

**Geotechnischer Bericht nach DIN 4020**  
**zum**  
**BV Nahversorgungszentrum, Obersulmetinger Straße (Flst.: 848/1 + 848)**  
**in**  
**88471 Untersulmetingen**

Bauherr und Auftraggeber:

**Stadt Laupheim**  
Marktplatz 1  
88471 Laupheim

Geotechnische Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle

Erstattungsdatum:

14. Juli 2023

Aktenzeichen:

USNAHZE G01

**Geschäftsführer:**

Dipl.-Ing.(FH) MARKUS KATZ  
Dipl.-Ing.(FH) THOMAS BENZ  
Dipl.-Ing. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE  
Dipl.-Geol. FALK WINTEROLL  
Dipl.-Geol. GESINE WILTSCHKO

**Hauptsitz Stuttgart**

Emilienstr. 2  
70563 Stuttgart  
Tel.: 0711.997 60 73-0  
Fax: 0711.73 56 298  
E-Mail: [kontakt@henkegeo.de](mailto:kontakt@henkegeo.de)

**Vertretung Kirchheim/Teck**

Blumenstr. 19  
73271 Holzmaden  
Tel.: 0177.71 61 678  
Fax: 0711.73 56 298  
E-Mail: [tb@henkegeo.de](mailto:tb@henkegeo.de)

**Vertretung Nagold**

Haydnweg 10/1  
72202 Nagold  
Tel.: 0177.71 61 682  
Fax: 0711.73 56 298  
E-Mail: [mk@henkegeo.de](mailto:mk@henkegeo.de)

**Vertretung Schwarzwald-Baar**

Vor dem Hummelsholz 4  
78056 VS-Schwenningen  
Tel.: 07720.95 86 86  
Fax: 07720.95 86 87  
E-Mail: [af@henkegeo.de](mailto:af@henkegeo.de)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Situationsbeschreibung	4
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	5
5.1 Bohrsondierungen	5
5.2 Rammsondierungen	5
6. Schichtenbeschreibung	7
7. Bodenverunreinigungen	8
8. Geotechnische Laboruntersuchungen	10
9. Hydrogeologische Situation	11
9.1 Allgemein	11
9.2 Gemessene Grundwasserstände	11
9.3 Bemessungswasserspiegel	12
9.4 Wasser- und Quellenschutzgebiet	13
10. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	13
11. Homogenbereiche für Böden	14
12. Berechnungskennwerte	16
13. Baugrubenherstellung	17
14. Gründung	18
15. Erd- und Wasserdruck	23
16. Abdichtung von erdberührten Bauteilen	24
17. Arbeitsraumverfüllung	25
18. Regenwasserversickerung	26
19. Bau von Verkehrsflächen	27
20. Geothermische Energienutzung	31
21. Erdbebensicherheit	33
22. Schutz vor Gefahren durch Radon	33
23. Schlussbemerkung	34

**Verzeichnis der Anlagen:**

Anlage	1	Lagepläne 1.1 1.2	Übersichtslageplan Lageplan der Baugrundaufschlüsse
Anlage	2	Bohrsondierungen 2.1 bis 2.4 2.5	Bohrkernaufnahme BS 1/23 bis BS 4/23 Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Rammsondierungen 3.1 bis 4.4	Rammsondierprofile DPH 1/23 bis DPH 4/23
Anlage	4	Geologische Profilschnitte 4.1 – 4.4	Profilschnitt PS 1/23 bis PS 4/23
Anlage	5	Chemische Analytik 5.1 bis 5.4	VwV Analysen Mischproben MP 1 bis MP 4
Anlage	6	Tabellarische Zusammenstellung Ergebnisse geotechnische Laborversuche	

## 1. Auftrag

Die Stadt Laupheim beabsichtigt die Flurstücke 848/1 und 848 in der Obersulmetinger Straße in Untersulmetingen an einen Investor zum Bau eines Nahversorgungszentrums zu verkaufen. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HuP) Vertretung Oberschwaben auf der Basis des Angebotes vom 04.04.2023 Az.: USNAHZE K01 am 17.04.2023 von der Stadt Laupheim beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 für die mögliche Bebauung der Grundstücke zu erstellen.

## 2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

### Stadt Laupheim:

- [1] Übersichtslageplan B-Plan „SO Nahversorgungszentrum Sulmetingen, vom 04.10.2012 im Maßstab 1:5000 im PDF-Format
- [2] Luftbild mit Flurstücksnummern vom 17.02.2022 im Maßstab 1:500 im PDF-Format

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

### Geologisches Landesamt Baden - Württemberg:

- [3] Geologische Karte von Baden - Württemberg im Maßstab 1:25.000, Blatt 7724 Ehingen von 2003 und digitale geologische Karte des LGRB

### **3. Situationsbeschreibung**

Die Stadt Laupheim beabsichtigt die Flurstücke 848/1 und 848 in der Obersulmetinger Straße in Untersulmetingen an einen Investor zum Bau eines Nahversorgungszentrums zu verkaufen. Nördlich der zur Bebauung vorgesehenen Flurstücke 848/1 und 848 befindet sich ein Feuerwehrgebäude, westlich grenzen die Flurstücke 848/1 und 848 an die Obersulmetinger Straße, südlich und östlich der Flurstücke 848/1 und 848 befinden sich unbebaute Wiesenflächen. Östlich der Flurstücke 848/1 und 848 liegt in einem Abstand von ca. 60 bis 70 m die Riß, die in nördliche Richtung fließt. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, in dem die Lage der Flurstücke 848/1 und 848 rot gekennzeichnet wurden.

Die Flurstücke 848/1 und 848 sind nahezu eben und weisen eine Geländehöhe von ca. 502,30 m ü. NN bis 501,70 m ü. NN auf. Östlich des Flurstücks 848/1 und 848 sowie südlich des Flurstücks 848 befindet sich eine Böschung, die auf das östlich liegende Flurstück 847 und auf das südlich liegende Flurstück 848/2 abfällt. Die höhere Lage der Flurstücke 848/1 und 848 gegenüber den neben den Flurstücken 848/1 und 848 auf der Ost- und Südseite befindlichen Flurstücke 848 und 847 deutet darauf hin, dass das Gelände der Flurstücke 848/1 und 848 aufgefüllt wurde.

### **4. Allgemeiner geologischer Überblick**

Die Flurstücke 848/1 und 848 liegen in der Talaue der Riß, die ca. 60 bis 70 m östlich der Flurstücke 848/1 und 848 liegt und in nördliche Richtung fließt. Nach der geologischen Karte [3] wird der tiefere Untergrund von den tertiären Schichten der Unteren Süßwassermolasse (USM) gebildet. Überlagert werden die Schichten der USM von rißeiszeitlichen Schmelzwasserkiesen / -sand. Über den rißeiszeitlichen Schmelzwasserkiesen / -sand stehen junge Talfüllungen in Form von Talkiesen / sanden, Tal- / Auenlehmen, Mudden und ggf. auch Torf an.

## **5. Baugrunderkundung**

Zur Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Untergrundsituation wurden am 24.05.2023 und am 25.05.2023 vier Bohrsondierungen (BS 1/23 bis BS 4/23) sowie vier schwere Rammsondierungen (DPH 1/23 bis DPH 4/23) niedergebracht.

Die Aufschlusspunkte wurden durch Mitarbeiter des IB Henke und Partner nach Lage und Höhe eingemessen. Der Lagebezug wurde über die bestehende Bebauung sowie Grundstücksgrenzen und der Höhenbezug über eine bekannte Schachtdeckelhöhe in m ü. NN hergestellt. Die Lage der hergestellten Baugrundaufschlüsse kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

### **5.1 Bohrsondierungen**

Die Bohrsondierungen BS 1/23 bis BS 4/23 wurde mittels Sondierdraupe bis in eine Tiefe von 3,0 m bis 5,0 m unter bestehende Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 16,0 m bohrondiert. Die gewonnenen Bohrkerne wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1 bzw. DIN 4022 aufgenommen und beschrieben. Die ausführliche Schichtenbeschreibungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.4 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.5 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen, chemische Analysen und als Rückstellproben wurden aus den Bohrkernen insgesamt 21 Bodenproben entnommen.

### **5.2 Rammsondierungen**

Die vier Rammsondierungen DPH 1/23 bis DPH 4/22 wurden mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 niedergebracht.

Beim Rammsondiervorgang werden die Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe ( $N_{10}$ ) gezählt und in einem tiefenbezogenen Diagramm aufgetragen. Die Rammsondierungen wurden bis in eine Tiefe von 7,0 m bis 9,8 munter GOK niedergebracht. Insgesamt wurden 34,2 lfd. m rammsondiert. Die Rammsondierprofile liegen als Anlagen 3.1 bis 3.4 bei.

Durch die Rammsondierungen können Schichtgrenzen erkannt und bei bindigen Böden die Konsistenz und bei grobkörnigen Böden die Lagerungsdichte anhand der Schlagzahlen beurteilt werden. Schichtgrenzen werden in den Rammsondierdiagrammen im Wesentlichen durch markante Wechsel

in den Schlagzahlen markiert. Bei gleichmäßigen Schlagzahlen ist tendenziell von einem bindigen Boden mit geringem Stein-/Kiesanteil, bei häufigem Wechsel in den Schlagzahlen von gemischtkörnigem und bei einzelnen Spitzenpeaks von stein- bzw. schutthaltigem Boden auszugehen.

Erfahrungsgemäß können bei feinkörnigen und grobkörnigen Böden nachfolgende Lagerungsdichten bzw. Konsistenzen anhand der ermittelten Schlagzahlen pro 10 cm Eindringung ( $N_{10}$ ) der schweren Rammsonde ohne Mantelreibung am Gestänge abgeschätzt werden. Die Mantelreibung des Gestänges wird über die Drehbarkeit des Gestänges mittels Drehmomentschlüssel überprüft (Angabe in Nm neben dem Rammsondierprofil).

#### Feinkörnige Böden:

Schlagzahl $N_{10}$	Konsistenz
0 – 0,5	breiig ( $I_c = 0$ bis 0,5)
0,5 - 2	weich ( $I_c = 0,5$ bis 0,75)
2 - 6	steif ( $I_c = 0,75$ bis 1,0)
6 - 14	halbfest ( $I_c > 1,0$ )
> 14	fest

#### Grobkörnige Böden:

Schlagzahl $N_{10}$ über GW	Lagerungsdichte	Schlagzahl $N_{10}$ unter GW	Lagerungsdichte
0 - 5	locker	0 - 3	locker
5 - 20	mitteldicht	3 - 14	mitteldicht
> 20	dicht	> 14	dicht

## 6. Schichtenbeschreibung

Anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Untersuchungsbereich wie folgt dar:

Die Schichtenfolge beginnt in den hergestellten Kleinbohrungen mit einem ca. 10 cm bis 20 cm mächtigen, durchwurzelt **Oberboden** mit dunkelbrauner Farbe.

Unter dem Oberboden folgen in den abgeteuften Bohrungen **künstliche Geländeauffüllungen**, die bis in eine Tiefe von ca. 1,0 m bis 1,5 m unter GOK reichen. Bei den angetroffenen künstlichen Geländeauffüllungen handelt es sich um bindige bzw. feinkörnige, gemischt- und grobkörnige Böden. Die erbohrten Auffüllungen weisen nach der Bohrkernansprache eine graue, dunkelgraue, braungraue, dunkelbraune, beige-graue und hellbraune Farbe auf. Innerhalb der Auffüllungsschicht wurden vereinzelt Ziegelstückchen bzw. -reste vorgefunden. Die bindigen bzw. feinkörnigen Auffüllungen und die bindige Matrix der tlw. erbohrten gemischtkörnigen Auffüllungen weisen nach der manuellen Bohrkernansprache eine weiche, steife und halbfeste Konsistenz auf.

Unterhalb der künstlichen Geländeauffüllungen wurde in den Aufschlüssen, hellbraune, grauschwarze, graue und dunkelgraue tlw. humose **Tal-** bzw. **Auenlehme** sowie stark humose **Mudden** aufgeschlossen. Die Tal- / Auenlehm- / Muddeschicht reicht in den abgeteuften Bohrungen bis in eine Tiefe von 2,5 m bis 2,7 m unter GOK. Nach der manuellen Bohrkernansprache weisen die erbohrten Tal- / Auenlehme und Mudden eine weiche und weich bis steife Konsistenz auf.

Als unterste Schicht wurden in den Bohrungen dunkelgraue bis graue **Schmelzwasserkiese** aufgeschlossen. In der BS 2/23 liegt der angetroffene Schmelzwasserkies bis in eine Tiefe von 3,3 m unter GOK und in der BS 1/23 ab einer Tiefe von 4,0 m unter GOK in verlehmt Form vor. Anhand der ermittelten Schlagzahlen  $N_{10}$  der abgeteuften schweren Rammsondierungen weisen die Schmelzwasserkiese unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses und der Mantelreibung am Sondiergestänge eine mitteldichte und dichte Lagerung auf. Erfahrungsgemäß können innerhalb der Schmelzwasserkiese auch Schmelzwassersande auftreten.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden insgesamt vier geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlagen 4.1 bis 4.4 beiliegen. Die Lage der geologischen Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Bei den geologischen Profilschnitten ist zu beachten, dass die

Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden sowie die Schichtgrenzen in den Rammsondierungen anhand des ermittelten Schlagzahlverlaufs abgeschätzt wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

## 7. Bodenverunreinigungen

Routinemäßig wurden die Bohrkerns auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. In den oberflächlich aufgeschlossenen künstlichen Auffüllungen wurde vereinzelt Ziegelreste bzw. -stücke angetroffen.

Für eine erste orientierende Untersuchung, ob anthropogene oder geogene Bodenverunreinigungen vorliegen, wurden aus den entnommenen Proben der angetroffenen bindigen Auffüllungen die Mischprobe mit der Bezeichnung MP 1, aus den entnommenen Proben der gemischtkörnigen Auffüllungen die Mischprobe mit der Bezeichnung MP 2, aus den entnommenen Proben der aufgeschlossenen Mudden die Mischprobe mit der Bezeichnung MP 3 und aus den entnommenen Proben der erbohrten Tal- / Auenlehme die Mischprobe mit der Bezeichnung MP 4 gebildet.

Die Mischproben wurden auf die vorgegebenen Parameter der "Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial" (VwV) am Feststoff im chemischen Labor BVU untersucht. Die Analyseergebnisse liegen als Anlage 5.1 bis 5.4 diesem Bericht bei. Auf der Grundlage der durchgeführten Analytik halten die untersuchten bindigen Auffüllungen, die Mudden und Tal- / Auenlehme den Zuordnungswert **Z0** nach der VwV ein. Bei den untersuchten kiesigen Auffüllungen wurde ein erhöhter Arsenwert im Feststoff ermittelt, der zu einer Zuordnung Z 1.1 nach der VwV führt.

Künstliche Auffüllungen die Fremdkomponenten enthalten sollten aus Vorsorgegründen mindestens in den Zuordnungswert Z1.1 nach der VwV bzw. BM- / BG-F1 nach der EBV (Ersatzbaustoffverordnung EBV ersetzt ab 01. August 2023 die VwV) eingestuft werden. Sollen künstliche Auffüllungen entsorgt werden, sind diese zwischenzulagern und vor einer Entsorgung durch chemische Analysen zu deklarieren.

Aufgrund der durchgeführten Analytik kann davon ausgegangen werden, dass die anstehenden gewachsenen Böden keine geogen bedingten Bodenverunreinigungen aufweisen und somit nach dem Z0- Wert der VwV bzw. BM- / BG-0 – Wert der EBV verwertet werden können.

Es wird empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Verwertung von Boden der Kategorie Z0, Z1.1, Z1.2 und Z2 nach der VwV bzw. BM- / BG-0, BM / BG-F1, BM- / BG-F2 und BM- / BG-F3 nach der EBV sowie für eine Beseitigung von Boden auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 und DK I vorzusehen. Positionen für eine Rasterbeprobung, Haufwerksbildung, Zwischenlagerung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach VwV-Bodenverwertung und der Deponieverordnung sollten zusätzlich bei der Ausschreibung der Baumaßnahme berücksichtigt werden.

Erfahrungsgemäß ist es schwierig Böden mit einem Zuordnungswert von  $\geq Z 1.1$  bzw.  $\geq BM- / BG-F1$  zu verwerten. Ist keine Verwertung möglich müssen die Böden auf einer Deponie entsorgt bzw. beseitigt werden.

Bei einem ggf. erforderlichen Aushub der Auffüllungen muss darauf geachtet werden, dass es zu keiner Vermischung mit organischen bzw. humosen Auenablagerungen kommt, da organische Böden nur mit erhöhtem Aufwand auf einer Deponie entsorgt werden können.

Für die Ausschreibung wird daher empfohlen festzuhalten, dass der Auftragnehmer/Unternehmer, falls er den Analysen nach, verwertbares Material der Kategorie Z1.1, Z1.2 oder Z2 nach der VwV bzw. BM- / BG-F1, BM- / BG-F2 und BM- / BG-F3 nach der EBV aufgrund von mangelnden Verwertungsstellen auf einer Deponie entsorgt, keine Mehrkosten geltend machen kann. Der im Leistungsverzeichnis für eine Z-Position bzw. BM- / BG-F-Position angegebene Preis ist daher zwingend einzuhalten, auch wenn das entsprechende Z-Material bzw. BM- / BG-F-Material stattdessen deponiert wird. Die im Falle einer Deponierung des eigentlichen Z-Materials bzw. BM F-Material anfallenden Kosten für ggf. zusätzliche Haufwerksbildung, Zwischenlagerung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach DepV, die daraus resultierenden Verzögerungen sowie die Deponierungskosten sind AN-seitig zu tragen.

## 8. Geotechnische Laboruntersuchungen

Zur Bodenklassifikation und zur Bestimmung bodenphysikalischer und -mechanischer Eigenschaften sowie zur Ableitung von Homogenbereichen und Bodenkennwerten wurden im geotechnischen Labor an ausgewählten Bodenproben nachfolgende Laboruntersuchungen ausgeführt:

- 9-mal Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes nach DIN 18121
- 3-mal Bestimmung des Feinkorngehaltes in Anlehnung an DIN 18123
- 6-mal Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 6 bei.

An folgenden entnommenen Proben wurden die organischen Bestandteile durch Ermittlung des Glühverlustes bestimmt. Die ermittelten organischen Bestandteile können nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Bezeichnung Bodenprobe	Bezeichnung Boden	Organische Bestandteile [M.-%]
BS 1/23; 0,3-0,6 m	Auffüllung	6,3
BS 1/23; 2,0-2,3 m	Auenlehm / Mudde	8,0
BS 2/23; 1,5-2,5 m	Mudde	12,6
BS 3/23; 1,5-2,5 m	Tal- / Auenlehm	4,6
BS 4/23; 1,0-1,5 m	Auffüllung	3,1
BS 4/23; 1,5-2,5 m	Auenlehm / Mudde	6,7

Feinkörnige Böden, die einen organischen Anteil von über 5 % besitzen, werden als organogen und Böden mit einem organischen Anteil von > 20 % als organisch bezeichnet.

An drei Bodenproben aus der Schmelzwasserkiesschicht wurde der Feinkornanteil durch Abschlämmen der Grobfraction ermittelt. In nachfolgender Tabelle wurden die ermittelten Feinkornanteile dargestellt und die Böden anhand des ermittelten Feinkornanteils den Bodengruppen nach DIN 18196 zugeordnet.

Bezeichnung Bodenprobe	Bezeichnung Boden	Feinkornanteil [M.-%]	Bodenart nach DIN 1896
BS 1/23; 4,0-5,0m	Schmelzwasserkies	18,0	GU* / GT*
BS 2/23; 2,5-3,3m	Schmelzwasserkies	16,3	GU* / GT*
BS 2/23; 3,5-4,5m	Schmelzwasserkies	6,1	GU / GT

## 9. Hydrogeologische Situation

### 9.1 Allgemein

Die tertiären Ablagerungen der Unteren Süßwassermolasse sind in Bezug auf die darüber anstehenden Schmelzwasserkiese als Grundwassergeringleiter bzw. -stauer anzusehen. Die Schmelzwasserkiese bilden den obersten Grundwasserleiter im geplanten Baufeld, der als Porengrundwasserleiter eine große bis sehr große Wasserdurchlässigkeit aufweist.

### 9.2 Gemessene Grundwasserstände

Nach Abschluss der Bohr- und Rammsondierarbeiten wurde in den unverrohrten Bohr- und Rammsondierlöchern der Grundwasserstand gemessen. Da die Bohr- und Rammsondierlöcher teilweise nicht standfest waren, sind diese bereits vor der beabsichtigten GW-Messung bereichsweise wieder zugefallen.

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde das Bohrloch der BS 1/23 und der BS 2/23 zu einem temporärem Grundwassermesspegel mit Verfilterung in der Schmelzwasserkiesschicht ausgebaut. Nachfolgend sind gemessenen Grundwasserstände während der Baugrunderkundung aufgezeigt:

Bezeichnung Aufschluss	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [m ü. NN]	Bemerkungen
BS 1/23	2,57	499,30	Bohrloch Ausbau zu temp. GW-Messstelle bis 2,90 m u. GOK
BS 2/23	2,42	499,21	Bohrloch Ausbau zu temp. GW-Messstelle bis 2,90 m u. GOK
BS 3/23	-	-	Bohrloch standfest bis 2,83 m u. GOK, kein GW bis in diese Tiefe messbar
BS 4/23	-	-	Bohrloch standfest bis 2,83 m u. GOK, kein GW bis in diese Tiefe messbar
DPH 1/23	2,54	499,25	Sondierloch bis 2,7 m u. GOK standfest
DPH 2/23	2,70	499,33	Sondierloch bis 2,9 m u. GOK standfest
DPH 3/23	2,60	499,15	Sondierloch bis 2,8 m u. GOK standfest
DPH 4/23	2,60	499,30	Sondierloch bis 2,7 m u. GOK standfest

Nach den gemessenen Grundwasserständen liegen im Untersuchungsbereich tlw. gespannte Grundwasserverhältnisse vor. Das Grundwasser fließt im Untersuchungsbereich nach den gemessenen Grundwasserständen in nordöstliche Richtung. Für den Untersuchungsbereich kann von einem **mittleren Grundwasserspiegel** im südwestlichen Bereich auf einer Höhe von ca. **499,50 m ü. NN** und im nordöstlichen Bereich auf einer Höhe von ca. **499,30 m ü. NN** ausgegangen werden.

### 9.3 Bemessungswasserspiegel

In der aktuellen Hochwassergefahrenkarte von Baden-Württemberg werden für den Untersuchungsbereich folgende Hochwasserstände der Riß angegeben:

10-jährliches Hochwasser (HQ <sub>10</sub> )	501,0 m ü. NN
50-jährliches Hochwasser (HQ <sub>50</sub> )	501,3 m ü. NN
100-jährliches Hochwasser (HQ <sub>100</sub> )	501,4 m ü. NN
Extrem Hochwasser (HQ <sub>EXTREM</sub> )	501,4 m ü. NN

Die Flurstücke 848/1 und 848 wurden aufgefüllt und weisen nach den Ansatzpunkten der Baugrundaufschlüsse Höhen von ca. ca. 502,30 m ü. NN bis 501,70 m ü. NN auf und liegen somit über dem in der Hochwassergefahrenkarte angegebenen Extremhochwasserspiegel der Riß.

Für die Flurstücke 848/1 und 848 sollte von einem **Bemessungsgrundwasserstand** auf einer Höhe von 501,40 m ü. NN ausgegangen werden.

Da oberflächlich gering wasserdurchlässige Böden anstehen, kann es nach Starkniederschlägen zu einem Wassereinstau im Arbeitsraum eines Gebäudes kommen, wird keine Dränanlage über dem Bemessungsgrundwasserspiegel hergestellt, kann es zu einem Wassereinstau neben dem Gebäude bis zur Geländeoberkante kommen, so dass der **Bemessungswasserspiegel** auf Geländeoberkante anzusetzen ist. Wird eine Dränanlage über dem Bemessungsgrundwasserspiegel eingebaut, so entspricht der zuvor angegebene Bemessungsgrundwasserspiegel dem Bemessungswasserspiegel.

Für den Bauzustand wird empfohlen einen **Bauzeitbemessungsgrundwasserstand** auf einer Höhe von **500,00 m ü. NN** anzusetzen. Dieser Bauzeitenbemessungswasserstand wird, wenn überhaupt, nur an wenigen Tagen eines Kalenderjahres überschritten.

#### 9.4 Wasser- und Quellenschutzgebiet

Die Flurstücke 848/1 und 848 liegen nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten.

#### 10. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend sind die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der bodenmechanischen Laborversuche und allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammengestellt.

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchläs-sigkeit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB
<b>Auffüllung, gemischt-körnig</b>	GU, GT, GU*, GT	gering bis groß	mittel bis gering	gut bis schlecht	frostempfindlich <b>F2</b> bis sehr frostempfindlich <b>F3</b> <sup>1)</sup>
<b>Auffüllung, feinkörnig</b>	TL, TM, OU,	groß	sehr gering	schlecht bis sehr schlecht	sehr frostempfindlich <b>F3</b>
<b>Tal- / Auenlehm / Mude</b>	TL, TM, OU, OT	sehr groß	sehr gering	sehr schlecht	sehr frostempfindlich <b>F3</b>
<b>Schmelzwasserkies / -sand</b>	GU*, GT*, GU, GT, GW, GI, SW, SI, SU, ST	gering bis sehr gering	groß bis mittel	sehr gut bis mäßig	nicht frostempfindlich <b>F1</b> bis sehr frostempfindlich <b>F3</b> <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Die Bodengruppe GU\*, GT\* ist Frostempfindlichkeitsklasse F3, die Bodengruppe GU / GT / SU / ST der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und die Bodengruppe GW, GI, SI, SW der Frostempfindlichkeitsklasse F1 zuzuordnen.

Die angetroffenen bindigen Auffüllungen, Tal- / Auenlehme und Mudden sind tlw. witterungsempfindlich. Bei ungünstiger Witterung und ungeschütztem Erdplanum oder bei unsachgemäßer Zwischenlagerung können erfahrungsgemäß durch Frost, Niederschläge oder hohe mechanische Beanspruchung durch Baustellenverkehr deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Eigenschaften eintreten.

## 11. Homogenbereiche für Böden

Die im Untersuchungsbereich aufgeschlossenen Böden können entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung und den geotechnischen Laborversuchen sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 (2015-08) für "Erdarbeiten", nach DIN 18301 (2015-08) für "Bohrarbeiten" und nach DIN 18304 (2015-08) für "Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten" eingeteilt werden:

		Homogenbereich Boden		
		A	B	C
<b>Geologische Bezeichnung</b>		Auffüllung	Tal- / Auenlehm / Mudde	Schmelzwasserkies / - sand
<b>Bodengruppe nach DIN 18196</b>		TL, TM, OU, GU*, GT*, GU, GT	TL, TM, OU	GU*, GT*, SU*, ST*, GU, GT, SU, ST, GW, GI, SW, SI
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	3 – 30	20 – 70	4 – 20
<b>Dichte, feucht</b>	<b>[t/m³]</b>	1,8 – 2,1	1,5 – 2,0	1,9 – 2,2
<b>Konsistenzzahl I<sub>c</sub></b>		0,55 – 1,2	0,5 – 0,8	–
<b>Konsistenz</b>		weich, steif, halbfest	weich, steif	–
<b>Plastizitätszahl I<sub>p</sub></b>	<b>[%]</b>	5 – 25	5 – 25	–
<b>Undrainede Scherfestigkeit c<sub>u</sub></b>	<b>[kN/m²]</b>	30 – 120	15 – 100	–
<b>Kohäsion</b>	<b>[kN/m²]</b>	0 – 20	1 – 10	–
<b>Organischer Anteil</b>	<b>[Gew.-%]</b>	0 - 8	0 - 20	≤ 5
<b>Korngrößenverteilung</b>	<b>T [%]</b>	0 – 40	5 – 40	0 – 10
	<b>U [%]</b>	5 – 90	40 – 90	0 – 30
	<b>S [%]</b>	0 – 40	0 – 20	10 – 90
	<b>G [%]</b>	0 – 90	0 – 20	10 – 90
<b>Massenanteil Steine / Blöcke<sup>1)</sup></b>	<b>[%]</b>	≤ 30 / ≤ 30	≤ 30 / -	≤ 30 / ≤ 30
<b>Massenanteil Blöcke<sup>2)</sup></b>	<b>[%]</b>	–	–	≤ 5
<b>Lagerungsdichte</b>		locker, mitteldicht, dicht	-	mitteldicht, dicht
<b>Abrasivitäts Koeffizient ABR</b>	<b>[g/t]</b>	0 - 400	0 - 50	150 – 500
<b>Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)</b>		3, 4, 5	3, 4	3, 4, 5, 7 <sup>2)</sup>
<b>Bodenklasse nach DIN 18301 (2012-09)</b>		BB 2, BB 3, BO1, BN 1, BN 2, BS 1, BS 3	BB 2, BO1, BS 1	BN 1, BN 2, BS 1, BS 3, + <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Blöcke der Korngröße 200 mm bis 630 mm

<sup>2)</sup> Blöcke mit Korngröße über 630 mm

Oberboden ist nach DIN 18320 unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich.

Die den Homogenbereich zugeordneten Schichtgrenzen können den Bohrprofilen und Profilschnitten entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden sowie die Schichtgrenzen in den Rammsondierungen anhand des ermittelten Schlagzahlverlaufs abgeschätzt wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

Bei den zuvor genannten Parametern für die Beschreibung der Homogenbereiche handelt es sich nicht um Kennwerte, die für erdstatische Berechnungen verwendet werden dürfen, sie dienen lediglich der Beschreibung der Bandbreiten der Bodeneigenschaften.

Da die aufgeschlossen bindigen Auffüllungen, Tal- / Auenlehme und Mudden tlw. wasserempfindlich sind, können diese Böden bei nicht fachgerechter Zwischenlagerung und bei starken Niederschlägen während eines Transports oder durch mechanische Beanspruchung aufweichen, so dass diese ggf. in die Bodenklasse 2 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. in eine breiige Konsistenz übergehen können.

Die angegebenen Werte sind nur z.T. durch geotechnische Laboruntersuchungen direkt bestimmt worden. Andere Angaben beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen nicht auszuschließen sind.

## 12. Berechnungskennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach EC 7 angenommen werden. Die charakteristischen Berechnungskennwerte wurden auf der Grundlage der durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeiner Erfahrung mit vergleichbaren Böden festgelegt.

Bodenschichten	Wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Auffüllungen</b>	<b>19,5</b> (18 – 21)	<b>9,5</b> (8 – 12)	<b>27,5</b> (22,5 – 35)	<b>3</b> (0 – 8)	<b>5</b> (3 – 15)
<b>Tal- / Auenlehm / Mudde</b>	<b>17,5</b> (16 – 20)	<b>7,5</b> (7 – 10)	<b>22,5</b> (20 – 27,5)	<b>1</b> (0 – 5)	<b>1,5</b> (1 – 4)
<b>Schmelzwasserkies / -sand</b>	<b>20</b> (19 – 22)	<b>11</b> (10 – 13)	<b>35</b> (30 – 37,5)	<b>0</b> (0 – 3)	<b>50</b> (30 – 120)

**fett** = für Berechnungen empfohlene charakteristischer Bodenkennwerte

( ) Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

Für Setzungsberechnungen kann bei einem Bodenaushub ein Wiederbelastungsmodul von  $E_{s,w,k} = 2,5 \times E_{s,k}$  angesetzt werden.

### **13. Baugrubenherstellung**

Baugrubenböschungen können in Anlehnung an DIN 4124 über dem Grundwasserspiegel bei den anstehenden Böden mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  angelegt werden.

Bei den zuvor gemachten Angaben zu Baugrubenböschungen müssen Baugeräte bis 12 t sowie Fahrzeuge, welche die nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 1,0 m und Baugeräte von mehr als 12 t bis 40 t sowie Fahrzeuge, welche die nach § 34 Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten überschreiten einen Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens 2,0 m einhalten. Lastfreie Schutzstreifen neben der Baugrube bzw. Böschungskrone von mindestens 0,6 m sind vorzusehen. Weitere Angaben der DIN 4124 sind zu beachten.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. An der Böschungskrone ist eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

Bei Böschungen mit einem erforderlichen steileren Böschungswinkel als zuvor angegeben, bei Nichteinhaltung der Aushubgrenzen nach DIN 4123 neben bestehenden Bauwerken und Leitungen, Störungen des Bodengefüges durch z.B. Aufgrabungen in einem Abstand von  $\leq 2,0$  m hinter der Böschungskrone, Schichtwasseraustritten aus der Böschung, Baugrubenböschungen unter dem Grundwasserspiegel, bei Stapellasten von mehr als  $10 \text{ kN/m}^2$  neben dem Schutzstreifen von 0,6 m oder bei geringeren Abständen von Fahrzeugen entlang der Böschungskrone als zuvor angegeben oder wenn das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt, sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

Können aufgrund der Platzverhältnisse keine Baugrubenböschungen hergestellt werden bzw. kann die Standsicherheit von Baugrubenböschungen nicht nachgewiesen werden, so muss ein Baugrubenverbau zur Sicherung der Baugrube hergestellt werden. Die Bemessung eines Baugrubenverbau, muss durch eine statische Berechnung nach den Vorgaben der EAB und des EC 7 erfolgen.

## 14. Gründung

Aufgrund der auf den Flurstücken 848/1 und 848 oberflächlich aufgeschlossenen heterogenen Geländeauffüllung und der darunter anstehenden kompressiblen Tal-/ Auenlehme / Mudden mit zumeist weicher Konsistenz sowie unterschiedlicher Schichtmächtigkeit wird empfohlen, Gebäude einheitlich auf den tragfähigen gering bis unverlehmtten Schmelzwasserkiesen mit mindestens mitteldichter Lagerung zu gründen. Bei der Abtragung von Gebäudelasten auf den angetroffenen heterogenen Geländeauffüllungen und den unter der Geländeauffüllung anstehenden Tal-/ Auenlehmen / Mudden besteht die Gefahr von bauwerksschädlichen Setzungsdifferenzen durch unterschiedliche Lasten und durch die unterschiedliche Mächtigkeit und Zusammensetzung der Auffüllungen und der Tal- / Auenlehme / Mudden.

Außenliegende Bauteile von Gebäuden müssen frostsicher mindestens 1,0 m unter Geländeoberkante einbinden.

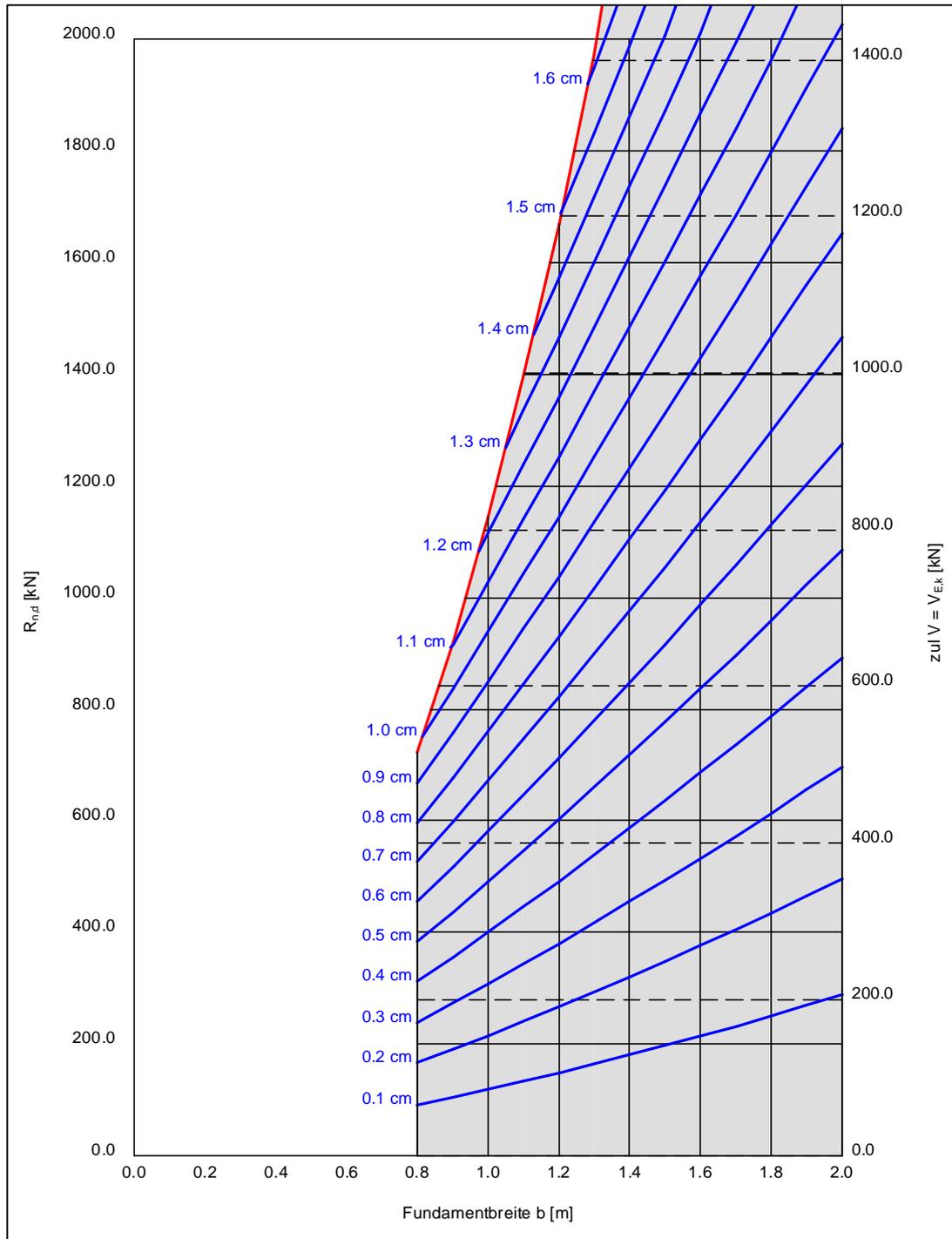
Anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse liegt die Oberkante der tragfähigen Schmelzwasserkiese im Bereich der Flurstücke 848/1 und 848 in folgenden Tiefen bzw. auf folgenden Höhen:

<b>Bezeichnung Aufschluss</b>	<b>OK Schmelzwasserkies [m u. GOK]</b>	<b>OK Schmelzwasserkies [m ü. NN]</b>
BS 1/23	2,60	499,27
BS 2/23	3,30	498,33
BS 3/23	2,50	499,76
BS 4/23	2,70	499,19
DPH 1/23	2,60	499,19
DPH 2/23	2,80	499,23
DPH 3/23	2,90	498,85
DPH 4/23	2,50	499,40

Es wird empfohlen Gebäude über eine Brunnengründung oder über Pfähle in den tragfähigen Schmelzwasserkiesen zu gründen.

Bei einer Brunnengründung wird üblicherweise ein Stahlrohr (Durchmesser je nach Belastung 1,0 m bis 2,0 m) bei gleichzeitigem Ausheben im Inneren mittels Brunnengreifer in den Untergrund gedrückt, bis die erforderliche Tiefe erreicht ist. Über ein Schüttrohr bzw. mit Hilfe einer Betonpumpe wird das Stahlrohr ausbetoniert und anschließend gezogen. Eine konstruktive Bewehrung kann in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner eingebaut werden. Die Bemessung der Brunnengründung für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) erfolgt über den Grundbruchnachweis für die Bemessungssituation BS-P (ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen) nach EC 7 und für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) über eine Setzungsberechnung. Die Brunnengründung sollte mindestens 40 cm in die tragfähigen Schmelzwasserkiese geführt werden.

Unter Berücksichtigung einer Brunntiefe von mindestens 2,5 m unter Geländeoberkante bzw. OK Bodenplatte und unter Ansatz eines Verkehrslastanteils von  $Q = 35 \%$ , kann die Bemessungswiderstandskraft ( $R_{n,d}$  in kN) nachfolgendem Diagramm für kreisförmigen Brunnen (b im nachfolgenden Diagramm = Wurzel aus der Kreisfläche des Brunnens) entnommen werden. Die zu erwartenden Setzungen können ebenfalls den Diagrammen entnommen werden. Bei den angegebenen Setzungen ist der setzungserhöhende Einfluss nahe beieinander liegender Brunnen bzw. Betonplomben nicht berücksichtigt. Diese muss im spezifischen Fall mittels einer gesonderten Setzungsberechnung ermittelt werden. Erfahrungsgemäß ist bei einem Abstand von  $> 5 \times D$  mit keiner gegenseitiger Beeinflussung der Brunnen zu rechnen.



Die angegebenen Bemessungswiderstandskraft gilt unter der Voraussetzung, dass das Verhältnis von Horizontal- zu Vertikalkräften  $H/V \leq 0,2$  beträgt. Bei einem Verhältnis  $H/V > 0,2$  sind gesonderte Betrachtungen bzw. Berechnungen erforderlich.

Um Bodenaushub zu vermeiden, können Gebäude alternativ z.B. über duktile Gusspfähle gegründet werden. Beim duktilen Gusspfahl handelt es sich um einen Fertigteil-Rammpfahl, der aus duktilen Schleudergussrohren besteht. Die einzelnen Rohrschüsse besitzen eine Länge von 5 m und werden durch eine patentierte Muffe, die sich nach unten konisch verjüngt, zusammengesetzt. Das Anfängerrohr wird mit einem Pfahlschuh versehen, der je nach Herstellungsart und verwendetem Gussrohr einen Durchmesser von 118 mm bis 370 mm aufweist. Die Gussrohre werden mit einem an einem Bagger angebauten hydraulischen Schnellschlaghammer eingerammt. Nach dem Anfängerrohr wird jedes weitere Gussrohr in die Muffe des abgerammten Gussrohres eingesetzt und der Pfahl in Abhängigkeit des Eindringwiderstandes bis auf die endgültige Tiefe hergestellt. Durch den geringen Pfahldurchmesser und den zum Einrammen verwendeten hydraulischen Schnellschlaghammer ist die abstrahlende Energie begrenzt, so dass üblicherweise keine nachteiligen Einwirkungen für benachbarte Gebäude, sofern diese fachgerecht gegründet und gebaut wurden, zu erwarten sind.

Duktile Gusspfähle dürfen nicht auf Biegung beansprucht werden. Horizontallasten sind über den Erdwiderstand eines Balkenrostes unter der Bodenplatte oder über Schrägpfähle abzutragen. Durch den Einbau einer Zugbewehrung (z.B. GEWI-Stahl) im duktilen Gusspfahl können über den duktilen Gusspfahl auch Zugkräfte aufgenommen werden und somit ein Pfahlbock zur Abtragung von Horizontallasten ausgebildet werden. Bei einem Pfahlabstand der duktilen Gusspfähle von  $\geq 1,0$  m muss mit keiner gegenseitigen Beeinflussung der Pfähle gerechnet werden.

Beim Einbau von duktilen Gusspfählen kommt es zu Erschütterungen bei benachbarten Bauwerken. Bei der Einhaltung gewisser Regeln bei der Herstellung von Rammpfählen liegen die Erschütterungen zumeist unterhalb der zulässigen Grenzwerte der DIN 4150 (Erschütterungen im Bauwesen). Es wird empfohlen, Erschütterungsmessungen an benachbarten Gebäuden bei Beginn der Rammarbeiten durchzuführen, um zu prüfen, ob die zulässigen Grenzwerte eingehalten werden. Beim Rammen von duktilen Gusspfählen entsteht ein herstellungsbedingter Geräuschpegel, der zu einer Lärmbelästigung der Nachbarschaft führen kann. Dies ist bei der Herstellung von duktilen Gusspfählen zu berücksichtigen.

Die duktilen Rammpfähle müssen eine Zulassung der DiBt besitzen. Die Gussrohrdurchmesser betragen 98 mm, 118 mm und 170 mm bei Wandstärken zwischen 6,0 mm und 13,0 mm. Die Pfähle werden mit Zementmörtel verfüllt und zur Erhöhung der äußeren Tragfähigkeit bei Mantelreibungs-

pfählen mit einer Mantelverpressung ausgeführt. Die äußere Tragfähigkeit (Interaktion Boden/Pfahl) ist auf Basis von Probelastungen oder Erfahrungswerten festzulegen.

Für mantelverpresste Duktile Gusspfähle können in mindestens mitteldicht gelagerten Schmelzwasserkiese folgende Erfahrungswerte als charakteristische Pfahlwiderstandswerte für eine Vorbemessung angesetzt werden:

Schmelzwasserkies, mitteldicht:

charakteristischer Bruchwert der Pfahlmantelreibung

$$q_{s,k} = 200 \text{ kN/m}^2$$

charakteristischer Pfahlspitzenwiderstand

$$q_{b,k} = 6.000 \text{ kN/m}^2$$

Die Bemessungswerte  $R_{i,d}$  der inneren Tragfähigkeit der Pfähle sind nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nachstehend für die verschiedenen Gussrohrprofile mit Mantelverpressung für die Bemessungssituation BS-P (ständige Bemessungssituation) unter Anrechnung der inneren Betonverfüllung angegeben:

Gussrohr	mit Mantelverpressung	
	C20/25	C25/30
mm x mm	kN	kN
Ø 118 x 7,5	869	896
Ø 118 x 9,0	1.001	1.027
Ø 118 x 10,6	1.139	1.163
Ø 170 x 9,0	1.566	1.627
Ø 170 x 10,6	1.776	1.834
Ø 170 x 13,0	2.082	2.137

Ein Knicknachweis ohne seitliche Stützung durch einen Boden muss geführt werden, wenn ein Pfahl teilweise frei oder in organischen (wie. z.B. Torf) oder in bindigen Böden mit einer undränierten Scherfestigkeit von  $c_u \leq 15 \text{ kN/m}^2$  steht. Für die hier im Baufeld anstehenden Böden ist kein Knicknachweis zu führen.

Duktile Gusspfähle werden mit einem Kettenbagger hergestellt und benötigen daher kein hoch tragfähiges Planum zur Erstellung der Gusspfähle.

Eine Geländeaufschüttung über derzeitiges Niveau sollte möglichst vermieden werden, da ansonsten mit lang andauernden Setzungen des gesamten Geländeauftrags durch die zusätzliche Belastung (Konsolidations- und Kriechsetzungen) des Untergrundes gerechnet werden muss.

## **15. Erd- und Wasserdruck**

Unter dem Erdreich liegende Außenwände sind auf den erhöhten aktiven Erddruck nach DIN 4085 zu bemessen. Bei starker Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung sollte mit dem Verdichtungserddruck nach DIN 4085 gerechnet werden, der größer als der erhöhte aktive Erddruck ist.

Bauwerke sind bis zum Bemessungswasserstand auf Wasserdruck und gegen Auftrieb zu bemessen. Wird keine Dränanlage oberhalb der Bemessungsgrundwasserstandes eingebaut, kann es bei den oberflächlich anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden zu einem Wassereinstau durch Oberflächen- und Sickerwasser im Arbeitsraum bis zur Geländeoberkante kommen. Der Bemessungswasserstand ist dann mindestens auf GOK anzusetzen. Die Auftriebssicherheit ist für alle Bauzustände und den Endzustand nachzuweisen. Die Auftriebssicherheit im Bauzustand ist ggf. durch Flutungsöffnungen sicherzustellen.

## 16. Abdichtung von erdberührten Bauteilen

Eine Abdichtung von erdberührten Bauteilen ist nach DIN 18533-1 auf der dem Wasser zugewandten Bauteilseite anzuordnen. Bodenplatten aus Beton dürfen bei nicht drückendem Wasser auch oberseitig abgedichtet werden.

Der Bemessungsgrundwasserstand wurde mit einer Höhe von 501,40 m ü. NN angegeben. Auf Grundlage der hergestellten Baugrundaufschlüsse stehen oberflächlich wenig wasserdurchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s an. Die im tieferen Bereich anstehenden gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiese weisen erfahrungsgemäß einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4}$  m/s auf.

Erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb des Bemessungsgrundwasserstandes können bei gering wasserdurchlässigen Böden ( $k \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s) nach DIN 18533-1 **mit Dränung** nach DIN 4095 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1-E abgedichtet werden. Eine fachgerechte Dränung nach DIN 4095 erfordert filterfeste Dränschichten, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut. Die Vorgaben der DIN 4095 bezüglich der Ausbildung von Dränageanlagen sind zu beachten. Dränleitungen können ggf. an Sickerschächte angeschlossen werden, die bis in die wasserdurchlässigen Tal- / Schmelzwasserkiese geführt werden.

Darf oder kann eine Dränanlage nicht an das öffentliche Netz angeschlossen werden, kann hier eine Ringdränage an Versickerungsschächte, die bis auf die gut wasserdurchlässigen, gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiese geführt werden, angeschlossen werden.

Erdberührte Wände und Bodenplatten unter dem Bemessungswasserstand müssen gegen drückendes Wasser bei einer Eintauchtiefe  $\leq 3,0$  m nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei einer Eintauchtiefe  $> 3,0$  m nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E gemäß der DIN 18533-1 abgedichtet werden.

Alternativ zu einer Abdichtung bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der WU-Richtlinie erfolgen. Hierbei ist bei höherwertig genutzten Räumen die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton und ggf. nur zeitweise aufstauendes Wasser zu beachten.

Für Abdichtungen von nicht drückendem Wasser von erdüberschütteten Decken sowie von Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel und Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden wird auf die DIN 18533-1 verwiesen.

Bei der Auswahl der Abdichtungsbauart ist vom Planer zusätzlich die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungs-kategorie und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

## **17. Arbeitsraumverfüllung**

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die angetroffenen Auffüllungen mit mindestens steifer Konsistenz verwendet werden, sofern Nachsetzungen von 1 bis 2% der Auffüllhöhe toleriert werden können. Der Luftporengehalt eines eingebauten bindigen und gemischtkörnigen Bodens muss  $n_a \leq 8 \%$  betragen, um größere Nachsackungen der Arbeitsraumverfüllung bei Wasserzufluss zur Arbeitsraumverfüllung zu verhindern.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Bauwerke, Zugänge, Stellplätze, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare grobkörnige Böden, wie z.B. Kies der Körnung 0/45 mm zu verwenden. Die Verdichtung sollte bei grobkörnigen Böden mindestens 100 % der einfachen Proctordichte betragen. Um Tagwassereintritte in den Arbeitsraum zu verringern, sollten die außerhalb des Bauwerks und außerhalb von befestigten Flächen liegenden Arbeitsraumverfüllungen auf den obersten 0,5 m mit gering durchlässigem bindigem Boden verfüllt werden.

## 18. Regenwasserversickerung

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen somit keine Einschränkungen bei einer Regenwasserversickerung.

Bei der Herstellung von Versickerungsmulden sollte nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$  m/s vorhanden sein. Bis zu einer Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes von  $k_f = 1 \times 10^{-6}$  m/s kann eine Mulden-Rigolen-Versickerung hergestellt werden. Bei der Durchlässigkeit des Untergrundes von  $k_f < 1 \times 10^{-6}$  m/s kann die geringe Versickerungsrate nicht mehr vollständig durch eine Zwischenspeicherung der Abflüsse in den Rigolen ausgeglichen werden, so dass zusätzlich eine Ableitung erforderlich ist. Hierbei erfolgt die Entleerung der Rigole zum einen durch die geringe Versickerung (Teilversickerung) in den Untergrund und zum anderen durch die gedrosselte Ableitung in ein Rohrsystem oder in einen offenen Graben.

Die Versickerung muss über eine belebte Bodenzone mit einer Mindestmächtigkeit von 30 cm erfolgen. Eine direkte Versickerung über Rigolen und Schächte ist im Allgemeinen wasserwirtschaftlich unerwünscht. Bei einer extensiven Dachbegrünung besteht üblicherweise die Möglichkeit einer direkten Schachtversickerung. Die Mächtigkeit des Sickertraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (= + 80 cm zum mittleren GW-Spiegel) mindestens 1,0 m betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Gebäude neben einer Versickerungsanlage sollten eine wasserdruckhaltende Abdichtung besitzen. Die Ausbildung von Dränanlagen nach DIN 4095 neben Gebäuden sind im Nahbereich einer Versickerungsanlage nicht möglich.

Die bei der Baugrunderkundung aufgeschlossenen oberflächlich anstehenden Böden weisen erfahrungsgemäß eine geringeren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert als  $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$  m/s auf. Eine Versickerung von Niederschlagswasser in den gering bis unverlehnten Schmelzwasserkiesen ist jedoch möglich. Die gering bis unverlehnte Schmelzwasserkiese weisen erfahrungsgemäß einen vertikalen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von ca.  $k_f = 1 \times 10^{-4}$  m/s bis  $5 \times 10^{-4}$  m/s auf. Für Versickerungssysteme müssten die oberflächlich anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden entfernt bzw. teilentfernt werden und durch einen versickerungsfähigen Boden bis zu den gering bis unverlehnten Tal kieseln ersetzt werden.

Die allgemeinen Grundsätze zum Umgang mit Regenwasser kann dem Merkblatt DWA-M 153 entnommen werden. Für die Planung, Bau und Betrieb der notwendigen Versickerungsanlage ist eine Bemessung bzw. Berechnung nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 notwendig.

## **19. Bau von Verkehrsflächen**

Für den Aufbau von Verkehrs- und Parkflächen wird die Anwendung der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) empfohlen. Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach RStO gewählten Belastungsklasse und Bauweise ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO zu bestimmen. Das Baufeld liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II.

Anhand der Baugrundaufschlüsse stehen nach Abtrag des Oberbodens zumeist bindige Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach der ZTV E-StB an. Für das Planum bzw. den Untergrund von Verkehrsflächen wird eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Dieser Wert muss eingehalten werden, um mit dem weiteren Frost- / Tragschichtaufbau die nach RStO geforderte Tragfähigkeit auf OK Frost- / Tragschicht erreichen zu können. Auf OK Frost-/Tragschicht sollte eine Mindesttragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden. Die verschiedenen Bauweisen können den Tafeln 1 bis 4 der RStO entnommen werden.

Die unter dem Oberboden zumeist aufgeschlossenen bindigen Böden weisen erfahrungsgemäß eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} = 10$  bis  $20 \text{ MN/m}^2$  auf. Um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf OK Planum bzw. Untergrund zu erreichen, ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigen grobkörnigen Böden oder eine Stabilisierung des Untergrundes mittels Bindemittel erforderlich.

Ausgehend von einer Tragfähigkeit von ca.  $E_{v2} = 15 \text{ MN/m}^2$  auf Niveau OK Straßenuntergrund ist ein Bodenaustausch mit gut tragfähigem Material (z B. Kies 0/45 mm) von ca. 30 cm erforderlich, um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf Planumsniveau zu erhalten. Um eine wirtschaftliche und ausreichende Dimensionierung der Bodenaustauschschicht durchführen zu können, sollten auf planmäßigem Untergrund einer Verkehrsfläche im Zuge der Bauausführung statische Plattendruckversuche ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der hierbei ermittelten Ausgangstragfähigkeit kann die erforderliche Bodenaustauschmächtigkeit nachfolgender Tabelle entnommen werden.

Ausgangstragfähigkeit Planum $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	geforderte Tragfähigkeit Planum $E_{v2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mindestmächtigkeit Bodenaustauschschicht (Kies 0/45 mm) [cm]
5	≥ 45	55
10	≥ 45	40
15	≥ 45	30
20	≥ 45	20
30	≥ 45	10*
40	≥ 45	5*

\* Mindestmächtigkeit fachgerechter Einbau Kies 0/45 mm (3 x 4,5 cm) = 13,5 cm

Der Einbau der Kiestragschicht muss lagenweise ( $d \leq 30$  cm) unter Einhaltung eines Verdichtungsgrades von  $D_{Pr} \geq 100$  % erfolgen.

Um eine Verschlechterung der Ausgangstragfähigkeit bei den oberflächlich anstehenden wasserempfindlichen Böden zu vermeiden, sollte das Planum bzw. Erdplanum nach dem Freilegen sogleich durch eine mindestens 15 bis 20 cm mächtige kornabgestufte Kiesschicht vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Außerdem sollte ein Wassereinstau durch eine entsprechende Querneigung und Entwässerung des Erdplanums vermieden werden.

Zur Minimierung von Abtragsmassen kann alternativ zu einem Bodenaustausch zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> auf dem Untergrund zu erreichen. Es wird darauf hingewiesen, dass es durch Schächte oder anderer Einbauten im Bereich der zu stabilisierenden Verkehrsflächen zu Schwierigkeiten bzw. zu einem erhöhten Aufwand bei einer Bodenstabilisierung kommen kann. Außerdem können größere Steine und Blöcke innerhalb der Geländeauffüllung zu Schwierigkeiten bzw. Schäden an der Bodenfräse führen. Gegebenenfalls müssen die Böden außerhalb der geplanten Verkehrsflächen stabilisiert werden und anschließend in Verkehrsfläche bzw. Straßen entsprechend eingebaut werden.

Die oberflächlich aufgeschlossenen Auffüllungen sind tlw. schwach humos und können somit Huminsäuren enthalten. Huminsäuren in Böden hemmen den Erhärtungsprozess eines Boden-Bindemittelgemisches, indem sie das Calcium Hydroxid, welches bei Kontakt des Bindemittels (Kalk und Zement) mit Wasser gebildet wird binden. Bei Böden mit Huminsäure ist erst eine Stabilisierung zu erreichen, wenn die Menge des Bindemittels einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Dies liegt daran, dass eine gewisse Menge des Bindemittels für die Neutralisierung der Huminsäuren aufgebraucht wird. Sind Huminsäuren im Boden enthalten ist ein Bindemittel mit hohem Zementanteil zu verwenden und es muss mehr Bindemittel für eine ausreichende Stabilisierung zugegeben werden. Sollte eine Bodenstabilisierung mit Bindemittel ausgeführt werden, ist vorab eine Eignungsprüfung oder Probestabilisierung auszuführen.

Bei einer Bodenstabilisierung des Untergrundes mit Bindemittel ist der Untergrund bis in eine Tiefe von mindestens 40 cm unter OK Planum zu stabilisieren. Es wird empfohlen ein Mischbindemittel mit 30 % Kalk und 70 % Zement wie z.B. DOROSOL C30 der Fa. Holcim oder Bodenbinder 300 der Fa. Schwenk für eine Bodenstabilisierung zu verwenden. Es wird eine Mindestbindemittelzugabemenge von 3 M.-% empfohlen. Ausgehend von einer Bindemittelzugabe von 3 M.-% bei einer Trockendichte des Ausgangsbodens von ca.  $1800 \text{ kg/m}^3$  ergibt dies bei einer üblichen Frästiefe von 40 cm einen Bindemittelbedarf von ca.  $22 \text{ kg/m}^2$ . Bei geringem Ausgangswassergehalt muss zur Begrenzung des Luftporengehalts ( $n_a \leq 8 \%$ ) sowie für eine ausreichende Reaktion des Bindemittels eine kontrollierte Wasserzugabe unter Fräseinsatz für eine gleichmäßige Durchfeuchtung erfolgen. Bei hohem Ausgangswassergehalt muss die Bindemittelmenge ggf. entsprechend erhöht werden.

Auf eine gute Homogenisierung des Boden-Bindemittelgemisches ist zu achten. Um die 40 cm mächtige stabilisierte Schicht fachgerecht zu verdichten, muss ein Walzenzug mit Stampffußbandage oder Polygonbandage und einem Betriebsgewicht von  $\geq 14 \text{ t}$  verwendet werden. Danach ist die Oberfläche durch eine entsprechend schwerere Glattradwalze zu schließen.

Bei Umsetzung einer qualifizierten Bodenverbesserung mit den Mindestanforderungen an die Bindemittelzugabe von  $\geq 3 \text{ M.-%}$ , Schichtdicken  $\geq 25 \text{ cm}$  (gefordert 40 cm), einem Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  und einer einaxialen Druckfestigkeit von  $q_u \geq 0,5 \text{ N/mm}^2$  auf dem Erdplanum kann der anstehende frostempfindliche Boden (Frostempfindlichkeitsklasse F3) der Frostempfindlichkeitsklasse F2 zugeordnet werden und damit der frostsichere Mindestaufbau um 10 cm reduziert werden.

Aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der oberflächennah anstehenden Böden sollte das Erdplanum mit einem Quergefälle hergestellt werden und bei Gefahr eines Wassereinstaus durch Dränagen entwässert werden.

Aufgrund der naheliegenden bestehenden Bebauung ist bei einer Bindemittleinarbeitung zum Schutz von Fahrzeugen und von Nachbarbebauungen unbedingt die Windrichtung zu beachten. Es wird empfohlen, ein staubarmes Bindemittel zu verwenden.

Die beauftragte Firma sollte entsprechende Erfahrung mit Bodenstabilisierungen bzw. -verbesserungen nachweisen können. Die einschlägigen Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV), Merkblätter und Lieferbedingungen sind zu beachten.

Bei starken Niederschlägen sind Bodenverbesserungsmaßnahmen mit Bindemittel einzustellen. Bei geringen Niederschlägen muss das Einfräsen des Bindemittels so schnell erfolgen, dass eine Durchfeuchtung und damit eine Verklumpung des Bindemittels vermieden wird. Trotzdem entstandene Klumpen müssen beim Einfräsen ausreichend zerkleinert werden. Mischbindemittel sind aufgrund des Erstarrungsverhaltens des Zements innerhalb von 4 Stunden nach dem Einarbeiten des Bindemittels zu verdichten. Eine Bodenstabilisierung darf nur bei Temperaturen  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  ausgeführt werden. Die Temperaturen in dem eingebauten Boden-Bindemittelgemisch dürfen in den ersten 3 Tagen nicht unter  $5^{\circ}\text{C}$  absinken. Gegebenenfalls ist das Planum vor Frosteinwirkung zu schützen. Bei Frosteinwirkung muss die Planumsentwässerung so wirksam sein, dass ein Gefrieren der Bodenverbesserung im wassergesättigten Zustand vermieden wird. Gefrorener Boden kann nicht für eine Bodenverbesserung verwendet werden.

Die Einbauweisen und Einbaubedingungen nach der ZTV E-StB sind einzuhalten. Die nach ZTV E-StB und ZTV SoB-StB bzw. RStO geforderte Verdichtung und Tragfähigkeit auf OK Planum und OK ungebundener Frost-/Tragschicht ist mittels statischer Plattendruckversuche ggf. in Verbindung mit dynamischen Plattendruckversuchen nachzuweisen. Von einer ausreichenden Verdichtung eines mit Bindemittel stabilisierten Planums kann erfahrungsgemäß bei einer Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  und einem Verhältniswert von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$  in Verbindung mit einem Luftporengehalt von  $n_a \leq 8 \%$  ausgegangen werden.

## **20. Geothermische Energienutzung**

Die Flurstücke 848/1 + 848 liegen nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine genehmigungsrechtlichen Einschränkungen für eine geothermische Energienutzung. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch die Untere Wasserbehörde des LRA Biberach ist erforderlich

### Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen:

Die Flurstücke 848/1 + 848 liegen im Bereich eines Kiesgrundwasserleiters. Je nach Wärmbedarf und Aquifermächtigkeit ist eine geothermische Nutzung des Grundwassers für die Heizung und ggf. Kühlung von Gebäuden über eine Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage denkbar. Hierbei wird das Grundwasser aus einem oder mehreren Entnahmebrunnen je nach Bedarf gefördert und nach dem Wärmeentzug über einen oder mehrere Schluckbrunnen in das Grundwasser wieder eingeleitet.

Sollte eine Nutzung von Erdwärme mit einer Grundwasserwärmepumpe weiterverfolgt werden, wird empfohlen vorab eine Kernbohrung bis in die Molasse niederzubringen und als 5“-Grundwasserpegel auszubauen. Im Grundwassermesspegel ist ein Pumpversuch zur Überprüfung der Ergiebigkeit bzw. zur Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes auszuführen. Das entnommene Grundwasser beim Pumpversuch ist auf spezifische Parameter hin zu untersuchen, um die Eignung des Grundwassers für die Nutzung in einer Grundwasserwärmepumpe prüfen zu können. Im Zuge einer Planung sind Reichweiten der Entnahme bzw. Versickerung sowie deren Auswirkungen zu betrachten. Außerdem ist eine Temperaturfeldberechnung durchzuführen, um die nachteilige Beeinträchtigung bestehender geothermischer Nutzungen ausschließen zu können. Diese Planungsschritte sind Voraussetzung für die Genehmigung einer geothermischen Grundwassernutzung. Nach Herstellung einer Brunnenanlage sind die angesetzten hydraulischen und thermischen Parameter durch die Brunnenbohrungen und durch einen kombinierten Pump- Schluckversuch in den hergestellten Entnahme- und Schluckbrunnen zu bestätigen.

### Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden:

Nach dem Informationssystem des LGRB für oberflächennahe Geothermie ist aufgrund genutzter bzw. nutzbarer Grundwasservorkommen die Bohrtiefe auf den Flurstücke 848/1 + 848 auf 279 m beschränkt.

Nach dem Informationssystem des LGRB für oberflächennahe Geothermie muss mit keinen geotechnischen Schwierigkeiten bis zur beschränkten Bohrtiefe von 279 m beim Bohren oder Ausbau durch Karsthohlräume, größere Spalten, durch sulfathaltiges Gestein (Anhydrit), durch zementangreifendes Grundwasser oder durch artesisch gespanntes Grundwasser gerechnet werden. Gasaustritte (Erdgas) während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sind möglich.

Als Anhaltswert kann für eine Erdwärmesonde ohne Beeinflussung von anderen Erdwärmesonden für eine Sondentiefe von 100 m nachfolgende Wärmeentzugsleistung in Abhängigkeit der Betriebszeit pro Jahr angegeben werden.

2400 Std./a = 4450 W

1800 Std./a = 5350 W

Bei der Erfordernis mehrerer Erdwärmesonden ist eine Bemessung der Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung zwingend notwendig. Je nach Größe der Anlage ist zu klären, ob vorab die Durchführung einer Probebohrung mit Durchführung eines Geothermal-Respons-Testes sinnvoll ist, um genauere Bemessungsdaten zu erhalten. Auf dieser Basis und nach Vorliegen des erforderlichen Energiebedarfs kann dann eine rechnerische Bemessung der Erdwärmesondenanlage unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung der Sonden durchgeführt werden.

## 21. Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149: 2005-04 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten- sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für Untersulmtingen folgende Zuordnung:

<b>Erdbebenzone</b>	<b>0</b>	Intensitätsintervalle $6 \leq I \leq 6,5$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = - m/s^2$
<b>Untergrundklasse</b>	<b>T</b>	Übergangsbereich zwischen den Gebieten der Untergrundklasse R und der Untergrundklasse S
<b>Baugrundklasse</b>	<b>C</b>	Grobkörnige bzw. fein- und gemischtkörnige Lockergesteine

## 22. Schutz vor Gefahren durch Radon

Radon 222 ist ein radioaktives Edelgas, das im Boden in Abhängigkeit von der Geologie und Luftdurchlässigkeit in unterschiedlicher Konzentration auftritt. Da Radon 222 in Deutschland die zweithäufigste Ursache von Lungenkrebs ist, sind Maßnahmen zum Schutz vor Radon zu ergreifen.

Nach der Radonkarte des Bundesamtes für Strahlenschutz ist für Untersulmtingen ein Radonwert in der Bodenluft von  $95 \text{ kBq/m}^3$  ausgewiesen, das Radonpotential ist für Untersulmtingen mit 38,8 prognostiziert und liegt damit unter dem Wert von 50, wonach kein Radonvorsorgegebiet vorliegt.

Nach § 123 des Strahlenschutzgesetzes besteht für Neubauten die Verpflichtung Radon den Zutritt ins Gebäude erheblich zu erschweren. Diese Verpflichtung gilt gesetzlich als erfüllt, wenn außerhalb der Radonvorsorgegebiete die Maßnahmen zum Feuchteschutz nach den technischen Regeln eingehalten werden.

Für Gebäude, in denen erdberührte Räume als Aufenthalts- oder Arbeitsräume genutzt werden, wird empfohlen neben der flächigen Abdichtung gegen Feuchtigkeit sämtliche Rohr- und Leitungseinführungen druckwasserdicht und damit auch weitestgehend gasdicht auszuführen, um den Weg von Radon aus der Bodenluft in die Räume zu unterbinden.

### 23. Schlussbemerkung

Die Ausführungen im Geotechnischen Bericht beruhen auf punktuell durchgeführten Baugrundaufschlüssen. Naturgemäß sind Schwankungen der Schichtgrenzen der einzelnen Böden- bzw. geologischen Schichten zwischen den Aufschlusspunkten möglich.

Liegt eine Planung zur Bebauung der Flurstücke 848/1 und 848 vor, sollten weitere bauwerksbezogene Baugrundaufschlüsse, für die Konzeption einer wirtschaftlichen Bauwerksgründung, hergestellt werden.

Binden Bauteile dauerhaft ins Grundwasser ein, ist das beim Wasserwirtschaftsamt anzuzeigen. Grundwasserhaltungsmaßnahmen bedürfen einer wasserrechtlichen Erlaubnis.

Für Rückfragen und weitere geotechnische Leistungen sowie weitere fachtechnische Beratung stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.



.....  
Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle



.....  
Prof. Dipl.-Ing. Rolf Schrodi

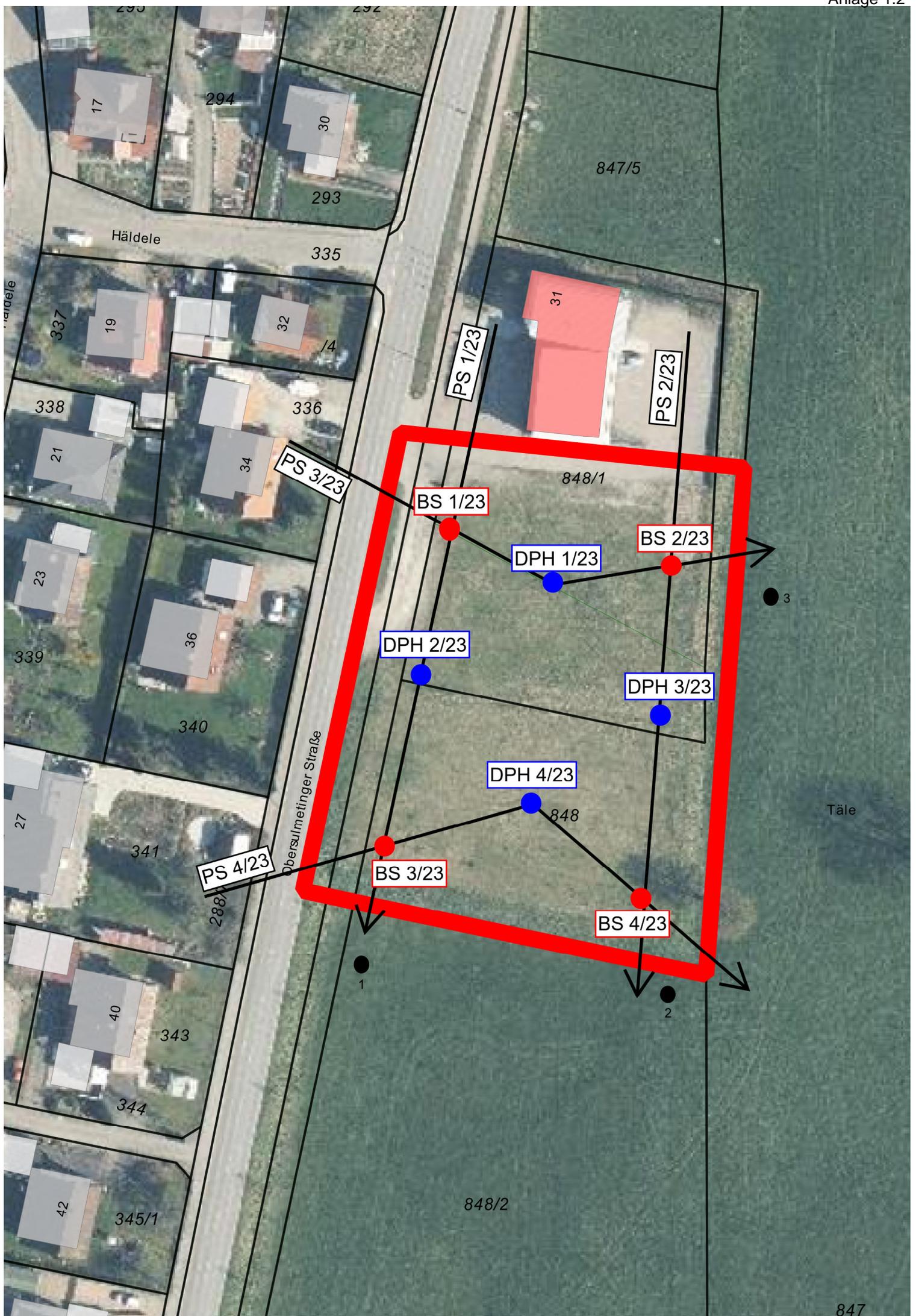


Von der Industrie- und Handelskammer  
Ulm öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau; Felsböschungen  
Zertifizierte Radonfachperson

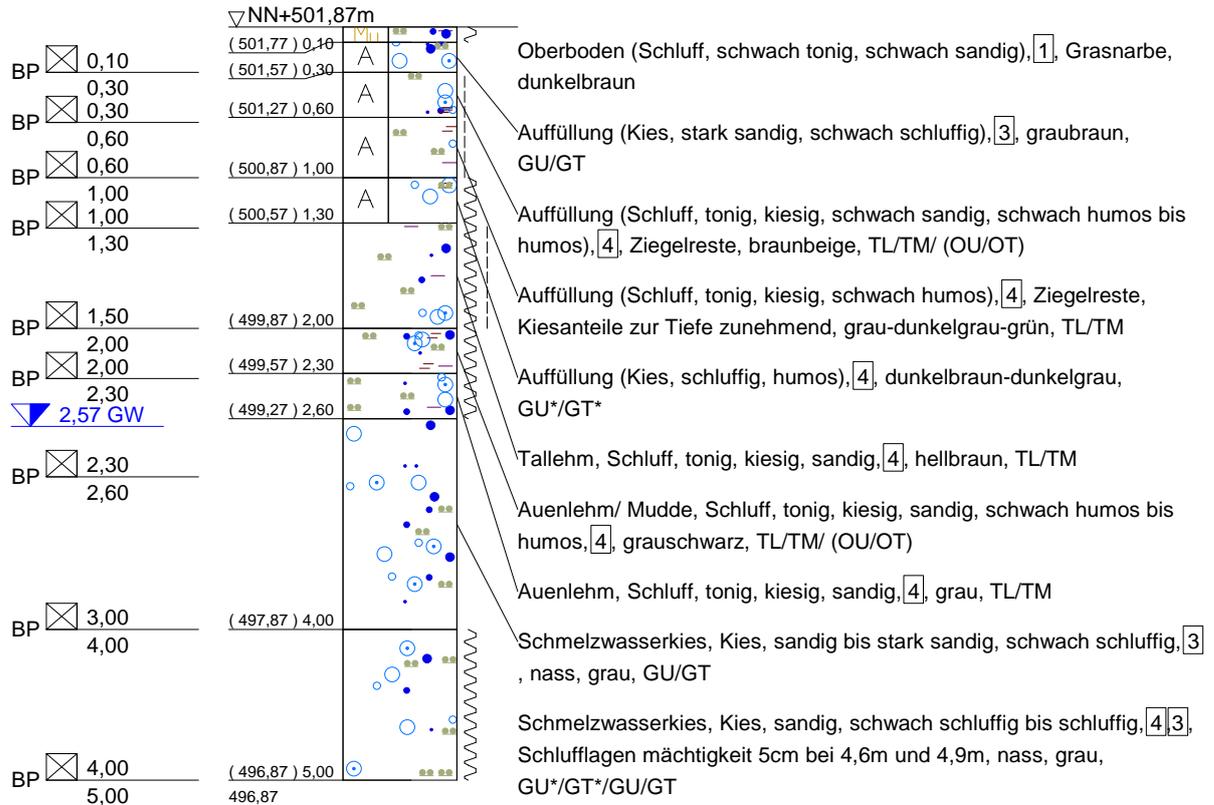
Projekt: BV Nahversorgungszentrum in der Obersulminger Straße in 88471 Untersulmendingen



Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende  
[www.openstreetmap.org/copyright](http://www.openstreetmap.org/copyright)



# BS 1/23



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 2,90 m u.GOK  
 Ausbau zu temporärem Pegel  
 2m Filter-, 1m Vollrohr, 0,10m Überstand

**Bauvorhaben:**

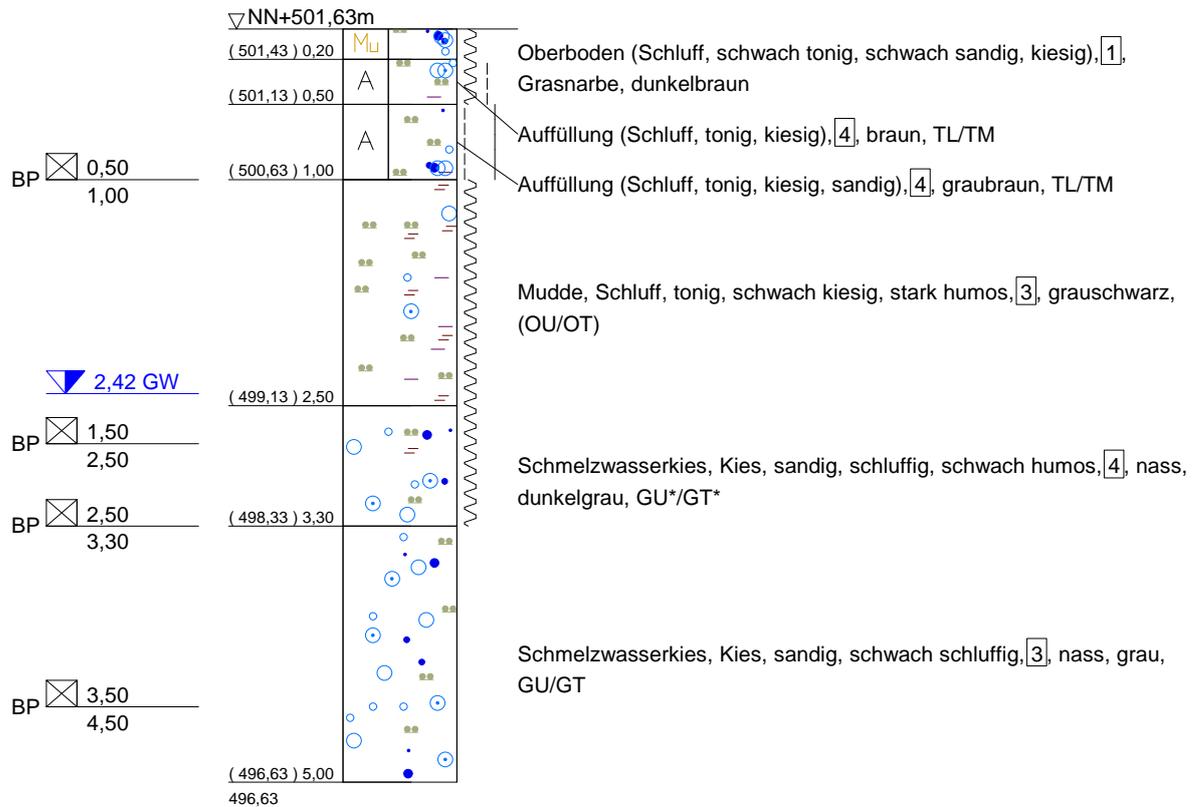
**BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen**

**Planbezeichnung:**

**Bohrsondierung (BS) 1/23**

Plan-Nr: USNAHZE BS 1/23	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aa	Datum: 24.05.23
	Gezeichnet: _____	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: USNAHZE	

# BS 2/23



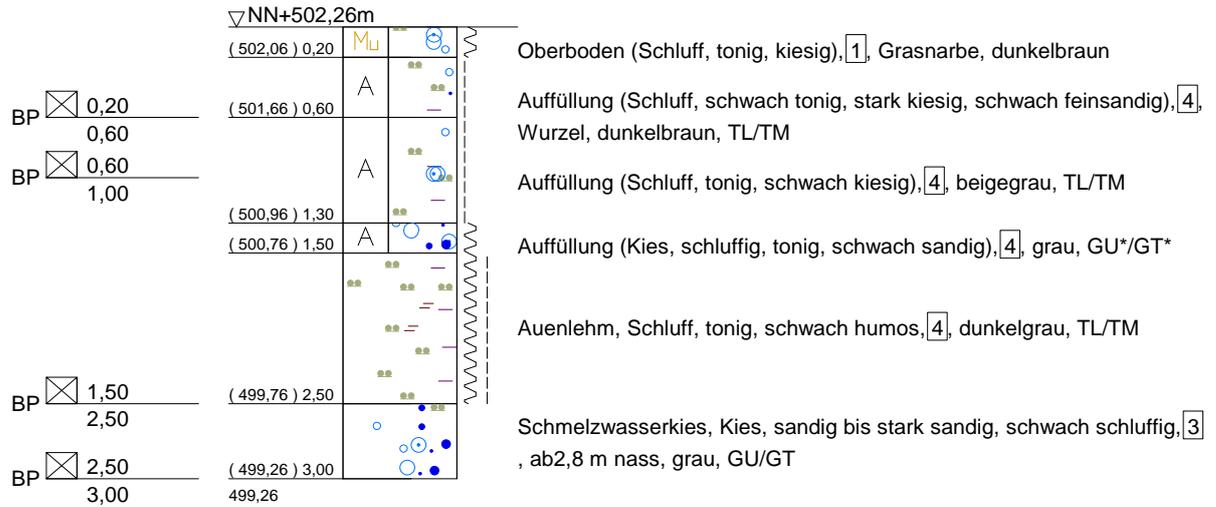
Sondierloch nach Bohrende standfest bis 2,90 m u.GOK  
 Ausbau zu temporärem Pegel  
 2m Filter-, 1m Vollrohr, 0,10m Überstand

**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung (BS) 2/23

Plan-Nr: USNAHZE BS 2/23	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aa	Datum: 24.05.23
	Gezeichnet: _____	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: USNAHZE	

# BS 3/23



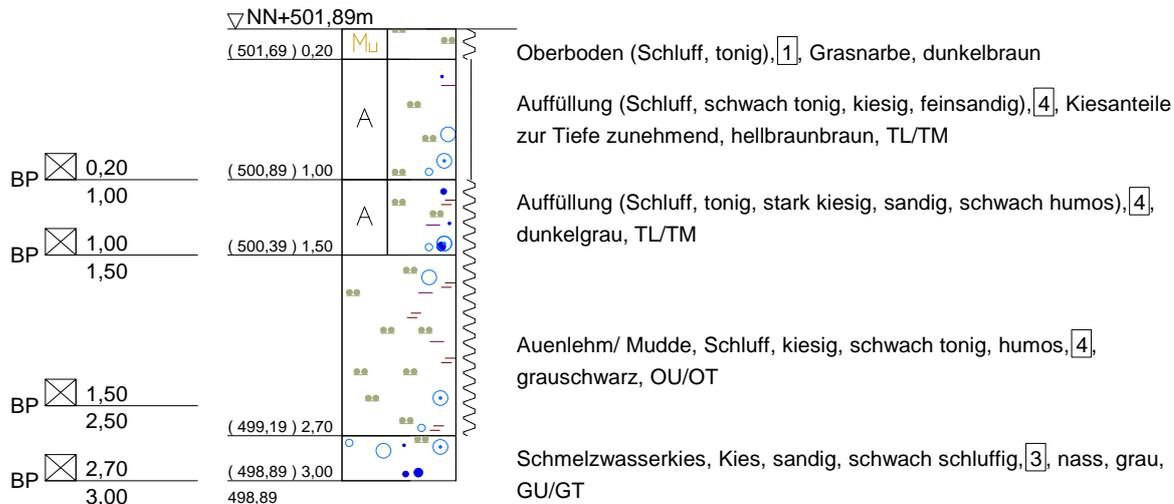
Sondierloch nach Bohrende standfest bis 2,83 m u.GOK  
 Ausbau zu temporärem Pegel  
 2m Filter-, 1m Vollrohr, 0,17m Überstand  
 Spitze nass, kein Wasser festgestellt

**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmetingerstraße  
 in 88471 Untersulmetingen

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung (BS) 3/23

Plan-Nr: USNAHZE BS 3/23	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aa	Datum: 24.05.23
	Gezeichnet: _____	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: USNAHZE	

# BS 4/23



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 2,83 m u.GOK  
 Ausbau zu temporärem Pegel  
 2m Filter-, 1m Vollrohr, 0,17m Überstand

**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung (BS) 4/23

Plan-Nr: USNAHZE BS 4/23	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aa	Datum: 24.05.23
	Gezeichnet: _____	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: USNAHZE	

<u>Bodenarten</u>			<u>Felsarten</u>		
Blöcke	mit Blöcken	Y y		Fels allgemein	Z
Steine	steinig	X x		Fels verwittert	Zv
Kies	kiesig	G g		Brekzie, Konglomerat	Gst
Sand	sandig	S s		Sandstein	Sst
Schluff	schluffig	U u		Schluffstein	Ust
Ton	tonig	T t		Tonstein	Tst
Torf	torfig	H h		Kalkstein	Kst
Mergel	mergelig	Mg mg		Mergelstein	Mst
Auffüllung		A		Granit, Gneis	Ma

<u>Korngrößenbereich</u>	
f	fein
m	mittel
g	grob

<u>Nebenanteile</u>	
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

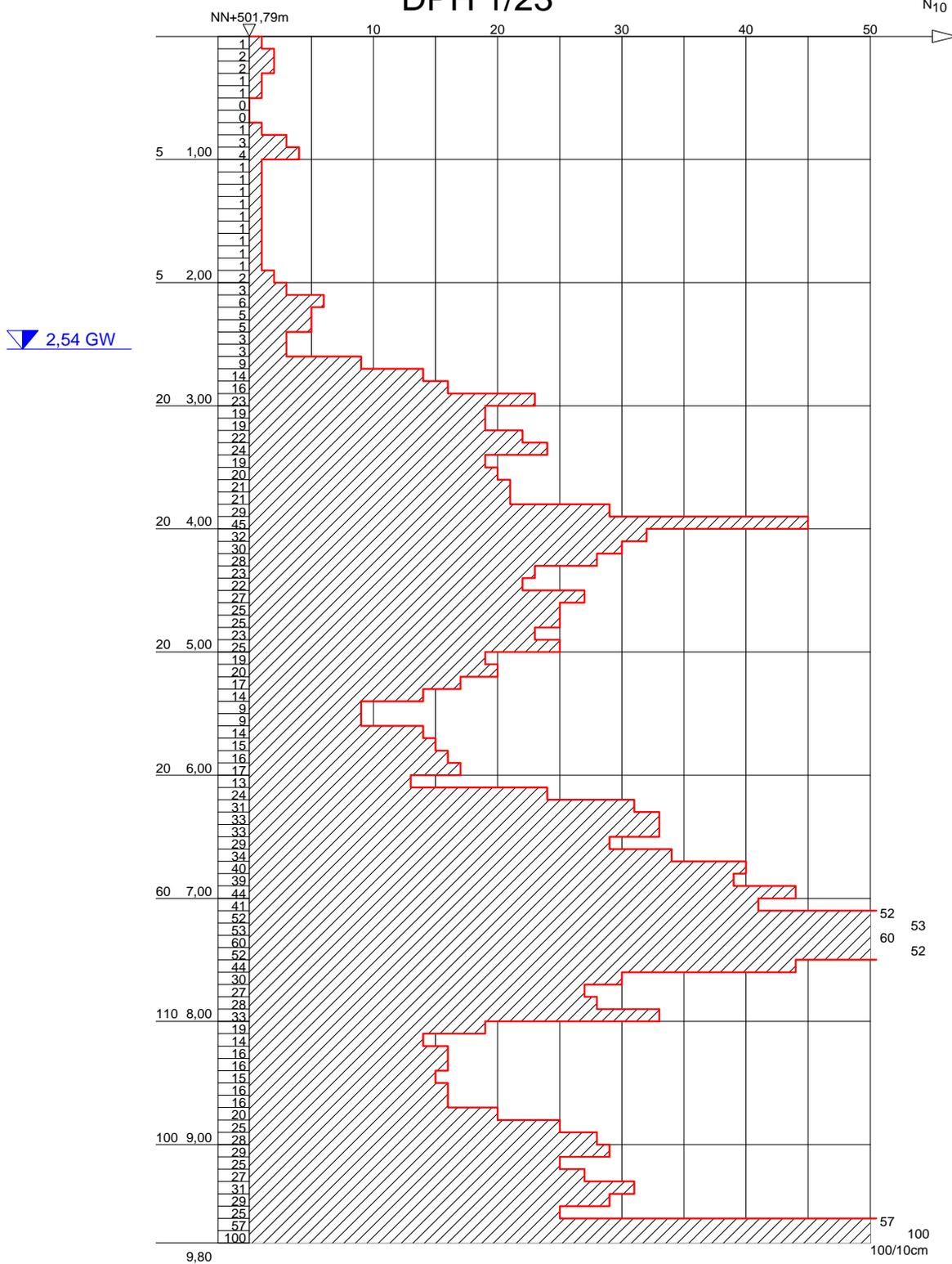
  

<u>Konsistenz/ Lagerungsdichte</u>		
	flüssig	halbfest
	breiig	fest
	weich	≋ klüftig
	steif	≋≋ stark klüftig, brüchig
		⊗ locker
		⊗⊗ mittel dicht
		⊗ dicht
		⊗⊗⊗ sehr dicht

<u>Probenentnahmen und Grundwasser</u>	
BP	Becherprobe
EP	Eimerprobe
FP	Felsprobe
GP	Glasprobe
MP	Mischprobe
ZP	Zylinderprobe
UP	ungestörte Probe
	Grundwasser angebohrt
	Grundwasser nach Bohrende
	Ruhewasserstand
k. GW	kein Grundwasser

# DPH 1/23

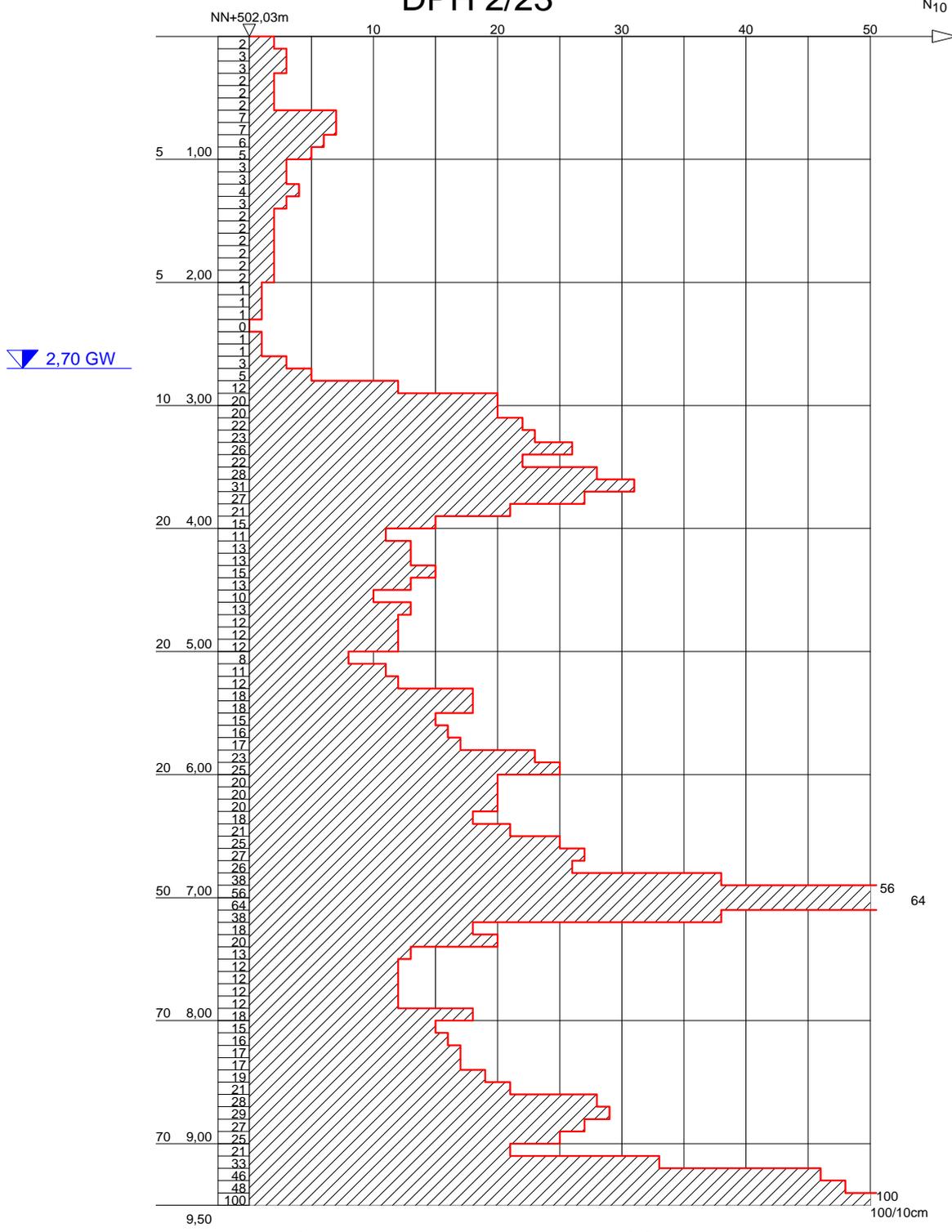


**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**  
 Schwere Rammsondierung (DPH) 1/23

Plan-Nr: USNAHZE DPH 1/23	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aa
	Gezeichnet: 24.05.23
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
	Projekt-Nr: USNAHZE

# DPH 2/23



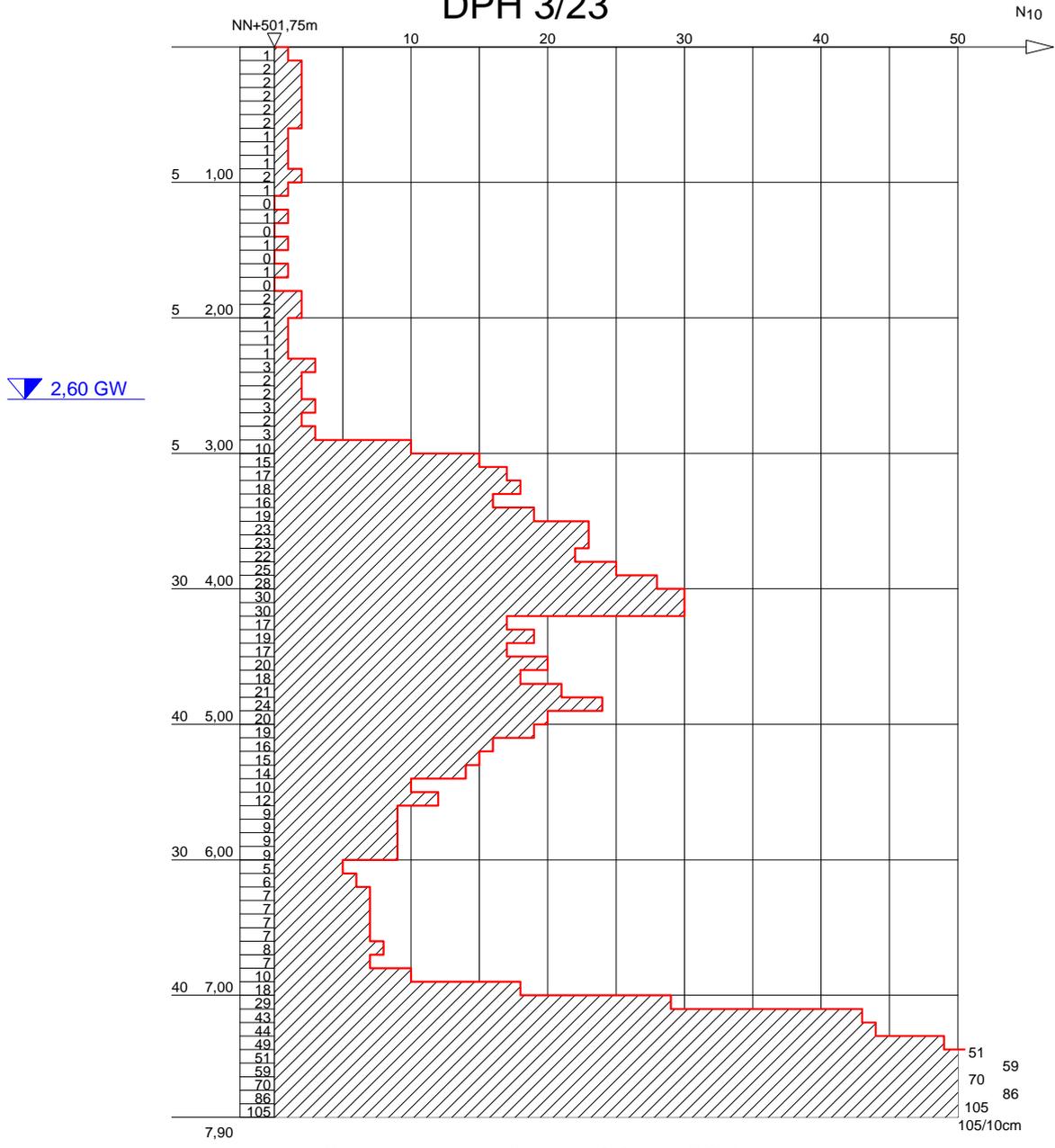
Sondierloch standfest bis 2,9 m u.GOK

**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**  
 Schwere Rammsondierung (DPH) 2/23

Plan-Nr: USNAHZE DPH 2/23	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: MÜ	Datum: 25.05.23
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: USNAHZE	

# DPH 3/23



Sondierloch standfest bis 2,8 m u.GOK

**Bauvorhaben:**

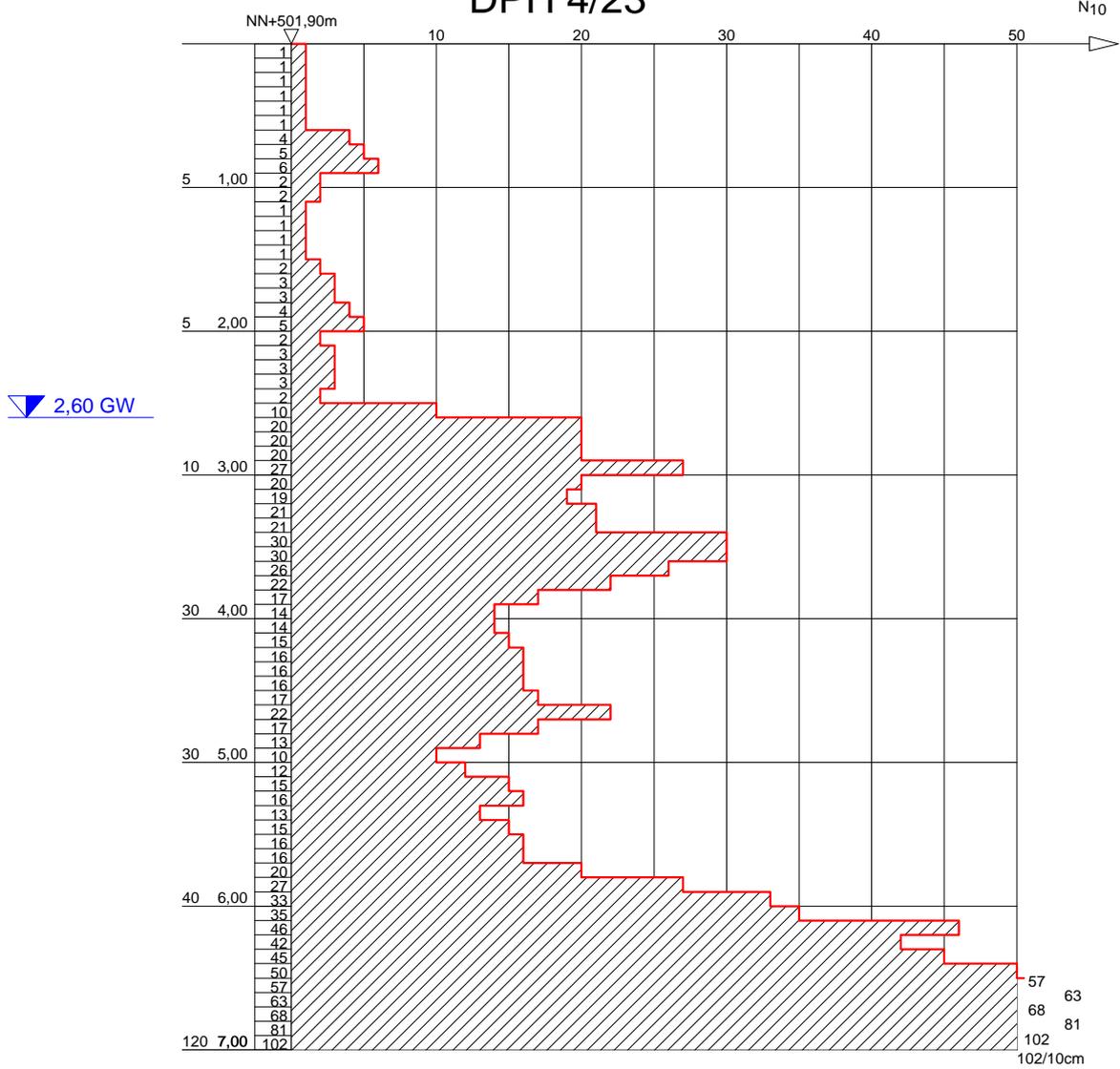
BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**

Schwere Rammsondierung (DPH) 3/23

Plan-Nr: USNAHZE DPH 3/23	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: MÜ
	Gezeichnet: 25.05.23
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
	Projekt-Nr: USNAHZE

# DPH 4/23



Sondierloch standfest bis 2,7 m u.GOK

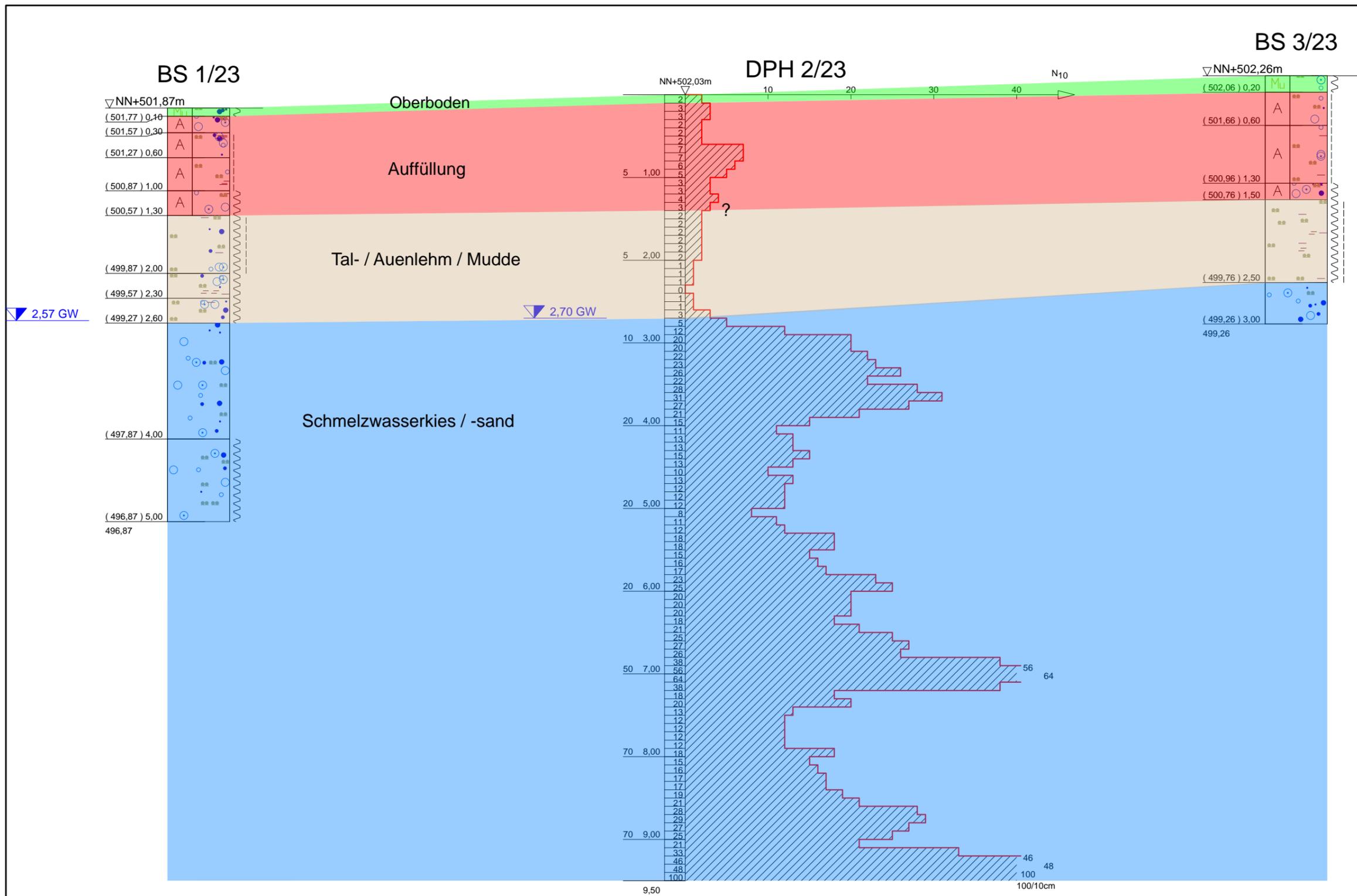
**Bauvorhaben:**

BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**

Schwere Rammsondierung (DPH) 3  
4/23

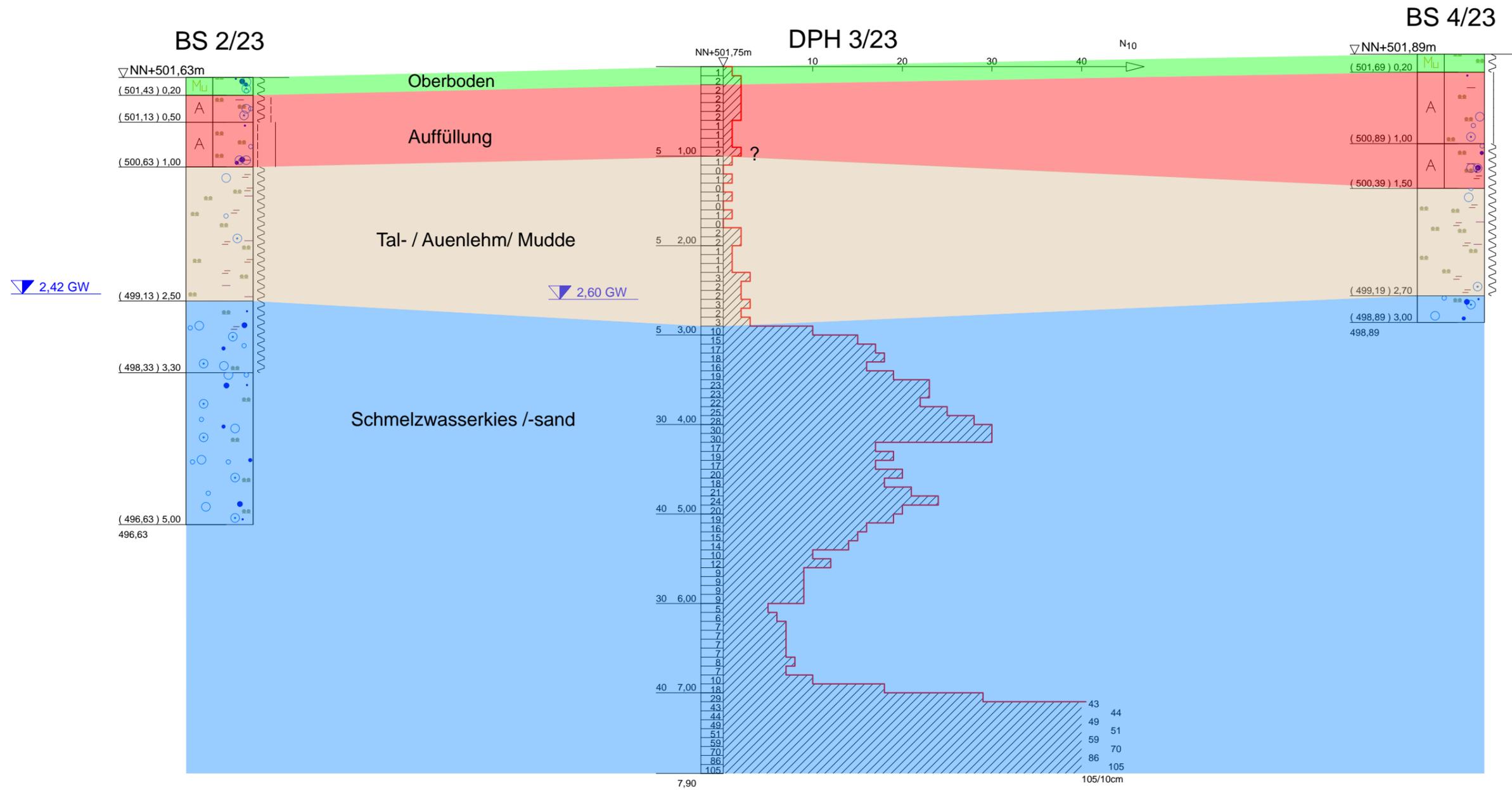
Plan-Nr: USNAHZE DPH 4/23	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: MÜ	Datum: 25.05.23
	Gezeichnet: _____	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
	Projekt-Nr: USNAHZE	



**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen

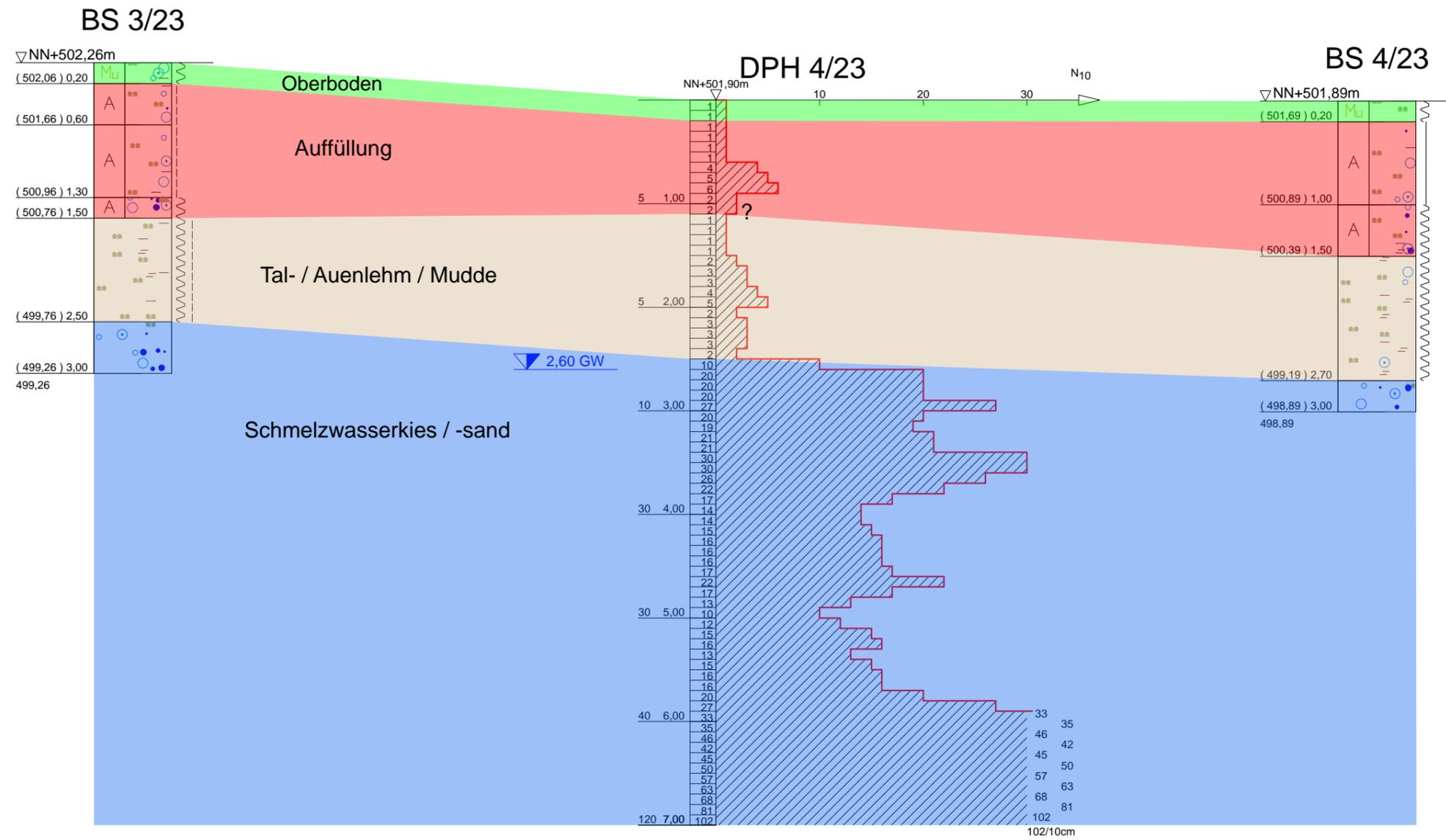
**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt (PS) 1/23

Plan-Nr:	USNAHZE PS 1/23	Maßstab:	1:50/ 1:200
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029		Bearbeiter:	aa
		Gezeichnet:	25.05.23
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	USNAHZE



<b>Bauvorhaben:</b> BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße in 88471 Untersulmtingen		
<b>Planbezeichnung:</b> Profilschnitt (PS) 2/23		
Plan-Nr.: USNAHZE PS 2/23	Maßstab: 1:50/ 1:200	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029	Bearbeiter: aa	Datum: 25.05.23
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr.: USNAHZE	





**Bauvorhaben:**  
 BV Nahversorgungszentrum in der Obersulmtingerstraße  
 in 88471 Untersulmtingen

**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt (PS) 4/23

Plan-Nr:	USNAHZE PS 4/23	Maßstab:	1:50/ 1:200
Bearbeiter:	aa	Datum:	25.05.23
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Waldseer Straße 51 88400 Biberach a.d. Riß Tel.: 07351 / 47 40 030 Fax: 07351 / 47 40 029		Gezeichnet:	
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	USNAHZE

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/3959</b>	<b>Datum:</b>	<b>06.06.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : USNAHZE  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 31.05.2023  
 Originalbezeich. : MP 1 Probenbezeich. : 555/3959  
 Untersuch.-zeitraum : 31.05.2023 – 06.06.2023

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,9	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	8,8	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	16	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	29	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	17	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	23	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	56	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>0,05</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 06.06.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
 (stellv. Laborleiterin)

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/3960</b>	<b>Datum:</b>	<b>06.06.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : USNAHZE  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 31.05.2023  
 Originalbezeich. : MP 2 Probenbezeich. : 555/3960  
 Untersuch.-zeitraum : 31.05.2023 – 06.06.2023

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,6	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	22	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	15	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	25	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	16	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	52	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,06					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>0,1</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 06.06.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/3961</b>	<b>Datum:</b>	<b>06.06.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : USNAHZE  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 31.05.2023  
 Originalbezeich. : MP 3 Probenbezeich. : 555/3961  
 Untersuch.-zeitraum : 31.05.2023 – 06.06.2023

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	80,0	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	9,9	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	14	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,22	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	44	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	16	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	54	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 06.06.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
(stellv. Laborleiterin)

HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Waldseer Straße 51  
 88400 Biberach

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/3962</b>	<b>Datum:</b>	<b>06.06.2023</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : USNAHZE  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 31.05.2023  
 Originalbezeich. : MP 4 Probenbezeich. : 555/3962  
 Untersuch.-zeitraum : 31.05.2023 – 06.06.2023

## 1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,8	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	8,4	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	14	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	35	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	18	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	28	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	60	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	0,9	1	1	3	10		DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000		DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	294	100	400	600	2000		DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10		DIN EN ISO 17380 :2013-10

## 1.2 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ PCB (6):</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
<b>Σ BTXE:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
<b>Σ LHKW:</b>	[mg/kg TS]	<b>n.n.</b>	1	1	1	1	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,22					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,06					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,44					
Pyren	[mg/kg TS]	0,38					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,22					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,28					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,31					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,15	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,14					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,11					
<b>Σ PAK (EPA Liste):</b>	[mg/kg TS]	<b>2,42</b>	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 06.06.2023

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele  
 (stellv. Laborleiterin)

