen Drainagen zu ziehen und Richtung Hennigbach zu entwässern. Die Lage der Drainagen sind bei Baufortschritt festzulegen.

Oberflächennahes Grundwasser: Im westlichen Bereich sollte auf Grund der hohen Durchlässigkeit der Kiese abgedichtet werden, um eine Unterströmung des Damms zu vermeiden (Kap. 3.4). Hier käme eine MIP-Wand oder die vermutlich kostengünstigere Spundwand in Frage.

Im Hinblick auf das **gespannte Grundwasser** (B 13, B 16 und B 18) sollte darauf geachtet werden, dass beim Bau des Damms nicht zu tief abgegraben wird, um sich keiner Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs auszusetzen (Kap. 3.3).

- Grundwasseranalytik

In den Grundwassermessstellen sollten nach dem Klarpumpen Grundwasserproben entnommen werden. Auf Grund des geringen Wasserandrangs konnte ein Klarpumpen nicht durchgeführt werden. Stattdessen wurden am 24.11.2020 Schöpfproben entnommen und in das DIN ISO 17025 akkreditierte Labor Wessling GmbH, Neuried, verbracht. Dort wurde gemäß DIN 4030 die Analytik auf Beton- und Stahlaggressivität durchgeführt (s. Anlage 14. Die Probenahmeprotokolle finden Sie in Anlage 14, die chemischen Analysen in Anlage 15, die Auswertung in Anlage 16).

Beide Grundwasserproben sind als **nicht betonaggressiv** und die **Stahlaggressivität als sehr gering** einzustufen. D.h. es kann mit im Boden verbleibenden Spundwänden gearbeitet werden.

2.4 Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300 alt und neu

Im Jahr 2015 wurde die Umstellung der DIN 18300 beschlossen. In der neuen DIN 18300:2015-08, werden die Böden nach Homogenbereichen eingeteilt. Hierbei werden die „alten“ Charakteristika wie Lösen, Laden und Fördern mit den „neuen“ Charakteristika des Behandeln, Einbaus und Verdichtens vereint. In Tabelle 2 werden die Homogenbereiche dargestellt.

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300 (alt)	Homogenbereiche für Erdarbeiten nach DIN 18300:2015-08 (neu)
Oberboden , (lokal umgelagert – Ziegelreste)	Oberboden Boden, Klasse 1	O
Verwitterungslehm: Schluff und Ton , sandig, sehr schw. kiesig bis kiesig, org. Beimengungen, lokal Torflagen, weich bis steif (lokal breiig)	Fließende bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 2 und 4	B 1
Kies und Sand , schwach schluffig bis stark schluffig, locker bis dicht	Leicht bis mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 3 - 4	B 2
Geschiebelehm : Ton und Schluff, sandig, kiesig, steinig, weich	Mittelschwer lösbarer Boden, Klasse 4	B 3
Geschiebelehm : Ton und Schluff, sandig, kiesig, steinig, steif bis halbfest (zur Tiefe hin fest)	Mittelschwer lösbarer Boden, leicht lösbarer Fels, Klasse 4 - 6	

Tab 2. Bodenklassen nach DIN 18300, Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Homogenbereich O: Oberboden (teils umgelagert), der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, ist in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Der Oberboden stellt aufgrund der organischen Bestandteile eine Herausforderung bei der Entsorgung dar und sollte auf der Baustelle verbleiben und bei der Landschaftsgestaltung wiederverwendet werden. Falls dieser nicht wiederverwendet werden kann, müsste er – je nach Erdbauunternehmen und Deponiebetreiber - beprobt und deklariert werden. Wir empfehlen, den Oberboden als Haufwerk aufzuhalden und nach einer entsprechenden Analytik einer geordneten Verwertung zuzuführen.

In Ausschreibungen zu Erdarbeiten sollte auf der sicheren Seite liegend neben den Zuordnungsklassen Z 0 auch die Zuordnungsklassen Z 1.1, Z 1.2 sowie Z 2 nach LVGBT (Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen) berücksichtigt werden. Ferner sollte auch der TOC (gesamter organischer Kohlenstoff – englisch: **total organic carbon**) und DOC (gelöster organisch gebundener Kohlenstoff – englisch: **dissolved organic carbon**) berücksichtigt werden.

Homogenbereich B 1: der Verwitterungslehm kann als Ton oder Schluff mit organischen Beimengungen (auch Torflagen) vorliegen. Die Konsistenzen liegen im weichen bis steifen (lokal breiigen) Bereich. Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 2 und 4 als fließender und mittelschwer lösbarer Boden zu beurteilen. Diese alte DIN 18300 wird zwar nicht mehr verwendet, ist aber bei vielen Erdbauunternehmer immer noch eine Beurteilungskomponente.

Für bautechnische Zwecke ist dieser Verwitterungslehm nur geeignet, wenn er mit Kalk oder Zement stabilisiert wird. Das Mischungsverhältnis richtet sich nach dem prozentualen Anteil der rolligen Böden (Sand und Kies). Die prozentuale Beigabe richtet sich nach der Differenz von optimalen zu natürlichen Wassergehalt. Hierzu wurden Proctorversuche gefahren (Anlage 11).

Man sollte hier mit 3 % Binderzugabe rechnen. Bei lokal sehr weichen bis breiigen Böden muss mehrmals stabilisiert werden (bis zu 10 %) oder ausgetauscht werden. Lokal können Torflagen vorhanden sein, die für bautechnische Zwecke nicht geeignet sind und abgefahren werden müssen. Wir empfehlen eine möglichst saubere Trennung, da stark organische Böden wie Torf teuer und aufwendig bei der Entsorgung sind. Der Torf sollte als Haufwerke aufgehaldet werden und nach Düngemittelverordnung untersucht werden. Dann besteht die Chance, dass der Torf kostengünstig als Dünger weiterverarbeitet werden kann. Man sollte den Torf aber auch nach LVGBT mit TOC und DOC untersuchen, falls sich kein Abnehmer findet. Die Rammbarkeit ist beim Verwitterungslehm als gut zu bezeichnen.

Die Steifzahl E_s (ein Maß für die Zusammendrückbarkeit) wurde bei den Ödometerversuchen (Anlage 13.1 und 13.3) mit 4,0 – 4,7 MN/m² ermittelt. Die Durchlässigkeit des tonigen Verwitterungslehms kann entsprechend Anlage 10.2 mit $8,1 \times 10^{-8}$ m/s (B 13 / 1,5 – 1,8 m) angegeben werden.

Homogenbereich B 2: Der quartäre Kies und Sand liegen meist entsprechend ihrer Genese in gebänderter Lagerung vor, wobei sich die Kornzusammensetzung horizontal abwechseln kann. Die Kies- und Sandschichten können mit dem Geschiebelehm in unregelmäßiger Form lateral und vertikal verzahnt sein. Die Lösbarkeit ist entsprechend Bodenklasse 3 bis 4 als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden zu beurteilen. Insgesamt sind die angetroffenen Kiessande zum Wiedereinbau aus geotechnischer Sicht geeignet, wenn der Feinkornanteil bei ca. < 5 Gew.-% liegt. Im frostgefährdeten Bereich sollte jedoch Liefermaterial eingesetzt werden. Die Rammbarkeit ist beim Kies und Sand als gut zu bezeichnen. Lokal wurde das Rammkriterium von 30 Schlägen überschritten (DPH 10 bei 2 m Tiefe). Das Vorbohren sollte optional im LV aufgenommen werden.

Die k_f -Werte liegen nach den Siebanalysen im Bereich von $7,3 \times 10^{-3}$ bis $1,9 \times 10^{-4}$ m/s. Aufgrund des Reduzierungsfaktors bei Siebungen von 0,2 kann ein Rechenwert von $8,4 \times 10^{-4}$ m/s angesetzt werden. Entsprechend den Siebanalysen kann der Kies einen Feinkornanteil von 3,7 – 9,0 Gew.-% aufweisen.

Homogenbereich B 3: Der Geschiebelehm liegt als kiesiges, sandiges Ton-Schluff-Gemisch vor. Auch Steine und Blockwerk (Findlinge) können vorkommen. Die Konsistenz ist entsprechend den Feld- und Laborversuchen als weich bis fest zu beurteilen. Eine Verwendung als Baustoff ist bei weicher bis steifer Konsistenz durch Bodenstabilisierung möglich.

Die Steifzahl wurde beim mind. halbfesten Geschiebelehm bei den Ödometerversuchen (Anlage 13.2 und 13.4) mit 30 - 55 MN/m² ermittelt.

Die Rammbarkeit ist beim Geschiebelehm als gut zu bezeichnen. Je tiefer, desto fester werden die Schichten. Das Vorbohren sollte im LV nicht mit aufgenommen werden, da sonst Wegigkeiten zu den gespannten Kiesschichten geschaffen werden.

2.5 Bodenkennwerte

Im gründungsrelevanten Teufenbereich können die mittleren Bodenkennwerte abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Verwitterungslehm: Schluff und Ton, sandig, sehr schw. kiesig bis kiesig, org. Beimengungen, lokal Torflagen, weich bis steif (lokal breiig)	Kies und Sand, schwach schluffig bis stark schluffig, locker bis dicht	Geschiebelehm: Ton und Schluff, sandig, kiesig, steinig, steif bis halbfest (zur Tiefe hin fest)
Wichte kN/m ³	18	21	20
Wichte unter Auftrieb kN/m ³	8	11	10
Reibungswinkel Grad	22,5	35	27,5
Kohäsion c' kN/m ²	4	0	10
Undrain. Kohäsion c _u kN/m ²	20	-	> 50
Wassergehalt w _n in %	20-35	3-10	10-25
Konsistenzzahl I _c (-)	> 0,5	-	> 0,75
Plastizitätszahl I _p (-)	5-25	-	5-25
Organische Anteile in %	3-10	0	0
Steifezahl Es (Erstb.) MN/m ²	4	40	20
Bodengruppe	OU, OT, UL, UM, TL	GW, GU, GU*, GI, SU	UL, TL, ST, GU*, SU*
Homogenbereich	B 1	B 2	B 3
Frostempfindlichkeit	F3	F1-F3	F3

Tab 3. Bodenkennwerte

3 Gründungsempfehlungen

3.1 Baugrund- und Gründungssituation

- Der Oberboden muss abgeschoben werden. Der Verwitterungslehm sollte stabilisiert werden. Torflagen müssen entfernt werden. Hierzu sollten im Bereich der Bohrungen B 16 und B 17 im Zuge der Baumaßnahme noch Baggerschürfe durchgeführt, um die lokale Verteilung von Torf und eingeschalteten Oberboden zu erfahren.
- Die eiszeitlichen Bildungen (Geschiebelehm verzahnt mit Kies und Sand) sind gut tragfähige Böden.
- Bei den Bohrarbeiten wurde im Geschiebelehm in unterschiedlichen Niveaus teilweise gespanntes Schichtwasser erbohrt, das im Bohrloch angestiegen ist. Die Wasserstände korrespondieren allerdings nicht. Erfahrungsgemäß schwankt der Wasserandrang in diesen

Schichten witterungsbedingt sehr stark. Wir empfehlen Drainagen zu ziehen und Richtung Hennigbach zu entwässern. Die Lage der Drainagen sind bei Baufortschritt festzulegen. Im westlichen Bereich sollten der Kiese auf Grund der hohen Durchlässigkeit abgedichtet werden, um eine Unterströmung des Damms zu vermeiden. Im Hinblick auf das gespannte Grundwasser (B 13, B 16 und B 18) sollte darauf geachtet werden, dass beim Bau des Damms nicht zu tief abgegraben oder vorgebohrt wird (hydraulischer Grundbruch).

Die Grundwasserproben sind als nicht betonaggressiv und die Stahlaggressivität als sehr gering einzustufen.

- Die Bauabfolge ist wie folgt geplant: Durchlassbauwerk, Umleiten des Hennigbachs, Dammbauwerk.

3.2 Gründung allgemein

Nach DIN EN 1990:2010-12 und DIN 1054: 2010-12 sind bei der Planung von Gründungsmaßnahmen Bemessungssituationen (BS-P, BS-T, BS-A und BS-E) wichtig und sollten klassifiziert werden. Hier haben wir es mit ständigen Situationen **BS-P** (Persistent Situations) und vorübergehenden Situationen **BS-T** (Transient Situations) zu tun, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände beziehen, wie Bauzustände bei der Herstellung des Bauwerks und der Baugrubenkonstruktionen sowie außergewöhnliche Situationen **BS-A** durch den Einstau im Hochwasserfall. Nach Eurocode EC 7 (Tab. A 2.1, 2.2 und 2.3) wird je nach Bemessungssituation bei Teilsicherheitswerten für Einwirkungen und Beanspruchungen bei Nachweisen differenziert.

Gemäß DIN 1998-1/NA:2011-01 liegt das Projektgebiet in **keiner Erdbebenzone**.

3.3 Durchlassbauwerk

Das Durchlassbauwerk kommt im Bereich der Untersuchungspunkte B 12, DHP 11, B 13, B 14 und GWM 1 zu liegen.

- Spätere Dammkrone = ± 0,0 m = 511,5 mNN
- Derzeitige Geländeoberkante = - 4,8 m bis -5,4 m = 506,1 - 506,7 mNN
- UK Durchlassbauwerk = - 7,7 m = 503,8 mNN

Die Gründungssole des Durchlassbauwerks liegt im steifen bis halbfesten Schluff und stark schluffigen Kies. Lokal können noch weiche Schichten vorhanden sein (GWM 1).

- Baugrube und Planum

Die Baugrube wird 2 - 3 m tief. Anstatt einer Böschung wäre eine **Spundwand und Vorböschung** zu favorisieren. Dies ist zwar etwas kostenaufwendiger, aber sicherer, um eine Unterströmung zu unterbinden. Aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse sollte die statisch zu bemessende Spundwand mit Sicherheitszuschlag von 1,5 m nicht tiefer als Kote 501,1 mNN einbinden, um keine Wasserwegigkeit für das tiefer liegende gespannte Grundwasser zu schaffen. Die Spundwände müssten im Boden verbleiben. Beim Ziehvorgang, der meist mehr Energie benötigt, bleibt je nach Alter der Spundwände viel Material hängen und es werden Wegigkeiten geschaffen. Auch sollte hier nicht vorgebohrt werden.

Es sollte nur im halbfesten Geschiebelehm rückverankert werden. Die Kiesschicht in 11,5 m Tiefe sollte nicht angebohrt werden. Für die Verankerung können folgende Vorbemessungsgrößen angegeben werden (maßgeblich sind generell die mit Zugversuchen ermittelten Werte): im halbfesten Geschiebelehm kann die Grenzzuglast für Kraffteintragungslängen $l = 5 - 10$ m mit T_M , $Gr \approx 200$ kN/m² - bei Nachverpressung mit T_M , $Gr \approx 300$ kN/m² abgeschätzt werden.

Das Schichtwasser sollte mittels Drainagen und 3 Pumpensümpfen abgesenkt werden. Für eine grobe Abschätzung des Wasserandrangs kann ein Vorbemessungswert von 2 - 3 l/s angesetzt werden. Bei Starkniederschlägen sollte mit einer Pumpleitung von 10 l/s ausgegangen werden. Das Wiedereinleiten in den Hennigbach bedarf einer Reinigung des Wasser über einen ausreichend dimensionierten Schlamm- und Sandfang (2 m Höhe, 24 m³ Volumen und Tauchwände). Für das Abpumpen und Wiedereinleiten von Grundwasser ist eine **wasserrechtliche Genehmigung** gemäß Art 70 BayWG beim LRA Ebersberg einzuholen.

Die Drainagen müssen nach der Gewährleistung der Auftriebssicherheit **unbedingt mit Dämmverpresst** werden. Diese Arbeiten sollten ingenieurgeologisch überwacht werden.

Die Sohle sollte 2-lagig ($a' 40$ cm) mit Kalk-Zement stabilisiert werden (3 % Zugabe / Mischungsverhältnis Kalk : Zement 70 : 30). Das heißt, dass 0,4 m abgeschoben werden müssen, die Sohle stabilisiert werden und nach Aufbringen der abgezogenen Lage diese auch stabilisiert werden muss. Stehen auf der Sohle lokal noch stark schluffiger Kiese an, wie bei der Bohrung B 14, sollten die verbleibenden 0,6 m in diesem Bereich ebenfalls noch stabilisiert werden. Hierzu kann das Material auch ausgebaut, seitlich stabilisiert werden und lagig wieder eingebracht werden. Auf einen Überstand von mind. 2 m ist zu achten. Das Material ist mit einer Schafffußwalze zu verdichten. Bei möglichen Niederschlägen und vor dem Wochenende sollte Glattwalze zu verdichtet werden, damit sich in den durch die Schafffußwalze entstehenden Abrücken kein Wasser sammeln kann und der Boden nicht aufweicht. Diese Arbeiten sollten ingenieurgeologisch überwacht werden.

Auf OK Bettungspolster ist eine ausreichende Verdichtung nachzuweisen: $D_{Pr} \geq 100\%$. (Nachweis z.B. mit dynamischen Plattendruckversuchen: $E_{vD} \geq 40$ MN/m²). Der Nachweis kann erst nach ca. 3 Tagen Abbindezeit durchgeführt werden.

- Gründung

Wenn die Arbeiten im Winter ausgeführt werden, sollte die freigelegte Aushubsohle nicht offen der kalten Witterung ausgesetzt werden, sondern eine Schutzschicht von mind. 0,7 m bis zum endgültigen Aushub belassen werden.

Mit der Bodenstabilisierung wird ein ausreichend tragfähiges Bettungspolster geschaffen. Je nach Ebenheit sollte noch eine Sauberkeitsschicht eingebracht werden. Für die Gründung der Bodenplatte können folgenden Bemessungswerte herangezogen werden:

Bettungsmodul	$k_s \sim 10 \text{ MN/m}^3$
Steifemodul	$E_s = 20 \text{ MN/m}^2$

Die mittleren flächigen Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands können unter der Bodenplatte mit $\sigma_{R,d} < 210 \text{ kN/m}^2$ und in den randlichen Spitzen mit $\sigma_{R,d} < 250 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

- Bemessungswasserstand

Der Bemessungswasserstand ist auf Kote des BHQ₃ + 30 cm Sicherheitszuschlag anzugeben. Bemessungswasserstand: 510,4 mNN.

- Setzungen

Die Setzungen des Durchlassbauwerks werden bei oben beschriebener Gründung mit 0,8 m verbessertem Planum im Bereich von $s = 1,0 - 1,5 \text{ cm}$ liegen. Ohne Bodenstabilisierung lägen sie im Bereich von 2,9 – 3,5 cm (siehe Anlage 17). Hier könnte beim Durchlassbauwerk die stabilisierte Schicht unter Gründungssohle nicht eingegeben werden, da die Koten (= Bohrprofile) das System bei dem Setzungsberechnungsprogramm umspannen.

3.4 Damm

Als grundlegende Vorgehensweise empfehlen wir, den Oberboden abzuziehen, die tiefer liegenden Verwitterungslehme zu kalkan, um die Festigkeit zu erhöhen und auf dieser Dammaufstandsfläche den Damm lagenweise zu schütten und zu verdichten. Im westlichen Bereich, wo keine Verwitterungslehme anstehen, sollte mit einer MIP-Wand oder mit einer Spundwand der Untergrund abgedichtet werden, um eine Unterströmung zu behindern und somit eine Suffosion zu vermeiden. Bei der Suffosion werden feinkörnige Bestandteile eines Boden ausgespült, während das grobkörnige Korngerüst erhalten bleibt.

Die Dammkrone zeigt eine maximale Höhe ca. 6 m mit Bezug zur derzeitigen Geländeoberkante im Bereich des Hennigbachs.

- | | | |
|--------------------------|-----------|-------------|
| • Dammkrone | = ± 0,0 m | = 511,5 mNN |
| • Wasserstand Hennigbach | = - 5,8 m | = 505,7 mNN |

3.4.1 Dammaufstandsfläche

Eine gut ausgeführte Dammaufstandsfläche ist elementar für den anschließenden Bau und die Sicherheit des Damms. Man kann eine Dreiteilung der Dammaufstandsfläche vornehmen:

- Im **Westen** bei den Aufschlüssen B 10 und B 11 scheint eine Kiesrinne vorzuliegen. Bei den Aufschlüssen von IHM /U2/ wurden bei den Richtung Hennigbach nächstliegenden Aufschlüssen BS 2 und DPH 2 kiesige Sande mit wechselndem Schluffanteil festgestellt. Es liegen westlich des Durchlassbauwerks Kiese und kiesige Sande vor.
- Im **Bereich des Hennigbachs** (Aufschlüsse B 12 – 17 und GWM 1 + 2, DPH 11 + 12) liegen schlecht tragfähige Schichten bis 1,0 m bzw. 3,0 m vor. Teils wurde Torf und stark organische Schichten, weicher teils breiiger Konsistenz erbohrt
- Im **Osten** (Aufschlüsse B 18, BS 1 – 3, DPH 13 + 14) liegen weichkonsistente Verwitterungslehme bis 1,0 m bzw. 4,0 m vor.

Die Dammaufstandsfläche sollte nach dem Abschieben des Oberbodens, Torflagen und stark organischen Schichten bis 1,2 m Tiefe mit einer Raupe abgezogen werden, wobei wir eine möglichst saubere Trennung empfehlen, da stark organische Böden wie Torf teuer und aufwendig bei der Entsorgung sind. Siehe hierzu auch Homogenbereiche Kap. 2.4 – B 1.

Die Sohle sollte 4-lagig ($a' \geq 40$ cm) mit Kalk-Zement stabilisiert werden (3 % Zugabe / Mischungsverhältnis Kalk : Zement 70 : 30). Das heißt, dass 1,2 m abgeschoben werden, die Sohle stabilisiert wird und nach Aufbringen der abgezogenen Lagen diese auch in Stärken von 0,4 m stabilisiert werden müssen. Dieser Vorgang muss bauphysikalisch gut überlegt werden. Hierzu kann das Material auch ausgebaut, seitlich stabilisiert werden und lagig wieder eingebracht werden (Verarbeitungszeit beträgt ca. 3 Tage). Auf einen Überstand von mind. 2 m ist zu achten. Das Material ist mit einer Schaffußwalze zu verdichten. Bei möglichen Niederschlägen und vor dem Wochenende sollte mit einer Glattwalze verdichtet werden, damit sich in den durch die Schaffußwalze entstehenden Abrücken kein Wasser sammeln kann und der Boden nicht aufweicht. Diese Arbeiten sollten ingenieurgeologisch überwacht werden.

Auf OK der stabilisierten Schichten ist eine ausreichende Verdichtung nachzuweisen: $D_{Pr} \geq 100\%$. (Nachweis z.B. mit dynamischen Plattendruckversuchen: $E_{VD} \geq 40$ MN/m²). Der Nachweis kann erst nach ca. 3 Tagen Abbindezeit durchgeführt werden.

Auf diese Weise erreicht man eine 1,6 m mächtige Aufstandsfläche mit ausreichender Festigkeit. Es ist nicht notwendig tiefer zu kalken. Die tiefer liegenden nicht konsolidierten Böden erzeugen lediglich zusätzliche Setzungen, stellen aber keine Gefahr für die Standsicherheit/Gleitsicherheit dar.

3.4.2 Schüttung und Schüttmaterial

Die Schüttung des Damms sollte in 30-40 cm Lagen erfolgen. Das Schüttmaterial ist mit einer Schafffußwalze zu verdichten. Der Damm kann so als homogene Schüttung aufgebaut werden. Der Stützkörper ist gleichzeitig der Dichtkörper. Die Einbau- und Verdichtungsarbeiten dürfen nur bei trockener Witterung eingebaut werden. Es ist eine Proctordichte von 97 % nachzuweisen. Das kann über dynamische Plattendruckversuche erfolgen, die an drei statischen Plattendruckversuch geeicht werden ($E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$), um den Aufwand und die Kosten für weitere statische Plattendruckversuche zu sparen.

Die Einbaubedingungen sind auf der Baustelle zu kontrollieren (Dichte- und Materialkontrolle) und im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung zu dokumentieren.

- Unterströmung im Westen

Da westlich des Drosselbauwerks tiefreichend Kies und Sand anstehen, muss hier eine Unterströmung unterbunden oder zumindest eingeschränkt werden, da sonst die Gefahr durch Suffosion besteht (Umlagerung feiner Bodenteilchen durch Wasser). In Frage kommt hier eine MIP-Wand oder eine kostengünstigere Spundwand.

Bei der Herstellung einer MIP-Wand wird im sog. „Mixed-in-Place-Verfahren“ durch Einbringen eines Bindemittels mittels Dreifachschnecke in den Boden dieser an Ort und Stelle vermörtelt. Alternativ kann auch eine Spundwand eingesetzt werden. Die Tiefe der Einbindung sollte max. bis Höhenkote 501 mNN erfolgen, das wäre 9 m im Westen (B 10 und B 11) und nach Westen zur Mitte hin abnehmend auf 5,5 m.

- Anforderungen an das Schüttmaterial

Prinzipiell wird bindiges Material mit ausreichend niedrigem Wassergehalt, mindestens halb-feste Konsistenz, benötigt. Nach DIN 18196 kommen die Bodengruppen UL, TL, UM und TM in Betracht.

Eine entsprechende chemische Analytik (Z 0 in der Fraktion < 2 mm) nach LAGA für den Wiedereinbau ist notwendig. Ein Wiedereinbau von Aushubmaterial ist generell genehmigungspflichtig und sollte im Vorhinein mit dem Landratsamt abgesprochen werden. Die Erdstoffe müssen nachweislich umweltverträglich sein. Fremdbestandteile wie Bauschutt, Bauabfälle, organische Komponenten dürfen nicht enthalten sein. Das Material sollte möglichst gleicher Güte sein.

Sollte ein Lagerplatz notwendig werden, empfehlen wir das Schüttgut vor dem Einbau unbedingt abzudecken, da es in nassem Zustand nicht eingebaut werden kann. Ggf. muss gekalkt werden, um das Schüttgut zu „trocknen“, das ist wiederum zeit- und kostenintensiv.

Sollte es im Vorhinein möglich sein, im Raum Markt Schwaben einen Lagerplatz in der Nähe des Damms als Kippe (für den Anforderungen genügenden) von Bodenaushub nutzen können,

ist das eine durchaus lukrative Möglichkeit die Kosten des Damms für Markt Schwaben zu erheblich verringern. Bei der Materialbeschaffung sind eine gute Planung und Logistik wichtig. Wenn das Material die Anforderung einer halbfesten Konsistenz nicht erfüllt, muss der Boden stabilisiert werden. Dies kann auch abseits geschehen, wenn das Material binnen 3 Tagen verbaut wird. Auch diese Arbeiten sollten ingenieurgeologisch überwacht werden.

Sande und schluffige Sande sind im Hinblick auf die Wasser- und Erosionsempfindlichkeit bezüglich einer dauerhaften Standsicherheit ohne Zusatzmaßnahmen nicht geeignet. Wir raten von diesen Böden ab. Stark schluffige Kiese der Bodengruppe GU* und GT* sind gut geeignet, wenn sie verdichtbar sind bzw. wenn der Wassergehalt einer fast optimalen Proctordichte entspricht.

- Dammentwässerung

Um Sickerwasser kontrolliert aufzufangen und abzuleiten, sollte ein Flächenfilter aus gut durchlässigem Material auf der Luftseite des Damms realisiert werden. Die kann mit einem Drainageprisma oder einer Anschüttung am luftseitigen Dammfuß gewährleistet werden. Von einem Drainageprisma rate ich aufgrund der aufwendigen Herstellung ab.

Die Anschüttung sollte gegen ein auszubreitendes filterstabiles Vlies (\geq GRK 3) mit einer Überlappung von 0,5 m erfolgen. Das Wasser kann mit einer Drainage gesammelt werden und dem Hennigbach zugeleitet werden. Als Anschüttung sollte ein Kies der Körnung 0/56 (Bodengruppe GU) verwendet werden, der um weitere 2 m in Richtung Damm flächig verbreitert den ca. 3 m breiten Dammhinterweg herstellt.

3.4.3 Überlauf, Tosbecken etc.

Wenn der Damm entsprechend den obigen Hinweisen angefertigt wird, ist für den Bereich des Überlaufs lediglich zu beachten, dass er wie geplant komplett mit Wasserbausteinen ausgekleidet wird, da das Material unterhalb sehr anfällig für Erosion ist. Die Wasserbausteine sollten in ein Mörtelbett gelegt werden.

4 Standsicherheitsberechnungen

Für einen Erddamm sind in der Regel folgende Standsicherheitsnachweise zu führen:

- Gesamtdamm
 - Eigensetzung der Dammschüttung
 - Setzung des Dammuntergrundes
 - Gleiten
 - Böschungsstandsicherheit

- Dammfuß - Gleiten durch Spreizwirkung
 - Grundbruch

Ohne genaue Kenntnis des verwendeten Dammbaustoffes können diese Nachweise nur teilweise sinnvoll und außerdem nur als Näherungswerte geführt werden. Für die Berechnungen wurde ein bindiges, halbfestes Material angesetzt. Die erforderlichen Nachweise sind aufgrund der abschließenden Planung noch zu erbringen.

- Berechnungsannahmen

Die Geländeoberfläche bildet im ca. 210 m Dammlängsprofil eine ca. 5,7 m tiefe, sehr flache Mulde, wobei die seitlichen Ränder des Dammes jeweils etwa im Niveau OK Damm bei 511,6 mNN liegen und das Muldentiefste etwa im Bereich des Hennigbachs bei $\approx 505,9$ mNN liegt.

Aufgrund der Dammhöhe sowie der geplanten sehr breiten, flach geneigten Dammkontur kann man unterstellen, dass – die Einhaltung der Bauempfehlungen vorausgesetzt – Standsicherheitsprobleme nicht auftreten werden. Die nachfolgenden Standsicherheitsberechnungen werden deshalb für den ungünstigsten Dammquerschnitt durchgeführt. Die ungünstigste Situation befindet sich etwa im Bereich B 12 – B 14. Wenn im ungünstigsten Dammquerschnitt die Standsicherheit nachgewiesen werden kann, ist die Standsicherheit für den gesamten Damm ausreichend.

5.1 Dammsetzungen

5.1.1 Eigensetzung des Dammes

Die Eigensetzungen des Dammes sind im Wesentlichen abhängig vom verwendeten Dammbaumaterial sowie der erfolgten Verdichtung. Es kann – einen fachgerechten Erdbau mit optimaler Verdichtung vorausgesetzt – von folgenden mittleren Setzungswerten ausgegangen werden:

- nichtbindiges Dammbaumaterial: Eigenkonsolidierungen ca. 2 % der Schütthöhe
- bindiges Material: Eigenkonsolidierungen ca. 2 - 4 % der Schütthöhe (in starker Abhängigkeit des Materials und der erfolgten Verdichtung)

Während bei nichtbindigen Böden die Eigenkonsolidierung vergleichsweise schnell, innerhalb von max. 4 Wochen verläuft, dauert das bei bindigen Böden deutlich länger und bis zu mehreren Monaten.

Bei max. Dammhöhe von ca. 6 m ist also mit Setzungsbeträgen infolge nachträglicher Eigenkonsolidierung des Dammbaumaterials in der Größenordnung von, je nach verwendetem Material **s \approx 12 – 24 cm** zu rechnen.

5.1.2 Setzungen des Dammuntergrundes

Zur Abschätzung der Setzungen des Dammuntergrundes wurde eine Setzungsabschätzung schematisch für 5 Dammabschnitte mit 3 m und 6 m Schütthöhe und nach außen zu abnehmender Geometrie durchgeführt (Anlage 17).

Für den Dammbaustoff im eingebauten, verdichteten Zustand wird $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, für den Untergrund werden die Bodenkennwerte der Schichten der Tab. 3 angesetzt. Für das stabilisierte Material wurde ein $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ und ein Steifemodul von $E_s = 80 \text{ MN/m}^2$ angesetzt. Der Steifemodul von halbfesten Material beträgt in der Regel 20-60 MN/m^2 ; mit einer Kalk-Zementstabilisierung wird eine enorme Festigkeit erreicht, die einem Steifemodul von $E_s = 80 \text{ MN/m}^2$ entspricht.

Die Setzungen können entsprechend der Setzungsberechnung (Anlage 17) mit ca. **4,4 – 7,9 cm** bei 6 m Schütthöhe westlich und östlich des Durchlassbauwerks angesetzt werden. Weiter entfernt mit abnehmender Schütthöhe (hier gerechnet mit 3 m) werden auch die Setzungen geringen und wurden mit **1,5 – 4,3 cm** berechnet.

Das Durchlassbauwerk wurde hier ohne Bodenstabilisierung an seinem Planum gerechnet, da das System dieser Setzungsberechnungen auf einem Netz von Daten beruht. Hier hat das Durchlassbauwerk 2,9 – 3,5 cm Setzungen. Bei der geplanten Bodenstabilisierung von 0,8 m liegen die Setzungen bei **1,2 cm**.

Fazit

Insgesamt ist je nach Schüttmaterial mit max. Setzungen des Dammes in der Größenordnung $s \approx 28 - 32 \text{ cm}$ an der Stelle der größten Dammschütthöhe zu rechnen, während die Setzungen bei abnehmender Schütthöhe zu den Dammrändern nur noch $s \approx 13 - 16 \text{ cm}$ betragen werden.

Wir raten bei bindigem Schüttmaterial den Damm mittig bei größten Dammschütthöhe um **30 cm zu überschütten** und randlich **abnehmend um 15 cm** zu überschütten.

5.2 Gleitsicherheit des Dammes

Bei der Gleitsicherheitsberechnung wird davon ausgegangen, dass der Damm „praktisch dicht“ ist. Die Berechnung (Anlage 16.5) ergab für den ungünstigsten Böschungsabschnitt in der Dammmitte mit $\approx 6,0 \text{ m}$ Dammhöhe bei vollständiger Füllung des Beckens mit $\approx 3,6 \text{ m}$ max. Einstauhöhe eine ausreichende Sicherheit.

5.3 Standsicherheit der Dammböschungen

- Grundlagen der Standsicherheitsberechnungen (Anlagen 16.1-4) sind

- Bodenprofil im ungünstigen Bereich der Bohrungen B 12 und B 14
- Bodenkennwerte Untergrund gemäß den Tab. 3
- Dammsneigung Wasser- und Luftseite 1 : 3 \approx 18°

- Dammbaumaterial

Es wurden für das Dammbaumaterial rechnerisch angesetzt:

- Reibungswinkel $\varphi' = 27,5^\circ$ (\rightarrow entspricht einem bindigen halbfesten Boden)
- Kohäsion $c' = 10 \text{ kN/m}^2$
- Wichte $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$

- Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen

Es wurde folgendes Szenario untersucht:

1. Anlage 16.1: Für die luftseitige Böschung wurde im Zustand ohne Wassereinstau eine Sicherheit auf der Luftseite mit $\eta = 0,54$ errechnet. Als Bemessungssituation wurde BS-P angesetzt.
2. Anlage 16.2: Nach dem Volleinstau bis in das Niveau $\text{BHQ}_3 = 510,1 \text{ mNN}$ beträgt die Standsicherheit auf der Luftseite mit $\eta = 0,49$. Es bildet sich eine Sickerlinie im Damm heraus. Als Bemessungssituation wurde BS-A (außergewöhnliche Situation: extremes Hochwasser) angesetzt.
3. Anlage 16.3: Nach einem langanhaltenden Volleinstau bis in das Niveau $\text{BHQ}_3 = 510,1 \text{ mNN}$ beträgt die Standsicherheit auf der Luftseite mit $\eta = 0,57$. Es bildet sich eine Sickerlinie im Damm heraus, die höher liegt als beim Lastfall 2. Er tritt an der Böschung aus. Als Bemessungssituation wurde BS-A (außergewöhnliche Situation: extremes Hochwasser) angesetzt.
4. Anlage 16.4: Bei einem schnellen Absinken bleibt die Sickerlinie im Damm bestehen. Die Standsicherheit wurde auf der Wasserseite mit $\eta = 0,68$ berechnet. Als Bemessungssituation wurde immer noch BS-A (außergewöhnliche Situation: extremes Hochwasser) angesetzt.

Fazit:

Der Damm ist bei allen Lastfällen standsicher. Ein schnelle Absenkung des Wasserspiegels bis zur Beckensohle sollte immer vermieden werden, obwohl der Damm rechnerisch standsicher ist.

5.4 Sicherheiten am Dammfuß

Die Sicherheit gegen Gleiten am Dammfuß wurde für die mit $1 : 3 \approx 18^\circ$ steil geneigte Böschung wurde gemäß der Anlage 16.5 nachgewiesen. Jedoch ist ein Rechenwert immer nur ein Anhaltswert und im vorliegenden Fall ist – wegen des nur weichen Untergrundes – das Dammbau- regime maßgeblich für die Einhaltung der Grundbruchsicherheit am Dammfuß, weil die steigende Bodenbelastung beim Dammbau vor dem Eintreten der endgültigen Konsolidierung des Bodens der kritische Lastfall sein wird. Das bedeutet, dass bei einer z.B. nur 0,5 m mächtigen Bodenverbesserung eine in der Fläche gleichmäßige stufenweise Erhöhung der Dammauflast erfolgen muss, so dass der Untergrund ausreichend Zeit zur Konsolidierung hat. Das heißt, wenn – wie oben beschrieben – die Dammaufstandsfläche in 4 Lagen stabilisiert wird, kann der Damm aufgebaut werden, ohne dass ein kritischer Lastfall eintreten wird.

5 Weitere bautechnischen Hinweise

- Dammoberfläche

Der beste wirtschaftliche, natürliche und nützliche Schutz für den Dammkörper ist eine dauerhafte, geschlossene und dichte Grasnarbe. Als Abschluss des Baus ist die Aufbringung einer 10 cm bis 25 cm dicken Humusschicht (Oberbodenschicht) mit Ansaat von Rasenmischungen zu empfehlen. Für die Herstellung einer Grasnarbe mit ausreichender Schutzfunktion ist die Saatgutauswahl entscheidend. Örtliche Standortverhältnisse und die spätere Erhaltung und Pflege sowie die Verbreitung und Wuchseigenschaften der verwendeten Gräser sind zu beachten.

Früher oder später wird das Dammbauwerk der Witterung ausgesetzt sein. Auf Grund der leicht erodierbaren Böden, die als Baustoff verwendet wurden, empfehlen wir möglichst zügig nach Fertigstellung für eine entsprechende Bepflanzung zu sorgen. Ggf. kann ein sich selbst kompostierendes Geogitter aus zersetzbarer Jute unterhalb des Oberbodens eingebracht werden.

- Zufahrt Baustelle und BE-Fläche

Wir empfehlen das Planum der Baustraße und die BE-Fläche zu stabilisieren und ca. 40 cm hoch aufzuschottern, damit unnötige Verschmutzung der anliegenden Straßen vermieden wird.

- Aufstellung des Baukrans

Die Kranfundamente sollten ggf. auf einem 1 m starken verdichteten Kiesbett (Bodengruppe GW) auf Vlies gegründet werden. Anstehender Oberboden ist vorher abziehen. Wir raten den Kranplatz vorab mittel leichten Rammsondierungen zu untersuchen. In der ersten Betriebswoche ist die Lotrichtigkeit zu kontrollieren.

- Ing.-geol. Bauüberwachung

Bei der geotechnischen Kategorie GK 3 (hoher Schwierigkeitsgrad) ist eine Bauüberwachung notwendig. Die Bodensituation in den einzelnen Gründungsniveaus macht es erforderlich, die Aushubsole nach der Freilegung abschließend zu beurteilen und die erforderlichen erdbau-technischen Maßnahmen festzulegen. Ferner sollten Verdichtungskontrollen in Form von Plattendruckversuchen durchgeführt werden.

- Bauwerksüberwachung in der Nutzungsphase

In Anlehnung an die DIN 19700 sind – da es sich bei der geplanten Nutzung um ein wasserbau-liches Bauwerk handelt – folgende Mindestanforderungen an Betrieb und Pflege des Dammes zu stellen:

- Regelmäßige Begehung und Kontrolle des Dammes, Untersuchung des Dammes auf Sicker-wasseraustritte, Beschädigungen usw., insbesondere bei und nach HW-Einstau, Dokumen-tation;
- Vegetationspflege;
- Führen eines Stauanlagenbuches, worin alle Messungen und Beobachtungen eingetragen werden.

Darüber hinaus sind die erforderlichen Maßnahmen und Dokumentationen von Seiten des Pla-ners im Einzelnen noch festzulegen.

6 Zusammenfassung

Unser Büro wurde vom Markt Markt Schwaben über das Ingenieurbüro Schlegl beauftragt, für den Neubau eines Damms zum Hochwasserschutz in 88570 Markt Schwaben eine Baugrund-untersuchung durchzuführen.

- Untergrundverhältnisse

Unterhalb einem Oberbodens stehen Verwitterungslehme, organische Schluffe und Tone sowie lokal Torfschichten an. Diese liegen je nach Wassergehalt in weicher bis steifer (selten in breii-ger) Konsistenz vor und gehen mit zunehmender Tiefe in Geschiebelehm über, der i.d.R. in min-destens halbfester Konsistenz vorliegt und so einen gut tragfähigen Baugrund darstellt. Im Wes-ten des Bauvorhabens wurde unterhalb des hier geringmächtigen Verwitterungslehms und oberhalb des Geschiebelehms ca. 8 m mächtiger Kies aufgeschlossen. Ab einer Tiefe von 11 – 15 m wurde stellenweise Kies erbohrt.

- Grund- und Schichtwasser

Grundwasser wurde oberflächennah im Westen des Bauvorhabens erbohrt (ca. 2,5 m u. GOK) und in gespannter Form stellenweise ab 11 m. (freier Spiegel bei 2 – 5 m u. GOK). Die zwei zu Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrungen korrespondieren miteinander. Das zeigen die ähnlichen Ausschläge der online einsehbaren Datenlogger. Vermutlich korrespondiert der Wasserstand mit dem des Hennigbachs.

Im Verwitterungs- und Geschiebelehm wurde auf verschiedenen Niveaus teilweise gespanntes Schichtwasser erbohrt, das jedoch nicht korrespondiert. Dies äußert sich auch durch aufgeweichte Horizonte.

Unter dem Geschiebelehm wurde an B 13, B 16 und B 18 einer Tiefenlage von 493,8 - 495,0 mNN (ca. 11,5 – 15,2 m u. GOK) Grundwasser erbohrt. Es liegt hier gespannt vor. Der freie Wasserspiegel wurde am 19.11.2020 bis 23.11.2020 auf einer Höhe von 503,9 – 504,8 mNN gemessen. Der Anstieg des Grundwassers beträgt 8,9 m (B 13), 10,6 m (B16) und 10,3 m (B18). Hier muss bei Verbauarbeiten darauf geachtet werden, dass kein hydraulischer Grundbruch erzeugt wird.

- Durchlassbauwerk

Das Durchlassbauwerk sollte auf einer mind. 0,8 m stabilisierten Schicht gegründet werden. Es ist mit einer im Boden verbleibenden Spundwand sicherzustellen, dass das Bettungspolster und somit das Bauwerk nicht unterströmt wird.

- Damm

Da westlich des Drosselbauwerks tiefreichend Kies und Sand anstehen, muss hier eine Unterströmung unterbunden oder zumindest eingeschränkt werden, da sonst die Gefahr durch Suffosion besteht. In Frage kommt hier eine MIP-Wand oder eine kostengünstigere Spundwand.

Für die Aufstandsfläche des Damms sollte bis auf einer Tiefe von 1,6 m u. GOK in 0,4 m Lagen Binder (Kalk-Zement-Mischung) eingefräst werden, um dem Boden Wasser zu entziehen und so die Festigkeit zu erhöhen. Anschließend kann der Dammkörper geschüttet werden. Es sollte bindiger, mindestens steifer Boden der Bodengruppen UL, UM, TL und TM nach DIN 18196 verwendet werden. Dieser wird mit der Schafffußwalze verdichtet und mit der Glattwalze planiert.

Sande und schluffige Sande sind im Hinblick auf die Wasser- und Erosionsempfindlichkeit bezüglich einer dauerhaften Standsicherheit ohne Zusatzmaßnahmen nicht geeignet. Stark schluffige Kiese der Bodengruppe GU* und GT* sind gut geeignet, wenn sie verdichtbar sind bzw. wenn der Wassergehalt einer fast optimalen Verdichtung entspricht.

Um Sickerwasser kontrolliert aufzufangen und abzuleiten, sollte ein Flächenfilter aus durchlässigem Material auf der Luftseite des Damms realisiert werden. Die kann mit einer Anschüttung am luftseitigen Dammfuß gewährleistet werden.

- Stand sicherheitsnachweise

Bei max. Dammhöhe von ca. 6 m ist mit Setzungsbeträgen infolge nachträglicher Eigenkonsolidierung des Dammbaumaterials in der Größenordnung von, je nach verwendetem Material, $s \approx 12 - 24$ cm zu rechnen. Die Setzungen im Untergrund sind geringer und liegen bei ca. 1,5 – 7,9 cm - je nach Schütthöhe. Wir raten den Damm mittig bei größten Dammschütthöhe um 30 cm zu überschütten und randlich abnehmend um 15 cm zu überschütten.

Der Damm ist bezüglich der Gleitsicherheit und den verschiedenen Lastfällen wie Volleinstau, schneller Absunk standsicher.

- Bauwerksüberwachung

In Anlehnung an die DIN 19700 sind verschiedene Mindestanforderungen an Betrieb und Pflege des Dammes zu stellen, wie regelmäßige Begehung und Kontrolle des Dammes insbesondere bei und nach HW-Einstau, Dokumentation, Vegetationspflege und das Führen eines Stauanlagenbuches, worin alle Messungen und Beobachtungen eingetragen werden.

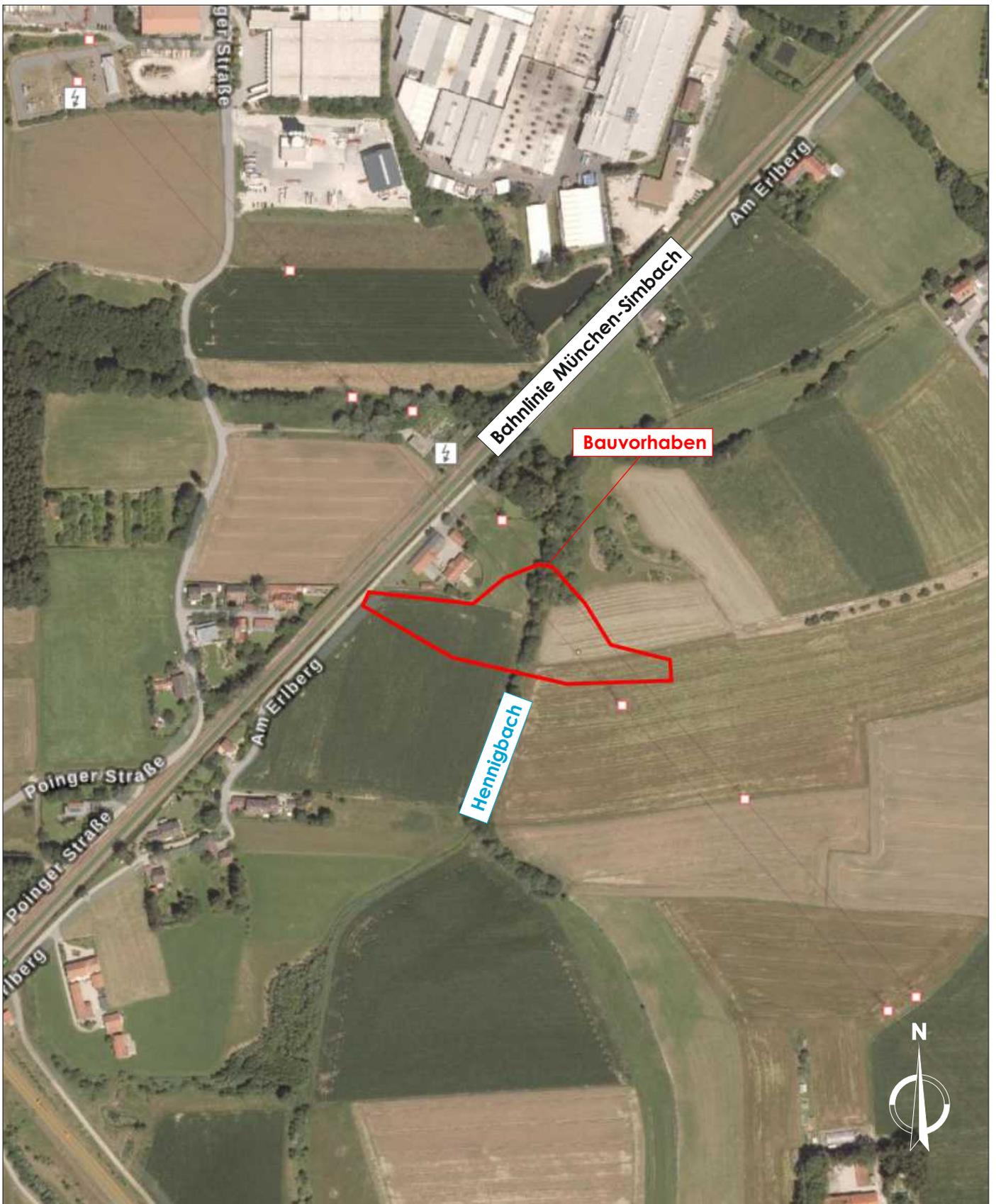
Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Starnberg, den 31.12.2020

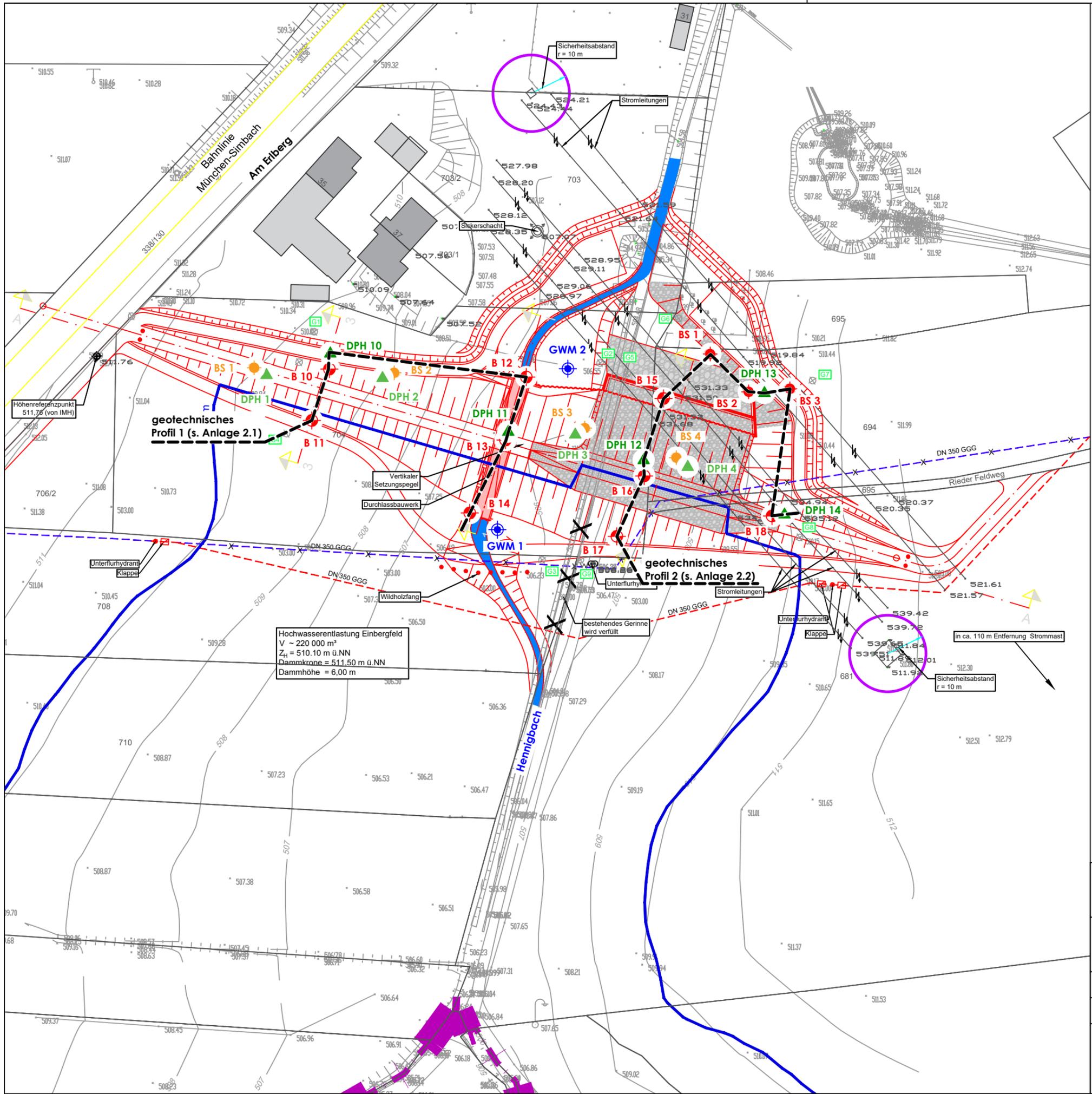


N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

GHB Consult GmbH



Auftraggeber:	Markt Markt Schwaben SG 3.2 Straßen-/Tiefbau Schloßplatz 2 88570 Markt Schwaben	
Projekt:	Projekt P-17 TB-1023 Hochwasserschutzmaßnahmen HQ 100 Einbergfeld Damm + Hochwasserrückhaltebecken 85570 Markt Schwaben	
Planbezeichnung:	Lageplan mit Untersuchungspunkten	
Projektnummer:	200965	Maßstab: unmaßstäblich
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 Fax: 08151 / 656 88 99		Bearbeiter: N. Kampik
		Zeichner: J. Selmayr
		Datum: 09.12.2020
		Anlage: 1.1



Legende:

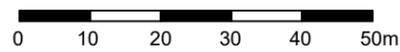
Erkundungen (IMH am 23.11.2019)

- BS 1-4 Sondierbohrungen
- ▲ DPH 1-4 Rammsondierungen
- ⊕ Höhenreferenzpunkt
- ⊗ vertikaler Setzungspegel

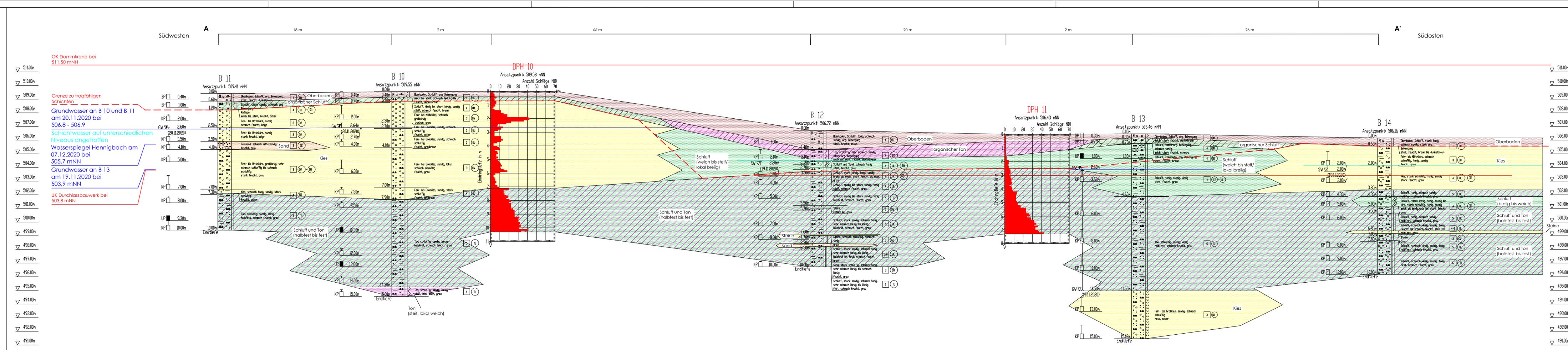
Erkundungen (GHB: 16.11.-23.11.2020)

- B 10-18 Großbohrungen
- BS 1-3 Sondierbohrungen
- ▲ DPH 10-14 Rammsondierungen
- ⊕ GWM 1-2 Grundwassermessstellen
- - - geotechnischer Profilschnitt

Maßstab 1:1.000



Auftraggeber:	Markt Markt Schwaben SG 3.2 Straßen-/Tiefbau Schloßplatz 2 88570 Markt Schwaben	
Projekt:	Projekt P-17 TB-1023 Hochwasserschutzmaßnahmen HQ 100 Einbergfeld Damm + Hochwasserrückhaltebecken 85570 Markt Schwaben	
Planbezeichnung:	Lageplan mit Untersuchungspunkten	
Projektnummer:	200965	Maßstab: 1:1.000
GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88-0 Fax: 08151 / 656 88-99	GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter: N. Kampik
		Zeichner: J. Selmayr
		Datum: 22.09.2020
		Anlage: 1.2



Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert

Zeichenerklärung nach DIN 4023

Untersuchungsstellen:
 Sch Baggerschurf
 B Bohrung
 BS Sondierbohrung
 DPL
 DPM Rammsondierung
 DPH
 GWM Grundwasser messstelle

Bodengruppen / -klassen, z.B.:
 GW Bodengruppen nach DIN 18 196
 3 Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300

Probenahme und Grundwasser:
 Bodenprobe (GP=Glaspr., BP=Becherpr., KP=Kübelpr.)
 Sonderprobe
 Grundwasser angebohrt
 Grundwasser nach Bohrende
 Ruhewasserspiegel

Bodenbeschaffenheit:
 nass
 breiig
 weich
 steif
 halbfest
 fest
 klüftig

Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,5 cm	3,5 cm	4,4 cm
Spitzenquerschnitt	10,0 cm ²	10,0 cm ²	15,0 cm ²
Gestängedurchmesser	2,2 cm	3,2 cm	3,2 cm
Rammbürgewicht	10,0 kg	30,0 kg	50,0 kg
Fallhöhe	50,0 cm	50,0 cm	50,0 cm

Auftraggeber: Markt Markt Schwaben
 SG 3.2 Straßen-/Tiefbau
 Schloßplatz 2
 88570 Markt Schwaben

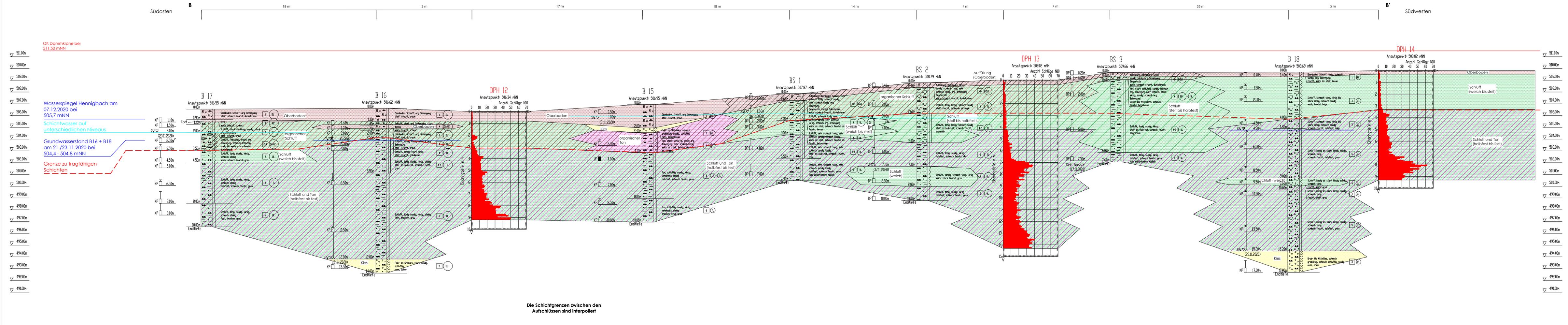
Projekt: Projekt P-17 TB-1023
 Hochwasserschutzmaßnahmen HQ 100 Einbergfeld
 Dam + Hochwasserrückhaltebecken
 88570 Markt Schwaben

Planbezeichnung: Geotechnisches Baugrundprofil A-A'

Projektnummer: 200965 **Maßstab:** Höhe: 1: 100
 Länge: unmaßstäblich

GHB Consult GmbH
 Dipl.-Geol. N. Kampik
 Moosstraße 7
 82319 Starnberg
 Tel.: 08151 / 656 88-0
 Fax: 08151 / 656 88-99

GEO HYDRO BAU CONSULT
 Bearbeiter: N. Kampik
 Zeichner: J. Selmayr
 Datum: 09.12.2020
 Anlage: 2



OK Dammkrone bei 511.50 mNN

Wasserspiegel Hennigbach am 07.12.2020 bei 505.7 mNN
 Schichtwasser auf unterschiedlichen Niveaus

Grundwasserstand B16 + B18 am 21./23.11.2020 bei 504.4 - 504.8 mNN

Grenze zu tragfähigen Schichten

Die Schichtgrenzen zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert

Zeichenerklärung nach DIN 4023

Untersuchungsteilen:
 Sch Bagerschurf
 B Bohrung
 BS Sondierbohrung
 DPH DPM Rammsondierung
 DPH Grundwasserermesselle

Bodengruppen / -klassen, z.B.:
 GW Bodengruppen nach DIN 18 196
 3 Boden- und Felssklassen nach DIN 18 300

Probenahme und Grundwasser:
 Bodenprobe (GP=Glasspr., BP= Bechpr., KP = Kübelpr.)
 Sondierprobe
 Grundwasser angebohrt
 Grundwasser nach Bohrende
 Ruhewasserspiegel

Bodenbeschaffenheit:
 nass
 breilig
 weich
 steif
 halbfest
 fest
 klüftig

Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2

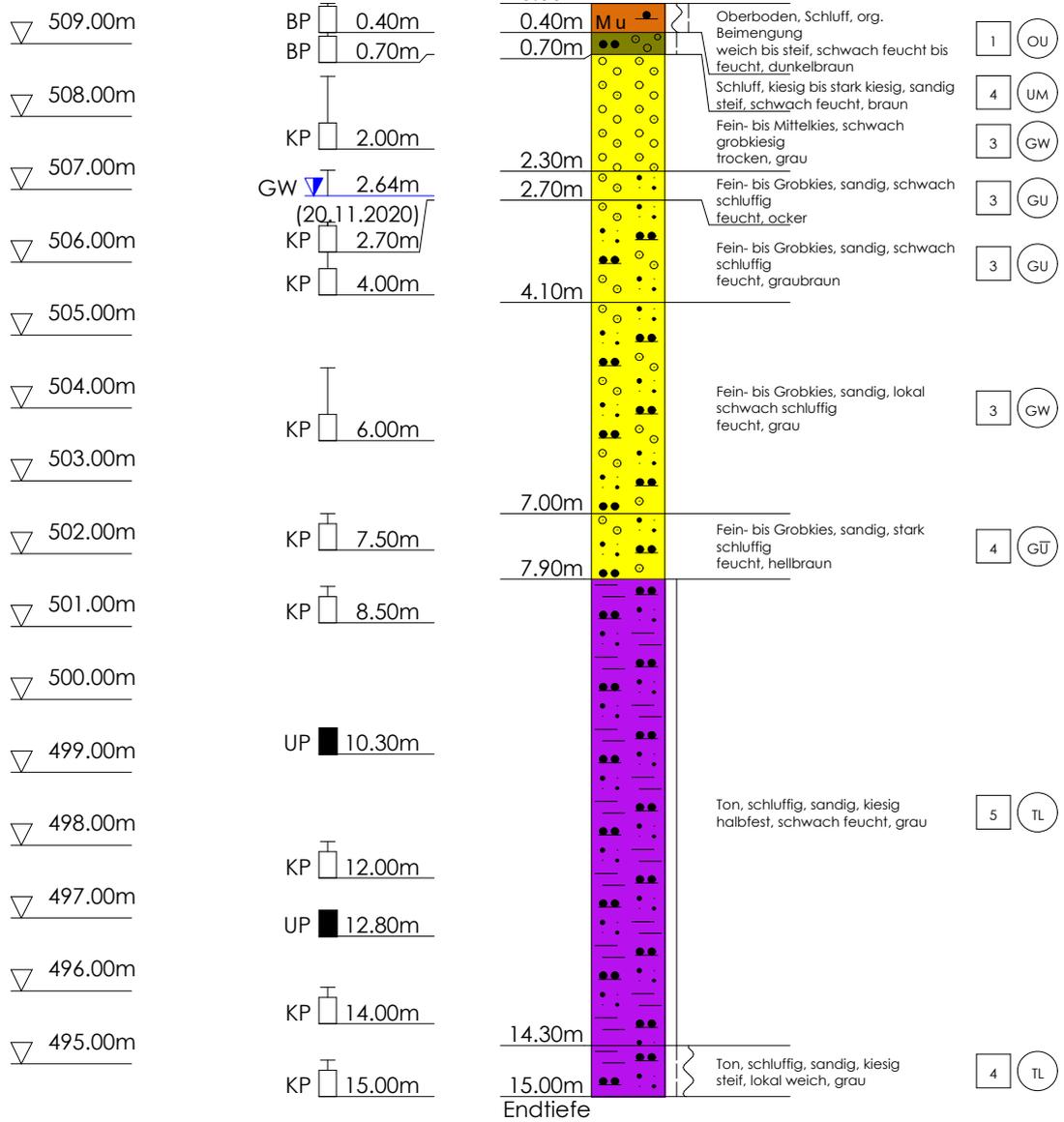
	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3.5 cm	3.5 cm	4.4 cm
Spitzenquerschnitt	10.0 cm²	10.0 cm²	15.0 cm²
Gestänge Durchmesser	2.2 cm	3.2 cm	3.2 cm
Rammbargewicht	10.0 kg	30.0 kg	50.0 kg
Fallhöhe	50.0 cm	50.0 cm	50.0 cm

Index	Änderung	Bearbeiter	Geprüft	Datum
Auftraggeber:	Markt Markt Schwaben SG 3.2 Straßen-/Tiefbau Schloßplatz 2 88570 Markt Schwaben			
Projekt:	Projekt P-17 TB-1023 Hochwasserschutzmaßnahmen HQ 100 Einbergfeld Damm + Hochwasserrückhaltebecken 85570 Markt Schwaben			
Planbezeichnung:	Geotechnisches Baugrundprofil B-B'			
Projektnummer:	200965	Maßstab:	Höhe: 1:100 Länge: unmaßstäblich	
GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88-0 Fax: 08151 / 656 88-99	GEO HYDRO BAU CONSULT	Bearbeiter:	N. Kampik	
		Zeichner:	J. Selmayr	
		Datum:	09.12.2020	
		Anlage:	2	

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.1
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 10

Ansatzpunkt: 509.55 mNN

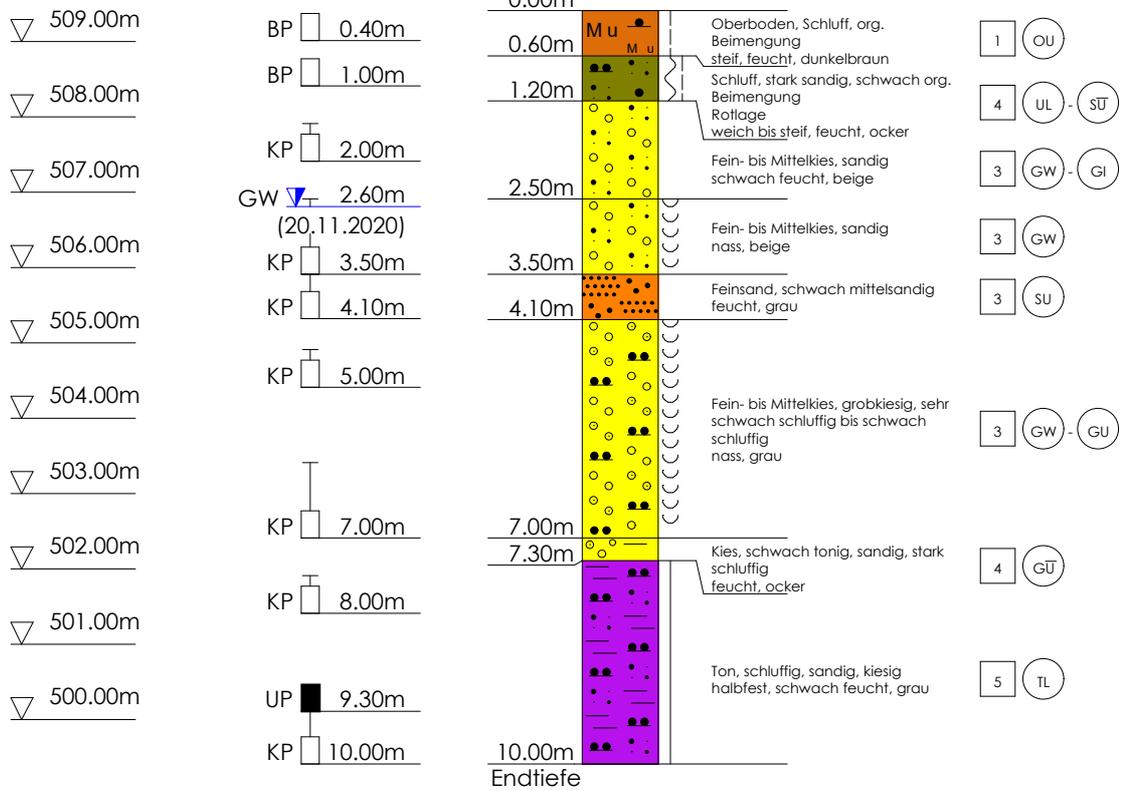


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1 : 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 11

Ansatzpunkt: 509.41 mNN

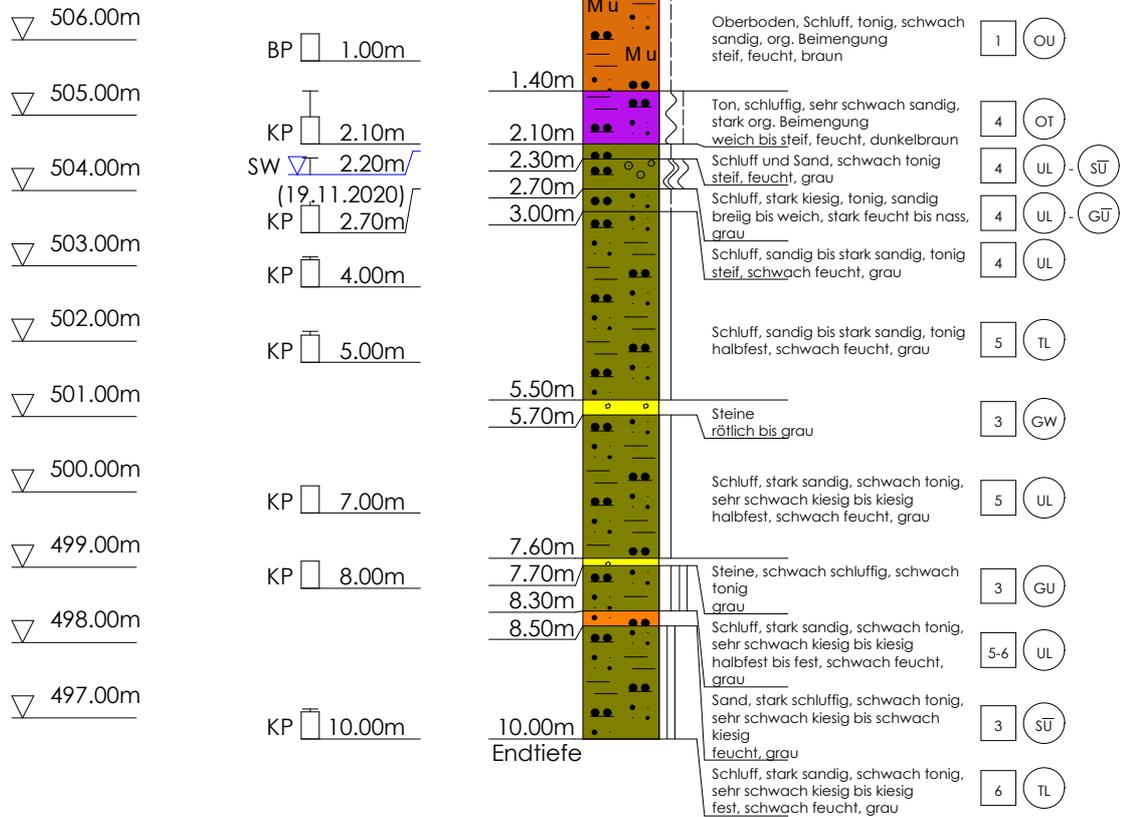


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.3
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 12

Ansatzpunkt: 506.72 mNN

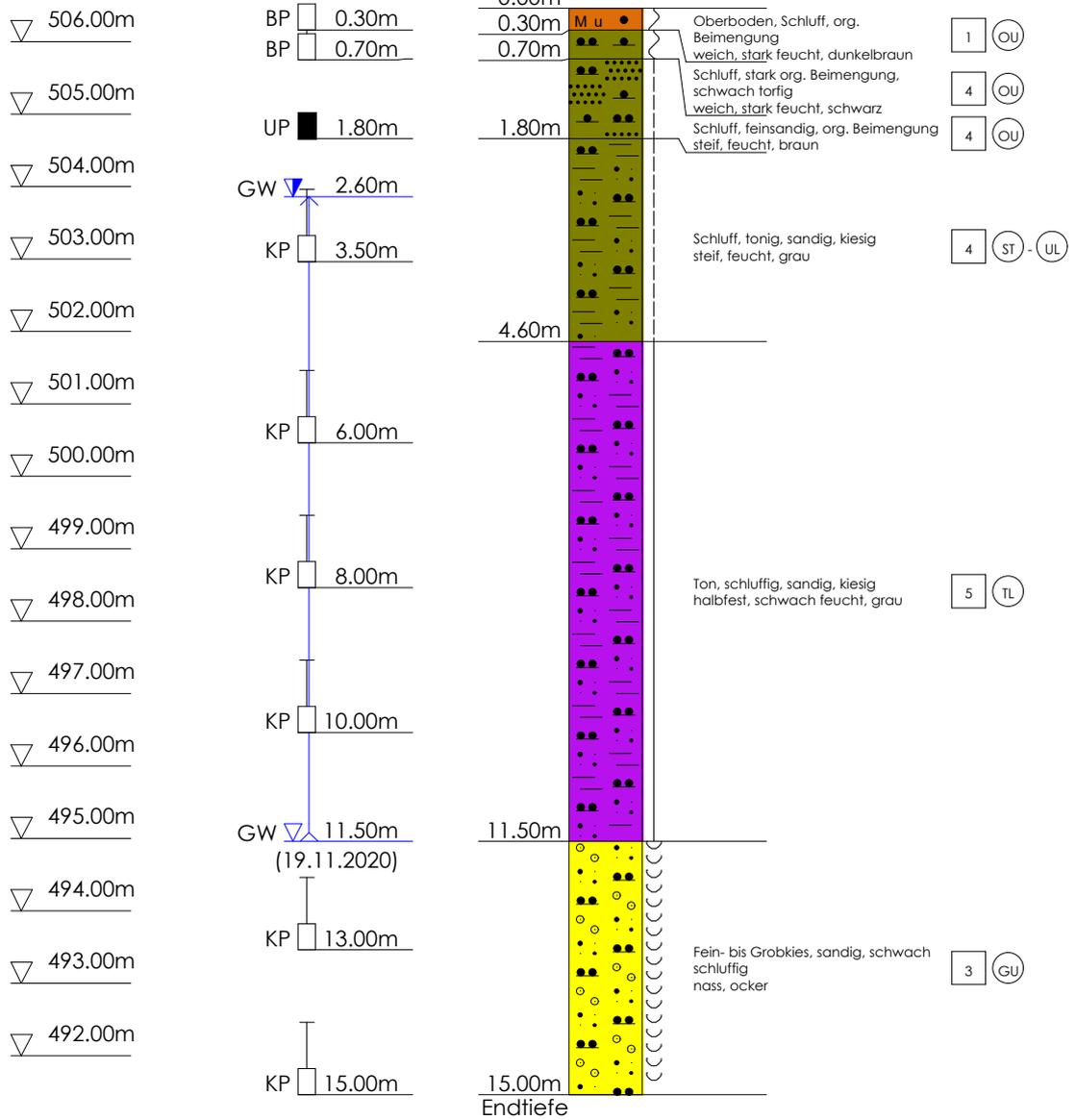


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.4
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 13

Ansatzpunkt: 506.46 mNN

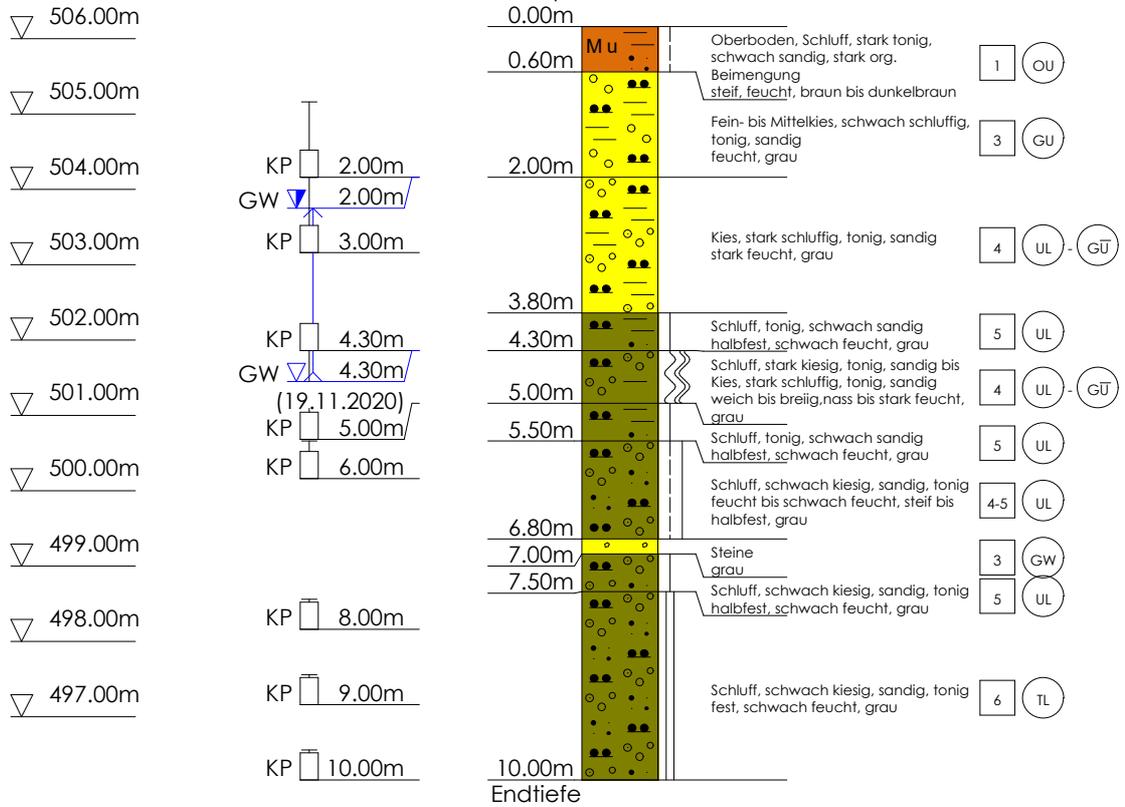


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.5
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 14

Ansatzpunkt: 506.16 mNN

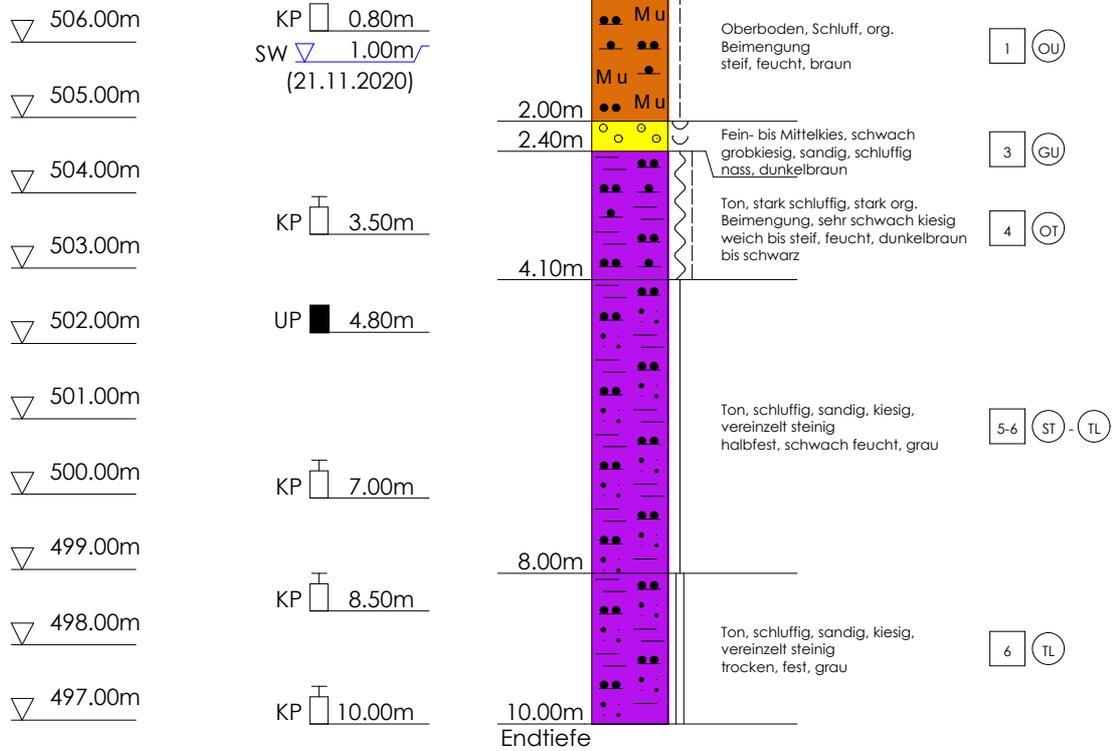


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.6
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 15

Ansatzpunkt: 506.95 mNN
0.00m

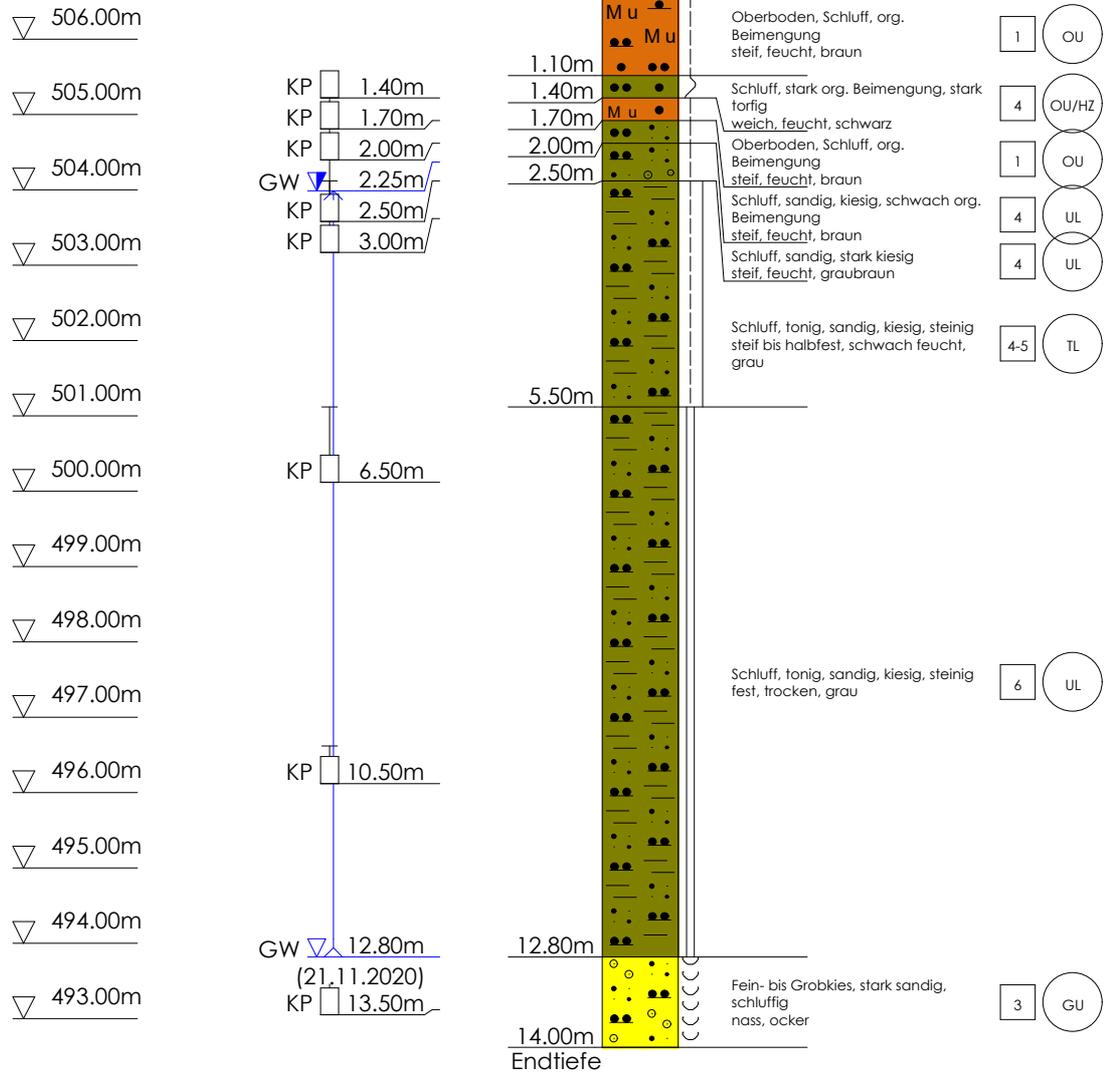


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.7
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 16

Ansatzpunkt: 506.62 mNN
0.00m

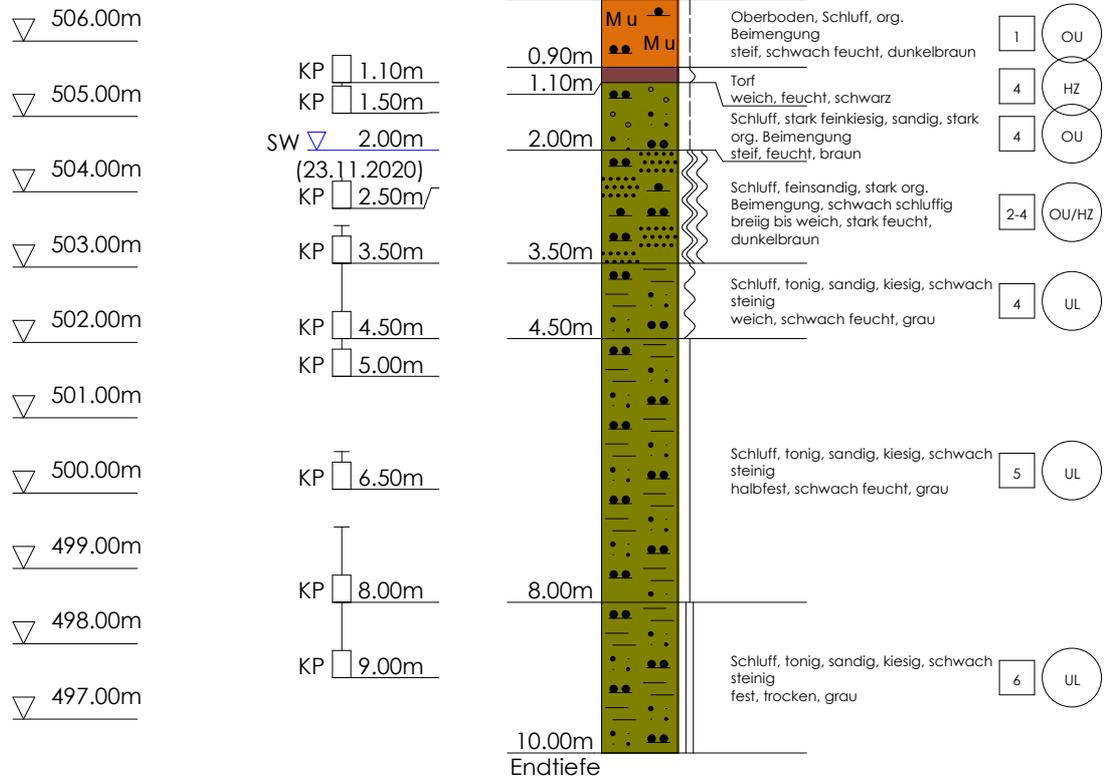


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.8
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 17

Ansatzpunkt: 506.55 mNN

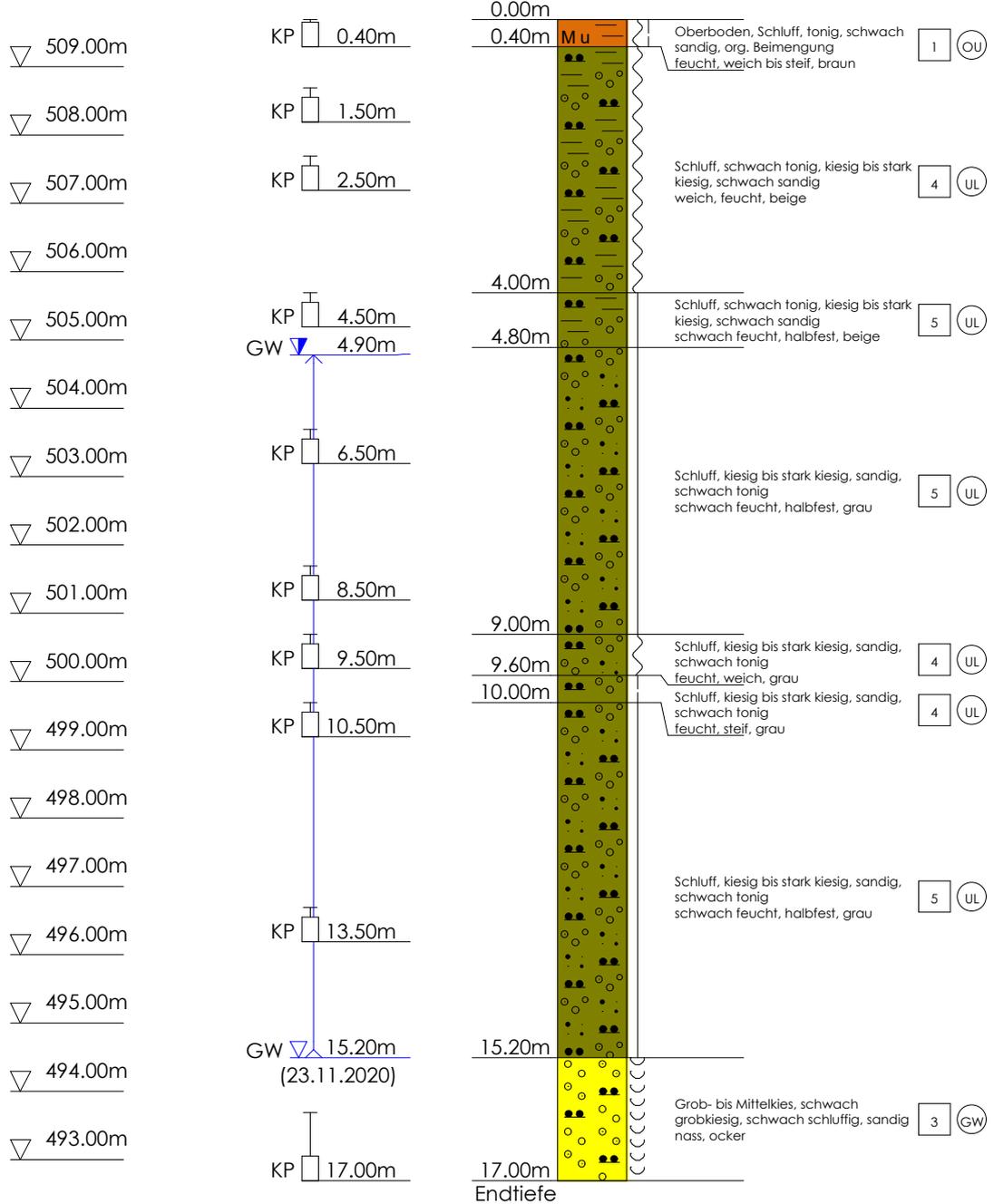


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.9
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

B 18

Ansatzpunkt: 509.69 mNN



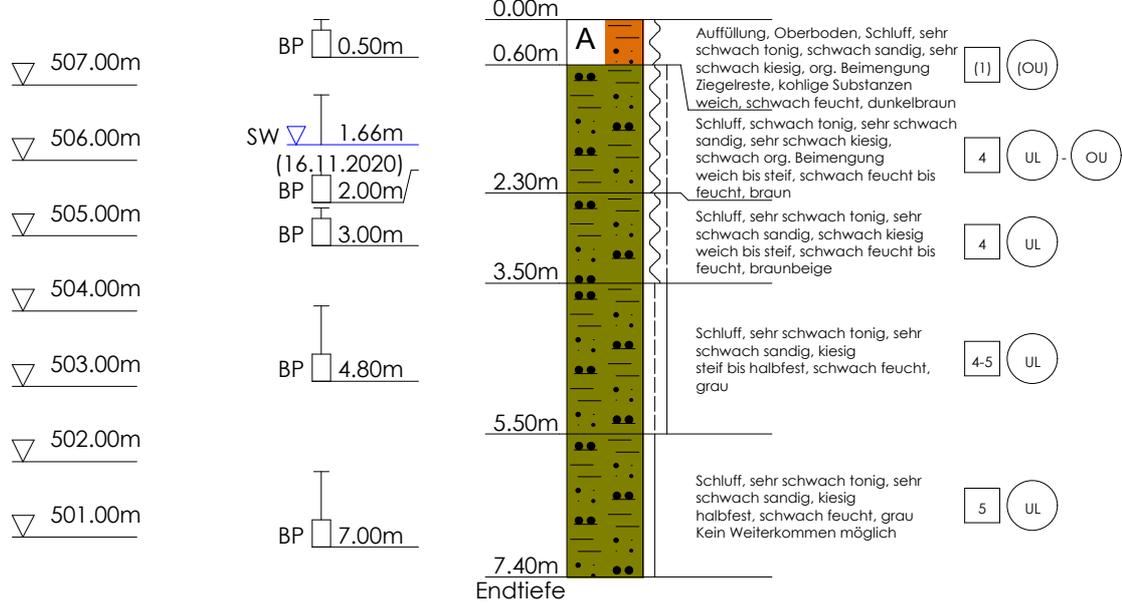
Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.10
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

BS 1

Ansatzpunkt: 507.87 mNN

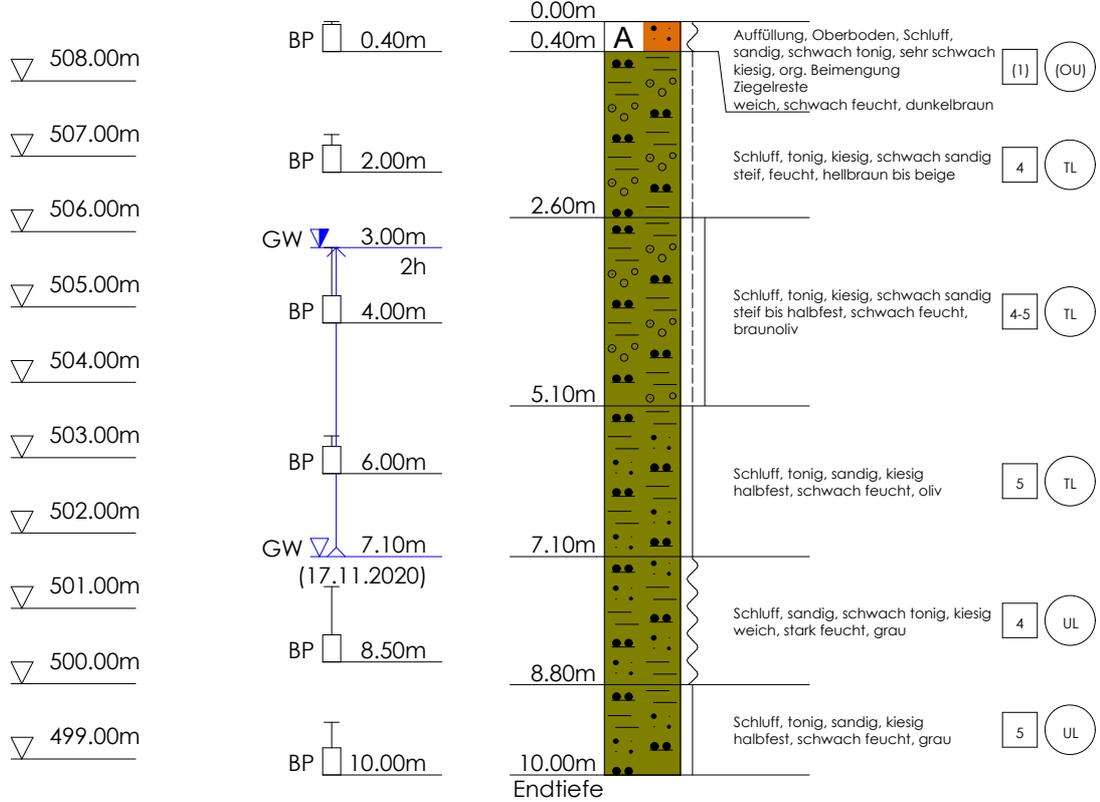


Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.11
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

BS 2

Ansatzpunkt: 508.79 mNN



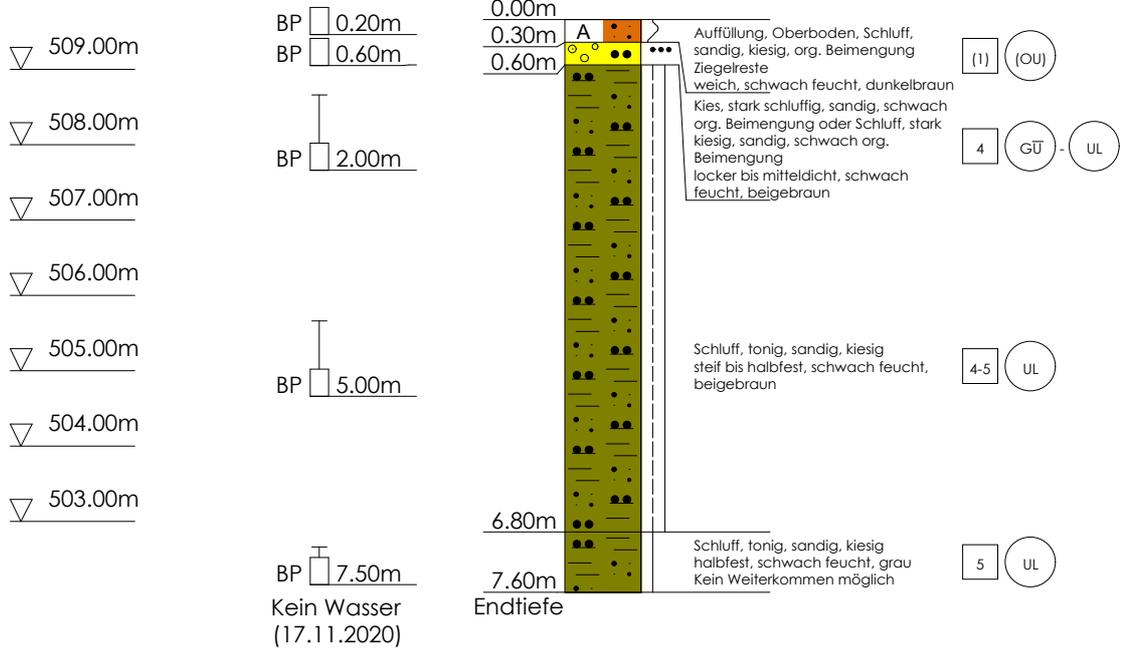
Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.12
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

BS 3

Ansatzpunkt: 509.66 mNN



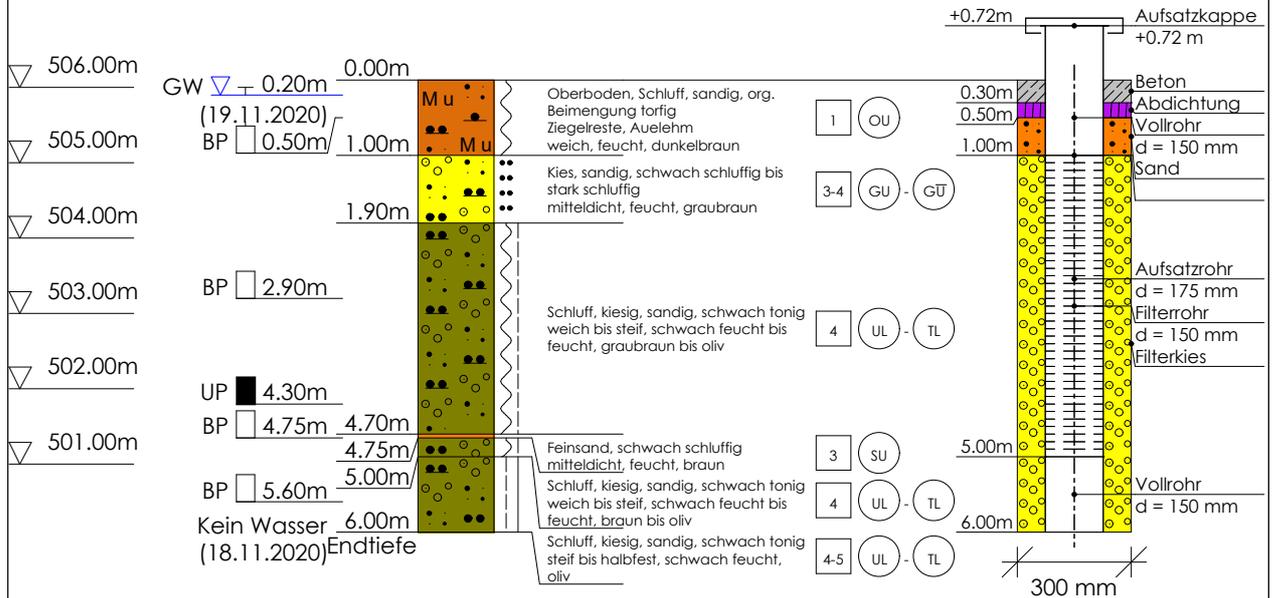
Bemerkungen:

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.13
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100 / 1: 20
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

GWM 1

Ansatzpunkt: 506.10 mNN

5" Grundwassermessstelle
POK = 506,82 mNN

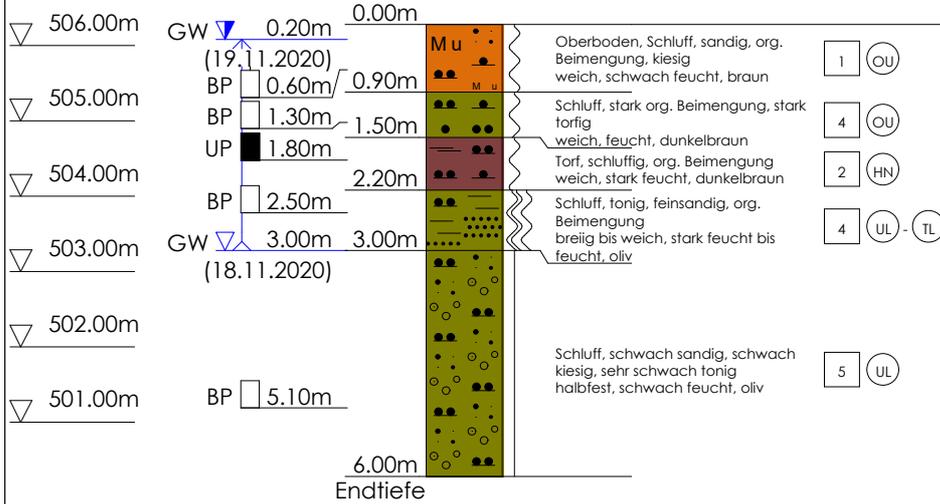


Bemerkungen:

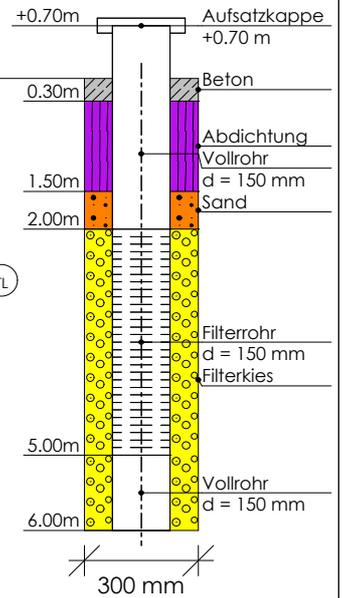
GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr. : 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 3.14
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Maßstab : 1: 100 / 1: 20
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	

GWM 2

Ansatzpunkt: 506.28 mNN



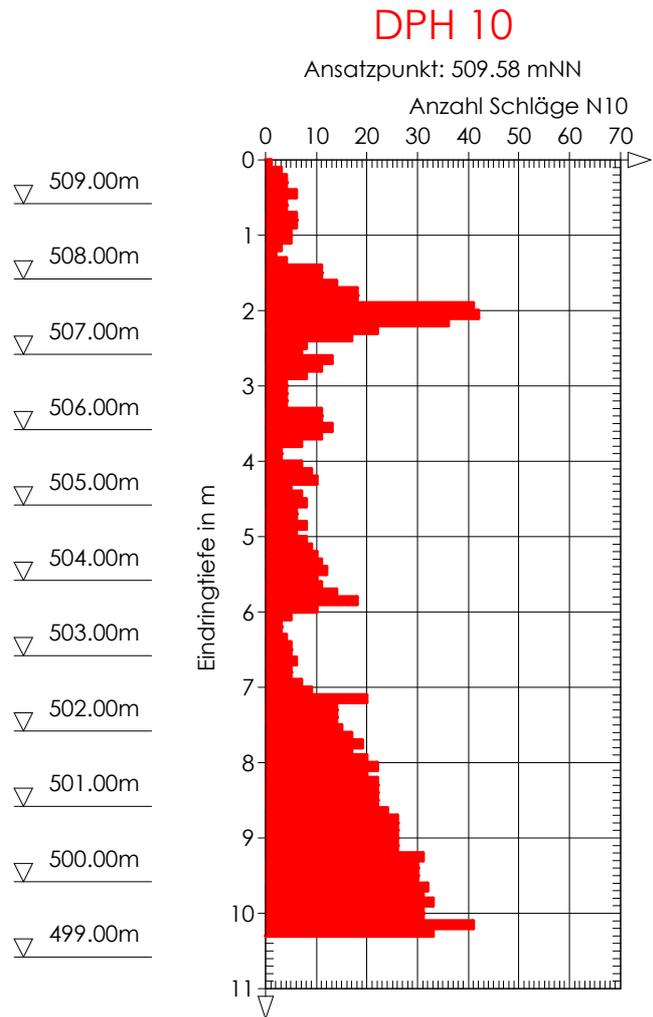
5" GWM
POK = 506,98 mNN



Bemerkungen:

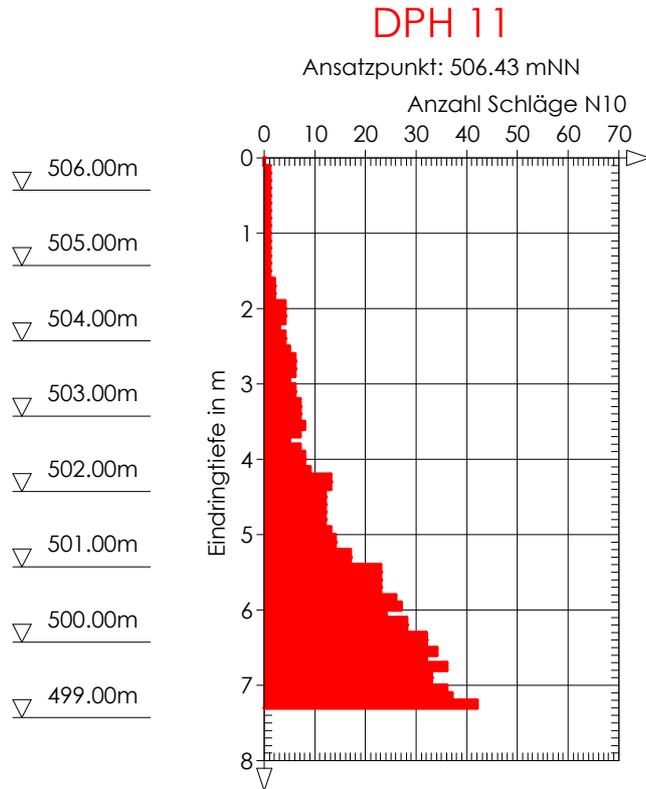
GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.1
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 16.11.2020
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1:100

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	5
0.20	3	6.20	3
0.30	4	6.30	3
0.40	4	6.40	4
0.50	6	6.50	5
0.60	4	6.60	5
0.70	4	6.70	6
0.80	6	6.80	5
0.90	6	6.90	5
1.00	5	7.00	7
1.10	5	7.10	9
1.20	3	7.20	20
1.30	2	7.30	14
1.40	4	7.40	14
1.50	11	7.50	14
1.60	11	7.60	15
1.70	14	7.70	17
1.80	18	7.80	19
1.90	18	7.90	17
2.00	41	8.00	20
2.10	42	8.10	22
2.20	36	8.20	20
2.30	22	8.30	22
2.40	17	8.40	22
2.50	8	8.50	22
2.60	7	8.60	22
2.70	13	8.70	24
2.80	11	8.80	26
2.90	8	8.90	26
3.00	4	9.00	26
3.10	4	9.10	26
3.20	4	9.20	26
3.30	4	9.30	31
3.40	11	9.40	30
3.50	11	9.50	30
3.60	13	9.60	30
3.70	11	9.70	32
3.80	7	9.80	31
3.90	3	9.90	33
4.00	3	10.00	31
4.10	7	10.10	31
4.20	9	10.20	41
4.30	10	10.30	33
4.40	5		
4.50	7		
4.60	8		
4.70	6		
4.80	6		
4.90	8		
5.00	6		
5.10	8		
5.20	9		
5.30	10		
5.40	11		
5.50	12		
5.60	10		
5.70	11		
5.80	14		
5.90	18		
6.00	10		



GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 16.11.2020
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1:100

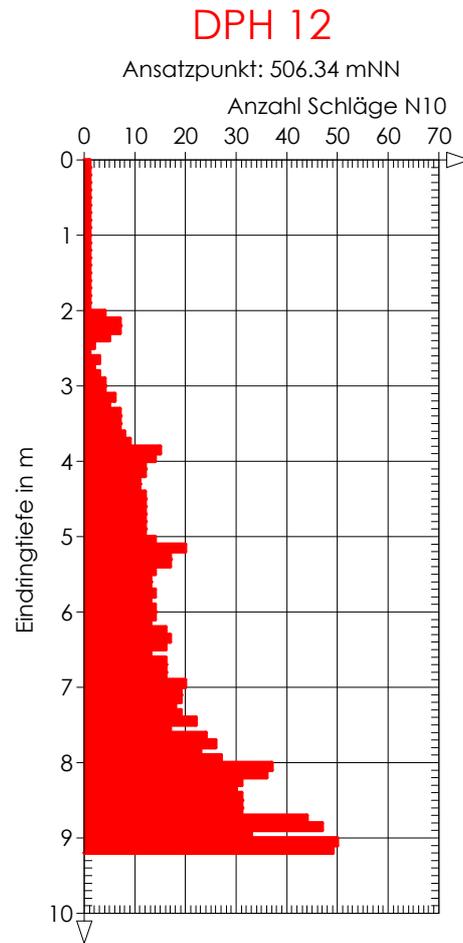
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	0	6.10	24
0.20	1	6.20	28
0.30	1	6.30	28
0.40	1	6.40	32
0.50	1	6.50	32
0.60	1	6.60	34
0.70	1	6.70	32
0.80	1	6.80	36
0.90	1	6.90	33
1.00	1	7.00	33
1.10	1	7.10	36
1.20	1	7.20	37
1.30	1	7.30	42
1.40	1		
1.50	1		
1.60	1		
1.70	2		
1.80	2		
1.90	2		
2.00	4		
2.10	4		
2.20	4		
2.30	3		
2.40	4		
2.50	4		
2.60	5		
2.70	6		
2.80	6		
2.90	6		
3.00	5		
3.10	6		
3.20	6		
3.30	7		
3.40	7		
3.50	7		
3.60	8		
3.70	7		
3.80	5		
3.90	7		
4.00	8		
4.10	8		
4.20	9		
4.30	13		
4.40	13		
4.50	12		
4.60	12		
4.70	12		
4.80	12		
4.90	12		
5.00	13		
5.10	14		
5.20	14		
5.30	17		
5.40	17		
5.50	23		
5.60	23		
5.70	23		
5.80	23		
5.90	26		
6.00	27		



GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.3
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 16.11.2020
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1:100

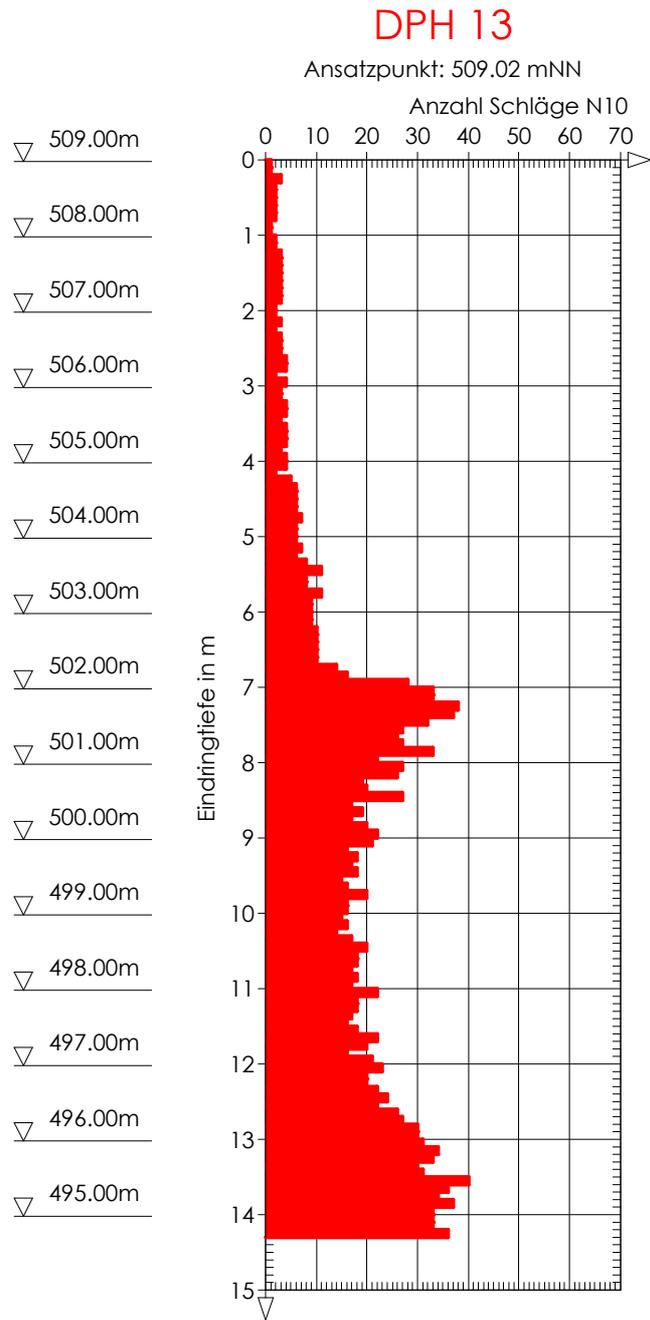
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	14
0.20	1	6.20	13
0.30	1	6.30	16
0.40	1	6.40	17
0.50	1	6.50	16
0.60	1	6.60	13
0.70	1	6.70	16
0.80	1	6.80	16
0.90	1	6.90	16
1.00	1	7.00	20
1.10	1	7.10	19
1.20	1	7.20	19
1.30	1	7.30	18
1.40	1	7.40	19
1.50	1	7.50	22
1.60	1	7.60	17
1.70	1	7.70	24
1.80	1	7.80	26
1.90	1	7.90	23
2.00	1	8.00	27
2.10	4	8.10	37
2.20	7	8.20	36
2.30	7	8.30	31
2.40	5	8.40	30
2.50	2	8.50	31
2.60	1	8.60	31
2.70	3	8.70	31
2.80	2	8.80	44
2.90	3	8.90	47
3.00	4	9.00	33
3.10	4	9.10	50
3.20	6	9.20	49
3.30	5		
3.40	7		
3.50	7		
3.60	7		
3.70	8		
3.80	9		
3.90	15		
4.00	14		
4.10	12		
4.20	12		
4.30	11		
4.40	11		
4.50	12		
4.60	12		
4.70	12		
4.80	12		
4.90	12		
5.00	12		
5.10	14		
5.20	20		
5.30	17		
5.40	17		
5.50	14		
5.60	13		
5.70	13		
5.80	14		
5.90	13		
6.00	14		

- ▽ 506.00m
- ▽ 505.00m
- ▽ 504.00m
- ▽ 503.00m
- ▽ 502.00m
- ▽ 501.00m
- ▽ 500.00m
- ▽ 499.00m
- ▽ 498.00m
- ▽ 497.00m



GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.4
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 17.11.2020
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1:100

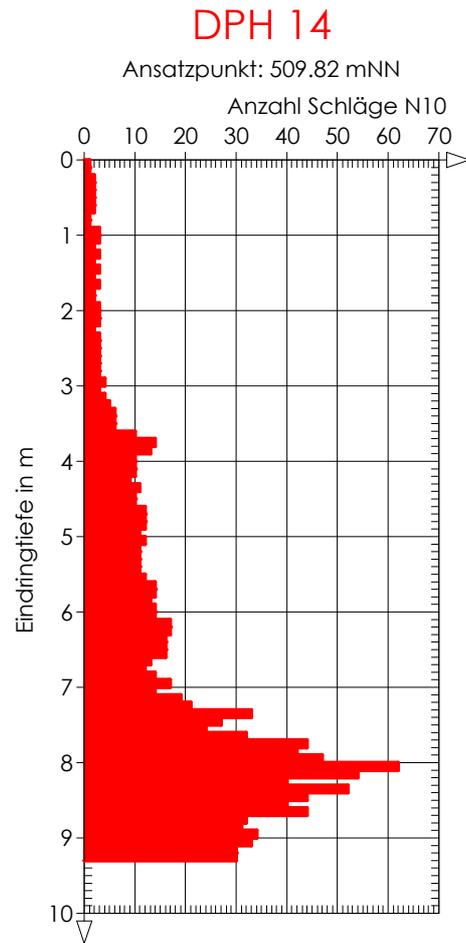
Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	9	12.10	23
0.20	1	6.20	9	12.20	20
0.30	3	6.30	10	12.30	20
0.40	2	6.40	10	12.40	22
0.50	2	6.50	10	12.50	24
0.60	2	6.60	10	12.60	22
0.70	2	6.70	10	12.70	26
0.80	2	6.80	14	12.80	27
0.90	1	6.90	16	12.90	30
1.00	1	7.00	28	13.00	30
1.10	2	7.10	33	13.10	31
1.20	2	7.20	33	13.20	34
1.30	3	7.30	38	13.30	33
1.40	3	7.40	37	13.40	30
1.50	3	7.50	32	13.50	31
1.60	3	7.60	27	13.60	40
1.70	3	7.70	26	13.70	36
1.80	3	7.80	27	13.80	34
1.90	3	7.90	33	13.90	37
2.00	2	8.00	22	14.00	33
2.10	2	8.10	27	14.10	33
2.20	3	8.20	26	14.20	33
2.30	2	8.30	19	14.30	36
2.40	3	8.40	20		
2.50	3	8.50	27		
2.60	3	8.60	17		
2.70	4	8.70	19		
2.80	4	8.80	17		
2.90	2	8.90	20		
3.00	4	9.00	22		
3.10	3	9.10	21		
3.20	3	9.20	16		
3.30	4	9.30	18		
3.40	4	9.40	17		
3.50	3	9.50	18		
3.60	4	9.60	15		
3.70	4	9.70	16		
3.80	4	9.80	20		
3.90	3	9.90	16		
4.00	4	10.00	16		
4.10	4	10.10	15		
4.20	2	10.20	16		
4.30	5	10.30	14		
4.40	6	10.40	17		
4.50	6	10.50	20		
4.60	6	10.60	18		
4.70	6	10.70	18		
4.80	7	10.80	17		
4.90	6	10.90	18		
5.00	6	11.00	17		
5.10	6	11.10	22		
5.20	7	11.20	18		
5.30	6	11.30	18		
5.40	8	11.40	17		
5.50	11	11.50	16		
5.60	8	11.60	18		
5.70	8	11.70	22		
5.80	11	11.80	20		
5.90	9	11.90	16		
6.00	9	12.00	21		



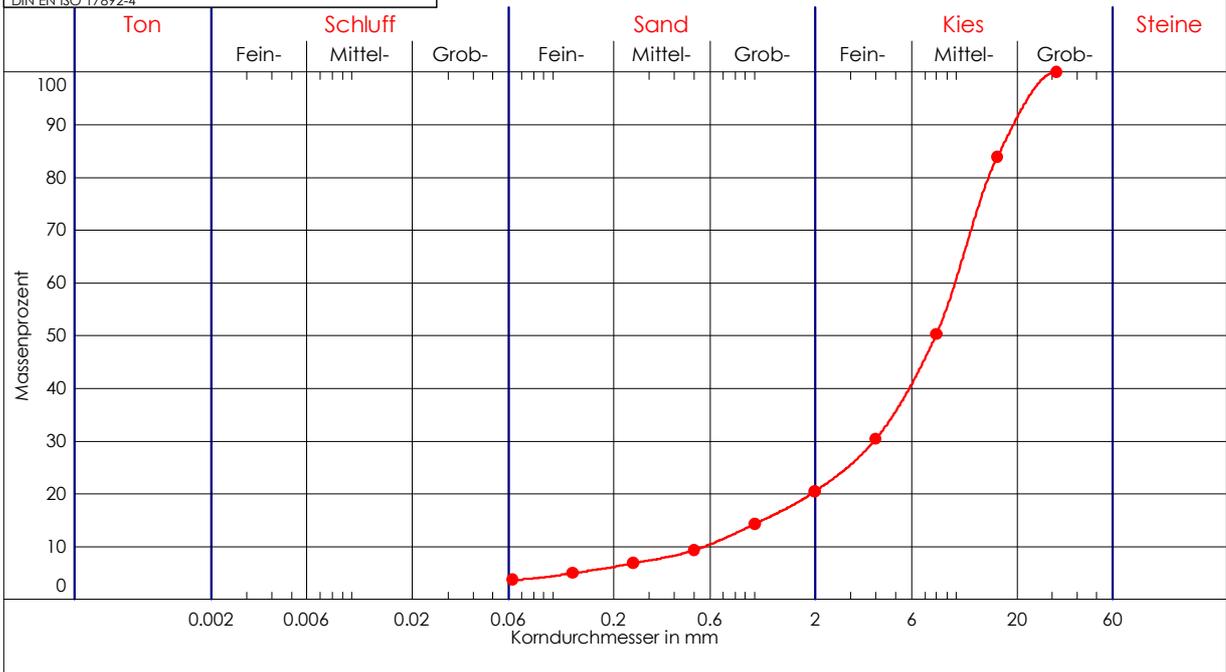
GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.5
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum: 18.11.2020
Rammsondierung EN ISO 22476-2 EN ISO 22476-2	Maßstab : 1:100

Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0.10	1	6.10	14
0.20	1	6.20	17
0.30	2	6.30	17
0.40	2	6.40	16
0.50	2	6.50	16
0.60	2	6.60	16
0.70	2	6.70	13
0.80	1	6.80	12
0.90	1	6.90	14
1.00	3	7.00	17
1.10	3	7.10	14
1.20	2	7.20	19
1.30	3	7.30	21
1.40	2	7.40	33
1.50	3	7.50	27
1.60	2	7.60	24
1.70	3	7.70	32
1.80	2	7.80	44
1.90	2	7.90	42
2.00	3	8.00	47
2.10	3	8.10	62
2.20	3	8.20	54
2.30	2	8.30	40
2.40	3	8.40	52
2.50	3	8.50	44
2.60	3	8.60	40
2.70	3	8.70	44
2.80	3	8.80	32
2.90	3	8.90	31
3.00	4	9.00	34
3.10	3	9.10	33
3.20	4	9.20	30
3.30	5	9.30	30
3.40	6		
3.50	6		
3.60	6		
3.70	10		
3.80	14		
3.90	13		
4.00	10		
4.10	10		
4.20	10		
4.30	9		
4.40	11		
4.50	10		
4.60	10		
4.70	12		
4.80	12		
4.90	12		
5.00	11		
5.10	12		
5.20	11		
5.30	11		
5.40	11		
5.50	11		
5.60	12		
5.70	14		
5.80	14		
5.90	13		
6.00	14		

- ▽ 509.00m
- ▽ 508.00m
- ▽ 507.00m
- ▽ 506.00m
- ▽ 505.00m
- ▽ 504.00m
- ▽ 503.00m
- ▽ 502.00m
- ▽ 501.00m
- ▽ 500.00m

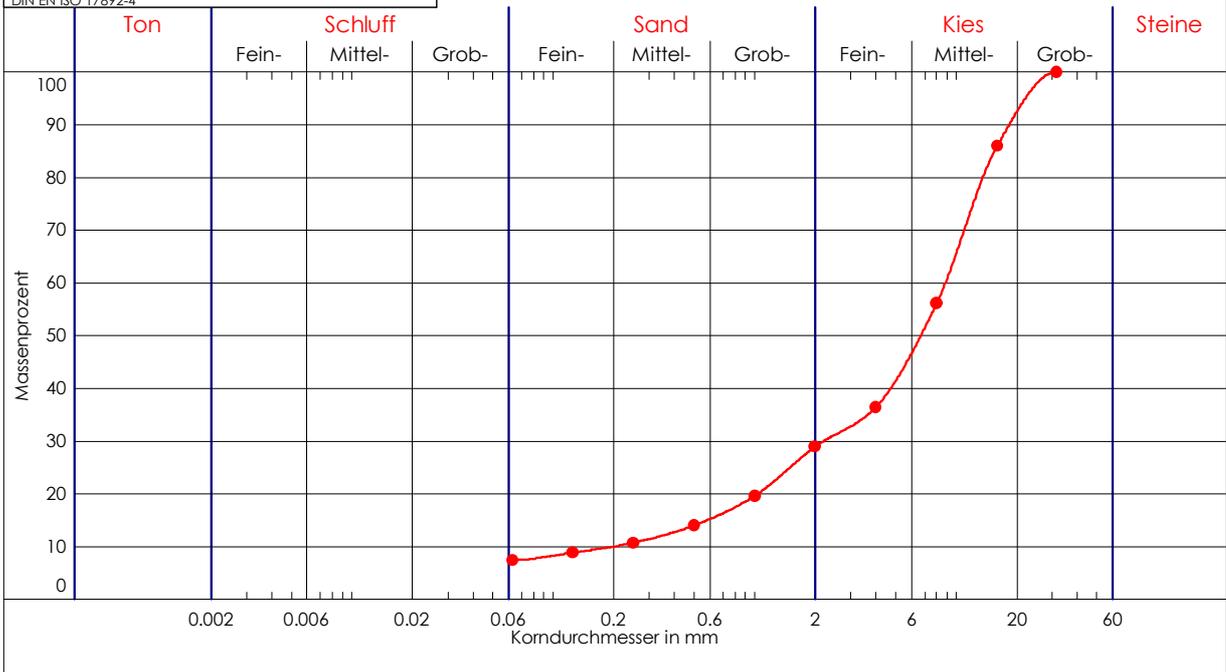


GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.1
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 03.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



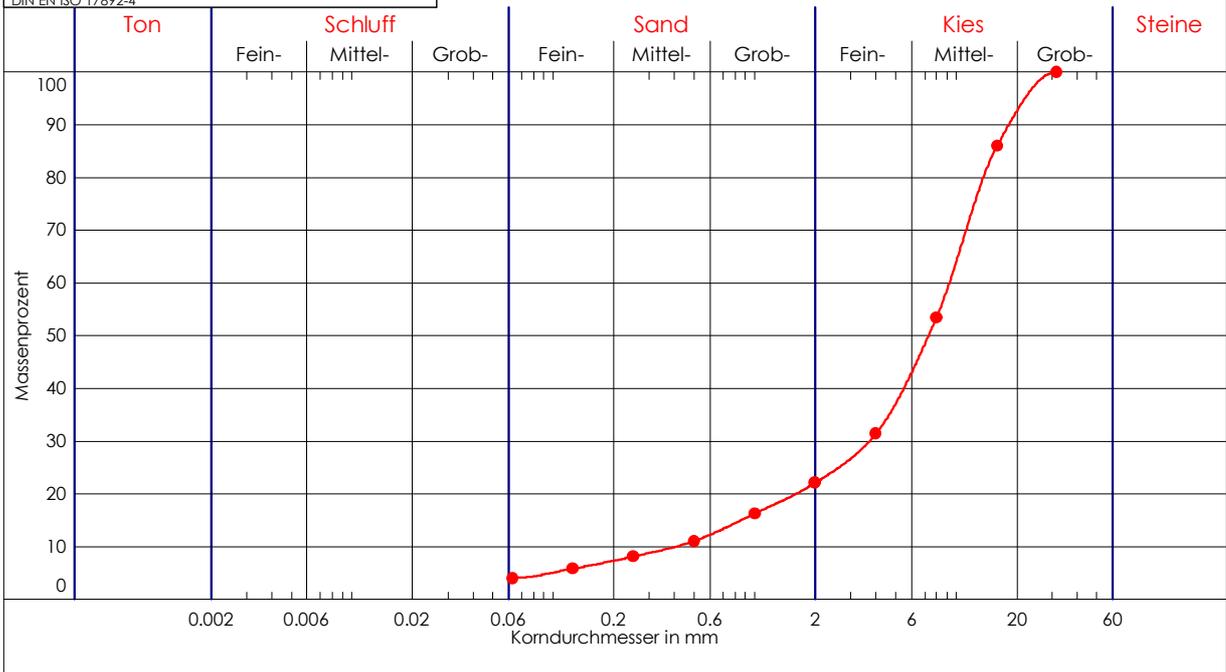
Entnahmestelle	B 10			
Entnahmetiefe	1,0 - 2,0			
Labornummer	—●— B 10 / 2,0			
Ungleichförm. U	17,6			
Krümmungszahl	2,8			
d10 / d60	0,563/9,878 mm			
Anteil < 0,063 mm	3,7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0,0/3,7/16,8/79,5 %			
Bodenart	mG,fg,gs',gg'			
Bodengruppe	GW			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	3,1E-03 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0,063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	7,3E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0,02)			
Frostempfindl.klasse	F1			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 03.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



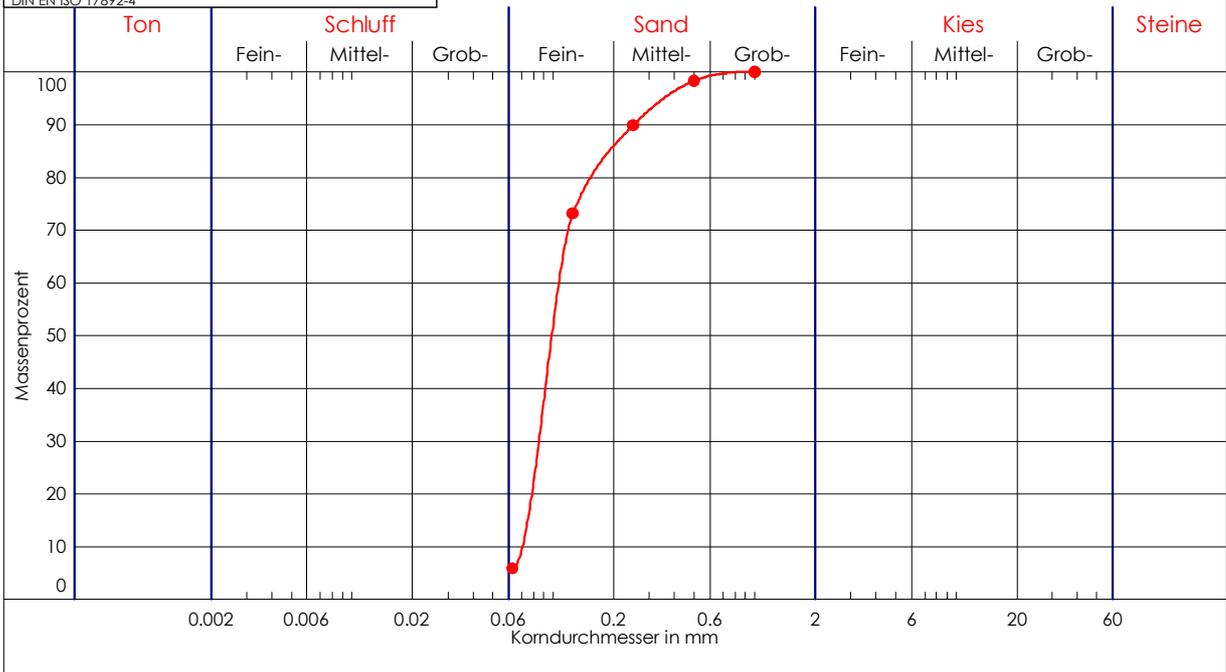
Entnahmestelle	B 10			
Entnahmetiefe	3,0 - 4,0			
Labornummer	—●— B 10 / 4,0			
Ungleichförm. U	44.7			
Krümmungszahl	2.8			
d10 / d60	0.198/8.856 mm			
Anteil < 0.063 mm	7.5 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.5/21.5/71.0 %			
Bodenart	mG,fg,gs',gg',u',ms'			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	3.6E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.3
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 03.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



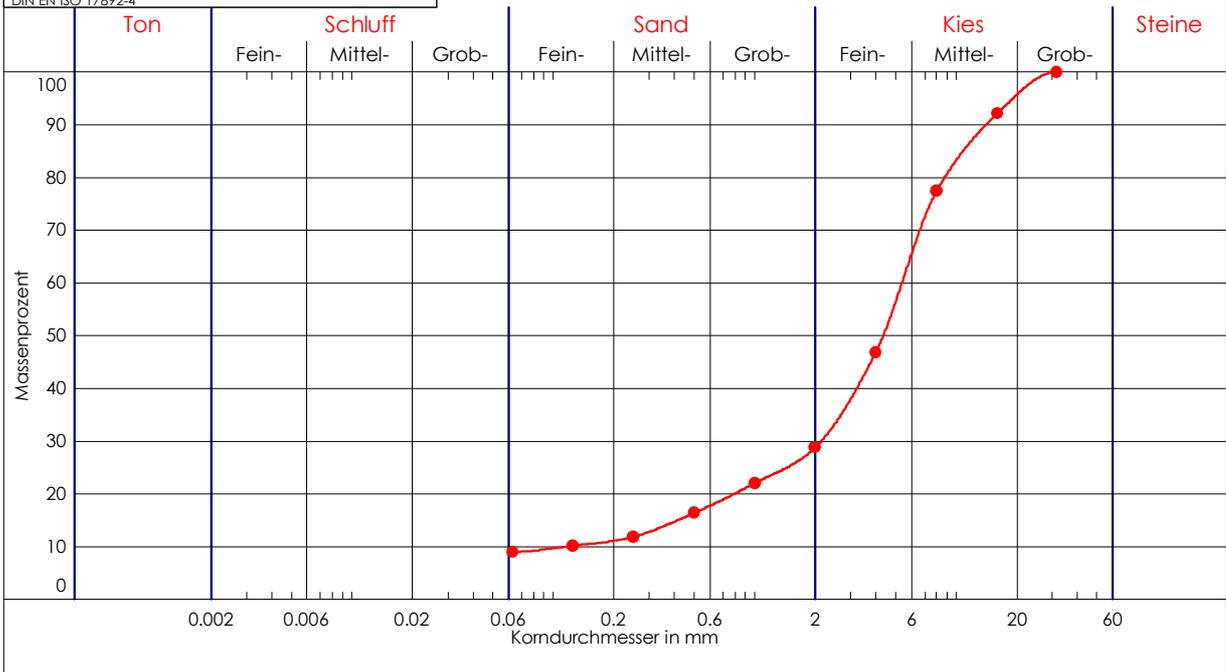
Entnahmestelle	B 11			
Entnahmetiefe	1,5 - 2,0			
Labornummer	—●— B 11 / 2,0			
Ungleichförm. U	22.8			
Krümmungszahl	3.7			
d10 / d60	0.407/9.263 mm			
Anteil < 0.063 mm	4.1 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/4.1/18.0/77.9 %			
Bodenart	mG,fg,gs',gg',ms'			
Bodengruppe	GI			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	1.5E-03 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	6.6E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F1			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.4
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 04.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



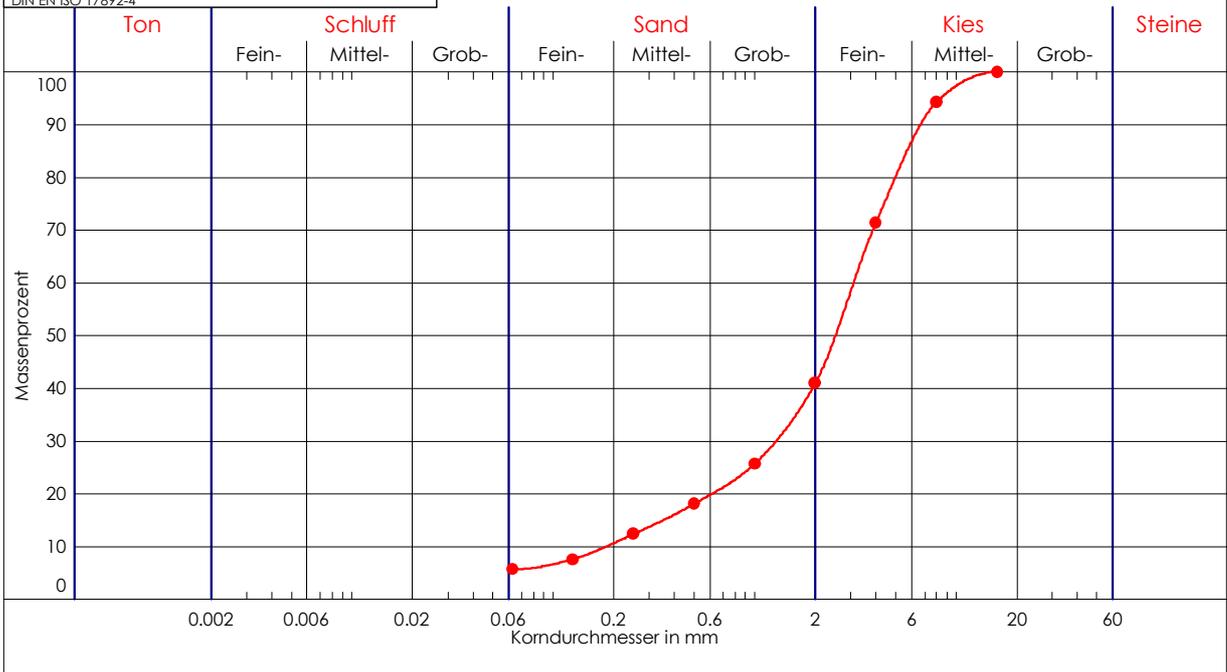
Entnahmestelle	B 11			
Entnahmetiefe	3,5 - 4,1			
Labornummer	—●— B 11 / 4,1			
Ungleichförm. U	1.5			
Krümmungszahl	1.0			
d10 / d60	0.070/0.107 mm			
Anteil < 0.063 mm	5.9 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/5.9/94.1/0.0 %			
Bodenart	fS,ms',u'			
Bodengruppe	SU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	6.7E-05 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	5.8E-05 m/s			
kf nach Seiler	-			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F1			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.5
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 04.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



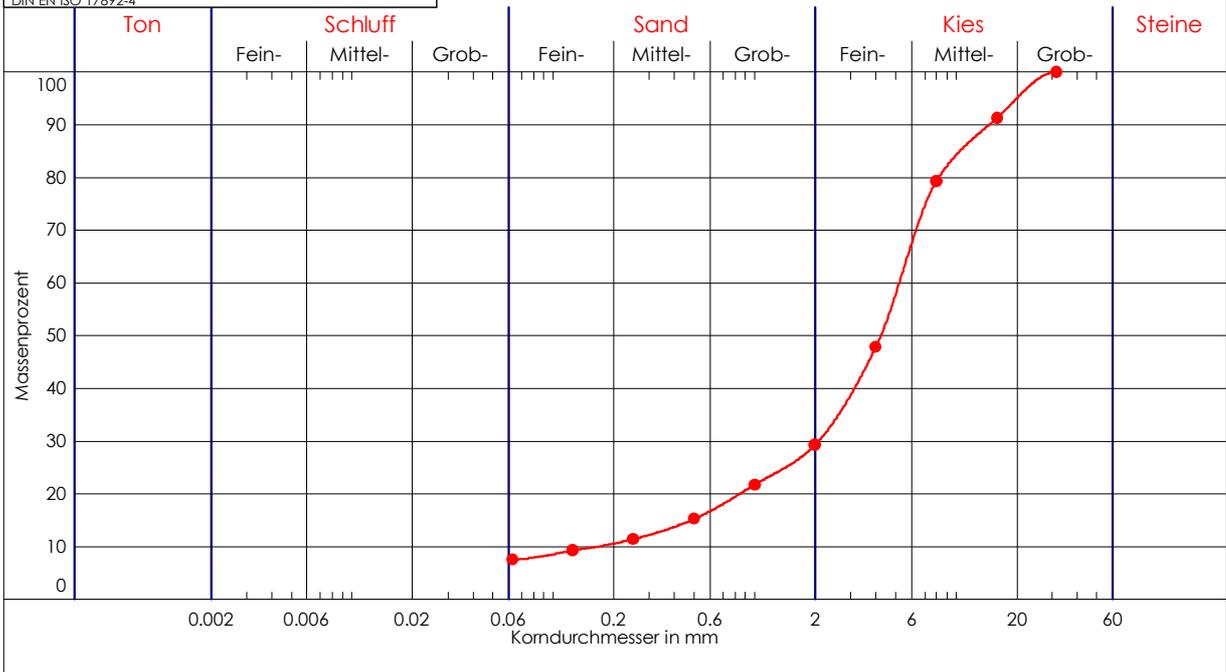
Entnahmestelle	B 13			
Entnahmetiefe	12,0 - 13,0			
Labornummer	—●— B 13 / 13,0			
Ungleichförm. U	46.7			
Krümmungszahl	7.4			
d10 / d60	0.115/5.386 mm			
Anteil < 0.063 mm	9.0 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/9.0/19.8/71.2 %			
Bodenart	fG,mg,gs',u',ms'			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	3.5E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.6
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 04.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



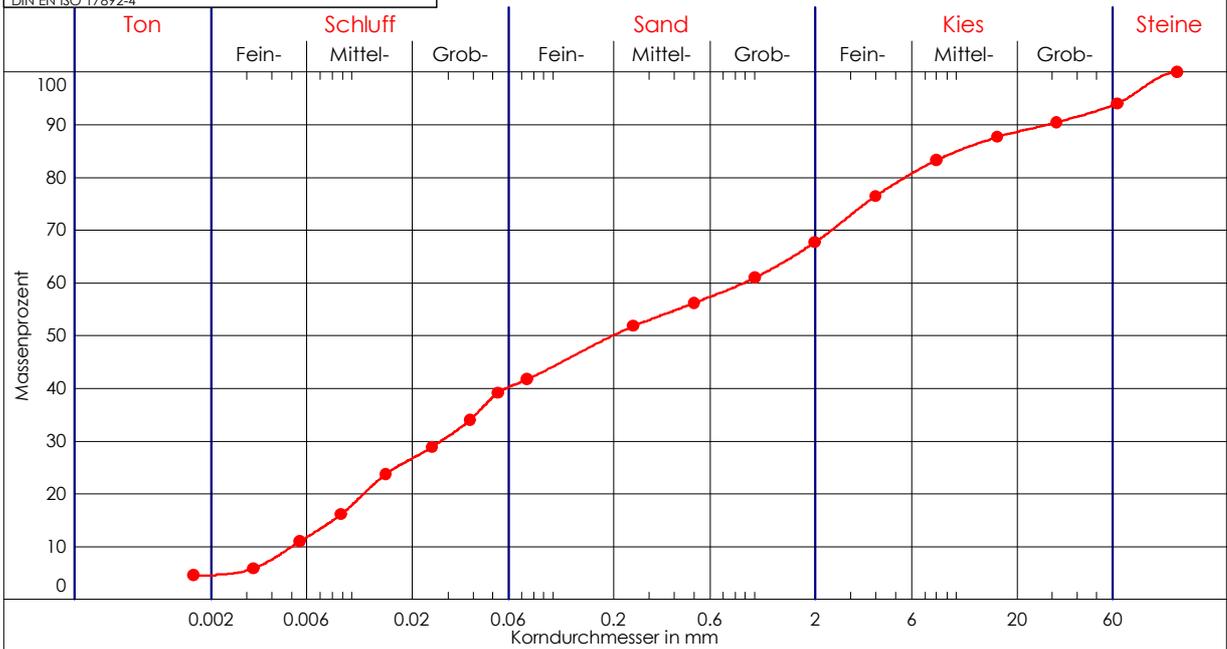
Entnahmestelle	B 14			
Entnahmetiefe	1,0 - 2,0			
Labornummer	—●— B 14 / 2,0			
Ungleichförm. U	17,0			
Krümmungszahl	2,9			
d10 / d60	0.183/3.098 mm			
Anteil < 0.063 mm	5.7 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/5.7/35.2/59.0 %			
Bodenart	fG,gs,mg',ms',u'			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	3.2E-04 m/s			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	1.9E-04 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.7
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 07.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



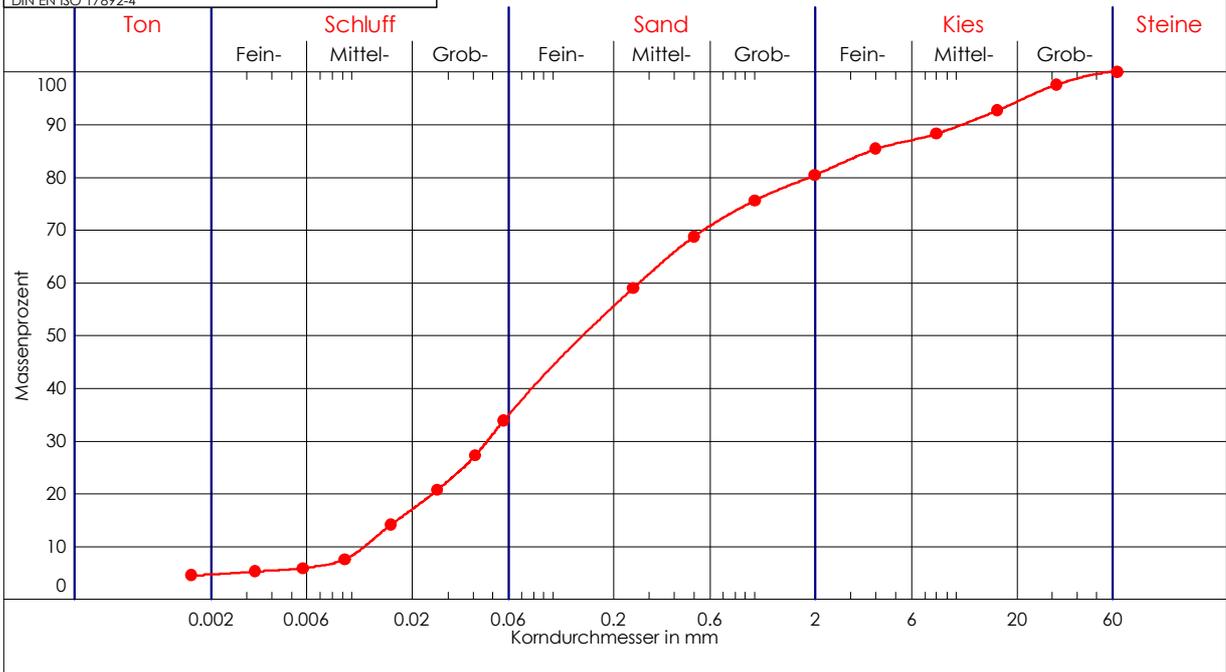
Entnahmestelle	B 16			
Entnahmetiefe	12,8 - 13,5			
Labornummer	—●— B 16 / 13,5			
Ungleichförm. U	31.6			
Krümmungszahl	5.0			
d10 / d60	0.165/5.223 mm			
Anteil < 0.063 mm	7.6 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.6/21.7/70.7 %			
Bodenart	fG,mg,gs',u',ms'			
Bodengruppe	GU			
Bodenklasse	3			
kf nach Beyer	- (Cu > 30)			
kf nach Kaubisch	- (0.063 ≤ 10%)			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	2.3E-03 m/s			
kf nach USBR	- (d10 > 0.02)			
Frostempfindl.klasse	F2			

GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.8
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 07.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



Entnahmestelle	B 18			
Entnahmetiefe	6,0 - 6,5 m			
Labornummer	—●— B 18 / 6,5			
Ungleichförm. U	175,9			
Krümmungszahl	0,2			
d ₁₀ / d ₆₀	0,005/0,886 mm			
Anteil < 0,063 mm	40,6 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	4,6/36,0/27,2/26,3/6,0 %			
Bodenart	U _{s,g,x'}			
Bodengruppe	U			
Bodenklasse	4			
k _f nach Beyer	- (C _u > 30)			
k _f nach Kaubisch	2,3E-08 m/s			
k _f nach Hazen	- (C _u > 5)			
k _f nach Seiler	-			
k _f nach USBR	1,2E-07 m/s			
Frostempfindl.klasse	F3			

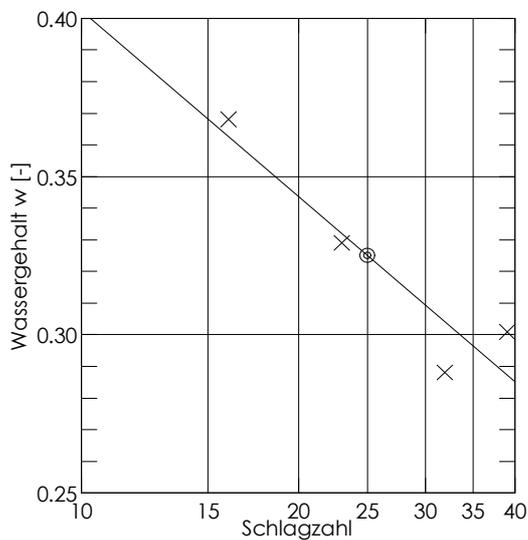
GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage: 5.9
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum : 07.12.2020
Kornverteilung DIN EN ISO 17892-4	



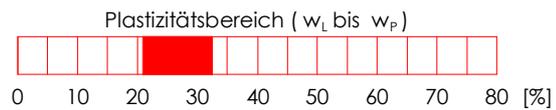
Entnahmestelle	BS 2			
Entnahmetiefe	1,0 - 2,0 m			
Labornummer	—●— BS 3 / 2,0			
Ungleichförm. U	23.1			
Krümmungszahl	0.7			
d10 / d60	0.012/0.267 mm			
Anteil < 0.063 mm	35.9 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	4.7/31.2/44.5/19.5 %			
Bodenart	fS,ū,g.ms.gs'			
Bodengruppe	Sū			
Bodenklasse	4			
kf nach Beyer	8.1E-07 m/s			
kf nach Kaubisch	5.5E-08 m/s			
kf nach Hazen	- (Cu > 5)			
kf nach Seiler	1.2E-06 m/s			
kf nach USBR	7.5E-07 m/s			
Frostempfindl.klasse	F3			

GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.1		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 14.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K1		
	Tiefe	: 10,0-10,3		
	Bodengruppe	: TL		
Entnahmestelle : B 10	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 20.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	16	23	32	39				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	137.55	124.88	134.22	142.23	128.63	132.58	123.01	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	123.38	115.01	123.01	129.66	120.95	125.01	116.13	
Behälter m_b [g]	84.84	85.03	84.13	87.86	85.37	84.59	85.43	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	14.17	9.87	11.21	12.57	7.68	7.57	6.88	
Trockene Probe m_t [g]	38.54	29.98	38.88	41.80	35.58	40.42	30.70	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.368	0.329	0.288	0.301	0.216	0.187	0.224	0.209



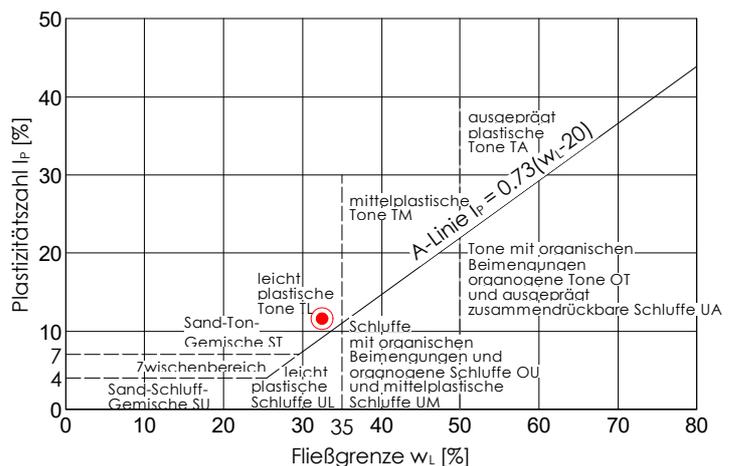
Wassergehalt $w_N = 0.198$
 Fließgrenze $w_L = 0.325$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.209$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.116$

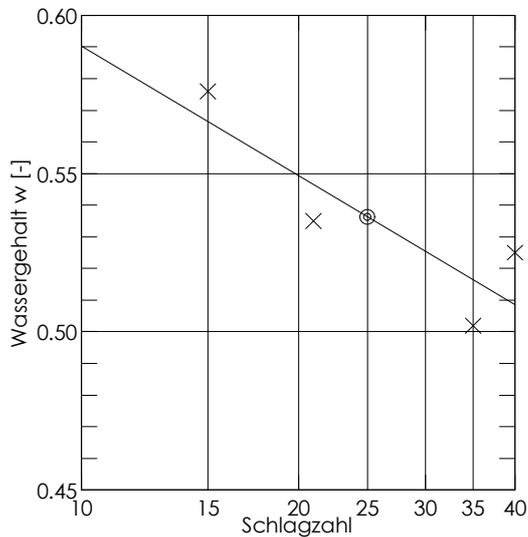
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.095$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.095$

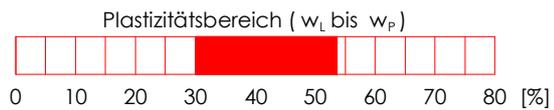


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.2
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 14.12.2020
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K2
	Tiefe	: 1,4-2,1
	Bodengruppe	: OT
Entnahmestelle : B 12	Art der Entrn.	: gestört
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 18.11.2020

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	40	35	21	15				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	165.32	164.77	166.13	166.32	118.36	117.91	118.78	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	137.02	137.63	137.31	136.01	110.04	109.87	110.03	
Behälter m_b [g]	83.08	83.53	83.41	83.43	81.37	80.21	84.43	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	28.30	27.14	28.82	30.31	8.32	8.04	8.75	
Trockene Probe m_t [g]	53.94	54.10	53.90	52.58	28.67	29.66	25.60	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.525	0.502	0.535	0.576	0.290	0.271	0.342	0.301



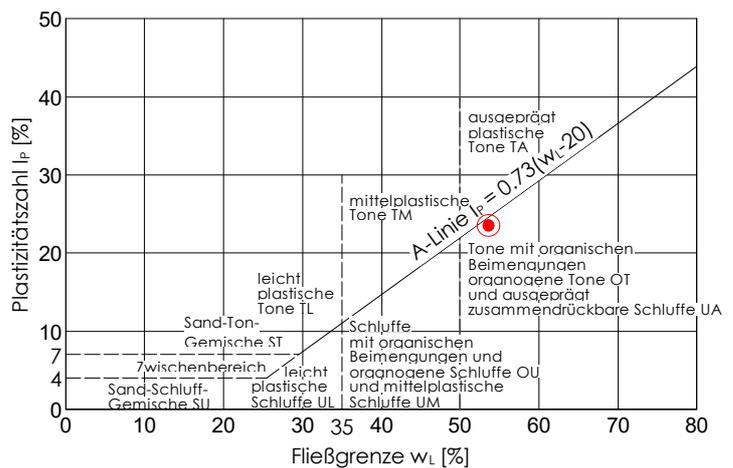
Wassergehalt $w_N = 0.352$
 Fließgrenze $w_L = 0.536$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.301$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.235$

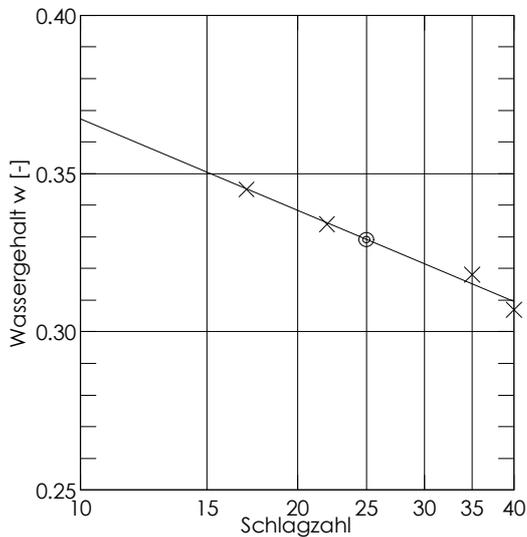
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.217$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.783$

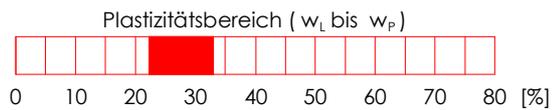


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.3		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 14.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K3		
	Tiefe	: 4,8-5,0		
	Bodengruppe	: TL		
Entnahmestelle : B 12	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 19.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	40	35	22	17				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	153.00	154.83	156.63	166.61	113.37	116.84	115.71	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	136.77	137.61	138.31	145.31	108.01	110.72	109.81	
Behälter m_b [g]	83.83	83.44	83.50	83.52	83.53	83.36	83.77	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	16.23	17.22	18.32	21.30	5.36	6.12	5.90	
Trockene Probe m_t [g]	52.94	54.17	54.81	61.79	24.48	27.36	26.04	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.307	0.318	0.334	0.345	0.219	0.224	0.227	0.223



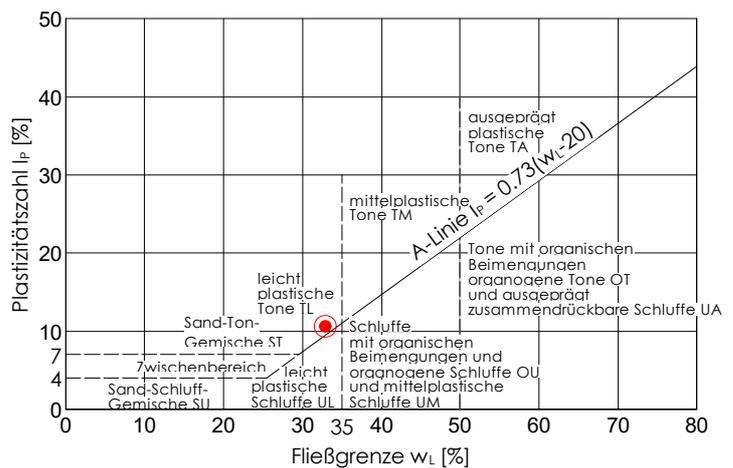
Wassergehalt $w_N = 0.211$
 Fließgrenze $w_L = 0.329$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.223$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.106$

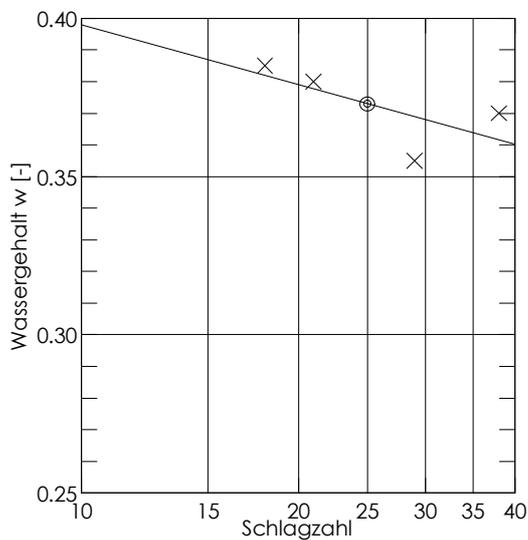
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.113$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.113$

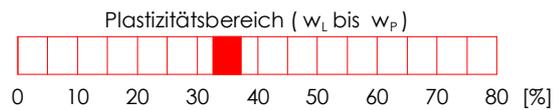


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.5		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 14.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K5		
	Tiefe	: 1,5-1,8		
	Bodengruppe	: OU		
Entnahmestelle : B 13	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 19.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	38	29	18	21				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	172.21	182.15	190.45	164.63	114.22	113.98	121.98	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	148.22	156.25	161.51	143.21	106.21	106.87	114.01	
Behälter m_b [g]	83.41	83.24	86.42	86.83	85.51	85.42	83.25	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	23.99	25.90	28.94	21.42	8.01	7.11	7.97	
Trockene Probe m_t [g]	64.81	73.01	75.09	56.38	20.70	21.45	30.76	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.370	0.355	0.385	0.380	0.387	0.331	0.259	0.326



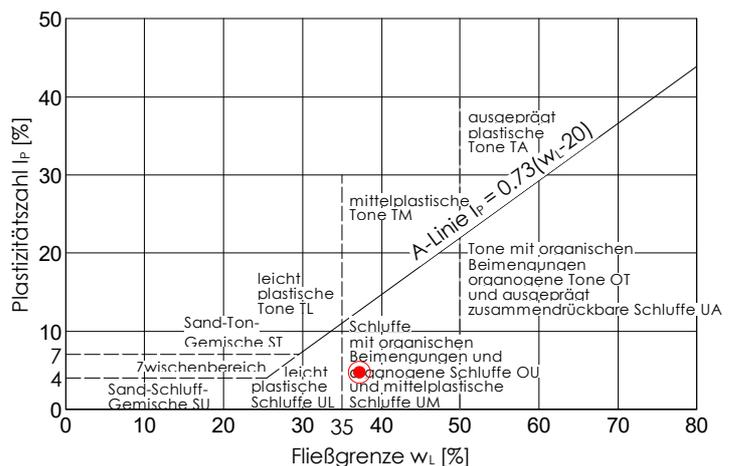
Wassergehalt $w_N = 0.328$
 Fließgrenze $w_L = 0.373$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.326$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.047$

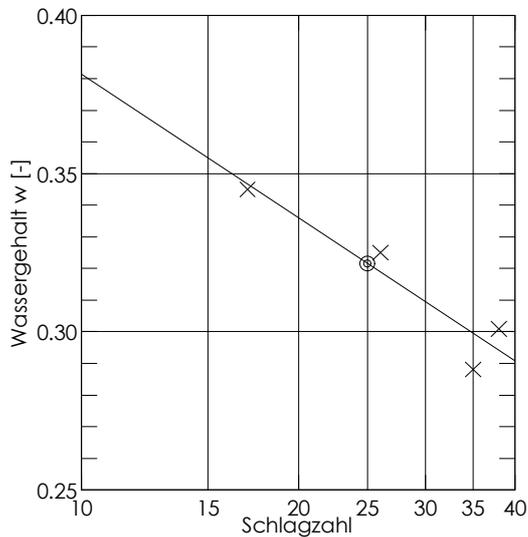
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.043$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.957$

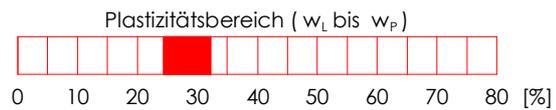


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.7		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 15.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K7		
	Tiefe	: 5,5-6,0		
	Bodengruppe	: UL		
Entnahmestelle : B 14	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 19.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	35	26	17	38				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	200.17	242.31	219.22	177.77	159.22	138.46	147.91	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	181.18	213.05	192.91	161.21	150.26	132.11	141.01	
Behälter m_b [g]	115.15	122.91	116.56	106.12	120.44	103.12	108.21	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	18.99	29.26	26.31	16.56	8.96	6.35	6.90	
Trockene Probe m_t [g]	66.03	90.14	76.35	55.09	29.82	28.99	32.80	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.288	0.325	0.345	0.301	0.300	0.219	0.210	0.243



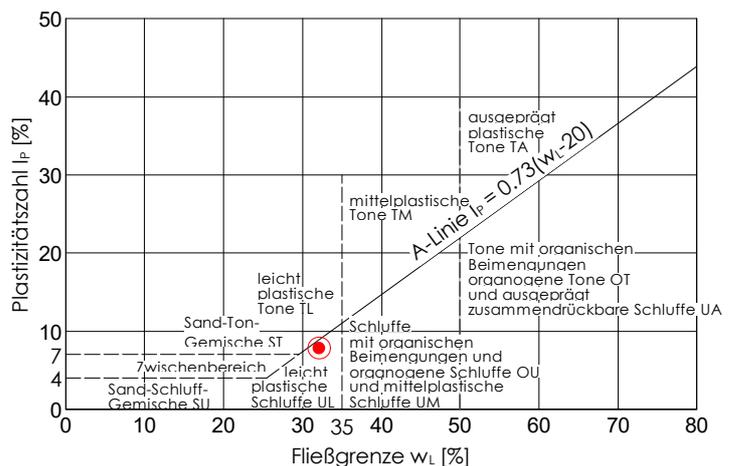
Wassergehalt $w_N = 0.242$
 Fließgrenze $w_L = 0.321$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.243$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.078$

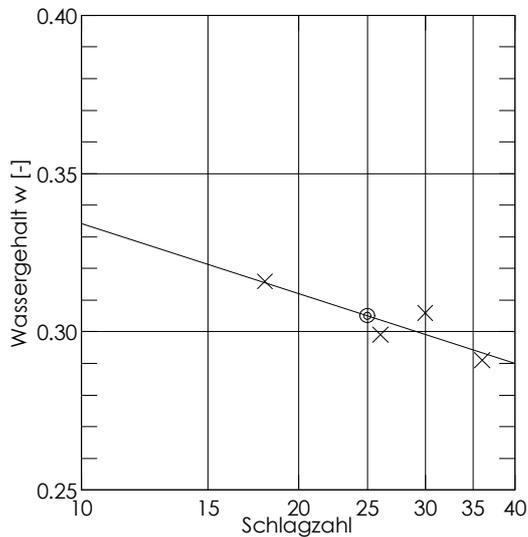
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.013$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.013$

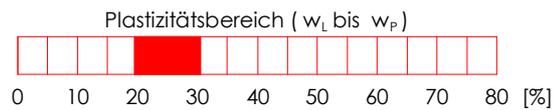


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.8		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 15.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K8		
	Tiefe	: 9,5-10,0		
	Bodengruppe	: TL		
Entnahmestelle : B 14	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 19.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	36	30	26	18				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	202.30	165.18	157.12	181.81	119.77	116.44	117.57	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	180.66	146.03	140.14	159.13	113.98	110.92	111.99	
Behälter m_b [g]	106.22	83.52	83.43	87.45	83.83	83.23	83.12	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	21.64	19.15	16.98	22.68	5.79	5.52	5.58	
Trockene Probe m_t [g]	74.44	62.51	56.71	71.68	30.15	27.69	28.87	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.291	0.306	0.299	0.316	0.192	0.199	0.193	0.195



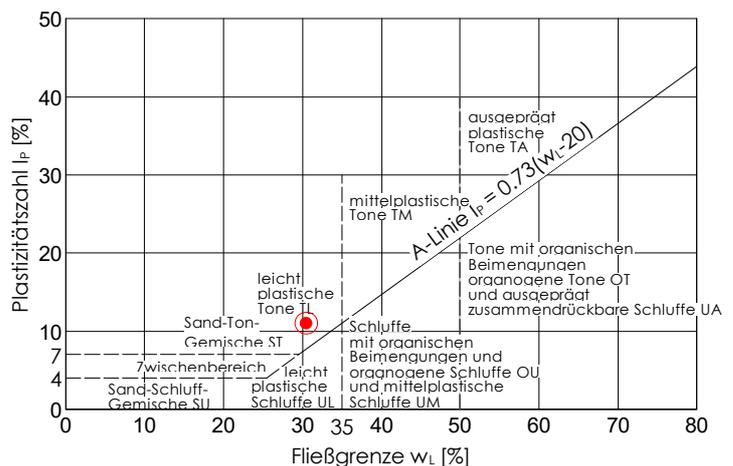
Wassergehalt $w_N = 0.165$
 Fließgrenze $w_L = 0.305$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.195$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.110$

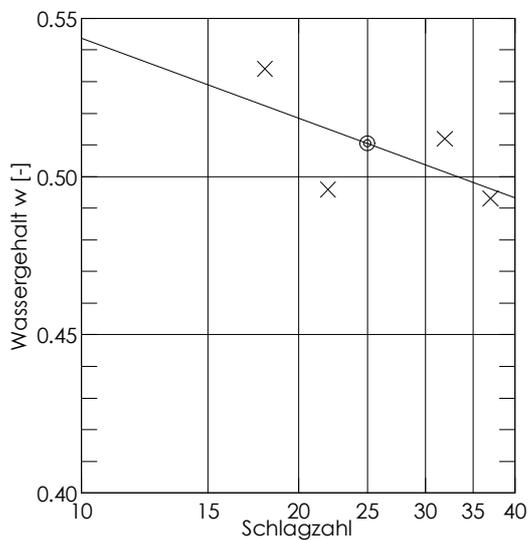
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.273$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.273$

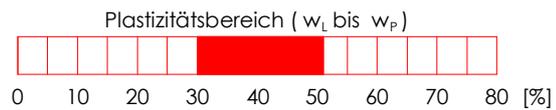


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.9		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 15.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K9		
	Tiefe	: 3,0 - 3,5 m		
	Bodengruppe	: OT		
Entnahmestelle : B 15	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Kralin	Entrn. am	: 21.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	37	32	22	18				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	158.84	165.24	165.54	175.85	115.03	116.01	115.30	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	134.24	137.84	138.49	144.10	107.58	108.91	108.18	
Behälter m_b [g]	84.30	84.34	83.96	84.65	84.10	84.27	83.94	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	24.60	27.40	27.05	31.75	7.45	7.10	7.12	
Trockene Probe m_t [g]	49.94	53.50	54.53	59.45	23.48	24.64	24.24	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.493	0.512	0.496	0.534	0.317	0.288	0.294	0.300



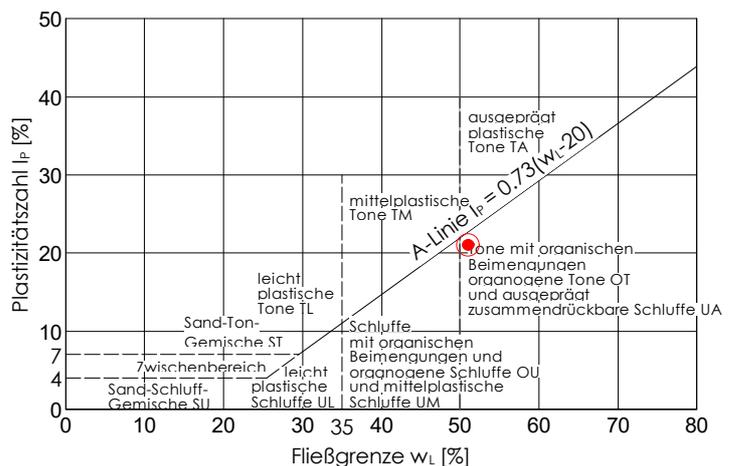
Wassergehalt $w_N = 0.310$
 Fließgrenze $w_L = 0.510$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.300$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.210$

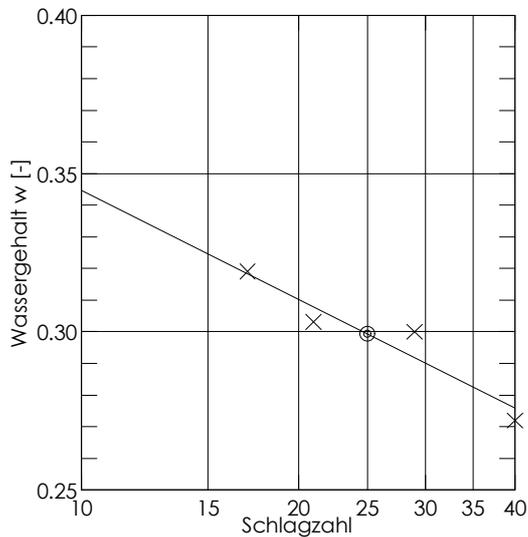
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.048$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.952$

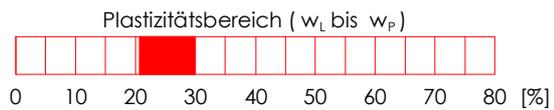


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld	
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965	
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.10	
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 15.12.2020	
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K10	
	Tiefe	: 4,5 - 4,8 m	
	Bodengruppe	: ST - TL	
Entnahmestelle	: B15	Art der Entrn.	: ungestört
Ausgef. durch	: Seebauer	Entrn. am	: 21.11.2020

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	40	29	21	17				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	177.55	168.53	175.48	231.98	113.41	111.03	112.48	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	157.44	149.00	154.22	196.03	108.22	106.29	107.57	
Behälter m_b [g]	83.53	83.93	84.07	83.51	83.32	83.17	83.94	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	20.11	19.53	21.26	35.95	5.19	4.74	4.91	
Trockene Probe m_t [g]	73.91	65.07	70.15	112.52	24.90	23.12	23.63	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.272	0.300	0.303	0.319	0.208	0.205	0.208	0.207



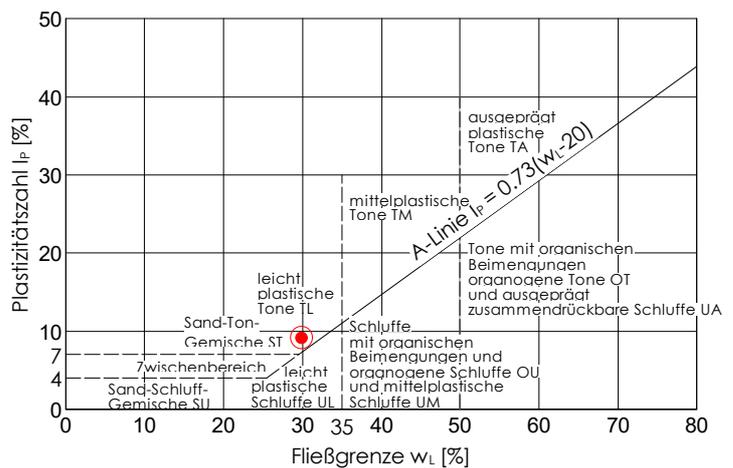
Wassergehalt $w_N = 0.185$
 Fließgrenze $w_L = 0.299$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.207$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.092$

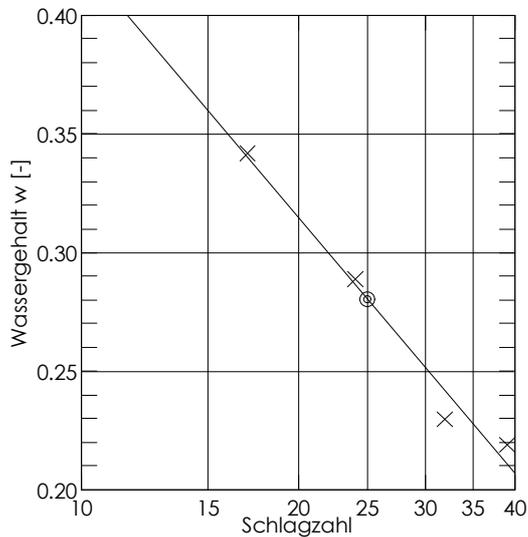
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.239$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.239$

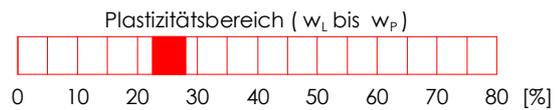


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.14		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 09.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K14		
	Tiefe	: 3,5-4,5		
	Bodengruppe	: UL		
Entnahmestelle : B 17	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 23.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	17	24	32	39				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	135.26	142.77	132.84	140.23	125.66	136.22	127.62	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	122.03	130.01	124.07	130.51	117.45	128.77	119.33	
Behälter m_b [g]	83.33	85.89	85.91	86.21	85.75	83.96	85.99	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	13.23	12.76	8.77	9.72	8.21	7.45	8.29	
Trockene Probe m_t [g]	38.70	44.12	38.16	44.30	31.70	44.81	33.34	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.342	0.289	0.230	0.219	0.259	0.166	0.249	0.225



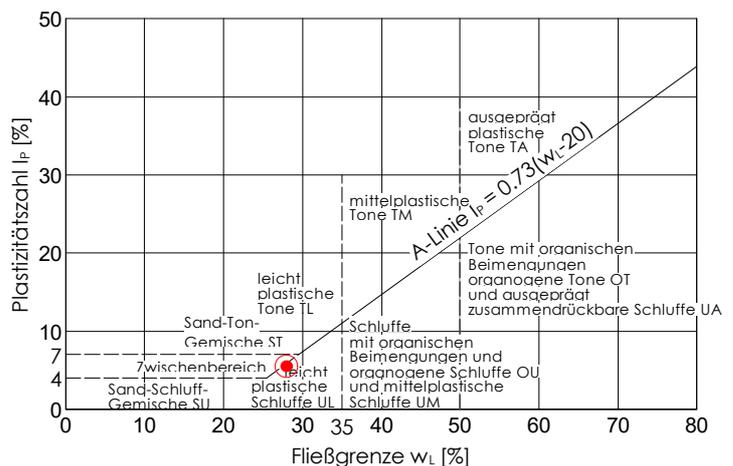
Wassergehalt $w_N = 0.243$
 Fließgrenze $w_L = 0.280$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.225$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.055$

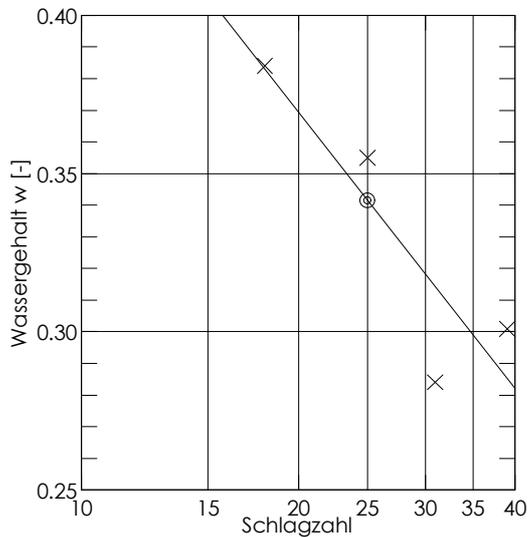
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.327$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.673$

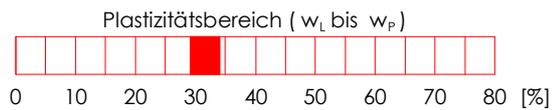


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld						
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965						
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.15						
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 10.12.2020						
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K15						
	Tiefe	: 7,0-8,0						
	Bodengruppe	: UL						
Entnahmestelle : B 17	Art der Entrn.	: gestört						
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 23.11.2020						

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	39	25	31	18				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	135.43	131.64	133.28	135.59	132.88	127.96	132.01	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	116.67	111.37	115.74	112.99	111.01	113.88	116.44	
Behälter m_b [g]	54.33	54.33	53.89	54.14	54.87	54.30	53.99	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	18.76	20.27	17.54	22.60	21.87	14.08	15.57	
Trockene Probe m_t [g]	62.34	57.04	61.85	58.85	56.14	59.58	62.45	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.301	0.355	0.284	0.384	0.390	0.236	0.249	0.292



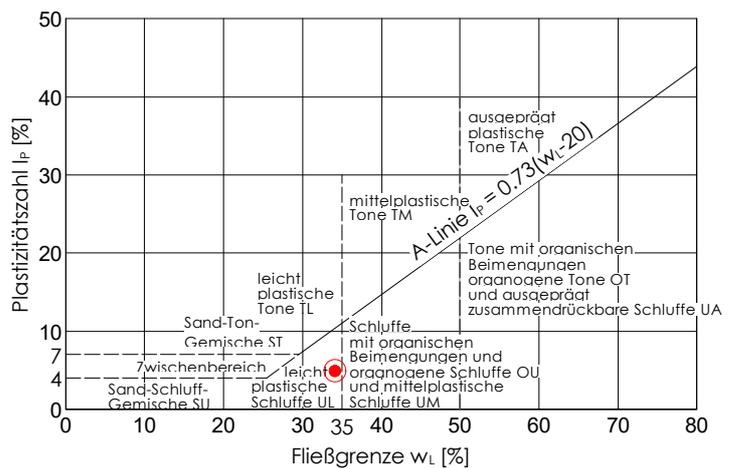
Wassergehalt $w_N = 0.283$
 Fließgrenze $w_L = 0.341$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.292$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.049$

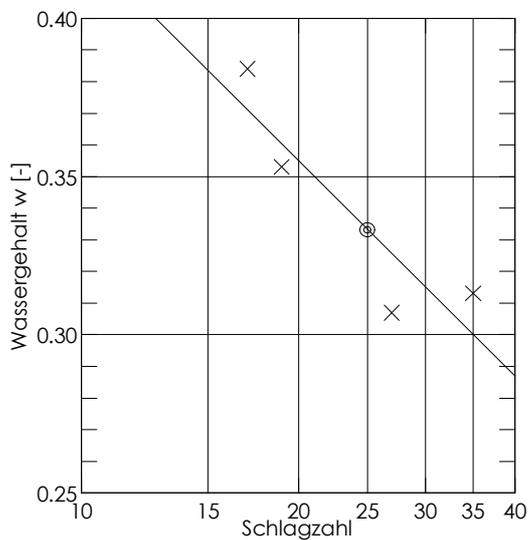
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.184$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.184$

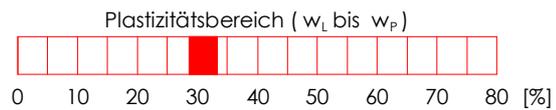


GHB Consult GmbH	Projekt	: Markt Schwaben, Einbergfeld		
N. Kampik, Dipl. Geol.	Projektnr.	: 200965		
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage	: 6.17		
Tel: 08151 / 656 88 - 0	Datum	: 10.12.2020		
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer	: K17		
	Tiefe	: 4,0-4,5		
	Bodengruppe	: UL		
Entnahmestelle : B 18	Art der Entrn.	: gestört		
Ausgef. durch : Seebauer	Entrn. am	: 23.11.2020		

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Zahl der Schläge	35	27	19	17				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	164.71	147.31	168.99	196.03	117.43	115.41	113.09	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	145.32	132.51	146.73	164.92	109.91	108.12	106.62	
Behälter m_b [g]	83.39	84.31	83.59	83.81	83.21	83.55	83.51	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	19.39	14.80	22.26	31.11	7.52	7.29	6.47	
Trockene Probe m_t [g]	61.93	48.20	63.14	81.11	26.70	24.57	23.11	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]	0.313	0.307	0.353	0.384	0.282	0.297	0.280	0.286



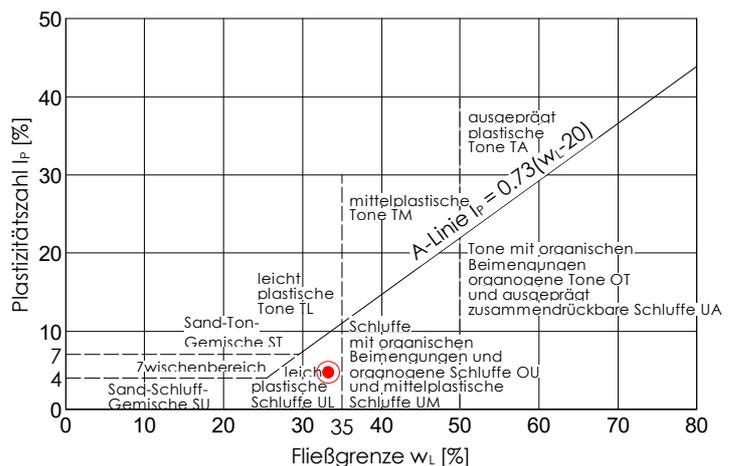
Wassergehalt $w_N = 0.281$
 Fließgrenze $w_L = 0.333$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.286$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.047$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.106$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.106$



Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung nach DIN 18 121

Projekt: HRB Einbergfeld

AZ: 200965

AG: Markt Schwaben

Datum: 08.12.2020

Bearbeiter: Kralin

Anlage: 7

Entnahmestelle		B 10	B 11	B15	B15
Entnahmetiefe	(m)	12,5 - 12,8 m	0,8 - 1,0 m	3 - 3,5 m	4,5 - 4,8 m
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$	(g)	737,80	692,50	3136,70	357,13
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B	(g)	651,09	581,75	2626,30	314,93
Behälter m_B	(g)	83,41	86,22	980,10	86,87
Wasser m_W	(g)	86,71	110,75	510,40	42,20
Trockene Probe m_d	(g)	567,68	495,53	1646,20	228,06
Wassergehalt w	(%)	15,27	22,35	31,00	18,50

Entnahmestelle		BS 1	BS 1	BS 2	BS 2
Entnahmetiefe	(m)	0,6 - 2,0 m	3,8 - 4,8 m	1,5 - 2,0 m	3,0 - 4,0 m
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$	(g)	693,15	784,10	539,67	642,90
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B	(g)	578,21	692,06	458,32	583,09
Behälter m_B	(g)	83,41	84,39	82,98	86,87
Wasser m_W	(g)	114,94	92,04	81,35	59,81
Trockene Probe m_d	(g)	494,80	607,67	375,34	496,22
Wassergehalt w	(%)	23,23	15,15	21,67	12,05

Entnahmestelle		BS 3	BS 3	GWM 1	GWM 2
Entnahmetiefe	(m)	1,0 - 2,0 m	7,0 - 7,5 m	2,7-2,9 m	2,0 - 2,5 m
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$	(g)	598,62	553,60	629,76	784,53
Trockene Probe + Behälter m_d+m_B	(g)	533,65	509,39	530,16	604,07
Behälter m_B	(g)	83,41	83,41	85,03	83,63
Wasser m_W	(g)	64,97	44,21	99,60	180,46
Trockene Probe m_d	(g)	450,24	425,98	445,13	520,44
Wassergehalt w	(%)	14,43	10,38	22,38	34,67

Projekt:	Markt Schwaben - HRB Einbergfeld	Anlage: 8.1
AZ:	200965	

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter: Seebauer	Datum: 14.12.2020
----------------------	-------------------

Versuch:

Probe	B11 / 0,8 - 1,0 m
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	180,34
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	176,22
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3
Masse des Behälters [g]	51,82
Massenverlust [g]	4,12
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	128,52
Glühverlust Vgl [%]	3,21

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	3,21%
Bodenart nach DIN 4022	U, s*, o'
Bodengruppe nach DIN 18196	UL - SU_
Beimengungen	-
Kalkgehalt	-
Natürl. Wassergehalt [%]	22,35%

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

Projekt: Markt Schwaben - HRB Einbergfeld
AZ: 200965

Anlage: 8.2

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter: Seebauer

Datum: 14.12.2020

Versuch:

Probe	B12 / 1,4 - 2,1 m
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	153,32
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	147,12
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3
Masse des Behälters [g]	52,23
Massenverlust [g]	6,20
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	101,09
Glühverlust Vgl [%]	6,13

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	6,13%
Bodenart nach DIN 4022	T, u, s'', o*
Bodengruppe nach DIN 18196	OT
Beimengungen	-
Kalkgehalt	-
Natürl. Wassergehalt [%]	35,20%

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

Projekt:	Markt Schwaben - HRB Einbergfeld	Anlage: 8.3
AZ:	200965	

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter: Seebauer	Datum: 16.12.2020
----------------------	-------------------

Versuch:

Probe	B13 / 1,5 - 1,8 m
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	122,43
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	119,51
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3
Masse des Behälters [g]	57,19
Massenverlust [g]	2,92
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	65,24
Glühverlust Vgl [%]	4,48

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	4,48%
Bodenart nach DIN 4022	U, fs, o
Bodengruppe nach DIN 18196	OU
Beimengungen	-
Kalkgehalt	-
Natürl. Wassergehalt [%]	32,81%

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

Projekt:	Markt Schwaben - HRB Einbergfeld	Anlage:
AZ:	200965	

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter:	Seebauer	Datum: 16.12.2020
--------------------	----------	--------------------------

Versuch:

Probe	B15 / 3 - 3,5 m
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	148,14
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	143,09
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3
Masse des Behälters [g]	51,16
Massenverlust [g]	5,05
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	96,98
Glühverlust Vgl [%]	5,21

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	5,21%
Bodenart nach DIN 4022	T, u*, g", o*
Bodengruppe nach DIN 18196	OU
Beimengungen	-
Kalkgehalt	-
Natürl. Wassergehalt [%]	31,02%

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

Projekt:	Markt Schwaben - HRB Einbergfeld	Anlage: 8.5
AZ:	200965	

Bestimmung des Glühverlust nach DIN 18128 - GL

Bearbeiter:	Seebauer	Datum: 16.12.2020
--------------------	----------	--------------------------

Versuch:

Probe	B17 / 1,1 - 1,5 m
Masse der ungeglühten, getrockneten Probe [g]	222,13
Masse der geglühten Probe mit Behälter [g]	216,03
Glühzeit bei 600 °C [Std.]	3
Masse des Behälters [g]	83,83
Massenverlust [g]	6,10
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen [g]	138,30
Glühverlust Vgl [%]	4,41

Ergebnis:

Glühverlust Vgl [%]	4,41%
Bodenart nach DIN 4022	U, fg*, s, o*
Bodengruppe nach DIN 18196	OU
Beimengungen	-
Kalkgehalt	-
Natürl. Wassergehalt [%]	31,04%

Bemerkung:

Nichtbindige Böden > 3 % und bindige Böden > 5 % Glühverlust sind als organische Böden einzustufen. Böden mit organischen Beimengungen von > 20 % sind als hochorganische Böden einzustufen (DIN 1054 : 2003-01 / Abschn. 5.2.4)

Bestimmung der Dichte des Bodens nach DIN 18125-1 (LA)

Projekt: HRB Einbergfeld, Markt Schwaben

Anlage: 9.1

AG: Markt Schwaben

Datum: 08.12.2020

Bearbeiter: Kralin

AZ: 200965

Entnahmestelle			GWM 1 / 4,0 – 4,3 m	GWM 2 / 5,0 – 5,1 m
Bodenart			U, g, s, t'	U, s', g', t''
Feuchte Probe + Zylinder	m+m _z	(g)	1801,2	1898,4
Zylinder	m _z	(g)	475,4	475,4
Feuchte Probe	m	(g)	1325,8	1423,0
Länge des Zylinders	l	(cm)	12,0	12,0
	l ₁	(mm)	120	120
	l ₂	(mm)	120	120
	l ₃	(mm)	120	120
Innendurchmesser des Zylinders	d	(cm)	9,5	9,5
	d ₁	(mm)	95	95
	d ₂	(mm)	95	95
	d ₃	(mm)	95	95
Volumen Zylinder	V	(cm³)	680,9	680,9
Dichte des Bodens	ρ	(g/cm³)	1,95	2,08
Trockendichte des Bodens	ρ_d	(g/cm³)	-	-
Bemerkungen: Bestimmung der Feuchtdichte.				

Bestimmung der Dichte des Bodens nach DIN 18125-1 (LA)

Projekt: HRB Einbergfeld, Markt Schwaben

Anlage: 9.2

AG: Markt Schwaben

Datum: 08.12.2020

Bearbeiter: Kralin

AZ: 200965

Entnahmestelle			B 12 / 1,4 – 2,1	B 12 / 3,8 – 4,0
Bodenart			T, u, s ^u , o [*]	U, s-s [*] , t
Feuchte Probe + Zylinder	m+m _z	(g)	1826,3	1891,7
Zylinder	m _z	(g)	475,4	475,4
Feuchte Probe	m	(g)	1350,9	1416,3
Länge des Zylinders	l	(cm)	12,0	12,0
	l ₁	(mm)	120	120
	l ₂	(mm)	120	120
	l ₃	(mm)	120	120
Innendurchmesser des Zylinders	d	(cm)	9,5	9,5
	d ₁	(mm)	95	95
	d ₂	(mm)	95	95
	d ₃	(mm)	95	95
Volumen Zylinder	V	(cm³)	680,9	680,9
Dichte des Bodens	ρ	(g/cm³)	1,98	2,08
Trockendichte des Bodens	ρ_d	(g/cm³)	-	-
Bemerkungen: Bestimmung der Feuchtdichte.				

Bestimmung der Dichte des Bodens nach DIN 18125-1 (LA)

Projekt: HRB Einbergfeld, Markt Schwaben

Anlage: 9.3

AG: Markt Schwaben

Datum: 07.12.2020

Bearbeiter: Kralin

AZ: 200965

Entnahmestelle			B 13 / 1,5 – 1,8	B 14 / 5,5 – 6,0
Bodenart			U, fs, o	U, g', s, t
Feuchte Probe + Zylinder	m+m _z	(g)	1748,7	1811,3
Zylinder	m _z	(g)	475,4	475,4
Feuchte Probe	m	(g)	1273,3	1335,9
Länge des Zylinders	l	(cm)	12,0	12,0
	l ₁	(mm)	120	120
	l ₂	(mm)	120	120
	l ₃	(mm)	120	120
Innendurchmesser des Zylinders	d	(cm)	9,5	9,5
	d ₁	(mm)	95	95
	d ₂	(mm)	95	95
	d ₃	(mm)	95	95
Volumen Zylinder	V	(cm³)	680,9	680,9
Dichte des Bodens	ρ	(g/cm³)	1,87	1,96
Trockendichte des Bodens	ρ_d	(g/cm³)	-	-
Bemerkungen: Bestimmung der Feuchtdichte.				

Bestimmung der Dichte des Bodens nach DIN 18125-1 (LA)

Projekt: HRB Einbergfeld, Markt Schwaben

Anlage: 9.4

AG: Markt Schwaben

Datum: 08.12.2020

Bearbeiter: Kralin

AZ: 200965

Entnahmestelle			B 15 / 3,0 – 3,5	B 15 / 4,5 – 4,8
Bodenart			T, u*, o*, g''	T, u, s, g, x'
Feuchte Probe + Zylinder	m+m _z	(g)	1696,3	1932,5
Zylinder	m _z	(g)	475,4	475,4
Feuchte Probe	m	(g)	1220,9	1457,1
Länge des Zylinders	l	(cm)	12,0	12,0
	l ₁	(mm)	120	120
	l ₂	(mm)	120	120
	l ₃	(mm)	120	120
Innendurchmesser des Zylinders	d	(cm)	9,5	9,5
	d ₁	(mm)	95	95
	d ₂	(mm)	95	95
	d ₃	(mm)	95	95
Volumen Zylinder	V	(cm³)	680,9	680,9
Dichte des Bodens	ρ	(g/cm³)	1,79	2,14
Trockendichte des Bodens	ρ_d	(g/cm³)	-	-
Bemerkungen: Bestimmung der Feuchtdichte.				

Bestimmung der Dichte des Bodens nach DIN 18125-1 (LA)

Projekt: HRB Einbergfeld, Markt Schwaben

Anlage: 9.5

AG: Markt Schwaben

Datum: 08.12.2020

Bearbeiter: Kralin

AZ: 200965

Entnahmestelle			B 17 / 1,1 – 1,5	B 17 / 2,0 – 2,5
Bodenart			U, fg*, s, o*	U, fs, o*
Feuchte Probe + Zylinder	m+m _z	(g)	1735,1	1655,4
Zylinder	m _z	(g)	475,4	475,4
Feuchte Probe	m	(g)	1259,6	1180,0
Länge des Zylinders	l	(cm)	12,0	12,0
	l ₁	(mm)	120	120
	l ₂	(mm)	120	120
	l ₃	(mm)	120	120
Innendurchmesser des Zylinders	d	(cm)	9,5	9,5
	d ₁	(mm)	95	95
	d ₂	(mm)	95	95
	d ₃	(mm)	95	95
Volumen Zylinder	V	(cm³)	680,9	680,9
Dichte des Bodens	ρ	(g/cm³)	1,85	1,73
Trockendichte des Bodens	ρ_d	(g/cm³)	-	-
Bemerkungen: Bestimmung der Feuchtdichte.				

Bestimmung der Dichte des Bodens nach DIN 18125-1 (LA)

Projekt: HRB Einbergfeld, Markt Schwaben

Anlage: 9.6

AG: Markt Schwaben

Datum: 08.12.2020

Bearbeiter: Kralin

AZ: 200965

Entnahmestelle			B 17 / 6,0 – 6,5	B 18 / 6,0 – 6,5
Bodenart			U, t, s, g	U, g-g*, s, t'
Feuchte Probe + Zylinder	m+m _z	(g)	1892,4	1898,5
Zylinder	m _z	(g)	475,4	475,4
Feuchte Probe	m	(g)	1417,0	1423,1
Länge des Zylinders	l	(cm)	12,0	12,0
	l ₁	(mm)	120	120
	l ₂	(mm)	120	120
	l ₃	(mm)	120	120
Innendurchmesser des Zylinders	d	(cm)	9,5	9,5
	d ₁	(mm)	95	95
	d ₂	(mm)	95	95
	d ₃	(mm)	95	95
Volumen Zylinder	V	(cm³)	680,9	680,9
Dichte des Bodens	ρ	(g/cm³)	2,08	2,09
Trockendichte des Bodens	ρ_d	(g/cm³)	-	-
Bemerkungen: Bestimmung der Feuchtdichte.				

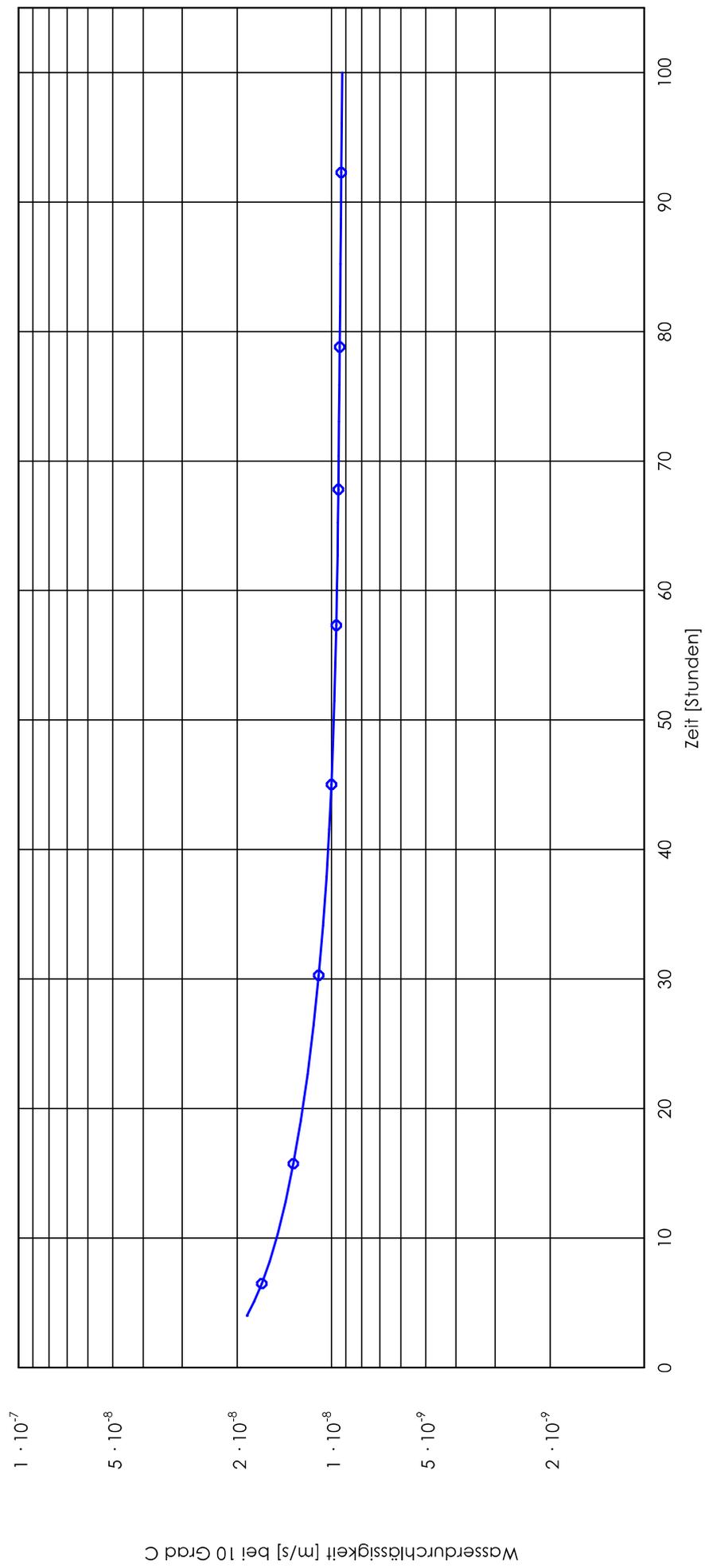
GHB Consult GmbH
 Moosstr. 7
 82319 Starnberg
 Tel. 08151 / 656 88-0 Fax -99
 Bearbeiter: Kampik

Datum: 23.12.2020

Durchlässigkeitsversuch

Markt Schwaben, Einbergfeld

Prüfungsnummer: 200965
 Probe entnommen am: 20.11.2020
 Art der Entnahme: ungestört
 Arbeitsweise: Dreiaxialtechnik



Versuch-Nr.:
 Bodenart:
 Tiefe:
 Entnahmestelle:
 k [m/s]

$9.2 \cdot 10^{-9}$
 Ton, schluffig, sandig, kiesig
 12,5 - 12,8 m
 B 10
 $9.2 \cdot 10^{-9}$

Bemerkungen
 T, u, s, g
 halbfest
 schwach feucht
 grau

Bericht:
 Anlage:
 10.1

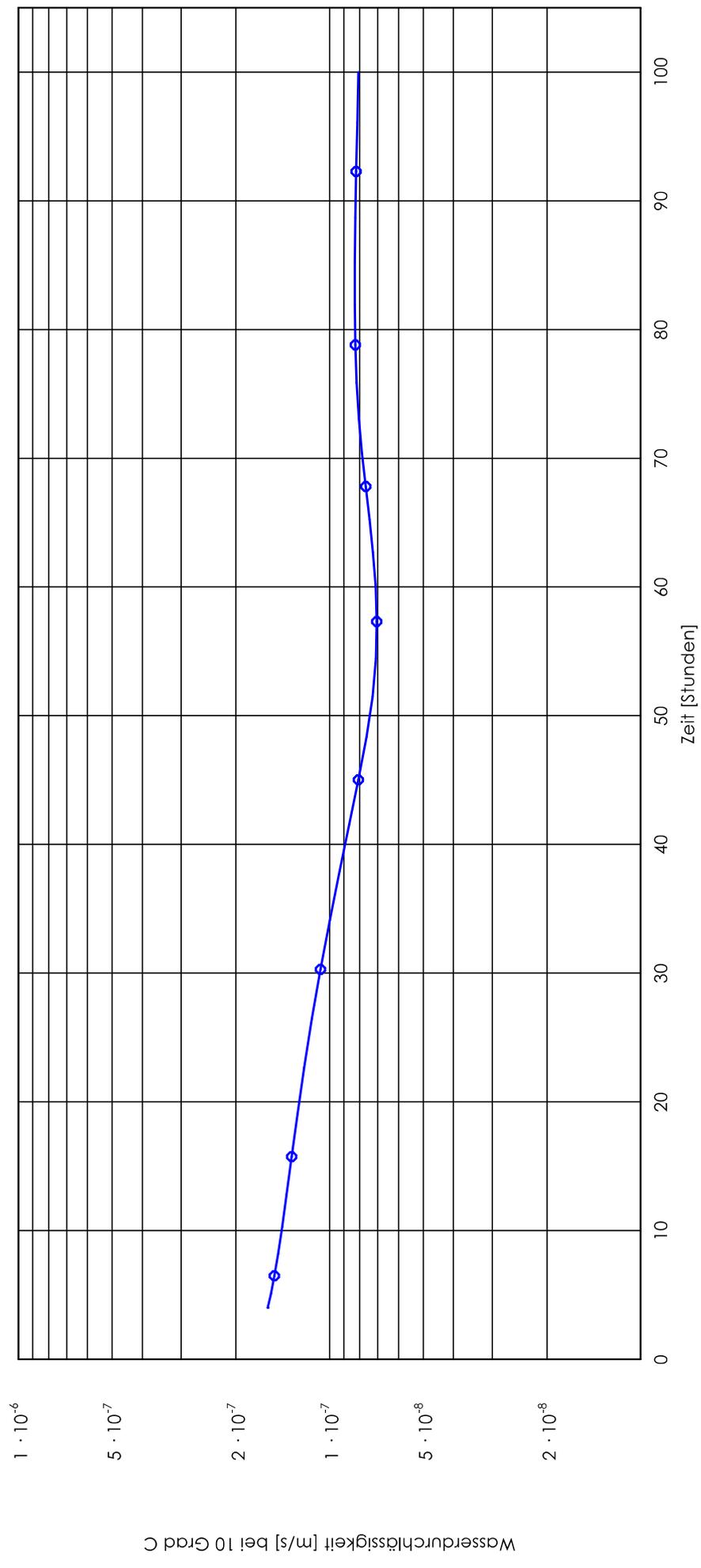
GHB Consult GmbH
 Moosstr. 7
 82319 Starnberg
 Tel. 08151 / 656 88-0 Fax -99
 Bearbeiter: Kampik

Datum: 22.12.2020

Durchlässigkeitsversuch

Markt Schwaben, Einbergfeld

Prüfungsnummer: 200965
 Probe entnommen am: 19.11.2020
 Art der Entnahme: ungestört
 Arbeitsweise: Dreiaxialtechnik



Versuch-Nr.:
 Bodenart:
 Tiefe:
 Entnahmestelle:
 k [m/s]

Schluff, feinsandig, org. Beimengungen
 1,5 - 1,8 m
 B 13
 8.1 · 10⁻⁸

Bemerkungen
 U, fs, o
 steif
 feucht
 braun

Bericht:
 Anlage:
 10.2

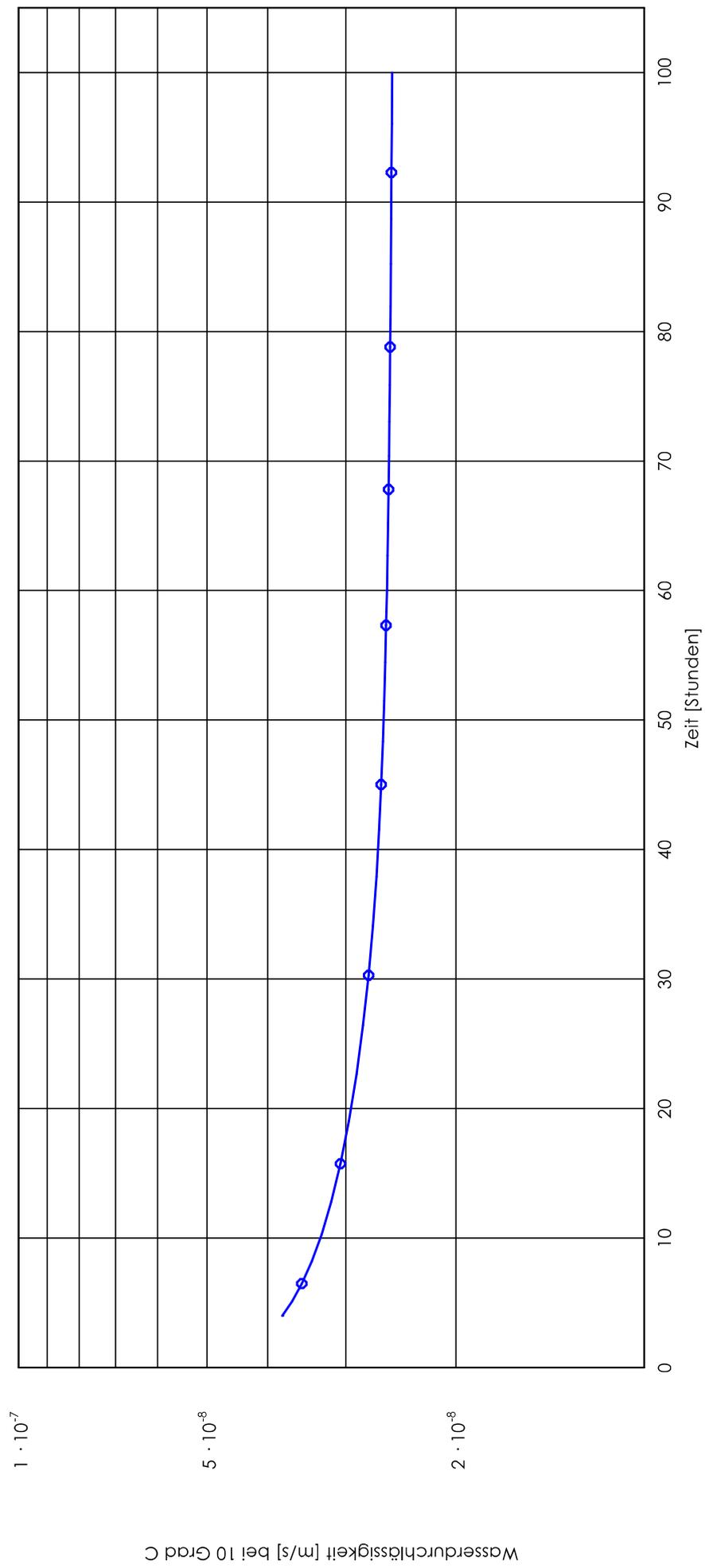
GHB Consult GmbH
 Moosstr. 7
 82319 Starnberg
 Tel. 08151 / 656 88-0 Fax -99
 Bearbeiter: Kampik

Datum: 23.12.2020

Durchlässigkeitsversuch

Markt Schwaben, Einbergfeld

Prüfungsnummer: 200965
 Probe entnommen am: 19.11.2020
 Art der Entnahme: ungestört
 Arbeitsweise: Dreiaxialtechnik



Versuch-Nr.:
 Bodenart:
 Tiefe:
 Entnahmestelle:
 k [m/s]

—●—
 Schluff, schwach kiesig, sandig, tonig
 5,5 - 6 m
 B 14
 2.5 · 10⁻⁸

Bemerkungen
 U, g', s, t
 steif bis halbfest
 feucht bis schwach feucht
 grau

Bericht:
 Anlage:
 10:3

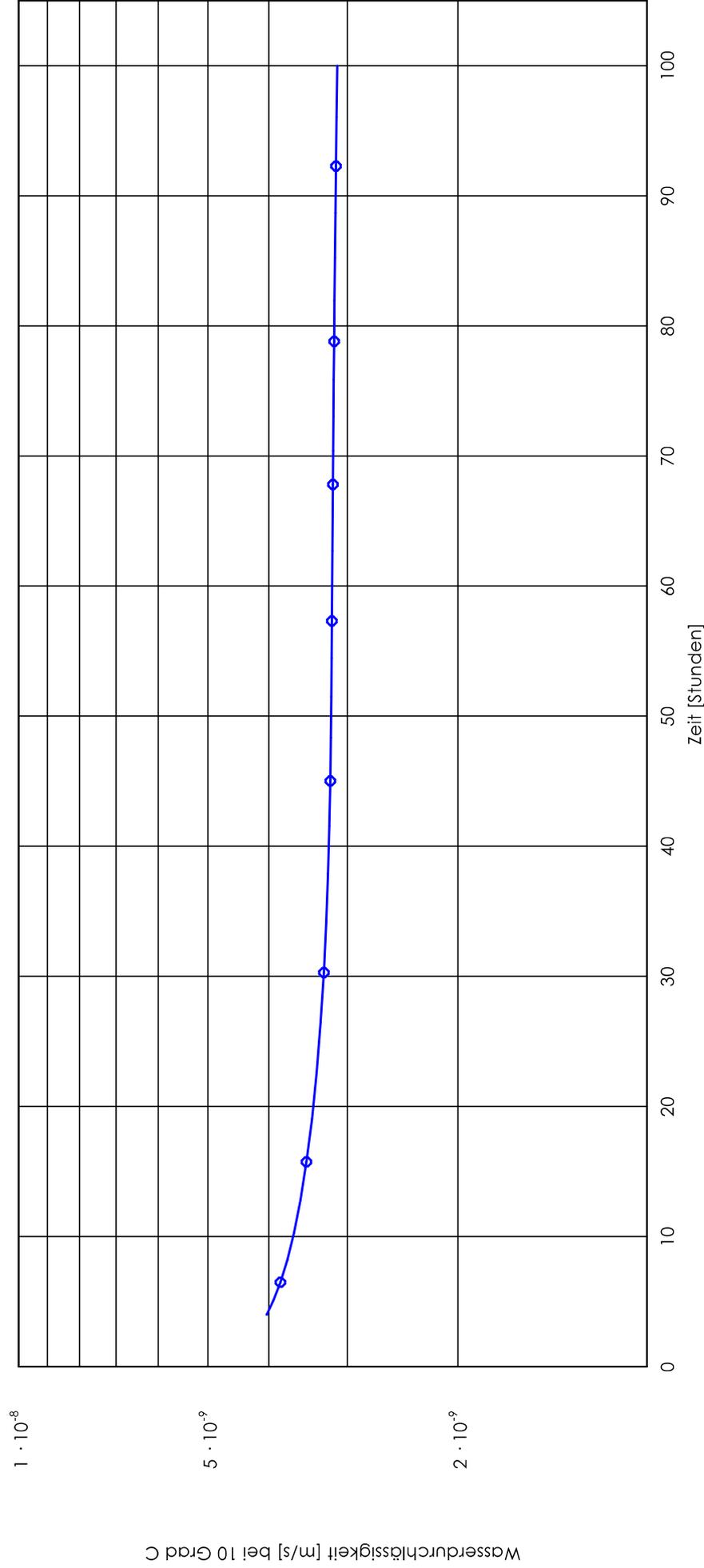
GHB Consult GmbH
 Moosstr. 7
 82319 Starnberg
 Tel. 08151 / 656 88-0 Fax -99
 Bearbeiter: Kampik

Datum: 23.12.2020

Durchlässigkeitsversuch

Markt Schwaben, Einbergfeld

Prüfungsnummer: 200965
 Probe entnommen am: 21.11.2020
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Dreiaxialtechnik



Versuch-Nr.:

Bodenart: Ton, stark schluffig, stark org. Beimengungen, sehr schwach kiesig

Tiefe:

3 - 3,5 m

Entnahmestelle:

B 15

k [m/s]

3.1 · 10⁻⁹

Bemerkungen

T, u*, o*, g"
 weich bis steif
 feucht
 dunkelbraun bis schwarz

Bericht:

Anlage:
 10.4

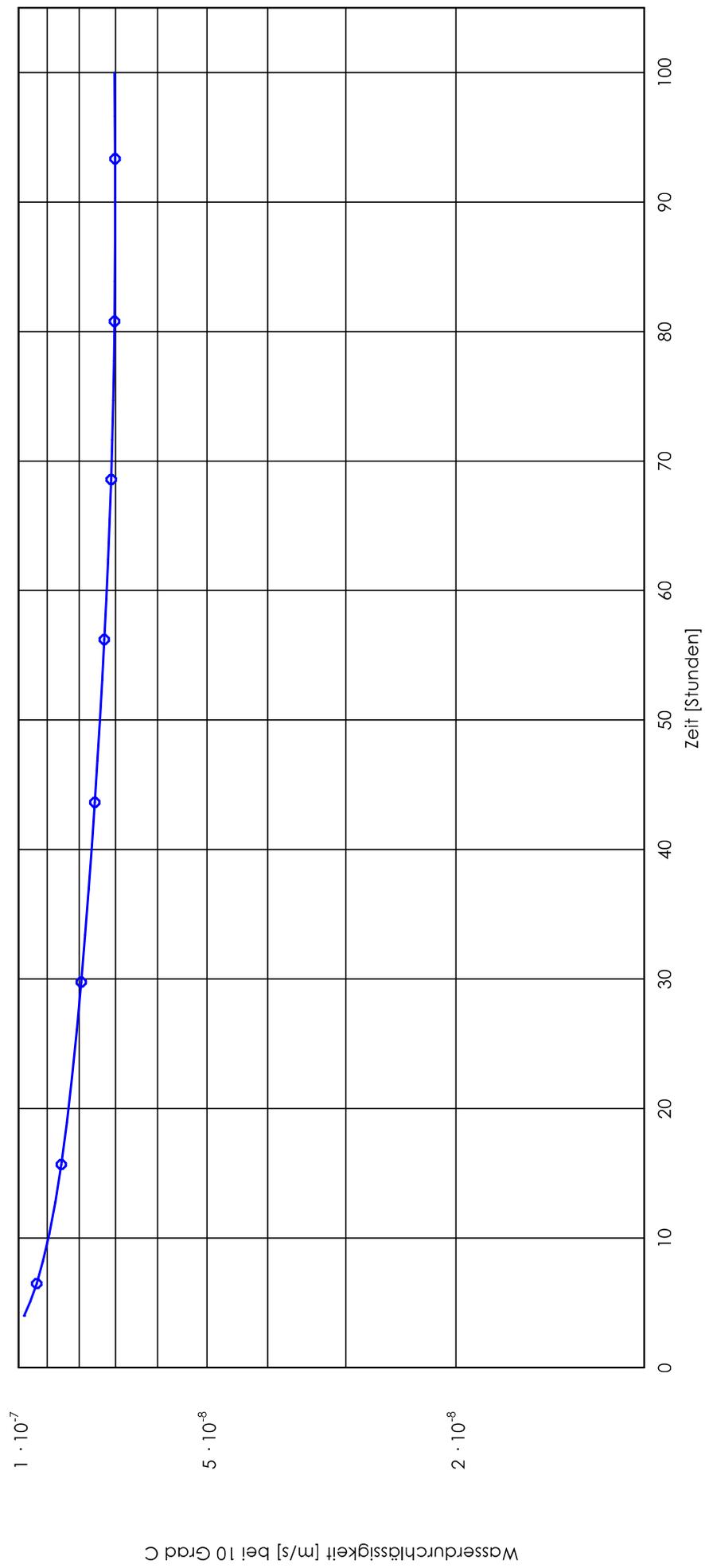
GHB Consult GmbH
 Moosstr. 7
 82319 Starnberg
 Tel. 08151 / 656 88-0 Fax -99
 Bearbeiter: Kampik

Datum: 21.12.2020

Durchlässigkeitsversuch

Markt Schwaben, Einbergfeld

Prüfungsnummer: 200965
 Probe entnommen am: 19.11.2020
 Art der Entnahme: ungestört
 Arbeitsweise: Dreiaxialtechnik



Versuch-Nr.:
 Bodenart:
 Tiefe:
 Entnahmestelle:
 k [m/s]

Schluff, sandig, kiesig, schw. tonig
 4,0 - 4,3 m
 GWM I
 $7.0 \cdot 10^{-8}$

Bemerkungen
 U, S, g, f
 steif bis weich
 feucht
 graubraun bis oliv

Bericht:
 Anlage:
 10.5

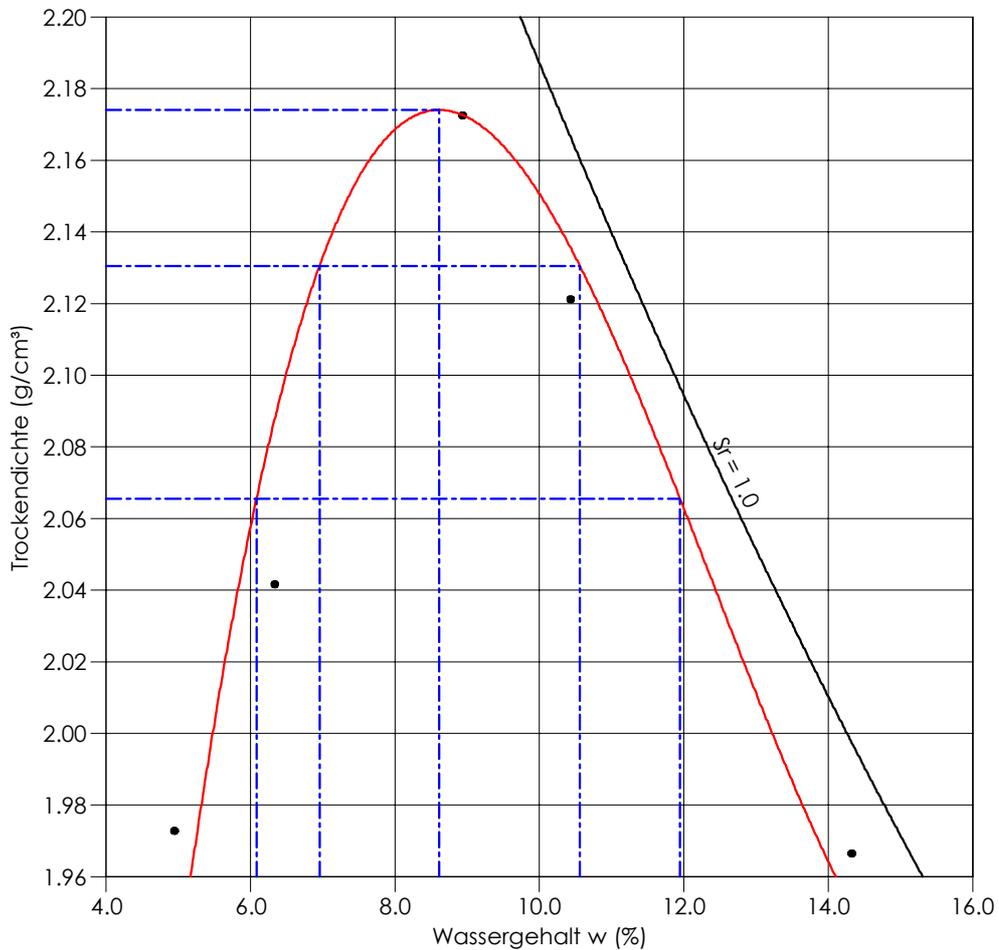
GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, HRB Einbergfeld
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 11.1
08151 / 656 88-0, Fax: -99	Datum : 09.12.2020
Proctorversuch DIN 18 127 - P 100 Y	Probenahme : 19.11.2020
	Probe : B12 / 3,6 - 4 m

Bestimmung der Feuchtdichte

Versuch Nr.		1	2	3	4	5		
Feuchte Probe + Zylinder (g)		10091	9903	9767	9681	9577		
Masse Zylinder (g)		7982	7982	7982	7982	7982		
Masse feuchte Probe (g)		2109	1921	1785	1699	1595		
Volumen der Probe (cm³)		1018	885	754	725	709		
Feuchtdichte (g/cm³)		2.070	2.171	2.367	2.343	2.248		

Bestimmung des Wassergehaltes

Feuchte Probe + Behälter (g)		255.9	254.3	204.6	218.0	408.6		
Trockene Probe + Behälter (g)		247.7	244.1	194.7	205.3	367.9		
Masse Behälter (g)		83.2	83.5	83.5	83.9	83.5		
Masse Porenwasser (g)		8.1	10.2	9.9	12.7	40.7		
Masse trockene Probe m (g)		164.5	160.6	111.2	121.4	284.4		
Wassergehalt w (%)		4.9	6.3	8.9	10.4	14.3		
Trockendichte ρ_d (g/cm³)		1.973	2.042	2.173	2.121	1.966		



	100 %		98.0 %	95.0 %
Proctordichte :	2.17 g/cm³	Dichte (g/cm³)	2.13	2.07
Optimaler Wassergehalt :	8.61 %	wmin (%)	6.96	6.08
Natürlicher Wassergehalt :	9.64 %	wmax (%)	10.56	11.95

Bemerkungen: Bodenart nach DIN 4022: Schluff, sandig bis stark sandig, tonig

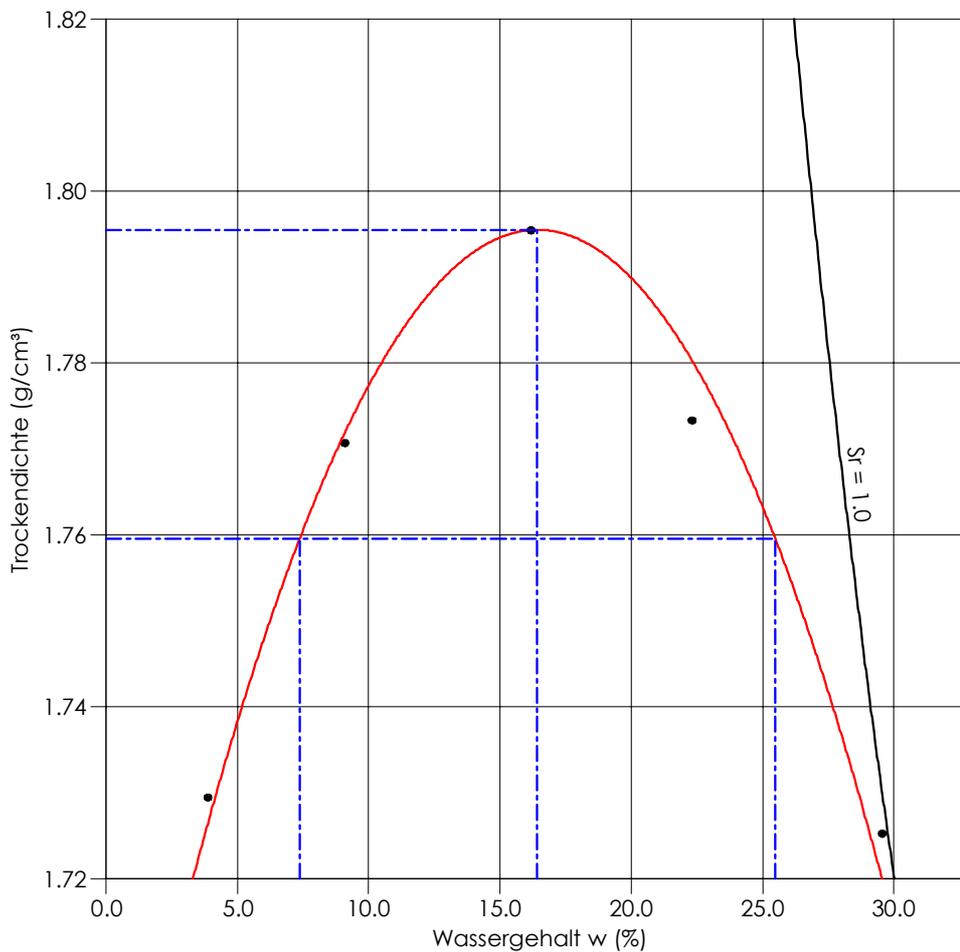
GHB Consult GmbH	Projekt : Markt Schwaben, HRB Einbergfeld
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr.: 200965
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 11.2
08151 / 656 88-0, Fax: -99	Datum : 10.12.2020
Proctorversuch DIN 18 127 - P 100 Y	Probenahme : 21.11.2020
	Probe : B 15 / 3 - 3,5 m

Bestimmung der Feuchtdichte

Versuch Nr.		1	2	3	4	5		
Feuchte Probe + Zylinder (g)		9680	9575	9500	9430	9515		
Masse Zylinder (g)		7982	7982	7982	7982	7982		
Masse feuchte Probe (g)		1698	1593	1518	1448	1533		
Volumen der Probe (cm³)		945	825	728	668	686		
Feuchtdichte (g/cm³)		1.797	1.932	2.086	2.169	2.235		

Bestimmung des Wassergehaltes

Feuchte Probe + Behälter (g)		175.0	233.5	181.0	162.0	480.0		
Trockene Probe + Behälter (g)		171.6	221.0	167.5	148.3	389.6		
Masse Behälter (g)		84.1	83.5	84.0	86.9	83.6		
Masse Porenwasser (g)		3.4	12.5	13.5	13.7	90.4		
Masse trockene Probe m (g)		87.5	137.5	83.5	61.4	306.0		
Wassergehalt w (%)		3.9	9.1	16.2	22.3	29.5		
Trockendichte ρ_d (g/cm³)		1.729	1.771	1.795	1.773	1.725		



	100 %		98.0 %	95.0 %
Proctordichte :	1.80 g/cm³	Dichte (g/cm³)	1.76	1.71
Optimaler Wassergehalt :	16.42 %	wmin (%)	7.38	2.12
Natürlicher Wassergehalt :	31.00 %	wmax (%)	25.48	30.74

Bemerkungen: Bodenart nach DIN 4022: Ton, stark schluffig, stark org. Beimengungen, sehr schwach kiesig

Scherversuch nach DIN 18137

Markt Schwaben, Einbergfeld

Bearbeiter: Kampik

Datum: 07.12.2020

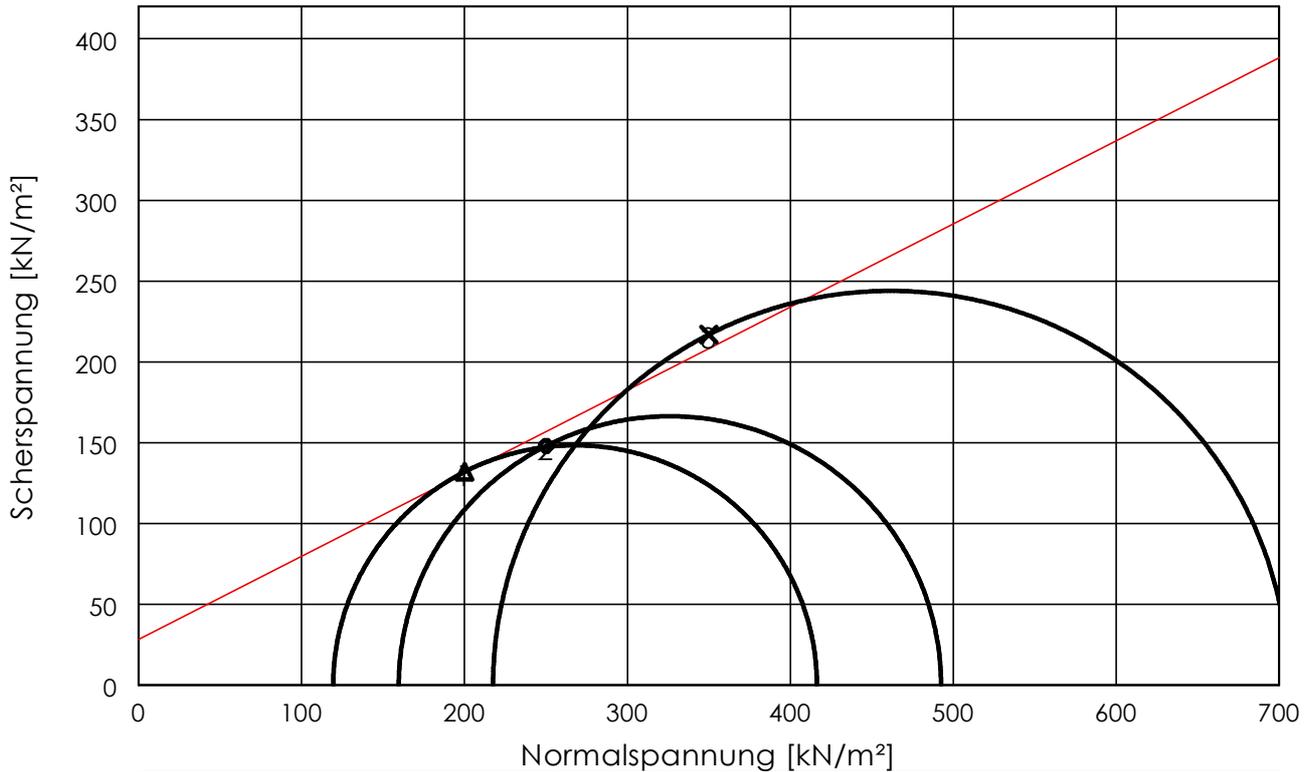
Entnahmestelle: B 15

Tiefe: 4,5 - 4,8 m

Bodenart: T, u, s, g, x'; halbfest

Art der Entnahme: ungestört

Probe entnommen am: 21.11.2020



Drainierter Versuch - Effektive Scherfestigkeit - c' und ϕ'

Versuch-Nr.	1 ▲	2 ●	3 ✕
Normalspannung [kN/m ²]	200.0	250.0	350.0
Scherspannung [kN/m ²]	132.0	148.0	217.0
Abschergeschwindigkeit [mm/min]	0.02	0.02	0.02
Konsolidierungsspannung [kN/m ²]	70	70	70
w (vorher) [%]	10,43	10,43	10,43
w (nachher) [%]	9,37	9,86	9,52

Reibungswinkel = 27.2 Grad

Kohäsion = 28.4 kN/m²

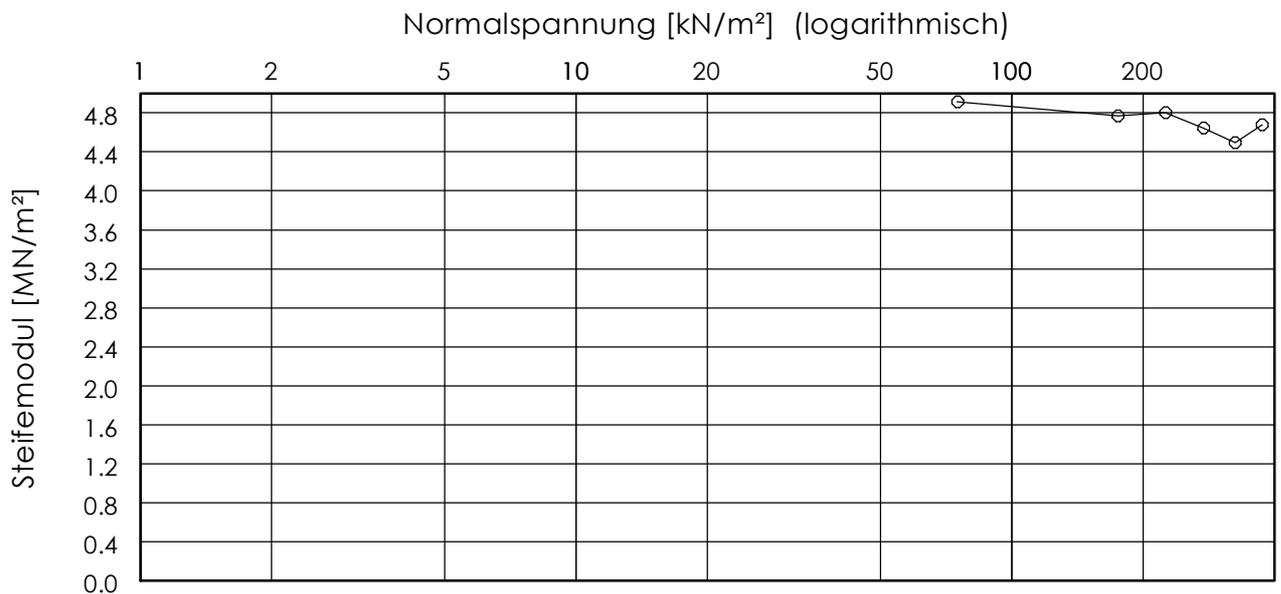
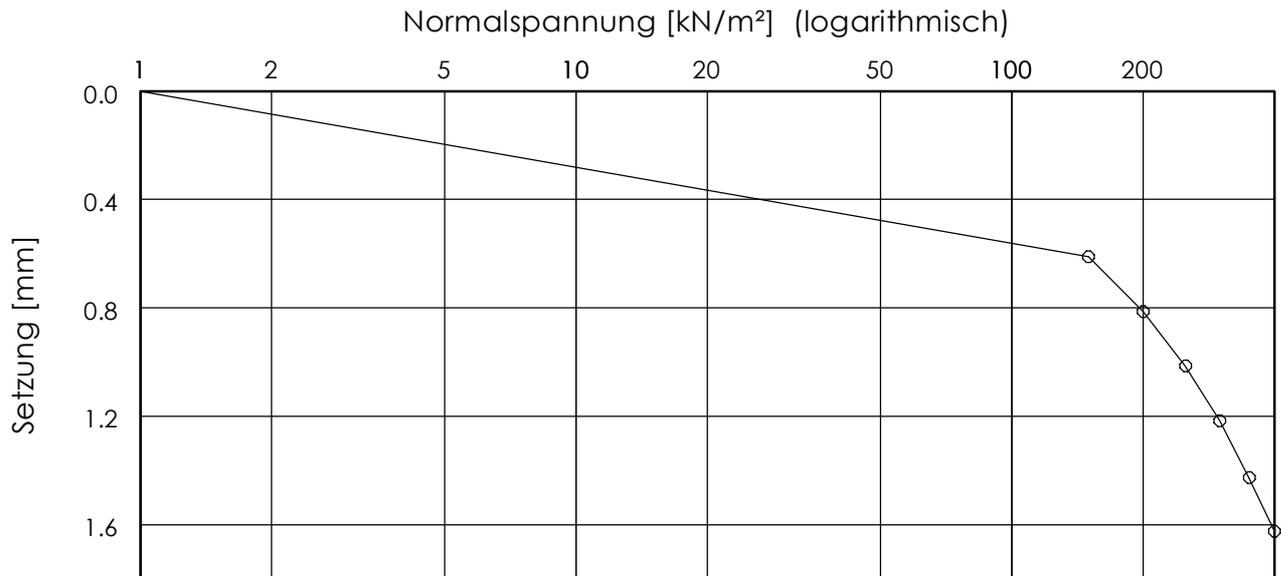
Wichte = 20,6 kN/m³

Druck-Setzungs-Versuch
Markt Schwaben Einbergfeld
Hochwasserschutz

Bearbeiter: Kralin

Datum: 14.12.2020

Prüfungsnummer: GWM1/4,30
 Entnahmestelle: GWM 1
 Tiefe: 4,0 - 4,3 m
 Bodenart: U,s,g, t' weich-steif
 Art der Entnahme: ungestört UP-Zylinder
 Probe entnommen am: 19.11.2020



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Normalspannung [kN/m ²]	0.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	400.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.611	0.814	1.014	1.218	1.427	1.625
Steifemodul [MN/m ²]		4.9	4.8	4.8	4.6	4.5	4.7

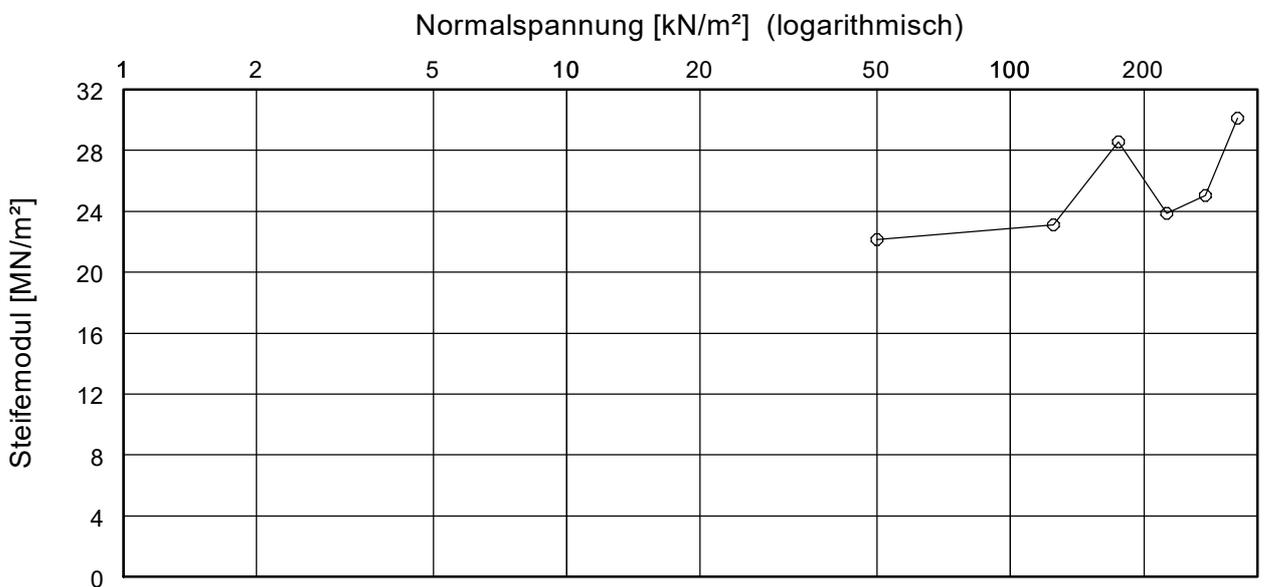
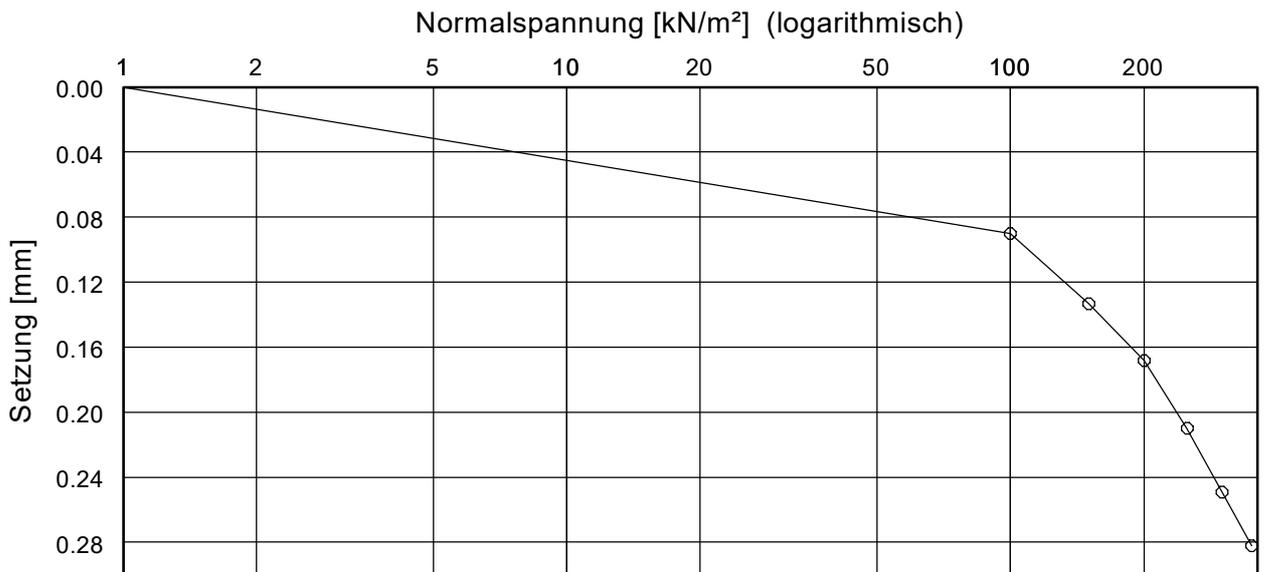
Einbauhöhe [mm] = 20.000	w (vorher) [%] = 23,86
Probendurchmesser [mm] = 40	w (nachher) [%] = 21,93

Druck-Setzungs-Versuch
Markt Schwaben Einbergfeld
Hochwasserschutzmaßnahme

Prüfungsnummer: B11/9,3
 Entnahmestelle: B 11
 Tiefe: 9,0 - 9,3 m
 Bodenart: T,u,s,g, halbfest
 Art der Entnahme: ungestört UP-Zylinder
 Probe entnommen am: 20.11.2020

Bearbeiter: Kralin

Datum: 20.12.2020



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Normalspannung [kN/m ²]	0.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.090	0.133	0.168	0.210	0.249	0.282
Steifemodul [MN/m ²]		22.1	23.1	28.5	23.8	25.1	30.1

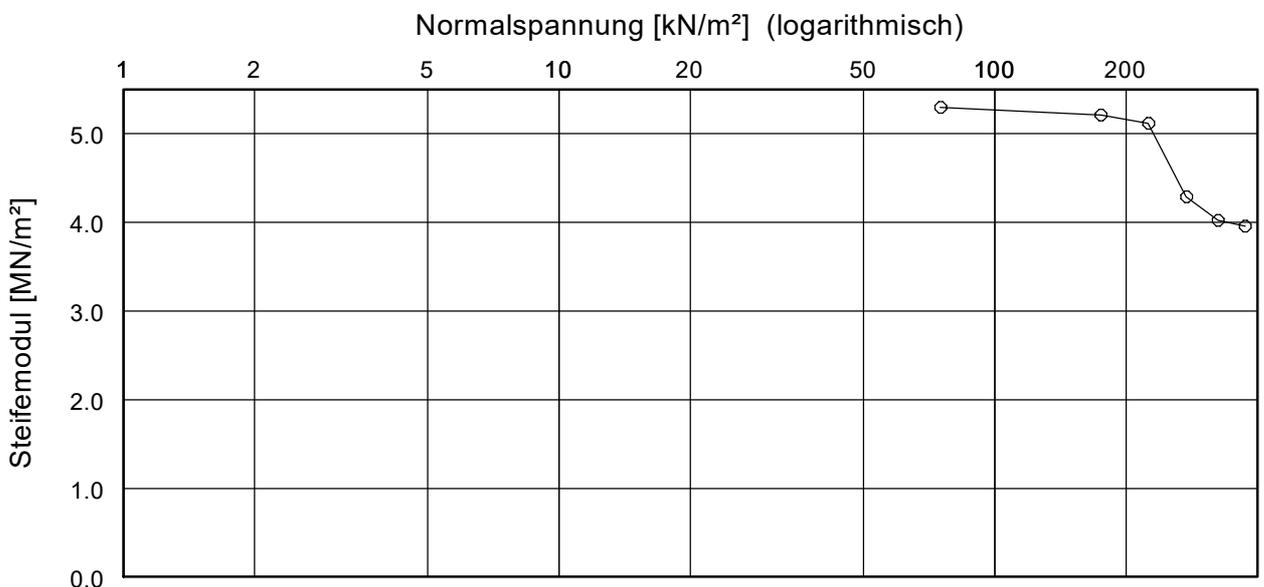
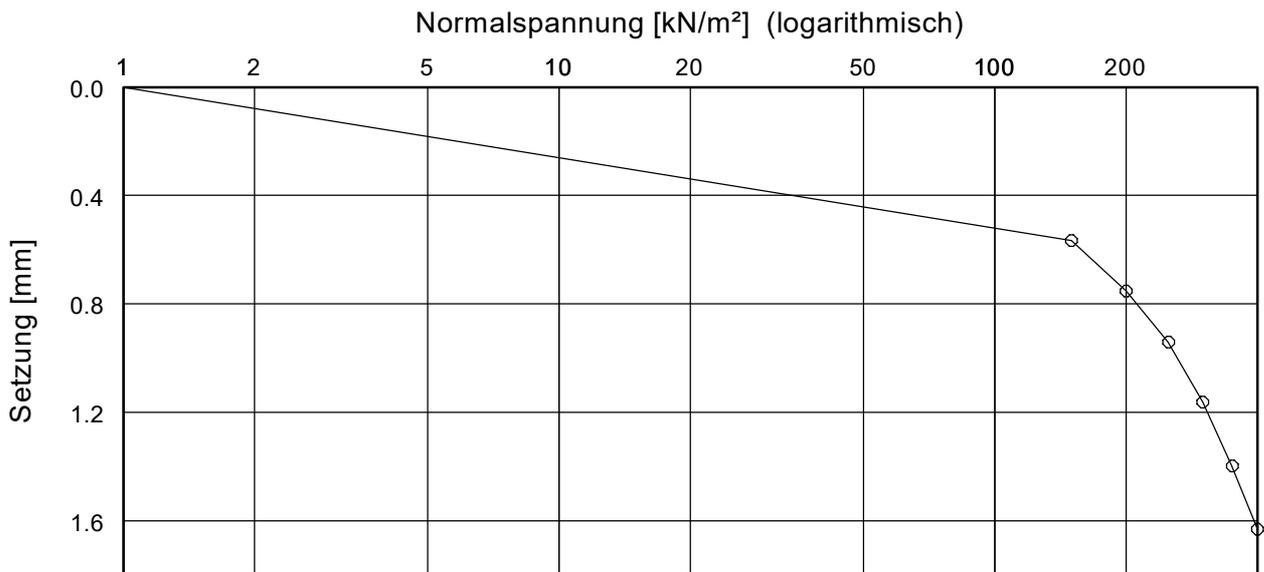
Einbauhöhe [mm] = 20.000	w (vorher) [%] = 18,34
Probendurchmesser [mm] = 40	w (nachher) [%] = 17,86

Druck-Setzungs-Versuch
Markt Schwaben Einbergfeld
Hochwasserschutzmaßnahme

Prüfungsnummer: B13/1,8
 Entnahmestelle: B 13
 Tiefe: 1,5 - 1,8m
 Bodenart: U,fs,org. Beimengungen
 Art der Entnahme: ungestört UP-Zylinder
 Probe entnommen am: 19.11.2020

Bearbeiter: Kralin

Datum: 17.12.2020



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Normalspannung [kN/m ²]	0.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	400.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.567	0.753	0.941	1.163	1.398	1.633
Steifemodul [MN/m ²]		5.3	5.2	5.1	4.3	4.0	4.0

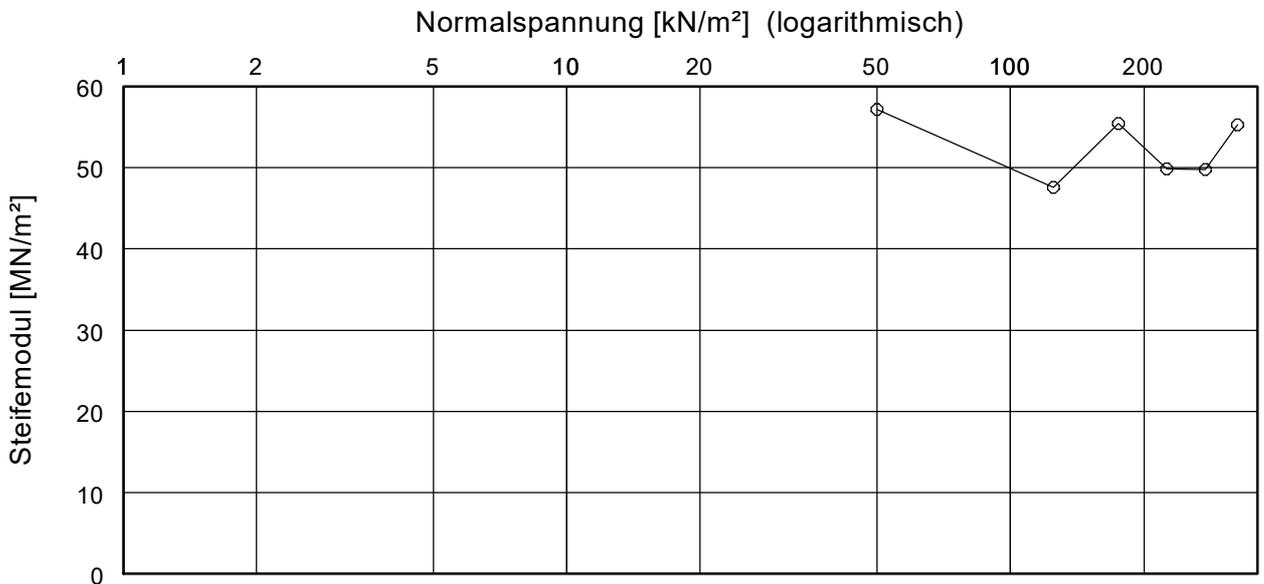
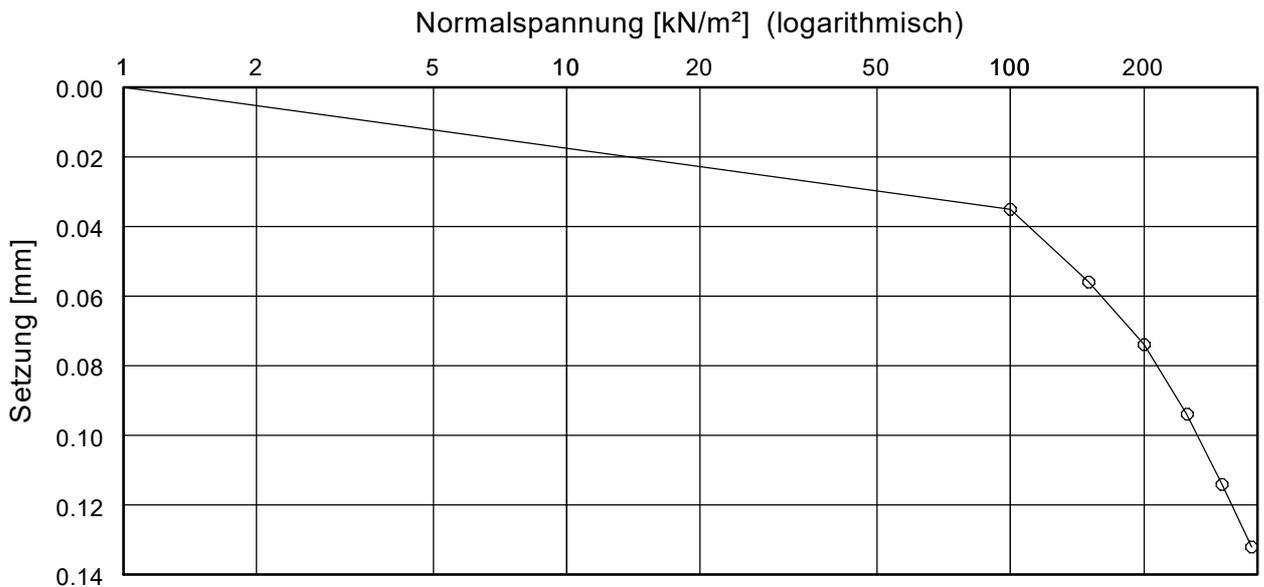
Einbauhöhe [mm] = 20.000	w (vorher) [%] = 32,78
Probendurchmesser [mm] = 40	w (nachher [%] = 31,19

Druck-Setzungs-Versuch
Markt Schwaben Einbergfeld
Hochwasserschutzmaßnahme

Prüfungsnummer: B15/4,8
 Entnahmestelle: B 15
 Tiefe: 4,5 - 4,8 m
 Bodenart: T,u, s, g, hf-f
 Art der Entnahme: ungestört UP-Zylinder
 Probe entnommen am: 21.11.2020

Bearbeiter: Kralin

Datum: 08.12.2020



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Normalspannung [kN/m ²]	0.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0
Meßuhrablesung [mm]	0.000	0.035	0.056	0.074	0.094	0.114	0.132
Steifemodul [MN/m ²]		57.1	47.5	55.4	49.8	49.8	55.2

Einbauhöhe [mm] = 20.000	w (vorher) [%] = 18,82
Probendurchmesser [mm] = 40	w (nachher [%] = 17,67

Probenahmeprotokoll Grundwasser

Projekt: Markt Schwaben, HRB Einbergfeld, GWM

AZ: 200965

Datum: 24.11.2020

Anlage: 14

Bearbeiter: Selmayr

Bezeichnung d. Entnahmestelle	GWM 1	GWM 2		
Datum der Probenahme	24.11.2020	24.11.2020		
Uhrzeit der Probenahme	16:20	17:05		
Ausbau der Probenahmestelle	DN 125	DN 125		
Bohrdurchmesser (mm)	300	300		
Ausbautiefe in m unter GOK	6	6		

Entnahmevorgang: Schöpfprobe

Vorprüfungen, jeweils vor der Entnahme:

Färbung	Farblos	farblos		
Trübung	Sehr schwach	Klar		
Geruch	Ohne	Ohne		
Temperatur in °C	13,8	14,1		
pH-Wert	7,3	7,2		
Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$	635	672		
O ₂ -Gehalt in mg/l	5,8	6,1		

Wetter: klar, kalt

Bemerkungen:

Die Probengefäße wurden direkt zum Labor Wessling GmbH gebracht.

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

GHB Consult GmbH
 Herr Johannes Selmayr
 Moosstraße 7
 82319 Starnberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

AZ unbekannt Markt Schwaben

Prüfbericht Nr.	CMU20-021578-1	Auftrag Nr.	CMU-06406-20	Datum	30.11.2020
Probe Nr.	20-190519-01				
Eingangsdatum	25.11.2020				
Bezeichnung	GWM 1				
Probenart	Grundwasser				
Probenahme	24.11.2020				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	2x 250ml Schliff 1x 250ml PE 5x 100ml PE				
Anzahl Gefäße	8				
Untersuchungsbeginn	25.11.2020				
Untersuchungsende	30.11.2020				

Wasser nach Beton/Stahlaggressivität

Probe Nr.	20-190519-01				
Bezeichnung	GWM 1				
Aussehen	W/E	Farblos, klar, Brauner Bodensatz			
pH-Wert	W/E	7,5			
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21,9		
Permanganat-Verbrauch	mg/l	W/E	16,8		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l	W/E	6,72		
Gesamthärte	mg/l	W/E	351		
Härtehydrogencarbonat	mg/l	W/E	188		
Nichtcarbonathärte	mg/l	W/E	163		
Ammonium (NH4)	mg/l	W/E	<0,05		
Sulfat (SO4)	mg/l	W/E	28,8		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	16,0		
Kohlensäure (CO2), aggressive	mg/l	W/E	-16,9		
Sulfid (S), gelöst	mg/l	W/E	<0,04		

Prüfbericht Nr.	CMU20-021578-1	Auftrag Nr.	CMU-06406-20	Datum	30.11.2020
Probe Nr.					20-190519-01
Chlorid (Cl)	mol/m ³	W/E	0,451		
Sulfat (SO ₄)	mol/m ³	W/E	0,300		
Calcium (Ca)	mol/m ³	W/E	4,99		
Redoxpotential vs. NHE	V	W/E	-0,068		
Calcium (Ca)	mg/l	W/E	200		
Magnesium (Mg)	mg/l	W/E	31		

 Prüfbericht Nr. **CMU20-021578-1** Auftrag Nr. **CMU-06406-20** Datum **30.11.2020**

Abkürzungen und Methoden

Aussehen	WES 088 (2007-12)
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404-5 (2009-07) ^A
Permanganat-Verbrauch in Wasser	DIN 4030 Teil 2 (2008-06) ^A
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 (2005-12) ^A
Gesamthärte in Wasser/Eluat	DIN 38409-6 mod. (1986-01) ^A
Härtehydrogencarbonat in Wasser/Eluat	DIN 38405 D8 (1971) ^A
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A
Calcium (Ca) (berechnet)	DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A
Ammonium in Wasser/ Eluat	DIN 38406 E5-1 (1983-10) ^A
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Sulfat, berechnet	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Chlorid, berechnet	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat	DIN 38404-10-M4 (1995-04) ^A
Sulfid gelöst in Wasser/Eluat	DIN 38405 D26 (1989-04) ^A
Redoxpotenzial	DIN 38404 C6 (1984-05) ^A
W/E	Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik Hannover
Umweltanalytik München

Norm

DIN 38409-6 mod. (1986-01)

Modifikation

Modifikation: Bestimmung des Calcium- und Magnesium-Gehaltes mit der ICP-OES oder ICP-MS


Thorsten Schröder

Dipl.-Ing. Umweltsicherung

Sachverständiger Umwelt und Wasser

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

GHB Consult GmbH
 Herr Johannes Selmayr
 Moosstraße 7
 82319 Starnberg

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: T. Schröder
 Durchwahl: +49 89 829969 17
 Fax: +49 89 829969 22
 E-Mail: Thorsten.Schroeder@wessling.de

Prüfbericht

AZ unbekannt Markt Schwaben

Prüfbericht Nr.	CMU20-021579-1	Auftrag Nr.	CMU-06406-20	Datum	30.11.2020
Probe Nr.	20-190519-02				
Eingangsdatum	25.11.2020				
Bezeichnung	GWM 2				
Probenart	Grundwasser				
Probenahme	24.11.2020				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probengefäß	2x 250ml Schliff 1x 250ml PE 5x 100ml PE				
Anzahl Gefäße	8				
Untersuchungsbeginn	25.11.2020				
Untersuchungsende	30.11.2020				

Wasser nach Beton/Stahlaggressivität

Probe Nr.	20-190519-02				
Bezeichnung	GWM 2				
Aussehen	W/E	Farblos, Klar, Kein Bodensatz			
pH-Wert	W/E	7,1			
Messtemperatur pH-Wert	°C	W/E	21,9		
Permanganat-Verbrauch	mg/l	W/E	37,3		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l	W/E	7,72		
Gesamthärte	mg/l	W/E	216		
Härtehydrogencarbonat	mg/l	W/E	216		
Nichtcarbonathärte	mg/l	W/E	0		
Ammonium (NH4)	mg/l	W/E	0,33		
Sulfat (SO4)	mg/l	W/E	21,9		
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	6,48		
Kohlensäure (CO2), aggressive	mg/l	W/E	-13,0		
Sulfid (S), gelöst	mg/l	W/E	<0,04		

Prüfbericht Nr.	CMU20-021579-1	Auftrag Nr.	CMU-06406-20	Datum	30.11.2020
Probe Nr.	20-190519-02				
Chlorid (Cl)	mol/m ³	W/E	0,183		
Sulfat (SO₄)	mol/m ³	W/E	0,228		
Calcium (Ca)	mol/m ³	W/E	2,99		
Redoxpotential vs. NHE	V	W/E	-0,023		
Calcium (Ca)	mg/l	W/E	120		
Magnesium (Mg)	mg/l	W/E	21		

 Prüfbericht Nr. **CMU20-021579-1** Auftrag Nr. **CMU-06406-20** Datum **30.11.2020**

Abkürzungen und Methoden

Aussehen	WES 088 (2007-12)
pH-Wert in Wasser/Eluat	DIN 38404-5 (2009-07) ^A
Permanganat-Verbrauch in Wasser	DIN 4030 Teil 2 (2008-06) ^A
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 (2005-12) ^A
Gesamthärte in Wasser/Eluat	DIN 38409-6 mod. (1986-01) ^A
Härtehydrogencarbonat in Wasser/Eluat	DIN 38405 D8 (1971) ^A
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A
Calcium (Ca) (berechnet)	DIN EN ISO 11885 (2009-09) ^A
Ammonium in Wasser/ Eluat	DIN 38406 E5-1 (1983-10) ^A
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Sulfat, berechnet	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Chlorid, berechnet	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07) ^A
Kohlensäure aggressive in Wasser/Eluat	DIN 38404-10-M4 (1995-04) ^A
Sulfid gelöst in Wasser/Eluat	DIN 38405 D26 (1989-04) ^A
Redoxpotenzial	DIN 38404 C6 (1984-05) ^A
W/E	Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik München
Umweltanalytik Hannover
Umweltanalytik München

Norm

DIN 38409-6 mod. (1986-01)

Modifikation

Modifikation: Bestimmung des Calcium- und Magnesium-Gehaltes mit der ICP-OES oder ICP-MS


Thorsten Schröder

Dipl.-Ing. Umweltsicherung

Sachverständiger Umwelt und Wasser

Prüfbericht über die Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität	Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2
---------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

1. Allgemeine Angaben	
Auftraggeber: GHB Consult GmbH	Auftrags-Nr.:
Bauvorhaben: AZ unbekannt Markt Schwaben	Labor-Nr.: 20-190519-01
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)	Bezeichnung des Wassers: GWM 1
Entnahmestelle: (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)	Entnahmetiefe: m
Temperatur des Wassers: °C	Entnahmezeit: Uhr
2. Erweiterte Angaben	
Fließrichtung:	Fließgeschwindigkeit: m/s
Höhe des Wasserspiegels: m	Hydrostatischer Druck: m
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: (z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald)	
<hr/>	
Ort, Datum	Probenehmer

3. Wasseranalyse		4. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 ¹⁾		
Parameter	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
pH-Wert	7,5	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO ₄ -Verbrauch	16,8 mg/l	-	-	-
Härte	351	-	-	-
Härtehydrogencarbonat	188	-	-	-
Nichtcarbonathärte	163	-	-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	31 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Ammonium (NH ₄ ⁺)	<0,05 mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	28,8 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Chlorid (Cl ⁻)	16 mg/l	-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	-16,9 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfid (S ²⁻)	<0,04 mg/l	-	-	-

¹⁾ Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird.
Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

5. Beurteilung	
Das untersuchte Wasser ist nicht betonangreifend.	
WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried	
Neuried, den 21.12.2020 Ort, Datum	T. Schröder Sachbearbeiter

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern
 nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe
 bei äußerer Korrosionsbelastung
 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Labornummer:		20-190519-01					
Merkmal und Dimension	Einheit	Analyse	unlegierte Eisen		verzinkter Stahl		
(1) Wasserart a) fließende Gewässer b) stehende Gewässer c) Küste von Binnenseen d) anaerobe Moor, Meeresküste			N ₁ =	0	M ₁ =	-2	
		x					
(2) Lage des Objektes a) Unterwasserbereich b) Wasser-/Luftbereich c) Spritzwasserbereich			N ₂ =	0	M ₂ =	0	
		x					
(3) c(Cl⁻) + 2c(SO₄²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) mit Sulfat (SO ₄ ²⁻)		1,051					
	mol/m ³	0,451	N ₃ =	-2	M ₃ =	0	
	mol/m ³	0,3	N ₄ =	5	M ₄ =	-1	
(4) Säurekapazität bis pH 4,3	mol/m ³	6,72	N ₅ =	1	M ₅ =	3	
(5) Ca²⁺	mol/m ³	4,99	N ₆ =	0	M ₆ =	1	
(6) pH-Wert	-	7,5	N ₇ =	-5			
(7) Objekt/Wasser-Potential U_H (Zur Feststellung der Fremdkathoden)	V	-0,068					

Bewertungszahlsumme W ₀ =	3,60			
Bewertungszahlsumme W ₁ =	3,60			
Bewertungszahlsumme W _D =	1	Bewertungszahlsumme W _L =	1	

Beurteilung:
 Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich
sehr gering bezüglich Mulden und Lochkorrosion und
sehr gering bezüglich der Flächenkorrosion.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze
sehr gering bezüglich Mulden und Lochkorrosion und
sehr gering bezüglich der Flächenkorrosion.

Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist **sehr gut.**

Bemerkung:
 Bewertung für fließendes Gewässer im Unterwasserbereich
 T. Schröder
 Sachbearbeiter
 Neuried, den 21.12.2020

WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried

Prüfbericht über die Prüfung und Beurteilung von Wasser auf Betonaggressivität	Probenahme und Analyse nach DIN 4030 Teil 2
---------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

1. Allgemeine Angaben	
Auftraggeber:	GHB Consult GmbH
Auftrags-Nr.:	
Bauvorhaben:	AZ unbekannt Markt Schwaben
Labor-Nr.:	20-190519-02
Art des Wassers: (z.B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)	Bezeichnung GWM 2
Entnahmestelle: (z.B. Bohrloch, Schürfgrube, offenes Gewässer)	des Wassers:
Temperatur des Wassers:	Entnahmetiefe: m
°C	Entnahmezeit: Uhr
	Entnahmedatum:

2. Erweiterte Angaben	
Fließrichtung:	Fließgeschwindigkeit: m/s
Höhe des Wasserspiegels: m	Hydrostatischer Druck: m
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmeort: (z.B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald)	
Ort, Datum	Probenehmer

3. Wasseranalyse		4. Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1 ¹⁾		
Parameter	Prüfergebnis	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend
pH-Wert	7,1	6,5 bis 5,5	< 5,5 bis 4,5	< 4,5
KMnO ₄ -Verbrauch	37,3 mg/l	-	-	-
Härte	216	-	-	-
Härtehydrogencarbonat	216	-	-	-
Nichtcarbonathärte	0	-	-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	21 mg/l	300 bis 1000	> 1000 bis 3000	> 3000
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,33 mg/l	15 bis 30	> 30 bis 60	> 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	21,9 mg/l	200 bis 600	> 600 bis 3000	> 3000
Chlorid (Cl ⁻)	6,48 mg/l	-	-	-
CO ₂ (kalklösend)	-13 mg/l	15 bis 40	> 40 bis 100	> 100
Sulfid (S ²⁻)	<0,04 mg/l	-	-	-

¹⁾ Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird.
Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereichs (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser).

5. Beurteilung	
Das untersuchte Wasser ist nicht betonangreifend.	
WESSLING GmbH, Forstenrieder Straße 8-14, 82061 Neuried	
Neuried, den 21.12.2020	T. Schröder
Ort, Datum	Sachbearbeiter

Anlage: Bewertung der Stahlaggressivität von Wässern
 nach DIN 50929 Teil 3: Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe
 bei äußerer Korrosionsbelastung
 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern)

Labornummer:		20-190519-02					
Merkmal und Dimension	Einheit	Analyse	unlegierte Eisen		verzinkter Stahl		
(1) Wasserart a) fließende Gewässer b) stehende Gewässer c) Küste von Binnenseen d) anaerobe Moor, Meeresküste			N ₁ =	0	M ₁ =	-2	
		x					
(2) Lage des Objektes a) Unterwasserbereich b) Wasser-/Luftbereich c) Spritzwasserbereich			N ₂ =	0	M ₂ =	0	
		x					
(3) c(Cl⁻) + 2c(SO₄²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) mit Sulfat (SO ₄ ²⁻)		0,639					
	mol/m ³	0,183					
	mol/m ³	0,228	N ₃ =	0	M ₃ =	0	
(4) Säurekapazität bis pH 4,3	mol/m ³	7,72	N ₄ =	5	M ₄ =	-1	
	mol/m ³	2,99	N ₅ =	1	M ₅ =	3	
(5) Ca²⁺	mol/m ³	2,99	N ₆ =	0	M ₆ =	1	
(6) pH-Wert	-	7,1	N ₇ =	-5			
(7) Objekt/Wasser-Potential U_H (Zur Feststellung der Fremdkathoden)	V	-0,023					

Bewertungszahlsumme W ₀ =	6,00			
Bewertungszahlsumme W ₁ =	6,00			
Bewertungszahlsumme W _D =	1	Bewertungszahlsumme W _L =	1	

Beurteilung:

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist im Unterwasserbereich

sehr gering bezüglich Mulden und Lochkorrosion und
sehr gering bezüglich der Flächenkorrosion.

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen in Wässern ist an der Wasser/Luft-Grenze

sehr gering bezüglich Mulden und Lochkorrosion und
sehr gering bezüglich der Flächenkorrosion.

Die Güte der Deckschichten auf feuerverzinkten Stählen ist **sehr gut.**

Bemerkung:

Bewertung für fließendes Gewässer
 im Unterwasserbereich

WESSLING GmbH, Forstenrieder
 Straße 8-14, 82061 Neuried

Neuried, den 21.12.2020

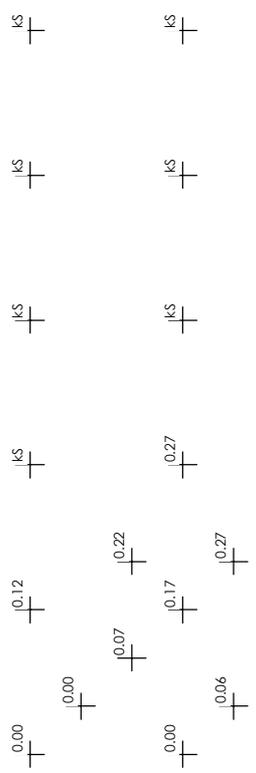
T. Schröder
 Sachbearbeiter

GHB Consult GmbH Moosstr. 7 82319 Starnberg Tel: 08151 / 656 88 - 0		Markt Markt Schwaben HRB Einbergfeld		Bericht-Nr.: 200965 Anlage-Nr.: 16.1
------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------	--	-----------------------------------------

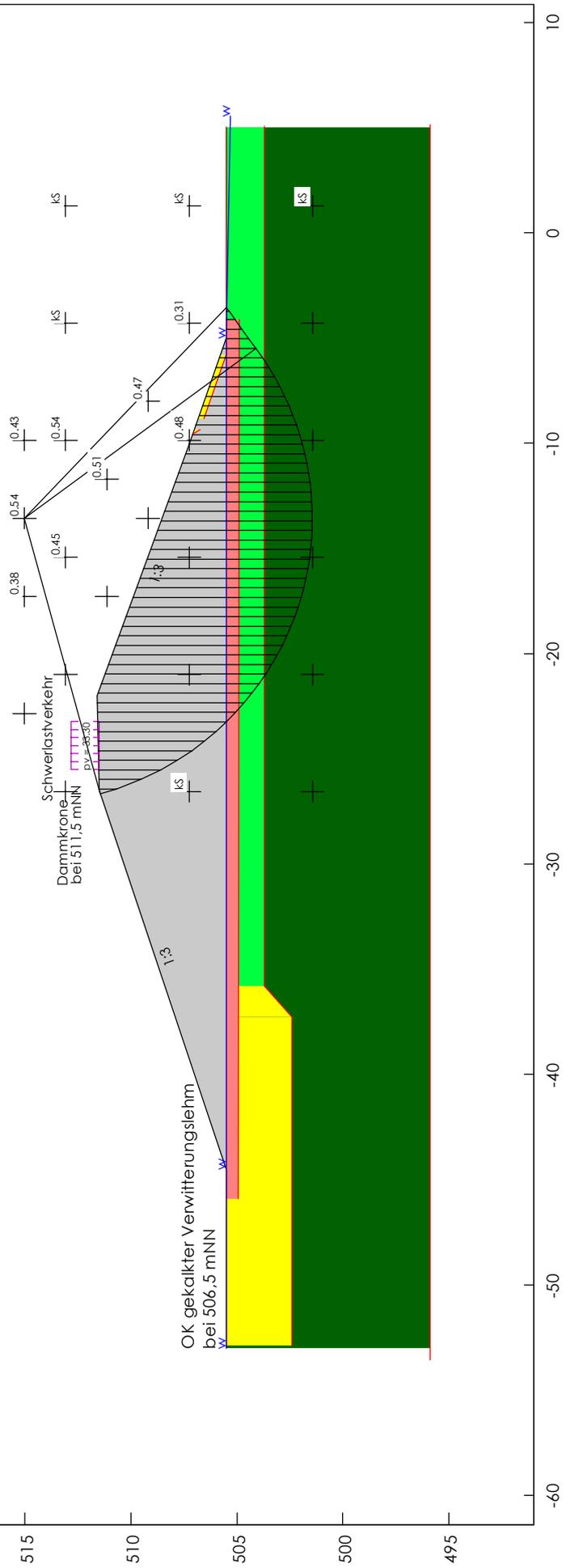
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
█	27,50	10,00	19,00	Dammerschüttung: Lehm, halbfest
█	27,50	10,00	19,00	Stabilisierte Schicht
█	22,50	4,00	18,00	Geschlebelehm, weich bis steif
█	27,50	10,00	20,00	Geschlebelehm, halbfest
█	35,00	0,00	21,00	Kies, schluffig

Markt Schwaben HRB Einbergfeld
 Standsicherheitsberechnung
 Berechnungsgrundlagen
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0,54$
 $x_m = -13,57 \text{ m}$ $y_m = 515,03 \text{ m}$
 $R = 13,57 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 $- \gamma(e) = 1,25$
 $- \gamma(c) = 1,25$
 $- \gamma(G_w) = 1,00$
 $- \gamma(\text{Wichten}) = 1,00$
 $- \gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1,00$
 $- \gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1,30$

Lastfall 1:
 Luftseite nicht eingestaut
 max. Ausnutzungsgrad $\mu = 0,54$
 Ausnutzungsgrad $\mu < 1$
 Damm standsicher



Wasserseite B 14
 Luftseite B 12



Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Markt Schwaben HRB Einbergfeld

Standstabilitätsberechnung

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.25

- gam(c') = 1.25

- gam(cu) = 1.25

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.30

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y												
[-]	[m]	[m]												
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-26.500	511.500	4	-22.000	511.600	5	-22.000	511.600
6	-9.961	507.234	7	-5.000	505.500	8	5.000	505.500						

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	C_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.50	10.00	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	27.50	10.00	19.00	Stabilisierte Schicht
3	22.50	4.00	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	27.50	10.00	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	35.00	0.00	21.00	Kies, schluffig

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	C_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	22.61	8.00	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	22.61	8.00	19.00	Stabilisierte Schicht
3	18.33	3.20	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	22.61	8.00	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	29.26	0.00	21.00	Kies, schluffig

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-9.585	507.103	-9.344	506.741	5
2	-8.850	506.555	-5.801	505.500	5
3	-53.000	505.500	5.000	505.500	1
4	-5.801	505.500	-5.000	505.500	5
5	-45.918	504.951	-4.139	504.889	2
6	-35.797	503.717	5.056	503.717	3
7	-52.891	502.421	-37.278	502.421	5
8	-37.278	502.421	-35.797	503.717	5
9	-53.570	495.879	5.118	495.879	4
10	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-5.000	505.500	4	5.550	505.321

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links) [-]	Größe(rechts) [kN/m ²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	y [m]
1	33.30	33.30	-25.51	-23.23	511.49

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 505.30

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 505.30

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Vertikale Tangenten

x / y (Anfang): 0.0000 612.0000

x / y (Ende): 0.0000 620.0000

Anzahl Radien = 0

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-26.5613	530.5615	26.5613	50	0.0001	-2492.749	26107.837	26107.8	0.0	-2492.7	0.0
2	-26.5613	524.7359	26.5613	51	0.0001	-158.294	57845.702	57845.7	0.0	-158.3	0.0
3	-26.5613	518.9103	nicht berechnet								
4	-26.5613	513.0847	nicht berechnet								
5	-26.5613	507.2591	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-26.5613	501.4334	nicht berechnet								
7	-20.9949	530.5615	20.9949	50	0.1225	513.661	4192.739	4192.7	0.0	513.7	0.0
8	-20.9949	524.7359	20.9949	50	0.1718	3353.750	19519.491	19519.5	0.0	3353.8	0.0
9	-20.9949	518.9103	20.9949	53	0.2158	9391.874	43512.379	43512.4	0.0	9391.9	0.0
10	-20.9949	513.0847	nicht berechnet								
11	-20.9949	507.2591	nicht berechnet								
12	-20.9949	501.4334	nicht berechnet								
13	-15.4285	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
14	-15.4285	524.7359	15.4285	50	0.2707	431.076	1592.381	1592.4	0.0	431.1	0.0
15	-15.4285	518.9103	15.4285	51	0.4969	6535.798	13154.136	13154.1	0.0	6535.8	0.0
16	-15.4285	513.0847	15.4285	55	0.4544	12707.402	27967.477	27967.5	0.0	12707.4	0.0
17	-15.4285	507.2591	nicht berechnet								
18	-15.4285	501.4334	nicht berechnet								
19	-9.8621	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
20	-9.8621	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
21	-9.8621	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
22	-9.8621	513.0847	9.8621	51	0.5365	2321.019	4326.135	4326.1	0.0	2321.0	0.0
23	-9.8621	507.2591	9.8621	64	0.4798	4999.962	10421.946	10421.9	0.0	5000.0	0.0
24	-9.8621	501.4334	nicht berechnet								
25	-4.2956	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
26	-4.2956	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
27	-4.2956	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
28	-4.2956	513.0847	Kein Schnitt mit Gelände								
29	-4.2956	507.2591	4.2956	56	0.3128	189.884	607.106	607.1	0.0	189.9	0.0
30	-4.2956	501.4334	nicht berechnet								
31	1.2708	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
32	1.2708	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
33	1.2708	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
34	1.2708	513.0847	Kein Schnitt mit Gelände								
35	1.2708	507.2591	Kein Schnitt mit Gelände								
36	1.2708	501.4334	Kein Schnitt mit Gelände								
37	-22.8504	515.0265	nicht berechnet								
38	-24.7059	516.9684	nicht berechnet								
39	-22.8504	520.8522	22.8504	52	0.1299	6359.633	48962.240	48962.2	0.0	6359.6	0.0
40	-24.7059	522.7940	24.7059	51	0.0620	3324.120	53594.748	53594.7	0.0	3324.1	0.0
41	-22.8504	526.6778	22.8504	50	0.0744	1631.541	21929.132	21929.1	0.0	1631.5	0.0

42	-24.7059	528.6196	24.7059	50	0.0001	-355.021	24109.877	24109.9	0.0	-355.0	0.0
43	-19.1394	526.6778	19.1394	50	0.2249	1889.117	8400.274	8400.3	0.0	1889.1	0.0
44	-19.1394	522.7940	19.1394	50	0.2667	4800.087	18000.923	18000.9	0.0	4800.1	0.0
45	-17.2840	520.8522	17.2840	51	0.3870	6209.409	16043.863	16043.9	0.0	6209.4	0.0
46	-13.5730	518.9103	13.5730	50	0.5173	3985.675	7705.332	7705.3	0.0	3985.7	0.0
47	-9.8621	515.0265	9.8621	50	0.4287	1214.849	2833.734	2833.7	0.0	1214.8	0.0
48	-8.0066	509.2009	8.0066	56	0.4662	1890.899	4056.298	4056.3	0.0	1890.9	0.0
49	-11.7175	511.1428	11.7175	55	0.5068	6637.187	13095.893	13095.9	0.0	6637.2	0.0
50	-13.5730	509.2009	nicht berechnet								
51	-17.2840	511.1428	nicht berechnet								
52	-17.2840	515.0265	17.2840	54	0.3754	12580.576	33509.824	33509.8	0.0	12580.6	0.0
53	-19.1394	516.9684	19.1394	53	0.2867	10946.013	38182.948	38182.9	0.0	10946.0	0.0
54	-13.5730	515.0265	13.5730	51	0.5421	7801.983	14392.306	14392.3	0.0	7802.0	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

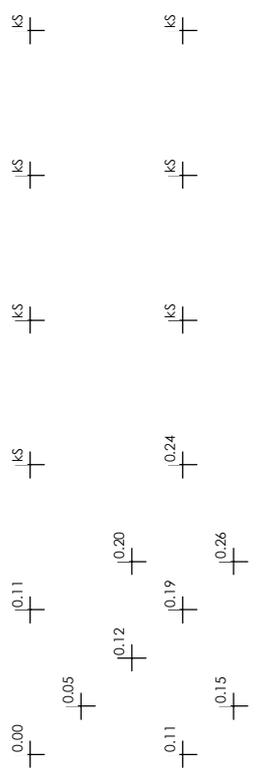
Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
54	-13.5730	515.0265	13.5730	51	0.5421	7801.983	14392.306	14392.3	0.0	7802.0	0.0

GHB Consult GmbH Moosstr. 7 82319 Starnberg Tel: 08151 / 656 88 - 0		Markt Markt Schwaben HRB Einbergfeld		Bericht-Nr.: 200965
				Anlage-Nr.: 16.2

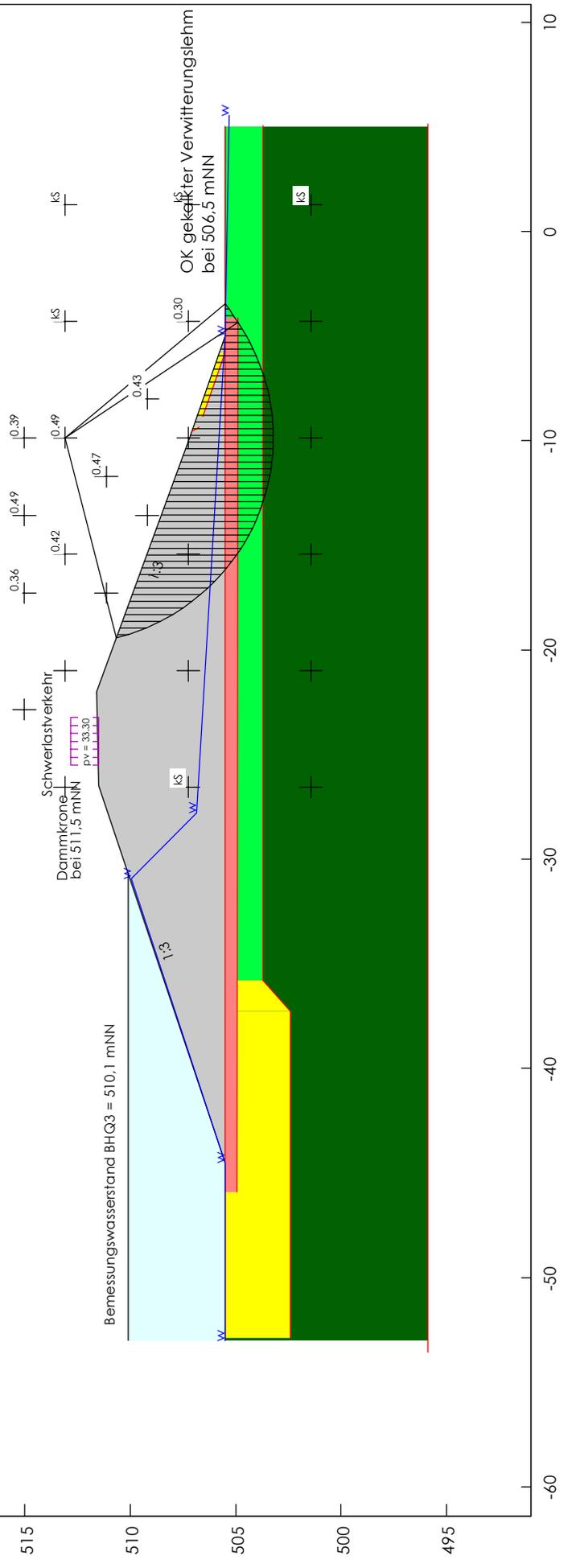
Boden	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
█	27,50	10,00	19,00	Dammerschüttung: Lehm, halbfest
█	27,50	10,00	19,00	Stabilisierte Schicht
█	22,50	4,00	18,00	Geschlebelehm, weich bis steif
█	27,50	10,00	20,00	Geschlebelehm, halbfest
█	35,00	0,00	21,00	Kies, schluffig

Markt Schwaben HRB Einbergfeld
Standardsicherheitsberechnung
Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\beta_{max} = 0,49$ $x_m = -9,86$ m $y_m = 513,08$ m
 $R = 9,86$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(G_k) = 1,10$
- $\gamma(G_{kj}) = 1,10$
- $\gamma(W_{kchen}) = 1,00$
- $\gamma(S_{t\ddot{a}ndige\ Einw.}) = 1,00$
- $\gamma(Ver\ddot{a}nderliche\ Einw.)) = 1,00$

Lastfall 2:
Vollinstau
max. Ausnutzungsgrad $\mu = 0,49$
Ausnutzungsgrad $\mu < 1$
Damm standsicher



Wasserseite
B 14
Luftseite
B 12



Bemessungswasserstand BHQ3 = 510,1 mNN

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Markt Schwaben HRB Einbergfeld

Standstabilitätsberechnung

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

x_m, y_m [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.10

- gam(c') = 1.10

- gam(cu) = 1.10

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.00

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y												
[-]	[m]	[m]												
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-26.500	511.500	4	-22.000	511.600	5	-22.000	511.600
6	-9.961	507.234	7	-5.000	505.500	8	5.000	505.500						

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	C_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.50	10.00	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	27.50	10.00	19.00	Stabilisierte Schicht
3	22.50	4.00	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	27.50	10.00	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	35.00	0.00	21.00	Kies, schluffig

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	C_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	25.33	9.09	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	25.33	9.09	19.00	Stabilisierte Schicht
3	20.63	3.64	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	25.33	9.09	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	32.48	0.00	21.00	Kies, schluffig

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-9.585	507.103	-9.344	506.741	5
2	-8.850	506.555	-5.801	505.500	5
3	-53.000	505.500	5.000	505.500	1
4	-5.801	505.500	-5.000	505.500	5
5	-45.918	504.951	-4.139	504.889	2
6	-35.797	503.717	5.056	503.717	3
7	-52.891	502.421	-37.278	502.421	5
8	-37.278	502.421	-35.797	503.717	5
9	-53.570	495.879	5.118	495.879	4
10	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y									
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]									
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-30.943	509.950	4	-27.796	506.864	5	-5.000	505.500

6 5.550 505.321

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links) [-]	Größe(rechts) [kN/m ²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	y [m]
1	33.30	33.30	-25.51	-23.23	511.49

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 510.10

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 505.30

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Vertikale Tangenten

x / y (Anfang): 0.0000 612.0000

x / y (Ende): 0.0000 620.0000

Anzahl Radien = 0

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-26.5613	530.5615	26.5613	50	0.0001	-371.217	26454.363	26454.4	0.0	-1285.2	914.0
2	-26.5613	524.7359	26.5613	52	0.1086	6922.133	63764.116	63764.1	0.0	5049.2	1872.9
3	-26.5613	518.9103	nicht berechnet								
4	-26.5613	513.0847	nicht berechnet								
5	-26.5613	507.2591	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-26.5613	501.4334	nicht berechnet								
7	-20.9949	530.5615	20.9949	50	0.1078	513.661	4764.476	4764.5	0.0	513.7	0.0
8	-20.9949	524.7359	20.9949	50	0.1942	3807.684	19603.517	19603.5	0.0	3673.5	134.2
9	-20.9949	518.9103	20.9949	53	0.2474	11251.953	45473.617	45473.6	0.0	10885.9	366.1
10	-20.9949	513.0847	nicht berechnet								
11	-20.9949	507.2591	nicht berechnet								
12	-20.9949	501.4334	nicht berechnet								
13	-15.4285	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
14	-15.4285	524.7359	15.4285	50	0.2354	424.595	1803.635	1803.6	0.0	424.6	0.0
15	-15.4285	518.9103	15.4285	51	0.4514	6332.754	14027.683	14027.7	0.0	6332.8	0.0
16	-15.4285	513.0847	15.4285	56	0.4242	12677.284	29882.257	29882.3	0.0	12677.3	0.0
17	-15.4285	507.2591	nicht berechnet								
18	-15.4285	501.4334	nicht berechnet								
19	-9.8621	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
20	-9.8621	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
21	-9.8621	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
22	-9.8621	513.0847	9.8621	51	0.4923	2323.047	4718.890	4718.9	0.0	2323.0	0.0
23	-9.8621	507.2591	nicht berechnet								
24	-9.8621	501.4334	nicht berechnet								
25	-4.2956	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
26	-4.2956	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
27	-4.2956	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
28	-4.2956	513.0847	Kein Schnitt mit Gelände								
29	-4.2956	507.2591	4.2956	57	0.2977	202.841	681.322	681.3	0.0	202.8	0.0
30	-4.2956	501.4334	nicht berechnet								
31	1.2708	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
32	1.2708	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
33	1.2708	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
34	1.2708	513.0847	Kein Schnitt mit Gelände								
35	1.2708	507.2591	Kein Schnitt mit Gelände								
36	1.2708	501.4334	Kein Schnitt mit Gelände								
37	-22.8504	515.0265	nicht berechnet								
38	-24.7059	516.9684	nicht berechnet								
39	-22.8504	520.8522	22.8504	52	0.1967	10173.987	51725.192	51725.2	0.0	9435.3	738.7
40	-24.7059	522.7940	24.7059	52	0.1506	8707.165	57820.008	57820.0	0.0	7440.8	1266.4

41	-22.8504	526.6778	22.8504	50	0.1169	2556.827	21868.438	21868.4	0.0	2243.2	313.6
42	-24.7059	528.6196	24.7059	50	0.0471	1139.941	24185.546	24185.5	0.0	566.0	573.9
43	-19.1394	526.6778	19.1394	50	0.1979	1889.117	9545.766	9545.8	0.0	1889.1	0.0
44	-19.1394	522.7940	19.1394	51	0.2624	4829.037	18406.737	18406.7	0.0	4796.5	32.5
45	-17.2840	520.8522	17.2840	51	0.3461	5796.427	16747.954	16748.0	0.0	5796.4	0.1
46	-13.5730	518.9103	13.5730	50	0.4534	3803.004	8388.600	8388.6	0.0	3803.0	0.0
47	-9.8621	515.0265	9.8621	50	0.3886	1214.849	3126.234	3126.2	0.0	1214.8	0.0
48	-8.0066	509.2009	8.0066	56	0.4303	1920.587	4463.361	4463.4	0.0	1920.6	0.0
49	-11.7175	511.1428	11.7175	56	0.4685	6701.819	14305.468	14305.5	0.0	6701.8	0.0
50	-13.5730	509.2009	nicht berechnet								
51	-17.2840	511.1428	nicht berechnet								
52	-17.2840	515.0265	17.2840	55	0.3618	12496.821	34538.638	34538.6	0.0	12471.9	24.9
53	-19.1394	516.9684	19.1394	54	0.3113	12336.887	39628.533	39628.5	0.0	12201.5	135.3
54	-13.5730	515.0265	13.5730	51	0.4903	7571.876	15442.573	15442.6	0.0	7571.9	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
22	-9.8621	513.0847	9.8621	51	0.4923	2323.047	4718.890	4718.9	0.0	2323.0	0.0

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Markt Schwaben HRB Einbergfeld

Standstabilitätsberechnung

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.10

- gam(c') = 1.10

- gam(cu) = 1.10

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.00

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach rechts

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y												
[-]	[m]	[m]												
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-26.500	511.500	4	-22.000	511.600	5	-22.000	511.600
6	-9.961	507.234	7	-5.000	505.500	8	5.000	505.500						

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	C_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.50	10.00	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	27.50	10.00	19.00	Stabilisierte Schicht
3	22.50	4.00	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	27.50	10.00	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	35.00	0.00	21.00	Kies, schluffig

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	C_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	25.33	9.09	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	25.33	9.09	19.00	Stabilisierte Schicht
3	20.63	3.64	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	25.33	9.09	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	32.48	0.00	21.00	Kies, schluffig

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-9.585	507.103	-9.344	506.741	5
2	-8.850	506.555	-5.801	505.500	5
3	-53.000	505.500	5.000	505.500	1
4	-5.801	505.500	-5.000	505.500	5
5	-45.918	504.951	-4.139	504.889	2
6	-35.797	503.717	5.056	503.717	3
7	-52.891	502.421	-37.278	502.421	5
8	-37.278	502.421	-35.797	503.717	5
9	-53.570	495.879	5.118	495.879	4
10	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-30.943	509.950	4	-7.677	506.432	5	-5.000	505.500

6 5.550 505.321

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links) [-]	Größe(rechts) [kN/m ²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	y [m]
1	33.30	33.30	-25.51	-23.23	511.49

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 510.10

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 505.30

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Vertikale Tangenten

x / y (Anfang): 0.0000 612.0000

x / y (Ende): 0.0000 620.0000

Anzahl Radien = 0

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-26.5613	530.5615	26.5613	50	0.0001	-371.217	23116.863	23116.9	0.0	-1285.2	914.0
2	-26.5613	524.7359	26.5613	52	0.1195	7022.623	58785.823	58785.8	0.0	5149.7	1872.9
3	-26.5613	518.9103	nicht berechnet								
4	-26.5613	513.0847	nicht berechnet								
5	-26.5613	507.2591	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-26.5613	501.4334	nicht berechnet								
7	-20.9949	530.5615	20.9949	50	0.1078	513.661	4764.476	4764.5	0.0	513.7	0.0
8	-20.9949	524.7359	20.9949	50	0.2301	3807.684	16548.279	16548.3	0.0	3673.5	134.2
9	-20.9949	518.9103	20.9949	53	0.2709	11216.278	41406.726	41406.7	0.0	10850.2	366.1
10	-20.9949	513.0847	nicht berechnet								
11	-20.9949	507.2591	nicht berechnet								
12	-20.9949	501.4334	nicht berechnet								
13	-15.4285	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
14	-15.4285	524.7359	15.4285	50	0.2354	424.595	1803.635	1803.6	0.0	424.6	0.0
15	-15.4285	518.9103	15.4285	51	0.5403	6332.499	11720.697	11720.7	0.0	6332.5	0.0
16	-15.4285	513.0847	15.4285	56	0.4687	12465.047	26593.969	26594.0	0.0	12465.0	0.0
17	-15.4285	507.2591	nicht berechnet								
18	-15.4285	501.4334	nicht berechnet								
19	-9.8621	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
20	-9.8621	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
21	-9.8621	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
22	-9.8621	513.0847	9.8621	51	0.5742	2319.831	4040.162	4040.2	0.0	2319.8	0.0
23	-9.8621	507.2591	nicht berechnet								
24	-9.8621	501.4334	nicht berechnet								
25	-4.2956	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
26	-4.2956	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
27	-4.2956	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
28	-4.2956	513.0847	Kein Schnitt mit Gelände								
29	-4.2956	507.2591	4.2956	57	0.3143	200.376	637.499	637.5	0.0	200.4	0.0
30	-4.2956	501.4334	nicht berechnet								
31	1.2708	530.5615	Kein Schnitt mit Gelände								
32	1.2708	524.7359	Kein Schnitt mit Gelände								
33	1.2708	518.9103	Kein Schnitt mit Gelände								
34	1.2708	513.0847	Kein Schnitt mit Gelände								
35	1.2708	507.2591	Kein Schnitt mit Gelände								
36	1.2708	501.4334	Kein Schnitt mit Gelände								
37	-22.8504	515.0265	nicht berechnet								
38	-24.7059	516.9684	nicht berechnet								
39	-22.8504	520.8522	22.8504	52	0.2153	10187.572	47323.030	47323.0	0.0	9448.9	738.7
40	-24.7059	522.7940	24.7059	52	0.1652	8773.634	53112.498	53112.5	0.0	7507.3	1266.4

41	-22.8504	526.6778	22.8504	50	0.1364	2556.827	18744.245	18744.2	0.0	2243.2	313.6
42	-24.7059	528.6196	24.7059	50	0.0544	1139.941	20951.585	20951.6	0.0	566.0	573.9
43	-19.1394	526.6778	19.1394	50	0.2106	1889.117	8969.053	8969.1	0.0	1889.1	0.0
44	-19.1394	522.7940	19.1394	51	0.3157	4827.834	15290.248	15290.2	0.0	4795.3	32.5
45	-17.2840	520.8522	17.2840	51	0.4234	5795.873	13687.793	13687.8	0.0	5795.8	0.1
46	-13.5730	518.9103	13.5730	50	0.5281	3803.004	7201.492	7201.5	0.0	3803.0	0.0
47	-9.8621	515.0265	9.8621	50	0.4592	1214.849	2645.821	2645.8	0.0	1214.8	0.0
48	-8.0066	509.2009	8.0066	56	0.4709	1890.608	4014.782	4014.8	0.0	1890.6	0.0
49	-11.7175	511.1428	11.7175	56	0.5164	6597.123	12775.066	12775.1	0.0	6597.1	0.0
50	-13.5730	509.2009	nicht berechnet								
51	-17.2840	511.1428	nicht berechnet								
52	-17.2840	515.0265	17.2840	55	0.3976	12354.575	31073.551	31073.6	0.0	12329.7	24.9
53	-19.1394	516.9684	19.1394	54	0.3409	12232.622	35881.659	35881.7	0.0	12097.3	135.3
54	-13.5730	515.0265	13.5730	51	0.5647	7550.752	13371.248	13371.2	0.0	7550.8	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
22	-9.8621	513.0847	9.8621	51	0.5742	2319.831	4040.162	4040.2	0.0	2319.8	0.0

Böschungsberechnung nach EC 7
mit Kreisgleitflächen

Markt Schwaben HRB Einbergfeld

Standstabilitätsberechnung

Parameterliste

φ [°] = Reibungswinkel

c [kN/m²] = Kohäsion

γ [kN/m³] = Wichte

μ [-] = Ausnutzungsgrad

xm,ym [m] = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes

rad [m] = Radius des Gleitkreises

Teilsicherheiten: (GEO-3)

- gam(phi) = 1.10

- gam(c') = 1.10

- gam(cu) = 1.10

- gam(Wichten) = 1.00

- gam(Ständige Einw.) = 1.00

- gam(Veränderliche Einw.) = 1.00

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x	y												
[-]	[m]	[m]												
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-26.500	511.500	4	-22.000	511.600	5	-22.000	511.600
6	-9.961	507.234	7	-5.000	505.500	8	5.000	505.500						

Charakteristische Bodenkennwerte

Boden	φ_k	C_k	γ_k	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	27.50	10.00	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	27.50	10.00	19.00	Stabilisierte Schicht
3	22.50	4.00	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	27.50	10.00	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	35.00	0.00	21.00	Kies, schluffig

Bemessungs-Bodenkennwerte

Boden	φ_d	C_d	γ_d	Bezeichnung
[-]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ³]	
1	25.33	9.09	19.00	Dammschüttung: Lehm, halbfest
2	25.33	9.09	19.00	Stabilisierte Schicht
3	20.63	3.64	18.00	Geschiebelehm, weich bis steif
4	25.33	9.09	20.00	Geschiebelehm, halbfest
5	32.48	0.00	21.00	Kies, schluffig

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links)	y(links)	x(rechts)	y(rechts)	Boden-Nr.
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	-9.585	507.103	-9.344	506.741	5
2	-8.850	506.555	-5.801	505.500	5
3	-53.000	505.500	5.000	505.500	1
4	-5.801	505.500	-5.000	505.500	5
5	-45.918	504.951	-4.139	504.889	2
6	-35.797	503.717	5.056	503.717	3
7	-52.891	502.421	-37.278	502.421	5
8	-37.278	502.421	-35.797	503.717	5
9	-53.570	495.879	5.118	495.879	4
10	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y	Nr.	x	y
[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]
1	-53.000	505.500	2	-44.500	505.500	3	-30.943	509.950	4	-7.677	506.432	5	-5.000	505.500

6 5.550 505.321

Verkehrslasten

Nr.	Größe(links) [-]	Größe(rechts) [kN/m ²]	x(links) [m]	x(rechts) [m]	y [m]
1	33.30	33.30	-25.51	-23.23	511.49

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 505.30

Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 505.30

γ Wasser [kN/m³] = 10.000

Berechnung mit Berücksichtigung des passiven Erddruckkeils

Ergebnisse

Suchbereich

Art Suchradius

Horizontale Tangenten

x / y (Anfang): -54.7637 502.9145

x / y (Ende): -21.5627 503.3465

Anzahl Radien = 0

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
1	-49.3948	531.8575	Kein Schnitt mit Gelände								
2	-49.3948	526.2787	Kein Schnitt mit Gelände								
3	-49.3948	520.6999	Kein Schnitt mit Gelände								
4	-49.3948	515.1212	Kein Schnitt mit Gelände								
5	-49.3948	509.5424	Kein Schnitt mit Gelände								
6	-49.3948	503.9636	Kein Schnitt mit Gelände								
7	-44.7911	531.8575	Kein Schnitt mit Gelände								
8	-44.7911	526.2787	Kein Schnitt mit Gelände								
9	-44.7911	520.6999	Kein Schnitt mit Gelände								
10	-44.7911	515.1212	12.2066	51	0.4367	1594.005	3650.222	3650.2	0.0	1594.0	0.0
11	-44.7911	509.5424	6.6279	55	0.3889	490.126	1260.157	1260.2	0.0	490.1	0.0
12	-44.7911	503.9636	Kein Schnitt mit Gelände								
13	-40.1873	531.8575	28.9429	50	0.6169	14584.948	23642.743	23642.7	0.0	14584.9	0.0
14	-40.1873	526.2787	23.3642	50	0.6757	11286.518	16703.576	16703.6	0.0	11286.5	0.0
15	-40.1873	520.6999	17.7854	51	0.6821	6804.114	9974.532	9974.5	0.0	6804.1	0.0
16	-40.1873	515.1212	12.2066	51	0.6609	3211.582	4859.459	4859.5	0.0	3211.6	0.0
17	-40.1873	509.5424	6.6279	55	0.5603	1001.970	1788.259	1788.3	0.0	1002.0	0.0
18	-40.1873	503.9636	Kein Schnitt mit Gelände								
19	-35.5836	531.8575	28.9429	50	0.4899	13050.450	26637.292	26637.3	0.0	13050.4	0.0
20	-35.5836	526.2787	23.3642	50	0.5572	11402.992	20464.608	20464.6	0.0	11403.0	0.0
21	-35.5836	520.6999	17.7854	50	0.6151	8577.447	13944.520	13944.5	0.0	8577.4	0.0
22	-35.5836	515.1212	12.2066	51	0.6290	4959.452	7884.626	7884.6	0.0	4959.5	0.0
23	-35.5836	509.5424	6.6279	56	0.5197	1350.105	2597.647	2597.6	0.0	1350.1	0.0
24	-35.5836	503.9636	Kein Schnitt mit Gelände								
25	-30.9799	531.8575	28.9429	50	0.2949	8795.223	29824.610	29824.6	0.0	8795.2	0.0
26	-30.9799	526.2787	23.3642	50	0.3242	7440.972	22948.598	22948.6	0.0	7441.0	0.0
27	-30.9799	520.6999	17.7854	51	0.3797	6257.194	16480.413	16480.4	0.0	6257.2	0.0
28	-30.9799	515.1212	12.2066	52	0.4794	4771.463	9953.753	9953.8	0.0	4771.5	0.0
29	-30.9799	509.5424	6.6279	59	0.4747	1768.092	3725.020	3725.0	0.0	1768.1	0.0
30	-30.9799	503.9636	Kein Schnitt mit Gelände								
31	-26.3762	531.8575	28.9429	50	0.0896	2798.163	31217.040	31217.0	0.0	2798.2	0.0
32	-26.3762	526.2787	23.3642	51	0.1062	2563.001	24140.665	24140.7	0.0	2563.0	0.0
33	-26.3762	520.6999	17.7854	51	0.1495	2600.320	17390.707	17390.7	0.0	2600.3	0.0
34	-26.3762	515.1212	12.2066	53	0.2302	2448.489	10637.886	10637.9	0.0	2448.5	0.0
35	-26.3762	509.5424	6.6279	64	0.3506	1506.354	4297.104	4297.1	0.0	1506.4	0.0
36	-26.3762	503.9636	Kein Schnitt mit Gelände								
37	-32.5145	511.4020	8.4875	54	0.5301	2897.899	5466.814	5466.8	0.0	2897.9	0.0
38	-34.0491	513.2616	10.3470	52	0.5845	3977.576	6805.152	6805.2	0.0	3977.6	0.0
39	-37.1182	513.2616	10.3470	51	0.6056	3022.086	4990.317	4990.3	0.0	3022.1	0.0
40	-38.6528	511.4020	8.4875	53	0.5965	1830.831	3069.419	3069.4	0.0	1830.8	0.0

41	-41.7219	513.2616	10.3470	52	0.5825	1968.040	3378.494	3378.5	0.0	1968.0	0.0
42	-43.2565	511.4020	8.4875	53	0.4919	1056.914	2148.564	2148.6	0.0	1056.9	0.0
43	-41.7219	516.9808	14.0662	51	0.6144	3519.219	5728.020	5728.0	0.0	3519.2	0.0
44	-41.7219	520.6999	17.7854	51	0.6350	5580.183	8788.234	8788.2	0.0	5580.2	0.0
45	-41.7219	524.4191	21.5046	50	0.6652	8490.081	12763.233	12763.2	0.0	8490.1	0.0
46	-38.6528	528.1383	25.2238	50	0.6315	12821.612	20302.913	20302.9	0.0	12821.6	0.0
47	-37.1182	529.9979	27.0833	50	0.5701	13594.019	23846.178	23846.2	0.0	13594.0	0.0
48	-34.0491	528.1383	25.2238	50	0.4627	10894.302	23544.571	23544.6	0.0	10894.3	0.0
49	-32.5145	529.9979	27.0833	50	0.3764	9923.008	26363.994	26364.0	0.0	9923.0	0.0
50	-29.4453	528.1383	25.2238	50	0.2404	6280.459	26130.177	26130.2	0.0	6280.5	0.0
51	-27.9108	529.9979	27.0833	50	0.1625	4705.225	28963.477	28963.5	0.0	4705.2	0.0
52	-29.4453	524.4191	21.5046	51	0.2624	5570.838	21230.379	21230.4	0.0	5570.8	0.0
53	-27.9108	522.5595	19.6450	51	0.2043	3924.141	19210.060	19210.1	0.0	3924.1	0.0
54	-29.4453	518.8403	15.9258	51	0.3214	4648.577	14462.779	14462.8	0.0	4648.6	0.0
55	-27.9108	516.9808	14.0662	52	0.2799	3473.837	12412.313	12412.3	0.0	3473.8	0.0
56	-29.4453	513.2616	10.3470	53	0.4118	3362.514	8165.135	8165.1	0.0	3362.5	0.0
57	-27.9108	511.4020	8.4875	57	0.3631	2297.909	6328.059	6328.1	0.0	2297.9	0.0
58	-32.5145	518.8403	15.9258	51	0.4865	6661.639	13692.181	13692.2	0.0	6661.6	0.0
59	-34.0491	516.9808	14.0662	51	0.5834	6314.497	10823.938	10823.9	0.0	6314.5	0.0
60	-37.1182	518.8403	15.9258	50	0.6850	7429.497	10846.312	10846.3	0.0	7429.5	0.0
61	-38.6528	516.9808	14.0662	51	0.6711	4870.996	7258.435	7258.4	0.0	4871.0	0.0
62	-37.1182	522.5595	19.6450	51	0.6627	9774.853	14749.789	14749.8	0.0	9774.9	0.0
63	-38.6528	524.4191	21.5046	50	0.6763	10674.384	15782.937	15782.9	0.0	10674.4	0.0
64	-34.0491	522.5595	19.6450	50	0.5228	8989.642	17194.748	17194.7	0.0	8989.6	0.0
65	-32.5145	524.4191	21.5046	50	0.4298	8571.934	19945.077	19945.1	0.0	8571.9	0.0

Ungünstigster Gleitkreis

Nr	xm	ym	Radius	Lamellen	μ	Zähler	Nenner	M(Ti)	M(R)	M(Gi)	M(S)
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]	[kN*m/m]
60	-37.1182	518.8403	15.9258	50	0.6850	7429.497	10846.312	10846.3	0.0	7429.5	0.0

Datum: 22.12.2020
 Projektnummer: 200965

Anlage 16.5

EINGABEWERTE

φ' (Reibungswinkel Untergrund)	25 °
φ' (Reibungswinkel Damm)	27,5 °
β_L (Böschung Luftseite)	18 °
φ' (Damm)- β (Böschung)	27,5 °
$\gamma_{(W)}$	10 kN/m ³
H_W (Einstauhöhe)	3,6 m
β_W (Böschung Wasserseite)	1 : 3
$\gamma_{(Boden)}$	19 kN/m ³ im Mittel
Dammhöhe	6 m
Kronenbreite	4,5 m
Fußbreite	25 m

Gleitsicherheit am Dammfuß

$$\eta_{GL} = \frac{\tan \varphi' (\text{Untergrund})}{K_{ah} * \tan \beta' (\text{Böschung})} = \frac{\text{max. T}}{\text{vorh. T}}$$

K_{ah} = Erddruckbeiwert für Bodeneigengewicht

$$K_{ah} = \left[\frac{1 + \sqrt{\frac{\cos \varphi' (\text{Damm}) \cdot \sin \varphi' (\text{Damm}) * \sin[\varphi' (\text{Damm}) - \beta (\text{Böschung})]}{\cos \beta_L (\text{Böschung})}}}{1} \right]^2$$

$K_{ah} = 0,36$

$\eta_{GL} = 4,0 > 1,3$

Sicherheit am Gesamtdamm

$$\eta = \frac{\text{max. T}}{\text{vorh. T}} = \frac{(G+W_v) * \tan \varphi' (\text{Untergrund})}{W_H}$$

$G = \gamma_{(Boden)} * \text{Dammhöhe} * 1/2 * (\text{Kronenbreite} + \text{Fußbreite})$

$W_v = \gamma_{(W)} * \frac{H_W^2}{2} * \cot \beta_W$

$W_H = \gamma_{(W)} * \frac{H_W^2}{2}$

$W_v = 65 \text{ kN/m}$

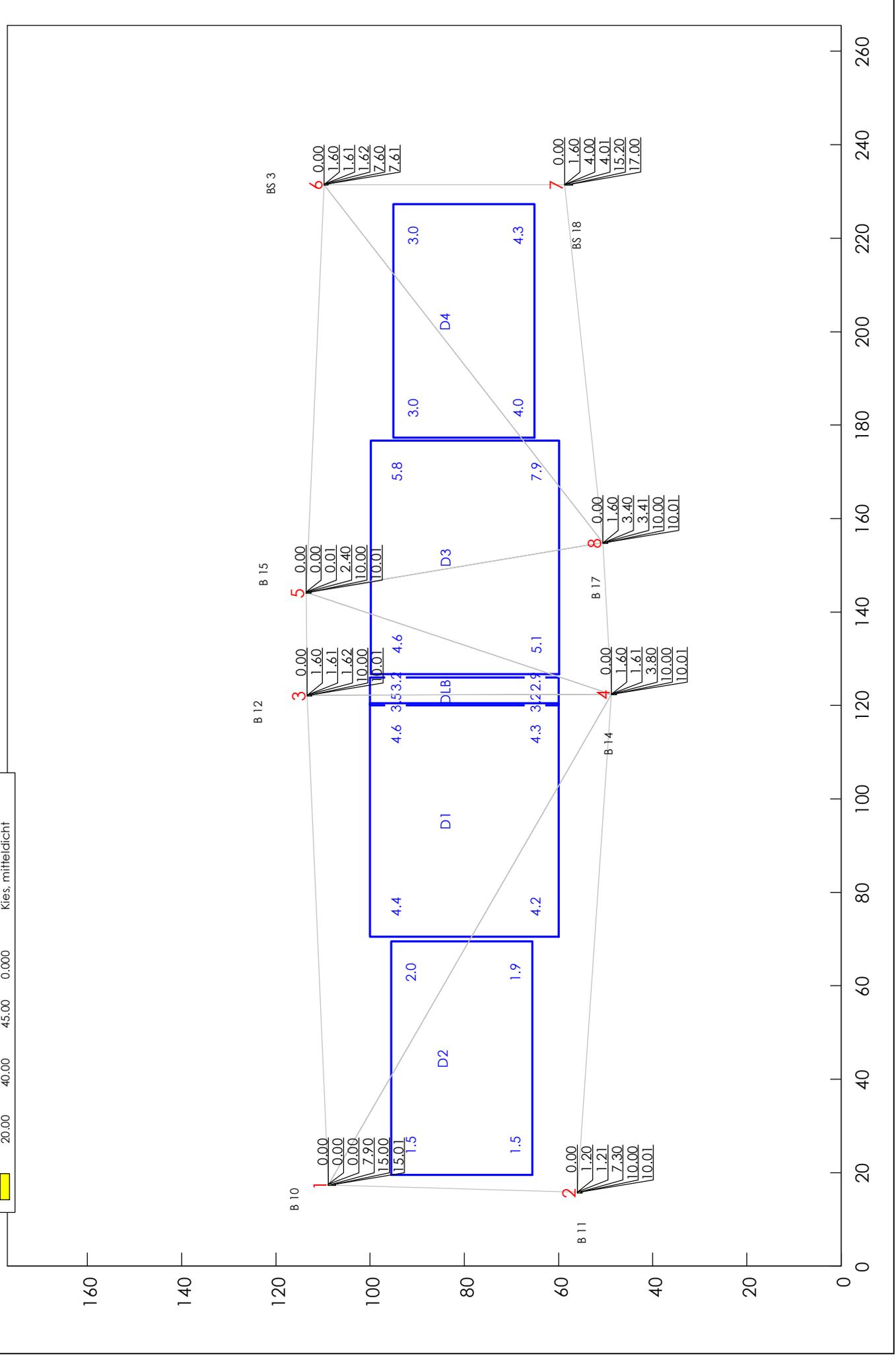
$W_H = 65 \text{ kN/m}$

$G = 1682 \text{ kN/m}$

$\eta = 12,6 > 1,3$

GHB Consult GmbH Moosstr. 7 82319 Starnberg Tel.: 08151/656 88-0	Markt Markt Schwaben Hochwasserschutzmaßnahme Einbergfeld	Anlage 17.1 Datum 23.12.2020 AZ 200965
---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

Schicht	γ [kN/m ³]	E_s [MN/m ²]	$E_{s(w)}$ [MN/m ²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.00	80.00	85.00	0.000	Stabilisiertes Material
	18.00	4.00	5.00	0.000	Verwitterungslehm, weich
	20.00	40.00	45.00	0.000	Kies, mitteldicht
	20.00	20.00	25.00	0.000	Geschiebelehm, halbfest
	20.00	40.00	45.00	0.000	Kies, mitteldicht



Setzungsberechnung nach DIN 4019

=====

Markt Schwaben Einbergfeld HWS-Maßnahme

Setzungen GOK

Grenztiefe mit 20.0 %

Aushubentlastung wurde von der Fundamentspannung bei der Ermittlung der Grenztiefe abgezogen.

Globale Vorbelastung = 0.00 kN/m²

Grenzabstand = 500.000 m

Bodenkennwerte

Schicht	γ	E_s	$E_s(w)$	ν	Bezeichnung
[-]	[kN/m ³]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
1	20.00	80.00	85.00	0.000	Stabilisiertes Material
2	18.00	4.00	5.00	0.000	Verwitterungslehm, weich
3	20.00	40.00	45.00	0.000	Kies, mitteldicht
4	20.00	20.00	25.00	0.000	Geschiebelehm, halbfest
5	20.00	40.00	45.00	0.000	Kies, mitteldicht

Profile

Knoten: 1 x[m] = 17.385 y[m] = 108.849

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 0.00
2	0.00 - 0.00
3	0.00 - 7.90
4	7.90 - 15.00
5	15.00 - 15.01

Knoten: 2 x[m] = 15.797 y[m] = 56.006

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.20
2	1.20 - 1.21
3	1.21 - 7.30
4	7.30 - 10.00
5	10.00 - 10.01

Knoten: 3 x[m] = 122.165 y[m] = 113.385

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.60
2	1.60 - 1.61
3	1.61 - 1.62
4	1.62 - 10.00
5	10.00 - 10.01

Knoten: 4 x[m] = 122.392 y[m] = 48.748

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.60
2	1.60 - 1.61
3	1.61 - 3.80
4	3.80 - 10.00
5	10.00 - 10.01

Knoten: 5 x[m] = 144.165 y[m] = 113.612

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 0.00
2	0.00 - 0.01
3	0.01 - 2.40
4	2.40 - 10.00
5	10.00 - 10.01

Knoten: 6 x[m] = 231.482 y[m] = 109.757

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.60
2	1.60 - 1.61
3	1.61 - 1.62
4	1.62 - 7.60
5	7.60 - 7.61

Knoten: 7 x[m] = 231.482 y[m] = 58.727

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.60
2	1.60 - 4.00
3	4.00 - 4.01
4	4.01 - 15.20
5	15.20 - 17.00

Knoten: 8 x[m] = 154.824 y[m] = 50.562

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.60
2	1.60 - 3.40
3	3.40 - 3.41
4	3.41 - 10.00
5	10.00 - 10.01

Inzidenztafel

Dreieck	A	B	C
1	5	3	4
2	5	4	8
3	5	8	6
4	6	8	7
5	4	3	1
6	4	1	2

Fundament: DLB

x(links) = 120.000 m

y(unten) = 60.000 m

a = 6.000 m

b = 40.000 m

Neigung = 0.000 °

Fundamentspannung (links oben) = 120.000 kN/m²

Fundamentspannung (rechts oben) = 120.000 kN/m²

Fundamentspannung (links unten) = 120.000 kN/m²

Fundamentspannung (rechts unten) = 120.000 kN/m²

Aushubentlastung = 49.980 kN/m²

Gründungssohle = 2.500 m

Grenztiefe = 5.455 m

Setzung in Fundamentmitte = 3.51 cm

Setzungen in den Fundamentecken

links oben = 2.48 cm

rechts oben = 1.45 cm

links unten = 2.28 cm

rechts unten = 1.36 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 3.55 cm

rechts oben = 3.16 cm

links unten = 3.22 cm

rechts unten = 2.89 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 3.205

Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = 0.00010 = 1 : 9901.8

Verdrehung (KP) um Querachse [-] = 0.00082 = 1 : 1219.8

Fundament: D1

x(links) = 70.500 m
y(unten) = 60.000 m
a = 50.000 m
b = 40.000 m
Neigung = 0.000 °
Fundamentspannung (links oben) = 126.000 kN/m²
Fundamentspannung (rechts oben) = 126.000 kN/m²
Fundamentspannung (links unten) = 126.000 kN/m²
Fundamentspannung (rechts unten) = 126.000 kN/m²
Aushubentlastung = 0.000 kN/m²
Gründungssohle = 0.000 m
Grenztiefe = 11.288 m
Setzung in Fundamentmitte = 5.45 cm
Setzungen in den Fundamentecken
links oben = 1.47 cm
rechts oben = 2.53 cm
links unten = 1.30 cm
rechts unten = 2.31 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 4.38 cm
rechts oben = 4.63 cm
links unten = 4.18 cm
rechts unten = 4.33 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 4.382
Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = 0.00008 = 1 : 11893.0
Verdrehung (KP) um Querachse [-] = -0.00005 = 1 : 18712.7

Fundament: D2

x(links) = 19.500 m
y(unten) = 65.531 m
a = 50.000 m
b = 30.000 m
Neigung = 0.000 °
Fundamentspannung (links oben) = 63.000 kN/m²
Fundamentspannung (rechts oben) = 63.000 kN/m²
Fundamentspannung (links unten) = 63.000 kN/m²
Fundamentspannung (rechts unten) = 63.000 kN/m²
Aushubentlastung = 0.000 kN/m²
Gründungssohle = 0.000 m
Grenztiefe = 9.665 m
Setzung in Fundamentmitte = 1.90 cm
Setzungen in den Fundamentecken
links oben = 0.45 cm
rechts oben = 2.14 cm
links unten = 0.46 cm
rechts unten = 2.15 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 1.47 cm
rechts oben = 1.97 cm
links unten = 1.47 cm
rechts unten = 1.94 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 1.712
Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = 0.00001 = 1 : 133250.1
Verdrehung (KP) um Querachse [-] = -0.00013 = 1 : 7545.1

Fundament: D3

x(links) = 126.701 m
y(unten) = 59.861 m

$a = 50.000 \text{ m}$
 $b = 40.000 \text{ m}$
 Neigung = 0.000°
 Fundamentspannung (links oben) = 126.000 kN/m^2
 Fundamentspannung (rechts oben) = 126.000 kN/m^2
 Fundamentspannung (links unten) = 126.000 kN/m^2
 Fundamentspannung (rechts unten) = 126.000 kN/m^2
 Aushubentlastung = 0.000 kN/m^2
 Gründungssohle = 0.000 m
 Grenztiefe = 9.959 m
 Setzung in Fundamentmitte = 7.87 cm
 Setzungen in den Fundamentecken
 links oben = 2.00 cm
 rechts oben = 1.60 cm
 links unten = 1.85 cm
 rechts unten = 2.55 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 4.57 cm
 rechts oben = 5.77 cm
 links unten = 5.12 cm
 rechts unten = 7.90 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 5.839
 Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = $-0.00045 = 1 : 2208.5$
 Verdrehung (KP) um Querachse [-] = $-0.00054 = 1 : 1861.2$

 Fundament: D4

$x(\text{links}) = 177.277 \text{ m}$
 $y(\text{unten}) = 65.077 \text{ m}$
 $a = 50.000 \text{ m}$
 $b = 30.000 \text{ m}$
 Neigung = 0.000°
 Fundamentspannung (links oben) = 63.000 kN/m^2
 Fundamentspannung (rechts oben) = 63.000 kN/m^2
 Fundamentspannung (links unten) = 63.000 kN/m^2
 Fundamentspannung (rechts unten) = 63.000 kN/m^2
 Aushubentlastung = 0.000 kN/m^2
 Gründungssohle = 0.000 m
 Grenztiefe = 9.733 m
 Setzung in Fundamentmitte = 3.89 cm
 Setzungen in den Fundamentecken
 links oben = 2.84 cm
 rechts oben = 0.86 cm
 links unten = 4.25 cm
 rechts unten = 1.31 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 3.00 cm
 rechts oben = 3.05 cm
 links unten = 4.05 cm
 rechts unten = 4.30 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 3.599
 Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = $-0.00052 = 1 : 1927.6$
 Verdrehung (KP) um Querachse [-] = $-0.00004 = 1 : 24573.9$

Setzungen an selbst gewählten Punkten

x	y	s
[m]	[m]	[cm]

Alle Setzungen

Name	x	y	Setzung
	[m]	[m]	[cm]

DLB	123.000	80.000	3.514
DLB	120.000	100.000	2.475
DLB	126.000	100.000	1.450
DLB	120.000	60.000	2.279
DLB	126.000	60.000	1.360
DLB	120.780	94.800	3.550
DLB	125.220	94.800	3.159
DLB	120.780	65.200	3.224
DLB	125.220	65.200	2.887
D1	95.500	80.000	5.448
D1	70.500	100.000	1.468
D1	120.500	100.000	2.533
D1	70.500	60.000	1.296
D1	120.500	60.000	2.308
D1	77.000	94.800	4.383
D1	114.000	94.800	4.629
D1	77.000	65.200	4.183
D1	114.000	65.200	4.332
D2	44.500	80.531	1.895
D2	19.500	95.531	0.453
D2	69.500	95.531	2.145
D2	19.500	65.531	0.456
D2	69.500	65.531	2.146
D2	26.000	91.631	1.469
D2	63.000	91.631	1.972
D2	26.000	69.431	1.465
D2	63.000	69.431	1.942
D3	151.701	79.861	7.866
D3	126.701	99.861	2.002
D3	176.701	99.861	1.600
D3	126.701	59.861	1.851
D3	176.701	59.861	2.550
D3	133.201	94.661	4.567
D3	170.201	94.661	5.771
D3	133.201	65.061	5.124
D3	170.201	65.061	7.895
D4	202.277	80.077	3.889
D4	177.277	95.077	2.844
D4	227.277	95.077	0.861
D4	177.277	65.077	4.251
D4	227.277	65.077	1.315
D4	183.777	91.177	2.999
D4	220.777	91.177	3.046
D4	183.777	68.977	4.048
D4	220.777	68.977	4.301

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.1		
Projektnr.:	200965		



Foto 1: Ostseite - vor den Arbeiten



Foto 2: Ostseite: vor den Arbeiten

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.2		
Projektnr.:	200965		



Foto 3: Westseite - Verlegung Geogitter



Foto 4: Westseite - Vernässte Bereiche

Projekt: Markt Schwaben Einbergfeld

Anlage: 18.3

Projektnr.: 200965

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



Foto 5: Am Erlberg



Foto 6: DPH 11

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.4		
Projektnr.:	200965		



Foto 7: GWM 1



Foto 8: GWM 2

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.5		
Projektnr.:	200965		



Foto 9: B 10 / 0 - 4



Foto 10: B 10 / 4 - 8

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.6		
Projektnr.:	200965		



Foto 10: B 10 / 8 - 12



Foto 11: B 10 / 12 - 15

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.7		
Projektnr.:	200965		



Foto 13: B 11 / 0 - 4



Foto 14: B 11 / 4 - 8

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.8		
Projektnr.:	200965		



Foto 15: B 11 / 7 - 10



Foto 16: B 12 / 0 - 4

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.9		
Projektnr.:	200965		



Foto 17: B 12 / 4 - 8



Foto 18: B 12 / 6 - 10

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.10		
Projektnr.:	200965		



Foto 19: B 13 / 0 - 4



Foto 20: B 13 / 4 - 8

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.11		
Projektnr.:	200965		



Foto 21: B 13 / 8 - 12



Foto 22: B 13 / 8 - 15

Projekt: Markt Schwaben Einbergfeld

Anlage: 18.12

Projektnr.: 200965

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



Foto 23: B 14 / 0 - 5



Foto 24: B 14 / 5 - 10

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.13		
Projektnr.:	200965		



Foto 25: B 15 / 0 - 4



Foto 26: B 15 / 4 - 8

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.14		
Projektnr.:	200965		



Foto 27: B 15 / 7 - 10



Foto 28: B 16 / 0 - 5

Projekt: Markt Schwaben Einbergfeld

Anlage: 18.15

Projektnr.: 200965

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



Foto 29: B 16 / 6 - 12



Foto 30: B 16 / 8 - 14

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.16		
Projektnr.:	200965		



Foto 31: B 17 / 0 - 4



Foto 32: B 17 / 4 - 8

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.17		
Projektnr.:	200965		



Foto 33: B 17 / 7 - 10



Foto 34: B 18 / 0 - 4

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.18		
Projektnr.:	200965		



Foto 35: B 18 / 4 - 8



Foto 36: B 18 / 8 - 12

Projekt:	Markt Schwaben Einbergfeld	GHB Consult GmbH N. Kampik, Dipl.-Geol. Moosstraße 7 82319 Starnberg Tel.: 08151 / 656 88 0 www.ghb-consult.de	GEO HYDRO BAU CONSULT
Anlage:	18.19		
Projektnr.:	200965		



Foto 37: B 18 / 12 - 16



Foto 38: B 18 / 12 - 17

Projekt: Markt Schwaben Einbergfeld

Anlage: 18.20

Projektnr.: 200965

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



Foto 39: Lkw Großbohrgerät



Foto 40: Großbohrgerät

Projekt: Markt Schwaben Einbergfeld

Anlage: 18.21

Projektnr.: 200965

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
www.ghb-consult.de

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**



Foto 41: Geogitter nach Gebrauch (Ost)



Foto 42: Bohrarbeiten Ost