

BAUGRUNDGUTACHTEN

Baugrunduntersuchungen zum BV Anschluss des neuen Brunnens Stubental 1 und des geplanten Hochbehälters im Denklinger Rotwald an die Wasserversorgung Denklingen und Schongau

(ergänzt Rüttelstopfverdichtung)

Projekt Nr. 9496

Textteil: 32 Seiten

Auftraggeber: Gemeinde Denklingen
Hauptstraße 23
86920 Denklingen

Gutachtenverfasser: BLASY + MADER GmbH
Moosstraße 3
82279 Eching am Ammersee

Telefon 08143 44403-0
Telefax 08143 44403-50

Eching a. Ammersee, 15.11.2018

Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2. Verwendete Unterlagen.....	4
3. Durchgeführte Arbeiten	6
3.1 Bohrungen und Sondierungen.....	6
3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	7
3.3 Chemische Laboruntersuchungen.....	7
4. Örtliche Verhältnisse	8
4.1 Lage, Morphologie und derzeitige Nutzung	8
4.2 Geologischer Überblick	8
5. Ergebnisse der Baugrunderkundung	10
5.1 Untergrundaufbau	10
5.2 Bodenklassifizierung und Bodenparameter	13
5.3 Grund- und Hochwasserverhältnisse.....	14
6. Hinweise zur Bauausführung	15
6.1 Hochbehälter.....	15
6.1.1 Beschreibung des Bauvorhabens.....	15
6.1.2 Baugrundbeschreibung	16
6.1.3 Gründung	17
6.1.4 Bauwasserhaltung, Verbau	18
6.1.5 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen.....	19
6.1.6 Versickerung	19
6.2 Brunnengebäude Stubental.....	20
6.2.1 Beschreibung des Bauvorhabens.....	20
6.2.2 Baugrundbeschreibung	20
6.2.3 Gründung	21
6.2.4 Bauwasserhaltung, Verbau	22
6.2.5 Erdarbeiten und Hinterfüllungen.....	22
6.2.6 Versickerung	22
6.3 Druckminder- und Wasserzählerschächte	22
6.3.1 Beschreibung des Bauvorhabens.....	22

6.3.2 Baugrundbeschreibung	23
6.3.3 Gründung	23
6.3.4 Bauwasserhaltung, Verbau	23
6.3.5 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen.....	23
6.4 Neubau Wasserleitungstrassen.....	24
6.4.1 T 1: Stubental – Hochbehälter – Wasserzählerschacht Dienhausen	24
6.4.2 T 2: Wasserzählerschacht Dienhausen – Druckminderschacht Denklingen	25
6.4.3 T 3: Wasserzählerschacht Dienhausen – Übergabeschacht WV Schongau	25
6.4.4 T 4: Wasserzählerschacht Industriegebiet – Industriegebiet Hirschvogel	26
6.4.5 Gründung	26
6.4.6 Bauwasserhaltung.....	26
6.4.7 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen.....	27
7. Untersuchung, Zuordnung und Verwertung von Boden und Asphalt.....	27
7.1 Abfallrechtliche Zuordnung von Boden	27
8. Schadstoffbelastung des Bodens	28
9. Schlussbemerkung	31

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Denklingen plant eine neue Wasserversorgung. Neben den Wasserleitungen sollen auch die folgenden Bauwerke im Umkreis der Gemeinde Denklingen errichtet werden:

- Hochbehälter (zwischen Stubental und Dienhausen)
- Brunnengebäude Stubental
- Druckminderschacht Denklingen
- Druckminderschacht Dienhausen
- Wasserzählerschacht Industriegebiet Hirschvogel
- Druckminderschacht Industriegebiet Hirschvogel
- Druckminderschacht Epfach
- Druckminderschacht Forchau
- Übergabeschacht SW Schongau

Die BLASY + MADER GmbH wurde mit der Erstellung eines Baugrundgutachtens zum Verlauf der Leitungstrassen wie auch zu den oben erwähnten Bauwerken beauftragt. Neben dem Baugrundaspekt soll auch erkundet werden, ob die im Zuge der Leitungsverlegung und der sonstigen Bauaktivitäten zu bewegenden Erdmassen mit Schadstoffen belastet sind.

2. Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des Auftrags standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan der Leitungstrassen im Maßstab 1:10.000
- Detaillagepläne zum Trassenverlauf im Maßstab 1: 2500
- Detaillagepläne / -luftbilder zu den oben genannten Bauwerken
- Diverse Spartenpläne in den Maßstäben 1:500.

Neben den in den nachfolgenden Abschnitten dokumentierten Felduntersuchungen und den einschlägigen DIN-Normen wurden außerdem folgende Unterlagen verwendet:

- VON SOOS. P.: Eigenschaften von Boden und Fels; ihre Ermittlung im Labor, Grundbautaschenbuch, München 1996,
- Geologische Karte 1 : 25.000, Blatt Schongau, Bayer. Geol. Landesamt / Landesamt für Umwelt, geologischer Dienst
- Umweltatlas Bayern, Internetportal des Bayerischen Landesamtes für Umwelt mit Kartenwerken und Informationen zur regionalen Geologie.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Merkblatt Deponie-Info 10, „Deponien der Klasse 0 - Inertabfalldeponien, München, April 2017

- Ingenieurbüro Dr. Blasy – Dr. Øverland: Grundrisse, Ansichten, Schnitte, im Maßstab 1:25. Januar 2018
- Anforderungen an die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen - Leitfaden zu den Eckpunkten, Vereinbarung zwischen dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und dem Industrieverband Steine und Erden e.V. vom 21.02.2001, Fassung vom 05.12.2005
- Merkblatt 3.8/1 des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft (LfW), Hilfswerte zur Emissionsabschätzung von Boden- und Bodenluftbelastungen vom 31.10.2001.
- Grotenthaler W., Müller M.: Die Geologie beiderseits des Lechs im Raum Schongau, Geologica Bavarica 111, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2011

3. Durchgeführte Arbeiten

3.1 Bohrungen und Sondierungen

Vom 03.05. bis 05.06.2018 wurden durch die BLASY + MADER GmbH insgesamt 44 Kleinrammbohrungen bis in Tiefen von maximal 5,0 m niedergebracht (KRB 1 bis KRB 44). Die Aufschlüsse wurden als Kleinrammbohrungen mit einem Durchmesser von 60 mm abgeteufelt,

Bohrung	Bohrdatum	RW	HW	Höhe zu NN m ü. NN	Endteufe m ab GOK
9496 - KRB 3	25.05.2018	4408888,6	5304991,7	748,465	2,55
9496 - KRB 4	25.05.2018	4409262,7	5304998,1	756,595	1,60
9496 - KRB 5	25.05.2018	4409656,3	5304840,2	782,987	3,10
9496 - KRB 6	25.05.2018	4410111,6	5304786,8	783,72	3,60
9496 - KRB 6 H	05.06.2018	4410157,5	5304681	784,74	5,00
9496 - KRB 7	25.05.2018	4410137,6	5304707,9	784,802	2,80
9496 - RKB 7	05.07.2018	4410152,3	5304692,7	784,62	10,00
9496 - KRB 8 H	05.06.2018	4410171,5	5304664,3	784,31	5,00
9496 - KRB 8	25.05.2018	4410159,3	5304694,3	784,57	2,90
9496 - RKB 9	05.07.2018	4410160,8	5304677,4	784,69	10,00
9496 - RKB 10	06.07.2018	4410180,6	5304685,1	784,66	10,00
9496 - KRB 11	25.05.2018	4410287,5	5304876,4	776,352	5,00
9496 - KRB 12	25.05.2018	4410844,5	5305107,1	755,052	1,40
9496 - KRB 13	25.05.2018	4411245,2	5305438,6	743,805	1,45
9496 - KRB 14	25.05.2018	4411499,1	5305798,3	736,233	2,10
9496 - KRB 15	25.05.2018	4411925	5305863,5	730,536	2,70
9496 - KRB 16	25.05.2018	4412338	5305826,4	726,583	5,00
9496 - KRB 17	25.05.2018	4412705,8	5305961,9	723,08	1,45
9496 - KRB 18	25.05.2018	4413043,3	5305928,7	720,378	1,65
9496 - KRB 19	03.05.2018	4413092,2	5306194,9	718,982	1,40
9496 - KRB 20	09.05.2018	4413320,1	5306110,2	729,369	3,00
9496 - KRB 21	09.05.2018	4413672,6	5305869,9	745,794	2,20
9496 - KRB 22	09.05.2018	4413995,4	5305792	756,953	3,90
9496 - KRB 23	09.05.2018	4414201	5305529	743,798	3,30
9496 - KRB 24	09.05.2018	4414525,5	5305491,3	730,87	3,30
9496 - KRB 25	16.05.2018	4414802,7	5305603,1	724,722	2,50
9496 - KRB 26	03.05.2018	4414948,8	5305664,3	722,514	2,50
9496 - KRB 27	16.05.2018	4415509,7	5306057,8	714,414	2,00
9496 - KRB 28	16.05.2018	4415876,3	5306278,7	716,549	1,80
9496 - KRB 29	03.05.2018	4416175,8	5306456,5	713,771	1,30
9496 RKB 30	04.06.2018	4416453,5	5306571,3	709,09	7,00
9496 RKB 31	04.06.2018	4416482,9	5306583,8	708,27	7,00
9496 - KRB 32	03.05.2018	4416736	5306760,5	700,381	1,50
9496 - KRB 33	25.05.2018	4418763	5307436,2	682,925	1,75
9496 - KRB 34	25.05.2018	4418467,6	5308346,1	666,362	3,65
9496 - KRB 35	02.05.2018	4415599,7	5309150,6	682,16	1,60
9496 - KRB 36	02.05.2018	4415639,5	5309542,4	678,97	0,58
9496 - KRB 37	02.05.2018	4415644,8	5309809,8	676,231	0,70
9496 - KRB 38	02.05.2018	4415643	5310135,4	675,671	1,60
9496 - KRB 39	02.05.2018	4415548,3	5310611,8	672,7	1,40
9496 - KRB 40	02.05.2018	4415487,8	5310967,8	661,124	3,50
9496 - KRB 42	25.05.2018	4413811,3	5307862,4	700,691	1,85
9496 - KRB 41	25.05.2018	4413801,3	5308195,7	696,48	1,75
9496 - KRB 43	25.05.2018	4413659,4	5307655	703,451	2,45
9496 - KRB 44	25.05.2018	4413427,4	5307242,7	707,913	1,35
9496 - KRB 45	25.05.2018	4413304	5306934,7	712,191	2,10
9496 - KRB 46	25.05.2018	4413205,9	5306539,6	716,121	2,20

Abkürzungen: RKB = Rammkernbohrung 178 mm; KRB = Kleinrammbohrung 80/60/50 mm;

Tabelle 1: Vermessungsdaten der Kleinrammbohrungen und Baugrundaufschlussbohrungen

Die geologischen Profile sind Teil des Prüfberichts. Sie wurden je Trassenteil der Neubauleitungen zu geologischen Schnitten zusammengefasst, die ebenfalls Teil des Prüfberichts sind. Die Vermessungsdaten werden in Tabelle 1 des Berichts und im Prüfbericht aufgelistet. Die Position der Bohrungen wird im georeferenzierten Übersichtslageplan zum Verlauf der Neubautrassen der Wasserleitung lagerichtig dargestellt.

die maximale Bohrtiefe lag bei 5,0 m. Die Bohrkerne wurden vom Projektingenieur geologisch aufgenommen. Aus den Bohrungen wurden schichtbezogen gestörte Bodenproben nach DIN 4021 entnommen. Weiterhin wurden im Bereich der geplanten Hochbehälter und im Bereich der Bahnquerung bei Neu Hof, am 02.08.2018, jeweils zwei schwere Rammsondierungen (DPH) niedergebracht. Zudem wurden im Zeitraum vom 14.05.2018 bis zum 06.07.2018 durch die Becker + Bosch Baugrunduntersuchung GmbH weitere 5 Aufschlussbohrungen bis in Tiefen von 10 m auf der geplanten Baufläche des Hochbehälters bzw. von 7 m im Bereich der geplanten Bahnunterquerung der Strecke Landsberg am Lech – Schongau auf Höhe des Ortes Neu Hof niedergebracht. Die Bohrungen wurden nach Abschluss der Arbeiten mit Bohrgut wiederverfüllt.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen wurden je nach Position mittels Tachymeter oder mittels D-GPS nach Lage (GK-Koordinaten) und Höhe ü. NN eingemessen. Die Bohrprofile wurden mittels einer Ausgabesoftware nach DIN 4023 dargestellt.

3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus jedem Bohrloch wurden schichtweise Proben entnommen.

Neun der entnommenen Bodenproben wurden im Baugrundlabor der BLASY + MADER GmbH auf die Korngrößenverteilung nach DIN 18123 (Sieblinie) untersucht. Vier weitere Proben wurden zudem einer Siebschlämmanalyse unterzogen. Aus den Sieblinien wurden rechnerisch die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser in den betreffenden Böden ermittelt. 6 Proben aus bindigem Material wurde auf die Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1 geprüft.

3.3 Chemische Laboruntersuchungen

Insgesamt 14 Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen wurden auf die altlastentypischen Parameter PAK, unpolare Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle gemäß AbfKlärV und Arsen untersucht. Eine Zusammenstellung der Laborproben befindet sich in den Tabellen 11 bis 13.

4. Örtliche Verhältnisse

4.1 Lage, Morphologie und derzeitige Nutzung

Das Untersuchungsgebiet liegt westlich des Lechs bei Epfach und umfasst die Gemarkungen Denklingen, Dienhausen, Epfach und Frankenhofen.

Bohrungen und Sondierungen liegen entlang des Verlaufs der Osterzeller Straße von Dienhausen bis ins Stubental sowie entlang der Weihertalstraße und der Hauptstraße zwischen Dienhausen und Denklingen. Weitere Bohrpunkte befinden sich zwischen Dienhausen und Epfach entlang der via Claudia und an kleineren Forstwegen. Zusätzlich liegen einige Bohrpunkte westlich der B17 bzw. auf Forstwegen vom Industriegebiet Hirschvogel nach Süden bis auf Höhe von Denklingen. Die Standorte der Bohr- und Sondierpunkte befinden sich gänzlich auf unbebautem Gebiet, entlang von Bundesstraßen, kleineren Landstraßen oder Forst- und Feldwegen.

Die durch Becker + Bosch Baugrunduntersuchung GmbH niedergebrachten Aufschlussbohrungen liegen im Umgriff des geplanten Hochbehälters südlich der Osterzeller Straße im Denklinger Rotwald zwischen Dienhausen und Osterzell sowie an der Bahnquerung bei Neuhof.

Insgesamt weist das Gelände eine Hangneigung auf, die nach Nordosten hin einfällt. Die Morphologie des Geländes ist allerdings durch mehrere Taleinschnitte relativ uneben. Die Höhe der Bohr- und Sondierpunkte variiert von 661,12 bis 784,80 m ü. NN.

Vom geplanten Standort der Hochbehälter, welche mit 784 m ü. NN den höchsten Standpunkt des Untersuchungsgebiets aufweisen, besteht zusätzlich ein starkes Gefälle nach Westen hin bis nach Stubental bis auf 748,46 m ü. NN.

4.2 Geologischer Überblick

Das großflächige Untersuchungsgebiet umfasst sowohl rißzeitliche Moränen, als auch mindel- und würmzeitliche Schmelzwasserschotter. Stellenweise werden die rißzeitlichen Moränen von Hochterrassen Schottern des Riß-Komplexes unterlagert. Überlagert werden diese pleistozänen Abfolgen von polygenetischen, postglazialen Sedimenten wie Schmelzwassersedimenten, Auenbildungen und Rutschmassen.

Östlich der Gemeinde Denklingen befinden sich großflächige hochwürmzeitliche Schmelzwasserschotter der sogenannten Hauptrandlage des Isar-Loisachgletschers. Diese Schotterpakete können eine Mächtigkeit von bis zu 45 m aufweisen. Diese Mächtigkeit wurde östlich der Ortschaft Kinsau am östlichen Lechufer erschlossen. Im Untersuchungsgebiet sind die Mächtigkeiten der Schotterpakete nicht bekannt. Zudem werden die Kiese von rißzeitlichen Schottern und Moränenablagerungen unterlagert, sodass die Mächtigkeit stark variieren kann.

Rißzeitliche Ablagerungen finden sich vorherrschend im Bereich der geplanten Hochbehälter. Stellenweise treten rißzeitliche Moränen und Schotter an eingeschnittenen Tälern auf.

Mindelzeitliche Schmelzwasserschotter, im Untersuchungsgebiet mit dem Begriff „Rothwaldfeld“ umfasst, sind lediglich an eingeschnittenen Steilrändern aufgeschlossen und meist von rißzeitlichen Schottern überlagert. Diese Deckenschotter sind im Bereich von Dienhausen zwischen 10 und 15 m mächtig. Häufig sind diese Schotterpakete zu Nagelfluh verkittet.

Östlich von Dienhausen in Aufschlussbohrung KRB 20, wurden ab einer Tiefe von 2,10 m unter GOK zudem Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse (OSM, Tertiär) aufgeschlossen.

Aufgrund der vielfältigen Geologie ist mit kleinräumig stark wechselnden Untergrundverhältnissen zu rechnen.

Weitflächige Terrassenschotter bieten im Untersuchungsgebiet gute Voraussetzungen zur Grundwasserneubildung und eine gute Wasserwegsamkeit. Schlecht durchlässige Moränenablagerungen in Teilen des Gebiets bieten zum Teil ungünstige Abflussbedingungen und lokal schlechte Voraussetzungen zur Grundwasserneubildung.

5. Ergebnisse der Baugrunderkundung

In Kapitel 5.1 werden die bei den Kleinramm- und Aufschlussbohrungen im Untersuchungsgebiet angetroffenen Bodenarten beschrieben. Hierbei wird vorerst nicht auf das Vorkommen an den zu untersuchenden Bauwerksstandorten geachtet, sondern nur eine baugrundspezifische Beschreibung aller erschlossenen Böden nach ihren spezifischen Eigenschaften erstellt.

Ziel der Beschreibungen ist die Zusammenfassung der Böden zu sogenannten Homogenbereichen. Diese umfassen jeweils Böden mit ähnlichen Eigenschaften, die z. B. bei der Ausschreibung von Bauleistungen in einer Position zusammengefasst und beschrieben werden können. Die Beschreibung der Homogenbereiche erfolgt zum einen textlich und zum anderen in Tabellen, in welchen für die Böden des Homogenbereichs charakteristische Intervalle von Bodenkennwerte benannt werden.

In Kapitel 5.2 wird eine tabellarische und vergleichende Zusammenschau aller Bodenkennwerte in Form einer Bodenklassifizierung aufgestellt.

In Kapitel 5.3 werden die bei den Aufschlussarbeiten angetroffenen Grundwasserverhältnisse beschrieben. Sofern Informationen zu Hochwassersituationen vorliegen werden diese ebenfalls erläutert.

5.1 Untergrundaufbau

▷ Mutterboden, Böden mit organischen Beimengungen

Auf den untersuchten Flächen auf denen keine Auffüllung angetroffen wurde befindet sich eine 5-60 cm mächtige humose Oberbodenschicht, die in der äußerlichen Zusammensetzung einem natürlichen Mutterboden entspricht. Es handelt sich um humose, sandige, mitunter schwach kiesige Schluffe.

Im Bereich der Bohrungen KRB 5, 8 und 9 sowie KRB 14 - 19 befinden sich mächtige Lehme mit unterschiedlich starken organischen Beimengungen (Torf) stellenweise bis in 6,3 m Tiefe. Diese sind meist von mineralischen Hanglehmen und gemischtkörnigem Material bzw. Auffüllungen überdeckt.

Es handelt sich bei den organischen Mischböden um schwach bis stark humushaltigen Schluff mit Sand- und Tonanteilen. Fremdbeimengungen wurden nicht festgestellt. Das erschlossene Material ist gemäß DIN 18196 als organischer Schluff OU einzustufen, bei gemischtkörnigem Böden gehört das Material in die Bodengruppe OH.

Nach DIN 18300alt sind die Mutterböden der Bodenklasse 1 zuzuordnen. Aufgrund der teilweise starken Durchnässung ist das Material weich bis breiig. Das Material ist stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) und nur gering bis mäßig wasserdurchlässig. Die k_f -Werte liegen im Wertebereich von 1×10^{-5} m/s bis 1×10^{-7} m/s.

Die Mischböden mit überwiegendem mineralischen Anteil werden als Homogenbereich I zusammengefasst und sind in Tabelle 2 beschrieben.

Homogenbereich I – Oberboden										
Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Korngrö- ßenvertei- lung	Anteil Steine, Blöcke	Konsis- tenz, I _c	Plastizi- tätzahl, I _p	Lage- rungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. Anteil	Wasser- gehalt
Oberbo- den	[OU]	0-5-4-1 bis 0-4-5-2	0% 0%	weich 0,5	-	-	14	0-50	2-8%	10-30%

Tabelle 2: Homogenbereich I - Oberboden

▷ **Decklehme**

KRB 19, 21, 22, 23, 24, 26 und 27 weisen eine bis zu 3,0 m mächtige Decklehmschicht auf. Durchschnittlich weisen die angebohrten Decklehme eine mittlere Mächtigkeit von ca. 1,7 m auf. Sie sind gemäß DIN 18196 vorwiegend den Bodengruppen UL und UM zuzuordnen. Nach DIN 18300alt gehören sie in die Bodenklasse 4 und sind damit mittelschwer lösbar. Nach ZTVE-StB 09 ist das Material stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Die Wasserdurchlässigkeit der Decklehme ist insgesamt gering. Die k_f -Werte dürften im Wertebereich von 1×10^{-5} m/s bis 1×10^{-7} liegen.

Die Decklehme werden zum Homogenbereich II zusammengefasst und werden in Tabelle 3 charakterisiert.

Homogenbereich II – Decklehme										
Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Korngrö- ßenvertei- lung	Anteil Steine, Blöcke	Konsis- tenz, I _c	Plastizi- tätzahl, I _p	Lage- rungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. Anteil	Wasser- gehalt
Deck- lehme	UL, UM	0-5-4-1 bis 0-4-5-2	0% 0%	weich bis steif 0,5-1,0	-	-	14	0-50	2-8%	10-30%

Tabelle 3: Homogenbereich II

▷ **rißzeitliche Moränenablagerungen**

Insbesondere im südwestlichen Ausschnitt des Untersuchungsgebiets, im Bereich des geplanten Standorts der Hochbehälter, treten unterhalb des Mutterbodens rißzeitliche Moränenablagerungen auf. Diese sind in den erschlossenen Sondierungen zwischen 2,3-4,6 m mächtig. Die Moränenablagerungen sind nach DIN 18196 den Bodengruppen UL und UM zuzuordnen. Nach DIN 18300alt gehören sie in die Bodenklassen 3 und 4 und sind somit leicht bis mittelschwer lösbar.

Nach ZTVE-StB 09 ist das Material stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3).

Die Wasserdurchlässigkeit dieser Moränenablagerungen ist sehr gering (k_f -Werte von $1,8 \times 10^{-5}$ m/s).

Rißzeitliche Moränenablagerungen werden zum Homogenbereich III zusammengefasst und in Tabelle 4 charakterisiert.

Homogenbereich III - Geschiebelehme										
Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Korngrö- ßenvertei- lung	Anteil Steine, Blöcke	Konsis- tenz I _c	Plastizi- tätzahl I _p	Lage- rungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. Anteil	Wasser- gehalt
Geschiebe- lehme	UL-UM, TL GU-GU*	2-5-2-2 0-3-3-4	0% 20%	steif bis halbfest 1,0-1,5	5-10 %	-	20-22	100	0-3 %	20-30 %

Tabelle 4: Homogenbereich III - Geschiebelehme

▷ **hochwürm-, riß- und mindelzeitliche Schmelzwasserschotter**

Unterhalb von Mutterböden und Decklehmen befinden sich die schwach sandigen bis sandigen, schwach schluffigen bis stark schluffigen Schotter des Hochwürm-, Riß-, und Mindel-Glazials. Diese sind 0,40 bis 3,45 m mächtig. Die Mächtigkeit der hochwürmzeitlichen Schotter nimmt von Osten am Lechufer im Bereich der Haupttrandlage des Isar-Loisachgletschers, nach Westen hin ab, wo vorwürmzeitliche Ablagerungen überwiegen. Zum Teil weisen die Schotterpakete des Würm-Glazials Nagelfluh-artige Verfestigungen auf. Unterlagert werden diese Schotterpakete zum einen von rißzeitlichen Moränenablagerungen aber ebenso von rißzeitlichen Schotterpaketen. Rißzeitliche Schotterpakete wurden bis einschließlich KRB 25 erschlossen. Östlich von KRB 25 herrschen Ablagerungen des Isar-Loisachgletschers vor. Wiederum unterlagert werden die rißzeitlichen Kiese von mindelzeitlichen Schotterpaketen, die der OSM auflagern. Diese Schotterpakete sind weitgehend zu Nagelfluh verkittet und schwer bis sehr schwer zu bohren.

Die Feinkorngehalte (< 0,063 mm) der Kiese variieren zwischen 5 und 30 %. Sie sind nach DIN 18196 den Bodengruppen GW, GI, GU und GU* zuzuordnen. Kiese der Bodengruppen GW und GI Kiese enthalten <5 % Schlämmkorn <0,063 mm sind nach DIN 18300alt leicht lösbar (Bodenklasse 3) und nach ZTVE-Stb 09 als frostsicher (Frostempfindlichkeitsklasse F1) einzustufen. Kiese der Bodengruppe GU enthalten 5-15 % Schlämmkorn <0,063 mm. Sie sind nach DIN 18300alt als leicht lösbar (Bodenklasse 3) und nach ZTVE-Stb 09 als mittel frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2) einzustufen. Kiese der Bodengruppe GU* (15-30 % Schlämmkorn <0,063 mm) sind als mittelschwer lösbar (Bodenklasse 4) und stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3) zu beurteilen.

Homogenbereich V – Schmelzwasserschotter										
Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Korngrö- ßenvertei- lung	Anteil Steine, Blöcke	Konsis- tenz I _c	Plastizi- tätzahl I _p	Lagerungs- dichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. Anteil	Wasser- gehalt
Kiese	GU, GU*	0-2-2-6 bis 0-1-1-8	0-10% 0%	-	-	locker bis mitteldicht	18-20	0	1-3%	2-10%
Kiese	GU, GU*	0-2-2-6 bis 0-1-1-8	0-10% 0%	-	-	mitteldicht bis dicht	20-22	0	1-3%	2-10%
Kiese	GW	0-1-2-7 bis 0-0-2-8	0-10% 0%	-	-	mitteldicht bis dicht	20-22	0	1-3%	2-10%

Tabelle 5: Homogenbereich V

Die Wasserdurchlässigkeit der Kiese ergibt sich entsprechend des Kornaufbaus und der Schichtung. Die durchgeführten Laboranalysen von Kiesproben ergaben k_f -Werte von $2,9 \times 10^{-5}$ bis $1,5 \times 10^{-1}$ m/s. Der Mittelwert von $2,9 \times 10^{-2}$ wurde aus 9 Proben bestimmt.

Glaziale Kiese werden im Homogenbereich V zusammengefasst und sind in Tabelle 5 charakterisiert.

▷ **Obere Süßwassermolasse, Tertiär (Miozän)**

Mergel der Oberen Süßwassermolasse (OSM), auch „Flinzmergel“ genannt, wurden lediglich in KRB 20 in 2,1 m unter GOK erschlossen, wo die Ablagerungen von mindelzeitlichen Schotterpaketen überlagert werden. Nach DIN 18196 werden die Mergel durch die Bodengruppen UM und UA charakterisiert. Laut DIN 18300alt gehören sie in die Bodenklasse 4 mittelschwer lösbarer Böden.

Nach ZTVE-StB 09 ist das Material stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Die Wasserdurchlässigkeit dieser Tertiären Mergel ist gering (k_f -Werte von 5×10^{-6} m/s).

Ablagerungen der OSM werden wie in Tabelle 6 im Homogenbereich IV zusammengefasst.

Homogenbereich IV										
Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Korngrößenverteilung	Anteil Steine, Blöcke	Konsistenz I _c	Plastizitätszahl I _p	Lagerungsdichte	Wichte, feucht (kN/m ³)	C _u (kN/m ²)	Org. Anteil	Wassergehalt
Flinzmergel	UM-UA	2-6-2-0 1-3-6-1	0% 0%	steif-halbfest 0,75-1,25	10-25%	-	21-22		0 %	%

Tabelle 6: Homogenbereich IV

5.2 Bodenklassifizierung und Bodenparameter

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse und Laborversuche können die angetroffenen Böden wie folgt klassifiziert werden:

Bodenschicht	Bodenart DIN 4022	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300alt
Oberboden, organ. Mischböden	S, g', o – fS, g, u*, o, t	OU	1
Decklehme	U, g' – U, g*, s', t*-t'; G, u; S, u, g, o – fS, u*, g*, o'	UL, UM, GU*	3, 4
Moräne (Riß)	U, g', t', s', g' – U, g*, s, x; T, s*, u' – T, g*, s	UM, UL, TL, TM, OU	1, 3, 4
Kies	G, s, u' – G, s, u, x'; G, s, x	GW, GI, GU, GU*	3, 4, 7
OSM	U, t - U, t', fs', g'	UM, UA	4, 5

Tabelle 7: Klassifizierung der angetroffenen Böden

In der folgenden Tabelle werden für die angetroffenen Böden Rechenwerte für grundbaustatische Berechnungen angegeben. Die Zusammenstellung der Werte erfolgte auf der Grundlage der DIN 1055 bzw. des Grundbautaschenbuches (Berlin, 1996) unter Berücksichtigung der

Ergebnisse der Laborversuche sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden. Die Werte gelten für die angetroffenen Böden im ungestörten Lagerungsverband. Bei Auflockerungen z. B. im Zuge der Baumaßnahmen können sich die Parameter ggf. erheblich reduzieren.

Bodenschicht	Lagerung/ Konsist.	Wichte		Scherparameter		Steifemodul	Wasserdurchl.
		γ kN/m ³	γ' kN/m ³	ϕ' °	C' kN/m ²	E_s MN/m ²	K_f m/s
Oberboden, organ. Mischböden	weich bis breiig	14-18	4-8	15-20	0	2 - 5	$5 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-8}$
Decklehme	weich bis steif	19,5	9,5	22-27	1 - 2	5 - 8	$1 \times 10^{-5} - 8 \times 10^{-5}$
Moräne (Riß)	mitteldicht	19-20	11-12	30-35	0 - 1	50 - 80	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-8}$
Schmelzwasserschotter n. bindig	mitteldicht bis dicht	21-22	11	30-32	0	60 - 80	$1 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-5}$
Schmelzwasserschotter bindig	steif bis halbfest	21-22	11	28-30	5 - 10	40 - 60	$5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$
Tertiäre Schluffe	steif bis halbfest	20-22	10-12	28-30	5 - 10	20 - 40	$5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$

Tabelle 8: Bodenparameter

5.3 Grund- und Hochwasserverhältnisse

Mit Ausnahme der Bohrung KRB 34, innerhalb der Gemeinde Epfach nahe des Lechs, wurde im gesamten Gebiet kein Grundwasser angebohrt. Die im Bohrloch gemessenen Wasserstände sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Aufschlusspunkt	Grundwasser u. GOK [m]	GOK ü. NN [m]	Grundwasser ü. NN [m]
KRB 34	2,8	666,36	663,56

Tabelle 9: erschlossenes Grundwasser

Ergiebige Grundwasservorkommen sind im Bereich rinnenartiger Eintiefungen der Tertiäroberfläche anzutreffen. Diese Rinnen können, wie im Falle des Brunnens Stubental 1 mit gut durchlässigen Quartärschottern gefüllt sein und somit ergiebige Grundwasservorkommen mit erwähnenswerten Grundwassermächtigkeiten enthalten.

Großflächig anzutreffende eiszeitliche Schotter bieten im Untersuchungsgebiet eine gute Wasserwegigkeit, die gerade entlang von Straßen gewährleistet ist. Im Bereich gering durchlässiger rißzeitlicher Moränenablagerungen z. B. am geplanten Standort der Hochbehälter, kann es kurzzeitig zu lokalen Überschwemmung kommen.

Am Brunnen Stubental wurde am 21.11.2016 ein Ruhewasserspiegel von 37,65 m unter GOK gemessen.

6. Hinweise zur Bauausführung

Die Gemeinde Denklingen plant den Anschluss des neuen Brunnens Stubental 1 und des neuen Hochbehälters im Denklinger Rotwald an die Wasserversorgungen Denklingen und Schongau. Im Zuge des vorliegenden Baugrundgutachtens sollen insgesamt 10 Standorte von Bauwerken bewertet werden:

1. Hochbehälter
2. Brunnengebäude Stubental
3. Druckminderschacht Denklingen
4. Druckminderschacht Dienhausen
5. Wasserzählerschacht Dienhausen
6. Wasserzählerschacht Industriegebiet
7. Druckminderschacht Industriegebiet
8. Druckminderschacht Epfach
9. Druckminderschacht Forchau
10. Übergabeschacht Stadtwerke Schongau

6.1 Hochbehälter

6.1.1 Beschreibung des Bauvorhabens

Auf dem Untersuchungsgrundstück im Denklinger Rotwald zwischen den Ortschaften Dienhausen und Osterzell ist die Errichtung eines Hochbehälters geplant. Das betreffende Grundstück liegt ca. 130 m südlich der Gemeindeverbindungsstraße Dienhausen – Osterzell im Wald. Das Grundstück ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht bebaut. Im Bereich der geplanten Baufläche wurden die Baugrundaufschlussbohrungen RKB7, RKB9 und RKB10, die Kleinrammbohrungen KRB 6 H und KRB 8 H sowie die Schweren Rammsondierungen DPH6 und DPH7 niedergebracht. Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse und Sondierungen liegen im Mittel auf einer Höhe von 784,31 m ü. NN bis 784,80 m ü. NN.

Der Hochbehälter besteht aus einem Wasserspeicherbereich und einem Bereich für die Anlagentechnik (Mess-Steuer-Regeltechnik, Schieberkammer mit Rohrleitungen zum betriebsbestimmten Befüllen, Entleeren und Restentleeren, Probenentnahmestellen, einer Notstromversorgung). Das Wasser wird in Tanks gelagert. Das Reservoir ist als Zweikammerbehälter geplant. So kann im Wartungsfall (Reinigung, Reparatur) eine Kammer außer Betrieb genommen werden, ohne dass die Funktion der gesamten Anlage ausfällt. Östlich der Behälteranlage ist die Einrichtung eines Versickerungsbeckens geplant.

6.1.2 Baugrundbeschreibung

Im Bereich des geplanten Hochbehälters wurden unter einer 0,1 bis 0,2 m mächtigen Oberbodenauflage der Bodengruppe OU und der Bodenklasse 1 nach DIN 18300alt bis in eine Tiefe von 3,1 bis 4,6 m sandige, mitunter schwach kiesige, schwach tonige Schluffe der Bodengruppe UL oder UM und der Bodenklasse 4, mittelschwer lösbar nach DIN 18300alt, erschlossen. Deren Konsistenz wurde als weich bis steif angesprochen. Das untermauern auch die nahe gelegenen Schweren Rammsondierungen DPH6 und DPH7. Nacht ZTVE Stb 09 sind die Schluffe als stark frostempfindlich anzusprechen (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Im Hinblick auf eine Versickerung von Tagwasser weist der Boden kf-Werte von ca. 1×10^{-5} m/s bis 1×10^{-8} m/s auf und ist damit nicht für eine Versickerung geeignet.

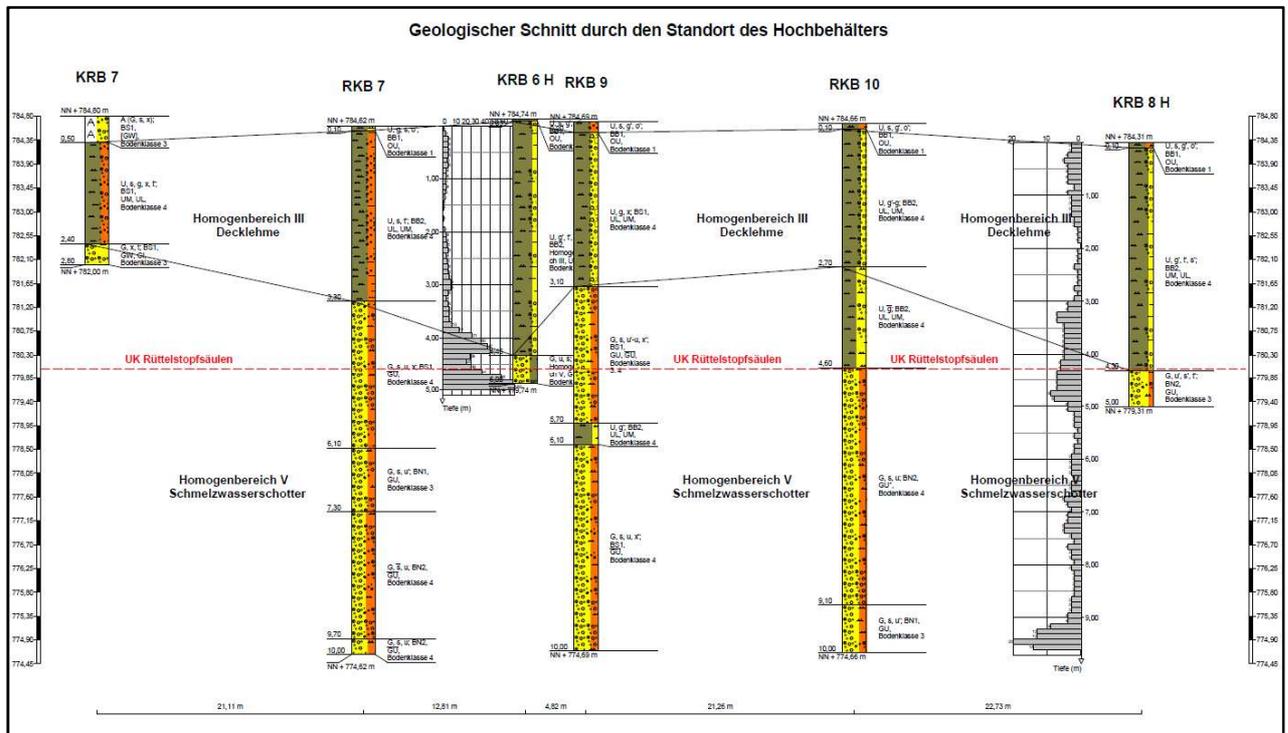


Abbildung 1: Geologischer Schnitt durch die Baufläche des Hochbehälters im Denklinger Rotwald

Unter den Schluffen folgt bis zum Bohrlochende in 10 m Tiefe eine Wechsellagerung aus sandigen, mitunter schwach schluffigen bis schluffigen, mitunter schwach steinigen Kiesen der Bodengruppen GW, GU und GU*. Diese sind nach den Ergebnissen der benachbarten Schweren Rammsondierungen DPH6 und -7 als weich bis steif (DPH6) bzw. als mitteldicht bis dicht gelagert (DPH7) anzusprechen und in die Bodenklassen 3 – leicht lösbar (GW, GU), 4 – mittelschwer lösbar (GU*) bzw. als Nagelfluh 7 – unverwitterter Fels (GW, GU, GU*) nach DIN 18300alt einzustufen. Zu Nagelfluh verkittete Schichten wurden ab 7,3 m Bohrtiefe in RKB7 erschlossen.

6.1.3 Gründung

Nach den Planentwürfen soll die Unterkante der Sauberkeitsschicht im höher gegründeten Teil des Gebäudes bei 783,85 m ü. NN und im tiefer gegründeten Teil bei 782,85 m ü. NN hergestellt werden (siehe hierzu Schnitt B-B in Abbildung 2). In der Gründungstiefe (ca. 1,65 m bis 2,65 m u. GOK) stehen dichte und schlecht tragfähige rißzeitliche Moränensedimente oder Decklehme an. Darunter wurden mindelzeitliche Schmelzwasserschotter erbohrt, die teilweise zu Nagelfluh verkittet sein können. Die ab 3,1 m bis 4,3 m unter GOK anstehenden überwiegend bindigen Kiese sind teilweise als ausreichend tragfähig und als gering setzungsempfindlich anzusehen (siehe z. B. DPH7). Im Bereich von KRB6 H wurden allerdings auch weiche Schluffe der Bodengruppe UL/UM erbohrt. Darunter folgt eine Wechsellagerung aus überwiegend bindigen und untergeordnet nicht bindigen, überwiegend locker bis mitteldicht gelagerten Schottern der Bodengruppen GU* bis GU. Wir empfehlen die Beschaffenheit des Bodens von der Baugrubensohle aus nochmals zu erkunden. Diesbezüglich ist eine Baugrubenabnahme durch den Baugrundgutachter zu veranlassen, wenn das Gründungsniveau erreicht ist.

Schwimmende Gründung: Es ist davon auszugehen, dass ab Gründungsniveau noch ein Bodenaustausch bis wenigstens 0,6 m unter Baugrubensohle durchgeführt werden muss. Anschließend ist die Baugrubensohle sorgfältig zu verdichten. Anschließend ist ein Vlies der Belastungsklasse GRK3 einzubauen und seitlich bis auf die Mächtigkeit des Austauschbodens hochzuziehen. Der Austauschboden ist sodann lagenweise (<0,3 m je Lage) einzubauen und zu verdichten. Mit der Nachverdichtung ist an der Gründungssohle eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100 \%$ zu erzielen. Die erfolgreiche Nachverdichtung ist mit statischen und dynamischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Hierbei ist auch der durch den Lastausbreitungswinkel

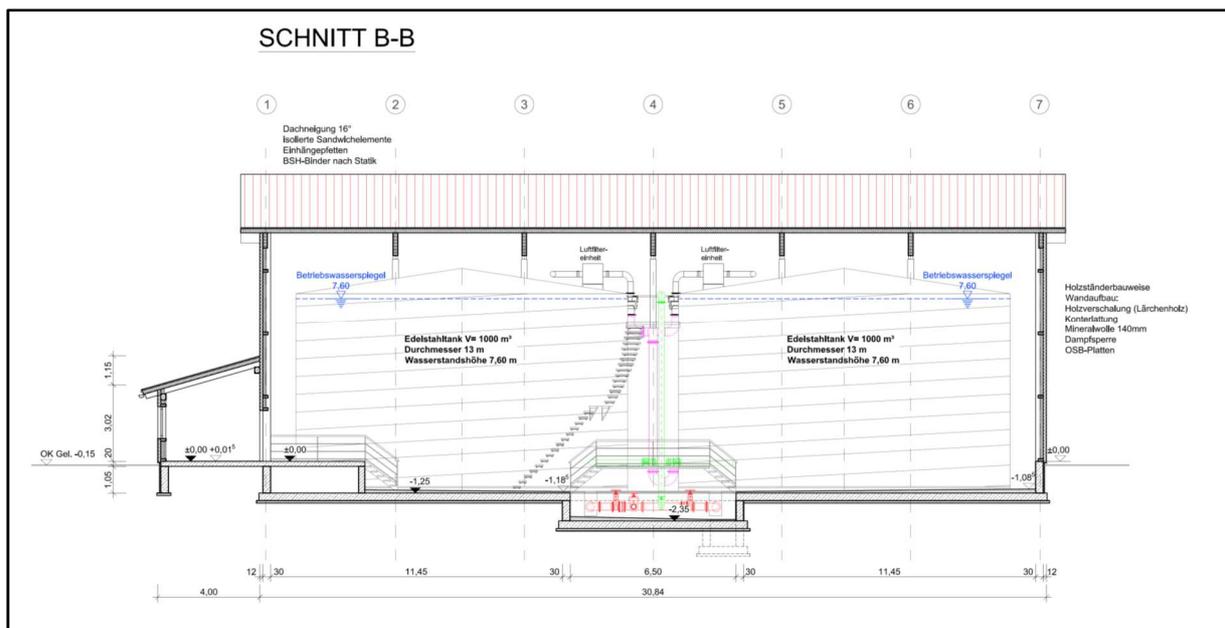


Abbildung 2: Schnitt B-B durch den Hochbehälter im Denklinger Rotwald; Quelle Plandarstellung Dr. Blasy – Dr. Øverlånd GmbH + Co. KG, 82279 Eching, Moosstraße 3

von 45° vorgegebene Randbereich des Bauwerks mit einzubeziehen. Der Kieskoffer ist wiederum mit Vlies abzudecken.

Die zulässige Bodenpressung nach DIN 1054-2003 ist auf 200 kN/m² zu begrenzen. Dies entspricht einem Designwert gem. Eurocode 7 von 280 kN/m².

Bei Ausnutzung der zulässigen Bodenpressung ist mit Bauwerkssetzungen zu rechnen, die ein Maß von 1 cm bis 2 cm nicht überschreiten. Entsprechend fallen Differenzsetzungen geringer aus. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteeinflüssen können sich die Setzungen vergrößern.

Für Plattengründungen wird in der Regel der Bettungsmodul k_s zu deren statischen Berechnung benötigt. Der Wert kann im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden. Aufgrund des Zusammenwirkens von Boden und Gründungskörper kann eine exakte Größe des Bettungsmoduls nur unter Berücksichtigung von Form, Stärke und Bewehrung der Bodenplatte angegeben werden.

Bei den hier vorliegenden Untergrundverhältnissen kann für die Größe des Bettungsmoduls ein Wert von $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$ abgeschätzt werden, wenn die oben beschriebenen Baugrundverbesserungsmaßnahmen ausgeführt sind.

Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen: Für die Erhöhung der zulässigen Bodenpressung wird eine Bodenverbesserung durch Rüttelstopfsäulen empfohlen. In dem Schnitt auf Seite 11 des Prüfberichts werden die geologischen Verhältnisse im Bereich der Baufläche des Hochbehälters dargestellt. Im Schnitt ist die ungefähre Lage der Unterkanten der Rüttelstopfsäulen eingetragen. Hierfür wurde der Schnitt mit dort ausgeführten Schweren Rammsondierungen ergänzt. An den Rammdiagrammen kann man die mitteldichte bis dichte Lagerung im betreffenden Tiefenintervall ablesen. Die Verdichtung ist für den gesamten Bereich der Bodenplatte und unter Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels auch in deren Randbereichen durchzuführen. Wir schlagen bei den vorhandenen Bodenverhältnissen ein Raster von $1,5 \times 1,5 = 2,25 \text{ m}^2$ je Rüttelstopfsäule vor. Bei einer Fläche von 627 m² einschließlich der Randbereiche der Bodenplatte ergeben sich rd. 300 Säulen zu jeweils rd. 3 m Lauflänge. Insgesamt sind das rd. 900 m Rüttelstopfsäulen.

Für die Größe des Bettungsmoduls kann ein Wert von $k_s = 25 \text{ MN/m}^3$ abgeschätzt werden, wenn die oben beschriebenen Baugrundverbesserungsmaßnahmen ausgeführt sind. Das Steifemodul E_s nach Bodenverbesserung wird mit 15 bis 30 MN/m² abgeschätzt.

6.1.4 Bauwasserhaltung, Verbau

Aufgrund des hohen Grundwasserflurabstandes wird voraussichtlich keine Bauwasserhaltung erforderlich. Unter ungünstigen Witterungsbedingungen – wie länger anhaltenden Schlechtwetterlagen mit ergiebigen oder langanhaltenden Regenereignissen – könnten allerdings größere Mengen Tag- und Sickerwasser in die Baugrube eindringen. Auf Grund der geringen Wasserdurchlässigkeit der Moränenablagerungen sollte eine Wasserhaltung vorsorglich eingeplant werden. Hierzu gehört auch die vorsorgliche Erwirkung einer wasserrechtlichen Genehmigung.

6.1.5 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen

Unverbaute Baugrubenwände dürfen bei den im Bereich der Baugrube angetroffenen Böden nach DIN 4124 einen Böschungswinkel von 45° nicht überschreiten. Falls die Ausbildung von geböschten Baugruben nicht möglich ist, sind ab Baugrubentiefen von über 1,25 m Verbaumaßnahmen erforderlich. Sollen steiler geböschte Baugrubenböschungen hergestellt werden, sind die Standsicherheiten mit entsprechenden rechnerischen Nachweisen zu belegen.

Die ausgebauten Schluffe des Homogenbereichs III sind zur Bauwerkshinterfüllung oder für Rohrgrabenhinterfüllungen nicht geeignet. In Frosttiefe ist jedoch ausreichend frostsicheres Material zu verwenden. Für die Bauwerkshinterfüllung hingegen sollten Kies-Sand-Gemische mit einem Feinkornanteil über 10 Gew.-% verwendet werden, um den Zutritt von Sickerwasser in die Hinterfüllräume zu reduzieren. Grobe Steine im Hinterfüllmaterial müssten aussortiert werden.

Aufgehaldetes Material sollte gegen Witterungseinflüsse geschützt werden, insbesondere sind für den Wiedereinbau vorgesehene Materialien trocken zu halten. Unter Zuwegungen und Stellflächen ist Auffüllmaterial mit Feinkorngehalten über 5 Gew.-% nicht ausreichend frostsicher. Es sollte in diesem Fall durch ein frostsicheres Kies-Sand-Gemisch ersetzt werden. Die Verfüllung der Arbeitsräume kann nach Regelaufbau lagenweise in Stärken zu je $\leq 0,3$ m mit ausreichender Verdichtung ($D_{pr} \geq 100$ %) erfolgen.

6.1.6 Versickerung

Im Bereich der Baugrube wurden ab 3,1 m Kiessande der Bodengruppe GU angetroffen. Diese sind für eine Versickerung gut geeignet. Die k_f -Werte dürften hier in Bereichen von 1×10^{-3} m/s bis 5×10^{-5} m/s liegen. Da wegen der oberhalb der Kiessande anstehenden Schluffe zu besorgen war, dass die Kornzwischenräume der Kiessande verschmiert werden, wurde auf Versickerungsversuche in den Bohrungen verzichtet. Da die Baufläche der geplanten Versickerungsgrube mit dem Bagger nicht erreicht werden konnte, wurde der Versickerungsversuch im Bereich des geplanten Hochbehälters durchgeführt. Die Schürfgrube wurde bis auf die ab ca. 3,1 m Tiefe anstehenden Kiese ausgehoben. Wegen nachfallendem Material konnte sie aber nicht offen gehalten werden. Der Versickerungsversuch konnte insofern nicht durchgeführt werden.

Für die Dimensionierung der Versickerungseinrichtungen nach DWA-Arbeitsblatt 138 empfehlen wir auf Grundlage der rechnerischen Ermittlung des k_f -Wertes aus den durchgeführten Siebanalysen einen k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s anzusetzen. Der vorgegebene Mindestabstand der Unterkante der Versickerungseinrichtung zum Grundwasser kann wegen des hohen Grundwasserflurabstands problemlos eingehalten werden. Im Bereich des Sickerkegels sind eventuell vorhandene Auffüllungen vollständig auszuräumen.

6.2 Brunnengebäude Stubental

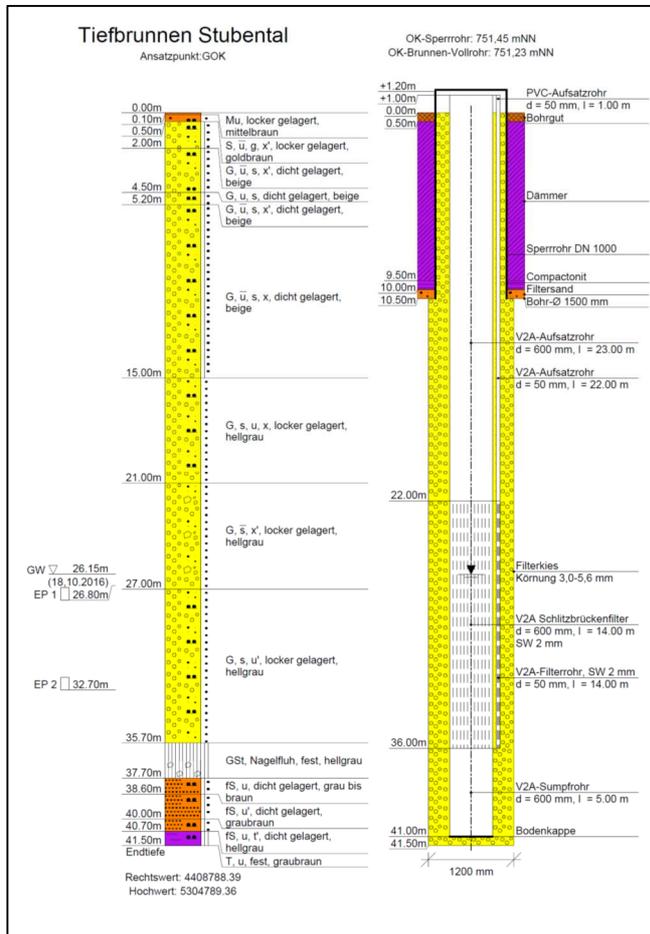


Abbildung 3: geologisches Profil des Tiefbrunnens Stubental

der Folge bis in eine Tiefe von 21 m dicht bis locker gelagerte bindige Kiessande der Boden- gruppe GU* mit unterschiedlichen Schluff-, Sand- und Steinanteilen. Die bindigen Kiessande werden bis in eine Tiefe von 35,70 m unter GOK von nicht bindigen, gut durchlässigen, teil- weise schwach schluffigen oder schwach steinigen Kiessanden, die bei der Bohrung am 18.10.2016 ab 26,15 m u. GOK Grundwasser führten. Unter den Kiessanden wurde ein 2 m mächtiger Nagelfluh-Horizont erschlossen, dem ab 37,70 m unter GOK tertiäre schluffige, mit- unter schwach tonige Feinsande und

6.2.1 Beschreibung des Bauvor- habens

Auf dem Untersuchungsgrundstück am Standort des Brunnens Stubental 1 ist die Errichtung des Brunnengebäudes ge- plant. Das Grundstück ist zum aktuellen Zeitpunkt abgesehen vom Brunnen in un- bebautem Zustand. Gemäß Vermessung der OK Brunnen-Vollrohr liegt die Bau- kote $\pm 0,00$ bei ca. 750 m ü. NN. Über dem Brunnen soll ein Brunnengebäude gebaut werden.

6.2.2 Baugrundbeschreibung

Der Brunnen Stubental liegt im Bereich hochwürmglazialer Schmelzwasser- schotter, welche die zentrale Talfüllung des Stubentals bilden. Am Talrand sind die Decklehme, mindelzeitliche Schmelz- wasserschotter und die rißzeitliche Mo- räne angeschlossen. Die Talfüllung des Stubentals wird von einer 0,1 m mächtigen Oberbodenüberdeckung überlagert. Darunter folgen ein 0,5 m mächtiger, stark schluffiger, kiesiger, schwach stei- niger Sand der Bodengruppe SU* und in

ab 40,70 m unter GOK ein tertiärer schluffiger Ton folgte. Der tertiäre Ton wirkt als Grundwasserstauer.

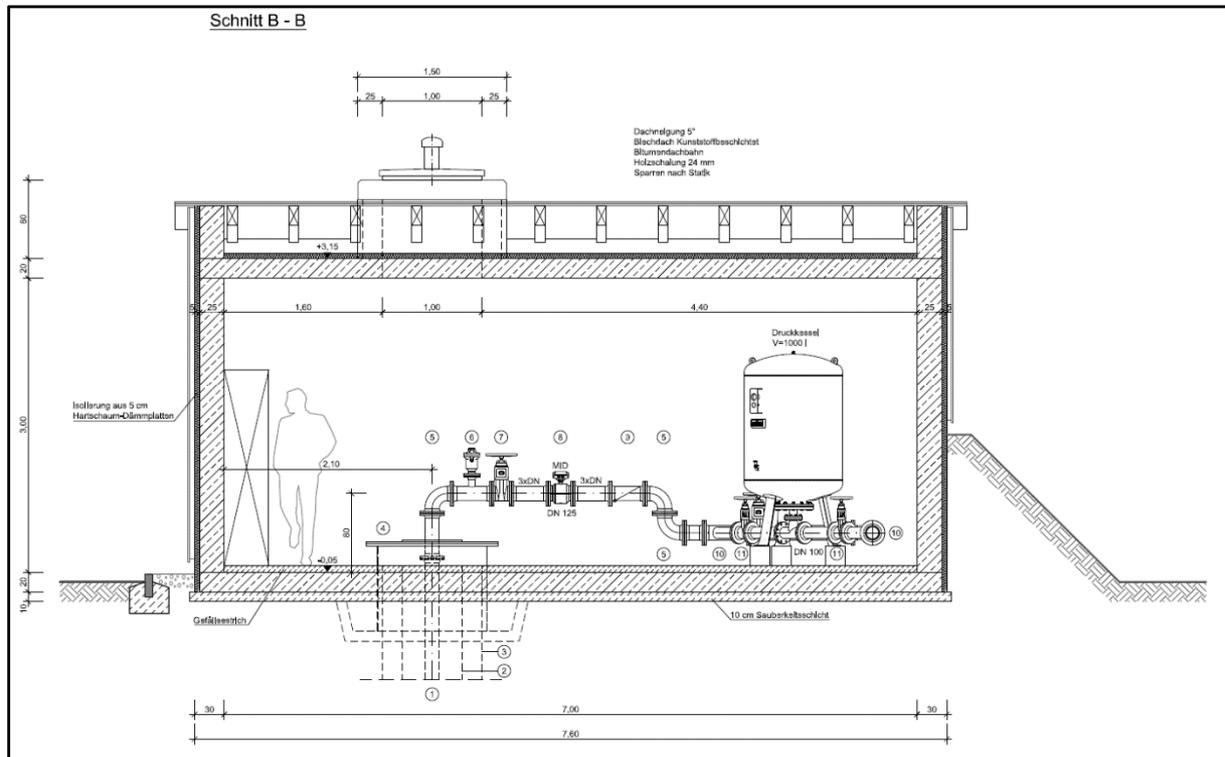


Abbildung 4: Schnitt durch das Brunnengebäude im Stubental; Quelle Plandarstellung Dr. Blasy – Dr. Øverländ GmbH + Co. KG, 82279 Eching, Moosstraße 3

6.2.3 Gründung

Nach den Planentwürfen soll die Unterkante der Sauberkeitsschicht bei ca. 749,80 m ü. NN hergestellt werden. Auf dem Gründungsniveau stehen locker bis mitteldicht gelagerte Kiessande des Homogenbereiches V an. Bei diesen handelt es sich um hochwürmzeitliche Schotterablagerungen. Die überwiegend bindigen Kiessande sind wegen ihrer teilweise lockeren Lagerung nicht durchgehend ausreichend tragfähig. Die Lagerungsdichte ist im Vorfeld der Baumaßnahme durch schwere Rammsondierungen zu prüfen und der Boden nach Bedarf bis 1,2 m unter die Gründungssohle (Frosttiefe) auszuheben und durch frostsicheren lagenweise (Mächtigkeit je Lage <0,3 m) unter Verdichtung wieder einzubauenden Boden zu ersetzen. Die Baugrubensohle ist nach dem Aushub sorgfältig zu verdichten und sollte durch den Bodengutachter in Augenschein genommen werden. Mit der Nachverdichtung bzw. nach dem Bodenaustausch ist an der Gründungssohle eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 100\%$ zu erzielen. Hierbei ist auch der durch den Lastausbreitungswinkel von 45° vorgegebene Randbereich des Bauwerks mit einzubeziehen. Die erfolgreiche Nachverdichtung ist mit statischen Plattendruckversuchen nachzuweisen.

Die zulässige Bodenpressung nach DIN 1054-2003 ist auf 200 kN/m^2 zu begrenzen. Dies entspricht einem Designwert gem. Eurocode 7 von 280 kN/m^2 .

Bei Ausnutzung der zulässigen Bodenpressung ist mit Bauwerkssetzungen zu rechnen, die ein Maß von 1 cm bis 2 cm nicht überschreiten. Entsprechend fallen Differenzsetzungen geringer aus. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente oder bei Überlagerung mit anderen Lasteinflüssen können sich die Setzungen vergrößern.

6.2.4 Bauwasserhaltung, Verbau

Aufgrund des hohen Grundwasserflurabstandes wird keine Bauwasserhaltung erforderlich.

6.2.5 Erdarbeiten und Hinterfüllungen

Die ausgebauten anstehenden Kiese sind zur Bauwerkshinterfüllung oder für Rohrgrabenhinterfüllungen geeignet. In Frosttiefe ist jedoch ausreichend frostsicheres Material zu verwenden. Für die Bauwerkshinterfüllung hingegen sollten Kies-Sand-Gemische mit einem Feinkornanteil über 10 Gew.-% verwendet werden, um den Zutritt von Sickerwasser in die Hinterfüllräume zu reduzieren. Grobe Steine im Hinterfüllmaterial müssen aussortiert werden. Im Bereich des Brunnens ist nachweislich nicht verunreinigtes Hinterfüllmaterial zu verwenden. Sollte Hinterfüllmaterial als Fremdmaterial angeliefert werden, so ist durch eine chemisch Analytik nachzuweisen, dass dieses Material nicht mit Schadstoffen verunreinigt ist. Hierfür sind die Vorsorgewerte nach BBodSchV einzuhalten.

Aufgehaldetes Material sollte gegen Witterungseinflüsse geschützt werden, insbesondere sind für den Wiedereinbau vorgesehene Materialien trocken zu halten. Unter Zuwegungen und Stellflächen ist Auffüllmaterial mit Feinkorngehalten über 5 Gew.-% nicht ausreichend frostsicher. Es sollte in diesem Fall durch ein frostsicheres Kies-Sand-Gemisch ersetzt werden. Die Verfüllung der Arbeitsräume kann nach Regelaufbau lagenweise in Stärken zu je $\leq 0,3$ m mit ausreichender Verdichtung ($D_{pr} \geq 100$ %) erfolgen.

6.2.6 Versickerung

Das anfallende Niederschlagswasser kann in den wasserungesättigten anstehenden Kiesen (Schmelzwasserschottern) versickert werden. Für die Dimensionierung der Versickerungseinrichtungen nach DWA-Arbeitsblatt 138 wurden 2 Versickerungsversuche durchgeführt. Hierbei wurden k_f -Werte von $5,03 \times 10^{-5}$ und von $6,3 \times 10^{-5}$ sowie k_{fu} -Werte von $2,51 \times 10^{-5}$ und $3,17 \times 10^{-5}$ ermittelt. Wir empfehlen einen k_f -Wert von $2,5 \times 10^{-5}$ m/s anzusetzen. Der vorgegebene Mindestabstand der Unterkante der Versickerungseinrichtung zum Grundwasser kann wegen des hohen Grundwasserflurabstands problemlos eingehalten werden. Im Bereich des Sickerkegels sind eventuell vorhandene Auffüllungen vollständig auszuräumen.

6.3 Druckminder- und Wasserzählerschächte

6.3.1 Beschreibung des Bauvorhabens

An verschiedenen Positionen an Endpunkten der geplanten Neubautrassen und entlang von Bestandstrassen der Wasserversorgung Denklingen ist die Einrichtung von Druckmindererschächten oder Wasserzählerschächten geplant.

6.3.2 Baugrundbeschreibung

Die geologische Position der Einbauorte ist für die Schächte Denklingen, Dienhausen, Industriegebiet und Forchau vergleichbar. Sie liegen in den hochwürmzeitlichen Schottern des Lechtals. Unter 0,1 bis 0,3 m mächtigen Oberbodenüberdeckung und darunter bis in 1,0 m reichenden Decklehmen stehen die mitteldicht bis dicht gelagerten hochwürmglazialen Schmelzwasserschotter des Lechtals an. Es handelt sich um nicht bindige und bindige Kiessande der Bodengruppen GW, GI, GU und GU* mit unterschiedlichen Schluffgehalten. Grundwasser wurde am 25.05.2018 ausschließlich an der Kleinrammbohrung KRB34 an dem geplanten Druckminderschacht in Epfach in einer Tiefe von 2,80 m unter GOK erschlossen.

6.3.3 Gründung

Die Gründungssohlen der Druckminder- und Wasserzählerschächte liegen durchweg in mitteldicht bis dicht gelagerten Kiesen des Homogenbereiches V. Bei den Schottern handelt es sich um hochwürmzeitliche Schmelzwasserschotter. Die anstehenden Böden sind ausreichend tragfähig und als gering setzungsempfindlich anzusehen. Die Baugrube ist bis zur Gründungshöhe auszuheben. Die Gründungssohlen sind nach dem Aushub sorgfältig zu verdichten. Mit der Nachverdichtung ist an den Gründungssohlen eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97\%$ zu erzielen. Die erfolgreiche Nachverdichtung sollte durch die Baufirma mittels dyn. Plattendruckversuchen nachgewiesen werden.

6.3.4 Bauwasserhaltung, Verbau

Aufgrund des hohen Grundwasserflurabstandes wird abgesehen vom Druckminderschacht in Epfach an keinem der genannten Schächte eine Wasserhaltung erforderlich. Unter ungünstigen Witterungsbedingungen – wie länger anhaltenden Schlechtwetterlagen mit ergiebigen oder langanhaltenden Niederschlägen - können größere Mengen Tag- und Sickerwasser in die Baugrube eindringen. Dieses ist mit einer offenen Wasserhaltung abzupumpen.

6.3.5 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen

Die ausgebauten anstehenden Kiese sind zur Bauwerkshinterfüllung oder für Rohrgrabenhinterfüllungen geeignet. In Frosttiefe ist jedoch ausreichend frostsicheres Material zu verwenden. Für die Bauwerkshinterfüllung hingegen sollten Kies-Sand-Gemische mit einem Feinkornanteil über 10 Gew.-% verwendet werden, um den Zutritt von Sickerwasser in die Hinterfüllräume zu reduzieren. Grobe Steine im Hinterfüllmaterial müssten aussortiert werden. Aufgehaldetes Material sollte gegen Witterungseinflüsse geschützt werden, insbesondere sind für den Wiedereinbau vorgesehene Materialien trocken zu halten.

Unter Zuwegungen und Stellflächen ist Auffüllmaterial mit Feinkorngehalten über 5 Gew.-% nicht ausreichend frostsicher. Es sollte in diesem Fall durch ein frostsicheres Kies-Sand-Gemisch ersetzt werden. Die Verfüllung der Arbeitsräume kann nach Regelaufbau lagenweise in Stärken zu je $\leq 0,3$ m mit ausreichender Verdichtung ($D_{Pr} \geq 100\%$) erfolgen.

6.4 Neubau Wasserleitungstrassen

Im weiteren Text werden die 4 Neubau-Wasserleitungstrassen, der umliegende Baugrund, Vorgaben für die Gründung der Leitungen und zu Wasserhaltung, Verbau, Erdarbeiten und Hinterfüllung beschrieben.

6.4.1 T 1: Stubental – Hochbehälter – Wasserzählerschacht Dienhausen

Trassenbeschreibung vom Stubental zum Hochbehälter: Vom neuen Brunnen zum Hochbehälter im Denklinger Rotwald und vom Hochbehälter nach Dienhausen verläuft Trasse 1 (im weiteren Text T1). Die Neubauleitung verläuft hier vom Brunnen im Stubental zur Ortsverbindungsstraße Dienhausen – Osterzell und dann nach Osten bis zum Abzweig Hochbehälter im Denklinger Rotwald.

Geologische Beschreibung: T 1 verläuft hier im östlichen Randbereich des Stubentals in polygenetischen jungen Talsedimenten. Bei KRB5 und -6 schneidet T 1 einen mindelzeitlichen Moränenrücken mit auflagernden Decklehmen.

Beschreibung nach Aufschlüssen: Mit den Aufschlüssen KRB3 und -6 wurden ab GOK Auffüllungen mit 0,6 und 1,15 m Mächtigkeit erschlossen. Darunter standen Wechsellagerungen von bindigen und nicht bindigen Kiesen der Bodengruppen GU und GU* und der Bodenklassen 3 und 4 an, die mittelschwer bis sehr schwer zu bohren waren. An den Aufschlüssen KRB3 und -4 wurden die oben beschriebenen Wechsellagerungen unter einer 0,2 bis 0,3 m mächtigen Oberbodenlage angetroffen. An den nahe der Baufläche des geplanten Hochbehälters gelegenen Bohrungen RKB7, RKB9 und RKB 10 sowie an den Kleinrammbohrungen KRB6 H und KRB8 H wurden unter einer geringmächtigen Oberbodenlage schwach sandige, schwach tonige, schwach kiesige Schluffe mit 3,1 bis 4,6 m Mächtigkeit erbohrt. Sie wiesen weiche bis steife Konsistenz auf und waren der Bodengruppe UL/UM zuzuordnen. Darunter wurden bindige und nicht bindige Kiessande erschlossen. An Bohrung RKB 7 wurden ab 7,3 m Tiefe unter GOK bis in 9,7 m Tiefe unter GOK ein mächtiger Nagelfluh-Horizont erbohrt.

Trassenbeschreibung vom Hochbehälter zum Wasserzählerschacht Dienhausen: Vom Abzweig Hochbehälter im Denklinger Rotwald verläuft die Leitung wieder zurück zur Straße Dienhausen – Osterzell und weiter bis zum Wasserzählerschacht Dienhausen.

Geologische Beschreibung: Vom Abzweig Hochbehälter verläuft die Wasserleitung am südlichen Talrand des Schnaittals und verläuft dort bis zum Südrand des Ortes Dienhausen in mindelzeitlichen Schmelzwasserschottern und in jungen polygenetischen Talfüllungen.

Beschreibung nach Aufschlüssen: An KRB11 und -12 wurden wiederum unauffällige Auffüllungen mit Mächtigkeiten von 1,3 m und >1,4 m erschlossen, die wohl im Zuge des Straßenbaus eingebaut worden waren. An den Kleinrammbohrungen KRB13 und -14 wurden unter 0,15 m mächtigen Oberbodenbildungen bindige und nicht bindige Kiese der Bodengruppen GW, GU und GU* durchbohrt. An KRB15 und -16 wurden Wechsellagerungen aus Tonen, Schluffen und Kiesen erschlossen. An KRB17 und -18 wurden unter der jeweils 0,15 m mächtigen

tigen Oberbodenlage Kiese der Bodengruppe GU* und GU angebohrt. KRB19 liegt am Wasserzählerschacht Dienhausen. Hier wurde unter einer ca. 0,1 m mächtigen Oberbodenlage eine bis 0,9 m reichende Decklehmschicht der Bodengruppe UL/UM und darunter bis zum Bohrlochende Kiessande der Bodengruppe GU erschlossen.

6.4.2 T 2: Wasserzählerschacht Dienhausen – Druckminderschacht Denklingen

Trassenbeschreibung vom Wasserzählerschacht Dienhausen – Druckminderschacht Denklingen: Vom Wasserzählerschacht Dienhausen verläuft die Leitung nach Norden bis zum Druckminderschacht Denklingen.

Geologische Beschreibung: T2 verläuft durchgehend durch hochwürmzeitliche Schmelzwasserschotter überwiegend der Bodengruppe GU* und mitunter der Bodengruppe GW, die von 0,15 bis 0,6 m mächtigen, meist sandig-schluffigen Oberbodenbildungen und bis 1,05 m mächtigen bindigen Sanden und kiesig-sandigen Schluffen überlagert werden. An den Aufschlüssen KRB45 und -46 wurden bis 1,2 m mächtige, sensorisch unauffällige Auffüllungen erbohrt.

6.4.3 T 3: Wasserzählerschacht Dienhausen – Neuhof

Trassenbeschreibung vom Wasserzählerschacht Dienhausen – Übergabeschacht WV Schongau: Vom Wasserzählerschacht Dienhausen verläuft die Leitung nach Osten bis zum Übergabeschacht an die Wasserversorgung Schongau.

Geologische Beschreibung: Hierbei überquert sie unmittelbar östlich von Dienhausen einen Moränenrücken mit mindelzeitlichen Schmelzwasserschottern und rißzeitlichen Moränenablagerungen an den Flanken die auf dem Rücken von Decklehmen überlagert werden. Von den Aufschlüssen KRB22 und -23 verläuft sie bis zum Übergabeschacht WV Schongau in hochwürmzeitlichen Schmelzwasserschottern des Homogenbereichs V.

Beschreibung nach Aufschlüssen: Die Aufschlüsse KRB20 und KRB21 liegen im Bereich mindelzeitlicher Schmelzwasserschotter (KRB20) und rißzeitlichen Moränenablagerungen (KRB21) an der West- und an der Ostflanke eines Moränenrückens mit rißzeitlichen Moränenablagerungen. KRB20 erschließt unter einer 0,06 m mächtigen Oberbodenauflage liegende bis in 2,1 m Tiefe reichende Kiessande der Bodengruppen GU und GU*. Ab 2,1 m Tiefe unter GOK wurden tonige, mitunter feinsandige Schluffe der Bodengruppe UL/UM angebohrt, die vermutlich zu einer mindelzeitlichen Moränenablagerung gehören. KRB21 erschließt an der GOK 0,16 m mächtige Kiese der Bodengruppe GU* und darunter liegende bis in 1,65 m Tiefe unter GOK reichende tonige bis schwach tonige, schwach kiesige Schluffe der Bodengruppe UL/UM. Darunter folgen bis zum Bohrlochende in 2,2 m Tiefe unter GOK schwach schluffige Kiessande der Bodengruppe GU und der Bodenklasse 3 – leicht lösbar. KRB22 liegt auf der rißzeitlichen Moräne und erschließt bis in 1,9 m Tiefe die Decklehme und bis in 3,0 m Tiefe ab GOK kiesige, tonige bis schwach tonige, schwach sandige Schluffe der Bodengruppe UL/UM (rißzeitliche Moränenablagerungen). Darunter folgen bis in 3 m Tiefe Kiessande der Bodengruppen GU und GU*, bei denen es sich vermutlich um mindelzeitliche Schmelzwasserschotter handelt. KRB23 erschließt bis in 0,9 m Tiefe die Decklehme und bis in 1,85 m Tiefe ab

GOK kiesige, tonige bis schwach tonige, schwach sandige Schluffe der Bodengruppe UL/UM (rißzeitliche Moränenablagerungen). KRB24 liegt im Ängerletäle und erschließt junge polygenetische Talfüllungen der Bodengruppe UL/UM und darunter hochwürmzeitliche Schmelzwasserschotter der Bodengruppe GU*. KRB25 bis -29 liegen vollumfänglich in den hochwürmzeitlichen Schmelzwasserschottern eines Seitenarms des Lechtals. Sie erschließen mitunter fast 2 m mächtige schluffig-kiesig-sandige Deckschichten und darunter hochwürmzeitliche Schmelzwasserschotter. Das gilt auch für den Trassenteil bis Neuhoof (RKB30 und -31 sowie KRB32).

6.4.4 T 4: Wasserzählerschacht Industriegebiet – Industriegebiet Hirschvogel

Trassenbeschreibung vom Wasserzählerschacht Industriegebiet bis zur Kreisstraße LL17:

T4 verläuft vom Wasserzählerschacht Industriegebiet anfangs parallel zu einem Fahrweg und später östlich der B17 bis zur Straße LL17 am Industriegebiet Hirschvogel nach Norden und trifft auf Höhe der Einmündung der LL17 in die B17 auf die Bestandwasserleitung der WV Denklingen.

Geologische Beschreibung: T4 verläuft vollumfänglich in den hochwürmzeitlichen Schottern des Lechtals. Hierbei handelt es sich um Kiessande der Bodengruppen GU und GU*, die an Aufschluss KRB35 mit einer 0,68 m mächtigen Oberbodenlage überdeckt sind. An KRB40 wurden bis in 1,45 m Tiefe schluffig-kiesige schwach organische Auffüllungen der Bodengruppe OU und darunter bis in 2,3 m Tiefe ab GOK kiesig-schluffig-sandige Auffüllungen der Bodengruppe GU* mit Ziegelspuren angetroffen. Im Liegenden folgen bis zum Bohrlochende in 3,5 m Tiefe wiederum die Kiessande des Lechtals, die hier in die Bodengruppe GU und in die Bodenklasse 3 einzustufen sind. Die Kiese waren extrem schwer zu bohren. Aus diesem Grund konnten die Kleinrammbohrungen teilweise nicht bis in die gewünschten Tiefen niedergebracht werden. Da hier mächtige Kiese der Bodengruppen GW, GU (jeweils Bodenklasse 3 – leicht lösbar nach DIN 18300alt) und GU* (Bodenklasse 4 – mittelschwer lösbar nach DIN 18300alt) anstehen, kann auf tiefere Aufschlüsse verzichtet werden.

6.4.5 Gründung

Die erschlossenen Böden an allen oben besprochenen Leitungstrassen sind für die Verlegung von Kunststoffwasserleitungen geeignet.

6.4.6 Bauwasserhaltung

Aufgrund des hohen Grundwasserflurabstandes wird voraussichtlich keine Bauwasserhaltung erforderlich. Unter ungünstigen Witterungsbedingungen – wie länger anhaltenden Schlechtwetterlagen mit ergiebigen oder langanhaltenden Regenereignissen - können allerdings größere Mengen Tag- und Sickerwasser in die Baugruben eindringen. In diesem Fall kann es bei bindigen Böden erforderlich werden, dass Tag- und Sickerwasser aus der Baugrube abgepumpt werden muss. Hierfür sind vorsorglich die erforderlichen Anträge zu stellen (Wasserrechtsantrag) und die betreffenden Ausrüstungen vorzuhalten.

6.4.7 Erdarbeiten, Verbau und Hinterfüllungen

Unverbaute Baugrubenwände dürfen nach DIN 4124 bei nicht bindigen Böden einen Böschungswinkel von 45° nicht überschreiten. Wegen der Randlage des Leitungsgrabens zu den daneben verlaufenden Straßen ist allerdings davon auszugehen, dass Verbaumaßnahmen erforderlich werden. Sollten steilere Baugrubenböschungen hergestellt werden müssen, so sind entweder die Standsicherheiten mit entsprechenden rechnerischen Nachweisen zu belegen oder die Baugrube ist ab 1,25 m Tiefe z. B. mit Kanaldielen zu verbauen.

Die ausgebauten anstehenden Kiese sind zur Bauwerkshinterfüllung oder für Rohrgrabenhinterfüllungen geeignet. Grobe Steine im Hinterfüllmaterial müssten aussortiert werden.

Aufgehaldetes Material sollte gegen Witterungseinflüsse geschützt werden, insbesondere sind für den Wiedereinbau vorgesehene Materialien trocken zu halten. Unter Zuwegungen und Stellflächen ist Auffüllmaterial mit Feinkorngehalten über 5 Gew.-% nicht ausreichend frostsicher. Es sollte in diesem Fall durch ein frostsicheres Kies-Sand-Gemisch ersetzt werden. Die Verfüllung der Arbeitsräume kann nach Regelaufbau lagenweise in Stärken zu je $\leq 0,3$ m mit ausreichender Verdichtung ($D_{pr} \geq 100$ %) erfolgen.

7. Untersuchung, Zuordnung und Verwertung von Boden

7.1 Abfallrechtliche Zuordnung von Boden

Sobald im Rahmen von Baumaßnahmen verunreinigter Bodenaushub anfällt, greift das Abfallrecht. Böden mit schädlichen Verunreinigungen bzw. Auffüllmaterial müssen vor einer Verwertung bzw. Behandlung chemisch untersucht werden. Die Art der möglichen Verwertung bestimmen die „Technischen Regeln“ der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), für „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen“ bzw. im sogenannten „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ (im weiteren

Text „Leitfaden“) geregelt. Die Einstufung von Verfüllböden nach diesen Merkblättern ist maßgeblich für die Entsorgungskosten.

Folgende Schwellenwerte für die Einstufung von gering verunreinigten mineralischen Reststoffen / Abfällen werden in den „Technischen Regeln“ der LAGA definiert:

Z 0: im allgemeinen nicht eingeschränkter Einbau

Z 1.1: bei Einhaltung dieser Werte ist aus Sicht des Grundwasserschutzes selbst bei ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass ein eingebauter Boden keine nachteiligen Veränderungen im Grundwasser bewirkt. In der Regel wird daher eine Wiederverwertung uneingeschränkt genehmigt.

Z 1.2: bei Einhaltung dieser Werte kann Boden in hydrogeologisch günstigen Gebieten (flächig verbreitete, mindestens 2 m mächtige Deckschichten mit hohem Rückhaltevermögen für Schadstoffe - wie Tone, Schluffe, Lehme - über dem Grundwasserleiter) eingebaut werden.

Z 2: Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Durch diese soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Die Z-Werte beziehen sich auf Mischproben aus bereits ausgehobenen Halden. Die endgültige Einstufung wird erst während des Aushubs für jede Halde einzeln nach einer Haldenbeprobung festgelegt. Die Untersuchungen werden in der Gesamtfraktion des Bodens ausgeführt.

Stellvertretend für die TR LAGA, wird in Bayern der „Leitfaden“ (Eckpunktepapier oder "EPP") verwendet. Im „EPP“ sind analoge Zuordnungskriterien genannt. Auf Grund der sensibleren Verfüllorte – die Verfüllorte liegen in Kiesgruben – werden die Deklarationsanalysen an der Fraktion <2 mm des Bodens ausgeführt. Hierdurch wird eine Verdünnung der Schadstoffgehalte durch Grobkomponenten verhindert. Hintergrund für diese Vorgehensweise ist die Tatsache, dass das Sicker- oder Grundwasser insbesondere durch die feinkörnigen Bodenanteile fortbewegt und somit vor allem die darin enthaltenen Schadstoffe berührt.

Eine Verfüllung von Böden mit organischen Anteilen in Gruben nach EPP ist nicht vorgesehen. Es handelt sich um eine Verwertung gering verunreinigter mineralische Stoffe. Ein konkreter Grenzwert für den organischen Anteil gemessen als Glühverlust ist im EPP nicht vorgegeben. Es wird ein Glühverlust von < 3 % oder ein TOC von < 1 % vorausgesetzt.

Wird der durch das EPP vorgegebene Schwellenwert Z2 überschritten, so greift die Deponieverordnung (DepV) [9].

8. Schadstoffbelastung des Bodens

Die in den Aufschlussbohrungen und Kleinrammbohrungen angetroffenen Verfüllungen wurden auf die Leitparameter nach Eckpunktepapier untersucht und den Einbauklassen nach Eckpunktepapier zugeordnet bzw. nach Tabelle 1, LfW-Merkblatt 3.8/1 nach den Hilfwerten 1 und 2 (im weiteren Text HW1 und HW2) eingestuft. Die Untersuchungsergebnisse werden in den Tabellen 11, 12 und 13 aufgelistet und je nach Schadstoffbelastung farblich markiert.

Bodenuntersuchungen			Analysennr.					870552	870554	870555	870556	870557
			Probenahmedatum					20180611	20180611	20180611	20180611	20180611
			Probenbezeichnung					9496-KRB7 g1	9496-KRB8 g2	9496-KRB6 g1	9496-KRB8 g4	9496- KRB11 g1
Parametername	BG	Einheit	↑ EPP Z0	↑ EPP Z1.1	↑ EPP Z1.2	↑ EPP Z2	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert	
Trockensubstanz	0,1	%					94,3	82,8	93,7	92,8	94,9	
Fraktion < 2 mm (Wägung)	0,1	%					37,9	48,1	49,4	32,5	18,7	
Cyanide ges.	0,3	mg/kg	1	10	30	100	0,7	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
EOX	1	mg/kg	1	3	10	15	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Arsen (As)	2	mg/kg	20	30	50	150	5,1	6,4	2,9	<2,0	2,3	
Blei (Pb)	4	mg/kg	100	140	300	1000	14	16	7,8	<4,0	<4,0	
Cadmium (Cd)	0,2	mg/kg	1,5	2	3	10	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	
Chrom (Cr)	1	mg/kg	100	120	200	600	9	31	5	6	7	
Kupfer (Cu)	1	mg/kg	60	80	200	600	7,8	24	5,8	6,2	5,6	
Nickel (Ni)	1	mg/kg	70	100	200	600	9,7	39	6	7,2	6,9	
Quecksilber (Hg)	0,05	mg/kg	1	1	3	10	0,08	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	
Zink (Zn)	2	mg/kg	200	300	500	1500	24,9	68,4	16,4	14,6	14,2	
Kohlenwasserst. C10-C40 (GC)	50	mg/kg	100	300	500	1000	<50	<50	<50	<50	<50	
Benzo(a)pyren	0,05	mg/kg	0,3	0,3	1	1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
PAK-Summe (nach EPA)		mg/kg	3	5	15	20	n.b.	n.b.	n.b.	0,06	n.b.	
Weitere Parameter												
Fluoren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Anthracen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	
Pyren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(a)anthracen	0,5	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Chrysen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(b)fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(k)fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaphthylen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Phenanthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Dibenz(ah)anthracen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(ghi)perylen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Naphthalin	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaphthen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Zuordnung nach Eckpunktepapier (EPP)							Z0	Z0	Z0	Z0	Z0	
Zuordnung nach Tabelle 1, LfW-Merkblatt 3.8/1 - Hilfswerte							<HW1	<HW1	<HW1	<HW1	<HW1	

Abkürzungen: n.u. = nicht untersucht; n.d. = nicht definiert

Tabelle 10: Bodenuntersuchungen auf die Leitparameter nach Eckpunktepapier mit Zuordnung in die Einbauklassen nach EPP und Einstufung nach Hilfswerten auf Grundlage des LfW-Merkblatts 3.8/1 – Teil 1

Überschüssiger Boden aus Verfüllungsbereichen ist aufzuhalten und nach Eckpunktepapier (Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen) bzw. nach LAGA PN 98 zu beproben, in der Fraktion <2mm zu untersuchen und zu deklarieren. Sollten Böden mit Belastungen >Z2 vorhanden sein, so sind diese gemäß Deponieverordnung in der Gesamtfraktion zu untersuchen und zu deklarieren.

Bodenuntersuchungen			Analysennr.					870558	870559	870560	870561	870562
			Probenahmedatum					20180611	20180611	20180611	20180611	20180611
			Probenbezeichnung					9496-KRB11 g2	9496-KRB17 g2	9496-KRB23/2	9496-KRB23/3	9496-KRB35/2
Parametername	BG	Einheit	↑ EPP Z0	↑ EPP Z1.1	↑ EPP Z1.2	↑ EPP Z2	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert	
Trockensubstanz	0,1	%					77,7	95	74,7	91,1	94,9	
Fraktion < 2 mm (Wägung)	0,1	%					42,6	32,1	54,9	25,6	31,2	
Cyanide ges.	0,3	mg/kg	1	10	30	100	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
EOX	1	mg/kg	1	3	10	15	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Arsen (As)	2	mg/kg	20	30	50	150	7,4	2,6	9,2	5,5	2,7	
Blei (Pb)	4	mg/kg	100	140	300	1000	16	4,4	16	10	5,2	
Cadmium (Cd)	0,2	mg/kg	1,5	2	3	10	0,3	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	
Chrom (Cr)	1	mg/kg	100	120	200	600	28	4	23	12	7	
Kupfer (Cu)	1	mg/kg	60	80	200	600	14	4,7	16	11	4,9	
Nickel (Ni)	1	mg/kg	70	100	200	600	25	4,3	29	14	5,7	
Quecksilber (Hg)	0,05	mg/kg	1	1	3	10	0,08	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	
Zink (Zn)	2	mg/kg	200	300	500	1500	57,9	10,3	62,2	25,6	16,6	
Kohlenwasserst. C10-C40 (GC)	50	mg/kg	100	300	500	1000	<50	<50	<50	<50	<50	
Benzo(a)pyren	0,05	mg/kg	0,3	0,3	1	1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
PAK-Summe (nach EPA)		mg/kg	3	5	15	20	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
Weitere Parameter												
Fluoren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Anthracen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Pyren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(a)anthracen	0,5	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Chrysen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(b)fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(k)fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaphthylen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Phenanthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Dibenz(ah)anthracen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(ghi)perylen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Naphthalin	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaphthen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Zuordnung nach Eckpunktepapier (EPP) Z0							Z0	Z0	Z0	Z0	Z0	
Zuordnung nach Tabelle 1, LfW-Merkblatt 3.8/1 - Hilfswerte							<HW1	<HW1	<HW1	<HW1	<HW1	
Abkürzungen: n.u. = nicht untersucht; n.d. = nicht definiert												

Tabelle 11: Bodenuntersuchungen auf die Leitparameter nach Eckpunktepapier mit Zuordnung in die Einbauklassen nach EPP und Einstufung nach Hilfswerten auf Grundlage des LfW-Merkblatts 3.8/1 – Teil 2

Relevante Schadstoffbelastungen wurden ausschließlich im Bereich von Aufschluss KRB40 festgestellt. Hier wurden in zwei Proben die Z2-Werte für Kohlenwasserstoffe, Benzo(a)pyren und PAK-Summe überschritten. Wird dieser Bereich mit den Erdarbeiten erreicht, so ist der Baugrundgutachter zu informieren. Die Baufirma ist vor Beginn der Arbeiten auf die Schadstoffproblematik hinzuweisen und hat diesbezüglich an einer Einweisung teilzunehmen. Eine kontinuierliche Überwachung der Erdarbeiten ist nicht erforderlich.

Es ist nicht auszuschließen, dass auch zwischen den Aufschlüssen schadstoffbelastetes oder auffälliges Material mit Bodenfremden Anteilen (Bauschutt, Müll oder ähnlich) angetroffen wird. In diesem Fall ist der Baugrundgutachter ebenfalls zu informieren. Die weitere Vorgehensweise kann dann im Rahmen einer Ortseinsicht geklärt werden.

Bodenuntersuchungen			Analysennr.					870563	870564	870565	870566	870963
			Probenahmedatum					20180611	20180611	20180611	20180611	20180611
			Probenbezeichnung					9496-KRB40/1	9496-KRB40/2	9496-KRB45/G1	9496-KRB46/G1	9496-KRB12 g2
Parametername	BG	Einheit	↑ EPP Z0	↑ EPP Z1.1	↑ EPP Z1.2	↑ EPP Z2	Wert	Wert	Wert	Wert	Wert	
Trockensubstanz	0,1	%					91,2	83,5	97,3	85,8	95,1	
Fraktion < 2 mm (Wägung)	0,1	%					34	16,1	16,1	43,9	37,2	
Cyanide ges.	0,3	mg/kg	1	10	30	100	1,2	1	0,5	1,3	<0,3	
EOX	1	mg/kg	1	3	10	15	2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Arsen (As)	2	mg/kg	20	30	50	150	6,1	5,3	3	4,2	<2,0	
Blei (Pb)	4	mg/kg	100	140	300	1000	44	33	7,3	17	<4,0	
Cadmium (Cd)	0,2	mg/kg	1,5	2	3	10	0,4	0,3	<0,2	0,3	<0,2	
Chrom (Cr)	1	mg/kg	100	120	200	600	24	18	9	14	3	
Kupfer (Cu)	1	mg/kg	60	80	200	600	30	23	11	14	4,7	
Nickel (Ni)	1	mg/kg	70	100	200	600	16	14	12	12	5	
Quecksilber (Hg)	0,05	mg/kg	1	1	3	10	0,09	0,09	<0,05	0,06	<0,05	
Zink (Zn)	2	mg/kg	200	300	500	1500	197	123	20,1	45,2	12,7	
Kohlenwasserst. C10-C40 (GC)	50	mg/kg	100	300	500	1000	1300	830	<50	<50	<50	
Benzo(a)pyren	0,05	mg/kg	0,3	0,3	1	1	15	9,8	<0,05	<0,05	<0,05	
PAK-Summe (nach EPA)		mg/kg	3	5	15	20	251	141	0,05	n.b.	n.b.	
Weitere Parameter												
Fluoren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,4	1,8	<0,05	<0,05	<0,05	
Anthracen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	11	5	<0,05	<0,05	<0,05	
Fluoranthen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	57	32	0,05	<0,05	<0,05	
Pyren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	34	18	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(a)anthracen	0,5	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	25	14	<0,05	<0,05	<0,05	
Chrysen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	19	11	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(b)fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	17	11	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(k)fluoranthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	5,5	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaphthylen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,50	<0,50	<0,05	<0,05	<0,05	
Phenanthren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	37	18	<0,05	<0,05	<0,05	
Dibenz(ah)anthracen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,2	1,5	<0,05	<0,05	<0,05	
Benzo(ghi)perylen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,7	6,1	<0,05	<0,05	<0,05	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,7	6,1	<0,05	<0,05	<0,05	
Naphthalin	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	<0,50	<0,50	<0,05	<0,05	<0,05	
Acenaphthen	0,05	mg/kg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2	0,85	<0,05	<0,05	<0,05	
Zuordnung nach Eckpunktepapier (EPP)							>Z2	>Z2	Z0	Z1.1	Z0	
Zuordnung nach Tabelle 1, LfW-Merkblatt 3.8/1 - Hilfswerte							>HW2	>HW2	<HW1	<HW1	<HW1	

Tabelle 12: Bodenuntersuchungen auf die Leitparameter nach Eckpunktepapier mit Zuordnung in die Einbauklassen nach EPP und Einstufung nach Hilfswerten auf Grundlage des LfW-Merkblatts 3.8/1 – Teil 3

9. Schlussbemerkung

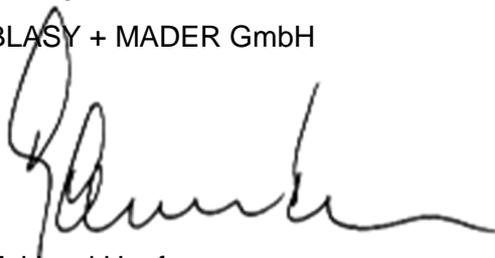
Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten zum hier zu behandelnden Bauvorhaben zusammengestellt und erläutert. Darüber hinaus wurden Empfehlungen zur Ausführung der Bauwerksgründungen gegeben. Diese Empfehlungen sind als Beratung zu verstehen, die den Entscheidungen des Planers, des Statikers und der Baufirma hinsichtlich der Gründung und des erforderlichen Einsatzes von Baumaschinen und –geräten etc. nicht vorgreifen.

Da dem Gutachter nicht alle relevanten Gesichtspunkte der Planung und der Bauausführung bekannt sein können, sollten bodenmechanische Detailfragen bzw. Planungsänderungen mit dem Gutachter abgestimmt werden. Dies trifft auch dann zu, wenn im Zuge der Bauausführungen Untergrundverhältnisse angetroffen werden sollten, die von den hier beschriebenen

Verhältnissen abweichen. Dies ist grundsätzlich nicht auszuschließen, da die Baugrunderkundung auf punktuellen Aufschlüssen basiert, deren Befunde in die Fläche interpoliert werden.

Eching a. Ammersee, 15.11.2018

BLASY + MADER GmbH



Eckhard Hopf
(Dipl.-Geologe)
Bearbeiter

Thorsten Riedel
(M.Sc. Geol.)