

Hydrogeologisches Gutachten
zur
Regenwasserversickerung im Erschließungsgebiet
„Südlich Härten“
in 88662 Überlingen

Bauherr:

Stadt Überlingen
Abteilung Stadtplanung
Bahnhofstr. 4
88662 Überlingen

Planung:

Planstatt Senner
Breitlestr. 21
88662 Überlingen

Gutachter:

Prof. Dipl.-Geol. Matthias Hiller
Von der IHK Stuttgart ö.b.u.v. Sachverständiger für
Baugrundgeologie, Hydrogeologie und Altlasten

Erstattungsdatum:
Aktenzeichen:

21. August 2020
HAERLEN G01

Geschäftsführer:

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

Vertretung Oberschwaben

PROF. DIPL.-ING. ROLF SCHRODI
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
Waldseer Str. 51 88400 Biberach
Tel.: 07351.47 400-30
Fax: 07351.47 400-29
E-Mail: bc@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

DIPL.-ING. (FH) THOMAS BENZ
Blumenstr. 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

DIPL.-ING. (FH) MARKUS KATZ
Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
Fax: 0711.73 56 298
E-Mail: mik@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar

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

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| 1. Auftrag | 2 |
| 2. Unterlagen | 2 |
| 3. Projektbeschreibung | 3 |
| 4. Geologische Verhältnisse | 4 |
| 5. Aufschlussarbeiten | 4 |
| 5.1 Schichtfolge | 4 |
| 5.2 Grundwasserstände | 5 |
| 6. Korngrößenbestimmungen | 6 |
| 7. Versickerungsversuche | 6 |
| 7.1 Versickerungsversuche in Schürftgruben | 7 |
| 7.2 Versickerungsversuche in Bohrungen | 7 |
| 8. Ansatz der Durchlässigkeitsbeiwerte | 8 |
| 9. Bewertung | 9 |

Verzeichnis der Anlagen:

| | | | |
|--------|---|--|----------------------------------|
| Anlage | 1 | Lagepläne | |
| | | 1.1 | Übersichtslageplan |
| | | 1.2 | Lageplan der Untersuchungspunkte |
| Anlage | 2 | Schürftgrubenprofile | |
| | | 2.1 | SG 1 |
| | | 2.2 | SG 2 |
| Anlage | 3 | Profile Kernbohrungen | |
| | | 3.1.1 – 3.2.1 | Bohrprofile |
| | | 3.1.2 – 3.2.2 | Fotodokumentation der Bohrkerne |
| Anlage | 4 | Geologischer Profilschnitt | |
| Anlage | 5 | Versickerungsversuch in KB 1 | |
| Anlage | 6 | Versickerungsversuche in Schürftgruben | |
| | | 6.1 | Versickerung in SG 1 |
| | | 6.2 | Versickerung in SG 2 |
| Anlage | 7 | Kornverteilungskurven | |

1. Auftrag

Die Stadt Überlingen plant die Erschließung des Gebietes „Südlich Härten“. Dabei soll auch geprüft werden, ob eine Versickerung von überschüssigem Niederschlagswasser möglich ist.

In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH (**HUP**) auf der Basis des Angebotes vom 03.07.20 (Az.: HÄRLEN K01a) mit Vertrag vom 09.07.20 beauftragt, ein hydrogeologisches Gutachten zur Machbarkeit einer Regenwasserversickerung auszuarbeiten. Der Auftrag beinhaltet auch die Anlage von 2 Schürfgruben und 3 Kernbohrungen nebst der Durchführung von jeweils 2 Versickerungsversuchen in den Schürfgruben und in den Kernbohrungen.

2. Unterlagen

Zur Beurteilung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Stadt Überlingen

[1.1] Südlich Härten, Lageplan, Grundlage für Planungskonkurrenz, M 1:1000

[2] Planstatt Senner

[2.1] Stadt Überlingen, Wohnbaugebiet Südlich Härten, Präsentation Freiraumgestaltung vom 06.11.19

[3] Ingenieurbüro Langenbach GmbH

- [3.1] Regenwasserableitung Südlich Härten, Neuberechnung Retentionsbecken vom 14.08.18
- [3.2] Erschließung Baugebiet Südlich Härten, Vorplanung M1:500 vom 10.06.20
- [3.3] Erschließung Baugebiet Südlich Härten, Regenwasserableitung, Bemessung der Retentionsmulden vom 18.08.20

[4] GBB Grundbau Bodensee GmbH

- [4.1] Areal Südlich Härten in 88662 Überlingen, Baugrunderkundung vom 30.06.11
- [4.2] Areal Südlich Härten in 88662 Überlingen am Bodensee, Orientierende Baugrunderkundung vom 13.03.09
- [4.3] Stellungnahme zur Versickerung im Baugebiet Südlich Härten
- [4.4] Lageplan zur Stellungnahme vom 10.03.20

[5] Henke und Partner GmbH

- [5.1] Erschließungsgebiet Südlich Härten in Überlingen, Stellungnahme zur Versickerung von Niederschlagswasser vom 31.05.20
- [5.2] Zwischenbericht zur Schürfgrubenversickerung

3. Projektbeschreibung

Am nördlichen Ortsrand von Überlingen soll das Erschließungsgebiet „Südlich Härten“ entstehen. Das Gelände liegt zwischen dem Härtenweg im Norden, der Schreibersbildstraße im Süden und westlich des Kreiskrankenhauses. Nach Osten schließen sich Wiesen und landwirtschaftliche Flächen an.

Die Erstreckung des Gebietes in Nord-Süd-Richtung beträgt etwa 285 m bei einer maximalen Breite von ca. 240 m. Die Gesamtfläche der Maßnahme ist mit 4,6 ha angegeben. Als Anlage 1.1 liegt ein Übersichtslageplan, als Anlage 1.2 ein Lageplan der Untersuchungspunkte bei.

Topographisch ist das Gelände durch eine Sattelstruktur geprägt. Der nördliche Teil des Areal weist dabei ein leichtes, generelles Hanggefälle in nördliche Richtung bis zum nördlich begrenzten Härtenweg auf. Im Anschluß verläuft das Gelände weitgehend eben über das Salem-College bis zum Goldbach. Nach Süden fällt der Hang in südöstliche Richtung auf den Stadtrand von Überlingen hin ab.

Für eine klassische Entwässerung des Erschließungsgebietes für Niederschlagswässer wäre der Bau eines Regenwasserkanals zum Bodensee erforderlich. Aus ökologischen Gründen sowie zur Vermeidung der Baukosten eines Kanals wurde daher die Versickerung von Niederschlagswasser angedacht. Die anfallende Wassermenge soll dabei bereits durch Dachbegrünungen und wasserdurchlässige Oberflächenbefestigungen sowie die Verwertung von Niederschlagswasser in Zisternen minimiert werden, sodass nur ein relativ kleiner Teil von überschüssigem Niederschlagswasser versickert werden müsste.

Seitens des Ingenieurbüros GBB Grundbau Bodensee GmbH, welches bereits die Baugrunderkundung für das Erschließungsgebiet durchgeführt hat, wurden Bedenken gegen eine Versickerung geäußert [4.3]. Eine Versickerung wurde zwar potenziell für möglich gehalten, allerdings wurden Gefahren durch oberflächlich ablaufendes Niederschlagswasser gesehen sowie durch oberflächennah hangparallel abströmendes Sickerwasser. Dieses könnte zum Einen zu Hanginstabilitäten führen, zum Anderen könnte das Sickerwasser auch zu Durchfeuchtungsschäden an der Nachbarbebauung führen.

Die Bedenken waren zunächst grundsätzlich ernst zu nehmen. Um trotzdem zumindest die Möglichkeit von partiellen Niederschlagswasserversickerungen zu prüfen, waren gezielte Untersuchungen erforderlich, um das Versickerungsverhalten der Niederschläge im Untergrund besser einschätzen zu können. Zu diesem Zweck wurden Versickerungsversuche jeweils am Nordrand sowie an der Südostecke des Grundstücks im oberflächennäheren Bereich in Schürfgruben und im tieferen Bereich in Bohrungen durchgeführt.

4. Geologische Verhältnisse

Der präquartäre Untergrund wird von den Schichten der Oberen Meeresmolasse (Miozän) gebildet. Diese gliedert sich in die Heidenlöcherschichten im Liegenden, die auch die Felswände am Bodensee-ufer bilden, sowie die überlagernden Sandschiefer.

Durch die pleistozäne Vergletscherung wurde das Oberflächenrelief des Molassensandsteins moduliert. Über dem Molassesandstein folgen Ablagerungen der Grundmoräne (Geschiebemergel, bzw. Geschiebelehme) sowie fluvioglaziale Bildungen aus umgelagerten Grundmoränenmaterial und verwittertem Sandsteinmaterial (Tettngang Subformation).

Der westliche Teil der topographischen Sattelstruktur wird von einem Drumlin (ein gestauchter Grundmoränenhügel) gebildet.

Im obersten Bereich können lokal geringmächtige Auffüllungen anstehen.

5. Aufschlussarbeiten

Zur Erkundung der hydraulischen Eigenschaften des Untergrundes wurde am Nordrand, sowie in der Südostecke des Geländes jeweils eine Schürfgrube angelegt, sowie benachbart jeweils eine Kernbohrung. Sowohl in den Schürfgruben, als auch in den Kernbohrungen wurden Versickerungsversuche zur Bestimmung des Schluckvermögens und des Durchlässigkeitsbeiwertes der Bodenschichten durchgeführt. Eine weitere Kernbohrung wurde im Bereich des Sattels abgeteuft, um den Verlauf der Oberkante des Molassesandsteins genauer erfassen zu können. In dieser Bohrung fanden keine Versuche statt.

Die Aufschlüsse wurden von einem Geologen von **HuP** nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen. Eine zeichnerische Darstellung der Profilaufnahmen liegt als Anlage 2 und 3 bei. Des Weiteren wurden repräsentative Bodenproben aus den Aufschlüssen entnommen.

Die Untersuchungspunkte wurden nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die Lage kann dem beiliegenden Lageplan 1.2 entnommen werden.

5.1 Schichtfolge

Im Bereich SG 1/KB 1 stehen unter einer geringmächtigen Auffüllung aus sandig - schluffigem Material überwiegend feinkörnige Sande mit schluffigen Beimengungen an. In einen Tiefenbereich zwischen

2 m und 3 m ist eine Kiesführung mit gut gerundeten, gekritzten Geschieben zu verzeichnen, welche wieder in die schluffigen Feinsande übergehen.

Die schluffigen Feinsande, die in KB 1 bis in 3,3 m Tiefe reichen, werden als pleistozäne, glaziofluviale Schwemmsande aus umgelagerten Molassesandsteinmaterial interpretiert, wofür auch die glimmrigen Bestandteile sprechen.

Bis 8 m Tiefe folgt eine Verwitterungsschicht aus einem aufgewitterten, sehr mürben, feinkörnigen Sandstein, der in den grauen Sandschiefer der Oberen Meeressmolasse übergeht.

Die Oberkante des Molassesandsteins liegt bei 447,3 m NHN.

In KB 3 wurden die Pleistozänen Sande bis in 8,4 m Tiefe erbohrt. Bis 9,6 m folgt eine Verwitterungsschicht mit stark mürben, zum Teil vollständig zersetzten Sandstein, der in 10 m Tiefe in den Sandschiefer übergeht.

Die Oberkante des Molassesandsteins liegt bei 455,4 m NHN, erwartungsgemäß also deutlich über dem Niveau in KB 1.

In SG 2/KB 2 wurde unter geringmächtigen, feinsandigen Auffüllungen wiederum die Pleistozänen Sande bis in 8 m Tiefe erbohrt. Darunter folgen bis 9,3 m Geschiebelehme, die dem Molassesandstein aufliegen.

Oberkante Molassesandstein liegt bei 454,2 m NHN, so dass ein Einfallen der Sandsteinoberkante von KB 3 in Richtung KB 2 erkennbar ist.

In Anlage 4 ist ein geologischer Profilschnitt entlang der Bohrungen zur Verdeutlichung der Schichtlagerung dargestellt.

5.2 Grundwasserstände

Die Bohrungen KB 1 und KB 2 wurden insbesondere zur Durchführung der Versickerungsversuche als Grundwassermessstellen ausgebaut.

In KB 2 wurden Grundwasserzutritte in 5 m Tiefe und 9 m Tiefe festgestellt. Der Ruhewasserspiegel wurde in **5,07 m u. GOK = 459,16 m NHN** gemessen. In 8,0 m u.G. wurden Reste der Grundmoräne angetroffen, die als Grundwasserstauer fungieren dürften.

In KB 3 wurden ab 8,4 m Tiefe stark durchfeuchtete pleistozäne Sande angetroffen, für die eine schwache Grundwasserführung anzunehmen ist.

Die Bohrung KB 1 war trocken.

6. Korngrößenbestimmungen

An einer repräsentativen Auswahl von Bodenproben wurde die Kornverteilung bestimmt. Die Kornverteilungskurven liegen als Anlage 7 bei.

Abweichend von der Geländeansprache, die hinsichtlich der Differenzierungen zwischen eher schwach schluffigen Feinsanden und schluffigen Feinsanden vorgenommen wurden, zeigen die Kornverteilungskurven eine relativ einheitliche Korngrößenverteilung mit Feinkorngehalten $< 0,063$ mm von 25 % bis 32 %. In der Korngröße des Tons $< 0,002$ mm ergibt sich sogar ein mittlerer Gehalt von 10 % (das heißt nicht, dass es sich hierbei tatsächlich um einen Tonmineralanteil handelt, dafür scheint die Plastizität zu gering ausgeprägt). Das Material ist also im Wesentlichen als mittelsandiger, schluffiger, schwach toniger Feinsand anzusprechen.

Im Bereich des Grobkorn weicht hiervon nur die Probe SG1/3,0 m aus der kiesführenden Schicht in SG 1 ab, die einen Kiesanteil von immerhin 35 % aufweist.

Der Feinkorngehalt der Proben ist zu hoch, um mit den üblichen Abschätzformeln aus der Kornverteilung einen k_f Wert herleiten zu können.

7. Versickerungsversuche

In den beiden Schürfgruben sowie in den Bohrungen KB1 und KB2 wurden Versickerungsversuche zur Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes k_f der Böden zu gewinnen. Der k_f Wert ist der wesentliche Parameter zur Bemessung von Versickerungsanlagen.

7.1 Versickerungsversuche in Schürfgruben

Die Schürfgruben wurden jeweils mit 2 m³ Wasser (Trinkwasser) befüllt. Nach der Befüllung wurde der zeitliche Verlauf der Abnahme des Wasserspiegels gemessen. Als Anlage 6 liegen die Messprotokolle nebst der Auswertung der Schürfgruben - Versickerungsversuche bei.

In den pleistozänen Sanden in SG1 war eine eher schleppende Versickerung zu beobachten. Nach 80 Minuten begannen zudem Schollen aus den Seitenwänden nachzubrechen, was auch zu einer Verschlammung der Schürfgrube führte. Die letzte brauchbar auswertbare Wasserstandsmessung erfolgte daher nach 75 Minuten.

In SG2 konnte in den pleistozänen Sanden eine langsame, aber kontinuierliche Absenkung beobachtet werden. Die Schürfgrube erwies sich zudem über die Messzeit von 2 Stunden als standfest.

Die Entwicklung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f im Verlauf der Versuche ergibt im Allgemeinen zunächst einen stark abfallenden Ast im Anfangsstadium des Versuchs, geprägt durch saugende Matrixpotenziale und Sättigungseffekte. Im Regelfall nähern sich die Messwerte dann asymptotisch der tatsächlichen Durchlässigkeit an. Im weiteren Verlauf ist dann gegebenenfalls eine Abnahme der Durchlässigkeit durch Kolmationseffekte u.a. zu beobachten.

Für SG 2 kann eine Durchlässigkeit von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s abgeleitet werden. Für die pleistozänen Sande in SG 1 liegt die Durchlässigkeit zwischen 1×10^{-5} m/s abfallend auf unter 5×10^{-6} m/s. Als charakteristischer Wert wird hier eine Durchlässigkeit von $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s gewählt.

7.2 Versickerungsversuche in Bohrungen

Die Versickerungsversuche in den Bohrungen sollten Aufschluss über die Durchlässigkeit der tieferen Bodenschichten geben. Dies ist insofern von Bedeutung, da gering durchlässige Schichten zwischen der Versickerungsebene und dem Grundwasserkörper zur Bildung von Stauwasserhorizonten führen können, was zu oberflächennah vagabundierenden Sickerwasserströmungen führen kann. Diese könnten wiederum zu Schäden an benachbarter Bebauung führen.

Für die Durchführung der Versickerungsversuche wurden die Bohrungen als 2- Zoll - Messstellen ausgebaut. Die Ausbaupläne können Anlage 3 entnommen werden.

Für KB1 ergab sich nur eine geringe Versickerungsleistung. In einer Tiefe von 6,2 m u.G. kam diese dann auch praktisch zum Erliegen, so dass bereits im unteren Bereich der Verwitterungsschicht des Molassesandsteins sowie im Molassesandstein selber keine nennenswerte Durchlässigkeit besteht.

Versuchsprotokoll und Auswertung der Versickerung in KB 1 nach einem Berechnungsalgorithmus von HEITFELD liegt als Anlage 5 bei. Der Bereich unterhalb 6,2 m Tiefe wurde dabei als wasserstauend angesetzt und nicht in die Berechnung einbezogen. Die Durchlässigkeit im oberen Teil der Verwitterungsschicht liegt als charakteristischer Wert nur bei $k_f = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ und damit deutlich unter den bestimmten Durchlässigkeiten der pleistozänen Sande.

In KB2 wurde der Grundwasserspiegel mit 5,07 m u.G. überraschend hoch angetroffen. Die Versickerungstrecke in der Bohrung liegt daher innerhalb des Grundwasserspiegels, was natürlich von der Realität der Versickerung abweicht. Aufgrund dieser ungünstigen Randbedingungen war es auch nicht möglich, die Absenkkurve mit den üblichen Ansätzen sinnvoll auszuwerten.

Allerdings hat sich bei der Versuchsdurchführung gezeigt, dass das Messstellenrohr bei einem Wasserzufluss von 0,3 l/s nicht vollständig gefüllt werden konnte. Tatsächlich konnte die Spiegelhöhe im Rohr nur auf einen quasi stationären Zustand von 0,33 m unter ROK aufgefüllt werden. Der Versuch wurde daher stationär nach einer Gleichung aus dem Earth Manual berechnet:

$$k_f = 1/(2\pi L) * \ln[L/r_0] + Q/H_0$$

mit

L = wirksame Filterlänge (2,9 m)
r₀ = Bohrlochdurchmesser (0,09 m)
Q = Infiltrationsrate (3 x 10⁻⁴ m³/s)
H₀ = Druckhöhe (5,7 m)

Hieraus ergibt sich eine Durchlässigkeit von $k_f = 9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Dieser Wert erscheint aus Erfahrung etwas überhöht zu sein. Daher wird von einem charakteristischen k_f -Wert von **5 x 10⁻⁵ m/s** ausgegangen. Auch der reduzierte Wert liegt allerdings noch deutlich über dem der oberflächennahen Sande, die im Versickerungsversuch der Schürfgrube erfasst wurden.

8. Ansatz der Durchlässigkeitsbeiwerte

Für die Bemessung der Versickerungsanlage können nach DWA-A 138 die gemessenen charakteristischen k_f -Werte mit dem Faktor 2 multipliziert werden. Berechnungsrelevant anzusetzen ist jedoch der

$k_{f,u}$ -Wert für einen ungesättigten Zustand des Bodens, der 50 % des ansetzbaren k_f - Wertes entspricht. Netto gleichen sich die Korrekturfaktoren damit aus.

9. Bewertung

Für eine zentrale Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Erschließungsgebiet Südlich Härten könnte ungefähr ein Drittel bis zur Hälfte der Fläche nach Norden zum Härtenweg entwässert werden. dort könnten Versickerungseinrichtungen angelegt werden.

Bei einer ausreichenden Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f = 1 \times 10^{-5}$ m/s sind die Randbedingungen für eine Versickerung als günstig einzuschätzen. Der Grundwasserkörper liegt in ausreichender Tiefe unter der Versickerungsebene, ohne dass mit zwischenliegenden, stauenden Horizonten zu rechnen ist. Oberflächennahe, vagabundierenden Sickerwasserströme spielen daher keine Rolle. Zudem ist davon auszugehen, dass die Grundwasserströmung auf den Goldbach als Vorfluter gerichtet ist.

Spezifische Risiken im Zuge einer Versickerung am Nordrand des Geländes sind nicht erkennbar.

Am Südrand des Geländes liegt die Versickerungsfähigkeit mit $k_f = 5 \times 10^{-6}$ m/s im Bereich der pleistozänen Sande in einem noch ausreichenden Bereich. Die ab 3,3 m Tiefe folgende Verwitterungsschicht weist mit 1×10^{-7} m/s jedoch eine deutlich geringere Durchlässigkeit auf. Da sich das versickernde Wasser zur Tiefe hin jedoch auf eine größere Fläche verteilt, wird dies zum Teil kompensiert. Eine wirklich stauende Schicht wurde jedoch erst in 7 m Tiefe erfasst. Aufgrund dessen kann davon ausgegangen werden, dass das zu versickernde Wasser in eine Tiefe absickern kann, das der hangabwärtigen Bebauung nicht gefährlich wird.

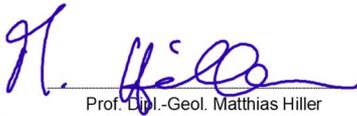
Um das Versickern des Wassers in größere Tiefen zu forcieren, wird empfohlen, die Versickerungsmulden mit Versickerungsschächten zu kombinieren, die bis 6 m unter Gelände zu führen sind. Nach einer zu fordernden Oberbodenpassage in der Versickerungsmulde würde das Sickerwasser von vorneherein möglichst tief in den Untergrund eingebracht.

Die Versickerungsschächte oder Bohrungen könnten mit verhältnismäßig überschaubarem Aufwand mittels Bagger mit Greiferverlängerung hergestellt werden. Die Greiferbohrung könnte dann verkiest werden, wobei der Kiesfilter zur Oberfläche hin mit einem Vlies abzudecken ist, um einen Feinkorneintrag zu verhindern.

Unter den genannten Prämissen wird keine Gefährdung der talwärtigen Nachbarbebauung gesehen (gefährdet wären sowieso nur Gebäude, die nicht über eine funktionsfähige Drainage verfügen).

Die Gefahr einer Destabilisierung des Hanges wird nicht gesehen. Auf den nächsten 150 m talwärts ist der Hang relativ flach ausgebildet, so dass kein grundsätzliches Risiko besteht. Bei der dann folgenden Hangversteilung hat sich das zugeführte Sickerwasser bereits großflächig verbreitet, so dass auch hier keine Standsicherheitsprobleme erkennbar sind. Dies gilt nicht zuletzt, da durch Bebauung und Versiegelung zwischen Hangkante und Erschließungsgebiet die natürliche Grundwasserneubildungsrate sowieso reduziert ist, was vermutlich noch nicht einmal durch die Versickerung auf dem südlichen Teil Erschließungsgebietes kompensiert wird.

Generell ist natürlich festzuhalten, dass das eingesickerte Niederschlagswasser dem Bodensee als natürliche Vorflut zuströmt und irgendwo dispers an der Hangflanke austreten wird, ohne dass dies genauer zu prognostizieren ist. Eine wesentliche Veränderung der bestehenden bzw. natürlichen Verhältnisse wird darin jedoch nicht gesehen.



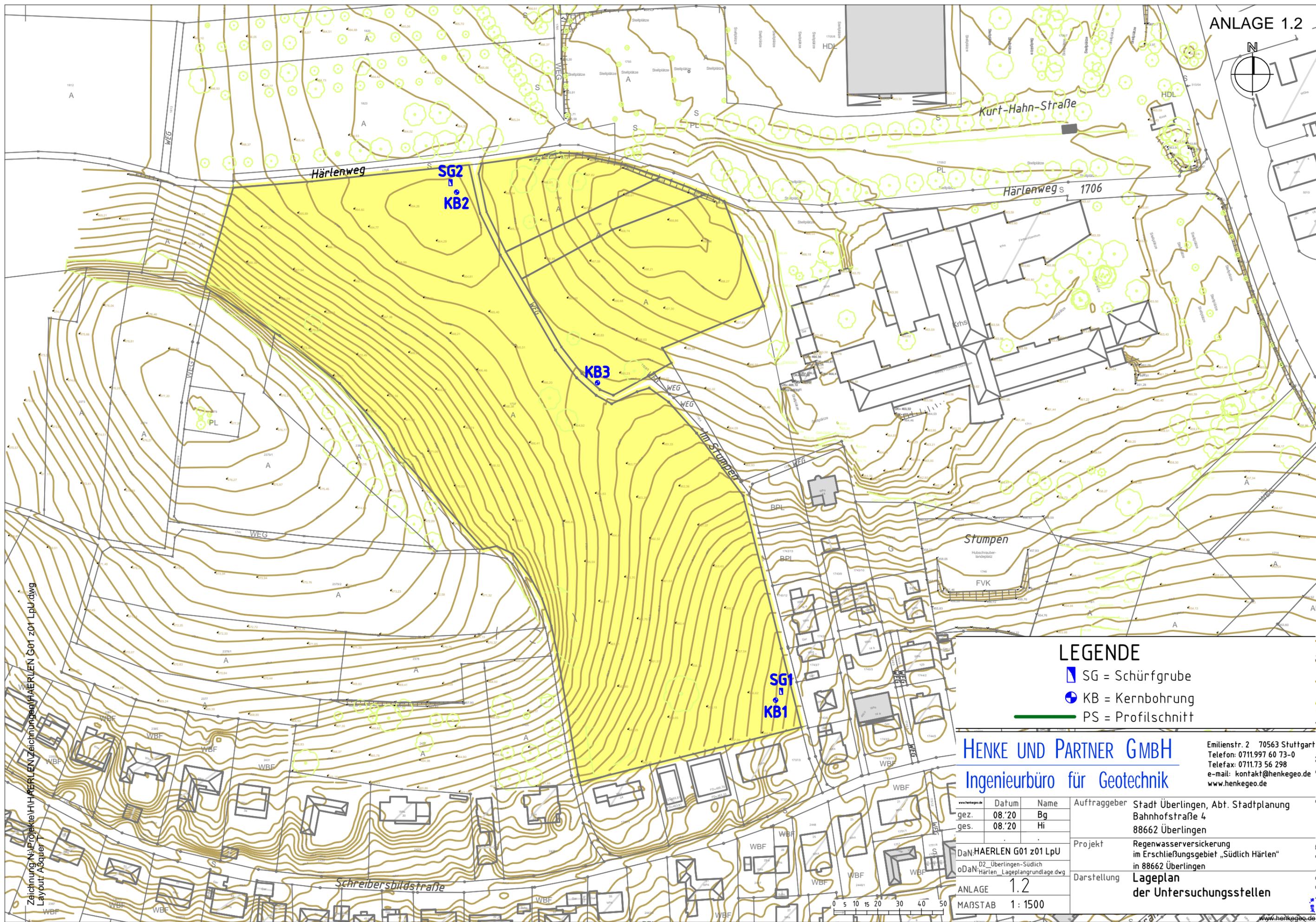
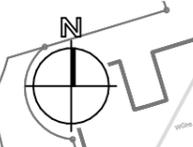
Prof. Dipl.-Geol. Matthias Hiller



Von der Industrie- und Handelskammer
Stuttgart öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Baugrundgeologie,
Hydrogeologie und Altlasten

Projekt: Regenwasserversickerung
im Erschließungsgebiet „Südlich Härten“ in 88662 Überlingen





LEGENDE

- SG = Schürfgrube
- KB = Kernbohrung
- PS = Profilschnitt

HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik

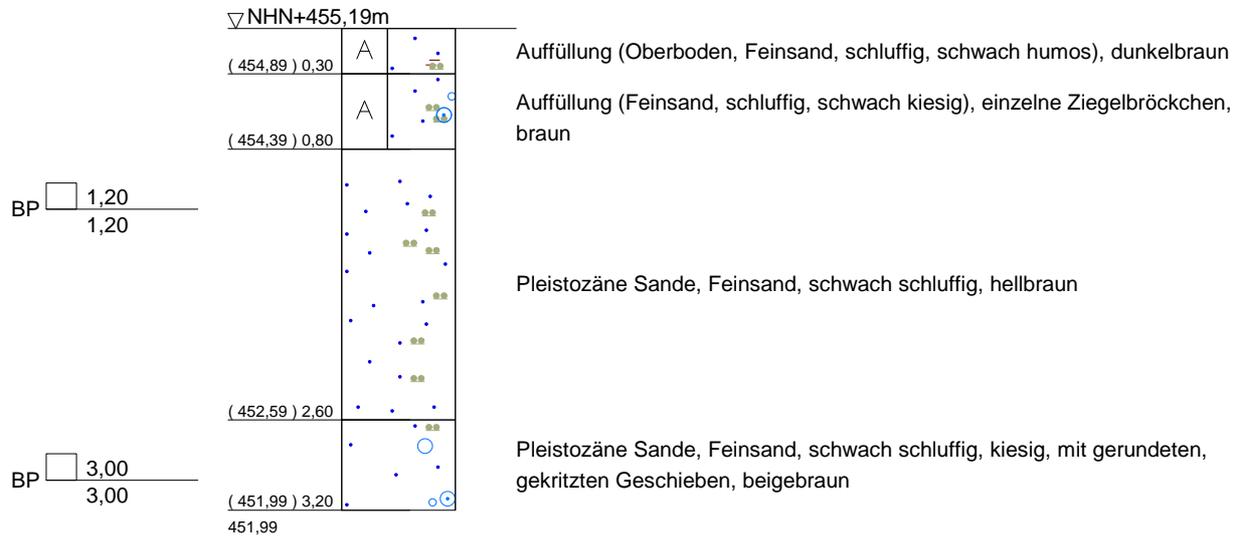
Emilienstr. 2 70563 Stuttgart
 Telefon: 0711.997 60 73-0
 Telefax: 0711.73 56 298
 e-mail: kontakt@henkegeo.de
 www.henkegeo.de

| | | | |
|---|--------|------|---|
| www.henkegeo.de | Datum | Name | Auftraggeber |
| gez. | 08.'20 | Bg | Stadt Überlingen, Abt. Stadtplanung |
| ges. | 08.'20 | Hi | Bahnhofstraße 4 88662 Überlingen |
| DaN:HAERLEN G01 z01 LpU | | | Projekt |
| oDaN: D2_Uberlingen-Südlich Härten Lageplangrundlage.dwg | | | Regenwasserversickerung im Erschließungsgebiet „Südlich Härten“ in 88662 Überlingen |
| ANLAGE 1.2 | | | Darstellung |
| MAßSTAB 1 : 1500 | | | Lageplan der Untersuchungsstellen |

Zeichnung: N:\Projekte\HH\PERLEN\Zeichnungen\HAERLEN G01 z01 LpU.dwg
 Layout: Abquer

ANLAGE 2.1

SG 1

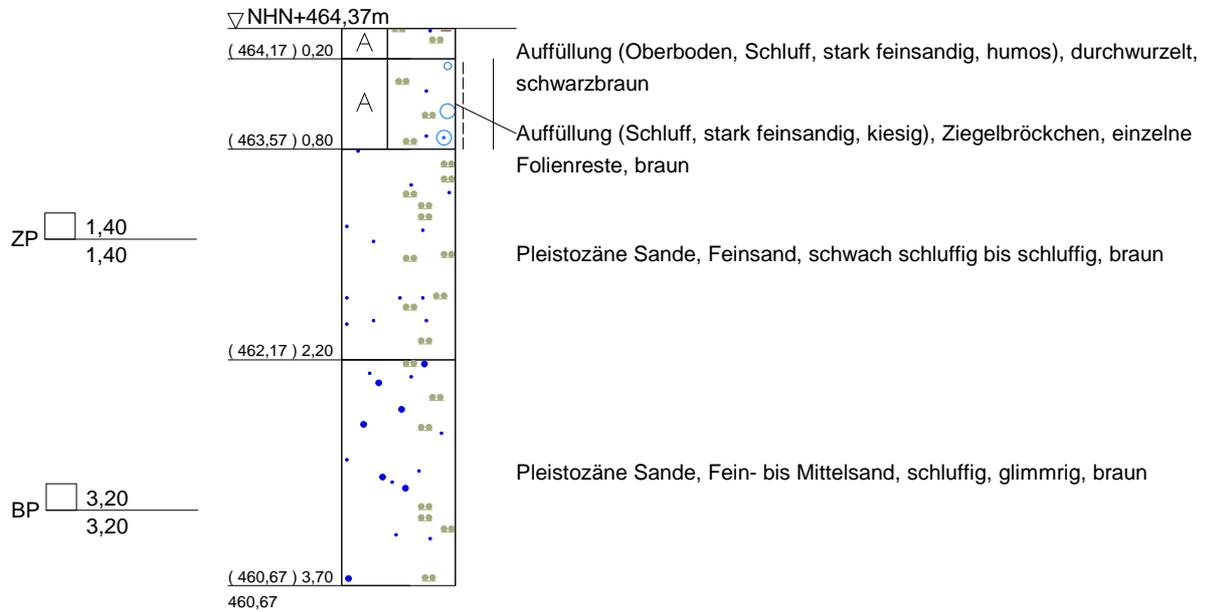


Bauvorhaben:
 Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet
 "Südlich Härten" in Überlingen

Planbezeichnung:
 Schürfgrube (SG) 1

| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------|
| Plan-Nr: HAERLEN SG1 | Maßstab: 1:50 | |
| HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298 | Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller | Datum: 23.06.20 |
| | Gezeichnet: Wi | |
| | Geändert: _____ | |
| | Gesehen: _____ | |
| Projekt-Nr: HAERLEN | | |

SG 2

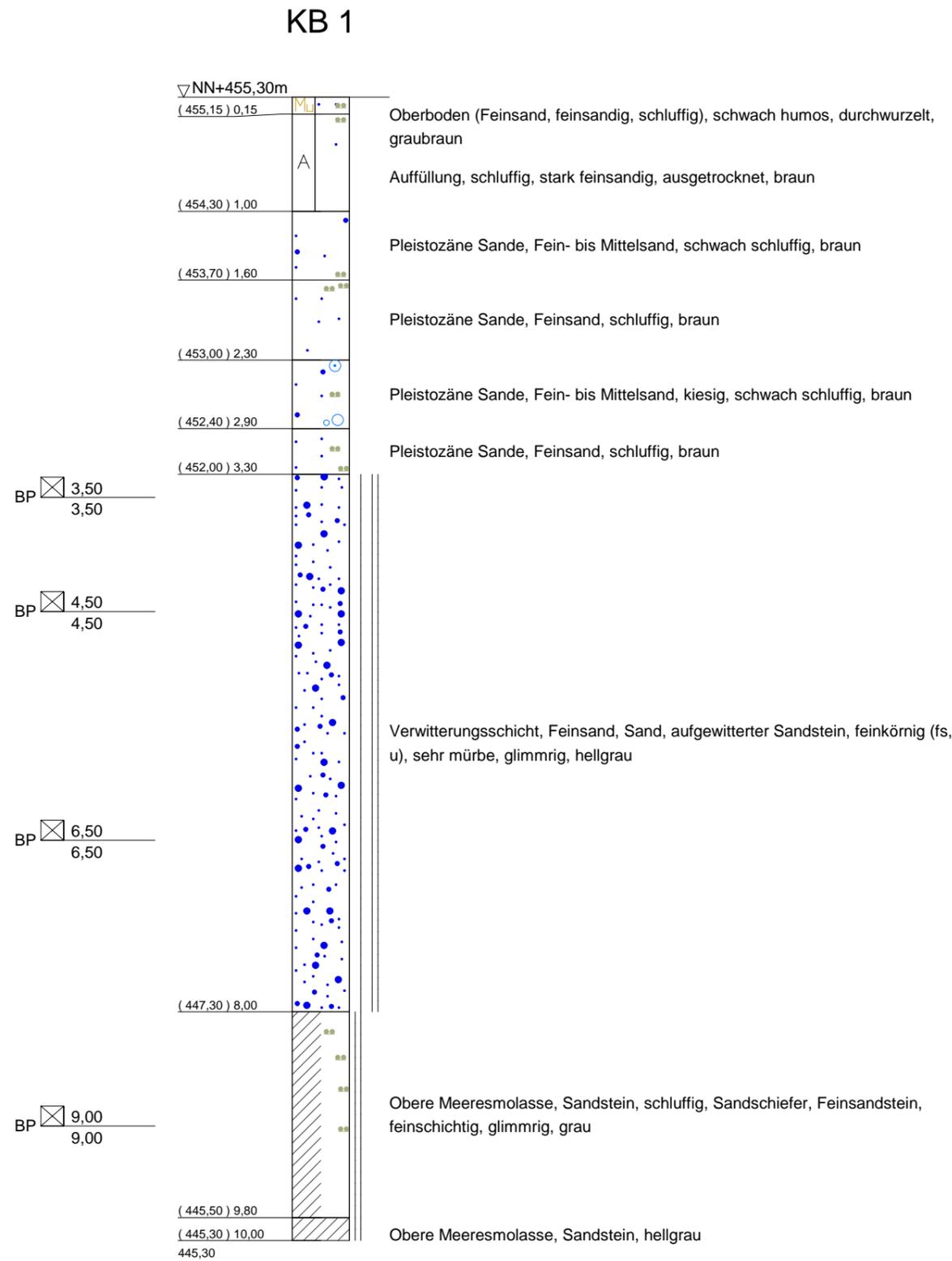


fließende Schichtübergänge

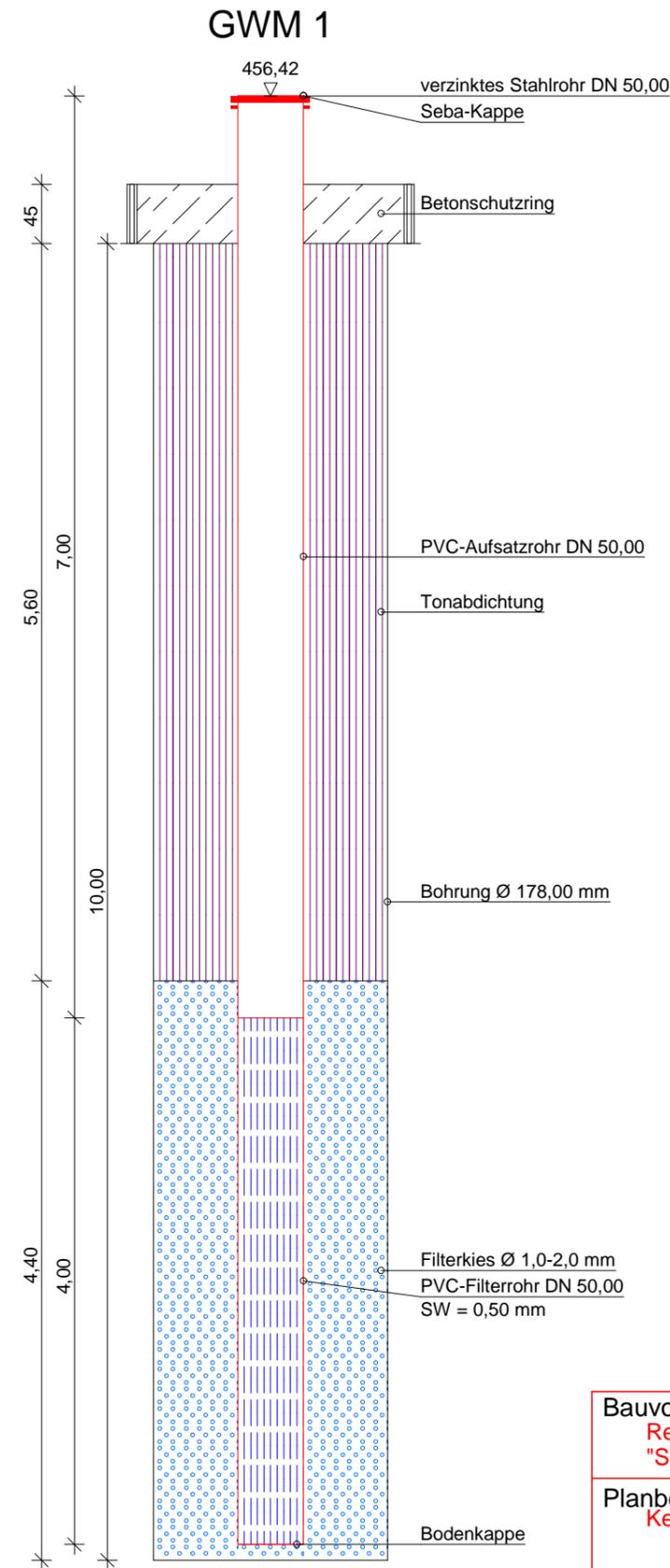
Bauvorhaben:
 Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet
 "Südlich Härten" in Überlingen

Planbezeichnung:
 Schürfgrube (SG) 2

| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------|
| Plan-Nr: HAERLEN SG2 | Maßstab: 1:50 | |
| HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298 | Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller | Datum: 23.06.20 |
| | Gezeichnet: Wi | |
| | Geändert: _____ | |
| | Gesehen: _____ | |
| Projekt-Nr: HAERLEN | | |



Bohrloch trocken



Bauvorhaben:
Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet
"Südlich Härten" in Überlingen

Planbezeichnung:
Kernbohrung (KB) 1 /GWM 1

| | | | |
|-------------|---|-------------|-----------------------|
| Plan-Nr: | HAERLEN KB1 /GWM 1 | Maßstab: | 1:50 |
| Bearbeiter: | HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298 | Gezeichnet: | Dipl.-Geol. M. Hiller |
| | | Geändert: | |
| | | Gesehen: | |
| | | Projekt-Nr: | HAERLEN |
| | | Datum: | 29.07.20 |

Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen

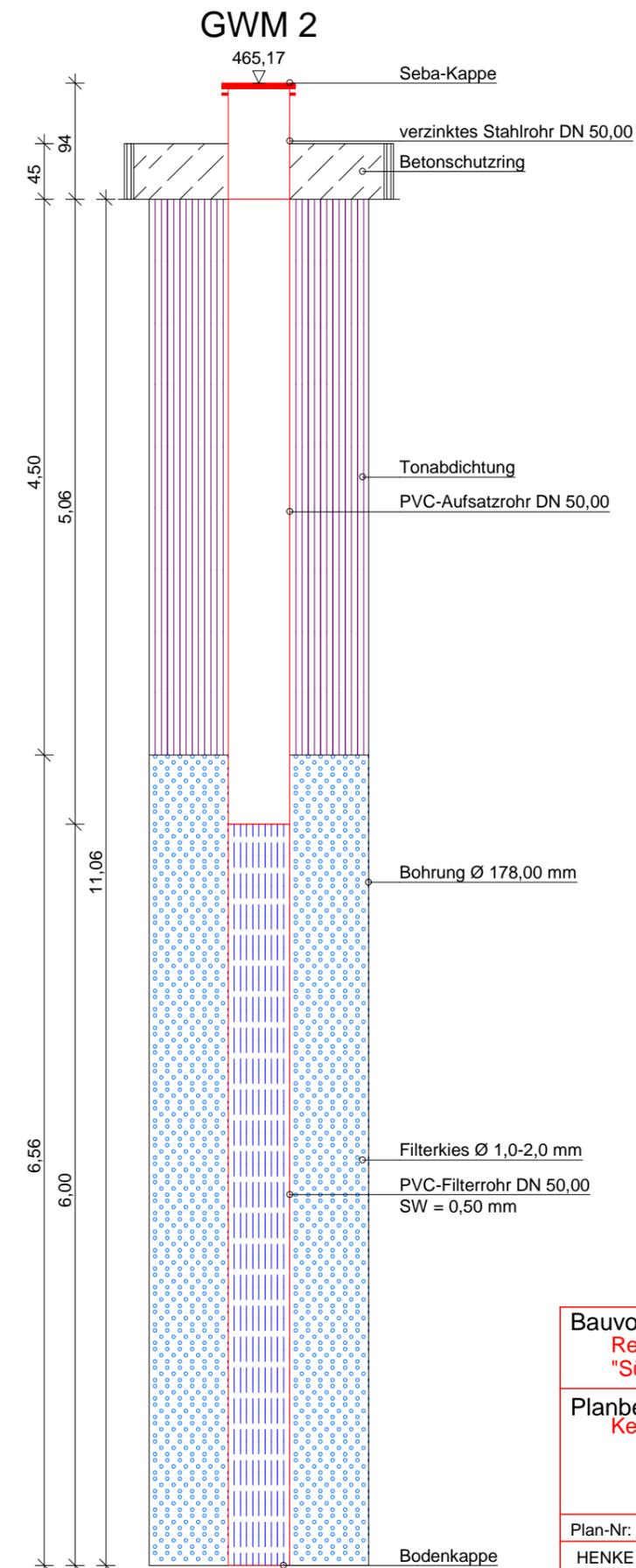
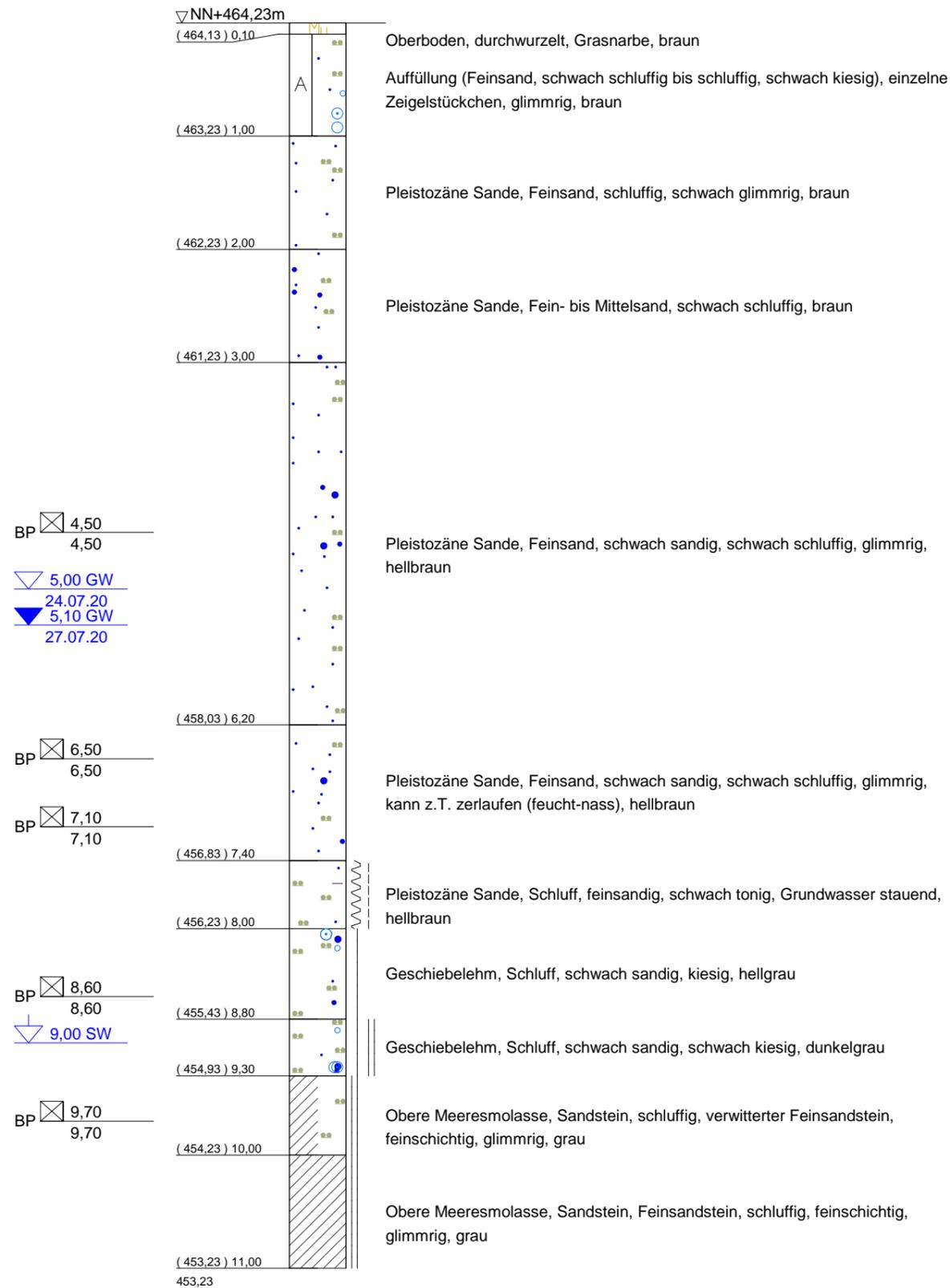
0m



|10m

| | | | | | |
|--------|----|-------|----|--------|----|
| bearb. | Mo | gepr. | Hi | geseh. | Hi |
|--------|----|-------|----|--------|----|

KB 2



| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------|
| Bauvorhaben: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen | | |
| Planbezeichnung: Kernbohrung (KB) 2 /GWM 2 | | |
| Plan-Nr: HAERLEN KB2 /GWM 2 | Maßstab: 1:50 | |
| HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298 | Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller | Datum: 29.07.20 |
| | Gezeichnet: Mo | |
| | Geändert: | |
| | Gesehen: | |
| | Projekt-Nr: HAERLEN | |

Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen

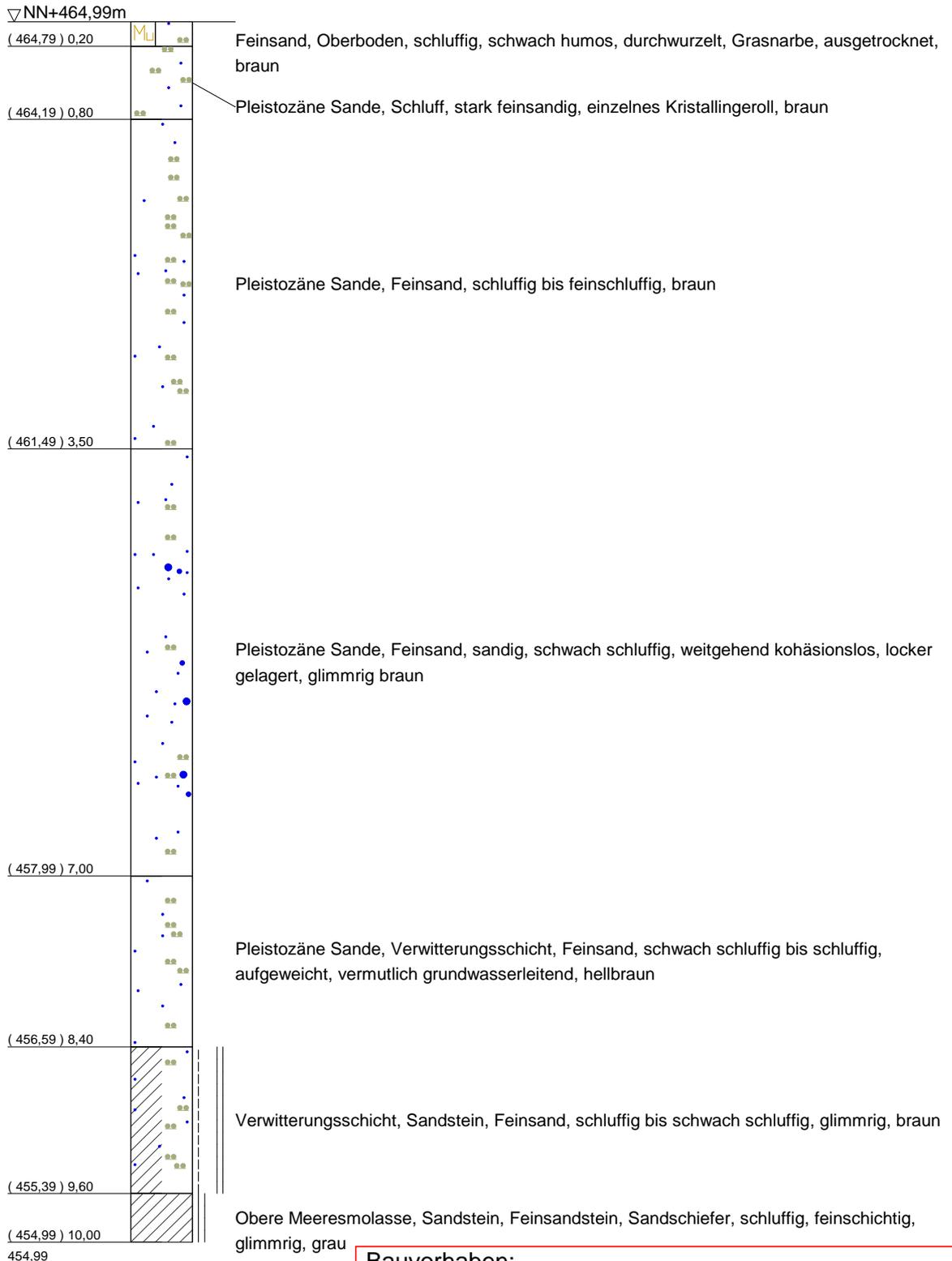
0m



11m

| | | | | | |
|--------|----|-------|----|--------|----|
| bearb. | Mo | gepr. | Hi | geseh. | Hi |
|--------|----|-------|----|--------|----|

KB 3



GW Stand nach Bohrende
nicht messbar.
Bohrloch bei 7 m u. GOK zugefallen
(Lichtlotspitze nass)

Bauvorhaben:
Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet
"Südlich Härten" in Überlingen

Planbezeichnung:
Kernbohrung (KB) 3

| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------|
| Plan-Nr: HAERLEN KB3 | Maßstab: 1:50 | |
| HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298 | Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller | Datum: 29.07.20 |
| | Gezeichnet: Mo | |
| | Geändert: _____ | |
| | Gesehen: _____ | |
| Projekt-Nr: HAERLEN | | |

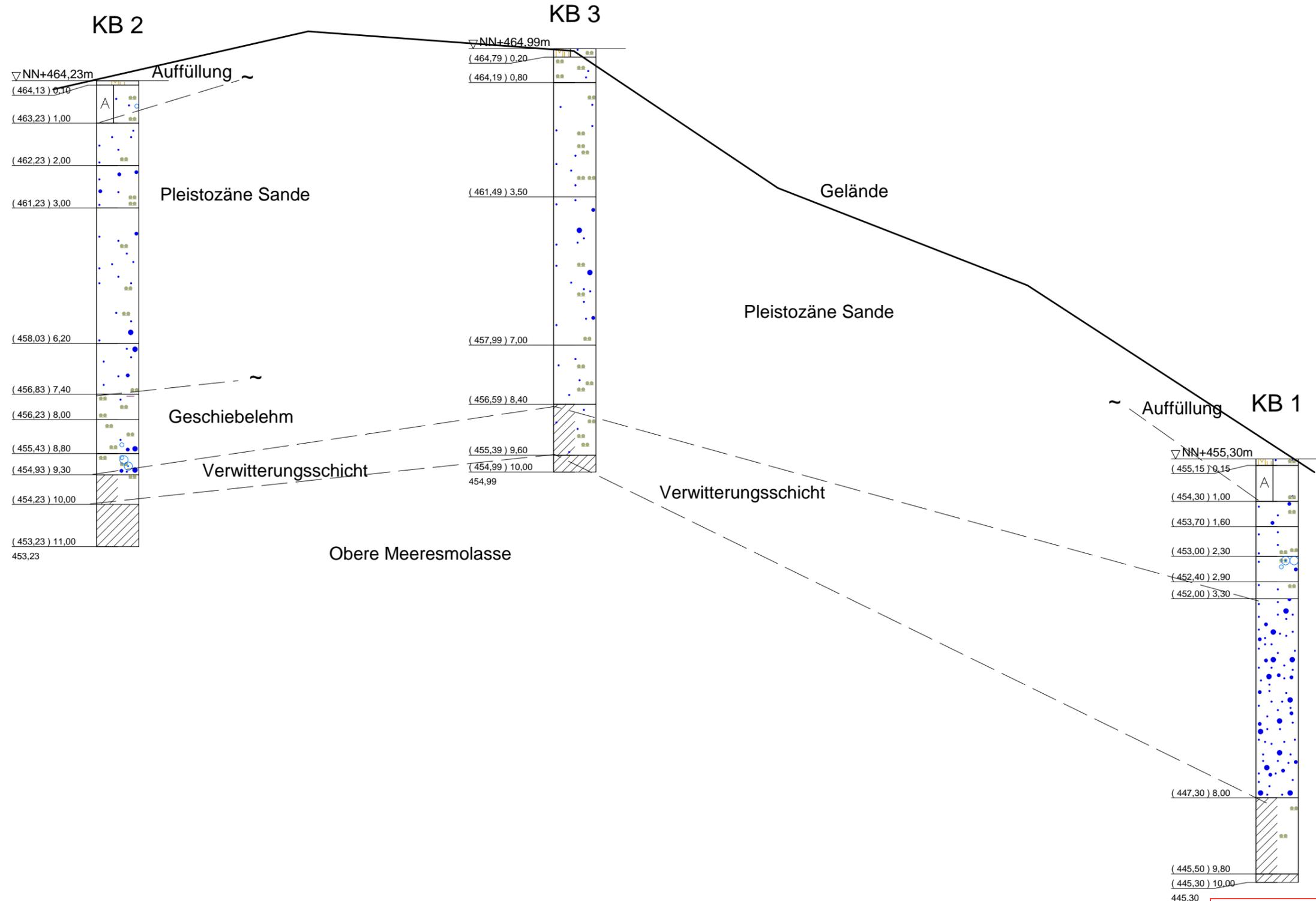
Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen

0m



|10m

| | | | | | |
|--------|----|-------|----|--------|----|
| bearb. | Mo | gepr. | Hi | geseh. | Hi |
|--------|----|-------|----|--------|----|



| | | |
|---|-----------------------------------|-----------------|
| Bauvorhaben: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet "Südlich Härten" in Überlingen | | |
| Planbezeichnung: Profilschnitt PS1 | | |
| Plan-Nr: HAERLEN PS1 | Maßstab: 1:1000/ 1:100 | |
| HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298 | Bearbeiter: Dipl.-Geol. M. Hiller | Datum: 29.07.20 |
| | Gezeichnet: Mo | |
| | Geändert: _____ | |
| | Gesehen: _____ | |
| | Projekt-Nr: HAERLEN | |

ANLAGE 5

| Projekt: Regenwasserversickerung Erschließungsgebiet Südlich Härten in 88662 Überlingen | | | | | |
|---|----------------------|--|-----------------|-----------------------------|--------------------|
| Bezeichnung Bohrung: | | KB 1 | | Versuchsdatum: 29.07.20 | |
| Bodenart Bohrungssohle: | | Sst, verwittert | | | |
| Grundwasserabstand H_s (m): | | $k_f = \pi \times dh \times Ct / (Cu \times h \times dt')$ | | | |
| Bohrlochradius (m): | | 0,09 | | Pegelradius (m): 0,03 | |
| Bohrlochtiefe (m): | | 7,2 | | Länge Sickerstrecke (m) 0,5 | |
| Korrekturfaktoren | | Cu 60,00 | | Ct 1,00 | |
| Zeit [h] | Intervalldauer [sec] | Absenkung dz [m] | Pegelhöhe h [m] | Qn [m³/s] | k_f (20°C) [m/s] |
| 0:00:00 | | 2,54 | | | |
| 0:01:00 | 60 | 2,64 | 4,56 | 3,27E-06 | 1,31457E-07 |
| 0:02:00 | 60 | 2,70 | 4,50 | 1,96E-06 | 8,02672E-08 |
| 0:04:00 | 120 | 2,84 | 4,36 | 2,29E-06 | 9,57589E-08 |
| 0:09:00 | 300 | 3,15 | 4,05 | 2,03E-06 | 8,93533E-08 |
| 0:14:00 | 300 | 3,46 | 3,74 | 2,03E-06 | 9,64649E-08 |
| 0:19:00 | 300 | 3,78 | 3,42 | 2,09E-06 | 1,08338E-07 |
| 0:30:00 | 660 | 4,38 | 2,82 | 1,78E-06 | 1,05947E-07 |
| 1:00:00 | 1800 | 5,93 | 1,27 | 1,69E-06 | 1,53109E-07 |
| 1:45:00 | 2700 | 7,13 | 0,07 | 8,73E-07 | |
| 2:30:00 | 2700 | 7,15 | 0,05 | 1,45E-08 | |

Zeit [h]

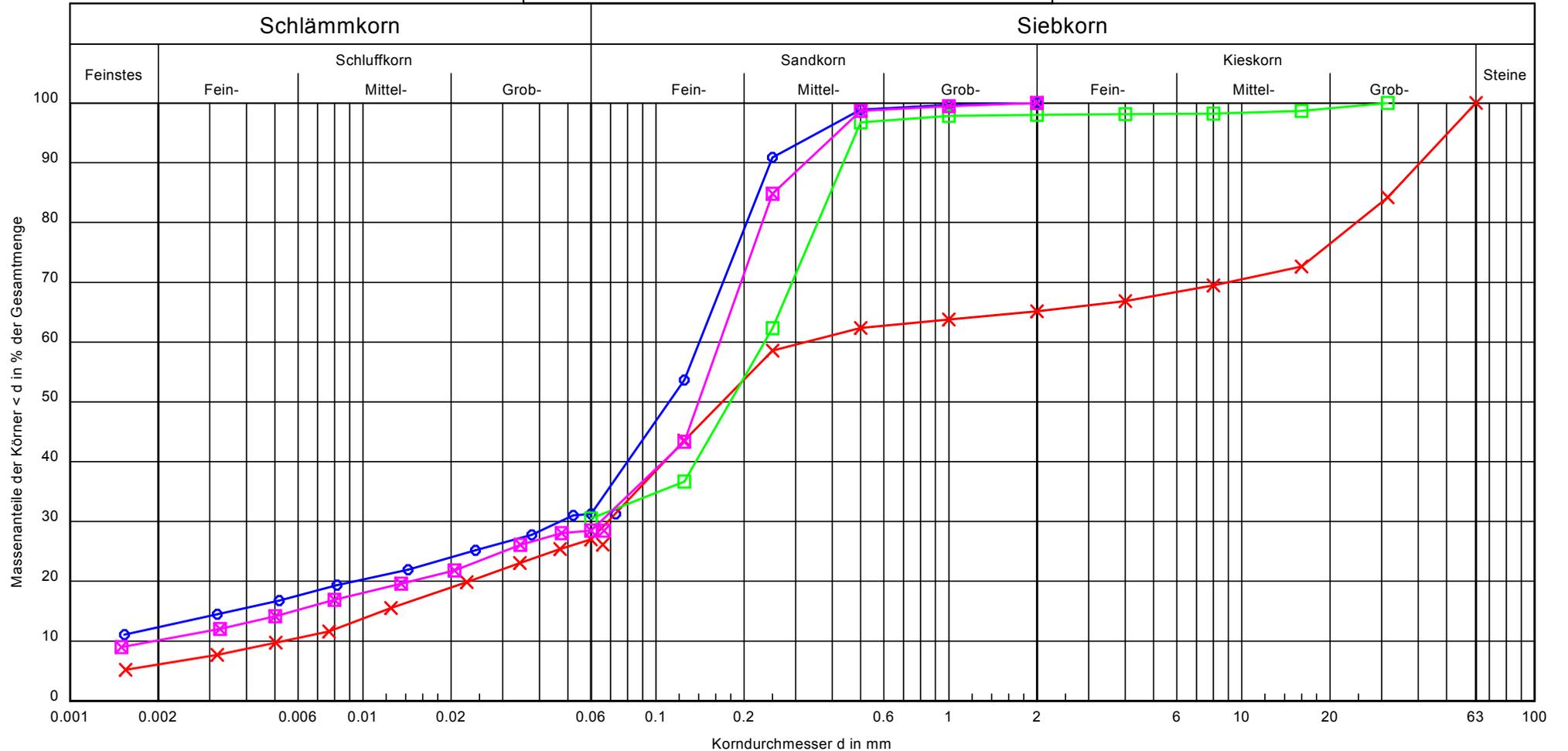
Bemerkung: Höhenbezug auf ROK
charakteristischer k_f -Wert = **1 E-7 m/s**

Projekt: BV Erschließungsgebiet
"Südlich Härten"
in 88662 Überlingen

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik
www.henkegeo.de



| geol. Bezeichnung: | Feinsand, u | Feinsand, u, g | Feinsand, u | Feinsand, u |
|---------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Entnahmestelle/Tiefe: | SG 1 / 1,2 m | SG 1 / 3,0 m | SG 2 / 1,4 m | SG 2 / 3,2 m |
| Entnommen am: | 23.06.2020 | 23.06.2020 | 23.06.2020 | 23.06.2020 |
| Laborbearb./Bearb.-datum: | Me/ 08.07.2020 | Me/ 08.07.2020 | Me/VL 09.07.2020 | Me/VL 08.07.2020 |
| Abgeschlämmt?: | ja | ja | ja | ja |
| d10 | - | 0.0053 | - | 0.0019 |
| d30 | 0.0471 | 0.0685 | - | 0.0647 |
| d60 | 0.1407 | 0.3252 | 0.2349 | 0.1652 |
| Cu/Cc | -/- | 60.9/2.7 | -/- | 85.1/13.0 |
| T/U/S/G [%]: | 1270 | 1243 | 0370 | 1270 |
| Bodengruppe: | SU* | SU* | SU* | SU* |

| | |
|------------------|-------------|
| Bemerkungen: | |
| Feinanteile: | |
| SG1/ 1,2m: 31,3% | 3,0m: 27,0% |
| SG2/ 1,4m: 30,5% | 3,2m: 28,5% |

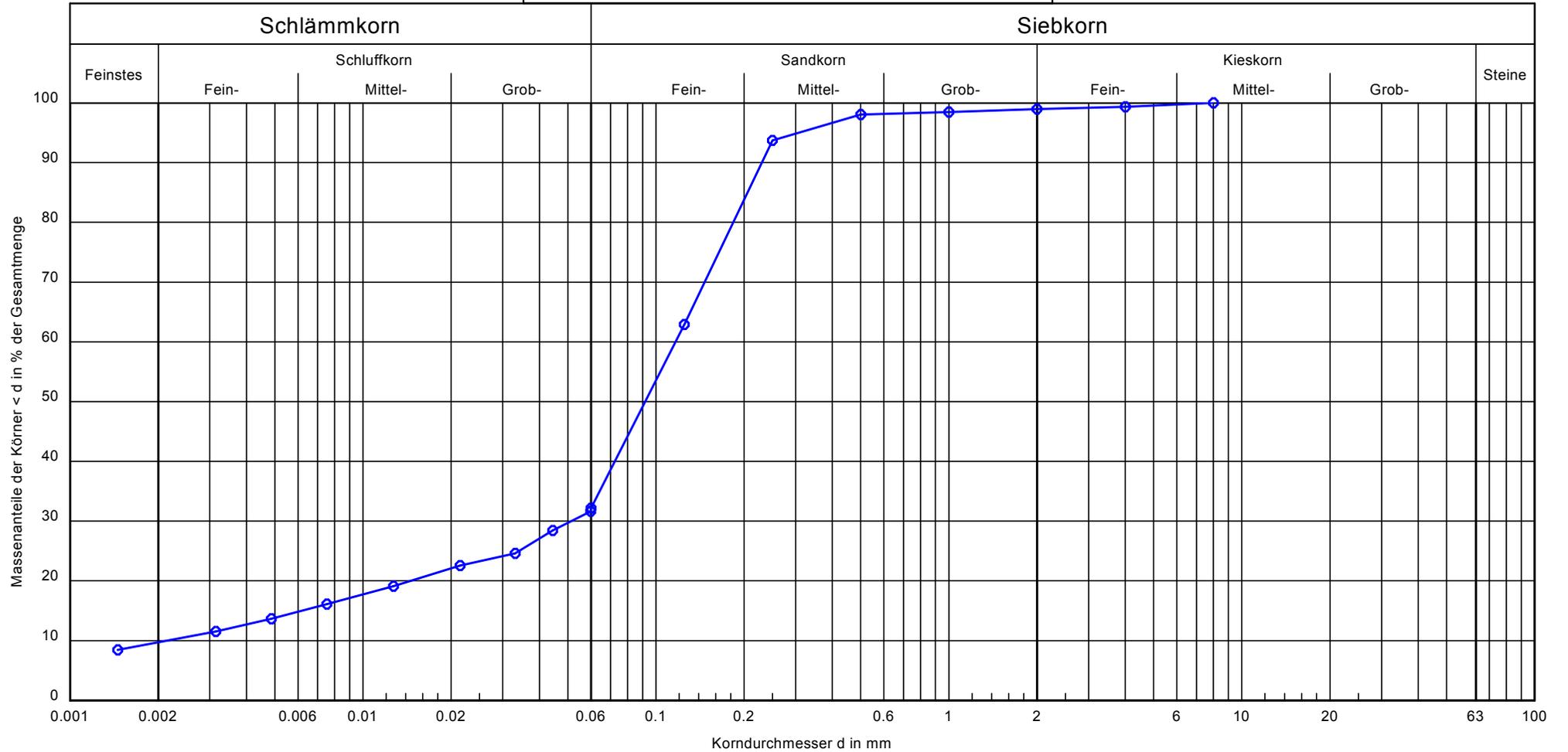
Bericht:
 HAERLEN G01
 Anlage:
 7.1

Projekt: BV Erschließungsgebiet
 "Südlich Härten"
 in 88662 Überlingen

Körnungslinie

nach DIN EN ISO 17892-4

HENKE UND PARTNER GMBH
 Ingenieurbüro für Geotechnik
www.henkegeo.de



| | | | |
|---------------------------|----------------|--|---|
| geol. Bezeichnung: | Feinsand | Bemerkungen: Feinanteil: 32,19 % | Bericht: HAERLEN G01 Anlage: 7.2 |
| Entnahmestelle/Tiefe: | KB 2 / 6.5 m | | |
| Entnommen am: | 29.07.2020 | | |
| Laborbearb./Bearb.-datum: | Me/ 19.08.2020 | | |
| Abgeschlämmt?: | ja | | |
| d10 | 0.0021 | | |
| d30 | 0.0513 | | |
| d60 | 0.1166 | | |
| Cu/Cc | 54.3/10.5 | | |
| T/U/S/G [%]: | 1270 | | |
| Bodengruppe: | SU* | | |