

**Geotechnischer Bericht nach DIN 4020**  
**zum Bauvorhaben**  
**Erschließung Baugebiet „Burggasse / Steigäcker“**  
**in**  
**88284 Wolpertswende**

**Bauherr und Auftraggeber:**

**Gemeinde Wolpertswende**  
**Kirchgasse 4**  
**88284 Wolpertswende**

**Geotechnische Projektbearbeitung:**

**Dipl.-Ing. Christian Rauser-Härle**

**Erstattungsdatum:**

**16. Juli 2021**

**Aktenzeichen:**

**WWBBURG GO1**

**Geschäftsführer:**

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER  
DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ  
DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ  
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE  
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL

**Hauptsitz Stuttgart**

PROF. DIPL.-GEOL. MATTHIAS HILLER  
Emilienstr. 2  
78056 Stuttgart  
Tel.: 0711.997 60 73-0  
Fax: 0711.73 56 298  
E-Mail: [kontakt@henkegeo.de](mailto:kontakt@henkegeo.de)

**Vertretung Kirchheim/Teck**

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ  
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**

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ  
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**

DIPL.-ING. (FH) ACHIM FÖRSTER  
Vor dem Hummelsholz 4  
78056 VS-Schwenningen  
Tel.: 07720.95 86-92  
Fax: 07720.95 86-87  
E-Mail: [vs@henkegeo.de](mailto:vs@henkegeo.de)

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	3
2. Unterlagen	3
3. Projektbeschreibung	3
4. Allgemeiner geologischer Überblick	4
5. Baugrunderkundung	4
6. Schichtenbeschreibung	5
7. Hydrogeologische Situation	6
8. Versickerungsversuch	9
9. Bodenverunreinigung	9
10. Geotechnische Laborversuche	11
11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke	14
12. Homogenbereiche	15
13. Bodenkennwerte	17
14. Leitungsbau	18
14.1 Graben- und Grubenaushub	18
14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben	18
14.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung	20
15. Bau von Verkehrsflächen	22
16. Versickerungs- / Retentionsbecken	26
17. Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet	27
17.1 Baugruben und Böschungen	27
17.2 Bauwerksgründungen	27
17.3 Erd- und Wasserdruck	29
17.4 Abdichtung von erdberührten Bauteilen	30
17.5 Arbeitsraumverfüllung	31
17.6 Geothermische Energienutzung	32
17.7 Erdbebensicherheit	33
18. Schlussbemerkungen	34

**Verzeichnis der Anlagen:**

Anlage	1	Lagepläne 1.1 1.2	Übersichtslageplan Lageplan Untersuchungspunkte und Profilschnitte
Anlage	2	Bohrsondierungen 2.1 – 2.10 2.11	Bohrkernaufnahme BS 1 bis BS 10 Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Geologische Profilschnitte 3.1 – 3.5	Profilschnitte PS 1 bis PS 5
Anlage	4	Ergebnisse der chemischen Analytik 4.1 – 4.3	VwV-Analysen MP 1 bis MP 3
Anlage	5	Geotechnische Laborversuche 5.1 5.2.1 + 5.2.2	Tabellarische Zusammenstellung der Laborergebnisse Konsistenzgrenzenbestimmungen

## 1. Auftrag

Die Gemeinde Wolpertswende plant über die Ingenieurgesellschaft Schranz + Co. die Erschließung des Baugebiets „Burggasse / Steigäcker“ in Wolpertswende. In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (HUP), Vertretung Oberschwaben, auf der Basis des Angebotes vom 04.03.2021, Az.: WWBBURG K01 beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020 für die geplante Erschließung des Baugebietes „Burggasse / Steigäcker“ in Wolpertswende zu erstellen.

## 2. Unterlagen

Als Unterlagen zur Bearbeitung wurden uns zur Verfügung gestellt:

### **Schranz + Co. Ingenieurgesellschaft für Bauwesen mbH:**

- [1] Lageplan, im Maßstab 1: 250, mit Datum vom 02.03.2021

Aus eigenen Archivunterlagen stand uns zur Verfügung:

### **Geologisches Landesamt Baden - Württemberg:**

- [2] Geologische Karte von Baden - Württemberg von 2001, Maßstab 1:25.000, Blatt 8123 Weingarten und digitale geologische Karte des LGRB

## 3. Projektbeschreibung

Das geplante Baugebiet Burggasse / Steigäcker soll im Norden von Wolpertswende entstehen. Westlich des geplanten Baugebietes verläuft die Aulendorfer Straße und östlich die Herrengasse. Im Süden schließt das geplante Baugebiet an bestehende Bebauung und im Norden an landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Derzeit wird das Baufeld als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Das Baufeld fällt von Westen von einer Höhe von ca. 583,0 m ü. NN auf eine Höhe von ca. 570,0 m ü. NN im Osten ab.

Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan bei, auf dem die ungefähre Lage des geplanten Baugebietes rot gekennzeichnet wurde.

Im Rahmen der geplanten Erschließung des Baugebiets sollen Erschließungsstraßen gebaut und Versorgungsleitungen verlegt werden. Die geplante Erschließungsstraße soll an die westlich liegende Aulendorfer Straße sowie an die östlich liegende Herrengasse anbinden. Nördlich des geplanten Baugebietes soll ein Regenwasserversickerungsbecken bzw. ein Regenwasserretentionsbecken ausgebildet werden.

Die Lage des Baugebietes, der geplanten Erschließungsstraße und des Versickerungs- bzw. Retentionsbeckens kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 diesem Bericht beiliegt, entnommen werden.

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

Nach der geologischen Karte [2] stehen im geplanten Baugebiet Burggasse / Steigäcker würmeiszeitliche Moränensedimente in Form von einer entstehungsbedingten heterogenen Wechselfolge von Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel, Moränensanden und Moränenkiesen an. Der tiefere Untergrund wird von den tertiären Schichten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) in Form von Sand, Sandmergel, Mergel, Sand- und Mergelsteinen gebildet.

#### **5. Baugrunderkundung**

Zur Erkundung der Baugrundsituation wurden am 27.04.2021 und 28.04.2021 insgesamt zehn Bohrsondierungen (BS 1 bis BS 10) niedergebracht.

Die Bohrpunkte wurden durch die IG Schranz + Co. mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage der abgeteufte Bohrsondierungen kann dem Lageplan, der als Anlage 1.2 beiliegt, entnommen werden.

Die zehn Bohrsondierungen BS 1 bis BS 10 wurden mittels Sondierdraupe bis in eine Tiefe von 4,8 m bis 6,0 m unter bestehende Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Insgesamt wurden 51,8 lfd. m bohr-

sondiert. Die gewonnenen Bohrkern wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten gemäß DIN 4022 bzw. DIN EN ISO 14688-1 aufgenommen und beschrieben. Die ausführlichen Schichtenbeschreibungen der BS 1 bis BS 10 mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an die DIN 4023 sind als Anlagen 2.1 bis 2.10 beigefügt. Eine Legende der hierbei verwendeten Signaturen und Abkürzungen liegt als Anlage 2.11 bei. Für geotechnische Laboruntersuchungen, für chemische Analysen sowie als Rückstellproben wurden aus den Bohrkernen insgesamt 50 Bodenproben entnommen.

## 6. Schichtenbeschreibung

Anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich des geplanten Baugebietes wie folgt dar:

In allen Aufschlüssen beginnt die Schichtenfolge mit einer 25 cm bis 30 cm mächtigen durchwurzelt und humosen **Oberbodenschicht** mit dunkelbrauner Farbe.

Unter dem Oberboden folgt in den Bohrsondierungen BS 1 bis BS 5 bis in eine Tiefe von 0,5 m bis 1,9 m unter GOK ein **Abschwemmlehm** mit hellbrauner bis dunkelbrauner und graubrauner Farbe. Der Abschwemmlehm setzt sich aus einem Schluff mit wechselnden tonigen, sandigen und kiesigen Anteilen zusammen. Anhand der manuellen Bodenansprache weist der Abschwemmlehm eine überwiegend steife, bereichsweise auch weiche bis steife Konsistenz auf.

Unter den Abschwemmlahmen der BS 4 und BS 5 wurden bis in eine Tiefe von 1,9 m bzw. 0,9 m unter GOK **Auenlehme** mit dunkelbrauner bis schwarzbrauner Farbe angetroffen. Die Auenlehme setzen sich aus einem tonigen und schwach humosen bis humosen Schluff zusammen. Anhand der manuellen Bodenansprache weisen die Auenlehme eine steife Konsistenz auf.

Unter den Abschwemmlahmen der BS 1 bis BS 3, den Auenlehmen der BS 4 und BS 5 und dem Oberboden der BS 6 bis BS 10 wurden bis zur jeweiligen Endtiefe der Bohrsondierungen **Moränensedimente** erbohrt, die aus einer entstehungsbedingt heterogenen Wechselfolge von **Geschiebelehm**, **Moränenkies** und **Moränensand** besteht. Der aufgeschlossene beige-graue, beige, beigebraune, hellbraune, braune, braungraue und graue Geschiebelehm besteht aus einem Schluff mit wech-

selnden tonigen, sandigen und kiesigen Anteilen mit überwiegend steifer, steif bis halbfester und reichsweise auch weicher sowie weicher bis steifer bzw. halbfester Konsistenz. Der angetroffene Moränenkies setzt sich aus einem Kies mit wechselnden sandigen und schluffigen Anteilen zusammen und zeigt eine beige und hellbraune sowie braungraue, beigegraue und graue Farbe. Beim bereichsweise erbohrten Moränensand handelt es sich um einen beigen und beigegrauen, schluffigen Sand. Die aufgeschlossenen Moränenkiese und -sande liegen zumeist in verlehmt Form vor.

Zur Verdeutlichung der Schichtverläufe wurden insgesamt fünf geologische Profilschnitte angefertigt, die als Anlagen 3.1 bis 3.5 beiliegen. Die Lage der Profilschnitte kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden. Es ist hierbei zu beachten, dass die Schichtenverläufe in den geologischen Profilschnitten linear zwischen den Aufschlusspunkten interpoliert wurden und daher vom tatsächlichen Verlauf abweichen können.

## **7. Hydrogeologische Situation**

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurde in den unverrohrten Bohrlöchern der Grundwasserstand gemessen. Da die Bohrlöcher nicht standfest waren, sind diese bereits vor der beabsichtigten GW-Messung bereichsweise wieder zugefallen. Durch das Zufallen kann es zu einem Wassereinstau im Bohrloch kommen, so dass die Grundwasserstandsmessungen in den unverrohrten Bohrlöchern mit Unsicherheiten behaftet sind. Die Bohrsondierung BS 2, BS 4 und BS 8 wurden nach Abschluss der Bohrarbeiten zu temporären Grundwassermessstellen mit Verfilterung in den Moränensedimenten ausgebaut.

Nachfolgend sind die gemessenen Schicht- bzw. Grundwasserstände in den Bohrlöchern nach Abschluss der Bohrarbeiten und in den temporär ausgebauten Grundwassermessstellen dargestellt:

Bezeichnung Bohrsondierung	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [m ü. NN]	Bemerkung
BS 1	1,29	581,53	Bohrloch bis 3,27 m u. GOK standfest, Messung nach Bohrende
	1,53	581,29	Bohrloch bis 3,27 m u. GOK standfest, Messung nach 1,5 Stunden
BS 2	4,90	575,45	Bohrung bis 4,99 m unter GOK zu GW-Messstelle ausgebaut, GW-Messung nach Bohrende
	1,97	578,38	GW-Messung im Pegel am 28.04.2021
BS 3	3,93	573,09	Bohrloch bis 4,71 m u. GOK standfest, Messung nach Bohrende
	1,27	575,75	Bohrloch bis 4,71 m u. GOK standfest, Messung am 28.04.2021
BS 4	1,24	575,89	Bohrung bis 3,75 m unter GOK zu GW-Messstelle ausgebaut, Messung nach Bohrende
	1,03	576,10	GW-Messung im Pegel am 28.04.2021
BS 5	3,73	573,95	Bohrloch bis 4,83 m u. GOK standfest, Messung nach Bohrende
	1,08	576,60	Bohrloch bis 4,83 m u. GOK standfest, Messung nach 5 Stunden
BS 6	3,90	566,12	Bohrloch bis 4,53 m u. GOK standfest, Messung nach Bohrende
	2,21	567,81	Bohrloch bis 4,53 m u. GOK standfest, Messung nach 6 Stunden
BS 7	4,07	568,18	Bohrloch bis 5,85 m u. GOK standfest, Messung nach Bohrende
	1,99	570,26	Bohrloch bis 5,85 m u. GOK standfest, Messung nach 6 Stunden



Bezeichnung Bohrsondierung	Wasserstand unter GOK [m]	Wasserstand [m ü. NN]	Bemerkung
BS 8	5,53	566,88	Bohrung bis 5,83 m unter GOK zu GW-Messstelle ausgebaut Messung nach 4 Stunden
BS 9	1,26	570,59	Bohrloch bis 4,38 m u. GOK stand- fest, Messung nach Bohrende
	0,78	571,07	Bohrloch bis 4,38 m u. GOK stand- fest, Messung nach 1,5 Stunden
BS 10	–	–	Bohrloch bis 4,16 m u. GOK stand- fest, kein GW messbar

Die Wasserstandsmessungen zeigen, dass im geplanten Baufeld Schichtwasser innerhalb der Moränensedimente vorhanden ist. Der zum Großteil gemessene Wasseranstieg in den Bohrlöchern deutet auf gespannte Schicht- bzw. Grundwasserverhältnisse hin. Aufgrund der Hanglage muss insbesondere nach starken Niederschlägen und der Schneeschmelze mit erhöhtem Schichtwasserandrang gerechnet werden.

Nach den aktuellen Hochwassergefahrenkarten liegt das Baufeld des geplanten Neubaugebietes nicht in der Überschwemmungs- bzw. Überflutungsfläche eines Oberflächengewässers und nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebietszonen.

## 8. Versickerungsversuch

Im Rahmen der Baugrunderkundungen wurde im ausgebauten Bohrloch der Bohrsondierung BS 10, die im Bereich des geplanten Versickerungs- bzw. Retentionsbeckens abgeteuft wurde, zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ein Versickerungsversuch in den in der BS 10 angetroffenen Geschiebelehmen aufgeführt. Hierzu wurde das bis in eine Tiefe von 3,0 m unter GOK ausgebaute Bohrloch der BS 10 mit Wasser befüllt und bei fallender Druckhöhe die Absenkung des Wasserspiegels im Verhältnis zur Zeit gemessen und damit die Versickerungsrate  $Q_s$  bestimmt.

Auf der Grundlage der DIN EN ISO 22282-2 wurde der Versuch ausgewertet und der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert mit

$$k_f = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$$

bestimmt.

## 9. Bodenverunreinigung

Routinemäßig wurde das aufgeschlossene Bodenmaterial auf sensorisch feststellbare Verunreinigungen begutachtet. Hierbei wurden sensorisch keine Auffälligkeiten festgestellt.

Für eine erste Orientierung ob ggf. geogene Bodenverunreinigungen vorliegen wurde eine Mischprobe MP 1 aus den oberflächlich anstehenden Abschwemmlehmen, eine Mischprobe MP 2 aus den angetroffenen Auenlehmen der BS 4 und BS 5 und eine Mischprobe MP 3 aus den aufgeschlossenen Moränensedimenten gebildet. Die Mischproben wurden auf die vorgegebenen Parameter der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden – Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) am Feststoff im Labor BVU GmbH hin untersucht. Die Analyseergebnisse der Mischproben liegen als Anlage 4.1 bis 4.3 bei. Auf der Grundlage der durchgeführten Analytik können alle drei Mischproben dem Zuordnungswert Z0 der VwV zugeordnet werden. Werden die Grenzwerte des Zuordnungswertes Z0 nach der VwV eingehalten ist nach der VwV keine Untersuchung der Eluate erforderlich. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die gewachsenen Böden keine geogen erhöhten Konzentrationswerte aufweisen und nach dem Zuordnungswert Z0 nach der VwV verwertet werden können.

Aufgrund der hergestellten punktuellen Aufschlüsse können anthropogene Bodenverunreinigungen im Bereich des geplanten Baugebietes nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es wird deshalb empfohlen, bei der Ausschreibung Positionen für die Verwertung von Boden der Kategorie Z0, Z1.1, Z1.2 und Z2 nach der VwV sowie für eine Beseitigung von Boden auf einer Deponie der Deponieklasse DK 0 vorzusehen. Positionen für eine Rasterbeprobung, Haufwerksbildung, Zwischenlagerung ggf. auch außerhalb des Baufeldes, 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  $\geq Z 1.1$  zu verwerten. Ist keine Verwertung möglich müssen die Böden auf einer Deponie entsorgt bzw. beseitigt werden. 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 aufgrund von mangelnden Verwertungsstellen auf einer Deponie entsorgt, keine Mehrkosten geltend machen kann. Der im Leistungsverzeichnis für eine Z-Position angegebene Preis ist daher zwingend einzuhalten, auch wenn das entsprechende Z-Material stattdessen deponiert wird. Die im Falle einer Deponierung des eigentlichen Z-Materials anfallenden Kosten für ggf. zusätzliche Haufwerksbildung, Zwischenlagerung, Haufwerksbeprobung, chemische Analysen nach DepV, die daraus resultierenden Verzögerungen sowie die Deponierungskosten sind AN-seitig zu tragen.

## 10. Geotechnische Laborversuche

Zur Klassifizierung und Bestimmung der bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten sowie zur Ableitung von Bodenkennwerten und Homogenbereichen wurden an ausgewählten entnommenen Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 50 mal Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121
- 8 mal Bestimmung des Feinanteils nach DIN 18123
- 2 mal Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18128
- 2 mal Bestimmung der Konsistenzgrenze nach DIN 18122
- 1 mal Bestimmung der Huminsäuren nach DIN EN 1744

Eine tabellarische Zusammenstellung der geotechnischen Laborergebnisse liegt als Anlage 5.1 bei. Das Einzelergebnis der Konsistenzgrenzenbestimmungen können der Anlage 5.2.1 und 5.2.2 entnommen werden.

An zwei entnommenen Proben der aufgeschlossenen Auenlehme wurden die organischen Bestandteile durch Ermittlung des Glühverlustes bestimmt. Bei der Auenlehmprobe der BS 4 / 0,9-1,9 m wurde ein Glühverlust  $V_{GI}$  von 13,8 M.-% und bei der Auenlehmprobe der BS 5 / 0,5-0,9 m ein Glühverlust  $V_{GI}$  von 8,3 M.-% ermittelt. 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 zwei entnommenen Bodenproben aus der Geschiebelehmschicht (BS 1 / 1,2-2,1 m und BS 9 / 1,3-2,3 m) wurden die Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 ermittelt. Der Geschiebelehm der BS 1 / 1,2-2,1 m kann anhand der Bestimmung der Konsistenzgrenzen der Bodengruppe TM (mittelplastischer Ton) nach DIN 18196 und der Geschiebelehm der BS 9 / 1,3-2,3 m der Bodengruppe UL (leichtplastischer Schluff) nach DIN 18196 zugeordnet werden. Anhand der Konsistenzgrenzenbestimmung weisen die untersuchten Geschiebelehme eine steife Konsistenz auf.

An zwei Bodenproben der erbohrten Moränensande sowie an fünf Bodenproben aus den Moränenkiesen und einer Bodenprobe aus den Geschiebelehmen wurde der Feinkornanteil durch Abschlämmen der Grobfraction ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle wurden die ermittelten Feinkornanteile

dargestellt und die Böden anhand des ermittelten Feinkornanteils den Bodengruppen nach DIN 18196 zugeordnet.

Bezeichnung Bodenprobe	Bezeichnung Boden	Feinanteil [%]	Bodenart nach DIN 18196
BS 1 / 3,3-3,6	Moränensand	10,1	SU / ST
BS 2 / 3,4-4,2	Moränenkies	21,6	GU* / GT*
BS 4 / 2,4-2,8	Geschiebelehm	47,1	TL / UL
BS 6 / 3,3-3,6	Moränenkies	14,1	GU / GT
BS 7 / 2,4-3,1	Moränenkies	23,3	GU* / GT*
BS 7 / 4,3-4,9	Moränenkies	13,5	GU / GT
BS 8 / 1,7-2,5	Moränensand	31,6	SU* / ST*
BS 9 / 3,3-4,0	Moränenkies	21,8	GU* / GT*

Aus den entnommenen Bodenproben der oberflächlich anstehenden Abschwemmlehme der BS 1 bis BS 4 sowie den oberflächlich anstehenden Geschiebelehmen der BS 6 bis BS 9 wurde die Mischprobe MP 1 gebildet. An der erstellten Mischprobe wurde das Vorhandensein von Huminsäuren geprüft. Dazu wurde die Bodenmischprobe mit 3-%iger Natronlauge vermengt. Eine dunkle Verfärbung der Lösung ist Indikator für das Vorhandensein von Huminsäuren. Huminsäuren 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, insbesondere Zemente, für die Neutralisierung der Huminsäuren aufgebraucht wird. Das bedeutet, dass bei Böden mit Huminsäure ein erhöhter Bindemittelbedarf für eine ausreichende Stabilisierung des Bodens erforderlich ist. Außerdem sollten Bindemittel mit hohem Zementanteil verwendet werden.

Das Ergebnis der Untersuchung zur Huminsäure ist in dem nachfolgenden Bild dargestellt.



Bei der Mischproben MP 1 der oberflächlich anstehenden Abschwemmlerme und Geschiebelehmerme wurde eine mittlere Verfärbung festgestellt. Somit weisen die Abschwemmlerme und Geschiebelehmerme Huminsäuren auf. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, dass eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Untergrund nach einer Bodenstabilisierung mit mindestens 4 M.-% Mischbindemittel (Zementanteil  $\geq 70 \text{ M.}\%$  im Bindemittel) erreichbar ist. Soll eine Bodenstabilisierung der Abschwemmlerme und Geschiebelehmerme mit Bindemittel erfolgen, wird empfohlen vorab eine Eignungsprüfung bzw. eine Probestabilisierung auszuführen.

Oberboden sowie oberflächliche unter dem Oberboden noch durchwurzelte Schichten sollten vor einer Bodenstabilisierung auf jeden Fall entfernt werden, da diese Schichten erfahrungsgemäß einen hohen Gehalt an Huminsäure aufweisen und erfahrungsgemäß nur mit sehr hohen Bindemittelmengen stabilisiert werden können.

Sollen die Auenlehmerme mit hohen organischen Anteilen, die in den Bohrsondierungen BS 4 und BS 5 aufgeschlossen wurden mit Bindemittel stabilisiert werden, so muss erfahrungsgemäß eine Bindemittelmenge von  $> 10 \text{ M.}\%$  verwendet werden um diese ausreichend zu stabilisieren. Sollen die Auenlehmerme mit Bindemittel stabilisiert werden, muss vorab eine Eignungsprüfung ausgeführt werden.



## 11. Bodencharakterisierung für bautechnische Zwecke

Nachfolgend sind die bautechnisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten anhand der Baugrunduntersuchung, der Ergebnisse der Laboruntersuchungen sowie allgemeiner Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammengestellt.

Geologische Bezeichnung	Bodengruppe nach DIN 18196	Zusammen-drückbarkeit	Durchlässig-keit	Verdichtungs-fähigkeit	Frostempfindlichkeitsklasse ZTV E-StB
<b>Abschwemmlehm</b>	TL, TM	mittel bis groß	sehr gering bis gering	schlecht	sehr frostempfindlich <b>F3</b>
<b>Auenlehm</b>	OU, OT, TL, TM	groß bis sehr groß	sehr gering bis gering	sehr schlecht	sehr frostempfindlich <b>F3</b>
<b>Moränensedimente</b> (Geschiebelehm, Moränenkies, -sand)	TL, TM, TA, UL, UM, SU*, ST*, SU, ST, GU*, GT*, GU, GT	mittel bis gering	sehr gering bis mittel	schlecht bis mäßig	frostempfindlich <b>F2</b> bis sehr frostempfindlich <b>F3</b> <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Die Bodengruppe SU / ST / GU / GT sowie TA ist der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und die Bodengruppe TL, TM, UL, UM, SU\*, ST\*, GU\*, GT\* der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen.

Die angetroffenen Abschwemmlehme und Geschiebelehme 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.

## 12. Homogenbereiche

Die im geplanten Baugebiet 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 für „Erdarbeiten“ eingeteilt werden:

		Homogenbereich			
		A	B	C	
<b>Geologische Bezeichnung</b>		<b>Abschwemmlehm</b>	<b>Auenlehm</b>	<b>Moränensedimente</b>	
<b>Bodengruppe nach DIN 18196</b>		TL, TM	OU, OT, TL, TM	TL, TM, TA, UL, UM, SU*, ST*, SU, ST, GU*, GT*, GU, GT	
<b>Wassergehalt</b>	<b>[%]</b>	10 – 25	20 – 50	5 – 30	
<b>Dichte, feucht</b>	<b>[t/m<sup>3</sup>]</b>	1,8 – 2,1	1,6 – 2,0	1,8 – 2,1	
<b>Konsistenzzahl I<sub>c</sub></b>		0,6 – 1,0	0,75 – 1,0	0,6 – 1,5	
<b>Konsistenz</b>		weich, steif	steif	weich, steif, halbfest	
<b>Plastizitätszahl I<sub>p</sub></b>	<b>[%]</b>	8 – 20	10 – 30	0 – 30	
<b>Undrainede Scherfestigkeit c<sub>u</sub></b>	<b>[kN/m<sup>2</sup>]</b>	30 – 120	40 – 100	40 – 250	
<b>Organischer Anteil</b>	<b>[Gew.-%]</b>	≤ 5	≤ 15	≤ 5	
<b>Korngrößenverteilung</b>	<b>T</b>	<b>[%]</b>	10 – 30	5 – 40	0 – 40
	<b>U</b>	<b>[%]</b>	40 – 90	40 – 90	5 – 90
	<b>S</b>	<b>[%]</b>	0 – 40	0 – 40	0 – 90
	<b>G</b>	<b>[%]</b>	0 – 40	0 – 20	0 – 90
<b>Lagerungsdichte</b>		–	–	mitteldicht, dicht	
<b>Massenanteil Steine / Blöcke<sup>1)</sup></b>	<b>[%]</b>	≤ 30 / –	≤ 30 / –	≤ 30 / ≤ 30	
<b>Massenanteil Blöcke<sup>2)</sup></b>	<b>[%]</b>	–	–	≤ 5	
<b>Bodenklasse nach DIN 18300 (2012-09)</b>		4	3, 4	3, 4, 5, 7 <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.



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 anstehenden Abschwemm- und Geschiebelehme 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.

Bei einer Bodenstabilisierung mit einem Mischbindemittel entsteht nach kurzer Zeit eine verfestigte Bodenschicht bzw. weist der stabilisierte Boden allgemein eine feste Konsistenz auf und ist demnach in die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) einzustufen.

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.

### 13. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der Geländeaufnahmen, den durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden festgelegt worden.

Bodenschichten	Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel $\phi_k$ [°]	Kohäsion $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
<b>Abschwemmlehm</b>	<b>19,5</b> (19 – 21)	<b>9,5</b> (9 – 11)	<b>25</b> (22,5 – 27,5)	<b>6</b> (5 – 15)	5 – 8
<b>Auenlehm</b>	<b>18</b> (16 – 20)	<b>8</b> (6 – 10)	<b>22,5</b> (20 – 25)	<b>8</b> (5 – 15)	2 – 5
<b>Moränensedimente (Geschiebelehm / Moränenkies / Moränensand)</b>	<b>20</b> (20 – 21)	<b>10</b> (10 – 11)	<b>25</b> (22,5 – 32,5)	<b>5</b> (1 – 15)	6 – 20

( ) Schwankungsbereich der Bodenkennwerte (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

## **14. Leitungsbau**

### **14.1 Graben- und Grubenaushub**

Im geplanten Baugebiet wurden bis zur erreichten Endtiefe der Bohrsondierungen gut baggerbare Böden aufgeschlossen. Innerhalb der Moränensedimente können größere Gerölle bzw. Blöcke aufgrund der Genese auftreten.

Im Bereich benachbarter Gebäude oder anderer baulicher Anlagen sind die Aushubgrenzen der DIN 4123 zu beachten. Sofern die Aushubgrenzen nach DIN 4123 nicht eingehalten werden können, ist die Standsicherheit benachbarter Bauwerke nachzuweisen oder es sind Sicherungsmaßnahmen in Form eines entsprechend für die Belastung zugelassenen Grabenverbaus vorzusehen.

Werden Gräben und Gruben nach einer mit Bindemittel durchgeführten Bodenstabilisierung ausgehoben, muss für den Aushub die Bodenklasse 6 nach DIN 18300 (2012-09) bzw. eine feste Konsistenz berücksichtigt werden.

### **14.2 Böschungssicherung von Gräben und Gruben**

Bei Gräben, die von Personal betreten werden und tiefer als 80 cm sind, müssen mindestens 0,60 m breite Schutzstreifen beidseitig neben Gräben angeordnet werden, die von Aushubmaterial und Gegenständen freigehalten werden müssen. Bei der Herstellung von Kanal- und Leitungsräben sowie von Gruben für Schächte sind die Angaben der DIN 4124 zu beachten. Die erforderlichen Abstände von Fahrzeugen bzw. Baugeräten zum Graben ist der DIN 4124 zu entnehmen.

Gruben und Gräben dürfen hier bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung, wenn die zuvor angegebenen Schutzstreifen vorhanden sind, Fahrzeuge bzw. Baugeräte den erforderlichen Abstand nach DIN 4124 einhalten und das Gelände neben Gruben und Gräben nicht steiler als 1:10 ansteigt, senkrecht ausgeschachtet werden. Gräben und Gruben mit Tiefen > 1,25 m müssen mit abgebochten Wänden oder mit einem Grabenverbau hergestellt werden.

Freie Gruben- und Grabenböschungen mit einer Tiefe von > 1,25 m bis 5 m, die von Personal betreten werden, sind aufgrund der bereichsweise angetroffenen weichen bindigen Böden sowie der be-

reichsweise aufgeschlossenen kiesigen bzw. sandigen Böden über Grund- bzw. Schichtwasser in Anlehnung an die DIN 4124 mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  anzulegen.

Zum Schutz vor Durchfeuchtung bzw. Erosion durch Niederschlagswasser sowie zur Verhinderung der Austrocknung und damit der Verminderung der Standfestigkeit sind Böschungen mit einer Standzeit von  $> 5$  Tage durch überlappende Kunststoff-Folien abzuhängen und so vor ungünstigen Witterungseinflüssen zu schützen. Den Gruben und Gräben zulaufendes Oberflächenwasser ist mittels Tagwassersperrern o. glw. fernzuhalten.

Kommen Leitungsgräben bzw. -gruben unterhalb des bei der Baugrunderkundung angetroffenen Schicht- bzw. Grundwasser zu liegen müssen Gruben und Gräben mit Grabenverbaugeräten nach DIN 4124 gesichert werden und Wasserhaltungsmaßnahmen ausgeführt werden. In den teilweise aufgeschlossenen Moränensanden, kann es unter dem Einfluss von strömendem Grund- bzw. Schichtwassers zu Fließerscheinungen bzw. zum Ausfließen der Sande kommen. Um ein Ausfließen der Sande zu vermeiden, sind filterstabile Pumpensümpfe anzulegen. Es ist die Verwendung filterstabiler Schüttmaterialien bzw. der Einbau von geotextilen Filtervliesen vorzusehen. Alle Wasserhaltungsmaßnahmen sind ständig auf ungewollten Bodenaustrag hin zu kontrollieren, um so bei einem unbeabsichtigten Bodenaustrag infolge der Wasserhaltung kurzfristig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Um abzupumpenden Wassermengen gering zu halten, sind Gräben abschnittsweise in kurzen Abschnitten von  $L \leq 6,0$  m auszuheben. Bei Gräben mit einer Länge von  $\leq 6,0$  m und einer Breite von  $\leq 2,0$  m sollte von einer abzupumpenden Wassermenge von 1 bis 3 l/s ausgegangen werden.

Das aus Gräben- und Gruben abzupumpende Wasser aus einer offenen Wasserhaltung ist zu sammeln und über ein Absetzbecken zu leiten, bevor es einer Vorflut zugeführt werden kann. Das Wasser kann in eine natürliche Vorflut oder in die Kanalisation abgeleitet werden. Eine Wasserhaltung muss durch das zuständige Landratsamt genehmigt werden. Die entsprechenden Einleitrichtlinien der wasserrechtlichen Erlaubnis sind hierbei zu beachten. Grundwasserverunreinigungen, die eine darüber hinausgehende Wasseraufbereitung notwendig machen, werden nicht erwartet.

### 14.3 Kanäle und Leitungen, Grabenverfüllung und Grabenverdichtung

Im Allgemeinen ist die Grabensohle tiefer auszuheben und ein Auflager einzubringen, das so beschaffen und hergestellt sein muss, dass es der Rohrumhüllung oder dem Rohrmaterial nicht schadet und die sonstigen Anforderungen erfüllt. Die Anforderungen der DIN EN 1610 "Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen" sind zu beachten.

Um Schäden in den Kanälen zu vermeiden, sind weiche bindige Böden bis ca. 20 cm unter das Rohrauflager zu entfernen und durch gut tragfähigen Boden (z.B. Kies 0/32 mm) zu ersetzen. Zwischen Kies austauschschicht und anstehenden bindigen Boden wird der Einbau eines Trenn- und Filtervlieses der Geobustheitsklasse GRK 4 empfohlen.

Für den Bereich der **Kanal- und Leitungszone** (Raum zwischen Grabensohle und –wänden bis 0,15 m Höhe über Rohrscheitel) ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material nach den Vorgaben der jeweiligen Leitungsbetreiber zu verwenden. Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. Innerhalb der Leitungszone müssen Verdichtungsgrade  $D_{Pr} \geq 97\%$  erreicht werden.

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** wird der Einbau von gut verdichtungsfähigen kornabgestuften grobkörnigen Böden oder mit Bindemittel stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden empfohlen. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad  $D_{Pr}$  in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials für Grabenverfüllungen unter befestigten Wegen sind der ZTV E-StB und ZTV A-StB zu entnehmen.

Sollen die anstehenden Abschwemmlerme und Moränensedimente zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden, sind diese mittels Bindemittel wie z.B. mit Weißfeinkalk oder Mischbindemittel zu verbessern bzw. zu stabilisieren. Ein Mindestverdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 97\%$  sowie ein Luftporengehalt von  $n_a \leq 8\%$  ist einzuhalten. Werden bindige Böden zu trocken eingebaut, weisen diese ein zu hohen Luftporengehalt auf und sacken bei Wasserzutritt zusammen, was zu großen Setzungen in einer Grabenverfüllung führen kann. Die anstehenden Auenlehmte sollten aufgrund des festgestellten hohen Organikgehaltes nicht zur Grabenverfüllung wiederverwendet werden.

Die oberen 0,5 m in einer Graben- bzw. Grubenverfüllung unter einer Straße sind bis zum Erdplanum bzw. bis zum Straßenuntergrund mit gut tragfähigem grobkörnigem Boden (z.B. Kies der Körnung

0/45 mm) oder mit Bindemittel stabilisierten Böden (Mischbindemittel  $\geq 3$  %) zu verfüllen, um die Anforderung an die Tragfähigkeit auf OK Erdplanum bzw. auf dem Straßenuntergrund von  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> erreichen zu können. Grobkörnige Böden sind auf mindestens  $D_{Pr} = 100$  % und mit Bindemittel stabilisierte Böden auf mindestens  $D_{Pr} = 97$  % bei Einhaltung eines Luftporengehalte von  $n_a \leq 8$  % zu verdichten.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen ist auf das verwendete Gerät und auf den Boden abzustimmen. Die verwendeten Baustoffe und Einbauverfahren dürfen zu keinen schädlichen Verformungen oder ungünstigen Lastfällen für die Leitungen führen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, bis 3,0 m auch mit mittelschwerem und darüber auch mit schwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Schwer zugängliche Bereiche in der Leitungszone, in denen sich der Verfüllboden nicht fachgerecht verdichten lässt, sind mit anderen geeigneten Baustoffen wie z.B. Boden-Bindemittelgemische, Beton oder Flüssigboden zu verfüllen, sofern sich dies nicht nachteilig auf die Rohrbettung, die Leitungen und den Oberbau auswirkt. Die Gruben- und Grabenverfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung zu überwachen.

Grund- bzw. Schichtwasser darf nicht dauerhaft dräniert bzw. abgesenkt werden. Bei der Verwendung von grobkörnigem Verfüllmaterial sind durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. der Einbau von Querschotts aus bindigem Boden, zu verhindern, dass sich der Leitungsgraben nach dem Verfüllen für zufließendes Oberflächen- und Grund- bzw. Schichtwasser zu einer Längsdrainage ausbildet.



## 15. Bau von Verkehrsflächen

Die Anforderungen an den Aufbau und die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus hängen von der nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) gewählten Belastungsklasse, Bauweise und der Frosteinwirkungszone ab. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach Kapitel 3.2 der RStO zu bestimmen. Die geplante Baugebieterschließung liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone II.

Nach Abtrag des bestehenden Oberbodens stehen im geplanten Baugebiet anhand der hergestellten Baugrundaufschlüsse steife Abschwemmlerme bzw. steife Geschiebelehmer der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach der ZTV E-StB an.

Für das Planum bzw. den Untergrund einer Verkehrsfläche wird nach der RStO eine Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Dieser Wert muss eingehalten werden, um mit dem weiteren Tragschichtaufbau nach RStO die 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 direkt unter dem Oberboden aufgeschlossenen Abschwemmlerme und Geschiebelehmer mit steifer Konsistenz weisen erfahrungsgemäß eine Tragfähigkeit von ca.  $E_{v2} = 15$  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 Planumsniveau 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 <sub>v2</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	geforderte Tragfähigkeit Planum E <sub>v2</sub> [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 Einbauten im Bereich des zu stabilisierenden Straßenuntergrundes zu Schwierigkeiten bzw. zu einem erhöhten Aufwand bei einer Bodenstabilisierung kommen kann.

Oberboden und noch durchwurzelt Schichten unter dem Oberboden sind vor einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel zu entfernen.

Bei einer Bodenstabilisierung des Planums 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. Da die oberflächlich anstehenden Abschwemmlerme und Geschiebelehme Huminsäuren aufweisen, sollte bei einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel eine Bindemittelzugabemenge von mindestens 4 M.-% vorgesehen werden. Sollen die in der BS 4 und BS 5 angetroffenen organogenen Auenlehme mit Bindemittel stabilisiert werden, muss erfahrungsgemäß eine Bindemittelmenge von  $> 10$  M.-% eingefräst werden, um einen entsprechenden Verfestigungseffekt zu erhalten. Vor einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel muss eine Eignungsprüfung bzw. Probestabilisierung ausgeführt werden.

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  $\geq 14$  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  $\geq 3$  M.-%, Schichtdicken  $\geq 25$  cm (gefordert 40 cm), einem Verformungsmodul  $E_{v2} \geq 70$  MN/m<sup>2</sup> und einer einaxialen Druckfestigkeit von  $q_u \geq 0,5$  N/mm<sup>2</sup> 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 Abschwemmlerme und Geschiebelehme sollte das Erdplanum mit einem Quergefälle hergestellt werden und bei Gefahr eines Wassereinstaus durch Dränagen entwässert werden.

Aufgrund der neben dem geplanten Neubaugebiet bestehenden Bebauung ist bei einer Bindemittelarbeit 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.

## 16. Versickerungs- / Retentionsbecken

Das geplante Baugebiet liegt nach den aktuellen Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Diesbezüglich würden somit keine Einschränkungen bei einer Regenwasserversickerung bestehen.

Bei der Herstellung von Versickerungsbecken 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.

Nach der im Bereich des geplanten Versickerungs- bzw. Retentionsbeckens abgeteufte Bohrsondierung BS 10 und des durchgeführten Versickerungsversuches in der BS 10 stehen gering wasser-durchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f < 1 \times 10^{-6}$  m/s an. Somit sollte ein hier Retentionsbecken mit gedrosselter Ableitung in ein Rohrsystem oder in einen offenen Graben ausgebildet werden.

Es wird empfohlen die Böschungen des Retentionsbeckens mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 30^\circ$  herzustellen.

## **17. Allgemeine Angaben zur Wohnbebauung im Baugebiet**

### **17.1 Baugruben und Böschungen**

Baugruben dürfen bis zu 1,25 m Tiefe ohne besondere Sicherung senkrecht ausgeschachtet werden. Baugruben mit Tiefen > 1,25 m können bei den anstehenden Böden über Schicht- bzw. Grundwasser mit einem Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  angelegt werden. Die Angaben der DIN 4124 zur Herstellung von Baugrubenböschungen sind zu beachten. Liegen Baugruben unter Grund- bzw. Schichtwasser sind Wasserhaltungsmaßnahmen vorzusehen.

Ein lastfreier Bereich neben den Böschungen von  $\geq 2,0$  m ist einzuhalten. Auf Baugrubenböschungen ist loser oder aufgelockerter Boden abzuräumen. 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 Böschungshöhen über 5 m, bei steileren Böschungswinkeln 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, bei Stapellasten von mehr als 10 kN/m<sup>2</sup> neben einem Schutzstreifen von 0,6 m hinter der Böschungskrone, bei geringeren Abständen von Fahrzeugen entlang der Böschungskrone als in der DIN 4124 angegeben oder wenn das Gelände neben der Böschungskante steiler als 1:10 ansteigt, sind die zulässigen Böschungswinkel durch Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 nachzuweisen.

### **17.2 Bauwerksgründungen**

Für die Gründung von Gebäuden über Einzel- und Streifenfundamente sind im Allgemeinen mindestens steife nicht organische bindige bzw. gemischtkörnige Böden sowie grobkörnige Böden geeignet. Stehen weiche, nicht organische, bindige bzw. gemischtkörnige Böden unter der geplanten Gebäudegründung an, kann das Gebäude ggf. je nach Schichtmächtigkeit über eine Gründungsplatte gegründet werden. Eine Gründungsplatte führt erfahrungsgemäß zu einer besseren Lastverteilung und somit zur Verminderung bauwerksschädlicher Setzungsdifferenzen.

Eine frostsichere Einbindung von außenliegenden Einzel- und Streifenfundamenten bzw. Frostschrüben bei Gründungsplatten von mindestens 1,0 m unter GOK ist vorzusehen.

Es wird empfohlen für jedes einzelne Bauvorhaben im Hinblick auf die spezifischen lokalen Verhältnisse eine gesonderte Baugrunduntersuchung auszuführen. Sämtliche Angaben zur Gründung sind auf die konkreten Planungen und Gebäudeabmessungen und -art abzustimmen und sind insbesondere hinsichtlich der Verträglichkeit der Setzungen usw. zu prüfen. Mischgründungen in unterschiedlichen Schichten sind zu vermeiden.

Für eine Vordimensionierung einer Gründung mittels **Einzel- und Streifenfundamenten** auf den mindestens steifen Abschwemmlernen oder Moränensedimenten wird, unter Berücksichtigung einer Fundamenteinbindung von mindestens 0,8 m unter GOK bzw. Bodenplatte, für Streifenfundamente mit einer Fundamentbreite von  $b$  bzw.  $b' = 0,5$  m bis 1,0 m der Bemessungswert des Sohlwiderstandes mit  $\sigma_{R,d} = 200$  kN/m<sup>2</sup> und für ein quadratisches Einzelfundament mit  $b$  bzw.  $b' = 0,8$  m bis 1,5 m mit  $\sigma_{R,d} = 250$  kN/m<sup>2</sup> angegeben.

Bei voller Ausnutzung des zuvor angegebenen Bemessungswert des Sohlwiderstandes sind Setzungen von ca.  $s = 1$  cm bis 3 cm zu erwarten.

Erfahrungsgemäß können durch bauwerksspezifische Baugrunderkundungen höhere Bemessungsohlwiderstände vorgegeben werden.

Die Bemessung einer elastisch gebetteten Gründungsplatte erfolgt mit dem Bettungsmodul- oder Steifemodulverfahren.

Nach dem DIN - Fachbericht 130 "Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen" erfolgt der Berechnungsablauf zur Bestimmung von Bettungsmoduli prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für den Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter
2. Berechnung von Vertikalverschiebungen und Sohldrücken mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner
3. Setzungsberechnung nach DIN 4019 ( $EI = 0$ ) mit der aus (2.) gewonnenen Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter

4. Vergleich der Vertikalverschiebungen aus (2.) mit den Setzungen aus (3.) durch den Tragwerksplaner
5. Neuberechnung der Bettungsmoduln aus den Quotienten Sohldruck (2.) und Setzung aus (3.) durch den Baugrundgutachter

Sofern in (4.) ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen aus (2.) und den Setzungen aus (3.) festgestellt wurde, kann die Iteration abgebrochen werden. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.).

Nach einer ausreichenden Übereinstimmung der Vertikalverformung kann von einem näherungsweise korrekten Ansatz des Baugrundmodells in der statischen Berechnung ausgegangen werden. Die ermittelten Verformungen bzw. Differenzverformungen sind vom Tragwerksplaner hinsichtlich der Bauwerks- bzw. Tragwerksverträglichkeit zu überprüfen und müssen ggf. durch zusätzliche Maßnahmen wie z.B. durch die Ausbildung einer dickeren Platte, durch einen Bodenaustausch oder durch eine Bodenverbesserung unter der Gründungsplatte reduziert werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Bettungsmodul keine Bodenkonstante bzw. ein Verformungsparameter ist. Die Größe als auch die Verteilung des Bettungsmoduls werden neben der nichtlinearen Bodensteifigkeit von der Größe der Belastungsfläche, Höhe der Gesamtlast, Verteilung der Lasten sowie der Biegesteifigkeit der Platte einschließlich der aussteifenden Wände signifikant beeinflusst.

### **17.3 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.

Wird keine Dränanlage hergestellt oder darf keine Dränanlage hergestellt werden, kann es durch Oberflächen-, Schicht- und Sickerwasser bei den anstehenden wenig wasserdurchlässigen Böden ( $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s) zu einem Wassereinstau in verfüllten Arbeitsräumen bis zur Geländeoberkante kommen. Das Gebäude muss dann für einen Bemessungswasserstand auf Geländeoberkante bemessen werden (Wasserdruck + Auftrieb). Die Auftriebssicherheit im Bauzustand ist durch Flutungsöffnungen sicherzustellen. Gegebenenfalls kann für eine wirtschaftliche Bauwerksbemessung in Abstimmung



mit der Unteren Wasserbehörde des zuständigen Landratsamtes eine Sicherheitsdrainage zur Reduzierung der Wassereinstauhöhe mit Anschluss an eine geeignete Vorflut eingebaut werden.

#### **17.4 Abdichtung von erdberührten Bauteilen**

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

Auf der Grundlage der hergestellten Baugrundaufschlüsse stehen im geplanten Baugebiet wenig wasserdurchlässige Böden mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k_f \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s an. Grund- bzw. Schichtwasser wurde bei der Baugrunderkundung ab einer Tiefe von ca. 0,8 m unter GOK angetroffen. Grund- bzw. Schichtwasser darf nicht dauerhaft gedrängt bzw. abgesenkt werden. Eine Drainage darf erst oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser eingebaut werden.

Erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb von Schicht- bzw. Grundwasser sind bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden ( $k \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s) nach DIN 18533-1 mit Drainung nach DIN 4095 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1-E abzudichten. Eine fachgerechte Drainung 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 Drainageeinrichtungen sind zu beachten.

Wird keine Drainung nach DIN 4095 hergestellt bzw. liegen Bodenplatten und Wände unter Schicht- bzw. Grundwasser, wirkt aufstauendes Wasser auf die Abdichtung als drückendes Wasser. Erdberührte Wände und Bodenplatten mit drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe sind nach DIN 18533-1 nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E und bei einer Eintauchtiefe von  $> 3$  m nach der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E abzudichten. Bei wenig wasserdurchlässigen Böden ist die Abdichtungsschicht im Endzustand wegen der Gefahr einer Stauwasserbildung mindestens 15 cm über GOK zu führen.

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 sowie ggf. nur zeitweise aufstauendes Wasser zu beachten.

Für Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser von erdüberschütteten Decken sowie gegen 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, Raumnutzungsstufe und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

#### **17.5 Arbeitsraumverfüllung**

Für die Verfüllung von Arbeitsräumen sowie für Geländeprofilierungen, die nicht zur Lastabtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden, können die anstehenden Abschwemmlerme und Moränensedimente mit mindestens steifer Konsistenz und fachgerechter Verdichtung sowie fachgerechter Lagerung bis zum Wiedereinbau wiederverwendet werden, sofern geringe Nachsetzungen von ca. 1 bis 2 % der Auffüllhöhe toleriert werden können. Werden die bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden zu trocken eingebaut, weisen diese einen zu hohen Luftporengehalt auf und sacken bei Wasserzutritt zusammen, was zu großen Setzungen der Arbeitsraumverfüllung führen kann. Sollen die anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden im Arbeitsraum wieder eingebaut werden, muss der Luftporengehalt des eingebauten Bodens  $n_a \leq 8 \%$  betragen. Die bereichsweise anstehenden organogenen Auenlehme sind für einen Wiedereinbau im Arbeitsraum nicht geeignet.

Sollen Nachsetzungen über der Arbeitsraumverfüllung (Bauwerke, Zugänge, Stellplätze, Verkehrsflächen, Terrassen etc.) verringert werden, sind gut verdichtbare grobkörnige Böden oder mit Bindemittel stabilisierte bindige bzw. gemischtkörnige Böden zu verwenden. Grobkörnige Böden sind auf mindestens  $D_{Pr} = 100 \%$  und mit Bindemittel stabilisierte feinkörnige bzw. gemischtkörnige Böden auf mindestens  $D_{Pr} = 97 \%$  unter Einhaltung eines Luftporengehalts von  $n_a \leq 8\%$  zu verdichten. 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.



Geländeanschlüßungen über das ehemalige Geländeniveau im Einflussbereich einer Bauwerksgründung können zu zusätzlichen Setzungen bzw. bauwerksschädlichen Differenzsetzungen führen. Sind Geländeaufschüßungen im Bereich von Gebäuden vorgesehen, sind diese frühzeitig aufzubringen, damit ein Großteil der Setzungen bereits vor Erstellung von Bauwerken abgeklungen ist. Werden Geländeaufschüßungen nach Herstellung des Gebäudes aufgebracht, sind die hieraus entstehenden Mitnahmesetzungen am Gebäude, bei der Beurteilung der Gebäudesetzungen zu berücksichtigen.

### **17.6 Geothermische Energienutzung**

Das Baufeld liegt nach den Wasserschutzgebietskarten der LUBW außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebieten. Diesbezüglich bestehen keine genehmigungsrechtlichen Einschränkungen für eine geothermische Energienutzung. Eine flurstücksgenaue Überprüfung dieses Sachverhaltes durch die zuständige Untere Wasserbehörde ist stets erforderlich.

#### Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden:

Es liegt eine Beschränkung der Bohrtiefe auf 264 m im geplanten Baugebiet aufgrund genutzter bzw. nutzbarer Grundwasservorkommen vor.

Es muss mit keinen geotechnischen Schwierigkeiten beim Bohren oder Ausbau durch Karsthohlräume, größere Spalten, durch sulfathaltiges Gestein (Anhydrit) oder durch zementangreifendes Grundwasser gerechnet werden. Gasaustritte (Erdgas) während der Bohr- und Ausrüstungsarbeiten sowie artesisch gespanntes Grundwasser 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 = 4500 W

1800 Std./a = 5400 W

Bei der Erfordernis mehrerer Erdwärmesonden ist eine Bemessung der Erdwärmesonden unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung zwingend notwendig.

Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmekollektoren:

Alternativ können zur geothermischen Energienutzung auch Erdwärmekollektoren (Erdwärmekörbe, Erdwärmeflächenkollektoren oder Grabenkollektoren) eingebaut werden, die bis in Tiefen von ca. 5 m die Erdwärme nutzen.

**17.7 Erdbebensicherheit**

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

<b>Erdbebenzone</b>	<b>1</b>	Intensitätsintervalle $6,5 \leq I < 7,0$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$
<b>Untergrundklasse</b>	<b>S</b>	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
<b>Baugrundklasse</b>	<b>C</b>	Grobkörnige, gemischtkörnige und feinkörnige Lockergesteine

## 18. Schlussbemerkungen

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.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass dieser geotechnische Bericht zur Erschließung des Baugebiets die einzelnen Bauherren nicht von der Verantwortung entbindet, den lokalen Baugrund im Bereich ihres Grundstückes untersuchen zu lassen.

Für den Erdbau (Kanal- und Straßenbau) wird empfohlen, einen geotechnischen Sachverständigen zur Beratung, Prüfung (Tragfähigkeits- und Verdichtungskontrollen) und Qualitätssicherung mit einzuschalten. Eigenüberwachungsmaßnahmen der ausführenden Firma stellen erfahrungsgemäß keine verlässliche Qualitätskontrolle für den Bauherrn dar.

Sofern Fragen zum Geotechnischen Bericht auftreten, stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



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



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



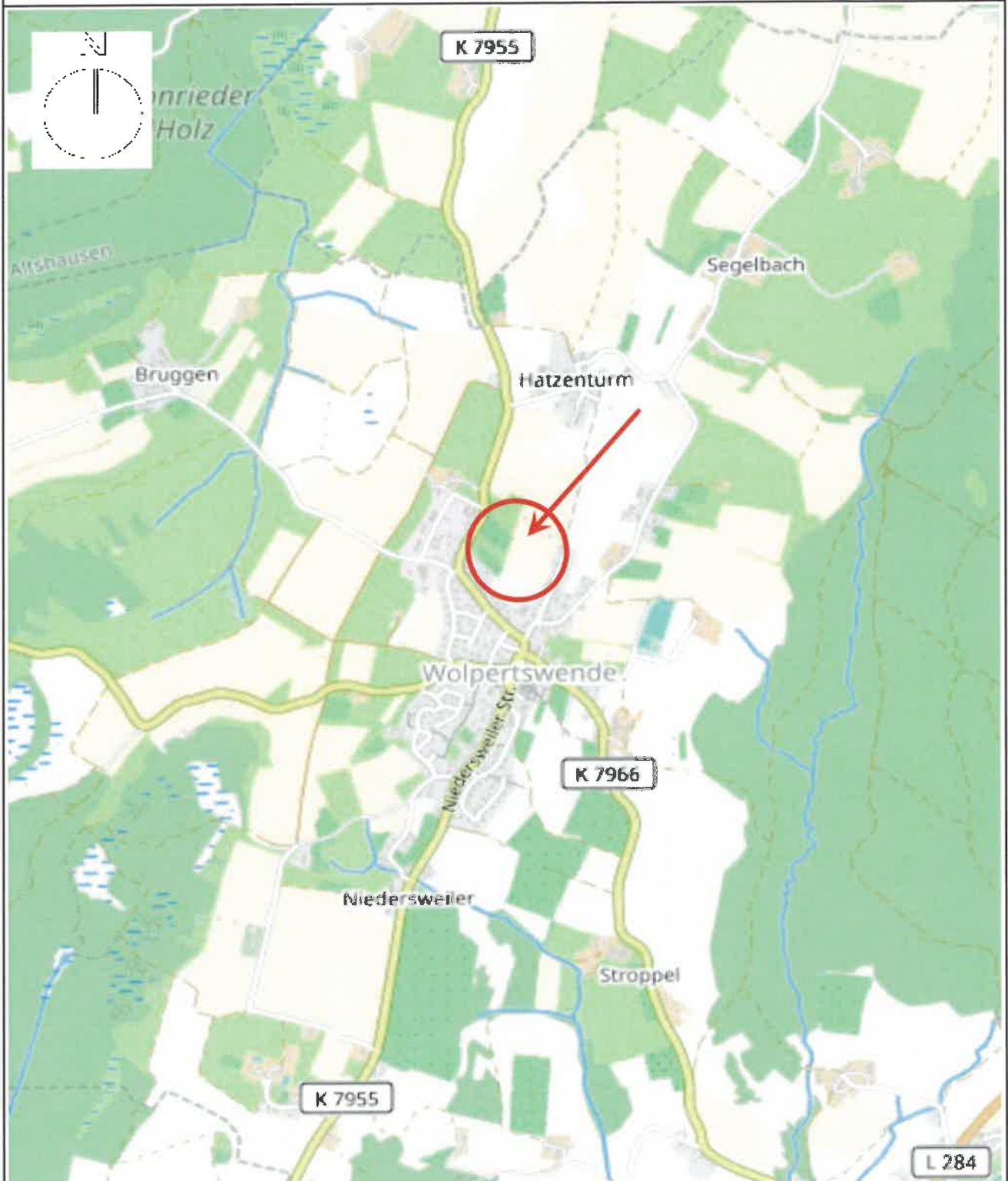
Von der Industrie- und Handelskammer  
Ulm öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau; Felsböschungen



# Übersichtslageplan

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
Ingenieurbüro für Geotechnik

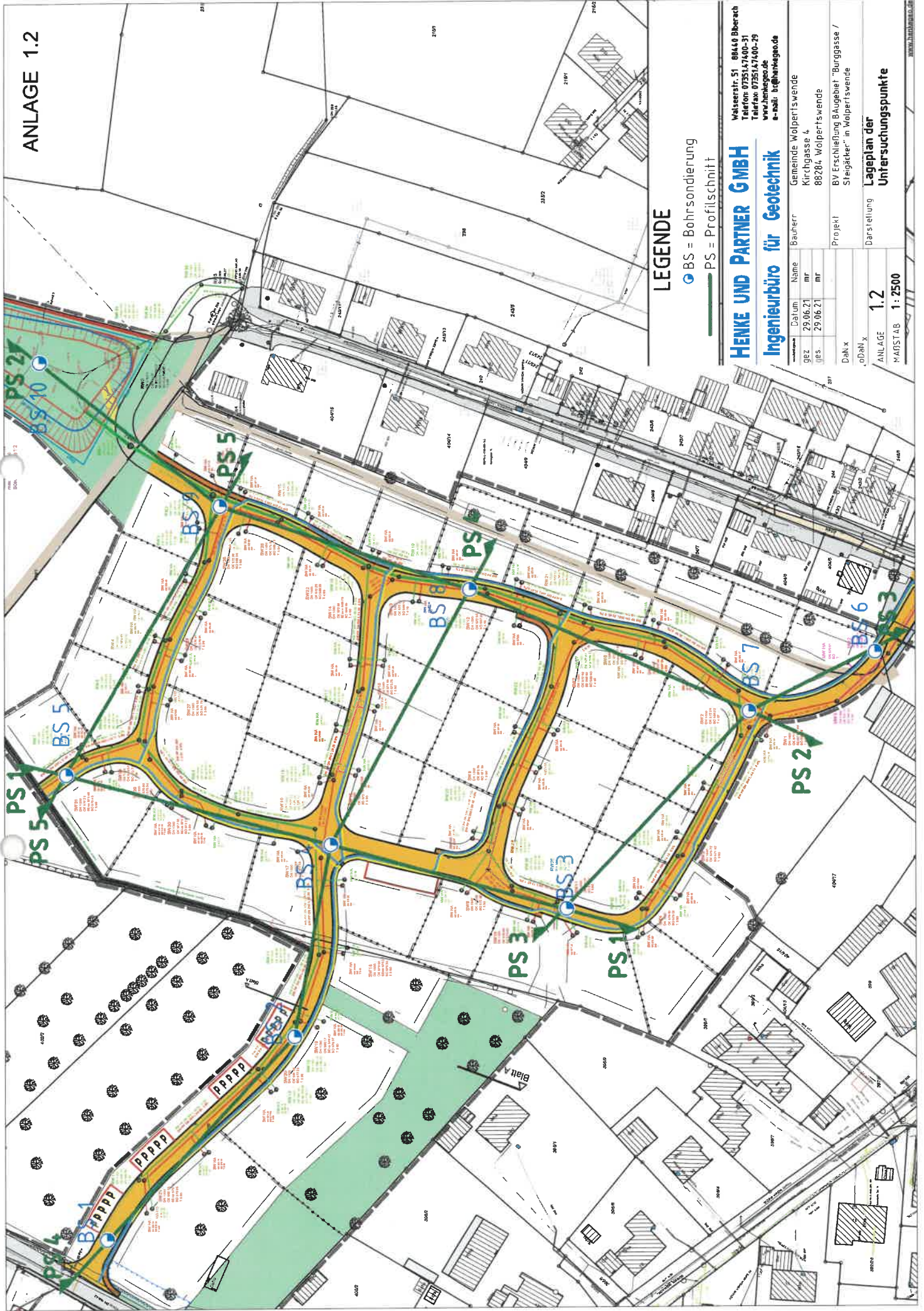
Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Burggasse / Steigäcker" in Wolpertswende



Karte: © openstreetmap







**LEGENDE**

- BS = Bohrsondierung
- PS = Profilschnitt

**HENKE UND PARTNER GMBH**  
**Ingenieurbüro für Geotechnik**

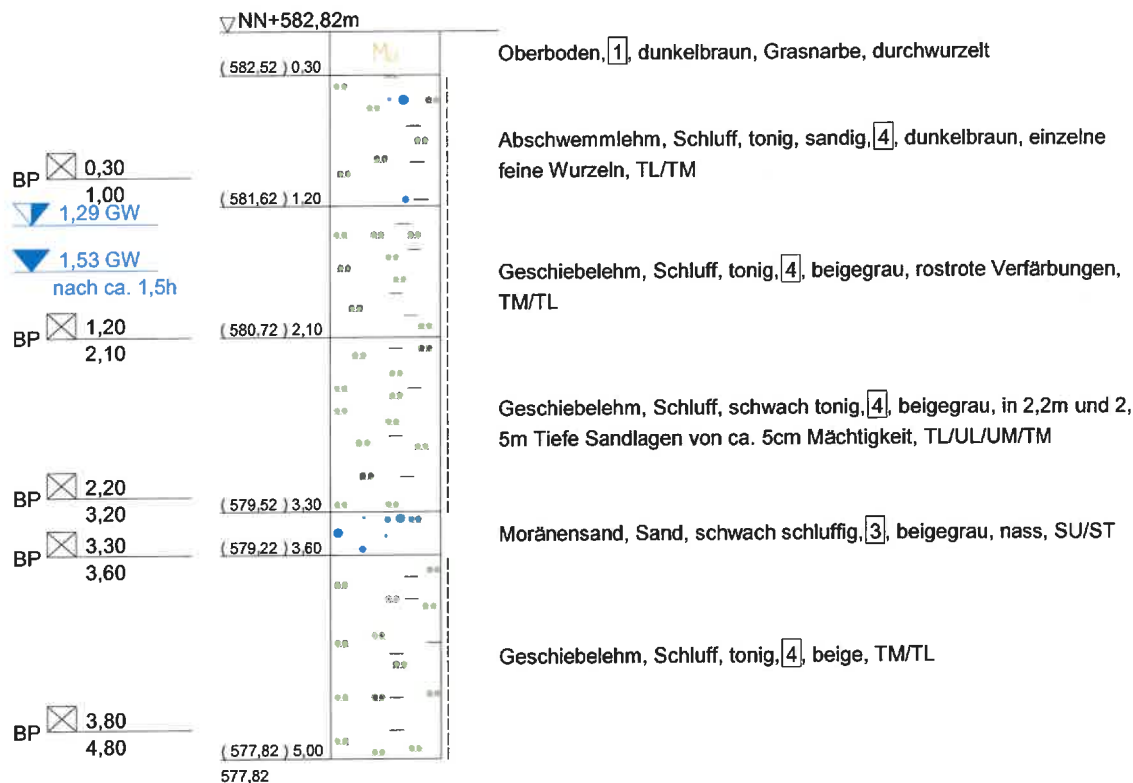
Wolferstr. 51 88440 Oberach  
 Telefon: 07351/47400-31  
 Telefax: 07351/47400-29  
 www.henkegeo.de  
 e-mail: b@henkegeo.de

Abkürzung	Datum	Name	Bauherr	Gemeinde Wolpertswende
geZ	29.06.21	mr	Kirchgasse 4	
ibS	29.06.21	mr	88284, Wolpertswende	
Dak x			Projekt	BV Erschließung Baugebiet "Burggasse / Steigacker" in Wolpertswende
„Dak“ x			Darstellung	<b>Lageplan der Untersuchungspunkte</b>
ANLAGE	1.2			
MAßSTAB	1 : 2500			





# BS 1



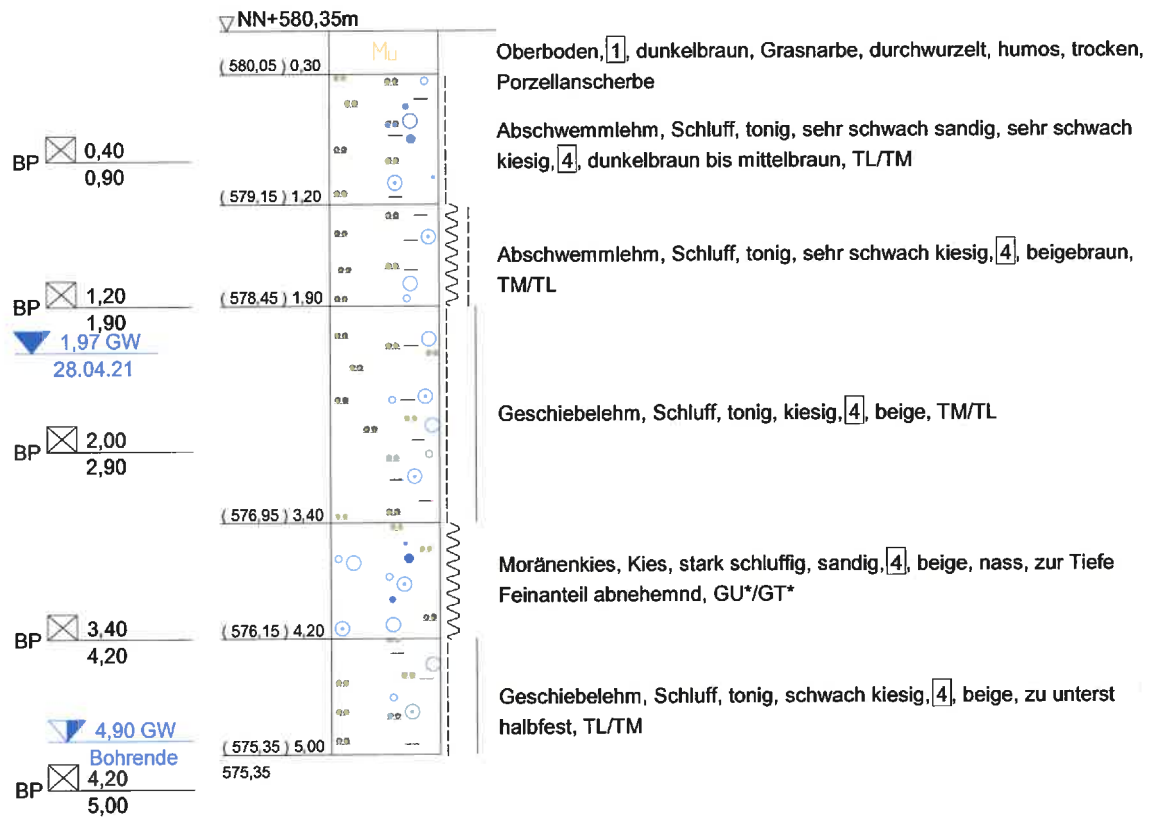
Sondierloch nach Bohrende standfest bis 3,27m u.GOK

**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker"  
 in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**  
 Bohrsondierung (BS) 1

Plan-Nr: WWBBURG BS 1	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: aw	Datum: 27.04.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: WWBBURG	

# BS 2



Ausbau zu temporärem Pegel  
2m Filter-, 3m Vollrohr, 0,01m Überstand

**Bauvorhaben:**

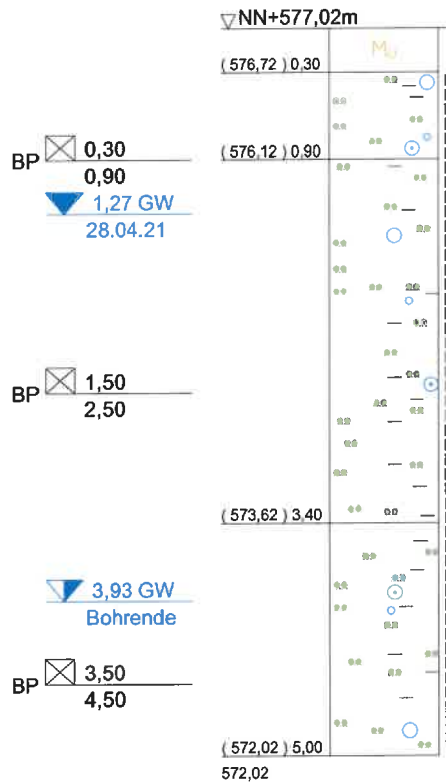
BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker" in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**

Bohrsondierung (BS) 2

Plan-Nr: WWBBURG BS 2	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: aw
	Gezeichnet: 27.04.21
	Geändert:
	Gesehen:
Projekt-Nr: WWBBURG	

# BS 3



Oberboden, 1, dunkelbraun, Grasnarbe, durchwurzelt, humos, trocken

Abschwemmlehm, Schluff, tonig, sehr schwach kiesig, 4, mittelbraun bis hellbraun, einzelne feine Wurzeln, TL/TM

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sehr schwach kiesig, 4, hellbraun, zur Tiefe steif bis halbfest, TM/TL

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sehr schwach kiesig, 4, braungrau bis grau, TM/TL

Sondierloch nach Bohrende stadfest bis 4,71m u.GOK

**Bauvorhaben:**

**BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker" in 88284 Wolpertswende**

**Planbezeichnung:**

**Bohrsondierung (BS) 3**

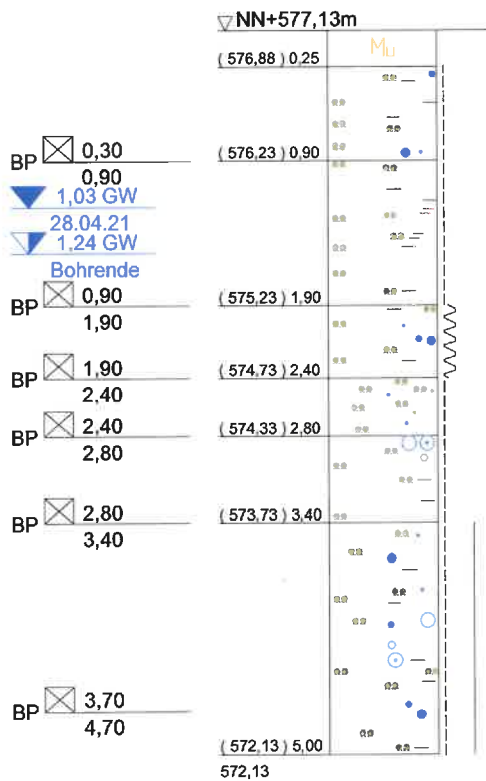
Plan-Nr: WWBBURG BS 3

**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

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aw	Datum: 27.04.21
Gezeichnet:	
Geändert:	
Gesehen:	
Projekt-Nr: WWBBURG	

# BS 4



Oberboden (Kulturboden), **1**, dunkelbraun, schwach humos, schwach durchwurzelt

Abschwemmlehm, Schluff, tonig, sehr schwach sandig, **4**, dunkelbraun bis graubraun, TL/TM

Auenlehm, Schluff, tonig, schwach humos, **3****4**, dunkelbraun bis schwarzbraun, TL/TM/OU/OT

Geschiebelehm, Schluff, tonig, schwach sandig, **4**, grau, TL/TM

Geschiebelehm, Schluff, sehr stark feinsandig, **4**, grau, feucht, Sandlagen um 1cm Mächtigkeit, vermutlich wasserführend, TL/UL/UM

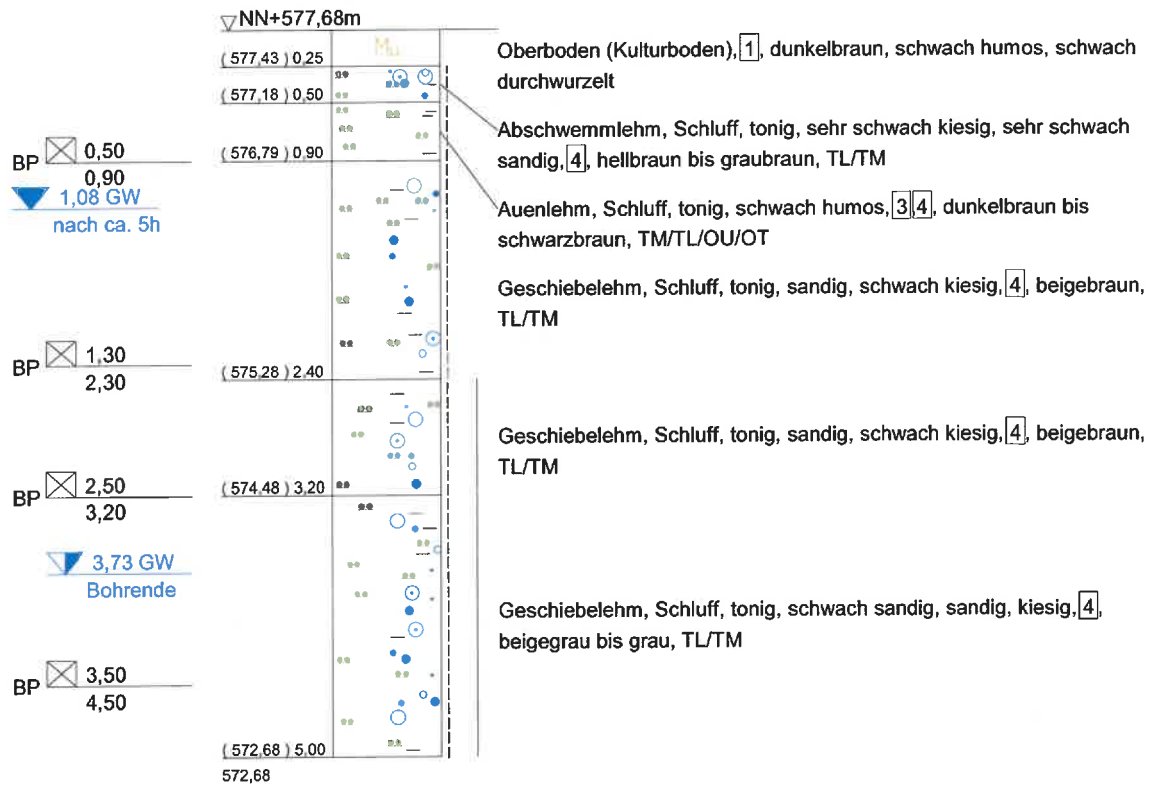
Geschiebelehm, Schluff, tonig, schwach kiesig, **4**, beigebraun, TM/TL

Geschiebelehm, Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, **4**, grau, TM/TL

Ausbau zutemporärem Pegel  
2m Filter-, 2m Vollrohr, 0,25m Überstand

<b>Bauvorhaben:</b> BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigacker" in 88284 Wolpertswende		
<b>Planbezeichnung:</b> Bohrsondierung (BS) 4		
Plan-Nr: WWBBURG BS 4	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: aw	Datum: 27.04.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: WWBBURG		

# BS 5



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,83m u.GOK

**Bauvorhaben:**

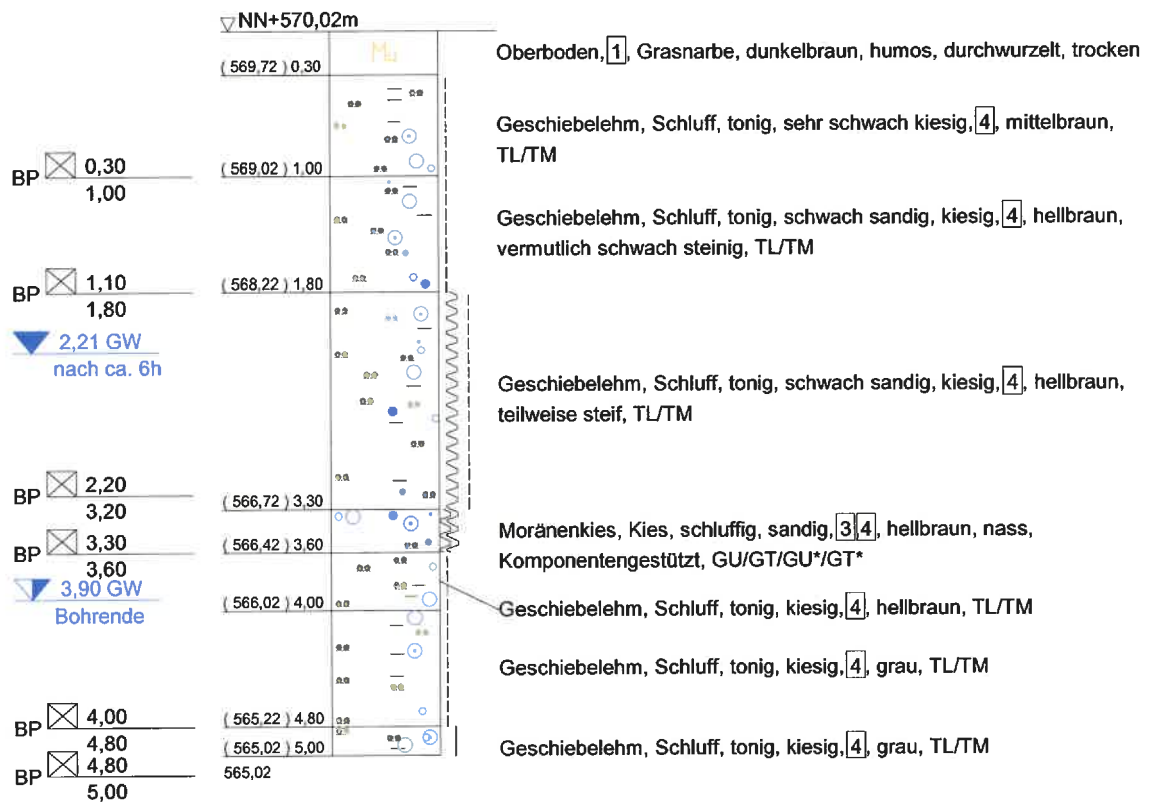
BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker" in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**

Bohrsondierung (BS) 5

Plan-Nr: WWBBURG BS 5	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: aw	Datum: 28.04.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: WWBBURG	

# BS 6

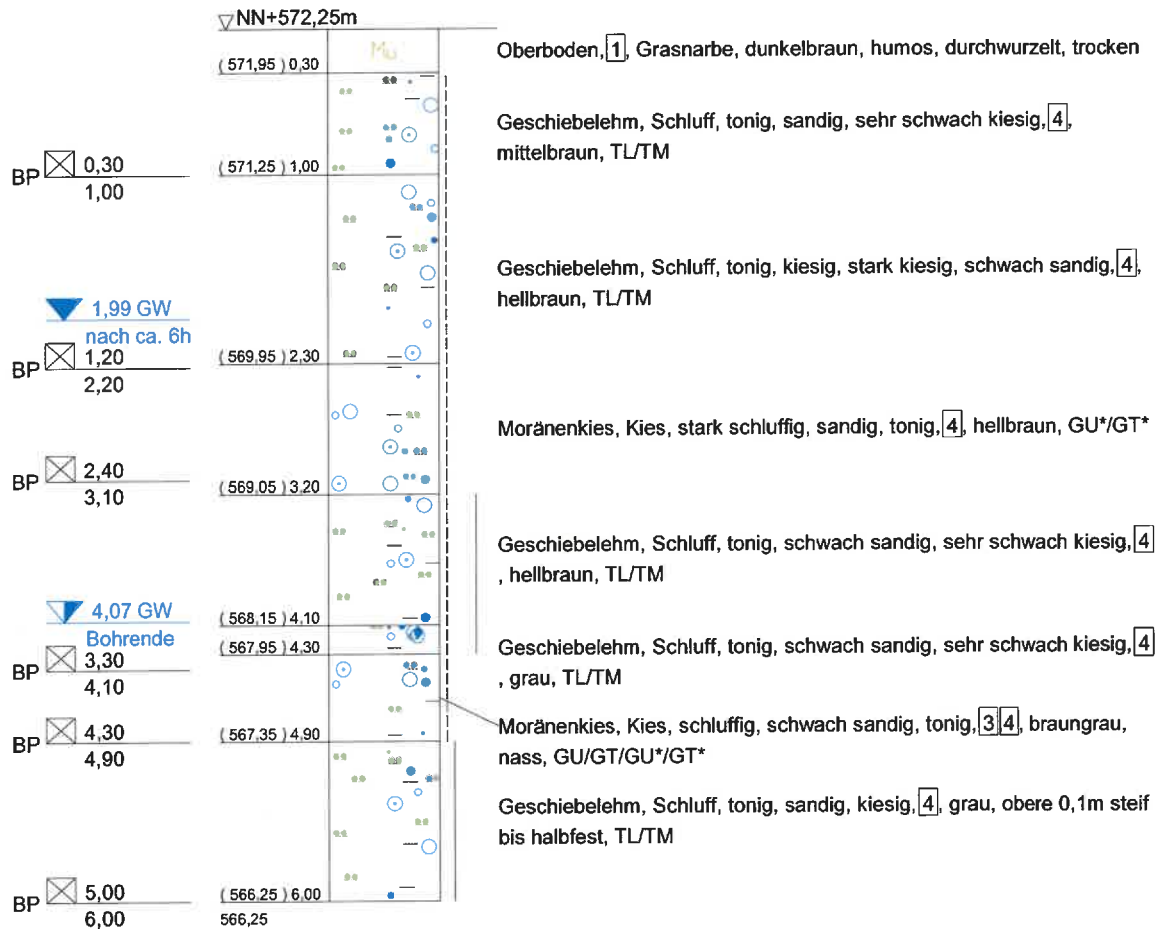


Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,53m u.GOK

<b>Bauvorhaben:</b> BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker" in 88284 Wolpertswende		
<b>Planbezeichnung:</b> Bohrsondierung (BS) 6		
Plan-Nr: WWBBURG BS 6	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: aw	Datum: 27.04.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: WWBBURG	



# BS 7



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 5,85m u.GOK

**Bauvorhaben:**

BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker" in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**

Bohrsondierung (BS) 7

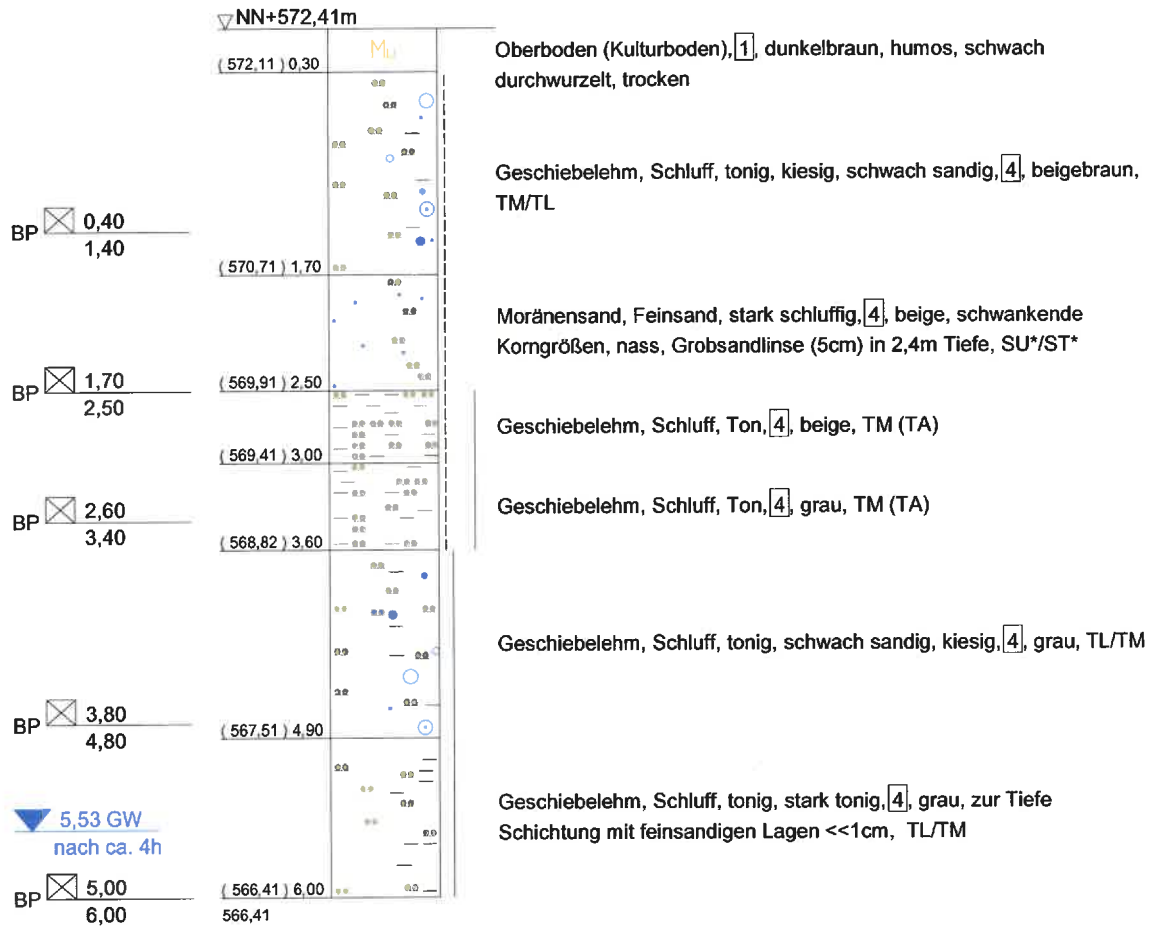
Plan-Nr: WWBBURG BS 7

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

Maßstab: 1:50

Bearbeiter: aw	Datum: 27.04.21
Gezeichnet:	
Geändert:	
Gesehen:	
Projekt-Nr: WWBBURG	

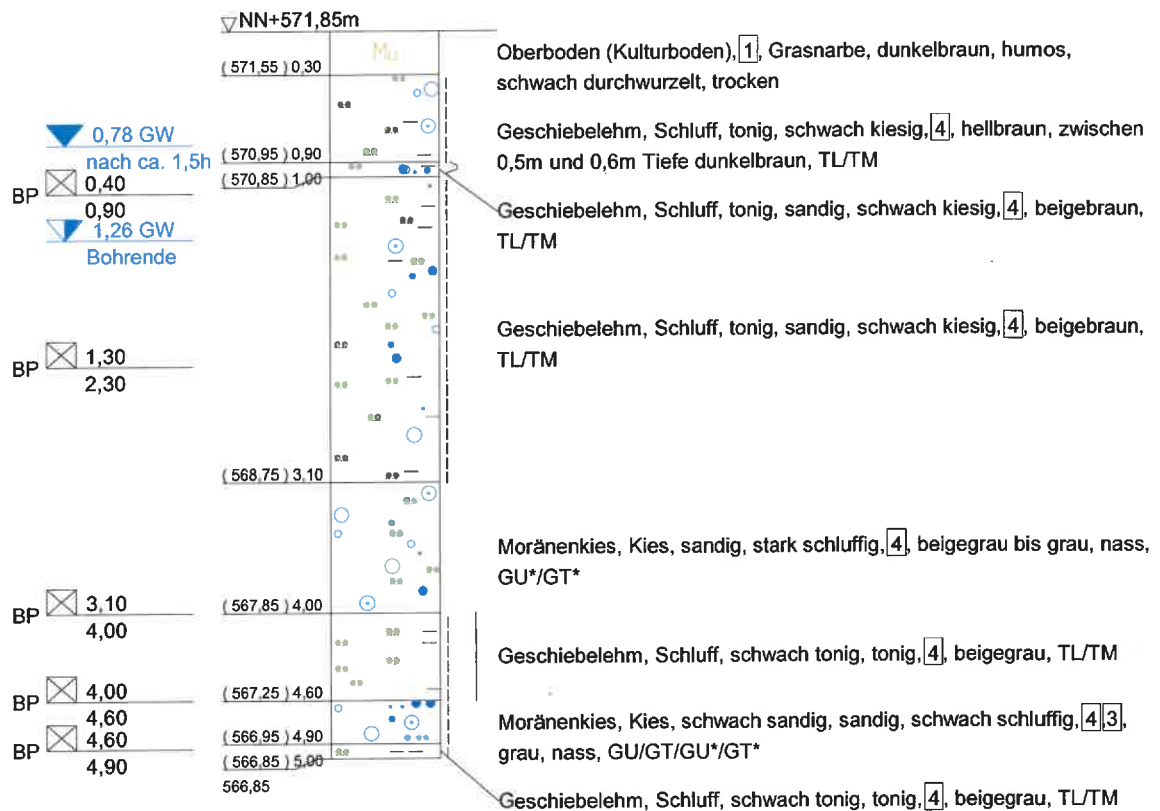
# BS 8



Ausbau zutemporärem Pegel  
2m Filter-, 4m Vollrohr, 0,17m Überstand

<b>Bauvorhaben:</b> BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigacker" in 88284 Wolpertswende	
<b>Planbezeichnung:</b> Bohrsondierung (BS) 8	
Plan-Nr: WWBBURG BS 8	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: aw
	Gezeichnet: 28.04.21
	Geändert: _____
	Gesehen: _____
Projekt-Nr: WWBBURG	

# BS 9



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,38m u.GOK

**Bauvorhaben:**

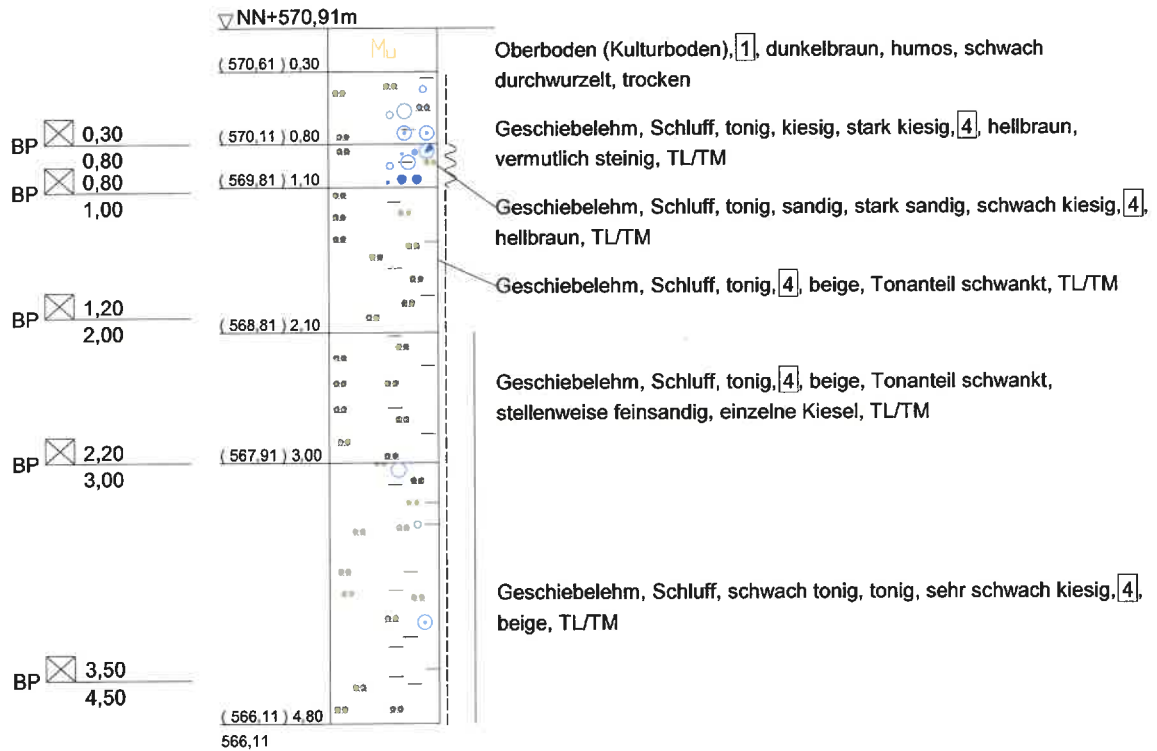
BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker" in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**

Bohrsondierung (BS) 9

Plan-Nr: WWBBURG BS 9	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: aw	Datum: 28.04.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: WWBBURG	

# BS 10



Sondierloch nach Bohrende standfest bis 4,16m u.GOK  
 nach 3m Bohrfortschritt Versickerungsversuch durchgeführt

kein weiterer Bohrfortschritt zu erzielen

**Bauvorhaben:**

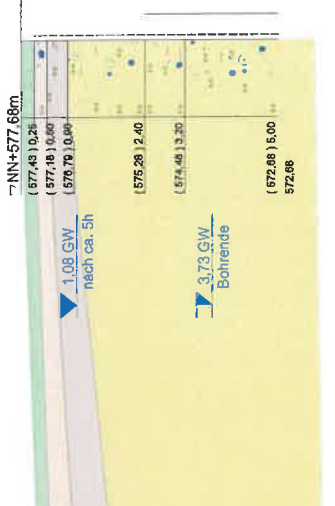
BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigäcker"  
 in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**

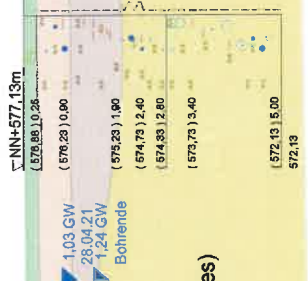
Bohrsondierung (BS) 10

Plan-Nr: WWBBURG BS 10	Maßstab: 1:50	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: aw	Datum: 28.04.21
	Gezeichnet:	
	Geändert:	
	Gesehen:	
Projekt-Nr: WWBBURG		

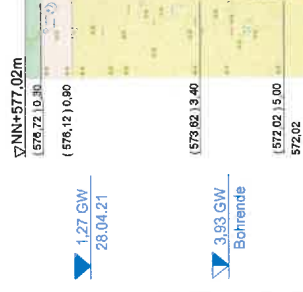
BS 5



BS 4



BS 3



Oberboden  
 Abschwemmlehm  
 Auenlehm  
 Moränensedimente  
 (Geschiebelehm, Moränensand, Moränenkies)

**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugelände "Burggasse/Steigacker"  
 in 88284 Wolpertswende

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

Plan-Nr.:	WVBBURG PS 1	Maßstab:	H 1:100; B 1:500
Bearbeiter:	Henke und Partner GmbH	Gezeichnet:	
Ingenieurbüro für Geotechnik	Waldeiser Straße 51	Gezeichnet:	
88400 Biberech a.d. Riß	88400 Biberech a.d. Riß	Gezeichnet:	
Proj.-Nr.:	WVBBURG	Gezeichnet:	
Datum:	29.06.21	Gezeichnet:	









**BS 3**

∇NN+577,02m

(578,72 | 10,90)

1,27 GW  
28.04.21

(579,12 | 10,90)

(573,92 | 3,40)

3,93 GW  
Bohrende

(572,02 | 5,00)

572,02

Abschwemmlehm

Oberboden

**BS 7**

∇NN+572,25m

(571,95 | 10,90)

(571,25 | 11,00)

1,99 GW  
nach ca. 6h

(569,95 | 12,30)

(569,05 | 13,20)

4,07 GW  
Bohrende

(568,15 | 14,10)

(567,95 | 14,30)

(567,35 | 14,80)

(566,25 | 19,00)

566,25

Moränensedimente  
(Geschiebelehm, Moränensand, Moränenkies)

**BS 6**

∇NN+570,02m

(569,72 | 10,90)

(569,02 | 11,00)

(568,22 | 11,80)

2,21 GW  
nach ca. 6h

(566,72 | 13,30)

(566,42 | 13,60)

(566,02 | 14,00)

3,90 GW  
Bohrende

(565,22 | 14,80)

(565,02 | 15,00)

565,02

**Bauvorhaben:**

BV Erschließung Baugebiet "Burggasse/Steigacker" in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**

Profilschnitt (PS) 3

Plan-Nr.: WWBURG PS 3

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

Waldseer Straße 51

88400 Biberach a.d. Riß

Tel.: 07351 147 40 000

Fax: 07351 147 40 000

Maßstab: H 1:100; B 1:500

Baustabell.-Nr.

Charakterist.

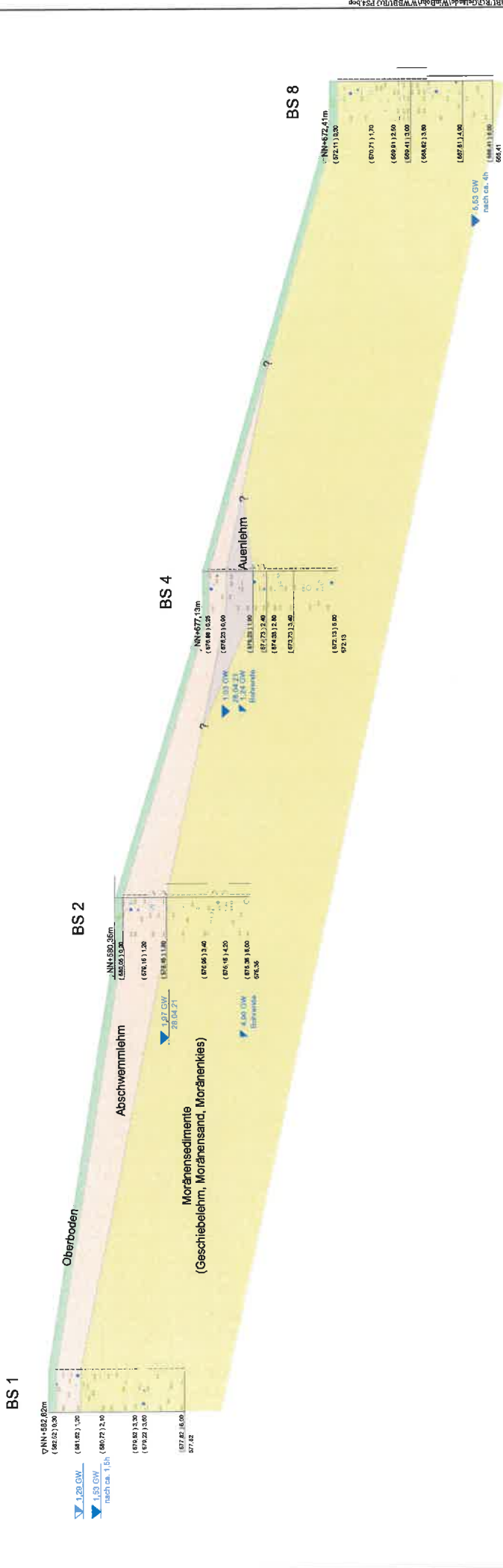
Gebiet:

Gesamt:

Projekt-Nr.: WWBURG

Datum: 29.08.21





**Bauvorhaben:**  
 BV Erschließung Baugelbiet "Burggasse/Steigacker"  
 in 88284 Wolpertswende

**Planbezeichnung:**  
 Profilschnitt (PS) 4

---

**Plan-Nr.:** WVBURG PS 4  
**Maßstab:** H: 1:100; B: 1:1000

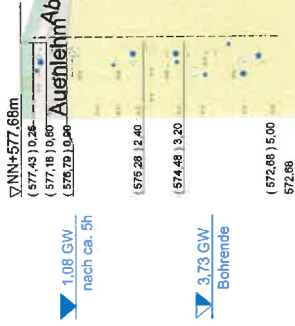
**Planverfasser:**  
 HENKE UND PARTNER GMBH  
 Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Sigmundstr. 4  
 88400 Steinhilberh. 2, Rg.  
 Tel.: 07361 / 47 40 00  
 Fax: 07361 / 47 40 08  
 E-Mail: info@henke-partner.de

**Gezeichnet:**  
 WVBURG





**BS 5**



Abschwermliehm

Auelehm

Oberboden

**BS 9**



Moränensedimente  
(Geschiebelehm, Moränensand, Moränenkies)

<b>Bauvorhaben:</b> BY Erschließung Baugelände "Burggasse/Steigacker" in 88284 Wolpertswende		Maßstab: H 1:100; B 1:500
<b>Planbezeichnung:</b> Profilschnitt (PS) 5		Datum: 29.08.21
Plan-Nr.: WWBURG PS 5	HEINKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Weidener Straße 51 88400 Biberach a.d. Rg Tel.: 07351 / 47 40 000 Fax: 07351 / 47 40 998	Bearbeiter: mr Gezeichnet: Gezeichnet: Gezeichnet: Projekt-Nr.: WWBURG



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

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/2779</b>	<b>Datum:</b>	<b>01.07.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : WWBBURG  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 28.06.2021  
 Originalbezeich. : MP 1 Probenbezeich. : 555/2779  
 Untersuchungszeitraum : 28.06.2021 – 01.07.2021

## 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	[%]	85,2	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	7,6	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	13	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	28	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]	25	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]	50	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   LAL)	Z 0*	Z1:1/2	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

Markt Rettenbach, den 01.07.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
 (Laborleiter)

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

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/2780</b>	<b>Datum:</b>	<b>01.07.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

**Allgemeine Angaben**

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : WWBBURG  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 28.06.2021  
 Originalbezeich. : MP 2 Probenbezeich. : 555/2780  
 Untersuch.-zeitraum : 28.06.2021 – 01.07.2021

**1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV BW)**
**1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle**

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0				Z 2	Methode
			(S   L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	78,9	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	8,2	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]	< 0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	37	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	31	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]	0,06	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]	65	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*	Z1:1/2	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]	< 0,04					
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)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

Markt Rettenbach, den 01.07.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
 (Laborleiter)



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

<b>Analysenbericht Nr.</b>	<b>555/2781</b>	<b>Datum:</b>	<b>01.07.2021</b>
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

### Allgemeine Angaben

Auftraggeber : HENKE UND PARTNER GMBH - Ingenieurbüro für Geotechnik  
 Projekt : WWBBURG  
 Projekt-Nr. :  
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN 98  
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers  
 Entnahmedatum : Probeneingang : 28.06.2021  
 Originalbezeich. : MP 3 Probenbezeich. : 555/2781  
 Untersuch.-zeitraum : 28.06.2021 – 01.07.2021

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

### 1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
			(S)	(L/L)				
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	89,9	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	6	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	8,2	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	22	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]	20	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]	42	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*	Z1:Z2	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

Markt Rettenbach, den 01.07.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

 Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele  
 (Laborleiter)

Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Burggasse / Steigäcker" in 88284 Wolpertswende										Projektkürzel: WWBBURG							
Probe	Material	W <sub>n</sub> %	W <sub>l</sub> %	W <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	Kon- sistenz	Körn- ungsziffer T - U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	v <sub>gl</sub> M.-%	Bemerkungen	
BS 1 / 0,3-1,0	Abschwemmlehm	18,4															
BS 1 / 1,2-2,1	Geschiebelehm	23,5	40,2	20,9	19,3	0,87	steif		TM								
BS 1 / 2,2-3,2	Geschiebelehm	18,4															
BS 1 / 3,3-3,6	Moränensand	15,9							SU/ST								Feinanteil: 10,1%
BS 1 / 3,8-4,8	Geschiebelehm	26,1															
BS 2 / 0,4-0,9	Abschwemmlehm	17,6															
BS 2 / 1,2-1,9	Abschwemmlehm	16,5															
BS 2 / 2,0-2,9	Geschiebelehm	12,5															
BS 2 / 3,4-4,2	Moränenkies	7,1							GU*/GT*								Feinanteil: 21,6%
BS 2 / 4,2-5,0	Geschiebelehm	13,3															
BS 3 / 0,3-0,9	Abschwemmlehm	19,5															
BS 3 / 1,5-2,5	Geschiebelehm	14,8															
BS 3 / 3,5-4,5	Geschiebelehm	14,5															
BS 4 / 0,3-0,9	Abschwemmlehm	17,6															
BS 4 / 0,9-1,9	Auenlehm	42,7													13,8		
BS 4 / 1,9-2,4	Geschiebelehm	27,8															
BS 4 / 2,4-2,8	Geschiebelehm	21,4							TL/UL								Feinanteil: 47,1%
BS 4 / 2,8-3,4	Geschiebelehm	12,5															
BS 4 / 3,7-4,7	Geschiebelehm	10,5															

Kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand *w<sub>n</sub>*

$E_s$  = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m<sup>2</sup>



Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Burggasse / Steigäcker" in 88284 Wolpertswende										Projektkürzel: WWBBURG					
Probe	Material	W <sub>n</sub> %	W <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	Kon- sistenz	Körnungsziffer T - U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	v <sub>gl</sub> M.-%	Bemerkungen
BS 5 / 0,5-0,9	Auenlehm	27,8												8,3	
BS 5 / 1,3-2,3	Geschiebelehm	14,6													
BS 5 / 2,5-3,2	Geschiebelehm	12,2													
BS 5 / 3,5-4,5	Geschiebelehm	10,7													
BS 6 / 0,3-1,0	Geschiebelehm	20,1													
BS 6 / 1,1-1,8	Geschiebelehm	16,3													
BS 6 / 2,2-3,2	Geschiebelehm	15,7													
BS 6 / 3,3-3,6	Moränenkies	11,3						GU/GT							Feinanteil: 14,1%
BS 6 / 4,0-4,8	Geschiebelehm	16,1													
BS 6 / 4,8-5,0	Geschiebelehm	7,8													
BS 7 / 0,3-1,0	Geschiebelehm	17,1													
BS 7 / 1,2-2,2	Geschiebelehm	15,3													
BS 7 / 2,4-3,1	Moränenkies	6,7						GU*/GT*							Feinanteil: 23,3%
BS 7 / 3,3-4,1	Geschiebelehm	14,3													
BS 7 / 4,3-4,9	Moränenkies	7,0						GU/GT							Feinanteil: 13,5%
BS 7 / 5,0-6,0	Geschiebelehm	10,2													

Kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand *w<sub>n</sub>*

*E<sub>s</sub>* = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m<sup>2</sup>



Projekt: BV Erschließung Baugebiet "Burggasse / Steigäcker" in 88284 Wolpertswende											Projektkürzel: WWBBURG				
Probe	Material	w <sub>n</sub> %	w <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub> %	I <sub>c</sub>	Körn- sistenz	Körn- ungsziffer T - U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m <sup>3</sup>	ρ <sub>D</sub> t/m <sup>3</sup>	φ' (°)	c' kN/m <sup>2</sup>	c <sub>u</sub> kN/m <sup>2</sup>	v <sub>gl</sub> M.-%	Bemerkungen
BS 8 / 0,4-1,4	Geschiebelehm	17,9						SU*/ST*							Feinanteil: 31,6%
BS 8 / 1,7-2,5	Moränensand	17,6													
BS 8 / 2,6-3,4	Geschiebelehm	18,7													
BS 8 / 3,8-4,8	Geschiebelehm	12,4													
BS 8 / 5,0-6,0	Geschiebelehm	19,8													
BS 9 / 0,4-0,9	Geschiebelehm	21,9													
BS 9 / 1,3-2,3	Geschiebelehm	17,1	19,7	16,9	2,8	0,93		UL							Feinanteil: 21,8%
BS 9 / 3,3-4,0	Moränenkies	7,6				steif		GU*/GT*							
BS 9 / 4,0-4,6	Geschiebelehm	13,3													
BS 9 / 4,6-4,9	Geschiebelehm	6,9													
BS 10 / 0,5-0,8	Geschiebelehm	16,4													
BS 10 / 0,8-1,0	Geschiebelehm	12,2													
BS 10 / 1,2-2,0	Geschiebelehm	16,2													
BS 10 / 2,2-3,0	Geschiebelehm	17,5													
BS 10 / 3,5-4,5	Geschiebelehm	20,6													

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand wn

E<sub>s</sub> = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m<sup>2</sup>

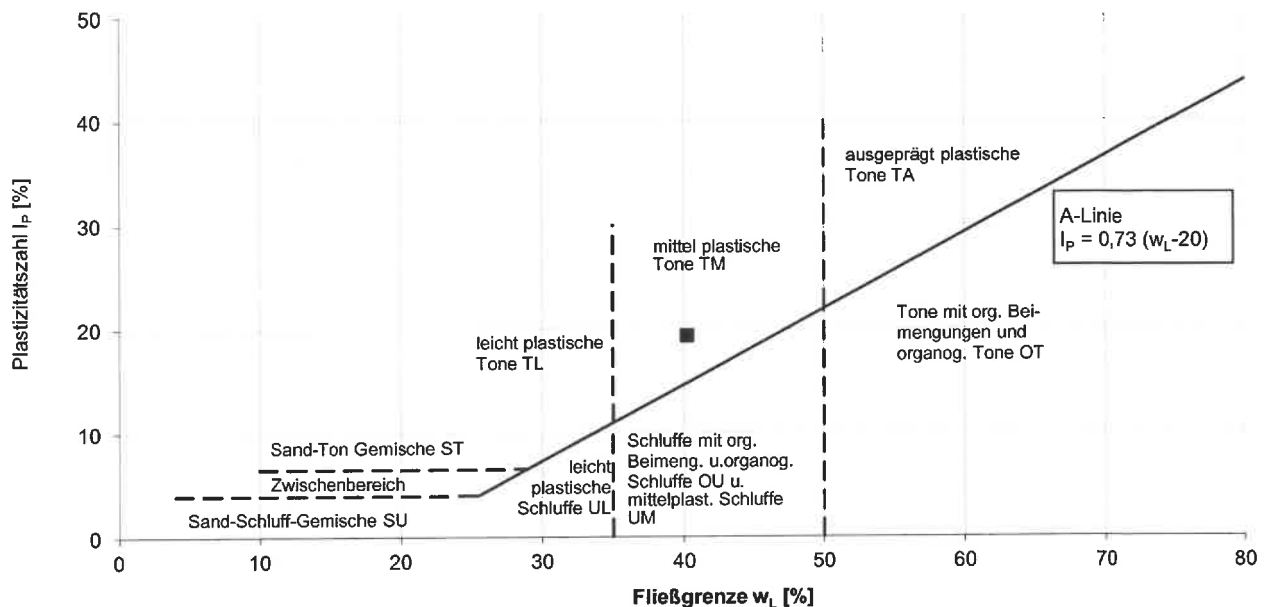
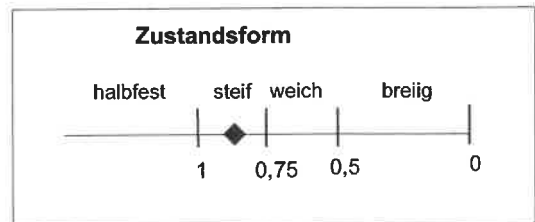
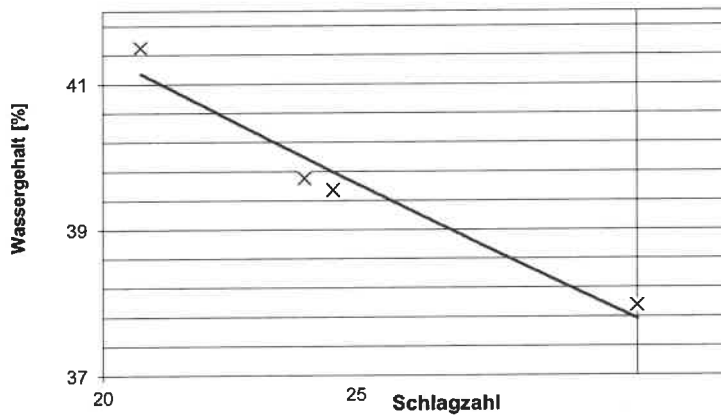




# Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

**ANLAGE 5.2.1**

Projekt:	Erschließung Baugebiet „Burggasse / Steigäcker“			Kürzel:	WWBBURG
Probe:	BS1 1,2-2,1	geol. Bez.:	Geschiebelehm	Versuchsdatum:	29.06.21
nat. Wassergehalt $w_n$ :	23,5	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze $w_L$ :	40,2	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$ :	-	%
Ausrollgrenze $w_P$ :	20,9	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$ :	19,3	
Konsistenz:	steif		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ :	0,87	
Bodenart:	<b>TM</b>				
Maximaler Wassergehalt <b>halbfest</b> ( $I_C = 1,0$ ):					<b>20,9</b> %
Wassergehalt <b>steif</b> ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von:	<b>25,8</b>	%	bis	<b>21,0</b>	%
Wassergehalt <b>weich</b> ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von:	<b>30,6</b>	%	bis	<b>25,9</b>	%
Wassergehalt <b>breiig</b> ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von:	<b>40,2</b>	%	bis	<b>30,7</b>	%

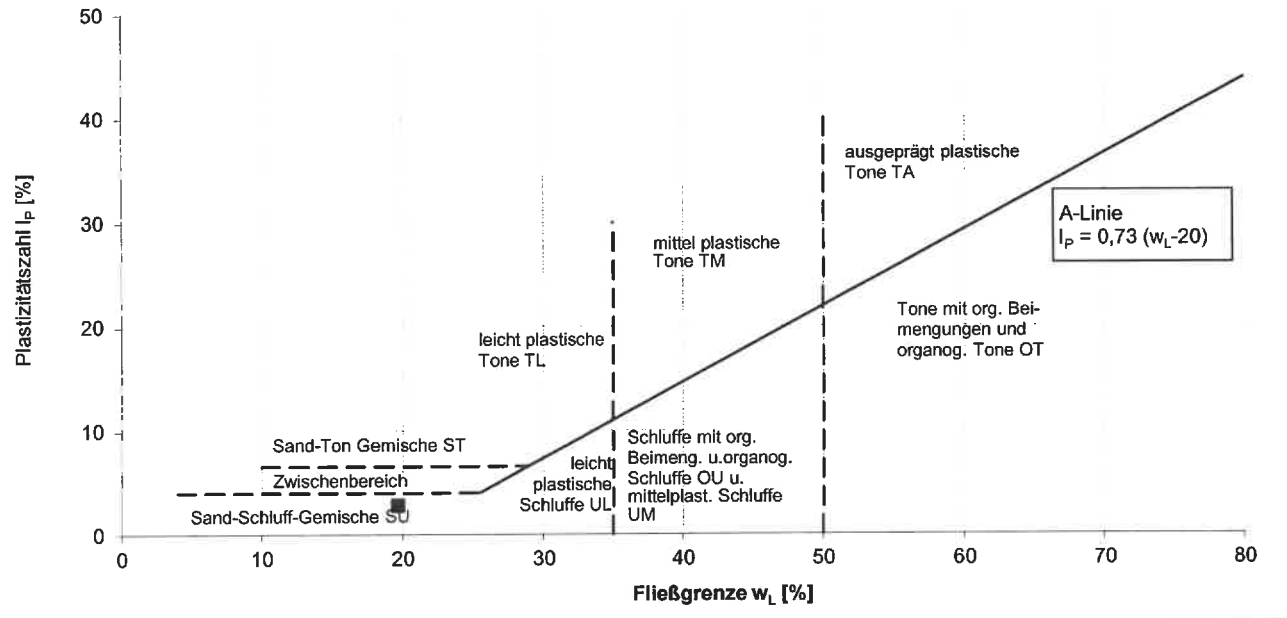
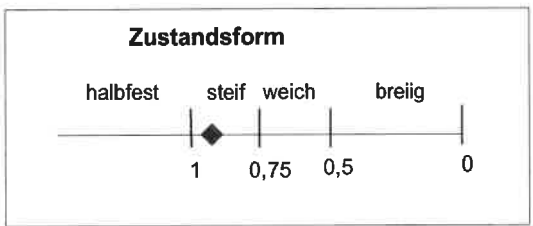
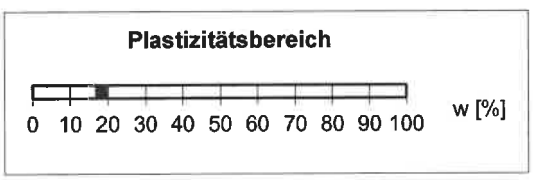
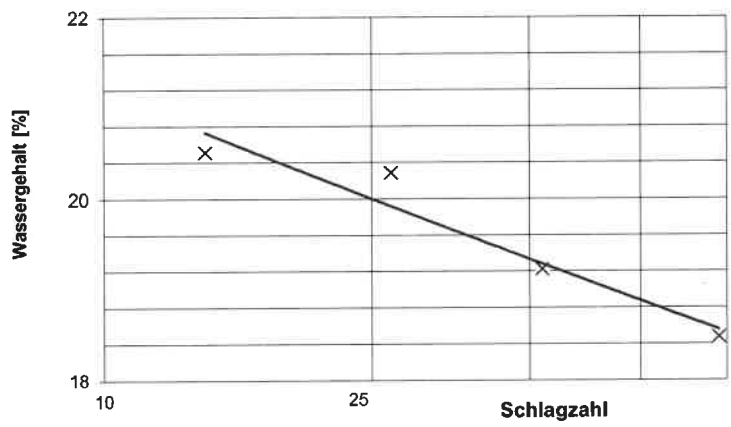


verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.): \_\_\_\_\_ Laborbearbeiter: \_\_\_\_\_ ausgewertet & geprüft/freigegeben: \_\_\_\_\_

# Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

## ANLAGE 5.2.2

Projekt: Erschließung Baugebiet „Burggasse / Steigacker“	Kürzel: WWBBURG
Probe: BS9 1,3-2,3      geol. Bez.: Geschiebelehm	Versuchsdatum: 29.06.21
nat. Wassergehalt $w_n$ : 17,1 %	Massenanteil > 0,4mm (ü): - %
Fließgrenze $w_L$ : 19,7 %	Wassergehalt $w_{<0,4}$ : - %
Ausrollgrenze $w_P$ : 16,9 %	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$ : 2,8
Konsistenz: steif	Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$ : 0,93
Bodenart: <b>UL</b>	
Maximaler Wassergehalt <b>halbfest</b> ( $I_C = 1,0$ ):	<b>16,9 %</b>
Wassergehalt <b>steif</b> ( $I_C = 0,75-1,0$ ) von:	<b>17,6 % bis 17,0 %</b>
Wassergehalt <b>weich</b> ( $I_C = 0,5-0,75$ ) von:	<b>18,3 % bis 17,7 %</b>
Wassergehalt <b>breiig</b> ( $I_C = 0,0-0,5$ ) von:	<b>19,7 % bis 18,4 %</b>



verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.):      Laborbearbeiter:      ausgewertet & geprüft/freigegeben: