



Stuttgart

Ulm

Aalen

Baugeologisches Gutachten

- ERWEITERTER KENNTNISSTAND: FEBRUAR 2022 -

Titel: BV Erschließung „KI-Innovationspark“ Baden-Württemberg
Gewerbegebiet „Steinäcker“
Heilbronn - Neckargartach

Auftraggeber: Stadt Heilbronn
Planungs- und Baurechtsamt
Cäcilienstraße 45
74072 Heilbronn

Stuttgart, den 20. Mai 2022

Aktenzeichen: S-20 573 be/my

Verteiler: Stadt Heilbronn, Planungs- und Baurechtsamt

2fach / 1fach pdf

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| ANLAGEN | 3 |
| QUELLEN | 4 |
| 1. VORGANG | 5 |
| 2. INGENIEURGEOLOGIE | 6 |
| 3. HYDROGEOLOGIE | 9 |
| 4. EIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE | 10 |
| 5. GRÜNDUNG | 12 |
| 5.1 GRÜNDUNG AUF STREIFENFUNDAMENTEN | 13 |
| 5.2 GRÜNDUNG AUF EINZELFUNDAMENTEN | 13 |
| 5.3 GRÜNDUNG ÜBER EINE BEWEHRTE BODENPLATTE | 13 |
| 6. GEOTECHNISCHE TRASSENBEURTEILUNG | 14 |
| 6.1 ERDPLANUM | 14 |
| 6.2 SCHOTTERTRAGSCHICHT | 14 |
| 6.3 QUALITÄTSPRÜFUNGEN | 15 |
| 6.4 EINSCHNITTE UND DÄMME | 15 |
| 7. KANALBAU | 15 |
| 7.1 BAUGRUBENBÖSCHUNG | 15 |
| 7.2 ROHRAUFLAGER | 16 |
| 7.3 GRABENVERFÜLLUNG | 16 |
| 8. DRAINAGE | 17 |
| 9. VERSICKERUNG | 18 |
| 9.1 VERSICKERUNGSERKUNDUNG AUS // | 18 |
| 9.2 VERSICKERUNGSVERSUCHE IN 2021 / 2022 | 19 |
| 10. ALTLASTEN UND ERDAUSHUB | 24 |
| 11. VORSORGEMAßNAHMEN | 26 |
| 11.1 ERDBEBEN | 26 |
| 11.2 RADON IN BADEN-WÜRTTEMBERG | 26 |
| 12. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG | 26 |
| 13. BESONDERE MAßNAHMEN UND FACHTECHNISCHE HINWEISE | 27 |
| 14. SCHLUSSBEMERKUNG | 28 |

ANLAGEN

Anlage 1 Lageplan M 1 : 5.000

Erkundungen von April 2021 /1/:

Anlage 2.1 Schwere Rammsondierung SRS 1 und Bohrung B 1
Anlage 2.2 Schwere Rammsondierung SRS 2 und geol. Abschätzung
Anlage 2.3 Schwere Rammsondierung SRS 3 und Bohrung B 3
Anlage 2.4 Schwere Rammsondierung SRS 4 und geol. Abschätzung
Anlage 2.5 Schwere Rammsondierung SRS 5 und Bohrung B 5
Anlage 2.6 Schwere Rammsondierung SRS 6 und Bohrung B 6
Anlage 2.7 Schwere Rammsondierung SRS 7 und Bohrung B 7
Anlage 2.8 Schwere Rammsondierung SRS 8 und geol. Abschätzung
Anlage 2.9 Schwere Rammsondierung SRS 9 und geol. Abschätzung
Anlage 2.10 Schwere Rammsondierung SRS 10 und geol. Abschätzung
Anlage 2.11 Schwere Rammsondierung SRS 11 und Bohrung B 11
Anlage 2.12 Schwere Rammsondierung SRS 12 und geol. Abschätzung
Anlage 2.13 Bohrungen VS 1 und VS 2
Anlage 2.14 Bohrungen VS 3 und VS 4

Erkundungen von August 2021 /2/:

Anlage 2.15 Bohrung B13
Anlage 2.16 Bohrung B14
Anlage 2.17 Bohrung B15

Erkundungen von Februar 2022:

Anlage 2.18 Schwere Rammsondierung SRS 16 und Bohrung B 16
Anlage 2.19 Schwere Rammsondierung SRS 17 und Bohrung B 17
Anlage 2.20 Schwere Rammsondierung SRS 18 und Bohrung B 18
Anlage 2.21 Schwere Rammsondierung SRS 19 und Bohrung B 19

Anlage 3.1 Geologische Profilskizzen A – A' und B – B'
Anlage 3.2 Geologische Profilskizze C – C'

Anlage 4.1 Analysenbericht Nr. AR-21-JN-004579-01 vom 10.05.2021 (5 Seiten)
Anlage 4.2 Analysenbericht Nr. B 7214 vom 12.05.2021 (9 Seiten)
Anlage 4.3 Analysenbericht Nr. B 7214-2 vom 18.05.2021 (9 Seiten)

Anlage 5.1 ff. Auswertung Versickerungstests

QUELLEN

- /1/ Geologisches Büro Dr. Behringer: Baugeologisches Gutachten – BV Erschließung Gewerbegebiet „Steinäcker“, Heilbronn-Neckargartach; S-20 573; vom 18.05.2021.
- /2/ Geologisches Büro Dr. Behringer: Bericht – BV Erschließung Gewerbegebiet „Steinäcker“, Heilbronn-Neckargartach: Bestimmung der Durchlässigkeit (kf-Wert) am Standort mittels Versickerungsversuchen („Open-End“ – Test); S-20 573; vom 09.09.2021.
- /3/ Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2232) geändert worden ist und Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 20. November 2020 (BGBl. I S. 2502) geändert worden ist.
- /4/ Aufschlussdatenbank des LGRB Freiburg: Aufschlüsse LGRB Nr. 6821-00404, 6821-02681, 6821-02682, 6821-02683 und 6821-02734.

1. VORGANG

Die Stadt Heilbronn plant die Erschließung des geplanten Gewerbegebiets „Steinäcker“ in Heilbronn-Neckargartach (vgl. Anlage 1).

Das geplante Gewerbegebiet soll mit zwei neuen, öffentlichen Straßen zzgl. Zufahrt an die ebenfalls neu geplante Umgehungsstraße im Süden angeschlossen werden.

Weiter soll das anfallende Regen- und Oberflächenwasser über eine geeignete Anlage im Untergrund versickert werden, weshalb unser Büro zusätzlich mit der Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit (k_f -Wert) der anstehenden Bodenschichten beauftragt wurde.

In einem **ersten Erkundungsschritt** im April 2021 (vgl. hierzu /1/) erfolgten am Standort zunächst insgesamt zwölf schwere Rammsondierungen (SRS 1 bis SRS 12) mit Tiefgang zwischen 5 m und 7 m, zur Charakterisierung des Baugrunds. Weiter wurden im April 2021 sechs Bohrungen zur Baugrunderkundung (B 1, B 3, B 5, B 6, B 7 und B 11) ausgeführt. Die Bohrungen erreichten einen Tiefgang von je 5 m unter Gelände. Zur Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit (k_f -Wert) wurden weitere vier Bohrungen (VS 1 bis VS 4) bis in eine für die Versickerung relevante Tiefe von je 4 m unter Gelände abgeteuft und Proben des anstehenden Bodens zur Erstellung von Siebanalysen entnommen (vgl. Abschnitt 9).

Um die hydraulische Durchlässigkeit (k_f -Wert) im Bereich der im Anschluss geplanten Sickermulden hinreichend genau zu bestimmen, wurden in einem **zweiten Erkundungsschritt** im August 2021 zwölf Versickerungsversuche (sog. „Open-End“ Tests) in 1 m bzw. 3 m Tiefe durchgeführt (vgl. hierzu /2/). Weiter wurden drei weitere Bohrungen (B 13 bis B 15) bis jeweils 5 m unter Gelände im Bereich der geplanten Sickermulden abgeteuft.

Nach der Vergabe des KI-Innovationspark Baden-Württemberg an die Stadt Heilbronn wurde das Baugebiet „Steinäcker“ diesem Projekt zugeführt und die Fläche im Osten erweitert. Zur Erkundung der Erweiterungsfläche wurde im Februar 2022 ein **dritter Erkundungsschritt** durchgeführt. Es wurden vier weitere schwere Rammsondierungen (SRS 16 bis SRS 19) mit Tiefgang zwischen 5 m und 6 m sowie vier weitere Bohrungen (B 16 bis B 19) bis 5 m unter Gelände ausgeführt. Im Bereich der geplanten Sickermulden in der Erweiterungsfläche wurden außerdem drei weitere Versickerungsversuche in 2 m Tiefe durchgeführt (vgl. Anlage 1).

Die Bohrungen wurden als Rammkernbohrungen mit einem Durchmesser von maximal 145 mm ausgeführt. Sämtliche Bohrungen, schwere Rammsondierungen und Versickerungsversuche

wurden mittels büroeigenem Bohrgerät inkl. Rammsonde von unseren Technikern durchgeführt und von den Unterzeichnern vor Ort betreut.

In den Bohrungen wurde nach Abschluss der Arbeiten außerdem eine mögliche Grundwasserführung geprüft. Die Bohrlöcher wurden nach Abschluss der Arbeiten ordnungsgemäß verfüllt.

Die **maximale Erkundungstiefe** liegt bei **ca. 166,9 m NN (Bohrung B 15 und B 19)¹**.

Die Erkundungspunkte und der Umfang wurden mit dem Auftraggeber und den Planern der BIOPLAN Ingenieurgesellschaft abgestimmt.

Weiter wurden auftragsgemäß zusätzlich fünf fremde Bohrungen / Aufschlüsse früherer Untersuchungen aus dem Baugebiet und dem Umfeld in der Aufschlusssdatenbank des LGRB Freiburg kostenpflichtig angefragt und ausgewertet /4/.

2. INGENIEURGEOLOGIE

Die ingenieurgeologische Modellvorstellung ist aus den **Anlagen 3.1 bis 3.2** zu entnehmen. Es handelt sich hier um eine Skizzierung mit Modellcharakter auf der Grundlage der hier durchgeführten Untersuchungen. Bei diesen Anlagen handelt es sich um keine Zeichnungen im technischen Sinne. Es handelt sich um eine Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort. Abweichungen im Rahmen der natürlichen geologischen Schwankungen sind also möglich.

Diese Modellvorstellung ist fachtechnische Grundlage der nachfolgenden gutachterlichen Ausarbeitung.

Allgemeine Geologie: Löß und Lößlehm, über teilweise Frankenschotter (qFR), über Resten der Grabfeld-Formation (kmGr, ehem. Gipskeuper), über Erfurt-Formation (kuE, ehem. Lettenkeuper)

Die Einteilung der Schichten / Homogenbereiche erfolgt auf Grund der ingenieurgeologisch relevanten Eigenschaften der jeweiligen Schicht bzw. des jeweiligen Bodens oder Felses

¹ Die maximale Erkundungstiefe wurde hier mit Ausnahme der Bohrungen B 13 und B14 ermittelt, da für diese Bohrungen keine Höhen vorliegen.

(= Einteilung in sogenannte Homogenbereiche nach VOB / Teil C). Die Schichtgrenzen / Grenzen der Homogenbereiche stellen teilweise auch Verwitterungsgrenzen dar.

Erläuterung zur Benennung der Homogenbereiche:

- A: Auffüllungen
- O: anmoorige Böden bzw. Böden mit erhöhtem organischem Anteil und Oberboden
- BB: bindige Böden (z. B. Tal- / Hanglehm usw.)
- BN: nichtbindige Böden (z. B. Sand, Kies usw.)
- X: Festgestein / Fels (z. B. Tonstein (auch verwittert), Kalkstein usw.)

Weiter gelten die weiterführenden Angaben im Abschnitt 13.

Die punktuellen Angaben aus Anlage 2.1 ff. sind hier räumlich und gutachterlich abgeschätzt.

Homogenbereich O1 Ackerboden

Bodenklasse: BK 1

Der Oberboden am Standort wird aus durchwurzelterm, graubraunem Ackerboden aus Lößlehm gebildet. Teilweise liegt dieser Lehm schwach humos vor. Der Oberboden wird der Bodenklasse BK 1 zugeordnet.

In den Bohrungen wurde der Homogenbereich O1 mit einer Mächtigkeit von ca. 0,3 bis 0,5 m angetroffen.

Aushub der Bodenklasse BK1 ist zu separieren und getrennt zu verwerten.

Homogenbereich BB1 Lößlehm und Verwitterungslehm, vorwiegend steif

Bodenklasse: BK 4

Der Homogenbereich BB1 wird aus gelb- bis ockerbraunem oder mittelbraunem Lößlehm und oberflächlich auch aus Verwitterungslehm und verwittertem Lößlehm gebildet. Im Übergang zum Homogenbereich BN1 am nordwestlichen Rand des Baufelds tritt zusätzlich schottriger bis stark schottriger Hanglehm auf. Der Homogenbereich BB1 liegt in vorwiegend steifer, nach unten hin teilweise auch in steifer bis halbfester Konsistenz vor und wird der Bodenklasse BK 4 zugeordnet.

In den meisten Bohrungen wurde der Homogenbereich BB1 nicht vollständig durchteuft. Nur am nordwestlichen Rand des Baufelds wurde die Unterkante des Homogenbereichs in etwa zwischen 170 m NN und 171 m NN angetroffen.

Homogenbereich BN1 Schotter, sandig, schluffig, mitteldicht

Bodenklasse: BK 3

Der Homogenbereich BN1 wird aus sandigem, schluffigen Schotter des Frankenbach-Schotters gebildet. Der Homogenbereich BN1 ist mitteldicht gelagert und wird der Bodenklasse BK 3 zugeordnet.

Der Homogenbereich BN1 wurde nur in den Erkundungspunkten VS 3 und wahrscheinlich an SRS 4, ganz am nordwestlichen Rand des Baufelds, mit einer Mächtigkeit von mindestens 2 m angetroffen. Die Oberkante des Homogenbereichs BN1 verläuft hier in etwa zwischen 170 m NN und 171 m NN.

Schichtaufbau im Umfeld

Zusätzlich wurden auf Wunsch des Auftraggebers von uns fünf Bohrungen und Schürfgruben aus der Aufschlussdatenbank des LGRB aus dem Baugebiet und direkt angrenzend ausgewertet. Die Schürfgrube (LGRB Nr. 6821-00404) stammt aus der Erkundung des Rückhaltebeckens Böllinger Höfe von 1977 und reicht bis 8 m u. GOK bzw. ca. 162,2 m NN. Drei der Bohrungen (LGRB Nr. 6821-02681, 6821-02682 und 6821-02683) wurden zur Erweiterung der Böllinger Höfe in 1991 niedergebracht und reichen bis ca. 10 m bzw. 19 m u. GOK bzw. max. bis ca. 158,2 m NN. Die letzte Bohrung (LGRB Nr. 6821-02734) stammt aus einer Baugrunderkundung 1991 im östlich angrenzenden, tiefergelegenen Industriegebiet und reicht bis 11,2 m u. GOK bzw. ca. 140,2 m NN.

Es wurde im Nordwesten des Baugebiets zum „Wächtelesgraben“ hin ca. 2 m Lößlehm, darunter ca. 4,5 m Frankenbach-Schotter über Tonsteinen des Unteren Keupers angetroffen.

Im Bereich der Böllinger Höfe wurden bis zwischen ca. 9 – 16 m Lößlehm und darunter Hanglehm, Frankenbach-Schotter, Hangschutt und Hochterrassen Sedimente angetroffen. Im Nordosten des Baugebiets wurde ab ca. 16 m u. GOK der Untere Keuper angetroffen.

Im östlich angrenzenden Industriegebiet wurden unter ca. 4,5 m feinkörnigen Talablagerungen bis ca. 11 m u. GOK eine Wechselfolge aus Ton-, Dolomit- und Sandstein des Unteren Keupers

angetroffen. In der Bohrung wurde am 27.11.1991 Grundwasser bei 1,75 m unter GOK bzw. ca. 149,7 m NN eingemessen.

3. HYDROGEOLOGIE

Bei den Erkundungsarbeiten vom 22.04. bis zum 29.04.2021, vom 23.08. bis 25.08.2021 und vom 14.02. bis 16.02.2022 wurde bis zur maximalen Erkundungstiefe von 166,9 m NN¹ **kein Grundwasser angetroffen**.

Langfristige Messungen der Grundwasserschwankungen am Standort liegen nicht vor.

In der Bohrung B 14 aus der Aufschlusssdatenbank des LGRB, die im Osten der Erweiterungsfläche abgeteuft wurde, wurde am 27.11.1991 durch das Ingenieurbüro Dr. Veas Grundwasser bei 1,75 m unter GOK bzw. ca. 149,7 m NN eingemessen. In den übrigen Bohrungen, die bis max. ca. 158,2 m NN reichen, sind keine Hinweise auf Grundwasser verzeichnet.

Ein Bemessungswasserspiegel kann nur mit Hilfe tieferer Bohrungen / Grundwassermessstellen am Standort festgelegt werden.

Somit ist für Bauvorhaben mit Tiefgang bis ca. - 3 m nicht mit drückendem Grund- und Sickerwasser zu rechnen (Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18533: W1.2-E).

In Hanglage ist außerdem mit **saisonal auftretendem Hangsickerwasser** zu rechnen (vgl. hierzu Abschnitt 8).

Für eine genauere Einschätzung des Ruhewasserspiegels und somit Bemessungswasserspiegels empfehlen wir, soweit vom Bauherrn gewünscht, eine Beobachtung des Grundwasserstands in mehreren 2"-Pegel über einen längeren Zeitraum (z. B. hydrogeologisches Winterhalbjahr) durchzuführen.

Gem. der Hochwasserrisikomanagement-Abfrage des LUBW, abgerufen am 16.05.2022, liegt das gesamte Baugebiet außerhalb von Überflutungsflächen.

4. EIGENSCHAFTEN UND BODENKENNWERTE

Für die beschriebenen Homogenbereiche können die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten, bodenmechanischen Kennwerte und Eigenschaften angesetzt werden. Die Werte sind als Bandbreite angegeben und bilden die Grundlage für die erdstatischen Berechnungen und Nachweise und sind an Hand von gutachterlichen Erfahrungen mit ähnlichen Bodenverhältnissen vergleichbarer geologischer Formationen sowie mit Laboruntersuchungen festgesetzt. Werden für die Kalkulation weitere Angaben benötigt, so bitten wir um Rücksprache.

Je nach Fragestellung ist mit uns abzustimmen, ob der untere oder obere Wertebereich anzuwenden ist.

Die Bodenklassen nach DIN 18300 sind in nachfolgender Tabelle weiterhin dargestellt, da diese unserer Erfahrung nach zur Kommunikation auf der Baustelle / für die Ausführung häufig noch Verwendung finden.

Tabelle 1: Eigenschaften und Kennwerte für Böden

| Homogenbereich (vgl. Abschnitt 2) ² | O1 | BB1 | BN1 |
|--|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| ortsübliche Bezeichnung | Ackerboden | Lößlehm und Verwitterungslehm | Schotter, sandig, schluffig |
| Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 hier: Kornkennzahlen | 73000 bis 06112 | 91000 bis 15211 | 13510 bis 01351 |
| organischer Anteil | < 6 % | -- | -- |
| Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1 | < 20 Vol.-% | < 10 Vol.-% | < 10 Vol.-% |
| Kohäsion nach DIN 18137 | 2 kN/m ² | 6 – 12 kN/m ² | 1 – 3 kN/m ² |
| undrainierte Scherfestigkeit | 20 kN/m ² | 80 – 120 kN/m ² | -- |
| Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 | 25 – 40 % | 15 – 35 % | < 15 % |
| Konsistenz | weich | vorw. steif | -- |
| Plastizitätszahl I _p nach DIN EN ISO 17892-12 | 10 – 25 % | 5 – 35 % | -- |
| Konsistenzzahl I _c nach DIN EN ISO 17892-12 | 0,5 – 0,8 | 0,7 – 1,0 | -- |
| Lagerungsdichte | -- | -- | mitteldicht |
| Dichte nach DIN 18125-2 | 1,4 – 1,8 g/cm ³ | 1,8 – 2 g/cm ³ | 1,7 – 2,0 g/cm ³ |
| Bodengruppe nach DIN 18196 | UM / TM; tw. OU / OT | UM / TM | GW / GU |
| Bodenklasse nach DIN 18300 | BK 1 | BK 4 | BK 3 |
| Frostklasse nach ZTVE-StB | F 3 | F 3 | F 1 – 2 |
| Wichte γ | 16,5 kN/m ³ | 18,5 – 19,5 kN/m ³ | 17,5 – 2,0 kN/m ³ |
| Reibungswinkel φ | 17,5 – 22,5° | 25 – 27° | 32,5 – 35° |
| Steifemodul E _s | -- | 6 – 8 MN/m ² | 60 – 80 MN/m ² |
| Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130-1 | durchlässig | schwach durchlässig | stark durchlässig |

² Es gelten die zusätzlichen Angaben im Text. Auf Wunsch unserer Kunden werden die Bodenklassen nach DIN 18300 weiterhin aufgeführt. Dies führt in der Baupraxis zu einer gewohnten Charakterisierung des Baugrunds gegenüber den neuen Homogenbereichen in der VOB 2016.

5. GRÜNDUNG

Nachfolgend sind auf Wunsch des Auftraggebers Gründungsvarianten für einfache, übliche Bauwerke zur Orientierung aufgeführt. Für jedes Bauwerk muss jedoch stets eine nach DIN EN 1997-2 auf den Einzelfall abgestimmte, eigene Erkundung zur Dimensionierung der Gründung durchgeführt werden. Die auftragsgemäß ausgeführte maximale Erkundungstiefe ist für einen Geotechnischen Bericht für Gebäude hier in der Regel nicht ausreichend. Unsere Aussagen beschränken sich daher auf die jeweilige maximale Erkundungstiefe.

Ingenieurgeologische Inhomogenitäten – soweit bekannt – sind hier mit berücksichtigt.

Bei den nachfolgenden Gründungsvorschlägen handelt es sich um beispielhafte Gründungsvarianten. Ob diese Gründungsformen für die geplanten Gebäude möglich sind, kann nur nach einer separaten Baugrunderkundung nach DIN EN 1997-2 für den Einzelfall beurteilt werden. Die tatsächliche Ausführung der Gründung (z. B. Flachgründung, Pfahlgründung, o. Ä.) ist an Hand des tatsächlichen geplanten Gebäudes, der separaten Baugrunderkundung sowie der anfallenden Lasten durch den Tragwerksplaner / Planer in Abstimmung mit dem Geologen festzulegen.

Die Gründung zukünftig geplanter, einfacher Bürogebäude und Hallen kann – **soweit es die Lasten erlauben** und bei gegebenem Kenntnisstand – als Flachgründung über Streifen- und Einzelfundamente auf bzw. im Homogenbereich BB1 erfolgen (vgl. Abschnitt 5.1 und 5.2). Ggf. ist die im Folgenden genannte Einbindetiefe bis zum Antreffen der Oberkante des Homogenbereichs BB1 zu erhöhen.

Ggfs. wäre die Gründung zukünftig geplanter Gebäude über eine bewehrte Bodenplatte möglich (vgl. Abschnitt 5.3).

Unter Hallen ist außerdem je nach geplanter Nutzung voraussichtlich eine Bodenverbesserung und / oder ein Bodenaustausch von insgesamt mind. 0,8 – 1,2 m Mächtigkeit vorzusehen.

5.1 Gründung auf Streifenfundamenten

Für eine Gründung auf Streifenfundamenten **im Homogenbereich BB1** (Höhenlage vgl. Anlage 3.1 bis 3.2) mit einer **Einbindetiefe von insgesamt mindestens 0,8 m** können allgemein zur Vordimensionierung / Orientierung folgende Werte herangezogen werden. Zwischen den Fundamentbreiten darf linear interpoliert werden. Eine separate, bauwerksbezogene Baugrunderkundung ist vorzunehmen.

| Fundamentbreite | aufnehmbarer Sohldruck ³ | Last / m | Setzung s |
|-----------------|-------------------------------------|----------|-----------|
| 0,8 m | 110 kN/m ² | 85 kN | ca. 2 cm |
| 1,0 m | 100 kN/m ² | 100 kN | ca. 2 cm |
| 1,2 m | 90 kN/m ² | 105 kN | ca. 2 cm |

5.2 Gründung auf Einzelfundamenten

Für eine Gründung auf Einzelfundamenten **im Homogenbereich BB1** (Höhenlage vgl. Anlage 3.1 bis 3.2) mit einer **Einbindetiefe von insgesamt mindestens 1 m** können allgemein zur Vordimensionierung / Orientierung folgende Werte herangezogen werden. Zwischen den Fundamentbreiten darf linear interpoliert werden. Eine separate, bauwerksbezogene Baugrunderkundung ist vorzunehmen.

| Fundamentgröße | aufnehmbarer Sohldruck ³ | Last | Setzung s |
|--------------------------|-------------------------------------|--------|-----------|
| 1,5 x 1,5 m ² | 130 kN/m ² | 290 kN | ca. 2 cm |
| 2 x 2 m ² | 105 kN/m ² | 420 kN | ca. 2 cm |
| 2,5 x 2,5 m ² | 90 kN/m ² | 560 kN | ca. 2 cm |
| 3 x 3 m ² | 75 kN/m ² | 675 kN | ca. 2 cm |

5.3 Gründung über eine bewehrte Bodenplatte

Angaben zur Gründung über eine bewehrte Bodenplatte können objektbezogen auf Anfrage von uns erarbeitet werden.

³ Die Bestimmung des aufnehmbaren Sohldrucks erfolgt nach DIN 1054:2005. Früher: "zulässige Bodenpressung". Hierbei handelt es sich somit um charakteristische Werte. Sollten die Werte des Sohlwiderstands nach EC7 benötigt werden, ist Rücksprache mit dem Unterzeichner zu halten.

6. GEOTECHNISCHE TRASSENBEURTEILUNG

6.1 Erdplanum

Der Abtrag und Einbau von Oberboden (**Homogenbereich O1**) ist gesondert von anderen Bodenbewegungen auszuführen. Im Bereich der geplanten Straßen ist der Oberboden flächig abzutragen.

Das Erdplanum wird voraussichtlich im gesamten Baugebiet im anstehenden, steifen Lößlehm (**Homogenbereich BB1**) liegen.

Bei den hier anstehenden, bindigen Böden im Bereich des Erdplanums ist zu beachten, dass darauf in der Regel ein E_{V2} – Modul von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden muss. Dies wird ohne **Bodenverbesserung** im Allgemeinen nicht erreicht. Daher empfehlen wir für den geplanten Neu- bzw. Umbau der Straßen eine Bodenverbesserung (z. B. mit Kalkzement Dorosol C30 – C50 oder Vergleichbares; ca. 25 kg/m^2 auf 0,4 m Tiefe) oder einen **Bodenaustausch** auf einer Höhe von mindestens 0,4 m bei der Ausschreibung zu berücksichtigen.

Auf eine Bodenverbesserung kann dann verzichtet werden, wenn in einem repräsentativen Probefeld das vorgegebene E_{V2} – Modul erreicht wird.

Alternativ kann auf dem Erdplanum ein Geogitter mit Vlies (z. B. Tensar Triax TX 170 oder Vergleichbares) zur Stabilisierung aufgebracht werden.

6.2 Schottertragschicht

Für den Aufbau der Schottertragschicht empfehlen wir weit gestuftes, gut verdichtbares Schottermaterial zu verwenden (Bodengruppe: GW; z. B. 0 / 45 mm). Der Einbau und die Verdichtung sollen lagenweise á maximal 40 cm erfolgen.

Die genauen Anforderungen an die Schottertragschicht sind an Hand der Bauklasse durch den Planer festzulegen. Sollte die Schottertragschicht ebenso als Frostschuttschicht wirken, darf der Feinanteil ($< 0,063 \text{ mm}$) in der Tragschicht 5 Masse-% nicht überschreiten.

6.3 Qualitätsprüfungen

Als Qualitätsprüfungen empfehlen wir hier statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 oder dynamische Plattendruckversuche auf der Schottertragschicht auszuführen.

Nach ZTV E-StB ist bei kommunalen Straßen mindestens eine Prüfung je 2000 m², mindestens jedoch alle 100 m, auszuführen.

Beim vorliegenden Erschließungsgebiet empfehlen wir mindestens acht statische Plattendruckversuche auf dem Erdplanum sowie auf der Schottertragschicht auszuführen.

Für die Schottertragschicht muss in der Regel ein E_{V2} -Modul $> 100 \text{ MN/m}^2$ oder $> 120 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Die genauen Anforderungen an die Schottertragschicht sind an Hand der Bauklasse durch den Planer festzulegen.

6.4 Einschnitte und Dämme

Bei der Planung und Herstellung von Einschnitten und Dämmen sind die aktuell gültigen Vorschriften insbesondere der ZTV E-StB 17 zu beachten. Die weitere Planung fällt nicht in unser Gewerk.

7. KANALBAU

Für die Verlegung von Leitungen und Hausanschlüssen empfehlen wir Folgendes.

7.1 Baugrubenböschung

Baugrubenböschungen mit einer Höhe von bis zu 1,25 m (z. B. zur Leitungsverlegung) dürfen nach DIN 4124 ohne weiteren Nachweis senkrecht geböscht werden. Hierbei muss ein lastfreier Abstand auf der Böschungsschulter von 0,6 m gewährleistet werden.

Bei Böschungshöhen zwischen 1,25 m und 1,75 m muss mit Saumbohle bzw. Teilverbau oder abgeböschter Kante gesichert werden, auch hier ist der lastfreie Streifen von 0,6 m zu gewährleisten.

Baugrubenböschungen $> 1,75 \text{ m}$ bis ca. 3 m Tiefe dürfen auf Bauzeit mit einem Winkel von maximal **60°** hergestellt werden. Die Böschungsschulter muss mind. 2 m lastfrei ausgebildet sein. Schwere Lasten (z.B. Baukran) müssen entsprechend von der Grube entfernt aufgestellt werden.

Eine Böschung nach DIN 4124 von 60° in mindestens steifen, bindigen Böden von 3 m **bis 5 m Tiefe** ohne Nachweis kann hier aufgrund der auftragsgemäß geringen Erkundungstiefe nur nach Begutachtung der Böschung durch den Geologen vor Ort ausgeführt werden.

Darüber hinaus gelten die Vorgaben der DIN 4124.

Sollte die Böschungsgestaltung gemäß o. g. Vorgaben auf Grund von Grenzabständen, Nachbarbebauung o. Ä. nicht möglich sein oder Böschungshöhen über 3 m anfallen, ist eine Sicherung einzuplanen (z. B. Grabenverbaugerät, Kanaldielen und dergleichen). Ggf. ist Rücksprache mit uns oder einem Verbaustatiker zu halten.

7.2 Rohraufleger

Gem. ZTV E-StB 17 soll die Grabensohle eben und frei von Aushubboden sein. Die Grabensohle darf nicht aufgelockert oder aufgeweicht vorliegen. Bei aufgelockerter oder aufgeweichter Grabensohle muss ein Bodenaustausch vorgenommen werden. Hierfür wäre weit gestuftes, gut verdichtbares Schottermaterial (Bodengruppe nach DIN 18196: GW / GI, z. B. 0 / 45 mm) zu verwenden. Der Einbau und die Verdichtung sollen dann lagenweise á max. 40 cm erfolgen.

Das Rohraufleger der geplanten Leitungen ist unter Berücksichtigung der aktuell gültigen Vorschriften und Normung (DIN EN 1610, DWA-A 139 u. a.) vom Planer in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers zu dimensionieren.

7.3 Grabenverfüllung

Die Grabenverfüllung kann mit Aushubmaterial vom Standort erfolgen. Da es sich hierbei jedoch um nur schwer verdichtbares, bindiges Bodenmaterial handelt (V3 Boden), muss das bindige Bodenmaterial beim Einbau bodenverbessert werden (z. B. mit Kalkzement Dorosol C30 – C50 oder Vergleichbares; ca. 25 kg/m² auf 0,4 m Tiefe). Die Bodenverbesserung sowie der Einbau und die Verdichtung müssen dann lagenweise á maximal 40 cm erfolgen.

Alternativ kann die Grabenverfüllung mit weit gestuftem, gut verdichtbarem Schottermaterial erfolgen (Bodengruppe: GW; z. B. 0 / 45 mm). Der Einbau und die Verdichtung sollen lagenweise á maximal 40 cm erfolgen.

8. DRAINAGE

Bei Bauteilen, die in den Untergrund eingreifen, wie Keller, Untergeschosse, Tiefgaragen oder hangseitig eingebundene Gebäudeteile, wird eine Drainage zur Ableitung von Sickerwasser empfohlen.

In schwach durchlässigen Böden (z. B. UL; geschätzter k_f -Wert: 1×10^{-6} bis 1×10^{-8} m/s) soll anfallendes Stau- und Sickerwasser nach DIN 4095 mit Hilfe einer Drainage dauerhaft abgeleitet werden. Zusätzlich ist das Untergeschoss gegen nicht drückendes Sickerwasser abzudichten.

Auf eine kapillarbrechende Schicht mindestens á 20 cm (Bodengruppe: GW nach DIN 18196 bzw. weitgestufter Schotter; z. B. 8 / 56 mm) unterhalb der Bodenplatte wird hingewiesen.

Weiter soll nach DIN 4095 bei Gebäuden mit einer überbauten Fläche > 200 m² eine Flächendrainage vorgesehen werden.

Für nicht unterkellerte Gebäude wird aus ingenieurgeologischer Sicht hingegen keine Drainage benötigt.

Eine Drainage muss dauerhaft funktionstüchtig ausgebildet sein. Entsprechende Zugänge für eine regelmäßige Wartung sind vorzusehen. Die Tiefenlage der Drainage muss so gewählt werden, dass das Untergeschoss nicht durchfeuchtet wird. Alternativ kann auf eine Drainage verzichtet werden, wenn das Untergeschoss gegen drückendes Grund- und Sickerwasser abgedichtet wird (z. B. durch Errichtung in WU-Beton).

Darüber hinaus gelten die Vorgaben der DIN 4095.

Eine geordnete Ableitung von Hof- und Dachwasser bleibt davon unberührt.

Die Funktion eventuell bestehender Drainagestränge ist zu erhalten. Diese sind ggf. funktionstüchtig umzuleiten.

Zur Durchlässigkeit der Böden siehe Abschnitt 4.

9. VERSICKERUNG

9.1 Versickerungserkundung aus /1/

Im Zuge der Erkundungen zu unserem baugelologischen Gutachten vom 18.05.2021 /1/ wurden aus den Bohrungen **VS 1 bis VS 4 Bodenmischproben** entnommen und der Durchlässigkeitsbeiwert k_f repräsentativ für die Homogenbereiche BB1 und BN1 anhand der **Kornverteilung** bzw. nach DIN 18130-1 bestimmt (vgl. Anlage 4.2 f.).

Zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit am Standort wurde im Zuge der Erkundungen zu /1/ aus den Bohrungen VS 1 bis VS 4 aus dem anstehenden, standorttypischen Lößlehm (VS 1, VS 2 und VS 4) und dem anstehenden Frankenbach-Schotter (VS 3) an insgesamt vier Mischproben aus dem Tiefenbereich zwischen 1,5 m und 4 m unter GOK die Korngrößenverteilung durch Trockensiebung und/oder Schlämmung nach DIN 18123-5 bestimmt (vgl. Anlage 4.1). Der Durchlässigkeitsbeiwert k_f wurde bei der Probe „MP VS 3 1,5-4 m“ anhand der Kornverteilung nach Seiler abgeleitet und bei den Proben „MP VS 1 1,5–4 m“, „MP VS 2 1,5–4 m“ und „MP VS 4 1,5–4 m“ gem. DIN 18130-1 bestimmt (vgl. Anlage 4.1 und 4.2). Folgende Durchlässigkeitsbeiwerte wurden ermittelt:

- MP VS 1 1,5 – 4 m: $k_f = 1,1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
- MP VS 2 1,5 – 4 m: $k_f = 1,3 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
- MP VS 3 1,5 – 4 m: $k_f = 1,6 \times 10^{-2} \text{ m/s}$
- MP VS 4 1,5 – 4 m: $k_f = 6,8 \times 10^{-9} \text{ m/s}$

Nach Anhang B des Arbeitsblatts DWA-A 138 muss ein durch Sieblinienauswertung bestimmter Durchlässigkeitsbeiwert zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes mit dem Korrekturfaktor 0,2 und ein durch Permeameterversuche nach DIN18130-1 bestimmter Durchlässigkeitsbeiwert mit dem Korrekturfaktor 1 korrigiert werden. Daher wurde vorläufig empfohlen, für die anstehenden, standorttypischen Böden (Homogenbereiche BB1 und BN1) am Standort folgende (mittlere) Durchlässigkeitsbeiwerte unter Berücksichtigung des jeweiligen Korrekturfaktors zur Dimensionierung der Versickerung zu Grunde zu legen:

Homogenbereich BB1 (Lößlehm): Bemessungs- k_f -Wert = $4 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Homogenbereich BN1 (Frankenbach-Schotter): Bemessungs- k_f -Wert = $3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Anhand des ermittelten Bemessungs- k_f -Werts sind die **Bodenschichten im Homogenbereich BB1 in den Untersuchungspunkten VS 1, VS 2 und VS 4** gem. DIN 18130-1 (1998-05) als **schwach durchlässig** einzustufen und liegen damit gem. Arbeitsblatt DWA-A 138 **außerhalb des**

entwässerungstechnisch relevanten Bereichs für eine Versickerung von Regen- und Oberflächenwasser.

Die **Bodenschichten im Homogenbereich BN1 im Untersuchungspunkt VS 3** sind entsprechend als **stark durchlässig** einzustufen und liegen gem. Arbeitsblatt DWA-A 138 **am oberen Rand knapp außerhalb des entwässerungstechnisch relevanten Bereichs für eine Versickerung von Regen- und Oberflächenwasser**. Um eine Beeinträchtigung der Grundwasserqualität am Standort zu verhindern wäre hier daher auf eine ausreichende Verweilzeit in der ungesättigten Bodenzone zur Abreinigung des zu versickernden Wassers zu achten, z.B. über einen Versickerungsteich mit zusätzlicher belebter Bodenzone.

9.2 Versickerungsversuche in 2021 / 2022

Zur weiteren Dimensionierung der geplanten Retentions- und Kaskadenmulden wurde unser Büro mit der Durchführung von **Versickerungsversuchen** zur Ermittlung der hydraulischen Durchlässigkeit (kf-Wert) der anstehenden Bodenschichten an den jeweiligen geplanten Standorten der Versickerungsanlagen beauftragt. Es wurde die Versickerungsfähigkeit am Standort mittels instationärem Auffüllversuch im nach unten offenen Bohrloch (sog. „Open-End“ Test) in zwölf Versuchen (VS 5 bis VS 16) zwischen dem 23.08 und 25.08.2021 in 1 m bzw. 3 m Tiefe (vgl. hierzu /2/) und nach BPlan-Änderung in weiteren drei Versuchen (VS 17 bis VS 19) am 16.02.2022 in 2 m Tiefe auftragsgemäß untersucht (vgl. Anlage 1 und 5).

Zur Berechnung der hydraulischen Durchlässigkeit an den Untersuchungspunkten wurde jeweils ein Auffüllversuch im nach unten offenen Bohrloch, sog. „Open-End“ Test mit instationären Strömungsverhältnissen durchgeführt.

Hierzu wurde zunächst pro Untersuchungspunkt eine Bohrung bis in eine Tiefe 1 m bzw. 2 m bzw. 3 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft, die Bohrlöcher zur seitlichen Abdichtung mit nach unten offenen 4“- bzw. 5“-PVC-Vollrohren bestückt und diese mit Wasser aufgefüllt.

Im Anschluss wurde die versickerte Wassermenge anhand des Wasserstands im Bohrloch in kontinuierlichen Zeitabständen gemessen und dokumentiert.

Die Auswertung der „Open-End“ Tests zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit (kf-Wert) des Untergrunds in der entsprechenden Tiefe erfolgte mittels USBR-Verfahren über folgende Formel:

$$k_f = (r_{BI} / 4 \times t) \times \ln (h_{s1} / h_{s2}) \quad [1]$$

mit:

| | |
|--------------------|--|
| k_f : | Durchlässigkeitsbeiwert [m/s] |
| r_{BI} : | Bohrlochradius [m] |
| t : | Zeitspanne seit Auffüllung [s] |
| h_{s1}, h_{s2} : | Höhe der aufgestauten Wassersäule im Bohrloch zum Zeitpunkt der Auffüllung bzw. zum Versuchsende |

Die Anhand der Versickerungsversuche ermittelten Durchlässigkeiten (k_f -Werte) an den einzelnen Versuchspunkten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt (vgl. Anlage 5.1 ff.).

Die Anhand der Versickerungsversuche ermittelten Durchlässigkeiten (k_f -Werte) an den einzelnen Versuchspunkten sind in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2: Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte k_f in den Untersuchungsarealen

| Untersuchungs- punkt (vgl. Anlage 1) ⁴ | Tiefe [m u GOK] | Durchlässigkeits- beiwert k_f [m/s] | Durchlässigkeits- bereich nach DIN 18 130-1 | Ingenieurgeologische Zusammensetzung in Bohrendtiefe |
|---|-----------------------|--|---|--|
| 1 Kaskadenmulden | | | | |
| VS 5 | 1,0 | ca. $8,3 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 6 | 1,0 | ca. $6,3 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 7 | 1,0 | ca. $6,1 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| 2 Versickerungsbecken | | | | |
| VS 8 | 3,0 | ca. $2,6 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 9 | 3,0 | ca. $6,2 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 10 | 3,0 | ca. $5,0 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| 3 Kaskadenmulden | | | | |
| VS 11 | 1,0 | ca. $2,4 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 12 | 1,0 | ca. $4,2 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| 4 Retentionsmulden | | | | |
| VS 13 | 1,0 | ca. $1,1 \times 10^{-7}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 14 | 1,0 | ca. $1,1 \times 10^{-7}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 15 | 1,0 | ca. $1,6 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| 5 Retentionsmulden | | | | |
| VS 16 | 1,0 | ca. $6,7 \times 10^{-8}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| östliche Erweiterungsfläche | | | | |
| VS 17 | 2,0 | ca. $2,1 \times 10^{-7}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 18 | 2,0 | ca. $4,4 \times 10^{-7}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |
| VS 19 | 2,0 | ca. $1,2 \times 10^{-7}$ | schwach durchlässig | Lößlehm (Schluff, Ton) |

Nach Arbeitsblatt DWA-A 138 (Anhang B, Tabelle B.1) soll zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes die durch Feldmethoden ermittelte Durchlässigkeit mit einem Korrekturfaktor von 2 multipliziert werden.

Die so ermittelten Bemessungs- k_f -Werte der jeweiligen geplanten Standorte der Versickerungsanlagen im Tiefenbereich von 1 m bzw. 3 m unter GOK sind in Tabelle 3 dargestellt.

⁴ Zur Lage / Benennung der ehem. geplanten o.g. Versickerungsanlagen 1 – 5 siehe Lageplan (Anlage 1) aus /2/.

Tabelle 3: Bemessungs- k_f -Werte

| Standort | Mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s] | Bemessungs- k_f -Wert (Korrektur gem. DWA A-138) [m/s] |
|-----------------------------|---|--|
| 1 Kaskadenmulden | $6,9 \times 10^{-8}$ | ca. $1,4 \times 10^{-7}$ |
| 2 Versickerungsbecken | $4,6 \times 10^{-8}$ | ca. $9,2 \times 10^{-8}$ |
| 3 Kaskadenmulden | $3,3 \times 10^{-8}$ | ca. $6,6 \times 10^{-8}$ |
| 4 Retentionsmulden | $8,1 \times 10^{-8}$ | ca. $1,6 \times 10^{-7}$ |
| 5 Retentionsmulden | $6,7 \times 10^{-8}$ | ca. $1,3 \times 10^{-7}$ |
| östliche Erweiterungsfläche | $2,5 \times 10^{-7}$ | ca. $5,1 \times 10^{-7}$ |

Anhand der ermittelten Bemessungs- k_f -Werte sind die **Bodenschichten in allen Arealen** gem. DIN 18130-1 (1998-05) als **schwach durchlässig** einzustufen und liegen damit gem. Arbeitsblatt DWA-A 138 **außerhalb des entwässerungstechnisch relevanten Bereichs für eine Versickerung von Regen- und Oberflächenwasser**. Gem. Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich in etwa bei einem k_f -Wert zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-6} m/s.

Am geplanten Gewerbegebiet „Steinäcker“ in Heilbronn-Neckargartach wurde der Durchlässigkeitsbeiwert k_f der anstehenden Bodenschichten im Bereich der fünf geplanten Versickerungsanlagen anhand von Versickerungsversuchen ermittelt.

Folgendes ist hier festzuhalten:

- In den Untersuchungspunkten 1 Kaskadenmulden, 2 Versickerungsbecken, 4 Retentionsmulden und östliche Erweiterungsfläche wurden je drei, im Untersuchungspunkt 3 Kaskadenmulden wurden zwei und im Untersuchungspunkt 5 Retentionsmulden wurde ein Versickerungsversuch im Tiefenbereich ab 1 m (VS 5 – VS 7 und VS 11 – VS 16) bzw. 2 m (VS 17 – VS 19) bzw. 3 m (VS 8 – VS 10) unter Gelände durchgeführt (vgl. Anlage 1).
- In der für die Versickerung geplanten Tiefe in allen abgestimmten Untersuchungspunkten wurde der Homogenbereich BB1 (Lößlehm) angetroffen.
- Anhand der Untersuchungsergebnisse ergaben sich hier Bemessungs- k_f -Werte von ca. $5,1 \times 10^{-7}$ bis $6,6 \times 10^{-8}$ m/s. Der Untergrund im Bereich aller Versickerungsversuche ist somit nach DIN 18130-1 (1998-05) als **schwach durchlässig** einzustufen.

- **Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 liegt der Bemessungs- k_f -Wert am Standort aller untersuchten Versickerungsanlagen nicht im entwässerungstechnisch relevanten Bereich.**

Zusammenfassend, anhand des, über die hier beschriebenen Versickerungsversuche, ermittelten Kenntnisstandes, wird eine Versickerung von Regen- und Oberflächenwasser am Standort aus hydrogeologischer Sicht als schwierig eingestuft.

Sollte dennoch eine Versickerung von Regen- und Oberflächenwasser geplant sein, so empfehlen wir folgendes zu beachten:

- Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Bodenschichten wird die Versickerung nur sehr langsam erfolgen.
- Es ist daher auf eine **ausreichend große Rückhaltekapazität** der Versickerungsanlagen zu achten, z.B. über einen Versickerungsteich oder eine Rigole mit speziellen Rigolenfüllkörpern (z.B. Rigofill). Wir empfehlen mindestens das 1,5- bis 2-fache Volumen des örtlichen Bemessungsregen als Rückhaltekapazität einzuplanen.
- Bei den Versickerungsanlagen ist generell ein **Mindestabstand von 4 m zu unterkellerten und von 2 m zu nicht unterkellerten Gebäuden** einzuhalten. Ein **Notüberlauf** ist stets mit einzuplanen.
- Es wird empfohlen die Versickerungsanlagen nach Errichtung einem ausreichend dimensioniertem **Belastungstest** zu unterziehen. Sollte dieser negativ ausfallen wäre eine Erweiterung der Anlagen oder z.B. zusätzliche Rigolenfüllkörper einzuplanen.

Darüber hinaus gelten die Vorgaben der Stadt Heilbronn. Über die Genehmigungsfähigkeit einer Versickerungsanlage am Standort entscheidet die Stadt Heilbronn.

10. ALTLASTEN UND ERDAUSHUB

Von unserer Seite wurden zwei **Mischproben (MP 0-1m und MP 1-3 m)** aus den Bohrungen entnommen und zur besseren Einschätzung der Verwertbarkeit eventuellen Aushubs nach **VwV Boden Baden-Württemberg** untersucht.

Die hier untersuchten, repräsentativen Bodenproben von **0-1 m** und **1-3 m** weisen gemäß vorliegender Analyseergebnisse **in beiden Mischproben** einen **geringen Stoffgehalt** auf und können daher als **Z0-Material** eingestuft werden (vgl. Tabelle 4 und Anlage 4.1).

Z0-Boden mit dieser Zusammensetzung kann uneingeschränkt verwertet werden.

Für die Verwertung / Entsorgung des Bodens empfehlen wir, folgende **Alternativpositionen** im LV auszupreisen bzw. bei der Kalkulation zumindest für Teilbereiche des Aushubs zu berücksichtigen:

- Beprobungsfläche zur Haufwerksbildung und -beprobung für bis zu 15 Arbeitstage
- Verwertung von Erdaushub und / oder Bauschutt als Z1.1-Material; anteilig 10 % des Aushubs
- Entsorgung des Aushubs auf einer normalen Erddeponie der Klasse DK0 oder einer genehmigten Abreinigungs- / Entsorgungsanlage; anteilig 10 % des Aushubs (nur alternative Preisabfrage im Vorfeld)

Alternativ ist für die Verwertung eventuell eine Vorabbeprobung des Aushubs im Schurf in Abstimmung mit dem Erdbauer möglich (z. B. ca. 1 Schurf mit Analyse pro 500 m³ Erdaushub).

Soweit möglich, kann dieses Material kostenneutral vor Ort verwertet werden.

Tabelle 4: Auswertung Mischproben MP 0-1 m und MP 1-3 m nach VwV Boden
zu Analysenbericht Nr. AR-21-JN-004579-01 vom 10.05.2021

| Bezeichnung | Einheit | MP 0-1 m | MP 1-3 m | Z0 Lehm/ Schluff | Z1.1 | Z1.2 | Z2 |
|---|----------|-----------|-----------|---------------------|-----------|--------|----------|
| Probennummer | | 021085280 | 021085281 | | | | |
| Anzuwendende Klasse(n): | | Z0 | Z0 | | | | |
| Anionen aus der Originalsubstanz | | | | | | | |
| Cyanide, gesamt | mg/kg TS | < 0,5 | < 0,5 | | 3 | 3 | 10 |
| Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01 | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg TS | 13,6 | 8,7 | 15 | 45 | 45 | 150 |
| Blei (Pb) | mg/kg TS | 21 | 12 | 70 | 210 | 210 | 700 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg TS | 0,2 | < 0,2 | 1 | 3 | 3 | 10 |
| Chrom (Cr) | mg/kg TS | 45 | 25 | 60 | 180 | 180 | 600 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg TS | 22 | 12 | 40 | 120 | 120 | 400 |
| Nickel (Ni) | mg/kg TS | 42 | 25 | 50 | 150 | 150 | 500 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg TS | < 0,07 | < 0,07 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 5 |
| Thallium (Tl) | mg/kg TS | 0,2 | < 0,2 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 7 |
| Zink (Zn) | mg/kg TS | 69 | 40 | 150 | 450 | 450 | 1500 |
| Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz | | | | | | | |
| EOX | mg/kg TS | < 1,0 | < 1,0 | 1 | 3 | 3 | 10 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 | mg/kg TS | < 40 | < 40 | | 300 | 300 | 1000 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg TS | < 40 | < 40 | 100 | 600 | 600 | 2000 |
| BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz | | | | | | | |
| Summe BTEX | mg/kg TS | (n. b.) | (n. b.) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| LHKW aus der Originalsubstanz | | | | | | | |
| Summe LHKW (10 Parameter) | mg/kg TS | (n. b.) | (n. b.) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PAK aus der Originalsubstanz | | | | | | | |
| Benzo[a]pyren | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 | 0,3 | 0,9 | 0,9 | 3 |
| Summe 16 EPA-PAK exkl. BG | mg/kg TS | (n. b.) | (n. b.) | 3 | 3 | 9 | 30 |
| PCB aus der Originalsubstanz | | | | | | | |
| Summe 6 DIN-PCB exkl. BG | mg/kg TS | (n. b.) | (n. b.) | 0,05 | 0,15 | 0,15 | 0,5 |
| Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01 | | | | | | | |
| pH-Wert | | 8,4 | 8,8 | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 | 6 - 12 | 5,5 - 12 |
| Leitfähigkeit bei 25°C | µS/cm | 103 | 71 | 250 | 250 | 1500 | 2000 |
| Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01 | | | | | | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | < 1,0 | < 1,0 | 30 | 30 | 50 | 100 |
| Sulfat (SO ₄) | mg/l | 4,2 | 1,4 | 50 | 50 | 100 | 150 |
| Cyanide, gesamt | µg/l | < 5 | < 5 | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01 | | | | | | | |
| Arsen (As) | µg/l | < 1 | 1 | | 14 | 20 | 60 |
| Blei (Pb) | µg/l | < 1 | 1 | | 40 | 80 | 200 |
| Cadmium (Cd) | µg/l | < 0,3 | < 0,3 | | 1,5 | 3 | 6 |
| Chrom (Cr) | µg/l | < 1 | 1 | | 12,5 | 25 | 60 |
| Kupfer (Cu) | µg/l | < 5 | < 5 | | 20 | 60 | 100 |
| Nickel (Ni) | µg/l | < 1 | < 1 | | 15 | 20 | 70 |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | < 0,2 | < 0,2 | | 0,5 | 1 | 2 |
| Zink (Zn) | µg/l | < 10 | < 10 | | 150 | 200 | 600 |
| Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01 | | | | | | | |
| Phenolindex, wasserdampfflüchtig | µg/l | < 10 | < 10 | 20 | 20 | 40 | 100 |

n.b. : nicht berechenbar

11. VORSORGEMAßNAHMEN

11.1 Erdbeben

Das Baufeld liegt außerhalb von Erdbebenzonen.

11.2 Radon in Baden-Württemberg

Gemäß der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /3/ wurden in **Baden-Württemberg** zum 15.06.2021 von der zuständigen Landesbehörde Vorsorgegebiete ausgewiesen, in denen eine besondere Pflicht zum Radonschutz sowie zur Überwachung gilt.

Die Stadt Heilbronn liegt nach derzeitigem Kenntnisstand **außerhalb der in Baden-Württemberg ausgewiesenen Vorsorgegebiete** (Stand: Juni 2021).

Des Weiteren gilt die im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) §123 vorgeschriebene Pflicht des vorbeugenden Radonschutzes für alle Neubauten. Diese Pflicht gilt außerhalb der o.g. Gebiete als erfüllt, wenn die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten werden /3/.

Derzeit liegen uns also keine Hinweise auf eine unverträgliche Radonanomalie im Baugebiet vor.

Falls vom jeweiligen Bauherrn dennoch gewünscht, können wir Radonmessungen im Boden anbieten.

12. HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG

Aus geotechnischer Sicht stellt der Straßenaufbau, der über dem Grundwasserspiegel ausgeführt wird, eine Baumaßnahme dar, die als Standardsituation in herkömmlicher Bauweise durchzuführen ist.

Die Mindestanforderungen für den Verdichtungsgrad D_{Pr} an den Untergrund sind nach ZTVE-StB 17 einzuhalten. Hierzu sind auch das Merkblatt für die Bodenverbesserung und Bodenverfestigung mit Kalken sowie das Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund zu beachten (Merkblätter in der jeweils gültigen Fassung).

Für die Prüfung der Güteeigenschaften von mit Bindemittel verfestigten Böden gelten die nach den Technischen Vorschriften und Richtlinien für die Ausführung von Bodenverfestigungen im Straßenbau TVV erforderlichen Eignungs-, Eignungsüberwachungs- und Kontrollprüfungen.

Die Qualität der so technisch bearbeiteten Oberfläche des Untergrundes (Planum) ist durch statische, eventuell auch dynamische Lastplattendruckversuche (vor Ort) nachzuweisen.

13. BESONDERE MAßNAHMEN UND FACHTECHNISCHE HINWEISE

Für die Kalkulation und für die spätere Bauausführung sind vom AG und vom AN (GU) folgende wichtige Hinweise zu berücksichtigen:

- Langfristige Beobachtungen des maximalen Grundwasserspiegels liegen uns nicht vor. Weiter gelten die Angaben aus Abschnitt 3. Bei Bedarf wären Grundwassermessstellen zu errichten.
- Bindige Böden können durch Nässe in ihrer **Konsistenz** verändert werden. Steife Böden können sich dadurch kurzfristig in weiche, bis zu breiige Konsistenz (Verschlammung!) verändern. Bei **nasser Jahreszeit** oder zu erwartenden Niederschlägen oder Frost darf das **Planum** nicht offen liegen. Ggf. sind Gründungsarbeiten zeitlich zu verschieben oder entsprechend höhere Mehrkosten, infolge von zusätzlichem Bodenaushub oder Bodenverbesserung, dann einzukalkulieren.
- Die Kanalsohle ist mit Gefälle so herzustellen, dass ein dauerhaftes Einstauen bzw. tiefgründiges Aufweichen des Planums infolge von Niederschlägen nicht möglich ist.
- Auf **gefrorenem Untergrund** darf nicht gegründet werden. Gefrorener Boden ist zur Tiefe hin vollständig auszukoffern und durch gut verdichtbares Material zu ersetzen und zu verdichten.
- Die geologische Abschätzung der schweren Rammsondierungen ist eine fachtechnische Annäherung an den tatsächlichen Schichtaufbau.
- Bei gegebenem Untersuchungsrastrer sind Abweichungen in dem Schichtprofil in Anlage 3.1 bis 3.2 möglich. Insbesondere ist es denkbar, dass kleinflächige Änderungen bei gegebenem Untersuchungsrastrer nicht erfasst wurden (z. B. Auffüllungen in Geländesenken, Änderungen im Fein- bzw. Grobkornanteil usw.).
- Eine geordnete **Trockenhaltung** des Kanalplanums ist in der Verantwortung des Bauherrn und dessen Auftragnehmer. Das endgültige Planum ist bei schlechter Witterung nur kurzfristig offen zu halten und soll zeitgleich, entsprechend durch die überlagernde Schicht (z.B. Vlies mit mind. 20 cm sandigem Auflager) bedeckt werden. Auf keinen Fall darf das Planum bei bindigen Böden witterungsbedingt eingestaut sein. Dieses Planum neigt dann, entgegen den gutachterlichen Konsistenzangaben, zum Aufweichen und zum Verschlammern.

- Bei Überschreitung einer freien Böschungshöhe von 3 m muss Rücksprache mit dem Unterzeichner gehalten werden, um evtl. Standsicherheitsberechnungen zu erörtern. Es ist dann zu prüfen, ob ergänzende Untersuchungen notwendig sind.
- Analytische Untersuchungen von Straßenbefestigungen im Baufeld wurden auftragsbedingt nicht ausgeführt. Ob in diesen Bauteilen möglicherweise Schadstoffe enthalten sind, kann nicht beurteilt werden.

Auf Wunsch des Bauherrn können wir hier ergänzende Untersuchungen vornehmen.

- Die anstehenden Böden haben nach gutachterlicher Einschätzung eine **natürliche, geologisch bedingte Stoffzusammensetzung**.

Sollten beim Erdaushub wider Erwarten Anzeichen von Bodenkontaminationen oder Fremdmaterial auftreten, ist der Gutachter neuerlich zu benachrichtigen.

- Es darf nicht davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem durchwurzelten Oberboden um humusreichen Mutterboden handelt (ggf. Nachuntersuchungen).
- Oberboden (tw. humos) ist auf eine Stärke von mind. 30 cm abzuschleifen. Auf humosem Oberboden dürfen weder Parkplätze noch Straßen errichtet werden.
- Die gutachterlichen Aussagen beschränken sich auf die jeweilige Erkundungstiefe.
- Die durch uns angegebenen Ansatzhöhen der schweren Rammsondierungen und der Bohrpunkte sind orientierend zu werten. Die angegebenen Höhen sind aus dem aktuellen Bebauungsplan abgegriffen worden, es erfolgte keine Einmessung.
Die Höhen sind ggf. durch ein Fachbüro (Vermessungsbüro) zu prüfen.

14. SCHLUSSBEMERKUNG

Die hier vorgenommene gutachterliche Bewertung beschränkt sich auf die in Anlage 1 aufgezeigten Standorte der Aufschlüsse. Die Beschreibung des Baugrunds ist stets eine Annäherung an die tatsächlichen Gegebenheiten im Boden. Soll die Informationsdichte den Untergrund betreffend erhöht werden, so empfehlen wir dem AG weitere Erkundungen zu beauftragen. Prinzipiell sind Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit und -ausbildung zwischen bzw. außerhalb der Aufschlusspunkte nicht völlig auszuschließen. Sollten bei großflächigem Aufschluss während der Bauarbeiten wider Erwarten wesentlich andere Untergrundverhältnisse als die dem Gutachten zugrunde liegenden angetroffen werden, so ist unser Büro sofort zu verständigen, um die im Gutachten genannten Empfehlungen zu überprüfen und ggf. ergänzen zu können.

Weitergehende Qualitätsforderungen durch den Bauherrn und dessen Vertreter gegenüber der Baufirma haben darüber hinaus ebenfalls Bestand.

Das Gutachten besitzt nur in seiner Gesamtheit Verbindlichkeit. Abschnitt 13 ist Teil dieses Gutachtens und fachtechnisch verbindlich.

Fachtechnische Änderungen gegenüber den Angaben aus diesem Gutachten bedürfen der Schriftform.

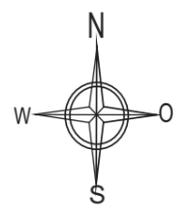
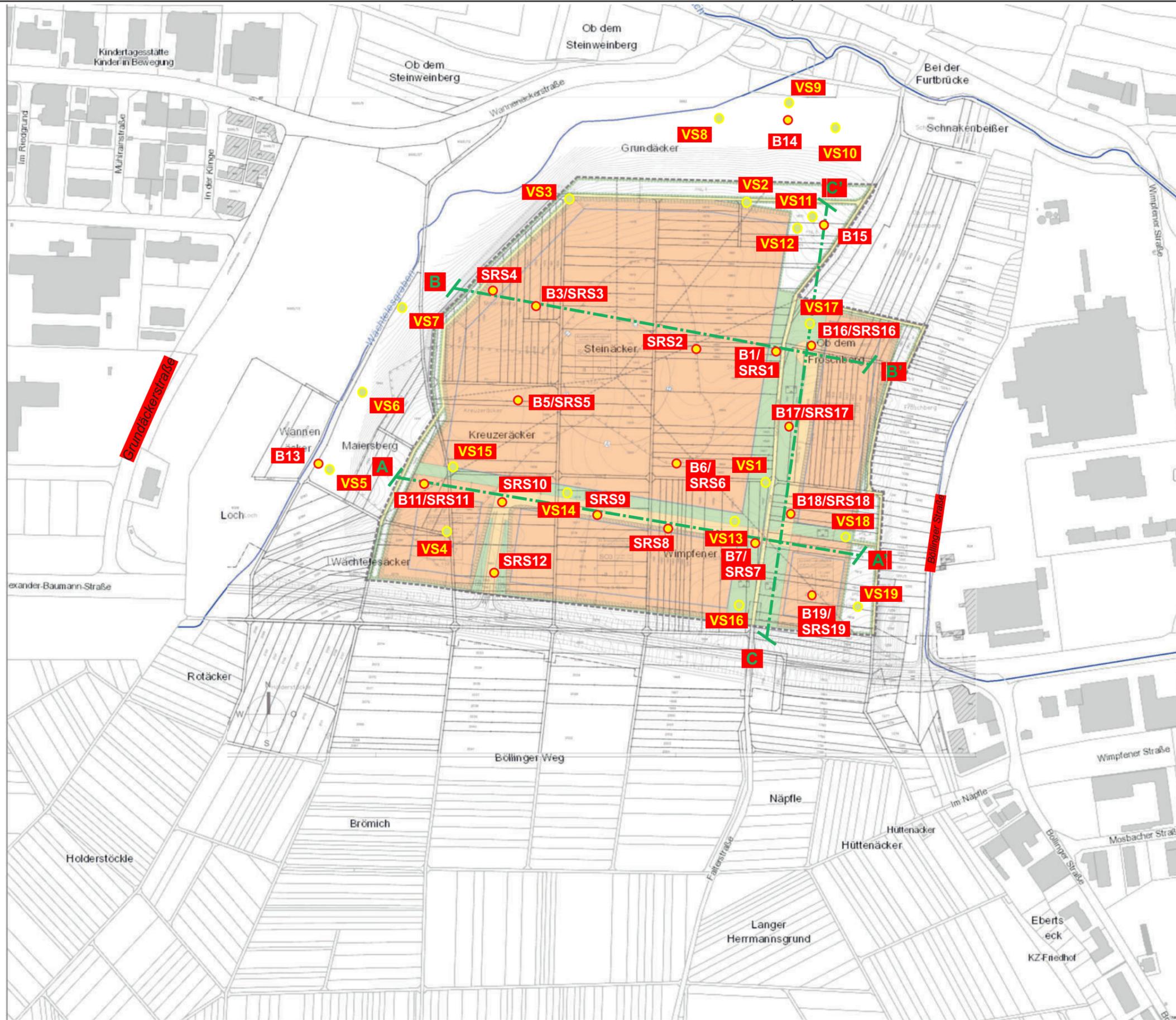
Für den späteren Bau von Bürogebäuden, Hallen, Tiefgaragen oder sonstigen Gebäuden / Ingenieurbauwerken sind ergänzende und tiefere Erkundungen notwendig und bauwerksbezogen zu ergänzen.

Dr. A. J. Behringer

gez.

Elisabeth May (B.Sc. Geol./M.Sc. Geoökol.)

Sachbearbeiterin



Legende:

- B1/ SRS1** Bohrung/ schwere Rammsondierung
- VS 1** Versickerungserkundung
- A A'** geol. Profilskizze (vgl. Anlage 3)

S-20 573

Anlage 2.1 bis 2.14

(14 Seiten)

Erkundungen von April 2021 /1/



schwere Rammsondierung SRS 1 und Bohrung B1

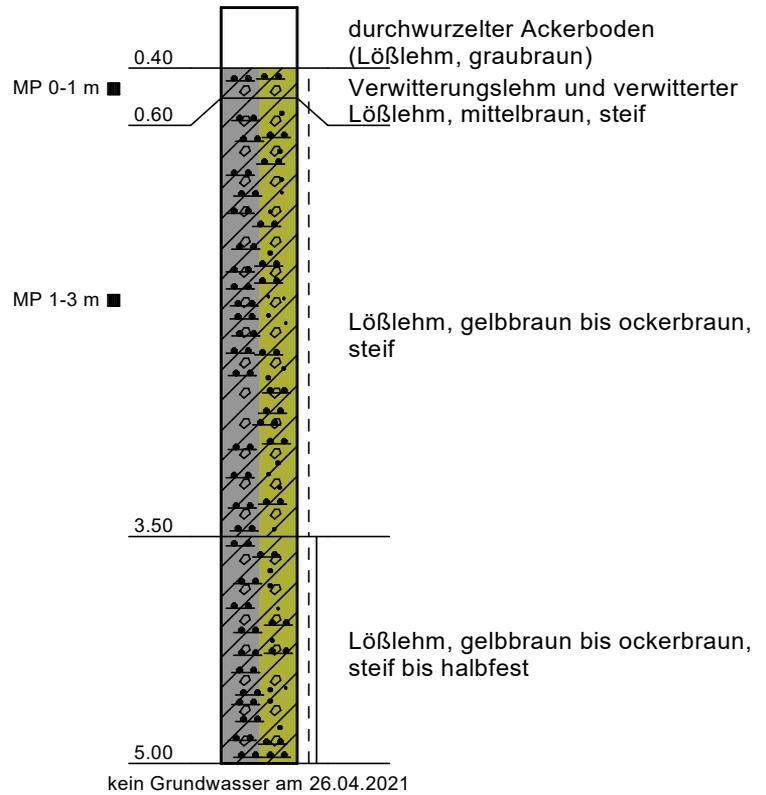
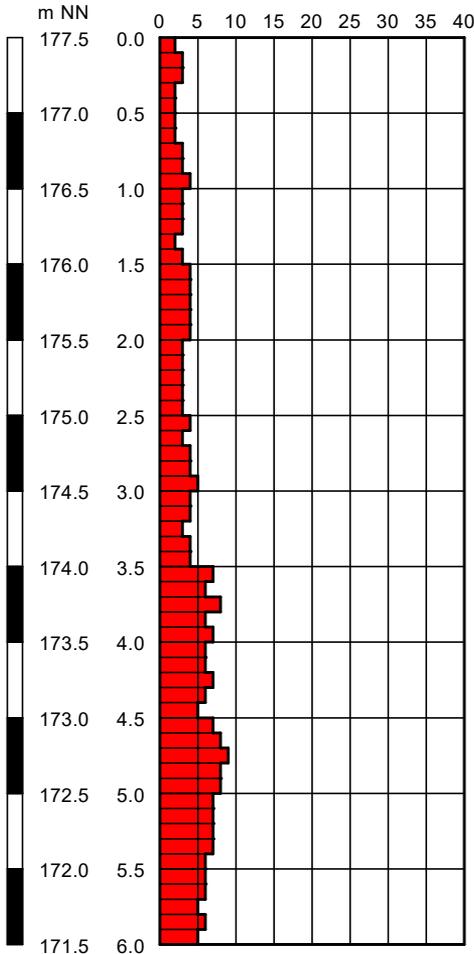
Maßstab d. H. 1: 50

SRS1
177,5 mNN

B1
177,5 mNN

Schlagzahlen je 10 cm

177,5 mNN



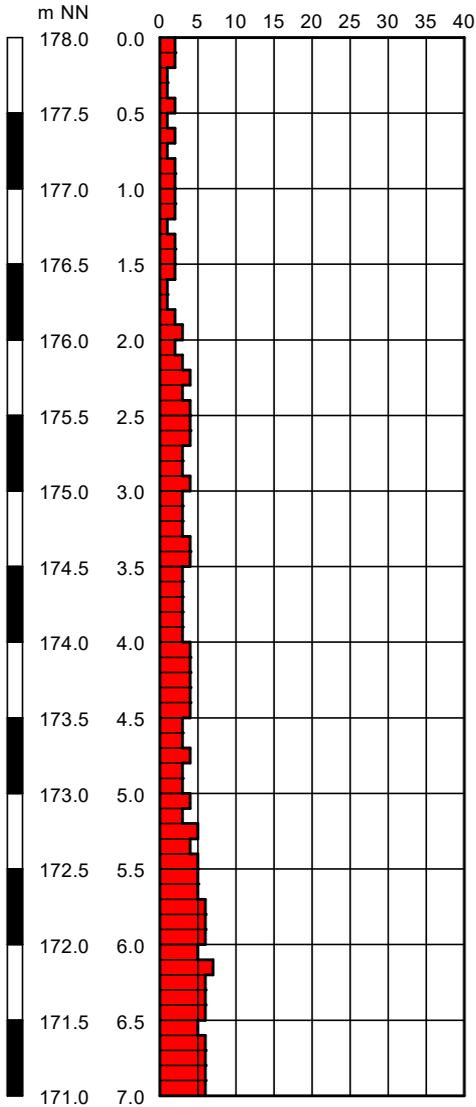


schwere Rammsondierung SRS 2 und geol. Abschätzung

Maßstab d. H. 1: 50

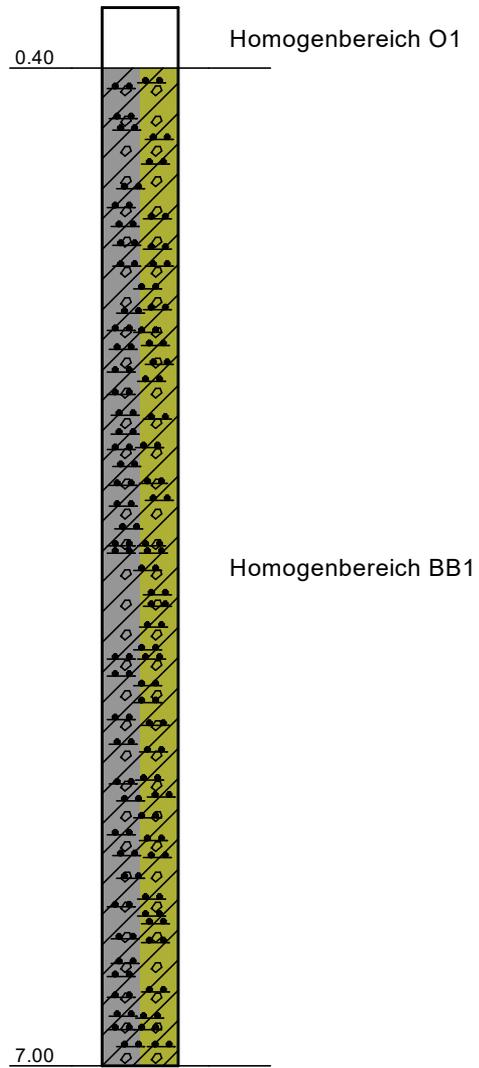
SRS2
178,0 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



geol. Abschätzung

178,0 mNN



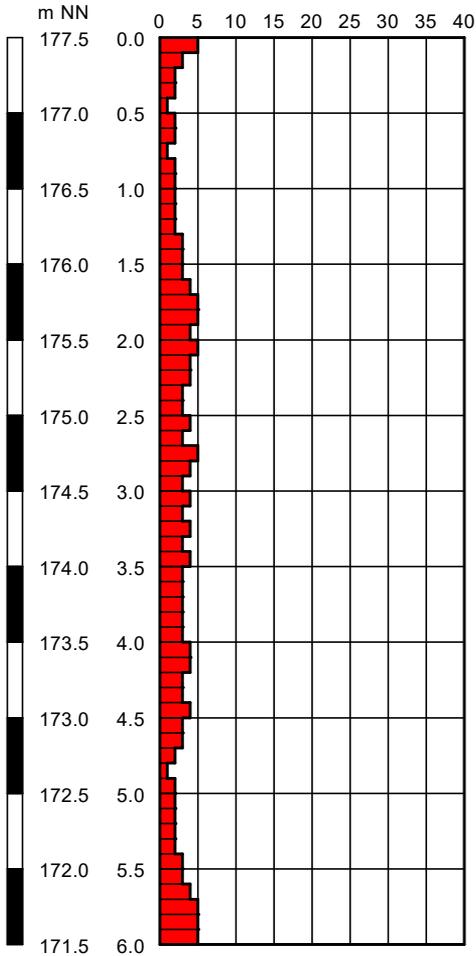


schwere Rammsondierung SRS 3 und Bohrung B3

Maßstab d. H. 1: 50

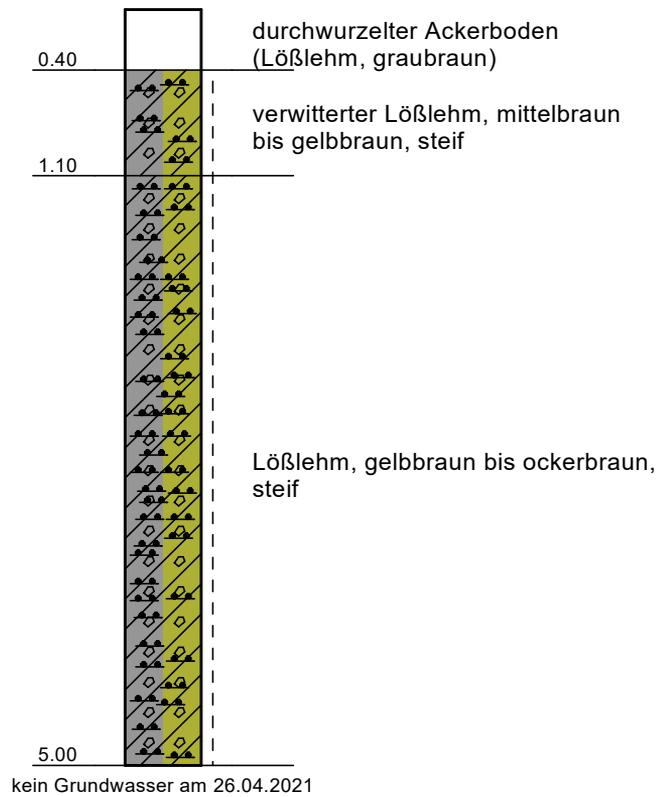
SRS3
177,5 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



B3

177,5 mNN





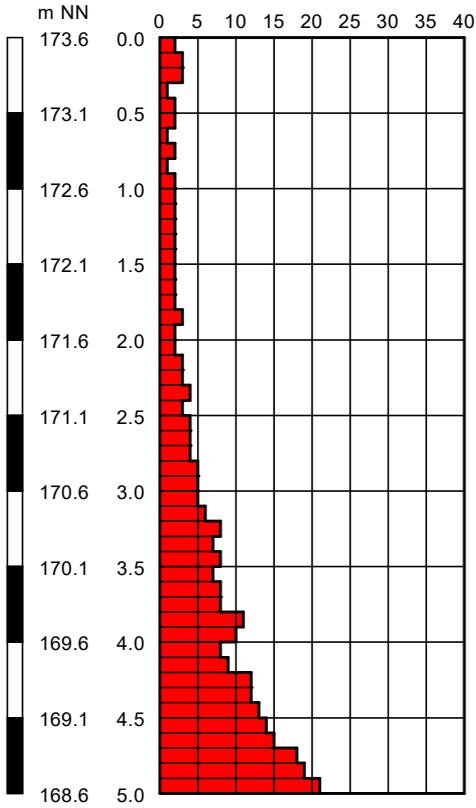
schwere Rammsondierung SRS 4 und geol. Abschätzung

Maßstab d. H. 1: 50

SRS4

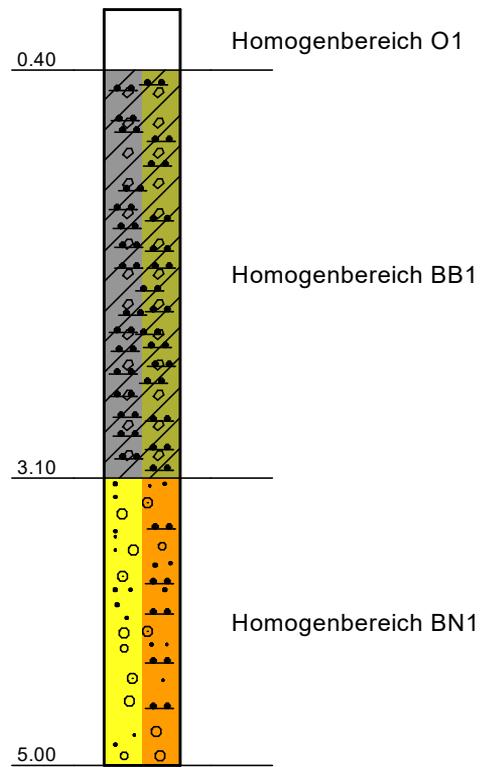
173,6 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



geol. Abschätzung

173,6 mNN





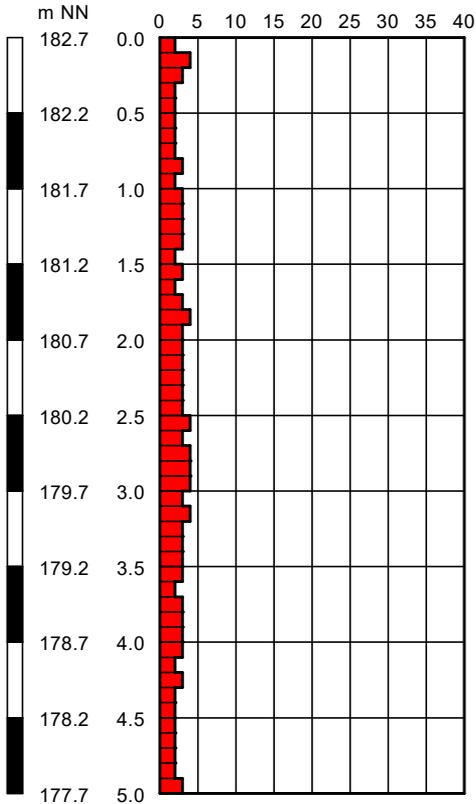
schwere Rammsondierung SRS 5 und Bohrung B5

Maßstab d. H. 1: 50

SRS5

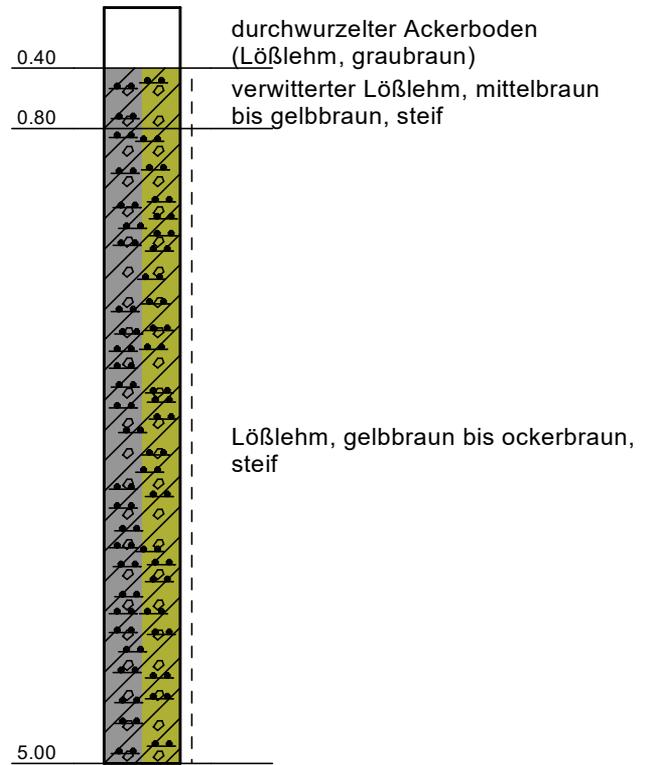
182,7 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



B5

182,7 mNN



kein Grundwasser am 26.04.2021



schwere Rammsondierung SRS 6 und Bohrung B6

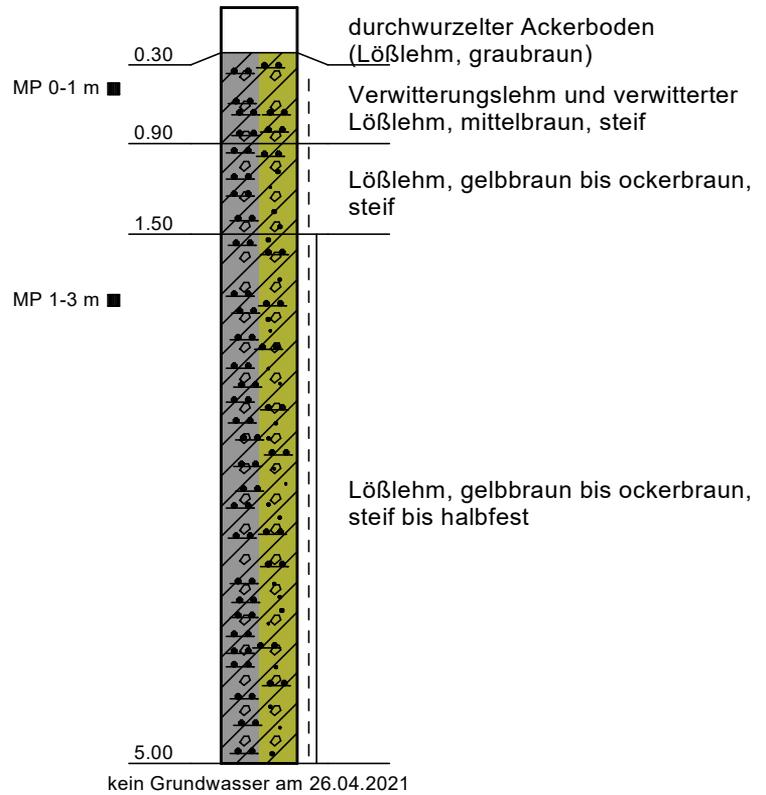
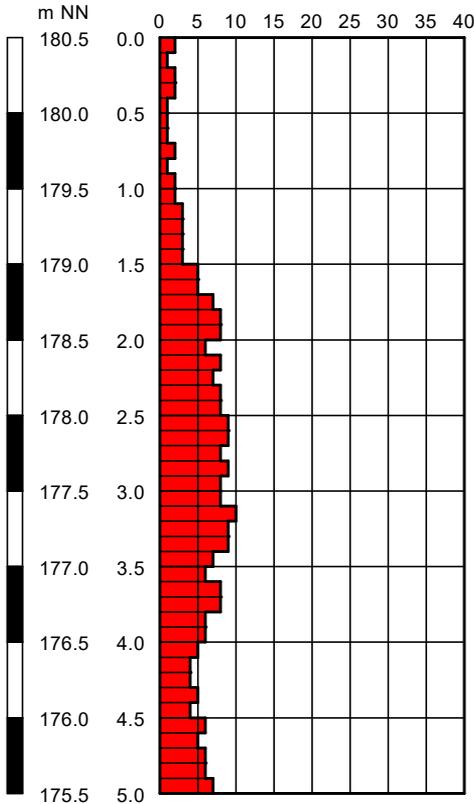
Maßstab d. H. 1: 50

SRS6
180,5 mNN

B6
180,5 mNN

Schlagzahlen je 10 cm

180,5 mNN





schwere Rammsondierung SRS 7 und Bohrung B7

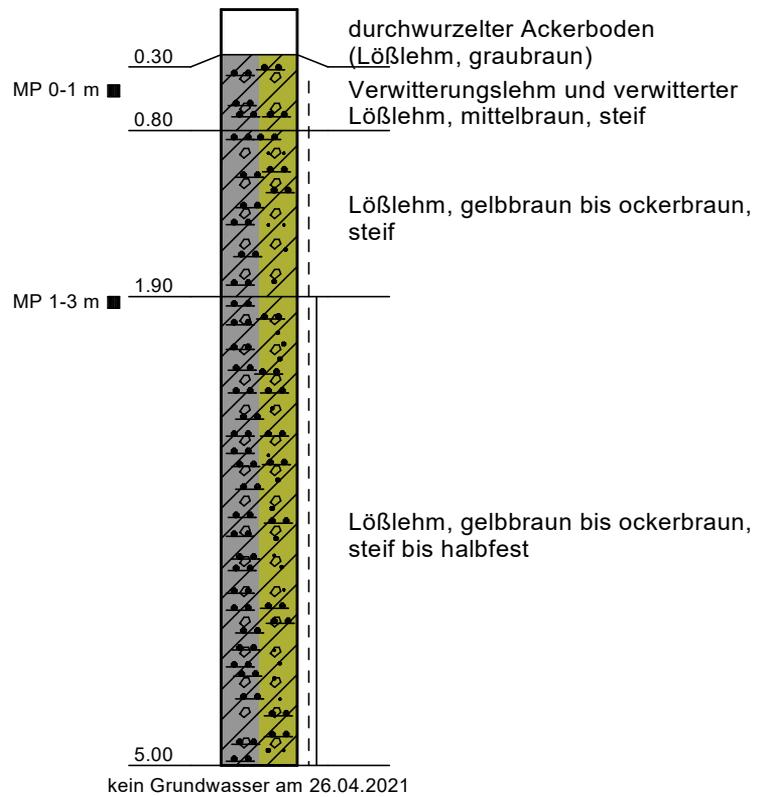
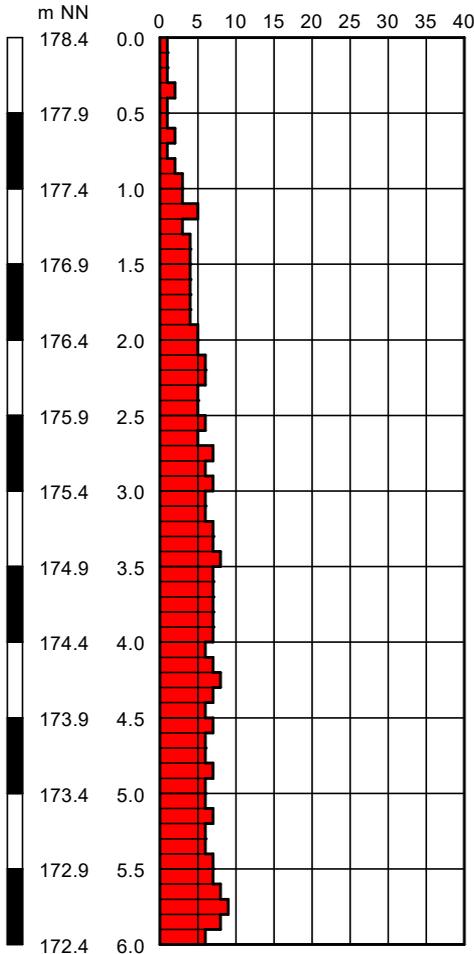
Maßstab d. H. 1: 50

SRS7
178,4 mNN

B7
178,4 mNN

Schlagzahlen je 10 cm

178,4 mNN



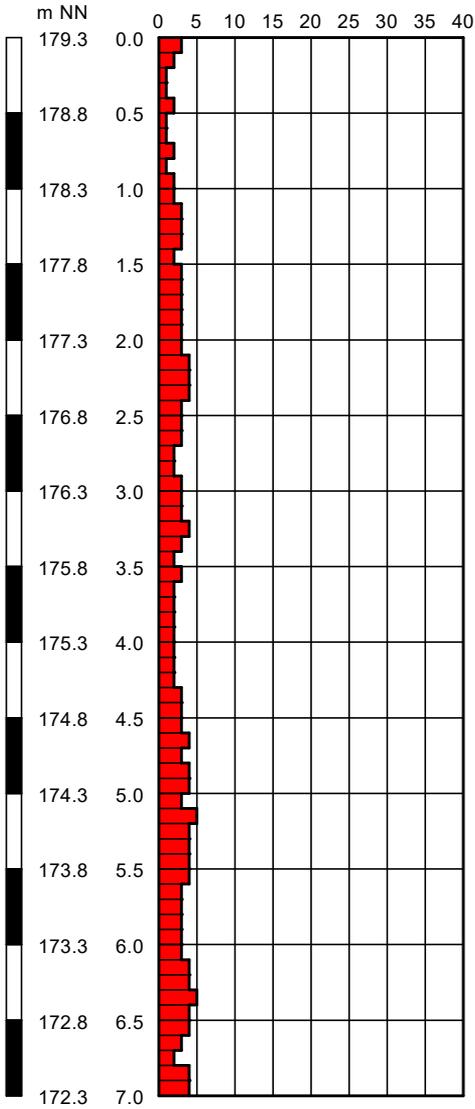


schwere Rammsondierung SRS 8 und geol. Abschätzung

Maßstab d. H. 1: 50

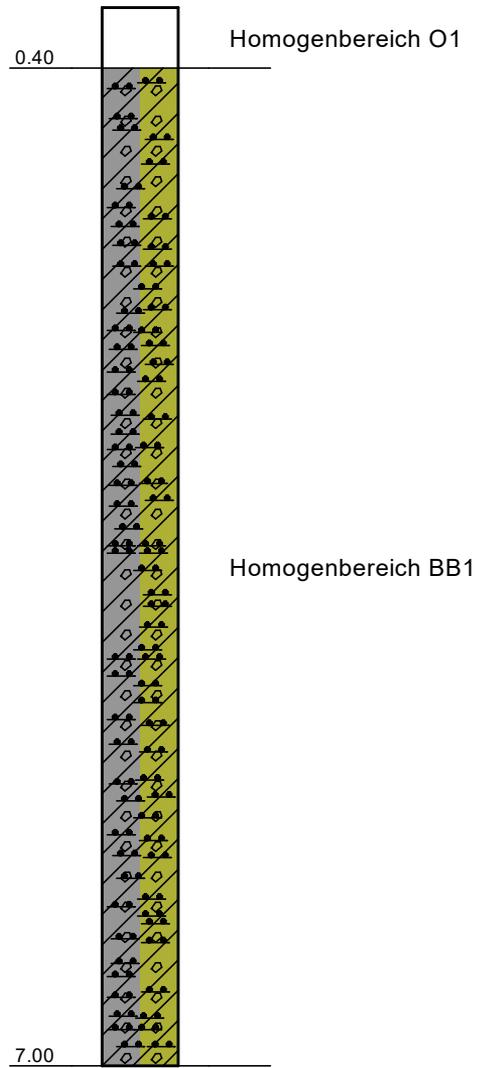
SRS8
179,3 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



geol. Abschätzung

179,3 mNN



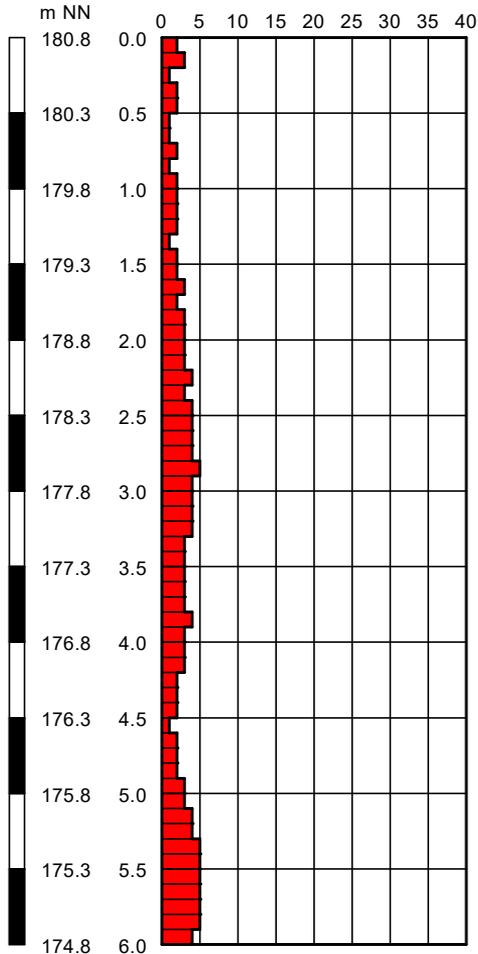


schwere Rammsondierung SRS 9 und geol. Abschätzung

Maßstab d. H. 1: 50

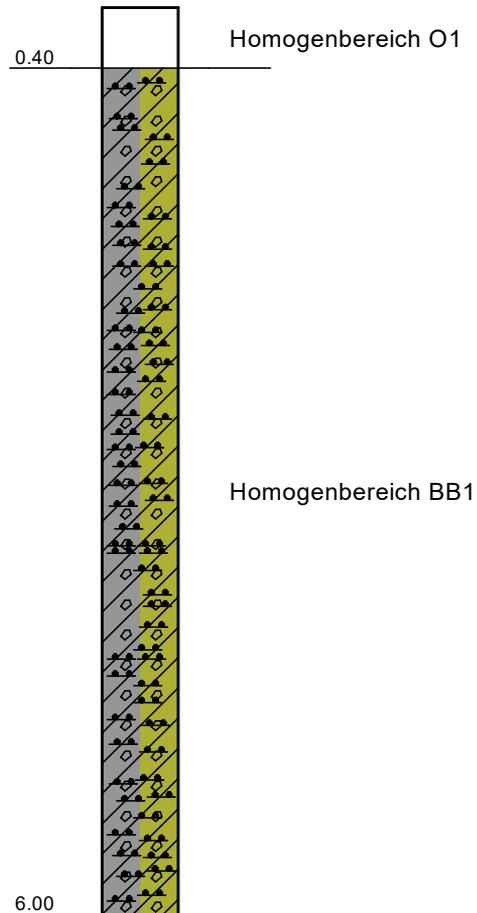
SRS9
180,8 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



geol. Abschätzung

180,8 mNN





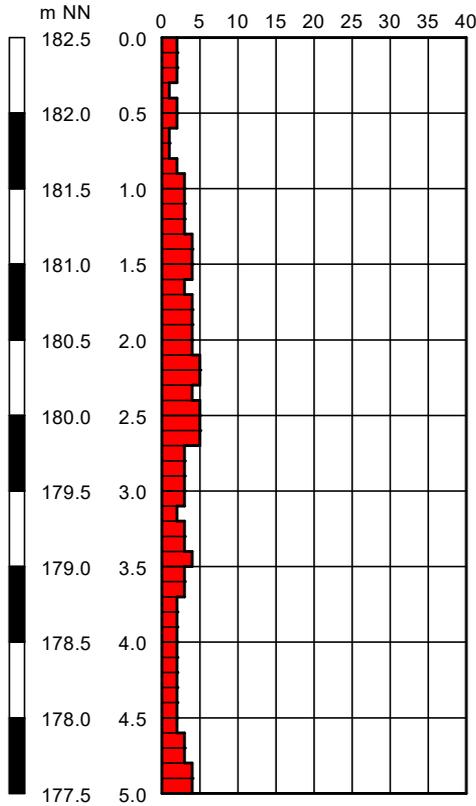
schwere Rammsondierung SRS 10 und geol. Abschätzung

Maßstab d. H. 1: 50

SRS10

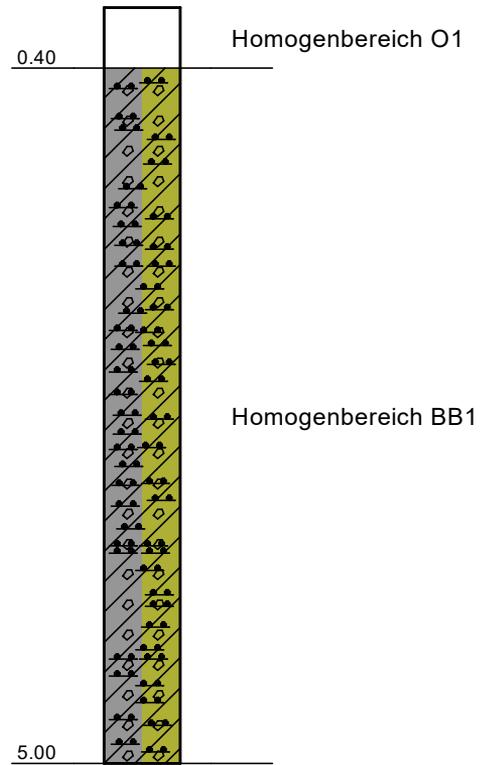
182,5 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



geol. Abschätzung

182,5 mNN





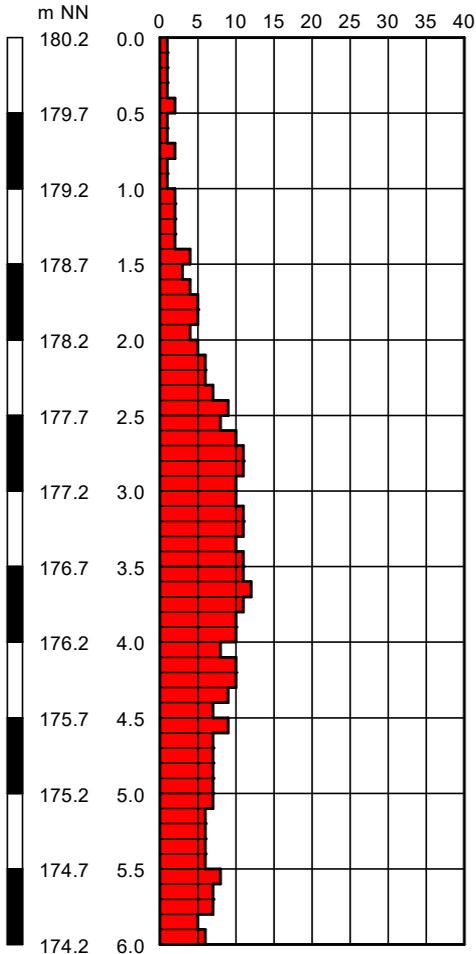
schwere Rammsondierung SRS 11 und Bohrung B11

Maßstab d. H. 1: 50

SRS11

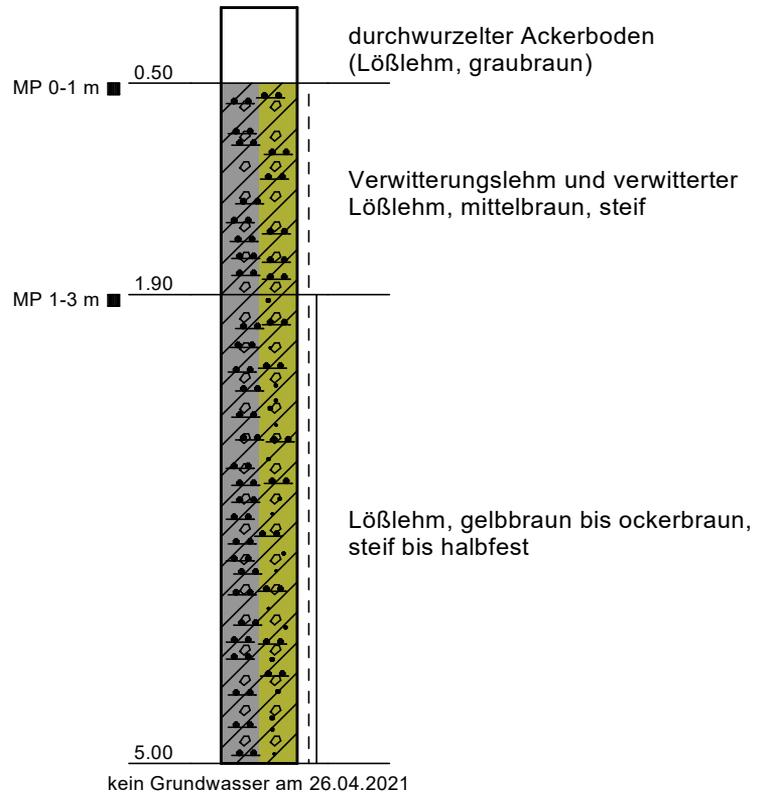
180,2 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



B11

180,2 mNN





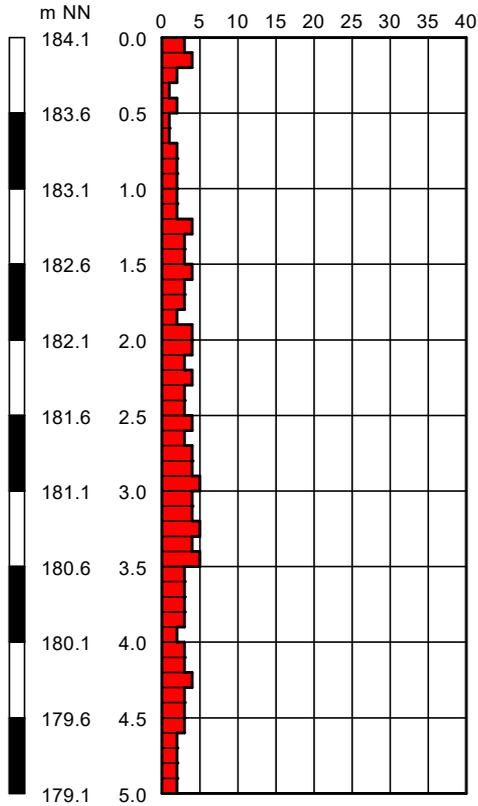
schwere Rammsondierung SRS 12 und geol. Abschätzung

Maßstab d. H. 1: 50

SRS12

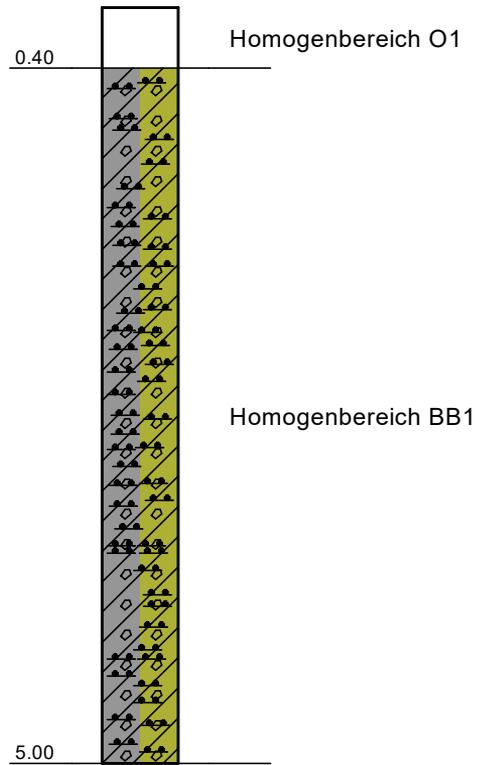
184,1 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



geol. Abschätzung

184,1 mNN



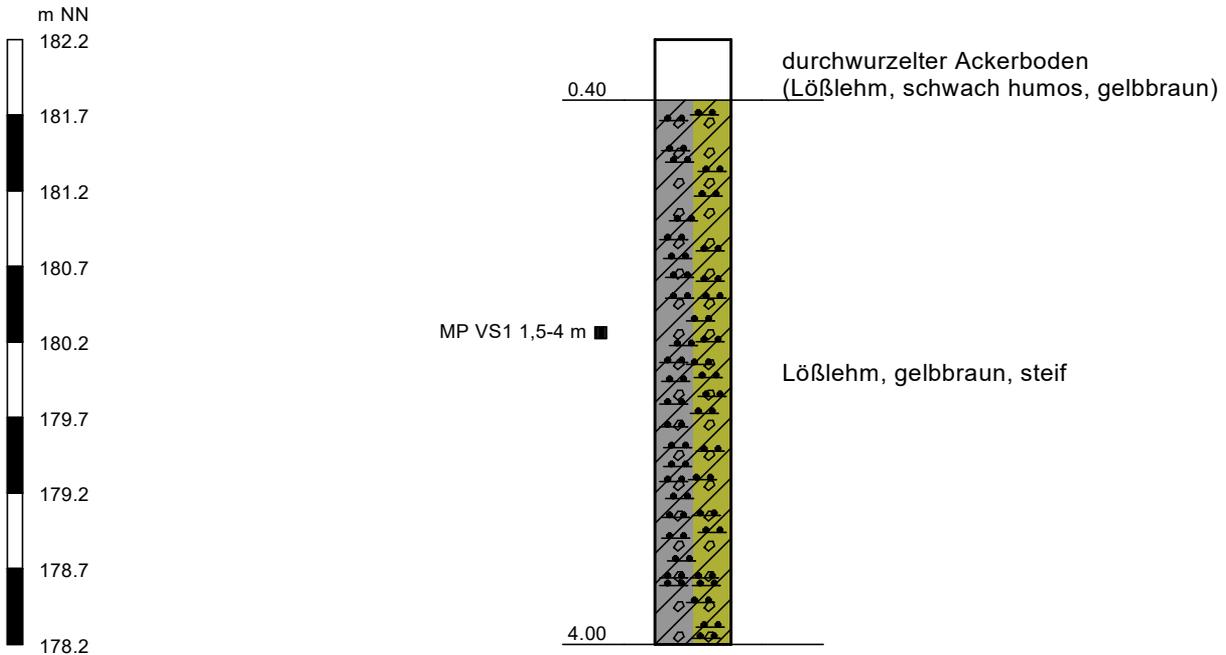


Bohrungen VS1 und VS2

Maßstab d. H. 1: 50

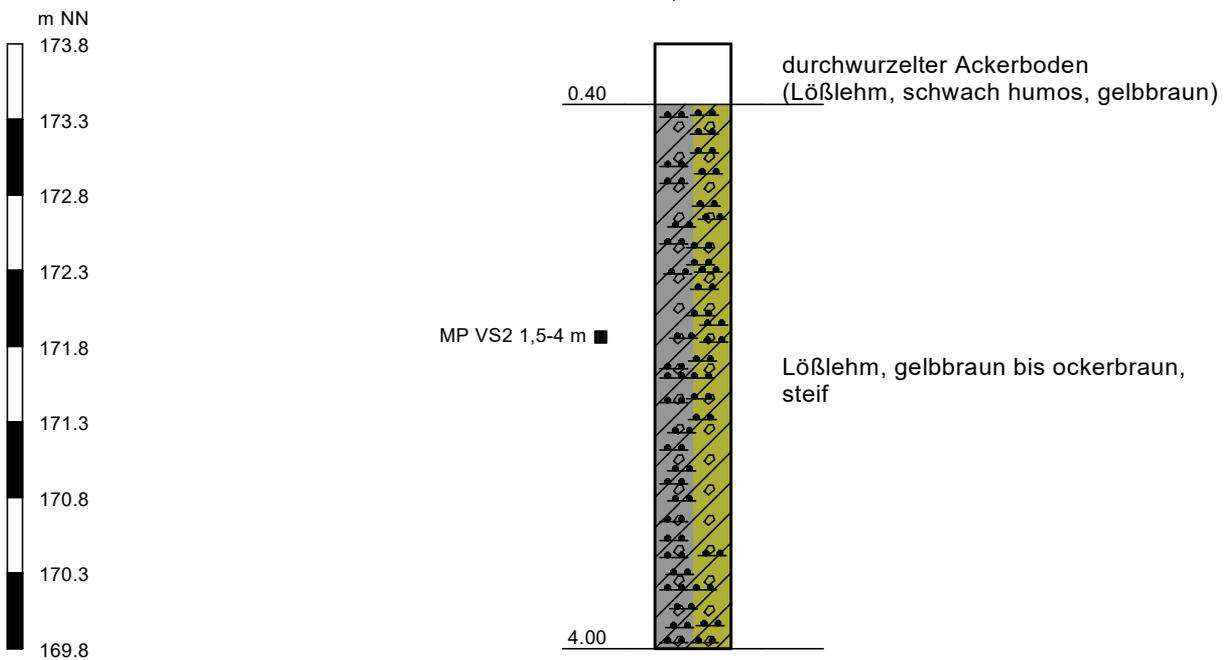
VS1

182,2 mNN



VS2

173,8 mNN



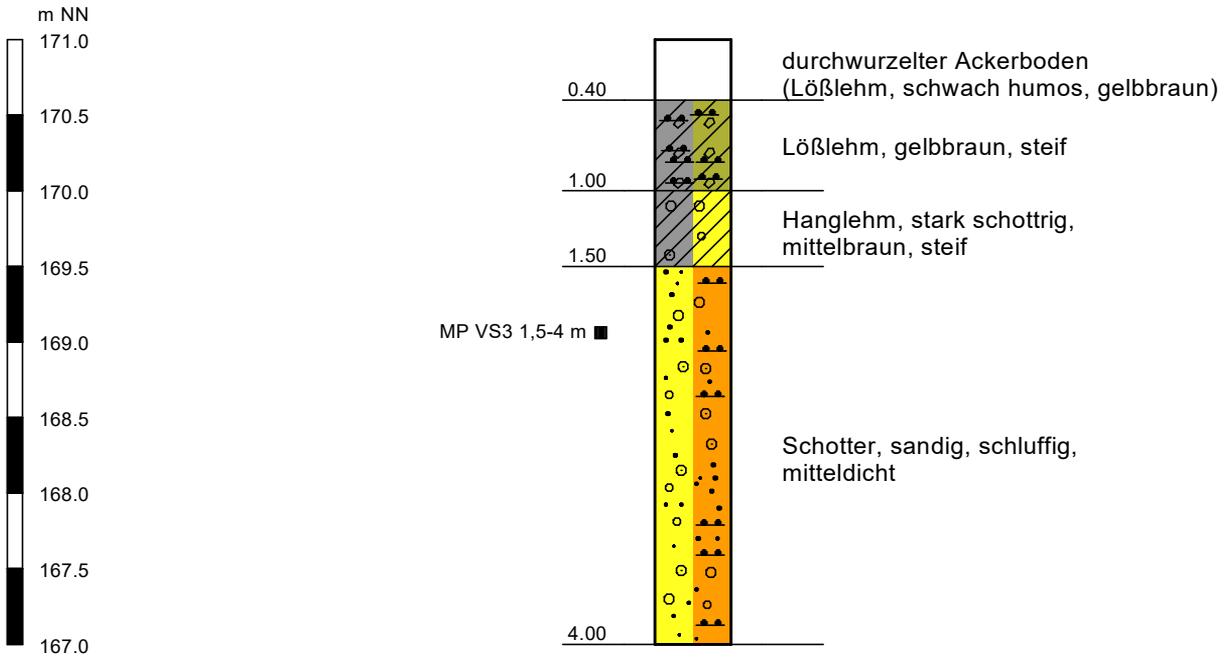


Bohrungen VS3 und VS4

Maßstab d. H. 1: 50

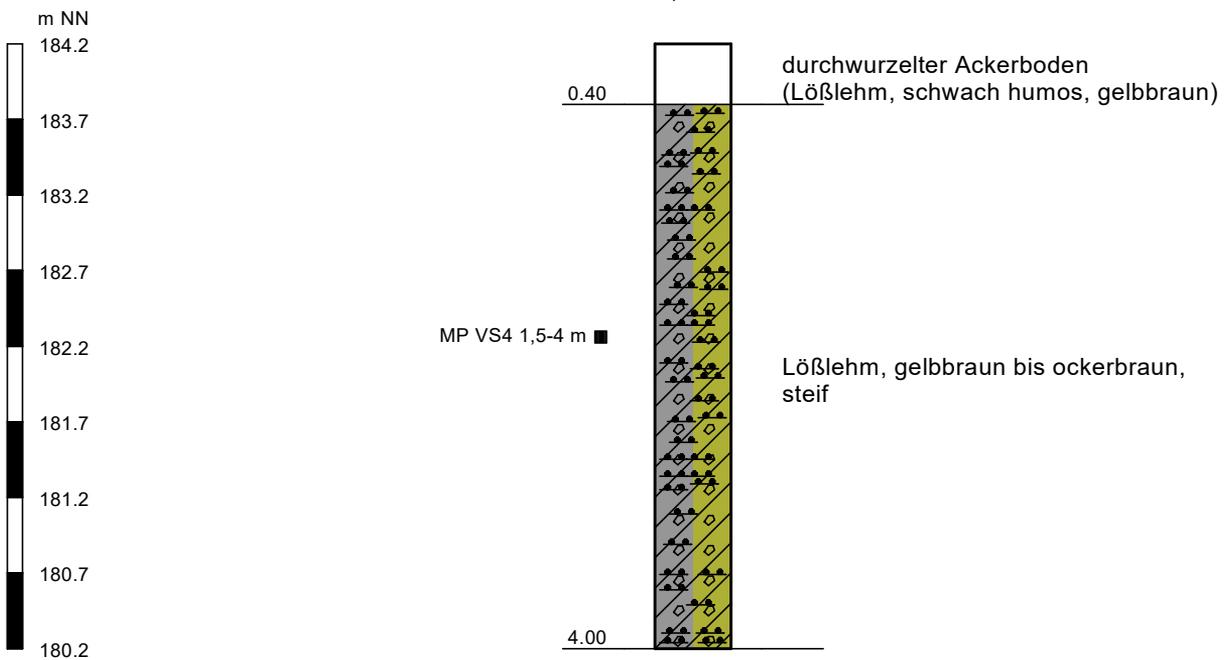
VS3

171,0 mNN



VS4

184,2 mNN



S-20 573

Anlage 2.15 bis 2.17

(3 Seiten)

Erkundungen von August 2021 /2/

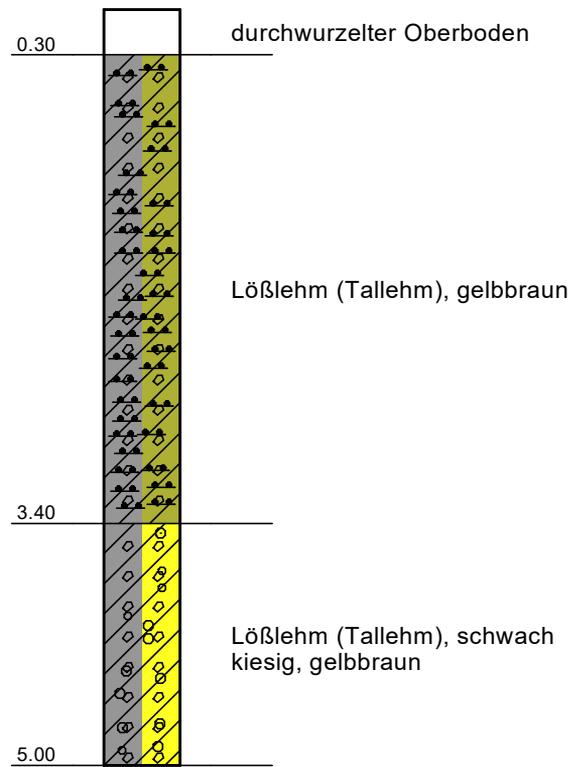
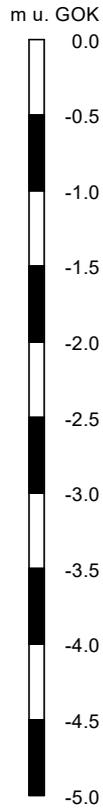


Bohrung B 13

Maßstab d. H. 1: 50

B 13

0,0 m u. GOK



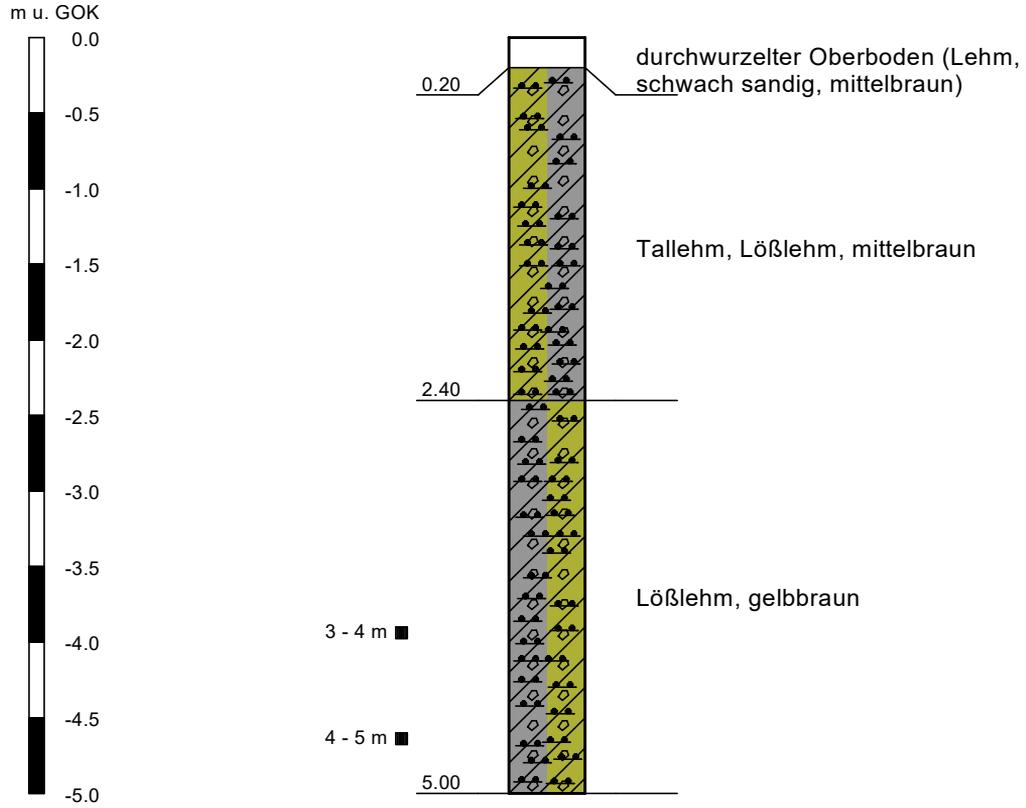


Bohrung B 14

Maßstab d. H. 1: 50

B 14

0,0 m u. GOK



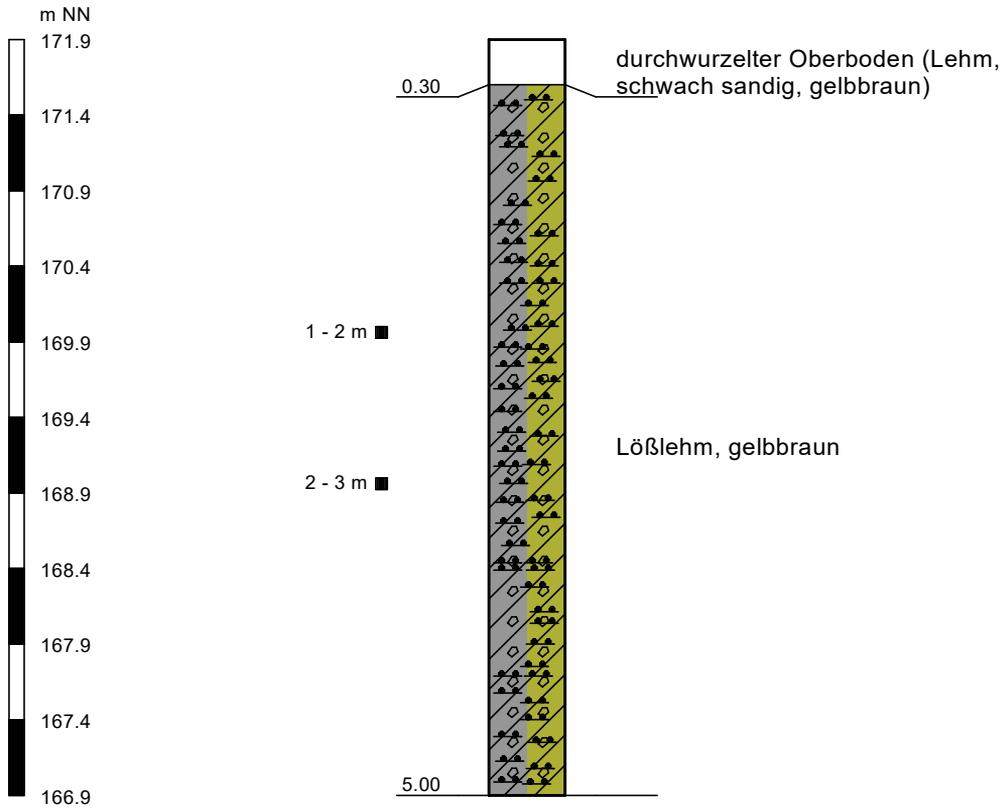


Bohrung B 15

Maßstab d. H. 1: 50

B 15

171,9 mNN



S-20 573

Anlage 2.18 bis 2.21

(4 Seiten)

Erkundungen von Februar 2022



schwere Rammsondierung SRS 16 und Bohrung B 16

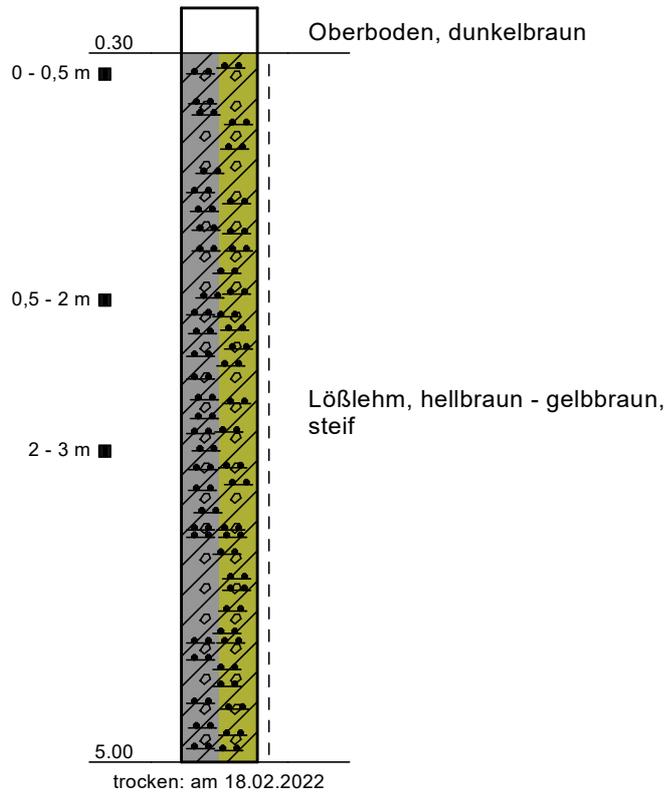
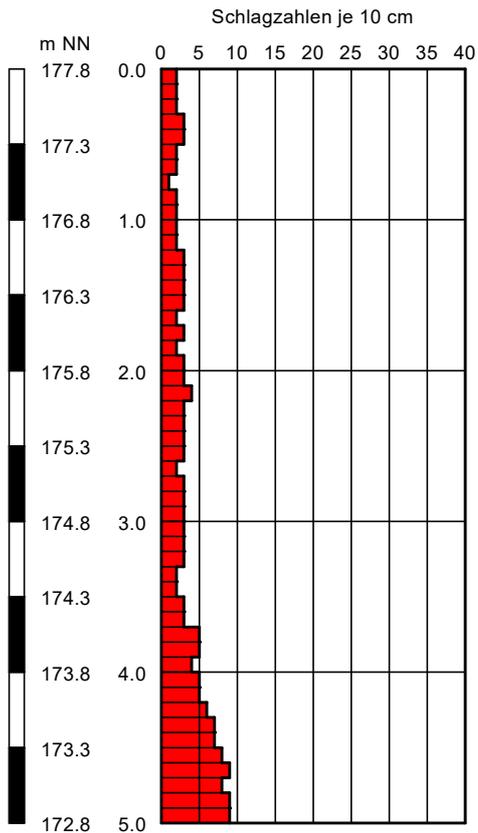
Maßstab d. H. 1: 50

SRS 16

177,8 mNN

B 16

177,8 mNN





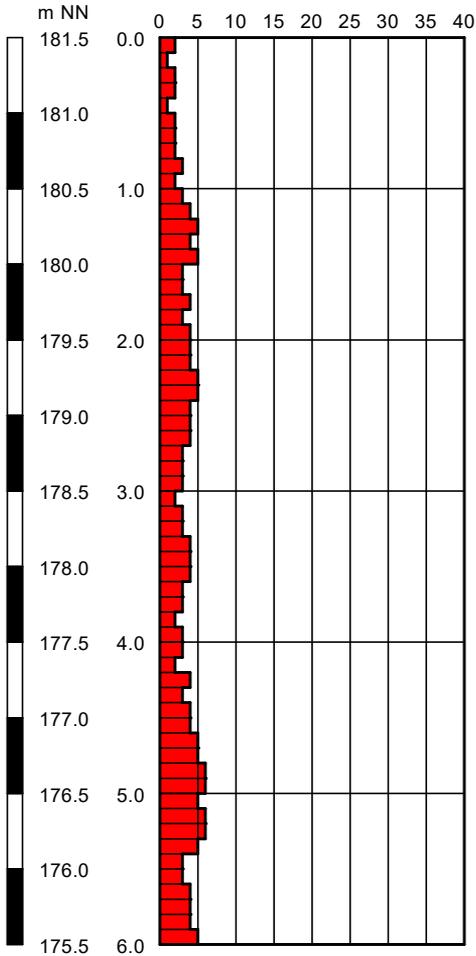
schwere Rammsondierung SRS 17 und Bohrung B 17

Maßstab d. H. 1: 50

SRS 17

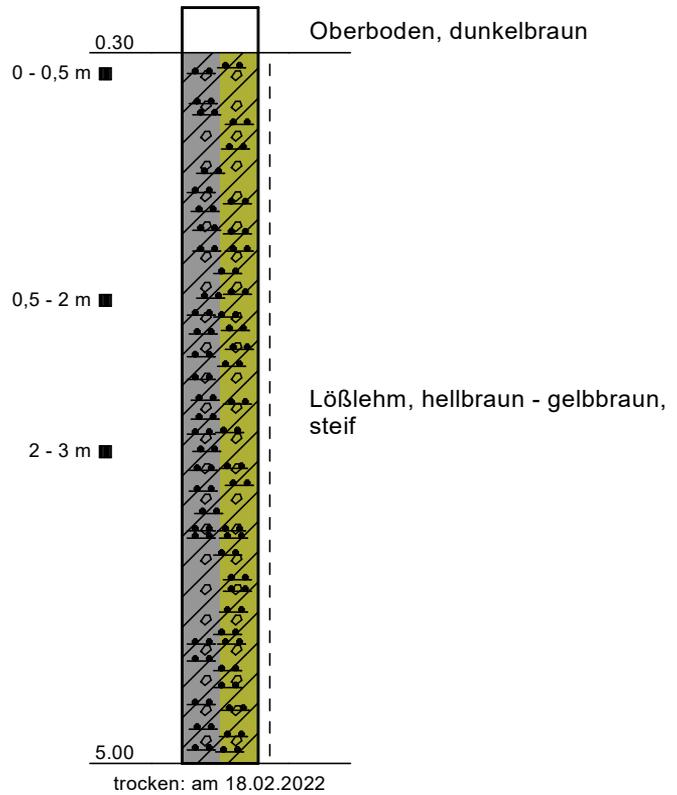
181,5 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



B 17

181,5 mNN





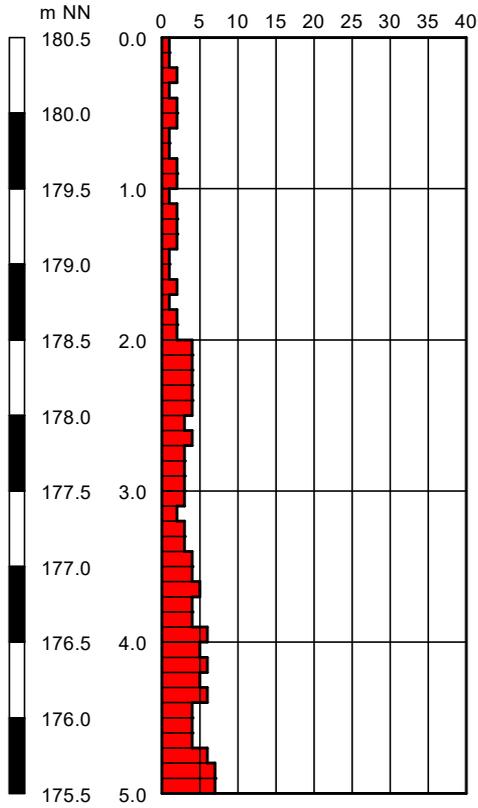
schwere Rammsondierung SRS 18 und Bohrung B 18

Maßstab d. H. 1: 50

SRS 18

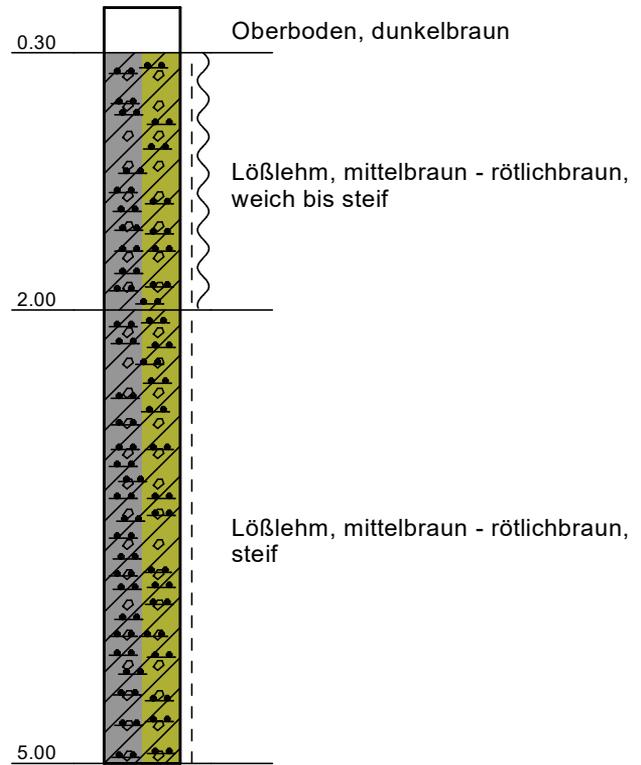
180,5 mNN

Schlagzahlen je 10 cm



B 18

180,5 mNN



trocken: am 18.02.2022



schwere Rammsondierung SRS 19 und Bohrung B 19

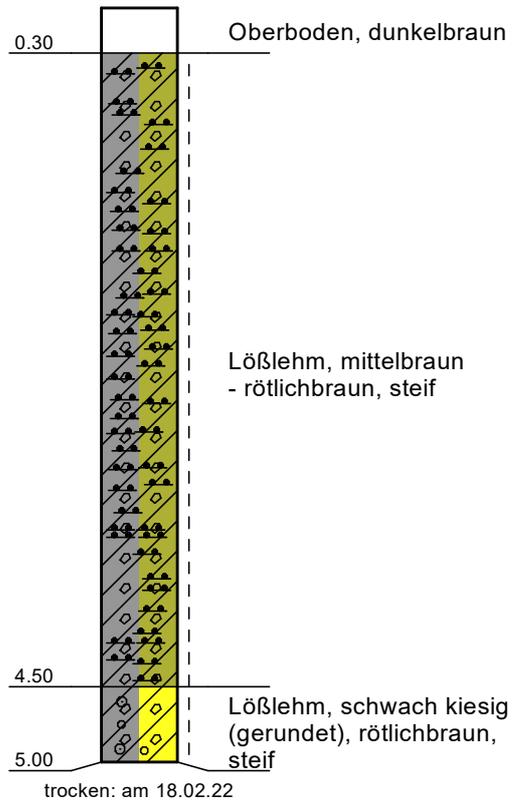
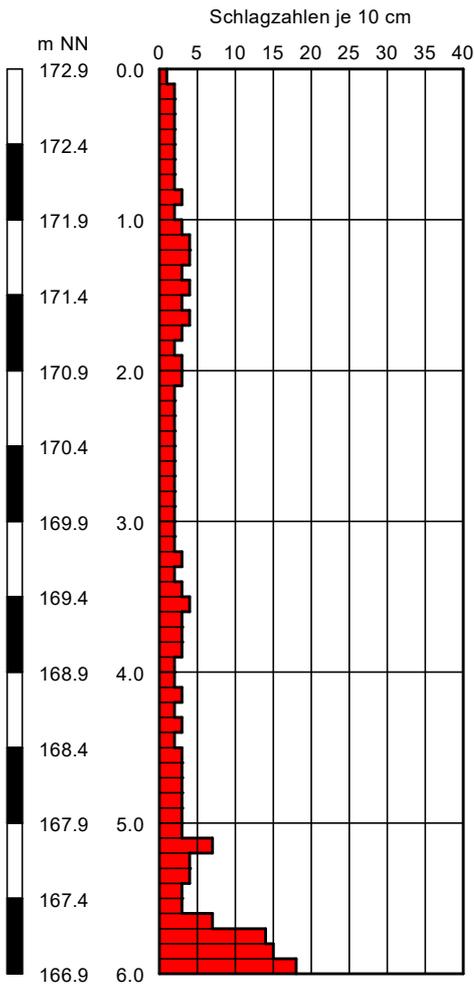
Maßstab d. H. 1: 50

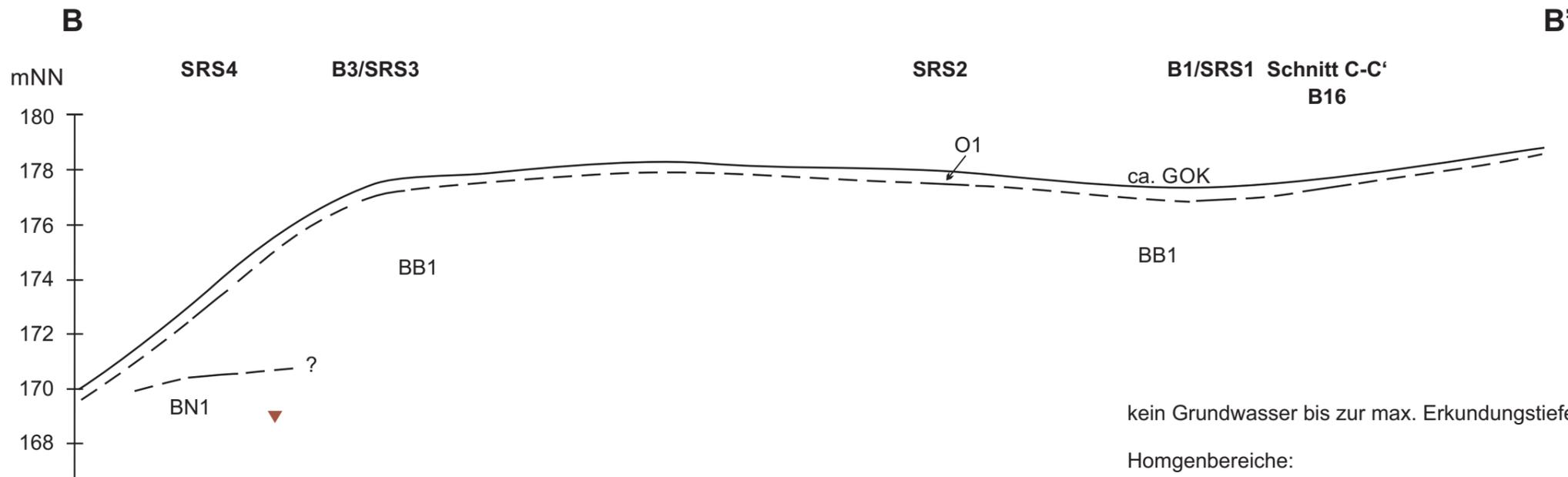
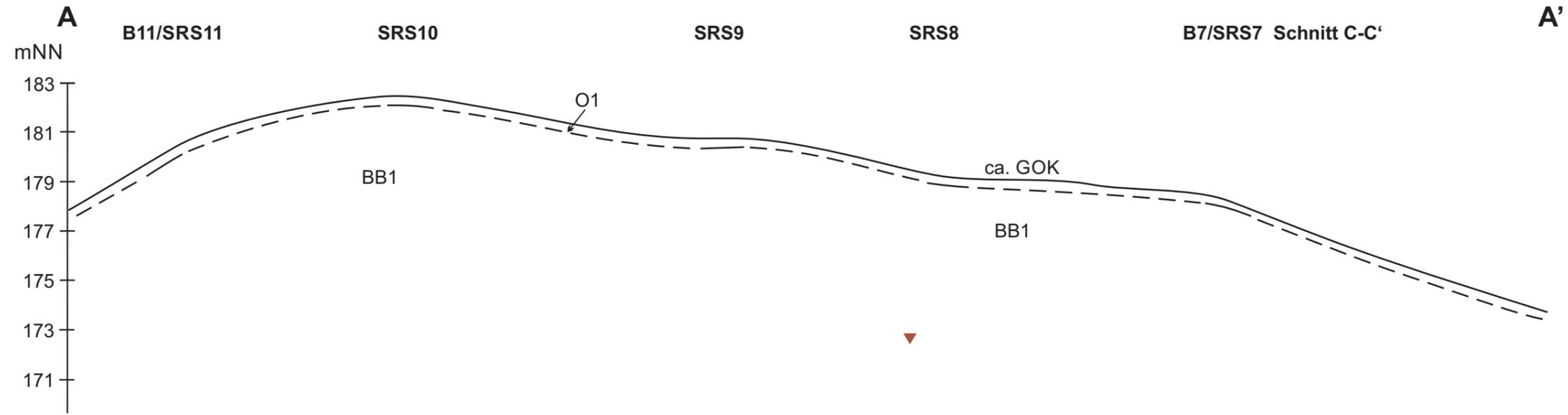
SRS 19

172,9 mNN

B 19

172,9 mNN





kein Grundwasser bis zur max. Erkundungstiefe

Homogenbereiche:

O1: Ackerboden, BK1

BB1: Verwitterungslehm und Lößlehm, vorwiegend steif, BK4

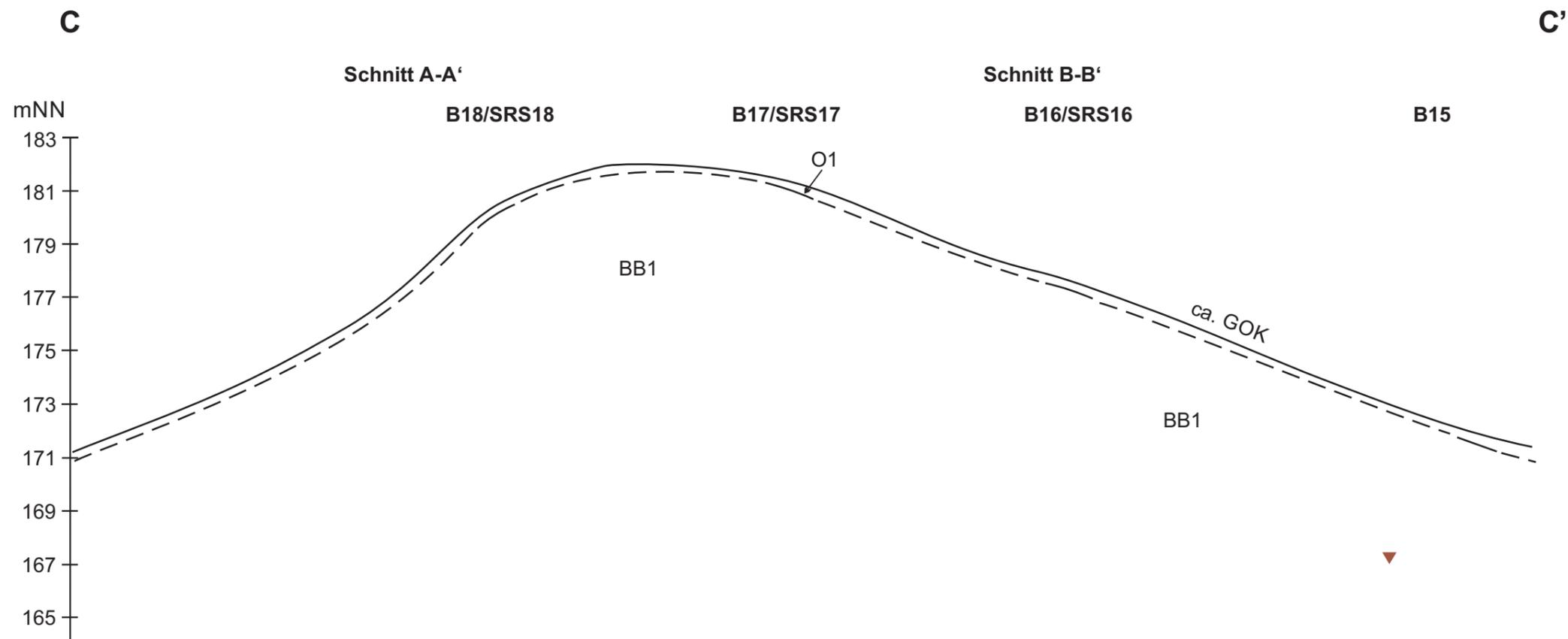
BN1: Schotter, sandig, schluffig, mitteldicht, BK3

weiterführende Erläuterung siehe Textteil

Legende:

———— nachgewiesen

- - - - gutachterlich abgeschätzt



kein Grundwasser bis zur max. Erkundungstiefe

Homogenbereiche:

O1: Ackerboden, BK1

BB1: Verwitterungslehm und Lößlehm, vorwiegend steif, BK4

BN1: Schotter, sandig, schluffig, mitteldicht, BK3

weiterführende Erläuterung siehe Textteil

Legende:

— nachgewiesen

- - - gutachterlich abgeschätzt

S-20 573
Anlage 4.1
(5 Seiten)

Analysenergebnisse

Analysenbericht Nr. AR-21-JN-004579-01

vom 10.05.2021

Eurofins Umwelt Südwest GmbH - Hasenpfeilerweide 16 - DE-67346 - Speyer

Geologisches Büro Dr. Behringer
Bruckwiesenweg 40
70327 Stuttgart

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 02121185
EOL Auftragsnummer: 006-10544-2240
Prüfberichtsnummer: AR-21-JN-004579-01

Auftragsbezeichnung: S-20 573 / BV Steinäcker, Heilbronn-Neckargartach

Anzahl Proben: 2
Probenart: Boden
Probenahmedatum: 26.04.2021
Probenehmer: Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 03.05.2021
Prüfzeitraum: 03.05.2021 - 10.05.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Michele Schilg
Analytical Service Manager
Tel. +49 6232 8767712

Digital signiert, 10.05.2021
Michele Schilg
Prüfleitung

| | | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Probenbezeichnung | MP 0-1 m | MP 1-3 m |
| Probenahmedatum/ -zeit | 26.04.2021 | 26.04.2021 |
| EOL Probennummer | 005-10544-9564 | 005-10544-9565 |
| Probennummer | 021085280 | 021085281 |

| Parameter | Lab. | Akkr. | Methode | BG | Einheit | | |
|-----------|------|-------|---------|----|---------|--|--|
|-----------|------|-------|---------|----|---------|--|--|

Probenvorbereitung Feststoffe

| | | | | | | | |
|------------------------------|------|-------------|--------------------|--|----|------|------|
| Probenmenge inkl. Verpackung | AN/f | RE000 GI | DIN 19747: 2009-07 | | kg | 2,5 | 2,9 |
| Fremdstoffe (Art) | AN/f | RE000 GI | DIN 19747: 2009-07 | | | nein | nein |
| Fremdstoffe (Menge) | AN/f | RE000 GI | DIN 19747: 2009-07 | | g | 0,0 | 0,0 |
| Siebückstand > 10mm | AN/f | RE000 GI | DIN 19747: 2009-07 | | | ja | nein |

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|--------------|----|-------------|-----------------------|-----|-------|------|------|
| Trockenmasse | AN | RE000 GI | DIN EN 14346: 2007-03 | 0,1 | Ma.-% | 88,9 | 91,6 |
|--------------|----|-------------|-----------------------|-----|-------|------|------|

Anionen aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|-----------------|------|-------------|------------------------|-----|----------|-------|-------|
| Cyanide, gesamt | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 17380: 2013-10 | 0,5 | mg/kg TS | < 0,5 | < 0,5 |
|-----------------|------|-------------|------------------------|-----|----------|-------|-------|

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01[#]

| | | | | | | | |
|------------------|------|-------------|-----------------------------------|------|----------|--------|--------|
| Arsen (As) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,8 | mg/kg TS | 13,6 | 8,7 |
| Blei (Pb) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 2 | mg/kg TS | 21 | 12 |
| Cadmium (Cd) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,2 | mg/kg TS | 0,2 | < 0,2 |
| Chrom (Cr) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 1 | mg/kg TS | 45 | 25 |
| Kupfer (Cu) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 1 | mg/kg TS | 22 | 12 |
| Nickel (Ni) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 1 | mg/kg TS | 42 | 25 |
| Quecksilber (Hg) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08 | 0,07 | mg/kg TS | < 0,07 | < 0,07 |
| Thallium (Tl) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,2 | mg/kg TS | 0,2 | < 0,2 |
| Zink (Zn) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 1 | mg/kg TS | 69 | 40 |

Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|----------------------------|------|-------------|---|-----|----------|-------|-------|
| EOX | AN/f | RE000 GI | DIN 38414-17 (S17): 2017-01 | 1,0 | mg/kg TS | < 1,0 | < 1,0 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09 | 40 | mg/kg TS | < 40 | < 40 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09 | 40 | mg/kg TS | < 40 | < 40 |

BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|-------------|------|-------------|---------------------------|------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Benzol | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Toluol | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Ethylbenzol | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| m-/p-Xylol | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| o-Xylol | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe BTEX | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | | mg/kg TS | (n. b.) ¹⁾ | (n. b.) ¹⁾ |

| | | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Probenbezeichnung | MP 0-1 m | MP 1-3 m |
| Probenahmedatum/ -zeit | 26.04.2021 | 26.04.2021 |
| EOL Probennummer | 005-10544-9564 | 005-10544-9565 |
| Probennummer | 021085280 | 021085281 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|

LHKW aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------------|------------------------------|------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Dichlormethan | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Chloroform (Trichlormethan) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Tetrachlormethan | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Trichlorethen | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Tetrachlorethen | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| 1,1-Dichlorethen | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| 1,2-Dichlorethan | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe LHKW (10 Parameter) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 22155: 2016-07 | | mg/kg TS | (n. b.) ¹⁾ | (n. b.) ¹⁾ |

PAK aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-------------|------------------------|------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Naphthalin | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Acenaphthylen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Acenaphthen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Fluoren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Phenanthren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Anthracen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Fluoranthren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Pyren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[a]anthracen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Chrysen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[b]fluoranthren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[k]fluoranthren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[a]pyren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Indeno[1,2,3-cd]pyren | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Dibenzo[a,h]anthracen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo[ghi]perylen | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | 0,05 | mg/kg TS | < 0,05 | < 0,05 |
| Summe 16 EPA-PAK exkl. BG | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | | mg/kg TS | (n. b.) ¹⁾ | (n. b.) ¹⁾ |
| Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG | AN/f | RE000 GI | DIN ISO 18287: 2006-05 | | mg/kg TS | (n. b.) ¹⁾ | (n. b.) ¹⁾ |

| Probenbezeichnung | MP 0-1 m | MP 1-3 m |
|------------------------|----------------|----------------|
| Probenahmedatum/ -zeit | 26.04.2021 | 26.04.2021 |
| EOL Probennummer | 005-10544-9564 | 005-10544-9565 |
| Probennummer | 021085280 | 021085281 |

| Parameter | Lab. | Akk. | Methode | BG | Einheit | | |
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|
|-----------|------|------|---------|----|---------|--|--|

PCB aus der Originalsubstanz

| | | | | | | | |
|--------------------------|------|-------------|-----------------------|------|----------|-----------------------|-----------------------|
| PCB 28 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 52 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 101 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 153 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 138 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| PCB 180 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| Summe 6 DIN-PCB exkl. BG | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | | mg/kg TS | (n. b.) ¹⁾ | (n. b.) ¹⁾ |
| PCB 118 | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | 0,01 | mg/kg TS | < 0,01 | < 0,01 |
| Summe PCB (7) | AN/f | RE000 GI | DIN EN 15308: 2016-12 | | mg/kg TS | (n. b.) ¹⁾ | (n. b.) ¹⁾ |

Phys.-chem. Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | |
|------------------------|------|-------------|-----------------------------------|---|-------|------|------|
| pH-Wert | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04 | | | 8,4 | 8,8 |
| Temperatur pH-Wert | AN/f | RE000 GI | DIN 38404-4 (C4): 1976-12 | | °C | 21,3 | 19,2 |
| Leitfähigkeit bei 25°C | AN/f | RE000 GI | DIN EN 27888 (C8): 1993-11 | 5 | µS/cm | 103 | 71 |

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | |
|---------------------------|------|-------------|--------------------------------------|-------|------|---------|---------|
| Chlorid (Cl) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07 | 1,0 | mg/l | < 1,0 | < 1,0 |
| Sulfat (SO ₄) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07 | 1,0 | mg/l | 4,2 | 1,4 |
| Cyanide, gesamt | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 14403-2: 2012-10 | 0,005 | mg/l | < 0,005 | < 0,005 |

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | |
|------------------|------|-------------|--------------------------------------|--------|------|----------|----------|
| Arsen (As) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | 0,001 |
| Blei (Pb) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | 0,001 |
| Cadmium (Cd) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,0003 | mg/l | < 0,0003 | < 0,0003 |
| Chrom (Cr) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | 0,001 |
| Kupfer (Cu) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,005 | mg/l | < 0,005 | < 0,005 |
| Nickel (Ni) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,001 | mg/l | < 0,001 | < 0,001 |
| Quecksilber (Hg) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08 | 0,0002 | mg/l | < 0,0002 | < 0,0002 |
| Zink (Zn) | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01 | 0,01 | mg/l | < 0,01 | < 0,01 |

Org. Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------|------------------------------------|------|------|--------|--------|
| Phenolindex, wasserdampfflüchtig | AN/f | RE000 GI | DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12 | 0,01 | mg/l | < 0,01 | < 0,01 |
|-------------------------------------|------|-------------|------------------------------------|------|------|--------|--------|

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akk. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000GI gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

/f - Die Analyse des Parameters erfolgte in Fremdvergabe.

S-20 573
Anlage 4.2
(9 Seiten)

Analysenergebnisse

Analysenbericht Nr. B 7214

vom 12.05.2021

AMM GmbH

Gesellschaft für Altlastenmanagement, Mineralstoffverwertung und Materialprüfung mbH
Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß

Tel.: 0821 – 48 688-0
Fax.: 0821 – 48 688-66
e-mail: info@ammgmbh.com
web: www.ammgmbh.com

Untersuchungsbericht B 7214

| | |
|-----------------------------|---|
| Auftraggeber: | Geol. Büro Dr. Behringer |
| Auftragsnummer: | 1 |
| Projektnummer: | S-20 573 |
| Probenahmedatum: | 26.04.2021 |
| Probenort: | Neckargartach, Heilbronn |
| Probengefäß: | PE-Eimer |
| Zu untersuchende Parameter: | Korngrößenverteilung mit Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit |
| Zeitraum der Prüfung: | 06.05. – 12.05.2021 |

AMM GmbH

Gessertshausener Straße 3

86356 Neusäß

Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-6

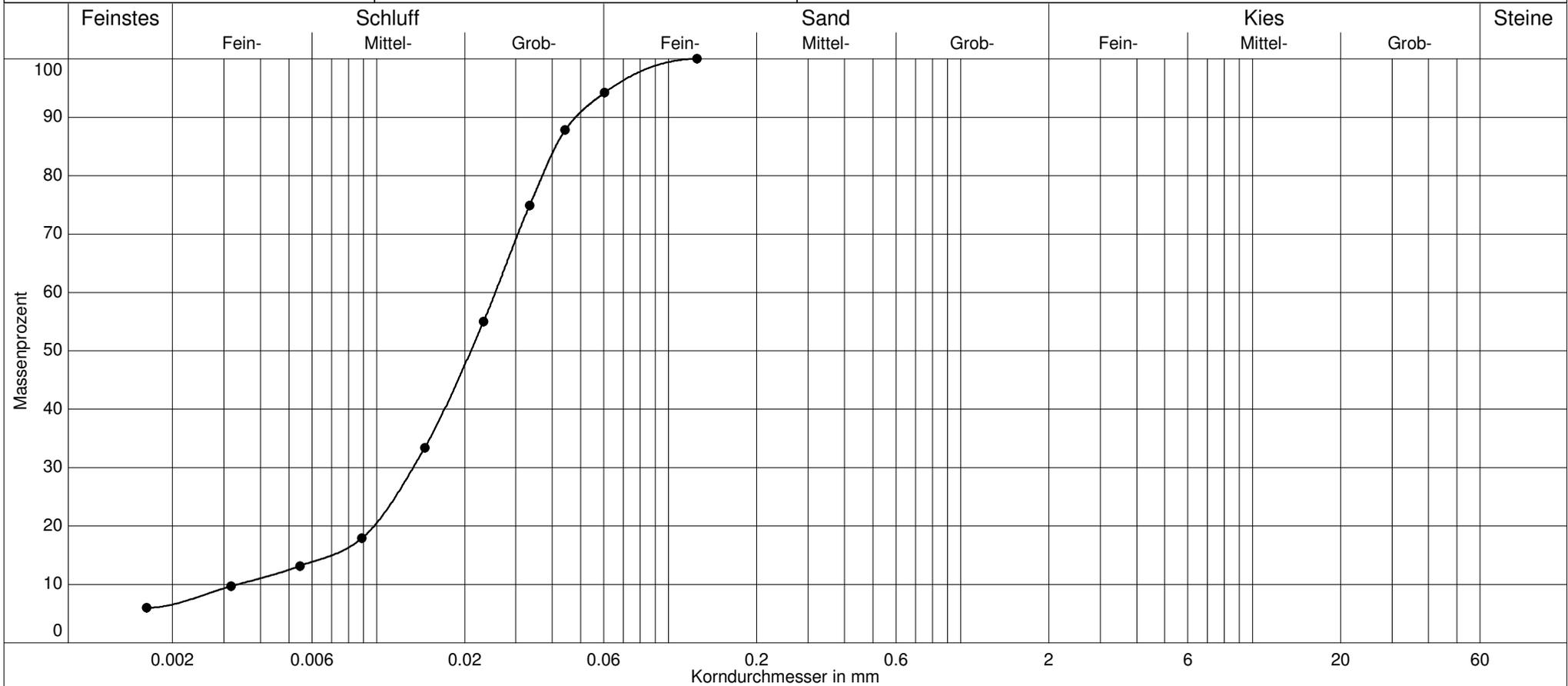
Untersuchungsbericht : B 7214

Projekt : Neckargartach, Heilbronn

Auftraggeber : Geologisches Büro Dr. Behringer

Datum : 12.05.2021

Bearbeiter : Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter



| | | | | |
|--------------------|-----------------------|--|--|--|
| Labornummer | —●— VS1 / 1,5 - 4,0 m | | | |
| Ungleichförm. Cu | 7.6 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 2.1 | | | |
| Bodenart | U,fs' | | | |
| Bodengruppe | U | | | |
| d10 / d60 | 0.003/0.025 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 94.9 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 6.6/88.3/5.1/0.0 % | | | |
| Bodenklasse | 4 | | | |

AMM GmbH

U-Bericht: B 7214

BV / Projektnr.: Neckargartach, Heilbronn

Gessertshausener Straße 3

Auftraggeber: Geologisches Büro Dr. Behringer

86356 Neusäß

Datum: 12.05.2021

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

Bearbeiter: Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter

KORNVERTEILUNG

VS1 / 1,5 - 4,0 m

SCHLÄMMUNG

| Durchmesser [mm] | Anteil [%] | Durchmesser [mm] | Anteil [%] |
|------------------|------------|------------------|------------|
| 0.0016 | 6.0 | 0.0232 | 55.0 |
| 0.0032 | 9.7 | 0.0334 | 74.9 |
| 0.0054 | 13.1 | 0.0442 | 87.8 |
| 0.0089 | 17.9 | 0.0603 | 94.2 |
| 0.0146 | 33.4 | | |

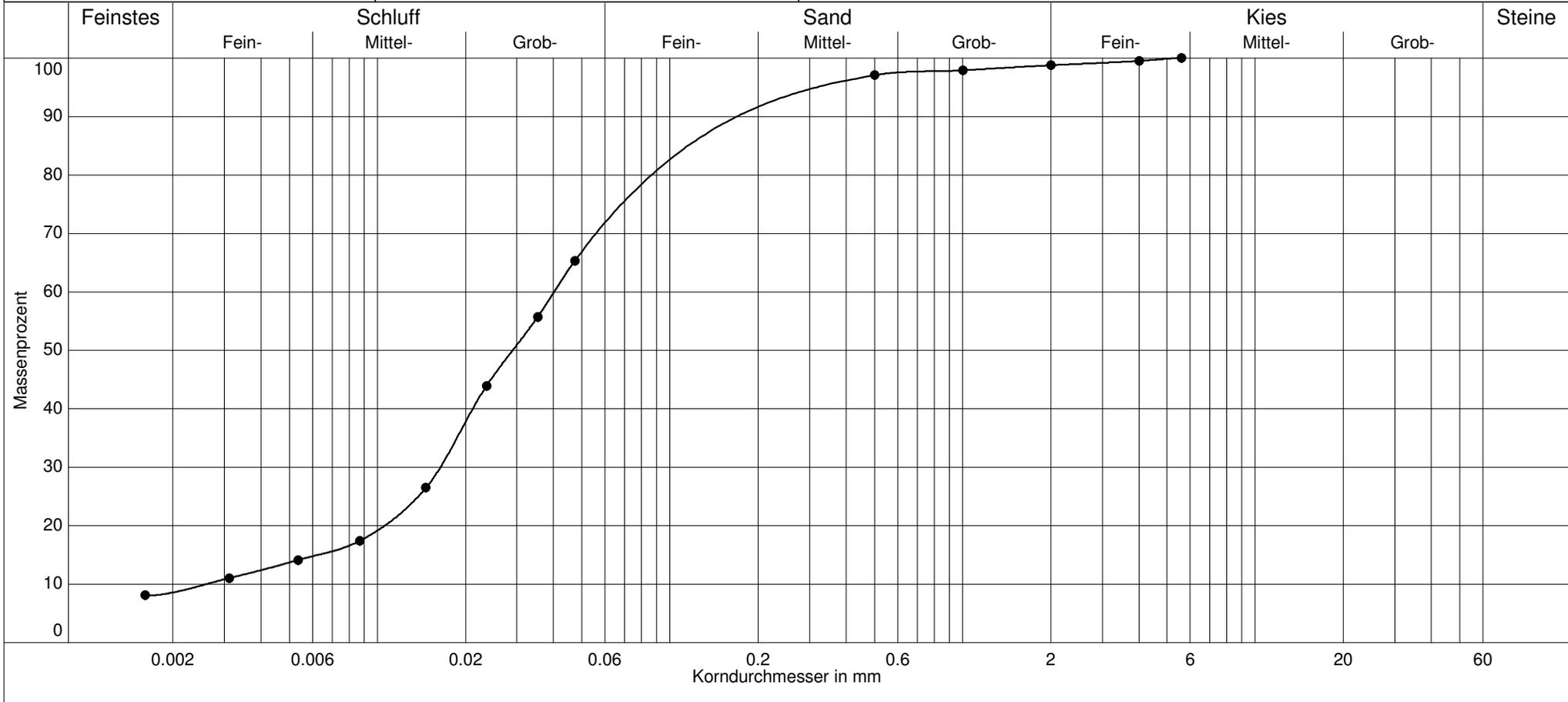
Probengewicht: 47.20 g

AMM GmbH
 Gessertshausener Straße 3
 86356 Neusäß
 Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Untersuchungsbericht : B 7214
 Projekt : Neckargartach, Heilbronn
 Auftraggeber : Geologisches Büro Dr. Behringer
 Datum : 12.05.2021
 Bearbeiter : Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter



| | | | | |
|--------------------|-----------------------|--|--|--|
| Labornummer | —●— VS2 / 1,5 - 4,0 m | | | |
| Ungleichförm. Cu | 15.5 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 2.6 | | | |
| Bodenart | U,fs,ms' | | | |
| Bodengruppe | U | | | |
| d10 / d60 | 0.003/0.040 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 73.1 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 8.6/64.5/25.7/1.2 % | | | |
| Bodenklasse | 4 | | | |

AMM GmbH

U-Bericht: B 7214

BV / Projektnr.: Neckargartach, Heilbronn

Gessertshausener Straße 3

Auftraggeber: Geologisches Büro Dr. Behringer

86356 Neusäß

Datum: 12.05.2021

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

Bearbeiter: Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter

KORNVERTEILUNG

VS2 / 1,5 - 4,0 m

SIEBUNG

| Durchmesser [mm] | Siebrückstand [g] | Siebdurchgang [%] | Durchmesser [mm] | Siebrückstand [g] | Siebdurchgang [%] |
|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0.000 | 45.92 | 0.0 | 11.2 | 0.00 | 100.0 |
| 0.063 | 0.00 | 97.1 | 16.0 | 0.00 | 100.0 |
| 0.500 | 0.39 | 97.1 | 22.4 | 0.00 | 100.0 |
| 1.000 | 0.41 | 97.9 | 31.5 | 0.00 | 100.0 |
| 2.000 | 0.34 | 98.8 | 45.0 | 0.00 | 100.0 |
| 4.000 | 0.23 | 99.5 | 56.0 | 0.00 | 100.0 |
| 5.600 | 0.00 | 100.0 | 63.0 | 0.00 | 100.0 |
| 8.000 | 0.00 | 100.0 | 90.0 | 0.00 | 100.0 |

Gesamtgewicht: 47.29 g

SCHLÄMMUNG

| Durchmesser [mm] | Anteil [%] | Durchmesser [mm] | Anteil [%] |
|------------------|------------|------------------|------------|
| 0.0016 | 8.1 | 0.0236 | 43.9 |
| 0.0031 | 11.0 | 0.0353 | 55.7 |
| 0.0054 | 14.1 | 0.0473 | 65.3 |
| 0.0087 | 17.4 | 0.0640 | 72.6 |
| 0.0147 | 26.5 | | |

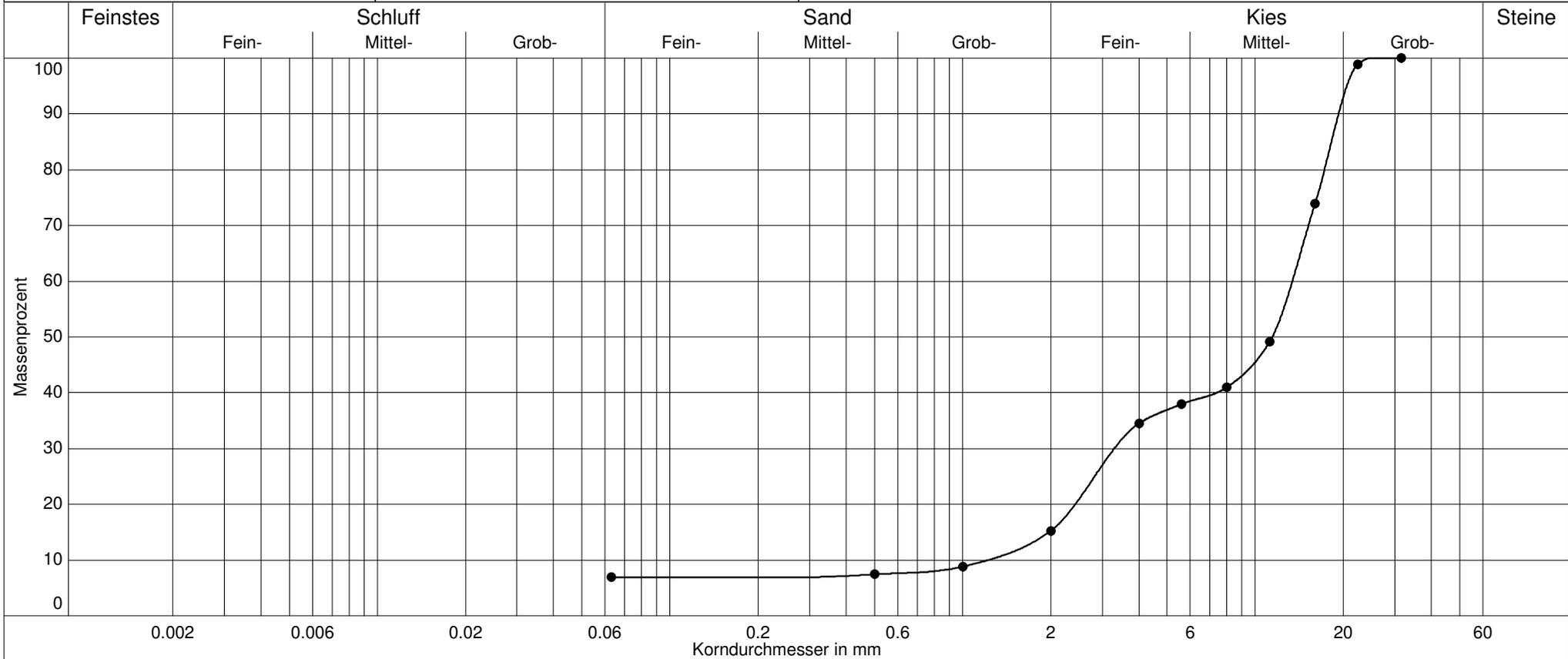
Probengewicht: 45.70 g

AMM GmbH
 Gessertshausener Straße 3
 86356 Neusäß
 Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-5

Untersuchungsbericht : B 7214
 Projekt : Neckargartach, Heilbronn
 Auftraggeber : Geologisches Büro Dr. Behringer
 Datum : 12.05.2021
 Bearbeiter : Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter



| | | | | |
|--------------------|-----------------------|--|--|--|
| Labornummer | —●— VS3 / 1,5 - 4,0 m | | | |
| Ungleichförm. Cu | 10.9 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 0.7 | | | |
| Bodenart | mG,fg,gs',u',gg' | | | |
| Bodengruppe | GU | | | |
| d10 / d60 | 1.224/13.390 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 6.9 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 0.0/6.9/8.3/84.8 % | | | |
| Bodenklasse | 3 | | | |
| kf nach Seiler | 1.6E-02 m/s | | | |

AMM GmbH

U-Bericht: B 7214

BV / Projektnr.: Neckargartach, Heilbronn

Gessertshausener Straße 3

Auftraggeber: Geologisches Büro Dr. Behringer

86356 Neusäß

Datum: 12.05.2021

Tel.: 0821-48688-20 / Fax: -66

Bearbeiter: Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter

KORNVERTEILUNG

VS3 / 1,5 - 4,0 m

SIEBUNG

| Durchmesser [mm] | Siebrückstand [g] | Siebdurchgang [%] | Durchmesser [mm] | Siebrückstand [g] | Siebdurchgang [%] |
|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0.000 | 307.87 | 0.0 | 11.2 | 1095.75 | 49.1 |
| 0.063 | 22.40 | 6.9 | 16.0 | 1109.30 | 73.9 |
| 0.500 | 61.31 | 7.4 | 22.4 | 49.79 | 98.9 |
| 1.000 | 283.62 | 8.8 | 31.5 | 0.00 | 100.0 |
| 2.000 | 854.30 | 15.2 | 45.0 | 0.00 | 100.0 |
| 4.000 | 153.69 | 34.5 | 56.0 | 0.00 | 100.0 |
| 5.600 | 133.98 | 38.0 | 63.0 | 0.00 | 100.0 |
| 8.000 | 361.53 | 41.0 | 90.0 | 0.00 | 100.0 |

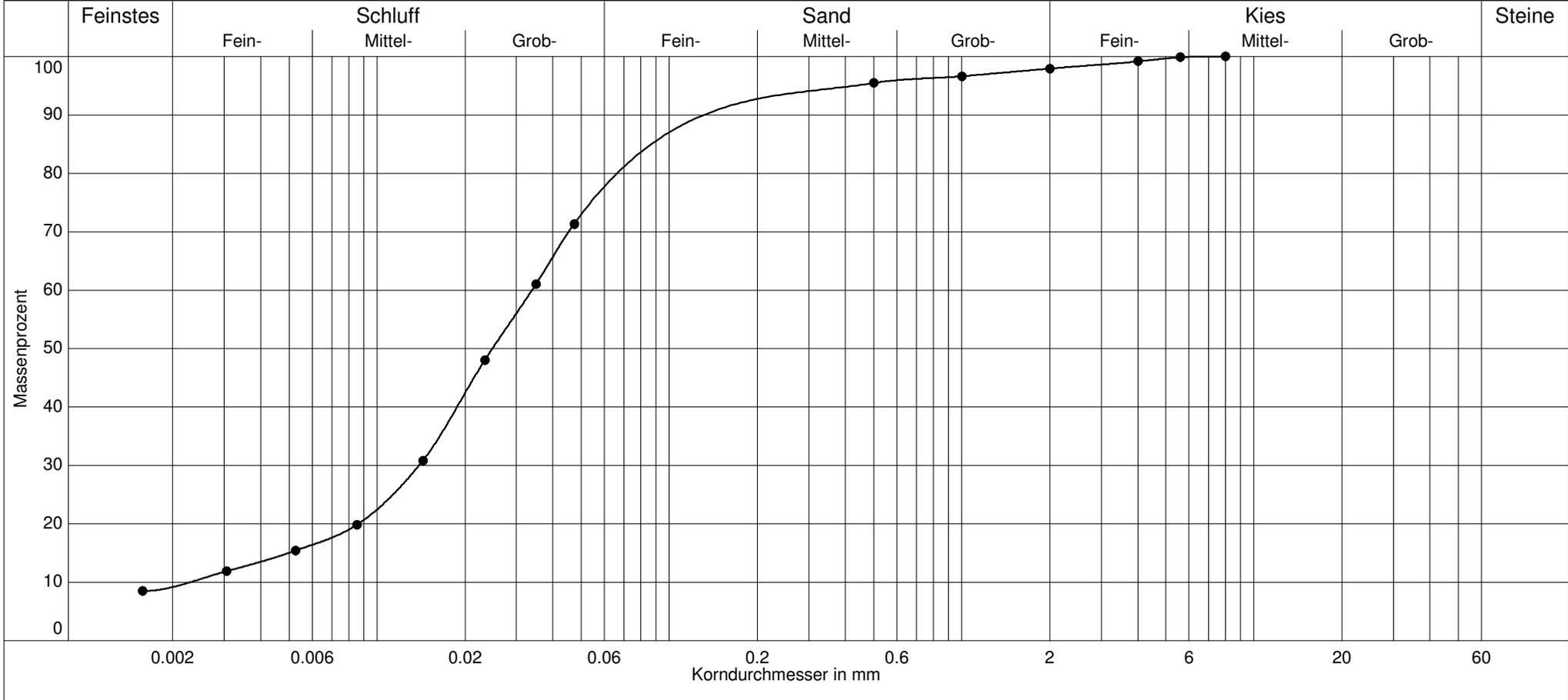
Gesamtgewicht: 4433.54 g

AMM GmbH
 Gessertshausener Straße 3
 86356 Neusäß
 Tel.:0821-48688-20 / Fax:-66

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Untersuchungsbericht : B 7214
 Projekt : Neckargartach, Heilbronn
 Auftraggeber : Geologisches Büro Dr. Behringer
 Datum : 12.05.2021
 Bearbeiter : Frau Rehwinkel / Frau Hofstetter



| | | | | |
|--------------------|-----------------------|--|--|--|
| Labornummer | —●— VS4 / 1,5 - 4,0 m | | | |
| Ungleichförm. Cu | 14.8 | | | |
| Krümmungszahl Cc | 2.5 | | | |
| Bodenart | U,fs' | | | |
| Bodengruppe | U | | | |
| d10 / d60 | 0.002/0.034 mm | | | |
| Anteil < 0.063 mm | 78.9 % | | | |
| Kornfrakt. T/U/S/G | 9.2/69.7/19.0/2.1 % | | | |
| Bodenklasse | 4 | | | |

KORNVERTEILUNG

VS4 / 1,5 - 4,0 m

SIEBUNG

| Durchmesser [mm] | Siebrückstand [g] | Siebdurchgang [%] | Durchmesser [mm] | Siebrückstand [g] | Siebdurchgang [%] |
|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 0.000 | 42.29 | 0.0 | 11.2 | 0.00 | 100.0 |
| 0.063 | 0.00 | 95.5 | 16.0 | 0.00 | 100.0 |
| 0.500 | 0.51 | 95.5 | 22.4 | 0.00 | 100.0 |
| 1.000 | 0.58 | 96.6 | 31.5 | 0.00 | 100.0 |
| 2.000 | 0.54 | 97.9 | 45.0 | 0.00 | 100.0 |
| 4.000 | 0.32 | 99.2 | 56.0 | 0.00 | 100.0 |
| 5.600 | 0.05 | 99.9 | 63.0 | 0.00 | 100.0 |
| 8.000 | 0.00 | 100.0 | 90.0 | 0.00 | 100.0 |

Gesamtgewicht: 44.29 g

SCHLÄMMUNG

| Durchmesser [mm] | Anteil [%] | Durchmesser [mm] | Anteil [%] |
|------------------|------------|------------------|------------|
| 0.0016 | 8.5 | 0.0234 | 48.0 |
| 0.0031 | 11.9 | 0.0350 | 61.0 |
| 0.0053 | 15.4 | 0.0472 | 71.3 |
| 0.0085 | 19.8 | 0.0654 | 75.8 |
| 0.0144 | 30.8 | | |

Probengewicht: 42.10 g

S-20 573
Anlage 4.3
(9 Seiten)

Analysenergebnisse
Analysenbericht Nr. B 7214-2
vom 18.05.2021

AMM GmbH

Gesellschaft für Altlastenmanagement, Mineralstoffverwertung und Materialprüfung mbH
Gessertshausener Straße 3, 86356 Neusäß

Tel.: 0821 – 48 688-0
Fax.: 0821 – 48 688-66
e-mail: info@ammgmbh.com
web: www.ammgmbh.com

Untersuchungsbericht B 7214

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Auftraggeber: | Geol. Büro Dr. Behringer |
| Auftragsnummer: | 2 |
| Projektnummer: | S-20 573 |
| Probenahmedatum: | 26.04.2021 |
| Probenort: | Neckargartach, Heilbronn |
| Probengefäß: | PE-Eimer |
| Zu untersuchende Parameter: | Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit |
| Zeitraum der Prüfung: | 06.05. – 18.05.2021 |

LABORPRÜFBERICHT

Proj.-Nr.: B 7214, Neckargartach, Heilbronn

AUFTRAGGEBER: AMM GmbH
Gessertshausener Straße 3
86356 Neusäß



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung
gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

PRÜFLABOR: Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee

TÄTIGKEITSFELDER

Geotechnik
Hydrogeologie
Grundbaustatik
Altlasten
Qualitätssicherung
Deponie- und Erdbauplanung

DATUM: 17.05.2021

Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau
Sachverständige
§ 18 BBodSchG, SG 2
Private Sachverständige
in der Wasserwirtschaft

PROJEKT-NR.: L 211271

POSTANSCHRIFT

Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee

ANLAGEN (enthält insgesamt 7 Anlagen)

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die in Auftrag
gegebene Untersuchung oder den in Auftrag gegebenen Unter-
suchungsgegenstand.

TELEFON / FAX

08806-95894-0 / -44

INTERNET / E-MAIL

www.crystal-geotechnik.de
utting@crystal-geotechnik.de

Der Laborbericht darf nur in seinem vollen Wortlaut und nur mit
schriftlicher Erlaubnis der Crystal Geotechnik GmbH und des
Auftraggebers vervielfältigt werden.

BANKVERBINDUNG

VR-Bank Landsberg-Ammersee eG
IBAN: DE56 7009 1600 0000 2098 48
BIC: GENODEF1DSS

AG AUGSBURG HRB 9698

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dr.-Ing. Gerhard Gold
Dipl.-Ing. Raphael Schneider

Dr.-Ing. Gerhard Gold
(Technischer Leiter)
DATEI-NR.:

Manuel Lorenz
(Laborant)

NIEDERLASSUNG WASSERBURG
Crystal Geotechnik GmbH
Schustergasse 14
83512 Wasserburg am Inn
Telefon / Fax: 08071-92278-0 / -22
E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de

| | |
|--|------------------------|
| Projekt: Proj.-Nr.: B 7214, Neckgartach, Heilbronn | Auftraggeber: AMM GmbH |
|--|------------------------|

| | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|---------------------------|-------------------|
| Projekt-Nr.: L 211271 | Probenehmer: | Probenahme: | Probeneingang: 05.05.2021 | Bearbeiter: GG/ML |
|-----------------------|--------------|-------------|---------------------------|-------------------|

| Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe | Probenbezeichnung | Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2013-12 | Kurzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen | Wassergehalt | Norm- verdichtung | | kf-Wert |
|--|---------------------------|--|---|--------------|----------------------|------------------------------|---------|
| | | | | | Feuchtdichte p | Trockendichte p _d | |
| | | | | [%] | [t/m ³] | | [m/s] |
| VS 1 1,50 m - 4,00 m | L211271- VS1- 4,00m | Ton, schluffig, sandig gelbliches braun | T,u,s | 8,9 | 1,70 | 1,56 | 1,1E-07 |
| VS 2 1,50 m - 4,00 m | L211271- VS2- 4,00m | Ton, schluffig, sandig dunkles gelbliches braun | T,u,s | 10,0 | 1,79 | 1,63 | 1,3E-08 |
| VS 4 1,50 m - 4,00 m | L211271- VS4- 4,00m | Ton, schluffig, sandig gelbliches braun | T,u,s | 14,6 | 1,93 | 1,68 | 6,8E-09 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

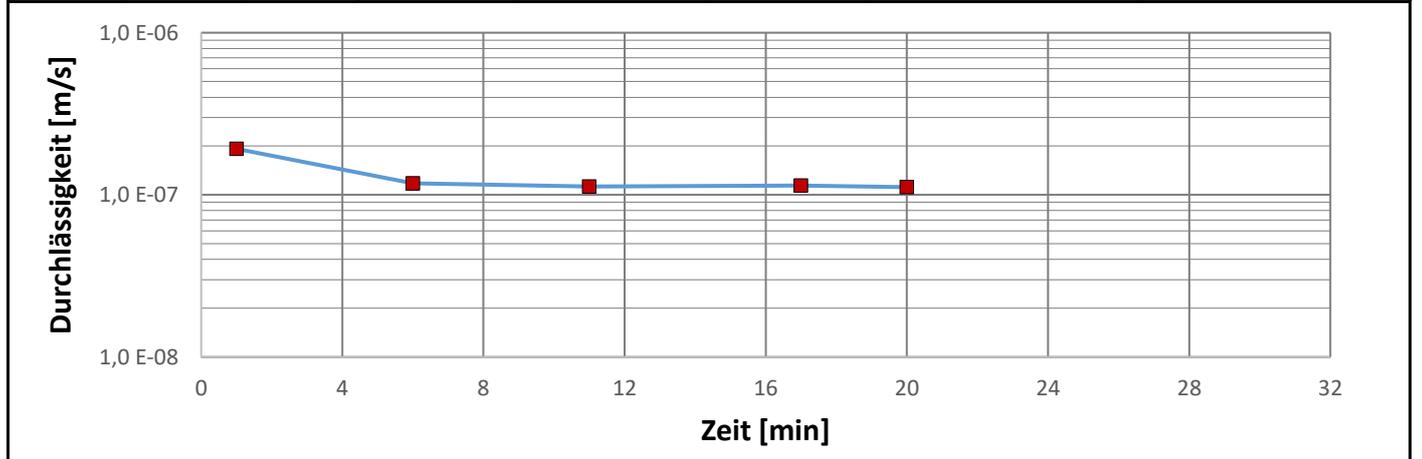
| EXCEL-Auswertung | Normverdichtung in Anlehnung an DIN 18127:2012-09 | | EX-KP-DIN 18127-NV | |
|---|--|---|---------------------------------------|---|
| | | | Revision A - Stand 2020-03 | |
| | | | Anlage: 3 | |
| Projekt: Proj.-Nr.: B7214, Neckargartach, Heilbronn | | | | |
| Projekt-Nr.: L 211271 | | Auftraggeber: AMM GmbH | | |
| Probenbezeichnung: L211271-VS2-4,00m | | | | |
| Entnahmestelle: VS 2 | | entnommen am: | | durch: |
| Entnahmetiefe: 1,50 - 4,00 m | | ausgeführt am: 07.05.2021 | | durch: ML |
| Bodenart: T,u,s | | Bemerkungen: | | |
| Bodengruppe: | | Größtkorn: <20 mm | Anteil Überkorn: % | Korndichte (genähert): 2,70 g/cm ³ |
| Anzahl der Schichten: 3 | | Probendurchmesser: 10,00 cm | Proctordichte: t/m ³ | |
| Schläge pro Schicht: 25 | | Probenhöhe: 12,03 cm | Verdichtungsgrad: % | |
| Dichte | feuchte Probe + Zylinder | | $m_1 + m_z$ [g] | 4194,4 |
| | Zylinder | | m_z [g] | 2501,4 |
| | feuchte Probe | | $m_1 = (m_1 + m_z) - m_z$ [g] | 1693,0 |
| | Volumen der Probe | | V [cm ³] | 944,7 |
| | Feuchtdichte | | $\rho = m_1 / V$ [g/cm ³] | 1,79 |
| Wassergehalt | Behälter-Nr. | | | 12 |
| | feuchte Probe + Behälter | | $m_2 + m_b$ [g] | 862,04 |
| | trockene Probe + Behälter | | $m_d + m_b$ [g] | 808,61 |
| | Behälter | | m_b [g] | 274,98 |
| | Wasser | | $m_w = (m_2 + m_b) - (m_d + m_b)$ [g] | 53,43 |
| | trockene Probe | | $m_d = (m_d + m_b) - m_b$ [g] | 533,63 |
| | Wassergehalt | | $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$ [%] | 10,0 |
| Trockendichte | | $\rho_d = \frac{\rho}{1 + (w / 100)}$ [t/m ³] | 1,63 | |
| <p>Projektleiter: <u>Gerhard Gold</u></p> | | | | |

| | | |
|-------------------------|---|----------------------------|
| EXCEL-Auswertung | Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f fallend gemäß DIN 18130-1:1998-05 | EX-KP-DIN 18130-KFF |
| | | Revision A - Stand 2020-03 |
| | | Anlage: 5 |

| | | |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| Projekt: Proj.-Nr.: B 7214, Neckgartach, Heilbronn | | |
| Projekt-Nr.: L 211271 | Auftraggeber: AMM GmbH | |
| Probenbezeichnung: L211271-VS1-4,00m | | |
| Entnahmestelle: VS 1 | entnommen am: | durch: |
| Entnahmetiefe: 1,50 - 4,00 m | ausgeführt am: 07.05.2021 | durch: ML |
| Bodenart: T,u,s | Bemerkungen: | |
| Bodengruppe: | Versuch: ZY-ES-ST-3 | Durchströmung: von unten nach oben |
| | | Größtkorn: <20 mm |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|----------|----------------------|------|-----------------------|----------|----------------------|------|
| Einbauparameter | Probendurchmesser | d | [cm] | 10,0 | Korndichte (genähert) | ρ_s | [g/cm ³] | 2,70 |
| | Probenhöhe | l_0 | [cm] | 12,0 | Porenanteil | n | [%] | 42,2 |
| | Wassergehalt | w_E | [%] | 8,9 | Sättigungszahl | S_{rE} | [-] | 0,33 |
| | Trockendichte | ρ_d | [g/cm ³] | 1,56 | Druckgeber | p | [kPa] | |

| Datum | Uhrzeit | Lesung | Temperatur T | Lesung mit Korrektur | Δt_i | k_f -Wert ohne Korrektur | k_f -Wert mit Korrektur (k_{f0}) |
|----------|---------|--------|--------------|----------------------|--------------|----------------------------|--|
| [TT.MM.] | [hh:mm] | [cm] | [°C] | [cm] | [s] | [m/s] | [m/s] |
| 10.05. | 08:17 | 108,2 | 21,3 | 437,2 | | | |
| 10.05. | 08:18 | 99,5 | 21,3 | 428,5 | 60 | 2,6E-07 | 1,9E-07 |
| 10.05. | 08:23 | 74,0 | 21,3 | 403,0 | 300 | 1,6E-07 | 1,2E-07 |
| 10.05. | 08:28 | 52,0 | 21,3 | 381,0 | 300 | 1,5E-07 | 1,1E-07 |
| 10.05. | 08:34 | 25,7 | 21,3 | 354,7 | 360 | 1,5E-07 | 1,1E-07 |
| 10.05. | 08:37 | 13,5 | 21,3 | 342,5 | 180 | 1,5E-07 | 1,1E-07 |



| | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|-----|--------------|----------------------------|----------|-----------------|-------|
| Ausbauparameter | Behälter-Nr. | 302 | | Wassergehalt | $w = m_w / m_d \times 100$ | [%] | 24,5 | |
| | feuchte Probe + Beh. | $m_1 + m_B$ | [g] | 922,40 | Sättigungszahl | S_{rA} | [-] | 0,90 |
| | trockene Probe + Beh. | $m_d + m_B$ | [g] | 796,13 | hydraulisches Gefälle | i | $^{min}/_{max}$ | 29/36 |
| | Behälter | m_B | [g] | 280,43 | | | | |

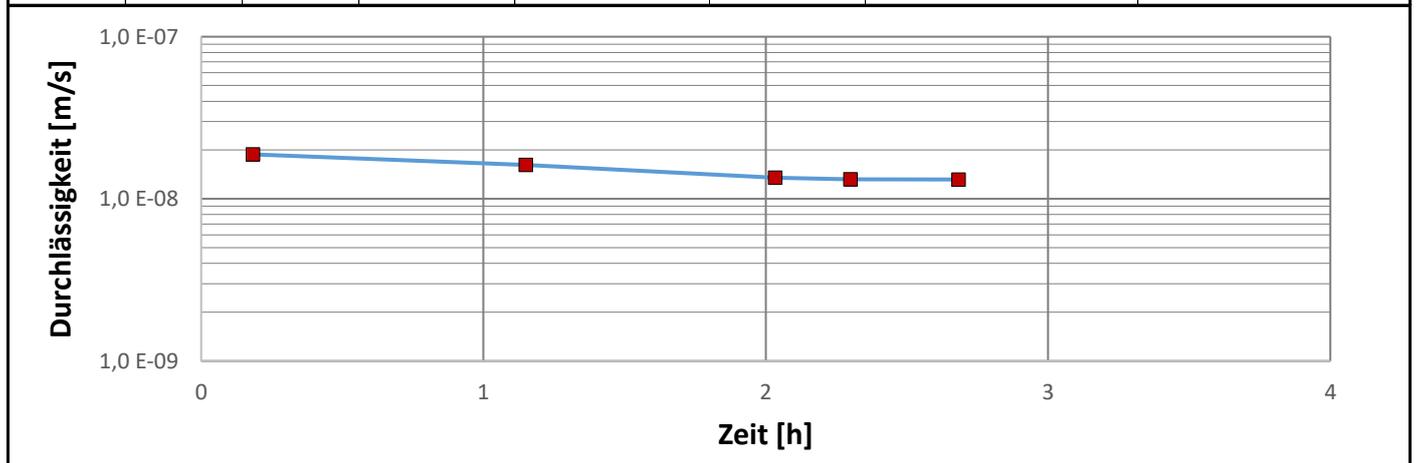
Projektleiter: Gerhard Gold

| | | |
|-------------------------|---|----------------------------|
| EXCEL-Auswertung | Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f fallend gemäß DIN 18130-1:1998-05 | EX-KP-DIN 18130-KFF |
| | | Revision A - Stand 2020-03 |
| | | Anlage: 6 |

| | | |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| Projekt: Proj.-Nr.: B 7214, Neckargartach, Heilbronn | | |
| Projekt-Nr.: L 211271 | Auftraggeber: AMM GmbH | |
| Probenbezeichnung: L211271-VS2-4,00m | | |
| Entnahmestelle: VS 2 | entnommen am: | durch: |
| Entnahmetiefe: 1,50 - 4,00 m | ausgeführt am: 07.05.2021 | durch: ML |
| Bodenart: T,u,s | Bemerkungen: | |
| Bodengruppe: | Versuch: ZY-ES-ST-3 | Durchströmung: von unten nach oben |
| | | Größtkorn: <20 mm |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|----------|----------------------|------|-----------------------|----------|----------------------|------|
| Einbauparameter | Probendurchmesser | d | [cm] | 10,0 | Korndichte (genähert) | ρ_s | [g/cm ³] | 2,70 |
| | Probenhöhe | l_0 | [cm] | 12,0 | Porenanteil | n | [%] | 39,6 |
| | Wassergehalt | w_E | [%] | 10,0 | Sättigungszahl | S_{rE} | [-] | 0,41 |
| | Trockendichte | ρ_d | [g/cm ³] | 1,63 | Druckgeber | p | [kPa] | |

| Datum | Uhrzeit | Lesung | Temperatur T | Lesung mit Korrektur | Δt_i | k_f -Wert ohne Korrektur | k_f -Wert mit Korrektur (k_{f0}) |
|----------|---------|--------|--------------|----------------------|--------------|----------------------------|--|
| [TT.MM.] | [hh:mm] | [cm] | [°C] | [cm] | [s] | [m/s] | [m/s] |
| 10.05. | 07:56 | 106,5 | 21,3 | 435,5 | | | |
| 10.05. | 08:07 | 97,2 | 21,3 | 426,2 | 660 | 2,5E-08 | 1,9E-08 |
| 10.05. | 09:05 | 57,3 | 21,8 | 386,3 | 3480 | 2,2E-08 | 1,6E-08 |
| 10.05. | 09:58 | 26,8 | 21,6 | 355,8 | 3180 | 1,8E-08 | 1,4E-08 |
| 10.05. | 10:14 | 19,0 | 21,5 | 348,0 | 960 | 1,8E-08 | 1,3E-08 |
| 10.05. | 10:37 | 8,1 | 21,6 | 337,1 | 1380 | 1,8E-08 | 1,3E-08 |



| | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|-----|--------|-----------------------|----------------------------|---------|-------|
| Ausbauparameter | Behälter-Nr. | | | 312 | Wassergehalt | $w = m_w / m_d \times 100$ | [%] | 20,7 |
| | feuchte Probe + Beh. | $m_1 + m_B$ | [g] | 873,11 | Sättigungszahl | S_{rA} | [-] | 0,85 |
| | trockene Probe + Beh. | $m_d + m_B$ | [g] | 768,06 | hydraulisches Gefälle | i | min/max | 28/36 |
| | Behälter | m_B | [g] | 261,74 | | | | |

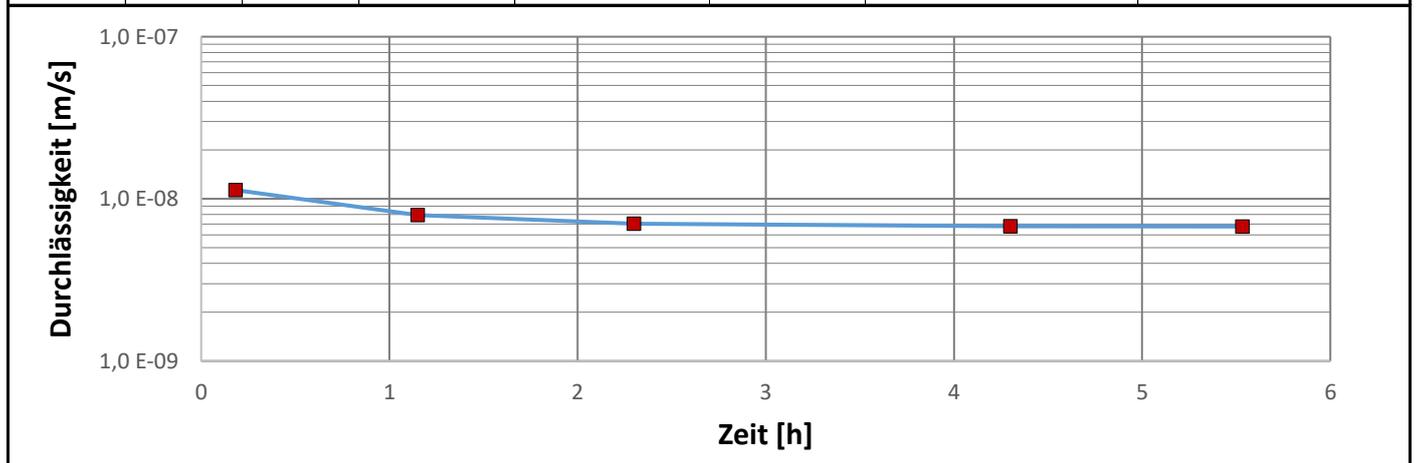
| |
|-----------------------------|
| Projektleiter: Gerhard Gold |
|-----------------------------|

| | | |
|-------------------------|---|----------------------------|
| EXCEL-Auswertung | Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k_f fallend gemäß DIN 18130-1:1998-05 | EX-KP-DIN 18130-KFF |
| | | Revision A - Stand 2020-03 |
| | | Anlage: 7 |

| | | |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| Projekt: Proj.-Nr.: B 7214, Neckargartach, Heilbronn | | |
| Projekt-Nr.: L 211271 | Auftraggeber: AMM GmbH | |
| Probenbezeichnung: L211271-VS4-4,00m | | |
| Entnahmestelle: VS 4 | entnommen am: | durch: |
| Entnahmetiefe: 1,50 - 4,00 m | ausgeführt am: 07.05.2021 | durch: ML |
| Bodenart: T,u,s | Bemerkungen: | |
| Bodengruppe: | Versuch: ZY-ES-ST-3 | Durchströmung: von unten nach oben |
| | | Größtkorn: <20 mm |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|----------|----------------------|------|-----------------------|----------|----------------------|------|
| Einbauparameter | Probendurchmesser | d | [cm] | 10,0 | Korndichte (genähert) | ρ_s | [g/cm ³] | 2,70 |
| | Probenhöhe | l_0 | [cm] | 12,0 | Porenanteil | n | [%] | 37,8 |
| | Wassergehalt | w_E | [%] | 14,6 | Sättigungszahl | S_{rE} | [-] | 0,65 |
| | Trockendichte | ρ_d | [g/cm ³] | 1,68 | Druckgeber | p | [kPa] | |

| Datum | Uhrzeit | Lesung | Temperatur T | Lesung mit Korrektur | Δt_i | k_f -Wert ohne Korrektur | k_f -Wert mit Korrektur (k_{f0}) |
|----------|---------|--------|--------------|----------------------|--------------|----------------------------|--|
| [TT.MM.] | [hh:mm] | [cm] | [°C] | [cm] | [s] | [m/s] | [m/s] |
| 10.05. | 07:56 | 102,4 | 21,3 | 431,4 | | | |
| 10.05. | 08:07 | 96,8 | 21,3 | 425,8 | 660 | 1,5E-08 | 1,1E-08 |
| 10.05. | 09:05 | 76,2 | 21,8 | 405,2 | 3480 | 1,1E-08 | 7,9E-09 |
| 10.05. | 10:14 | 55,4 | 21,5 | 384,4 | 4140 | 9,4E-09 | 7,0E-09 |
| 10.05. | 12:14 | 23,5 | 21,9 | 352,5 | 7200 | 9,2E-09 | 6,8E-09 |
| 10.05. | 13:28 | 5,2 | 22,0 | 334,2 | 4440 | 9,2E-09 | 6,8E-09 |



| | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------------|-----|--------|-----------------------|----------------------------|---------|-------|
| Ausbauparameter | Behälter-Nr. | | | 814 | Wassergehalt | $w = m_w / m_d \times 100$ | [%] | 20,2 |
| | feuchte Probe + Beh. | $m_1 + m_B$ | [g] | 831,48 | Sättigungszahl | S_{rA} | [-] | 0,90 |
| | trockene Probe + Beh. | $m_d + m_B$ | [g] | 735,81 | hydraulisches Gefälle | i | min/max | 28/36 |
| | Behälter | m_B | [g] | 263,20 | | | | |

| |
|-----------------------------|
| Projektleiter: Gerhard Gold |
|-----------------------------|



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 5 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 0,99 | 0,01 |
| | 30 | 0,98 | 0,02 |
| 1 | 60 | 0,97 | 0,03 |
| 2 | 120 | 0,94 | 0,06 |
| 3 | 180 | 0,92 | 0,08 |
| 4 | 240 | 0,89 | 0,11 |
| 5 | 300 | 0,87 | 0,13 |
| 10 | 600 | 0,79 | 0,21 |
| 15 | 900 | 0,73 | 0,27 |
| 20 | 1200 | 0,71 | 0,29 |
| 30 | 1800 | 0,69 | 0,31 |
| 45 | 2700 | 0,68 | 0,32 |
| 60 | 3600 | 0,68 | 0,32 |
| 120 | 7200 | 0,67 | 0,33 |
| 180 | 10800 | 0,67 | 0,33 |
| 240 | 14400 | 0,665 | 0,335 |
| 300 | 18000 | 0,66 | 0,34 |
| 1320 | 79200 | 0,60 | 0,40 |

Δt [s]: 79200
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,60

Open-End-Test:
 instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

8,3E-08



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 6 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 0,99 | 0,01 |
| | 30 | 0,97 | 0,03 |
| 1 | 60 | 0,94 | 0,06 |
| 2 | 120 | 0,91 | 0,09 |
| 3 | 180 | 0,87 | 0,13 |
| 4 | 240 | 0,84 | 0,16 |
| 5 | 300 | 0,83 | 0,17 |
| 10 | 600 | 0,81 | 0,19 |
| 15 | 900 | 0,80 | 0,20 |
| 20 | 1200 | 0,80 | 0,20 |
| 30 | 1800 | 0,80 | 0,20 |
| 45 | 2700 | 0,80 | 0,20 |
| 60 | 3600 | 0,80 | 0,20 |
| 120 | 7200 | 0,80 | 0,20 |
| 180 | 10800 | 0,80 | 0,20 |
| 240 | 14400 | 0,79 | 0,21 |
| 1260 | 75600 | 0,69 | 0,31 |

Δt [s]: 75600
 h_1 bzw. h_s [m]: 1,00
 h_2 [m]: 0,69

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

6,3E-08



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 7 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 0,98 | 0,02 |
| | 30 | 0,95 | 0,05 |
| 1 | 60 | 0,91 | 0,09 |
| 2 | 120 | 0,85 | 0,15 |
| 3 | 180 | 0,82 | 0,18 |
| 4 | 240 | 0,80 | 0,20 |
| 5 | 300 | 0,79 | 0,21 |
| 10 | 600 | 0,79 | 0,21 |
| 15 | 900 | 0,78 | 0,22 |
| 20 | 1200 | 0,78 | 0,22 |
| 30 | 1800 | 0,78 | 0,22 |
| 45 | 2700 | 0,78 | 0,22 |
| 60 | 3600 | 0,78 | 0,22 |
| 120 | 7200 | 0,78 | 0,22 |
| 180 | 10800 | 0,77 | 0,23 |
| 240 | 14400 | 0,77 | 0,23 |
| 1260 | 75600 | 0,70 | 0,30 |

Δt [s]: 75600
 h_1 bzw. h_s [m]: 1,00
 h_2 [m]: 0,70

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

6,1E-08



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 8 25.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 3,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 3,00 | 0,00 |
| | 10 | 3,00 | 0,00 |
| | 30 | 3,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | 3,00 | 0,00 |
| 2 | 120 | 3,00 | 0,00 |
| 3 | 180 | 2,995 | 0,005 |
| 4 | 240 | 2,99 | 0,01 |
| 5 | 300 | 2,99 | 0,02 |
| 10 | 600 | 2,97 | 0,03 |
| 15 | 900 | 2,95 | 0,05 |
| 20 | 1200 | 2,94 | 0,06 |
| 30 | 1800 | 2,93 | 0,07 |
| 45 | 2700 | 2,92 | 0,08 |
| 60 | 3600 | 2,91 | 0,09 |
| 120 | 7200 | 2,90 | 0,10 |
| 180 | 10800 | 2,885 | 0,115 |
| 240 | 14400 | 2,875 | 0,125 |
| 300 | 18000 | 2,86 | 0,14 |
| 360 | 21600 | 2,85 | 0,15 |
| 420 | 25200 | 2,84 | 0,16 |
| 480 | 28800 | 2,83 | 0,17 |

Δt [s]: 28800
h1 bzw. hs [m]: 3,00
h2 [m]: 2,83

Open-End-Test:
 instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **2,6E-08**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am: 25.08.2021 / my
 Bohrung: VS 9
 Bohrtiefe [m]: 3,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 3,00 | 0,00 |
| | 10 | 2,99 | 0,01 |
| | 30 | 2,98 | 0,02 |
| 1 | 60 | 2,97 | 0,03 |
| 2 | 120 | 2,97 | 0,03 |
| 3 | 180 | 2,96 | 0,04 |
| 4 | 240 | 2,95 | 0,05 |
| 5 | 300 | 2,95 | 0,05 |
| 10 | 600 | 2,93 | 0,07 |
| 15 | 900 | 2,92 | 0,08 |
| 20 | 1200 | 2,91 | 0,09 |
| 30 | 1800 | 2,89 | 0,11 |
| 45 | 2700 | 2,87 | 0,13 |
| 60 | 3600 | 2,85 | 0,15 |
| 120 | 7200 | 2,80 | 0,20 |
| 180 | 10800 | 2,75 | 0,25 |
| 240 | 14400 | 2,715 | 0,285 |
| 300 | 18000 | 2,69 | 0,315 |
| 360 | 21600 | 2,66 | 0,345 |
| 420 | 25200 | 2,63 | 0,37 |
| 480 | 28800 | 2,61 | 0,39 |

Δt [s]: 28800
 h1 bzw. hs [m]: 3,00
 h2 [m]: 2,61

Open-End-Test:
 instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

6,2E-08



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am: 25.08.2021 / my
 Bohrung: VS 10
 Bohrtiefe [m]: 3,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 3,00 | 0,00 |
| | 10 | 3,00 | 0,00 |
| | 30 | 2,99 | 0,01 |
| 1 | 60 | 2,985 | 0,015 |
| 2 | 120 | 2,97 | 0,03 |
| 3 | 180 | 2,96 | 0,04 |
| 4 | 240 | 2,955 | 0,045 |
| 5 | 300 | 2,95 | 0,05 |
| 10 | 600 | 2,93 | 0,07 |
| 15 | 900 | 2,91 | 0,09 |
| 20 | 1200 | 2,89 | 0,11 |
| 30 | 1800 | 2,875 | 0,125 |
| 45 | 2700 | 2,85 | 0,15 |
| 60 | 3600 | 2,84 | 0,16 |
| 120 | 7200 | 2,79 | 0,21 |
| 180 | 10800 | 2,765 | 0,235 |
| 240 | 14400 | 2,75 | 0,25 |
| 300 | 18000 | 2,74 | 0,26 |
| 360 | 21600 | 2,73 | 0,27 |
| 420 | 25200 | 2,72 | 0,28 |

Δt [s]: 25200
h1 bzw. hs [m]: 3,00
h2 [m]: 2,72

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

5,0E-08



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am: 23.08.2021 / my
 Bohrung: VS 11
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0635 Standrohr Größe: 5"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 1,00 | 0,00 |
| | 30 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 120 | 1,00 | 0,00 |
| 3 | 180 | 1,00 | 0,00 |
| 4 | 240 | 1,00 | 0,00 |
| 5 | 300 | 1,00 | 0,00 |
| 10 | 600 | 1,00 | 0,00 |
| 15 | 900 | 1,00 | 0,00 |
| 20 | 1200 | 1,00 | 0,00 |
| 30 | 1800 | 1,00 | 0,005 |
| 45 | 2700 | 1,00 | 0,005 |
| 60 | 3600 | 1,00 | 0,005 |
| 120 | 7200 | 0,99 | 0,01 |
| 180 | 10800 | 0,990 | 0,01 |
| 240 | 14400 | 0,980 | 0,02 |
| 1260 | 75600 | 0,89 | 0,11 |

Δt [s]: 75600
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,89

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **2,4E-08**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckargartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 12 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0635 Standrohr Größe: 5"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 0,99 | 0,01 |
| | 30 | 0,99 | 0,01 |
| 1 | 60 | 0,99 | 0,01 |
| 2 | 120 | 0,99 | 0,01 |
| 3 | 180 | 0,99 | 0,01 |
| 4 | 240 | 0,99 | 0,01 |
| 5 | 300 | 0,99 | 0,01 |
| 10 | 600 | 0,99 | 0,01 |
| 15 | 900 | 0,99 | 0,01 |
| 20 | 1200 | 0,99 | 0,01 |
| 30 | 1800 | 0,99 | 0,015 |
| 45 | 2700 | 0,99 | 0,015 |
| 60 | 3600 | 0,99 | 0,015 |
| 120 | 7200 | 0,975 | 0,025 |
| 180 | 10800 | 0,970 | 0,03 |
| 240 | 14400 | 0,965 | 0,035 |
| 1260 | 75600 | 0,82 | 0,18 |

Δt [s]: 75600
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,82

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **4,2E-08**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 13 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0635 Standrohr Größe: 5"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 1,00 | 0,00 |
| | 30 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 120 | 0,995 | 0,005 |
| 3 | 180 | 0,995 | 0,005 |
| 4 | 240 | 0,995 | 0,005 |
| 5 | 300 | 0,995 | 0,005 |
| 10 | 600 | 0,995 | 0,005 |
| 15 | 900 | 0,99 | 0,01 |
| 20 | 1200 | 0,99 | 0,01 |
| 30 | 1800 | 0,98 | 0,02 |
| 45 | 2700 | 0,975 | 0,025 |
| 60 | 3600 | 0,97 | 0,03 |
| 120 | 7200 | 0,95 | 0,05 |
| 180 | 10800 | 0,93 | 0,07 |
| 240 | 14400 | 0,91 | 0,09 |
| 1140 | 68400 | 0,61 | 0,39 |

Δt [s]: 68400
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,61

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **1,1E-07**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 14 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius
 Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 0,93 | 0,07 |
| | 30 | 0,84 | 0,16 |
| 1 | 60 | 0,80 | 0,20 |
| 2 | 120 | 0,78 | 0,22 |
| 3 | 180 | 0,78 | 0,22 |
| 4 | 240 | 0,78 | 0,22 |
| 5 | 300 | 0,78 | 0,22 |
| 10 | 600 | 0,775 | 0,225 |
| 15 | 900 | 0,775 | 0,225 |
| 20 | 1200 | 0,775 | 0,225 |
| 30 | 1800 | 0,775 | 0,225 |
| 45 | 2700 | 0,775 | 0,225 |
| 60 | 3600 | 0,77 | 0,23 |
| 120 | 7200 | 0,76 | 0,24 |
| 180 | 10800 | 0,75 | 0,25 |
| 1080 | 64800 | 0,655 | 0,345 |

Δt [s]: 64800
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,66

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **1,1E-07**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 15 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0635 Standrohr Größe: 5"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 1,00 | 0,00 |
| | 30 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | 0,995 | 0,005 |
| 2 | 120 | 0,995 | 0,005 |
| 3 | 180 | 0,99 | 0,01 |
| 4 | 240 | 0,99 | 0,01 |
| 5 | 300 | 0,99 | 0,01 |
| 10 | 600 | 0,99 | 0,01 |
| 15 | 900 | 0,99 | 0,01 |
| 20 | 1200 | 0,99 | 0,01 |
| 30 | 1800 | 0,99 | 0,01 |
| 45 | 2700 | 0,99 | 0,01 |
| 60 | 3600 | 0,99 | 0,01 |
| 120 | 7200 | 0,985 | 0,015 |
| 1020 | 61200 | 0,94 | 0,06 |

Δt [s]: 61200
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,94

Open-End-Test:
 instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **1,6E-08**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 16 23.08.2021 / my
 Bohrtiefe [m]: 1,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 1,00 | 0,00 |
| | 10 | 1,00 | 0,00 |
| | 30 | 1,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | 0,995 | 0,005 |
| 2 | 120 | 0,995 | 0,005 |
| 3 | 180 | 0,99 | 0,01 |
| 4 | 240 | 0,99 | 0,01 |
| 5 | 300 | 0,99 | 0,01 |
| 10 | 600 | 0,99 | 0,01 |
| 15 | 900 | 0,99 | 0,01 |
| 20 | 1200 | 0,985 | 0,015 |
| 30 | 1800 | 0,985 | 0,015 |
| 45 | 2700 | 0,98 | 0,02 |
| 60 | 3600 | 0,98 | 0,02 |
| 120 | 7200 | 0,96 | 0,04 |
| 180 | 10800 | 0,95 | 0,05 |
| 240 | 14400 | 0,94 | 0,06 |
| 1140 | 68400 | 0,70 | 0,30 |

Δt [s]: 68400
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 0,70

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]: **6,7E-08**



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 17 16.02.2022 / my
 Bohrtiefe [m]: 2,0
 r (Innenradius
 Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 2,00 | 0,00 |
| | 10 | 2,00 | 0,00 |
| | 30 | 2,00 | 0,00 |
| 1 | 60 | 1,995 | 0,005 |
| 2 | 120 | 1,99 | 0,01 |
| 3 | 180 | 1,99 | 0,01 |
| 4 | 240 | 1,99 | 0,01 |
| 5 | 300 | 1,99 | 0,01 |
| 10 | 600 | 1,99 | 0,01 |
| 15 | 900 | 1,985 | 0,015 |
| 30 | 1800 | 1,96 | 0,04 |
| 60 | 3600 | 1,89 | 0,11 |
| 90 | 5400 | 1,83 | 0,17 |
| 120 | 7200 | 1,78 | 0,22 |

Δt [s]: 7200
h1 bzw. hs [m]: 1,00
h2 [m]: 1,78

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

2,1E-07



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 18 16.02.2022 / my
 Bohrtiefe [m]: 2,0
 r (Innenradius Standrohr) [m]: 0,0635 Standrohr Größe: 5"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 2,00 | 0,00 |
| | 10 | 1,96 | 0,04 |
| | 30 | 1,95 | 0,05 |
| 1 | 60 | 1,945 | 0,055 |
| 2 | 120 | 1,945 | 0,055 |
| 3 | 180 | 1,94 | 0,06 |
| 4 | 240 | 1,94 | 0,06 |
| 5 | 300 | 1,94 | 0,06 |
| 10 | 600 | 1,93 | 0,07 |
| 15 | 900 | 1,92 | 0,08 |
| 30 | 1800 | 1,90 | 0,10 |
| 60 | 3600 | 1,84 | 0,16 |
| 90 | 5400 | 1,75 | 0,25 |
| 120 | 7200 | 1,685 | 0,315 |
| 180 | 10800 | 1,485 | 0,515 |

Δt [s]: 10800
 h_1 bzw. h_s [m]: 1,00
 h_2 [m]: 1,485

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

4,4E-07



Versickerungsversuch

Projekt: S-20 573 / BV BG Steinäcker, Neckgartach Durchführung am:
 Bohrung: VS 19 16.02.2022 / my
 Bohrtiefe [m]: 2,0
 r (Innenradius
 Standrohr) [m]: 0,0515 Standrohr Größe: 4"

| Messzeit [min] | Messzeit [s] | Wasserstand im Rohr [m ü. RUK] | Absenkung [m] |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------|
| | 0 | 2,00 | 0,00 |
| | 10 | 1,99 | 0,01 |
| | 30 | 1,98 | 0,02 |
| 1 | 60 | 1,97 | 0,03 |
| 2 | 120 | 1,95 | 0,05 |
| 3 | 180 | 1,94 | 0,06 |
| 4 | 240 | 1,93 | 0,07 |
| 5 | 300 | 1,91 | 0,09 |
| 10 | 600 | 1,89 | 0,11 |
| 15 | 900 | 1,87 | 0,13 |
| 30 | 1800 | 1,85 | 0,15 |
| 60 | 3600 | 1,84 | 0,16 |
| 90 | 5400 | 1,84 | 0,16 |
| 120 | 7200 | 1,84 | 0,165 |
| 180 | 10800 | 1,82 | 0,185 |

Δt [s]: 10800
 h_1 bzw. h_s [m]: 1,00
 h_2 [m]: 1,82

Open-End-Test:
instationär

$$k_f = (r/4 \cdot \Delta t) \cdot \ln(h_1/h_2)$$

k_f [m/s]:

1,2E-07