

Gutachten zur Versickerungsbeurteilung

für den

Bebauungsplan Nr. 417 b
Hauptstraße / In der Schornau
44892 Bochum

Auftraggeber:



Stadt Bochum
Amt für Stadtplanung und Wohnen
44777 Bochum



Geoconsult
Holger David

Sachverständigenbüro
Bau-, Geo-, Umwelttechnik

Universitätsstr. 125 · 44789 Bochum
Telefon 0234 / 60 14 35-0
Telefax 0234 / 60 14 35-20
email: info@geo-nrw.de
www.geo-nrw.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Situation und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	1
3	Untersuchungsprogramm.....	2
4	Untersuchungsergebnisse	3
4.1	Regionale Geologie.....	3
4.2	Lokaler Bodenaufbau und Grundwassersituation	4
4.3	Durchlässigkeiten.....	6
5	Beurteilung der Versickerungsfähigkeit.....	8

Anlagenverzeichnis

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Bochum plant die Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 417b, der sich im Bochumer Stadtteil Langendreer befindet. Das Plangebiet liegt östlich der *Hauptstraße* und nördlich der Straße *In der Schornau*. Im Norden grenzt der Evangelische Friedhof Langendreer an (**Anlagen 1.1** und **1.2**).

Zur Weiterführung der Planungen, insbesondere der Entwässerungsplanung, ist die Erarbeitung eines Hydrogeologischen Gutachtens/Versickerungsgutachtens für das Areal erforderlich. In einem ersten Bearbeitungsschritt hat die Stadt Bochum verschiedene Felduntersuchungsarbeiten und Beurteilungen in einem entsprechenden Leistungsverzeichnis fixiert und hierzu verschiedene Angebote eingeholt. In der Folge wurde die Geoconsult Holger David mit Schreiben vom 03.11.2020 beauftragt, diesen ersten Untersuchungsschritt auszuführen. Mit Datum vom 07.04.2021 wurde hierzu ein erstes Gutachten zur Versickerungsbeurteilung vorgelegt.

Im Zuge der weitergehenden Planungen wurde dann auf Seiten der Stadt Bochum beschlossen, denkbare Versickerungsanlagen nicht im direkten Baubereich zu etablieren, sondern möglichst in östliche Richtung in den Bereich einer heute dort existierenden Kleingartenanlage zu verschieben.

Auf Basis dieser Planungsvorgaben wurde von Geoconsult am 22.04.2021 ein Ergänzungsangebot vorgelegt, das mit Schreiben vom 08.06.2021 beauftragt wurde. Das Ergänzungsangebot basiert auf den Positionen des "Urangebotes" und vorlaufenden Abstimmungsgesprächen mit der Stadt Bochum.

2 Unterlagen

Zur Erstellung des Gutachtens sind folgende Unterlagen herangezogen bzw. zur Verfügung gestellt worden:

- Übersichtslageplan ohne Maßstab
Auszug aus dem Portal "google.maps"
- Lageplan des Areals mit Einzeichnung einer denkbaren Bebauungsvariante zur Verfügung gestellt durch die Auftraggeberin

- Lageplan mit Einzeichnung zur Verfügung stehender Fläche für neue Bohrungen/Versickerungsanlagen zur Verfügung gestellt durch die Auftraggeberin
- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, Maßstab 1:25.000 Blatt 4509 Bochum
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (April 2005): Arbeitsblatt DWA-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser"
- DIN 18130 "Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes" (Mai 1998)/DIN EN ISO 17892-11 (März 2021) zzgl. DIN 18130-2 (August 2015) "Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes - Teil 2: Feldversuche"
- Archivunterlagen der Geoconsult Holger David

3 **Untersuchungsprogramm**

Im ersten Bearbeitungsschritt war von der Stadt Bochum die Ausführung von insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (Rammkernsondierung -RKS-) gemäß EN ISO 22475-1 (alte DIN 4021) vorgegeben. Im zweiten, jetzt aktuell ausgeführten Bearbeitungsschritt war die Ausführung von sechs weiteren Kleinrammbohrungen nach der v.g. Norm geplant, so dass insgesamt **12 Kleinrammbohrungen** zur Ausführung kamen. Die Bohrungen sollten -in Abhängigkeit von den angetroffenen Untergrundverhältnissen- Tiefen von ca. 10,0 m erreichen. In jeder dieser Bohrungen war die Ausführung von Versickerungsversuchen vorgesehen.

Im ersten Bearbeitungsschritt wurden insgesamt 15 Versickerungsversuche ausgeführt, die insgesamt vier unterschiedliche Bodenpartien überprüft haben. Unter anderem wurde in diesem ersten Untersuchungsschritt auch der oberflächennah anstehende Oberboden im Hinblick auf seine Durchlässigkeiten überprüft. Im zweiten Bearbeitungsschritt sind dann je Bohransatzpunkt zwei Versickerungsversuche in unterschiedlichen Tiefen und damit Bodenpartien ausgeführt worden. Insgesamt stehen damit für die Beurteilung des gesamten Plangebietes **27 Versickerungsversuche** zur Verfügung.

Die Bohrungen der ersten Untersuchungskampagne wurden in Tiefen zwischen 7 m und 10 m unter Geländeoberfläche beendet, die sechs Bohrungen der zweiten, jetzt aktuell ausgeführten Untersuchungskampagne enden in Tiefen zwischen 10,0 m und 10,5 m unter Bohransatzpunkt.

Die oberflächennahen Versickerungsversuche im Oberboden wurden in Tiefen zwischen 0,3 m und 0,5 m ausgeführt. Bei den tieferliegenden Versickerungsversuchen erfolgte zunächst ein Ausbau des jeweiligen Bohrloches zu provisorischem Sickerbrunnen, wobei unterschiedliche Tiefen und unterschiedliche Bodenarten überprüft worden sind. Nach Einbau des jeweiligen Sickerbrunnens wurden die ausgebauten Bohrlöcher, ebenso wie bei den oberflächennahen Versuchen, zunächst bis zur Sättigung gewässert. Anschließend erfolgte in verschiedenen Teilversuchen eine Wasserzugabe, wobei die Druckhöhe jeweils konstant gehalten wurde. Die entsprechenden Wassermengen und die Zeiteinheiten, die für die Versickerung erforderlich waren, wurden festgehalten und anschließend unter Verwendung statistischer Methoden ausgewertet. Die Tiefenlage der jeweiligen Versickerungsversuche ist in den **Anlagen 2.ff** neben den jeweiligen Bohrprofilen angetragen. Darüber hinaus sind die Tiefen und die Auswertungen der Versickerungsversuche dem Auswertprotokoll in **Anlage 3** zu entnehmen.

Nach Abschluss der Felduntersuchungsarbeiten wurden die Bohrungen nach Lage und Höhe eingemessen. Die Lage ist maßstäblich in **Anlage 1.2** dargestellt. Die Höhenangaben beziehen sich auf einen Kanaldeckel in der *Hauptstraße*, unmittelbar westlich des Gebäudes Hauptstraße 259. In Ermangelung von "NN-Höhen" wurde dem Kanaldeckel eine **relative Höhe** von **+10 m** zugeordnet. Die Höhenangaben oberhalb der Bohrprofilzeichnungen sind damit durchweg keine NN-Höhen, sondern Relativhöhen.

4 **Untersuchungsergebnisse**

4.1 **Regionale Geologie**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges.

Nach dem regionalgeologischen Kartenmaterial war davon auszugehen, dass in Oberflächennähe zunächst **quartäre** Lockerböden angetroffen werden, die Schichtstärken von rd. 10 m erreichen. Die oberflächennahen Partien setzen sich hierbei im Wesentlichen aus feinsandigen, lokal tonigen **Schluffen** (Löß/Lößlehm) zusammen. In den tie-

ferliegenden Abschnitten der quartären Lockerböden können auch Schmelzwasserablagerungen angetroffen werden, bei denen es sich erfahrungsgemäß um grobkörnigere Materialien (Kiese/Sande) handelt.

Unterhalb der quartären Lockerböden folgen dann die gefalteten, flözführenden Gesteinsserien des **Oberkarbons**, die sich hier aus Ton-, Schluff- und Sandsteinen zusammensetzen.

4.2 Lokaler Bodenaufbau und Grundwassersituation

Die im Einzelnen ermittelten Bodenpartien sind in den Bohrprofilzeichnungen der **Anlagen 2.1 bis 2.12** dargestellt. Zusammenfassend stellt sich der Bodenaufbau wie folgt dar:

Die Geländeoberfläche im westlichen Teil, der später mit verschiedenen Gebäuden überdeckt wird, war zum Zeitpunkt der Untersuchungsarbeiten stark bewachsen. Es standen Bäume und Büsche auf, die gesamte Oberfläche war/ist mit einer geschlossenen Vegetation aus Gräsern, bodendeckenden Pflanzen usw. bewachsen.

Im östlichen Teil, der jetzt aktuell untersucht wurde, existiert eine Kleingartenanlage, mit einer für derartige Anlagen typischen Bebauung aus Lauben, kleinen Schuppen und einer großen Bandbreite der Vegetation. Neben großkalibrigen Büschen und Bäumen existieren Nutzgartenbereiche mit relativ niedrigem Bewuchs. Darüber hinaus existieren verschiedene Wegebefestigungen.

Unter der Geländeoberfläche wurde an allen Untersuchungsstellen zunächst ein **Oberboden** bzw. eine anthropogene **Auffüllung** aus oberbodenhaltigen Materialien angetroffen. Die Schichtstärke dieser Bodenpartie variiert zwischen 0,3 m und 0,7 m.

Unterhalb der Oberböden wurde dann an allen Ansatzstellen bis in größere Tiefen zunächst ein feinsandiger **Schluff** erbohrt, der eine weiche bis steife Konsistenz zeigt. In Bohrung RKS 5 zeigt der Schluff zwischen 2,4 m und 4,4 m unter Geländeoberfläche eine Nässezone, was einen entsprechend hohen Wassergehalt anzeigt. An allen anderen Untersuchungspunkten dagegen waren die gefördert Schluffe dagegen erdfeucht bis maximal feucht.

Die Untergrenze/Basis dieser feinkörnigen Böden (Schluffe) variiert im gesamten Untersuchungsbereich deutlich und liegt in Tiefen zwischen 3,5 m und 7,3 m unter Geländeoberfläche.

Unterhalb der Schluffböden wurden dann in einem großen Teil der Bohrungen (RKS 1 bis RKS 4 und RKS 7 bis RKS 12) **Feinsande**, die lokal mittelsandig und schwach schluffig bis schluffig ausgeprägt sind, angetroffen. Eng begrenzt sind auch kiesige Bestandteile in dieser Matrix angetroffen worden. Bereichsweise werden sie von der nachfolgend beschriebenen reinen Sandschicht unterbrochen, reichen aber lokal bis in Tiefen von 9 m.

Am Ansatzpunkt der Bohrungen RKS 5 und RKS 6 im südlichen Teil des westlichen Untersuchungsbereiches wurde unterhalb der Schluffe zunächst **Fein- bis Mittelsande** angetroffen, die stark kiesig ausgebildet sind. Während die Bohrung RKS 6 innerhalb dieser dichten Kiese festkam, konnte RKS 5 die kiesigen Partien durchdringen. Hier folgt unterhalb der kiesigen Fein- bis Mittelsande bis zur Endteufe von 8,5 m erneut ein dicht gelagerter **Feinsand**.

Im östlichen, jetzt aktuell überprüften Bereich wurden neben den Sanden mit bindigen Partien ebenfalls reine **Feinsande** und auch Sande mit kiesigen Beimengungen angetroffen. Die Bodenzusammensetzung variiert hier jedoch von Ansatzpunkt zu Ansatzpunkt sowohl in ihrer Schichtstärke als auch in ihrer Tiefenlage erheblich (vgl. **Anlagen 2.7 bis 2.12**).

Die oben beschriebenen Zusammensetzungen der einzelnen Bodenschichten, ihre Schichtstärken und Festigkeiten entsprechen den mit den Bohrungen ermittelten Werten. Es ist wahrscheinlich, dass an nicht untersuchten Stellen andere Zusammensetzungen und Schichtstärken existieren.

Ein eindeutiger **Grundwasserzulauf** wurde in keiner der 12 abgeteufte Bohrungen erkannt. Wie bereits oben geschildert wurde in der Bohrung RKS 5 im Tiefenabschnitt zwischen 2,4 m und 4,4 m unter Geländeoberfläche eine Nässezone angetroffen. Derartige Nässezonen deuten häufig auf einen Grundwasserzufluss in diesem Bereich hin. Dieser ist oftmals jedoch, aufgrund der hohen Sorptionsfähigkeit der dort anstehenden bindigen Böden, nicht eindeutig im Bohrloch zu erkennen. Vor dem Hintergrund, dass an allen anderen Bohrungen keine derartige Nässezone ermittelt wurde, ist davon auszugehen, dass es sich nicht um einen geschlossenen Grundwasserhorizont, sondern lediglich um eine lokal begrenzte Nässezone handelt.

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den v.g. Feststellungen um eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Untersuchungsarbeiten handelt.

4.3 Durchlässigkeiten

Im Rahmen der Erstuntersuchungskampagne wurden an den sechs Ansatzpunkten (RKS 1 bis RKS 6) auftragsgemäß die oberflächennah anstehenden Oberböden überprüft. Die Versickerungen wurden hier in Tiefen zwischen 0,3 m und 0,5 m ausgeführt (vgl. **Anlage 3**).

Des Weiteren war im Rahmen dieser ersten Untersuchungskampagne vorgesehen, Versickerungsversuche im tieferliegenden Untergrund bis zu einer maximalen Tiefe von 2 m auszuführen und auszuwerten. In den Bodenpartien bis 2 m wurden ausschließlich feinsandige **Schluffe** angetroffen, die erwartungsgemäß relativ ungünstige Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte zeigten. Vor diesem Hintergrund wurden auch tieferliegende **Sande** und **Kiese** überprüft. Um hier zu belastbaren Aussagen zu kommen, war es erforderlich anstatt der ursprünglich vorgesehenen 12, insgesamt 15 Versickerungsversuche auszuführen.

Im jetzt ausgeführten zweiten Untersuchungsschritt wurden zum einen wieder die in Oberflächennähe anstehenden **Schluffböden**, aber auch die tieferliegenden **Sande** mit unterschiedlichen Zusammensetzungen überprüft.

Auf eine erneute Überprüfung der oberflächennah anstehenden Materialien wurde verzichtet. Im Zuge der Umgestaltung des Areals werden die oberflächennahen Böden hier mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht mehr in dem Zustand vorhanden sein, wie sie heute existieren.

Die jeweiligen Versickerungsebenen der ausgeführten Versuche sind -wie oben bereits beschrieben- an die jeweiligen Bohrprofile angetragen, wobei diesem Gutachten alle Bohraufschlüsse, also die der ersten und zweiten Untersuchungskampagne beigelegt sind. Gleiches gilt für die Auswertung der Versickerungsversuche. Auch hier wurden alle vorliegenden Daten als **Anlage 3** beigelegt. Im Auswertprotokoll sind die entsprechenden Versuchstiefen und die in dieser Tiefe erzielten Ergebnisse noch einmal detailliert ausgeworfen.

Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse für die verschiedenen Bodenschichten wie folgt darstellen:

Oberböden

Wie der **Anlage 3** zu entnehmen ist, wurden in den oberflächennahen Partien Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in einer Bandbreite von

$$k_f = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s bis } 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

ermittelt. Alle Werte sind dem Durchlässigkeitsbereich "durchlässig" gemäß DIN 18130 zuzuordnen.

Schluffe

Für die oberflächennah anstehenden feinsandigen Schluffe ergeben sich Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte mit einer Bandbreite zwischen

$$k_f = 4,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s bis } 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s.}$$

Die Ergebnisse zeigen damit eine relativ eng beieinander liegende Bandbreite. Gemäß DIN 18130 sind alle Werte in den Durchlässigkeitsbereich "schwach durchlässig" einzuordnen.

Sande

Die Sande wurden je nach ihren Beimengungen getrennt voneinander überprüft, wobei die reinen Feinsande und Feinsande mit nur geringen schluffigen Beimengungen hier zusammenfassend dargestellt werden, da sie ebenfalls eine relativ eng beieinander liegende Bandbreite an Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten zeigen und darüber hinaus für den Laien visuell kaum voneinander zu unterscheiden sind.

In dieser Bodenpartie wurde eine Bandbreite an Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten von

$$k_f = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s bis } 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

ermittelt.

Kiesige Sande

In den kiesigen Sanden sind erfahrungsgemäß deutlich günstigere Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte zu erwarten, was ein Großteil der Versuche -mit zwei Ausnahmen (RKS 8 und RKS 9)- auch bestätigt. Die Bandbreite der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte liegt in diesen kiesigen Sanden zwischen

$$k_f = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s bis } 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s.}$$

Die beiden v.g. Ausnahmewerte in RKS 8 und RKS 9 sind mit Werten von knapp über $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ zwar immer noch in die Kategorie "durchlässig" einzustufen, jedoch deutlich ungünstiger als die übrigen überprüften Kiesschichten, die alle Werte von $\geq 10^{-5} \text{ m/s}$ zeigen.

5 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Nach den Vorgaben des DWA-Regelwerkes (DWA = Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) soll grundsätzlich auf eine Versickerung verzichtet werden, wenn die Durchlässigkeitsbeiwerte im Untergrund ungünstiger als $k_f = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ sind. In Ausnahmefällen ist nach dem v.g. Regelwerk eine Versickerung bis zu einem k_f -Wert von $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ zulässig. Als Ausnahmefälle gelten flächenhafte, großvolumige Versickerungsanlagen, wie z.B. Mulden-/Rigolensysteme.

Wie den Darstellungen im Kapitel 4.3 zu entnehmen ist, sind die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f in den oberflächennah anstehenden Oberböden und den tieferliegenden Sanden ausreichend durchlässig, um hier Versickerungsanlagen zu etablieren. Grundsätzlich sind in Oberböden beispielsweise Mulden- oder Flächenversickerungen denkbar, wobei die Geländeoberfläche im Zuge der Realisierung des Bebauungsplans nicht mehr der heutigen entsprechen wird. In den tieferliegenden Sanden können Versickerungsanlagen, wie beispielsweise Schachtversickerungen, Rigolenversickerungen o.Ä. etabliert werden. Die bindigen Böden (feinsandigen Schluffe) dagegen zeigen unzureichende Wasserdurchlässigkeiten und sind zur Aufnahme von Niederschlagswässern nicht geeignet.

Nachfolgend werden die ausreichend durchlässigen Materialien betrachtet und bewertet.

Oberboden

Betrachtet man die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte, so sind die oberflächennah anstehenden Oberböden zur Etablierung von Versickerungsanlagen geeignet. Hierbei sind jedoch folgende Aspekte zu berücksichtigen: Im Zuge der Bauaktivitäten werden diese Oberböden ausgehoben, umgelagert, bereichsweise durch die dynamische Beanspruchung der Bauaktivität verdichtet. Die Oberfläche wird damit im Zuge der Bauausführung nicht mehr den heutigen Gegebenheiten entsprechen. Darüber hinaus ist die aufnahmefähige Schicht nur maximal 50 cm stark. Wird hierin also beispielsweise eine Flächen- oder Muldenversickerung etabliert, so werden sich die oberflächennahen, geringmächtigen Böden einstauen, da die unterlagernden Schluffböden deutlich geringer durchlässig sind. Es kommt damit zu Vernässungsbereichen, Verschlämmungen usw.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Oberböden zwar ausreichende Durchlässigkeitsbeiwerte zeigen, aufgrund der Rahmenbedingungen hier aber mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Flächen- oder Muldenversickerungen realisiert werden können.

Sande

Wie die Darstellungen im Kapitel 4.3 und die **Anlage 3** zeigen, wurden innerhalb der Sande -je nach Beimengungen und Lagerungsdichte- unterschiedliche k_f -Werte angetroffen. Dort wo die Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte größer als $k_f = 5,0 \cdot 10^{-6}$ m/s sind, können Schachtversickerungen innerhalb der Sande etabliert werden.

Bereichsweise existieren jedoch auch Sandpartien, die lediglich einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,8 \cdot 10^{-6}$ m/s erreichen und damit die Voraussetzungen für eine Schachtversickerung gemäß DWA-Regelwerk nicht erfüllen. In diesen Arealen könnten jedoch großkalibrige Versickerungsanlagen, wie beispielsweise tiefreichende Rigolen hergestellt werden.

Die exakte Festlegung welches System an welcher Stelle das richtige ist, muss den weiterführenden Planungen vorbehalten bleiben. Die Planer können hier jeweils die im unmittelbaren Bereich der geplanten Versickerungsanlage liegende(n) Bohrung(en) mit den entsprechenden Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten zu Rate ziehen.

Um zu belegen, dass grundsätzlich eine Versickerung im hier betrachteten Bereich des B-Plan-Gebietes möglich ist, haben wir beispielhaft Schachtversickerungen für reine Sande und für kiesige Sande durchgeführt. Die Berechnungsausdrucke sind als **Anlage 4** beigefügt. Es wurde beispielhaft ein Gebäude mit einer Grundfläche bzw. einer

angeschlossenen Fläche von rd. 300 m² zugrunde gelegt. Abmindernde Faktoren wie beispielsweise für Dachbegrünungen, wasserdurchlässige Oberflächen, wurden nicht berücksichtigt. Dies muss einer späteren konkreten Planung vorbehalten bleiben. Werden beispielsweise Gründächer etabliert, so liegt der mittlere Abflussbeiwert -je nach Gestaltung des Daches- zwischen 0,3 und 0,5, d.h. es fließen nur noch 30 % bis 50 % der fallenden Niederschläge einer Versickerungsanlage zu. Ähnliches gilt für Oberflächenbefestigungen, für die -je nach Gestaltung und Materialart- ebenfalls unterschiedliche Abflussbeiwerte zugrunde gelegt werden können. Asphalt beispielsweise ist mit einem Abflussbeiwert von 0,9, Rasengittersteine lediglich mit einem Abflussbeiwert von 0,16 zu berücksichtigen.

Da die Schachtversickerung die höchsten Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit stellt ($k_f > 5 \cdot 10^{-6}$ m/s), haben wir dieses System als Beleg dafür gewählt, dass die Versickerung grundsätzlich möglich ist. Im südlichen Teil haben wir eine Schachtversickerung in den **Sanden** bei einem k_f -Wert von exakt $5,0 \cdot 10^{-6}$ m/s und einem Schachtdurchmesser von 2 m berechnet. Hier ergibt sich rechnerisch eine Absetztiefe von 5,73 m. Da die Sande dort in Tiefen zwischen 5,6 m und 6 m (RKS 6/RKS 12) angetroffen wurden, ist eine entsprechende Einbindung der Schächte in die Sandschichten erforderlich. Das Speichervolumen vergrößert sich dann und liefert zusätzliche Sicherheiten. Wie bereits geschildert, müssen die exakten Absetztiefen und die Durchmesser in Abhängigkeit von den tatsächlich angeschlossenen Flächen, unter Berücksichtigung der Abflussbeiwerte und insbesondere der exakten Lage der Versickerungsanlage für jeden Einzelfall und damit individuell bemessen werden.

Zur Verdeutlichung noch einmal die Beurteilung der kiesigen Sande, die eine erhebliche Bandbreite in ihren Durchlässigkeitsbeiwerten zeigen. An den Ansatzstellen RKS 8 und RKS 9 wurden relativ ungünstige Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ermittelt, die eine Schachtversickerung nach dem DWA-Regelwerk nicht ermöglichen. An allen anderen Ansatzstellen dagegen wäre in diesen Böden eine Schachtversickerung denkbar. Sieht die Planung im Bereich von RKS 8/RKS 9 also eine Versickerungsanlage vor, so wäre mit hoher Wahrscheinlichkeit eine tiefreichende Rigolenversickerung sinnvoll, die die bindigen Böden (4,3 m bis 4,7 m) durchstößt und in die darunter folgenden Sande einbindet.

In **Anlage 4** haben wir zusätzlich zu dem oben beschriebenen Schacht mit Einbindung in "reine" Sande auch einen Schacht innerhalb der kiesigen Sande, jedoch mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s berechnet. Auch hier wird belegt,

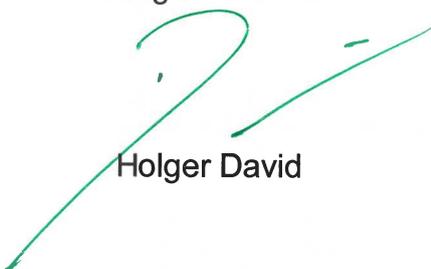
dass der Schacht bei entsprechender Einbindung in diese durchlässigen Sandschichten realisierbar ist.

In der Beispielberechnung ausgeworfen ist ein Schacht Typ B gemäß DWA-Regelwerk. Die Beurteilung ist jedoch unabhängig von der Wahl des Schachttyps. Die Typen A und B unterscheiden sich hier wie folgt:

Der Versickerungsschacht Typ A hat im Inneren einen eingehängten Filtersack. Das gesamte Niederschlagswasser muss den v.g. Filtersack passieren, wobei hier absetzbare und abfiltrierbare Stoffe zurückgehalten werden. Seitlich neben dem Filtersack existieren Austrittsöffnungen, aus denen das Wasser in den mit Kies verfüllten Arbeitsraum eindringen kann. Beim Typ B dagegen existiert nur an der Basis des Schachtes eine Sickerschicht und die Austrittsöffnungen sind ebenfalls nur im tieferliegenden Untergrund existent. Hier durchsickern die Wässer die eingebrachte Filterschicht (ohne Sack) und treten lediglich an der Basis des Schachtes aus.

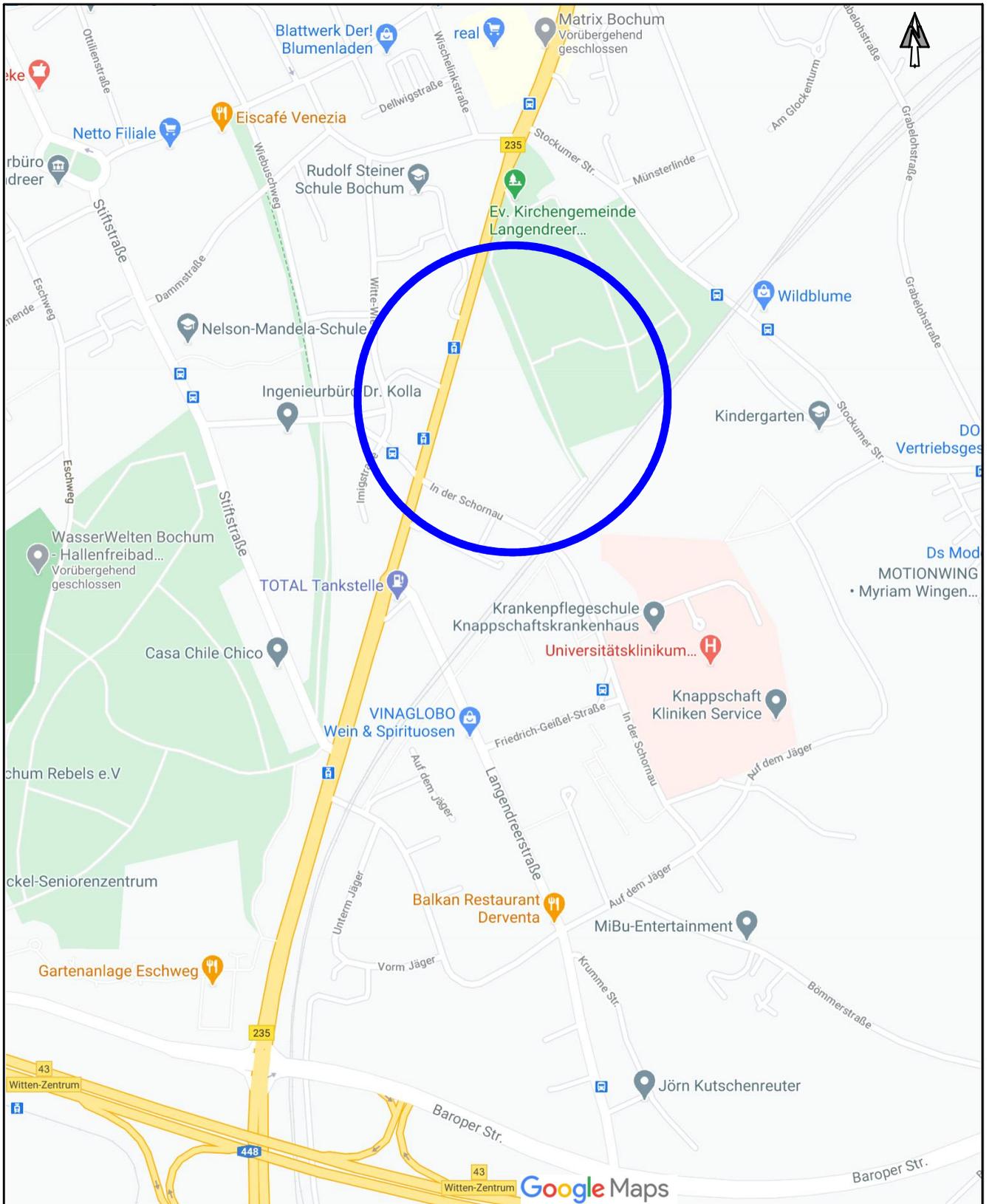
Die Auswahl des geeigneten Systems erfolgt nach Lage der Versickerungseinrichtung. Bindet der Schacht beispielsweise komplett in durchlässige Partien ein (wenn die Schluffschicht nur gering dick ist), so wäre der Typ A zu favorisieren. Liegen durchlässige Partien jedoch ausschließlich in den tieferliegenden Bereichen und der Schacht kann nur geringfügig in ausreichend durchlässige Partien einbinden, so wäre Typ B zu favorisieren. Wie bereits oben geschildert, muss eine individuelle Festlegung unter Berücksichtigung aller o.g. Kriterien erfolgen.

Geoconsult
Holger David


Holger David

Anlagenverzeichnis

Anlage Nummer	Darstellung
1.1	Übersichtslageplan, ohne Maßstab Auszug aus dem Portal "google.maps"
1.2	Lageplan, Maßstab 1:1.000
2.1 bis 2.12	Bohrprofilzeichnungen der Kleinrammbohrun- gen -RKS-
3	Protokoll Versickerungsversuche
4	Berechnungsausdrucke GGU-Seep für Schachtversickerungen



Stadt Bochum, Amt für Stadtplanung und Wohnen

Anlage	1.1
Projekt	07520.1
Dateiname	Anl 1.1
Maßstab	ohne
Datum	Nov. 2021
Bearbeiter	Da/Ni

Bebauungsplan Nr. 417 b
Hauptstraße / In der Schornau
44892 Bochum

- Versickerungsbeurteilung -

- Übersichtslageplan -



Geoconsult
Holger David

Sachverständigenbüro
Bau-, Geo-, Umwelttechnik

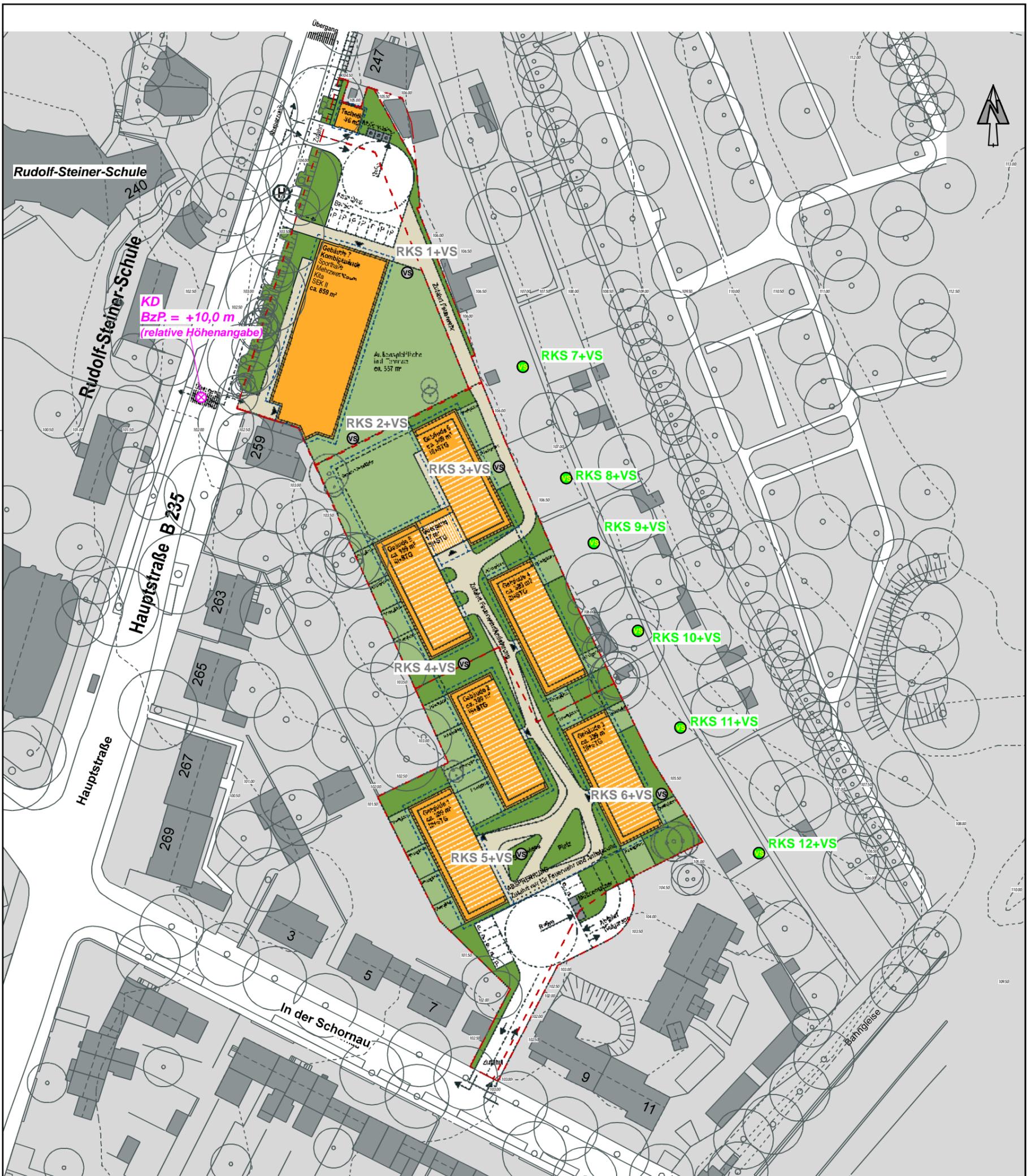
Universitätsstr. 125 · 44789 Bochum

Telefon 0234 / 60 14 35-0

Telefax 0234 / 60 14 35-20

email: info@geo-nrw.de

www.geo-nrw.de



Zeichenerläuterung

- Rammkernsondierung mit Versickerungsversuch -RKS+VS-
vorh. Untersuchungen (Geoconsult, März 2021):
- VS Rammkernsondierung mit Versickerungsversuch -RKS+VS-



Stadt Bochum, Amt für Stadtplanung und Wohnen

Anlage	1.2
Projekt	07520.1
Dateiname	Anl 1.2 (2021-11-04)
Maßstab	1: 1.000
Datum	Nov. 2021
Bearbeiter	Da/Ni

Bebauungsplan Nr. 417 b
 Hauptstraße / In der Schornau
 44892 Bochum
- Versickerungsbeurteilung -
- Lageplan mit Planung -

Geoconsult
 Holger David
 Sachverständigenbüro
 Bau-, Geo-, Umwelttechnik
 Universitätsstr. 125 · 44789 Bochum
 Telefon 0234 / 60 14 35-0
 Telefax 0234 / 60 14 35-20
 email: info@geo-nrw.de
www.geo-nrw.de

Legende / Erläuterung zu den Bohrprofilen

Legende

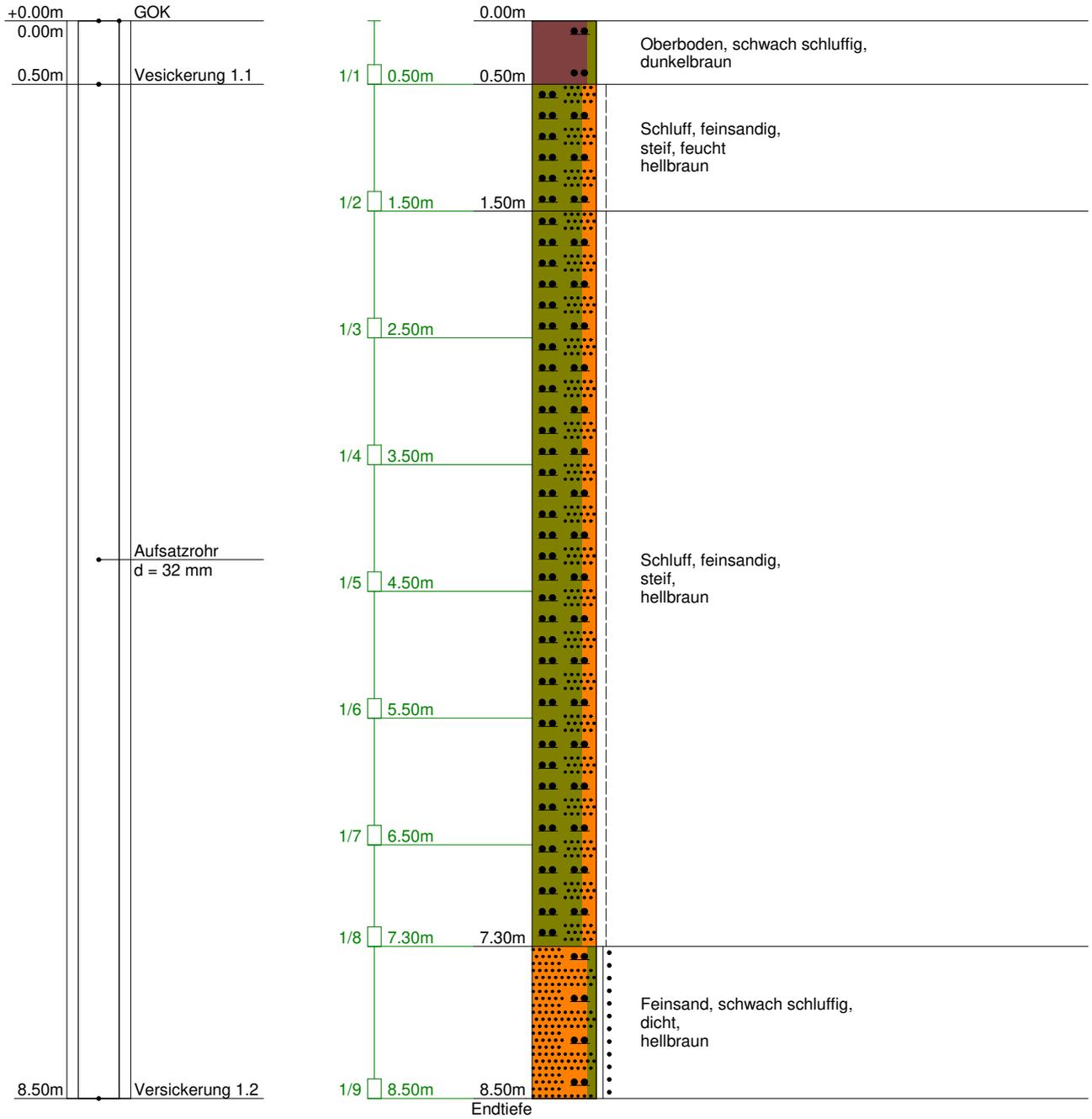
 A = Auffüllung	 F = Faulschlamm o = org. Beimengung	 fG = Feinkies fg = feinkiesig	 fS = Feinsand fs = feinsandig
 Z = Fels	 Zv = Fels, verwittert	 Lg = Geschiebelehm	 Mg = Geschiebemergel
 gG = Grobkies gg = grobkiesig	 gS = Grobsand gs = grobsandig	 Lx = Hangschutt	 h = humos H = Torf
 Wk = Kalk	 Kst = Kalkstein	 G = Kies g = kiesig	 K = Kohle
 Lö = Löß	 Löl = Lößlehm	 Me = Mergel	 Mst = Mergelstein
 mG = Mittelkies mg = mittelkiesig	 mS = Mittelsand ms = mittelsandig	 Mu = Mutterboden	 Ob = Oberboden
 S = Sand s = sandig	 Sst = Sandstein	 U = Schluff u = schluffig	 Ust = Schluffstein
 Sts = Schottertragschicht	 X = Steine x = steinig	 Stk = Steinkohle	 T = Ton t = tonig
 Tst = Tonstein	 L = Verwitterungslehm		

Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023			Verwitterungsstufen
 Sonderprobe	GW ▽ GW angebohrt	 nass	 halbfest	 locker	 schwach verwittert
 Gestörte Probe	GW ▽ Änderung des WSP	 breiig	 fest	 mitteldicht	 mäßig-stark verw.
 Kernprobe	GW ▽ Ruhewasserstand	 weich	 klüftig	 dicht	 vollständig verw.
 Wasserprobe	SW ▽ Sickerwasser	 steif		 sehr dicht	

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 17.02.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.1
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 11,49 m

RKS 1 + VS
11.49 m

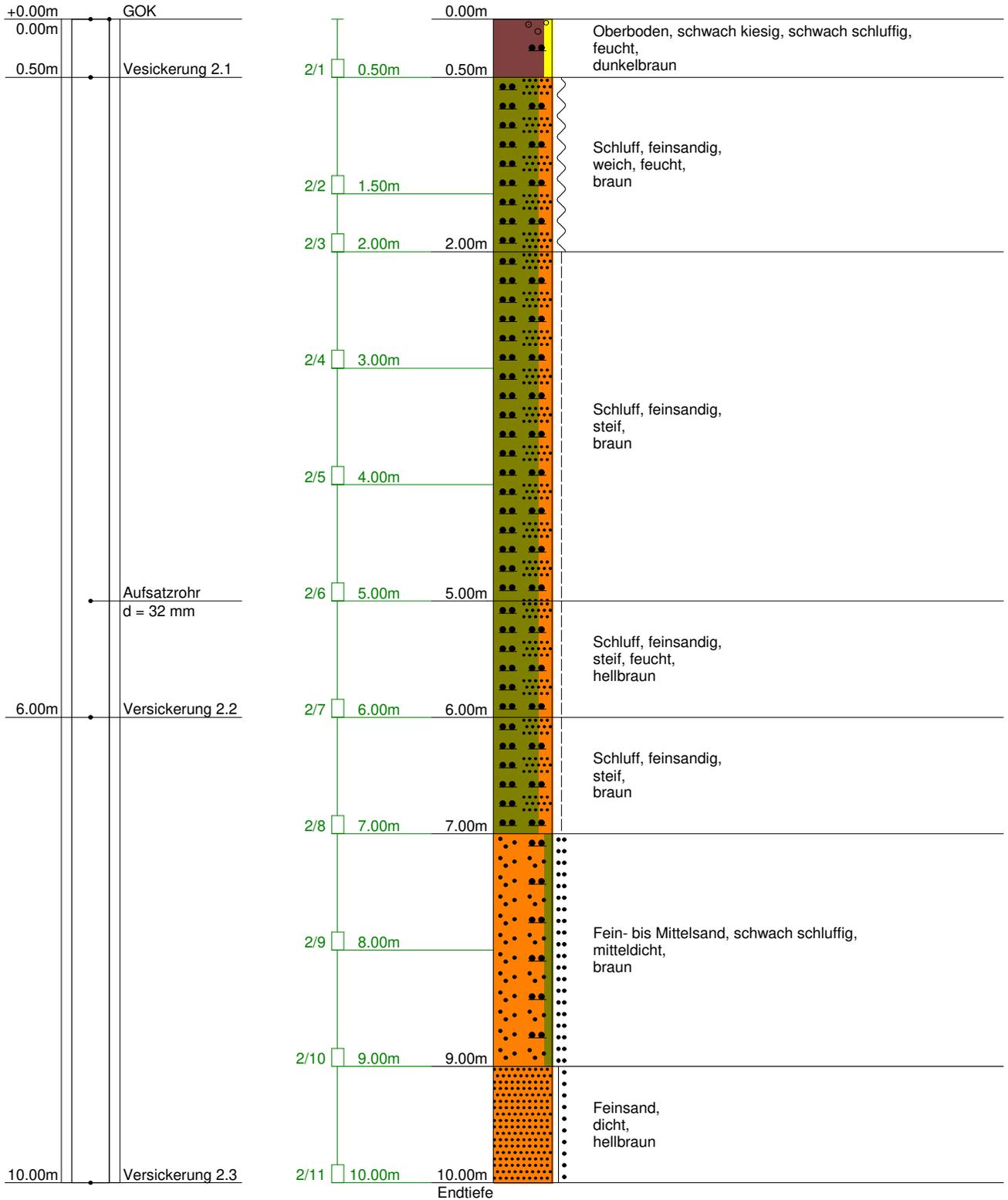


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 17.02.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.2
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 10,73 m

RKS 2 + VS
10,73 m

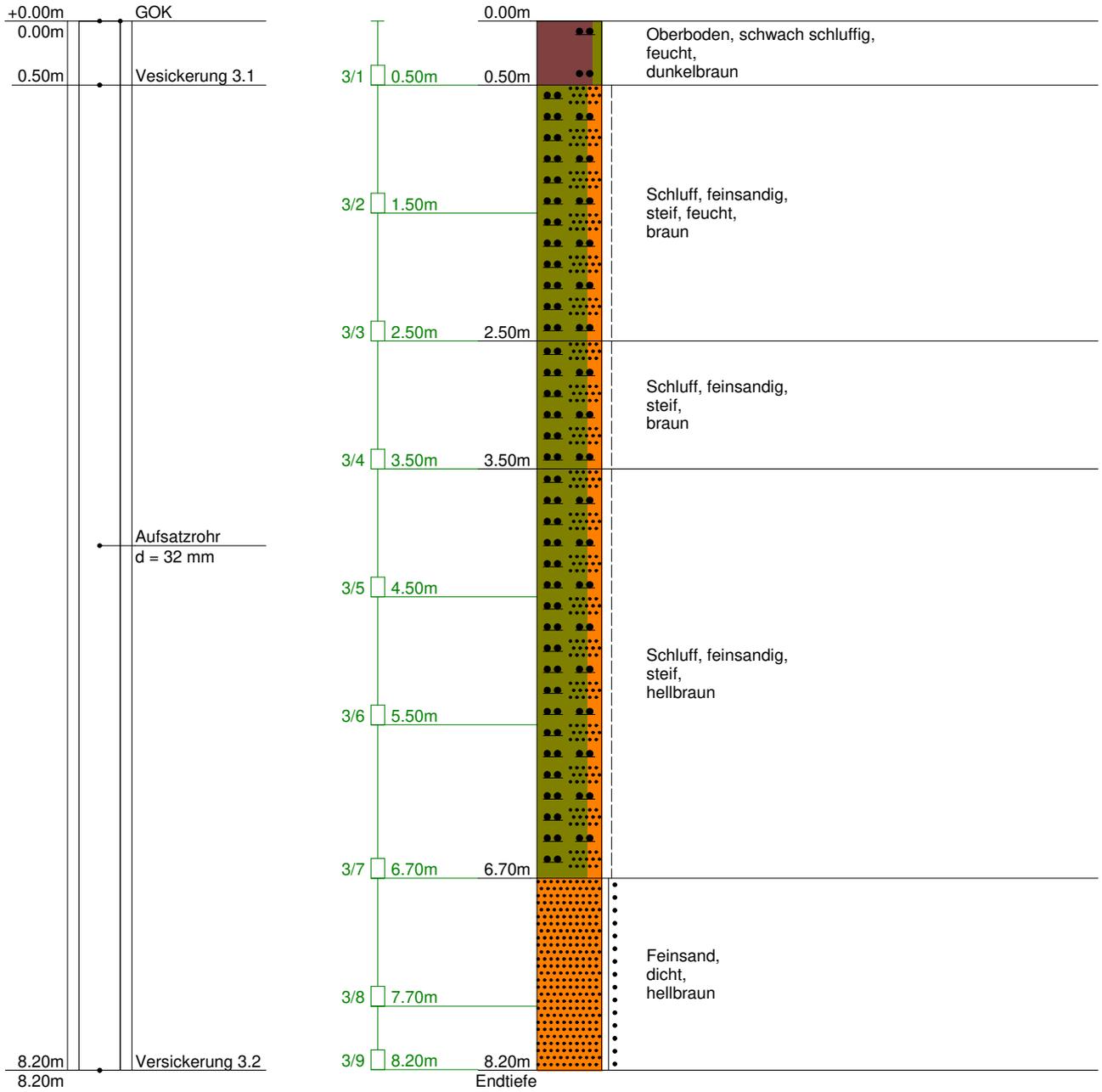


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 18.02.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.3
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 11,49 m

RKS 3 + VS
11.49 m



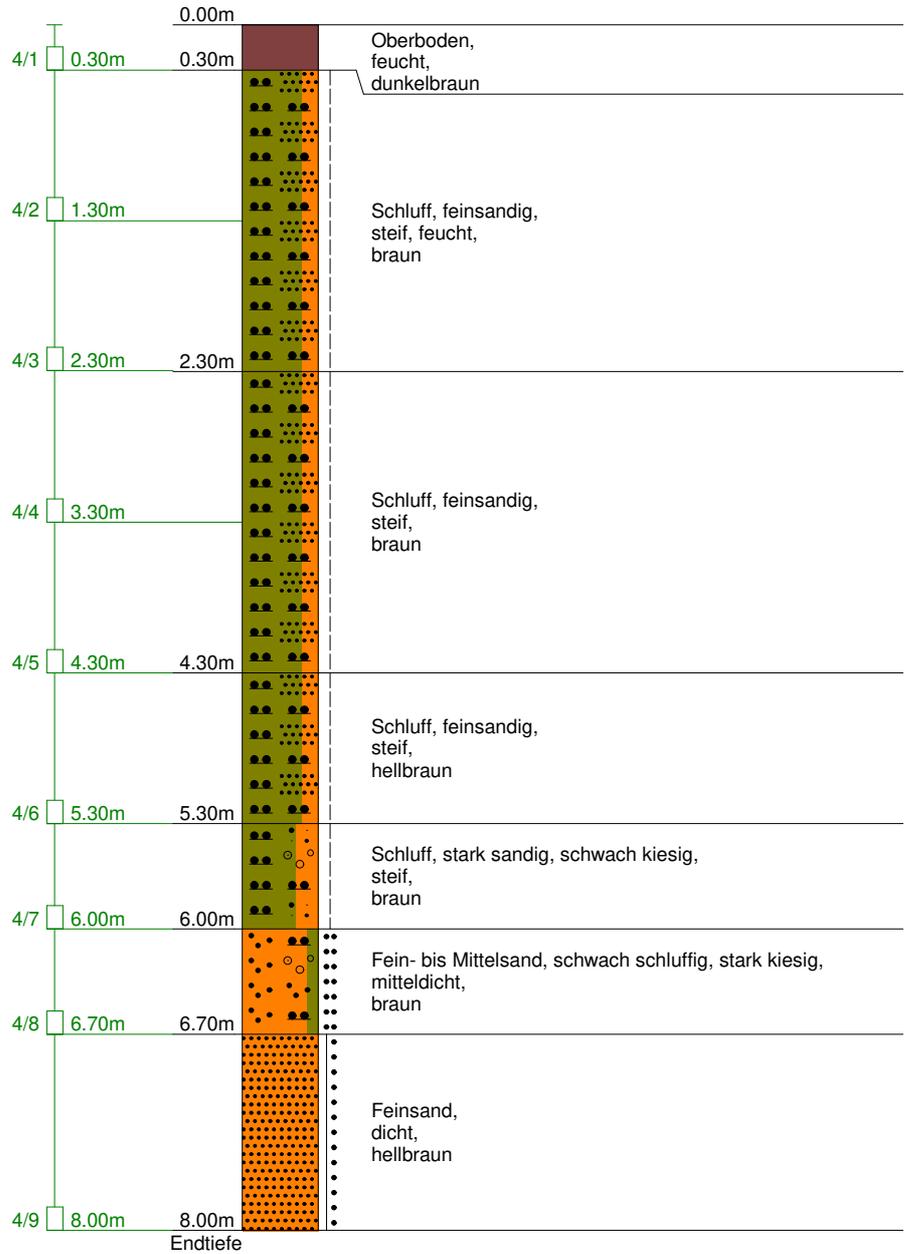
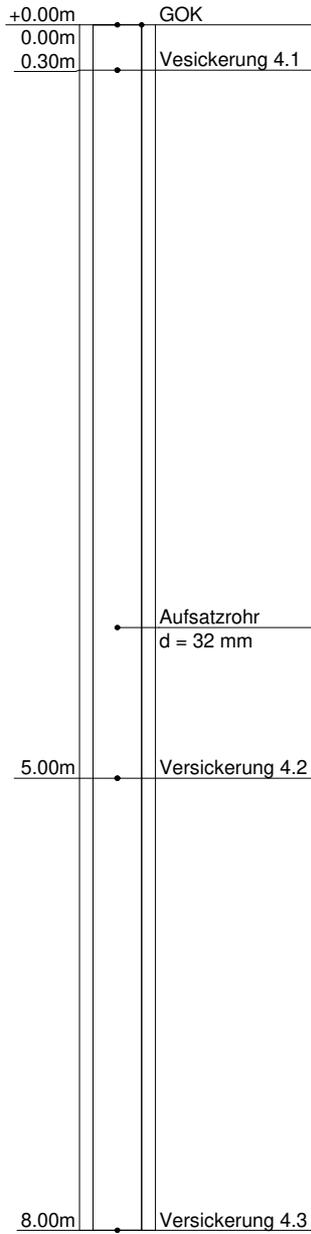
- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 26.02.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.4
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 10,44 m

RKS 4 + VS

10.44 m

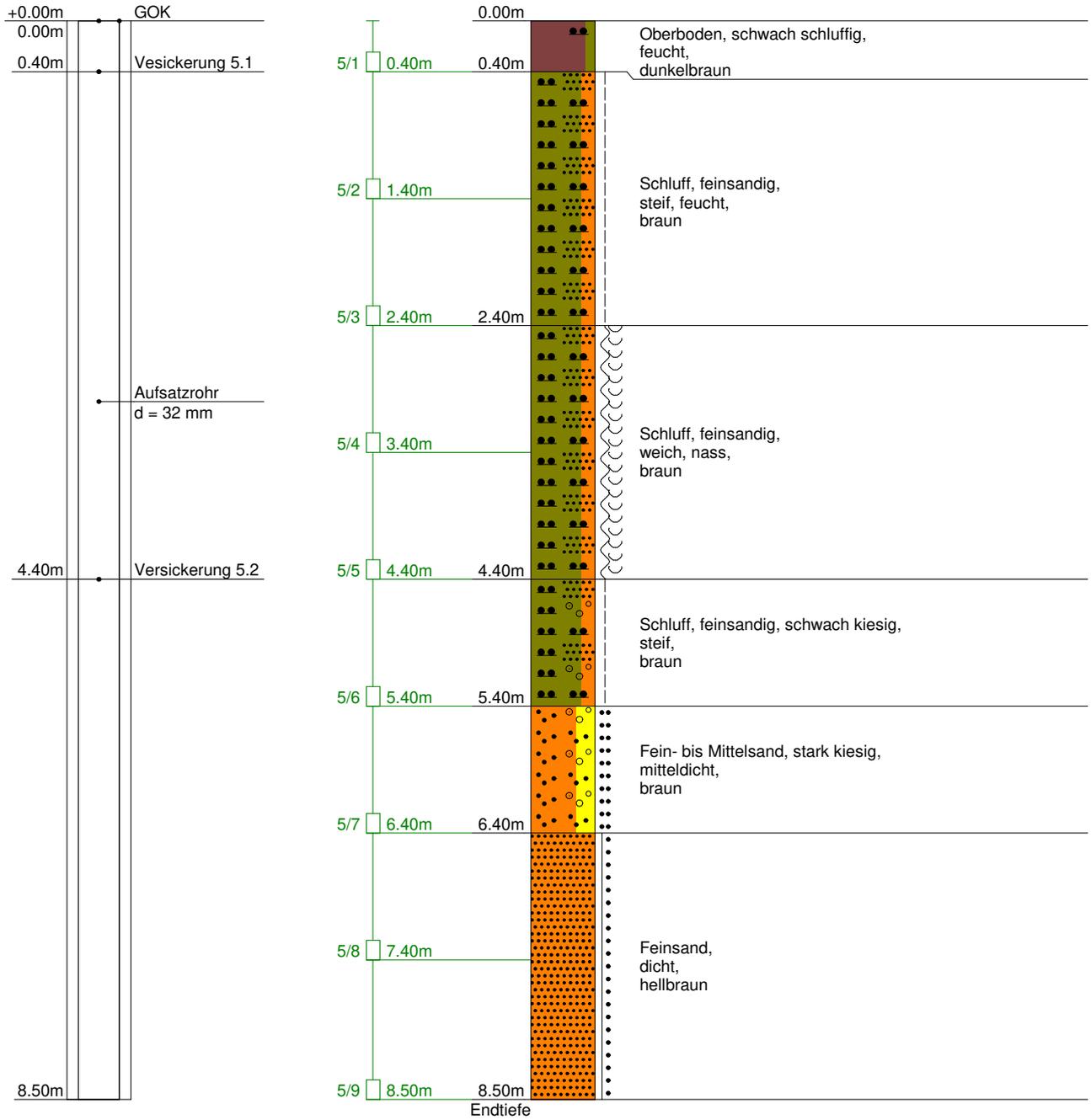


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 26.02.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.5
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 9,81 m

RKS 5 + VS
9.81 m

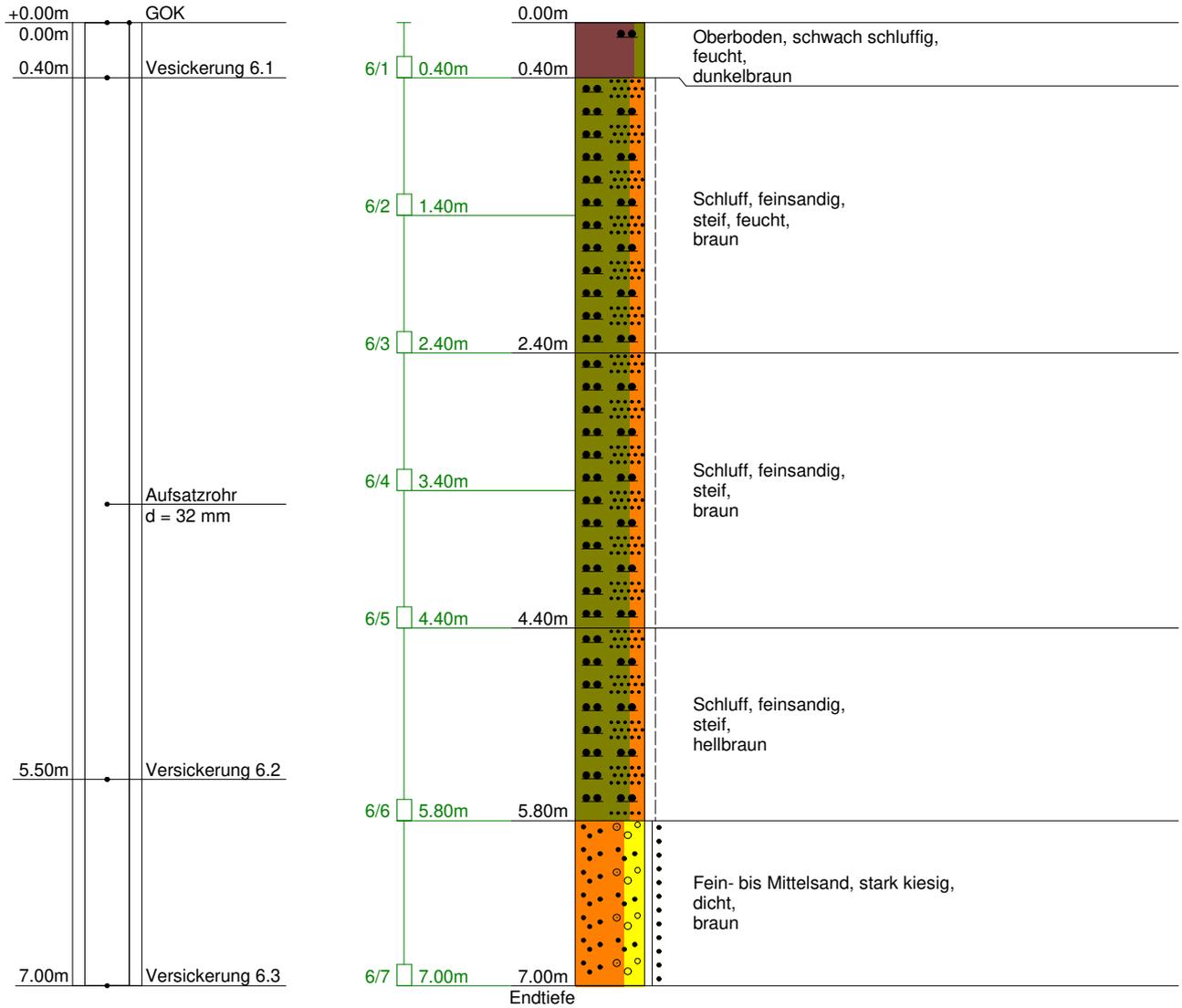


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 26.02.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.6
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 11,16 m

RKS 6 + VS
11.16 m

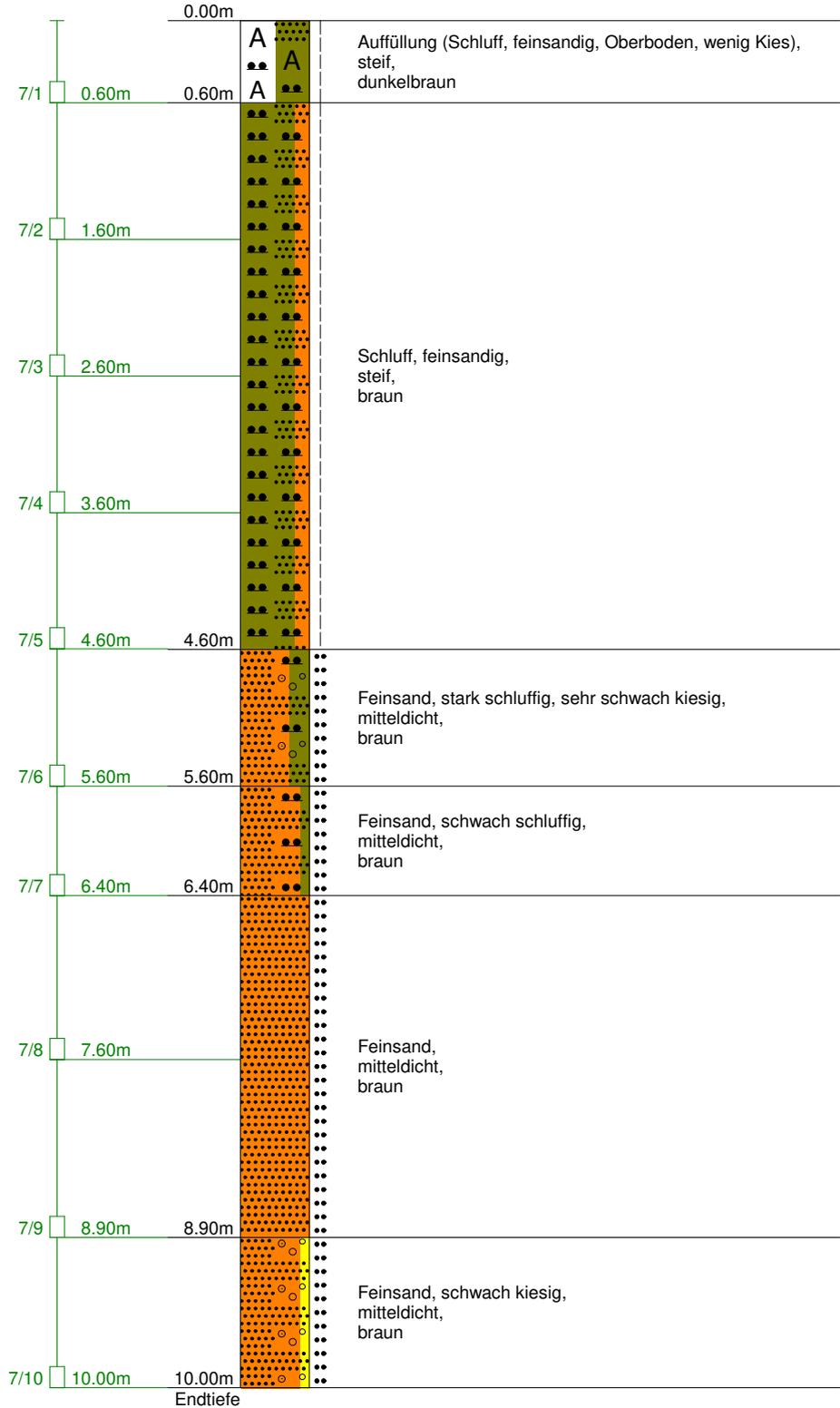
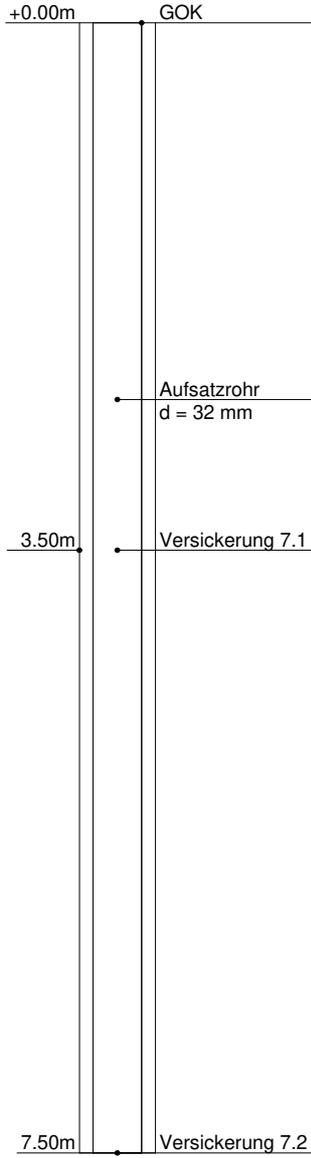


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 04.11.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.7
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 13,06 m

RKS 7 + VS
13.06 m

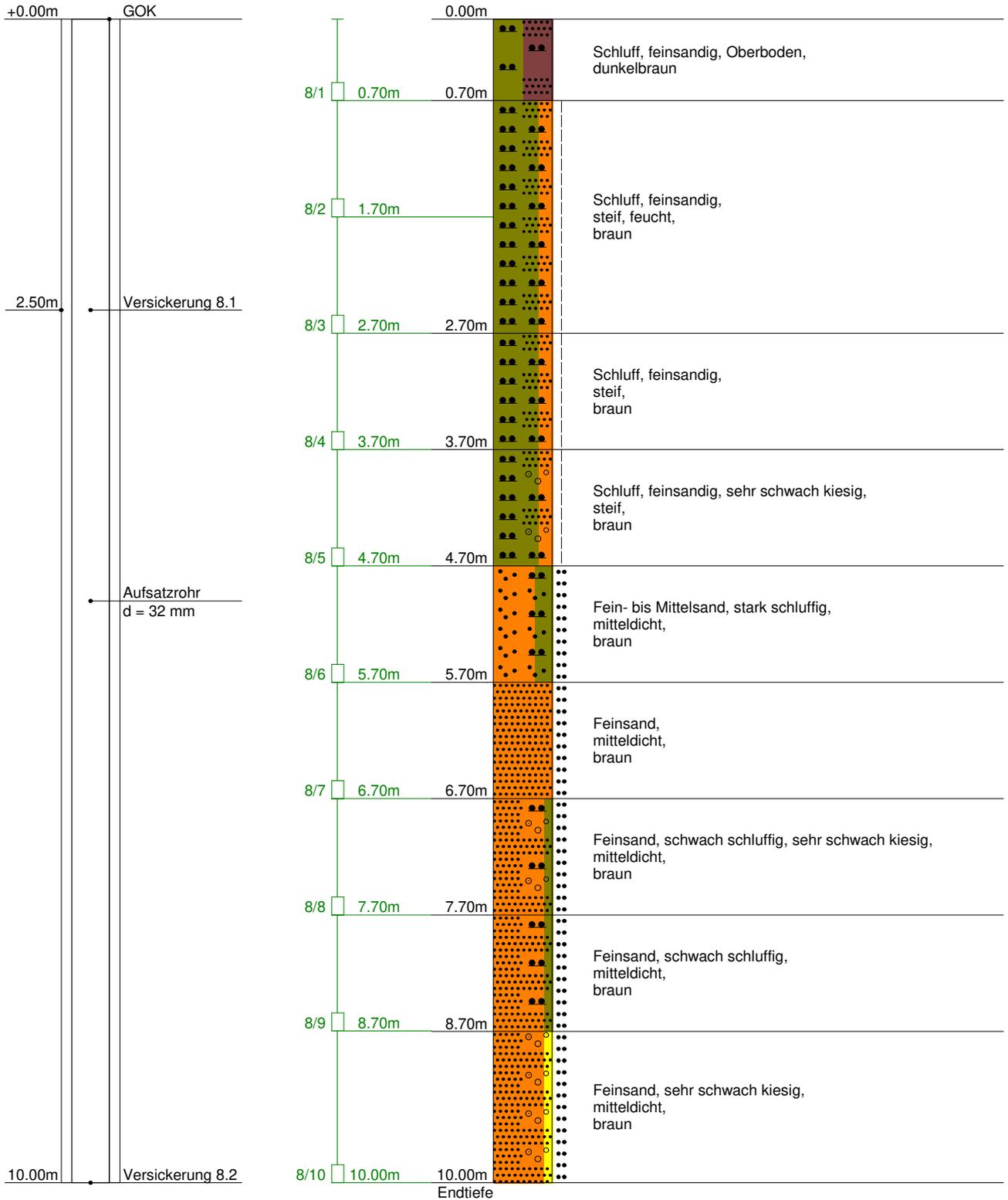


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 03.11.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.8
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 13,24 m

RKS 8 + VS
13.24 m

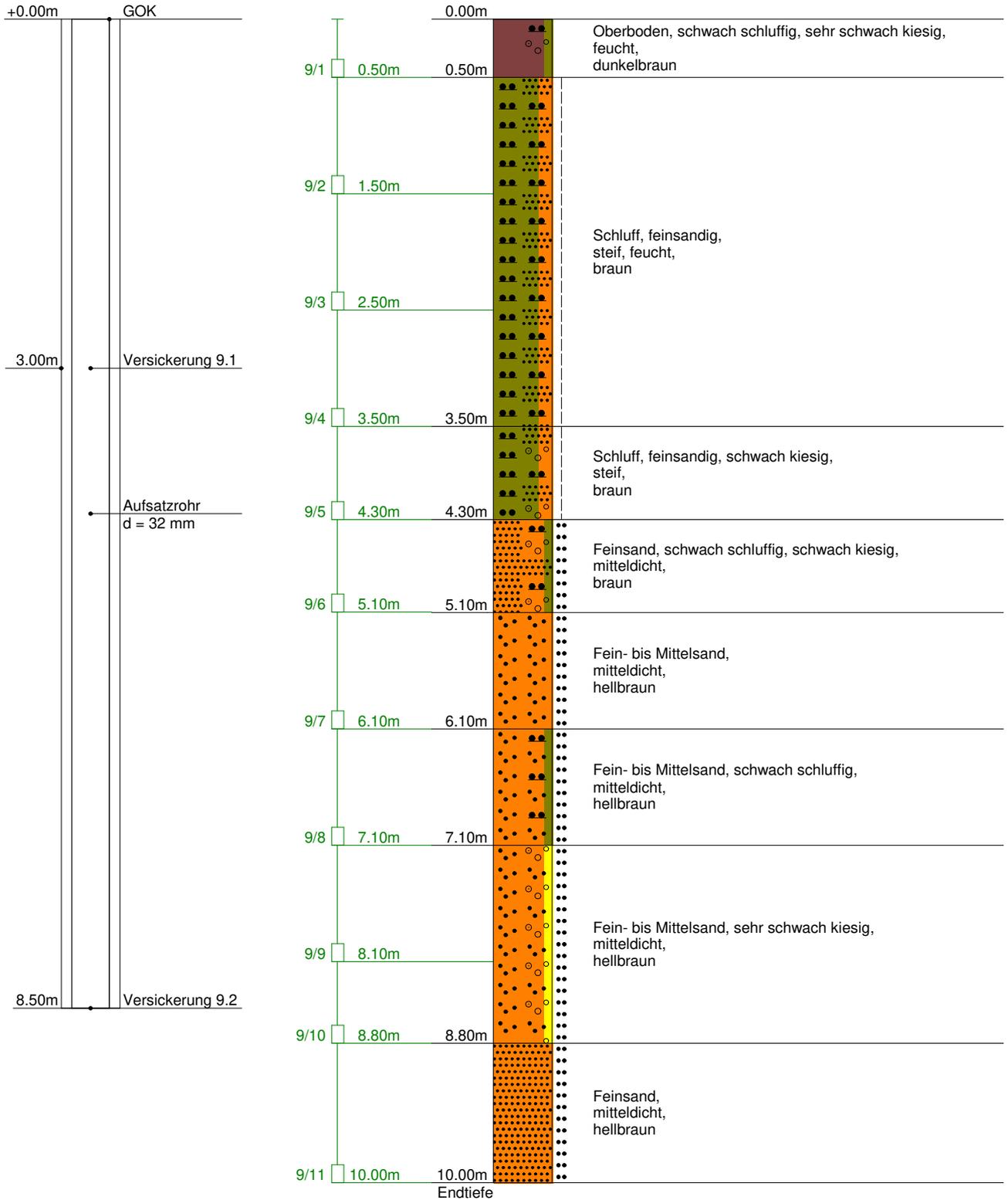


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 03.11.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.9
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 12,91 m

RKS 9 + VS
12.91 m

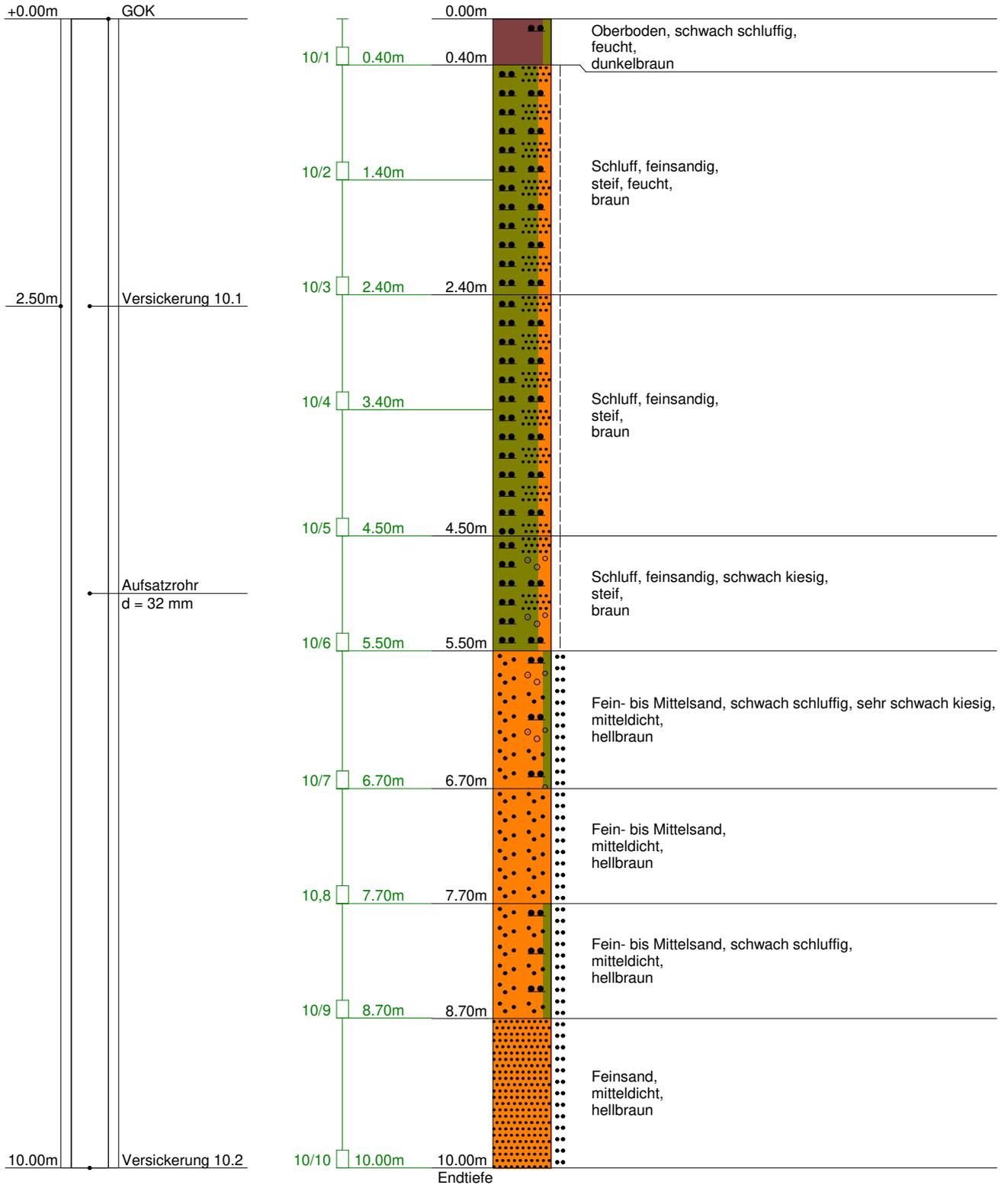


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 03.11.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.10
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 12,62 m

RKS 10 + VS
12.62 m

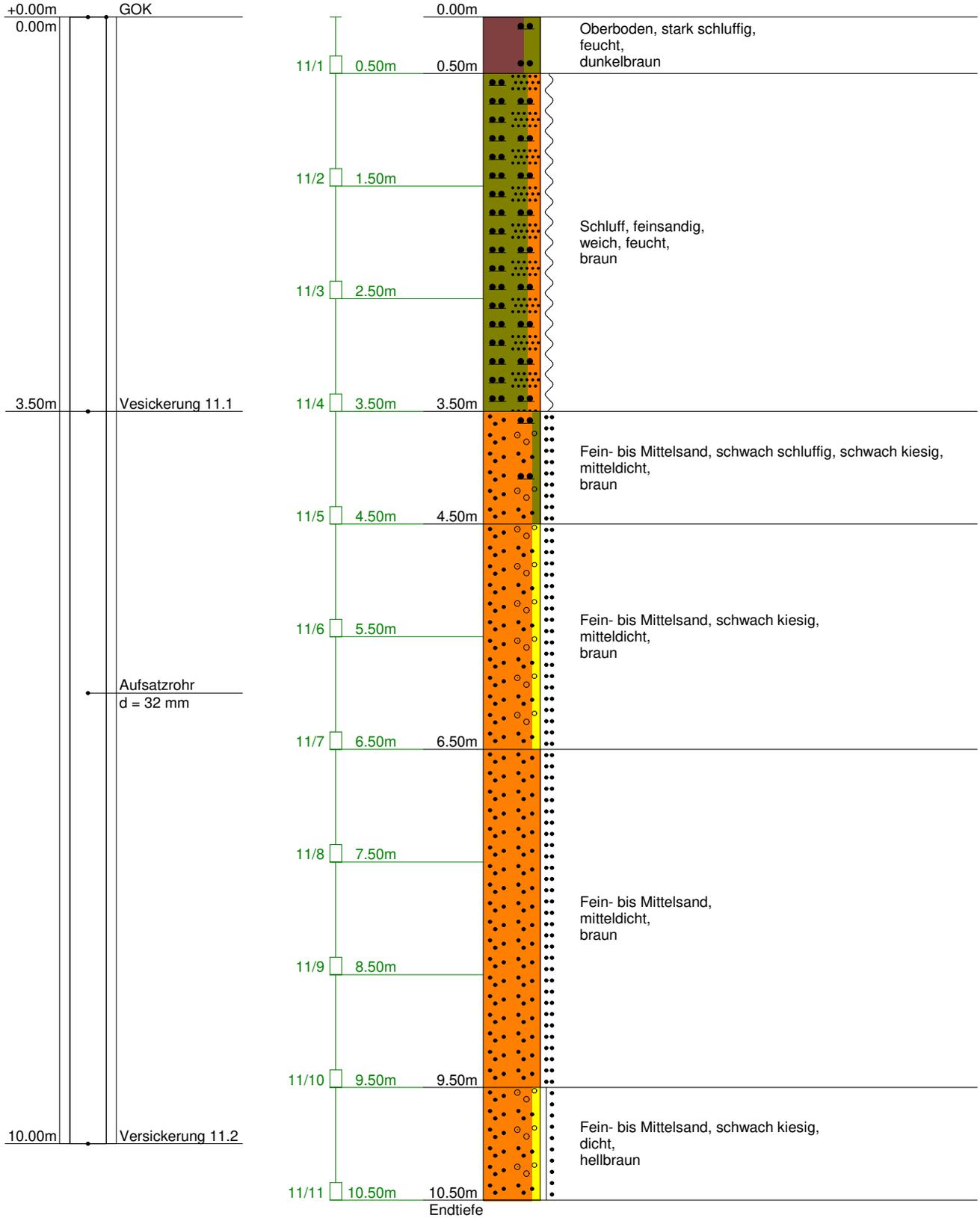


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 02.08.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.11
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 12,35 m

RKS 11 + VS
12.35 m

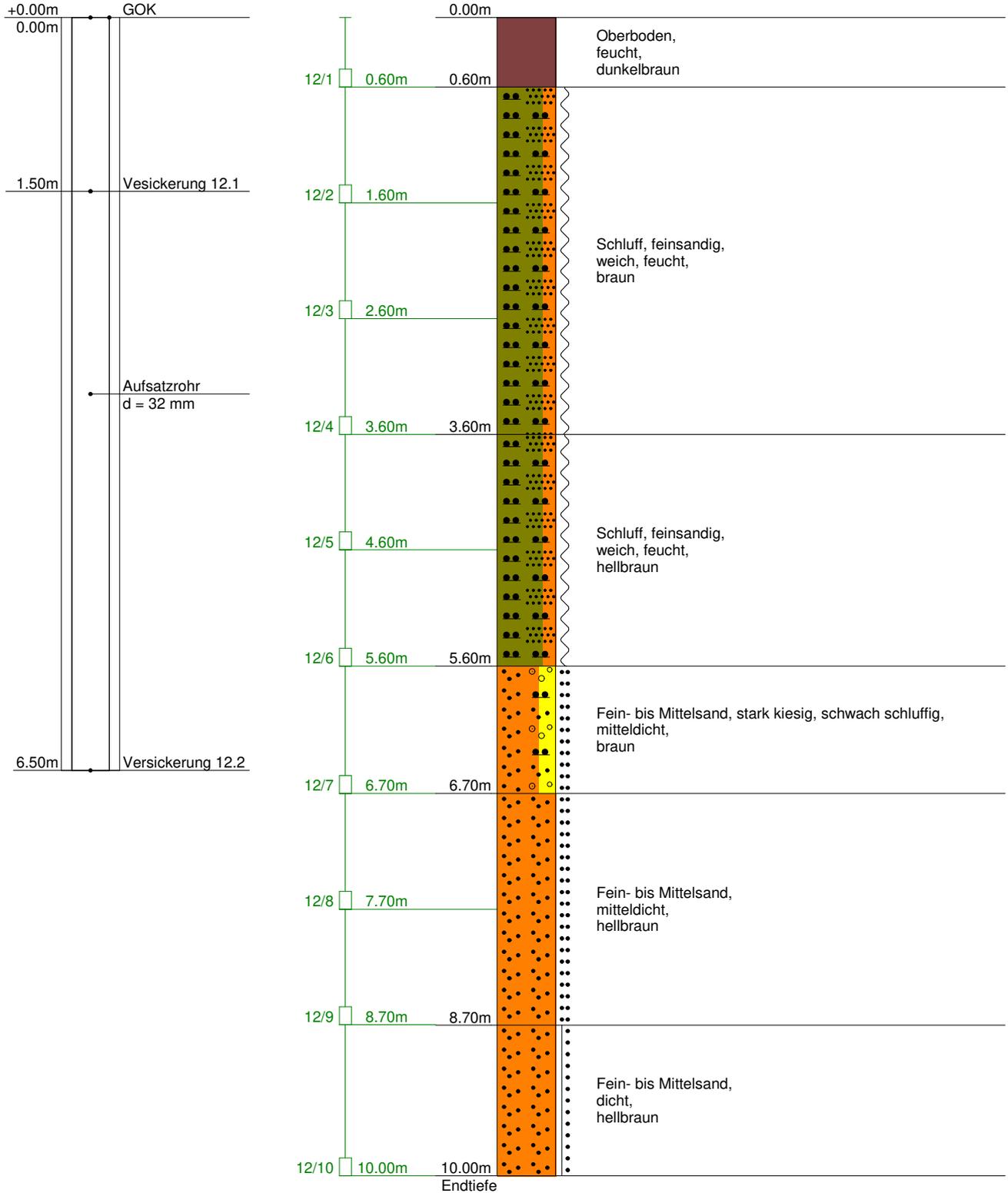


- relative Höhenangabe -

Geoconsult	Projekt : 07520.1: B-Plan Nr. 417b, Hauptstraße / In der Schornau, 44892 Bochum
Holger David	Datum : 02.08.2021
Universitätsstraße 125	Anlage : 2.12
44789 Bochum	Maßstab: 1: 50 / 1: 5

Provisorischer Sickerbrunnen
POK = 11,95 m

RKS 12 + VS
11.95 m



- relative Höhenangabe -

Stadt Bochum, Amt für Stadtplanung und Wohnen

Anlage	3
Projekt	07520.1
Maßstab	ohne
Datum	17.+18.+26.02.+02.08. +03.-04.11.2021
Bearbeiter	Da/Ni

Bebauungsplan Nr. 417 b
Hauptstraße / In der Schornau
44892 Bochum
- Versickerungsbeurteilung -

- Versickerungsversuche -



Geoconsult
Holger David

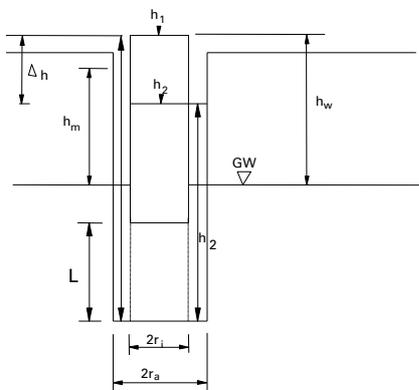
Sachverständigenbüro
Bau-, Geo-, Umwelttechnik

Universitätsstr. 125 · 44789 Bochum
Telefon 0234 / 60 14 35-0
Telefax 0234 / 60 14 35-20
email: info@geo-nrw.de
www.geo-nrw.de

Auswertung nach:

OPEN-END-TEST (USBR-Formeln, Denver Colorado 1963)

Versickerung über Filterstrecke



für $L > 10 r_a$ gilt:

$$k_f = \frac{Q}{2 \cdot \gamma \cdot L \cdot H} \cdot \left[\ln \cdot \frac{L}{r_a} \right]$$

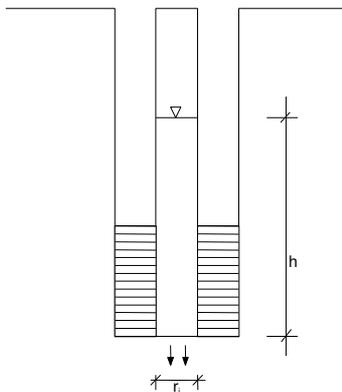
für $L < 10 r_a$ gilt:

$$k_f = \frac{Q}{2 \cdot \gamma \cdot L \cdot H} \cdot \ln \left[\frac{L}{2 \cdot r_a} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{2 \cdot r_a} \right)^2} \right]$$

nur Grundfläche:

$$k_f = \frac{Q}{5,5 \cdot r_i \cdot h}$$

Versickerung über Grundfläche



Formelzeichen:

- $Q =$ konstante Wasserzugabe [m^3/s] bzw. versickerte Wassermenge [m^3/s] bei fallender Druckhöhe
- $H = h_m =$ Erhöhung des Wasserstandes gegenüber dem Ausgangswasserspiegel (oberhalb des Grundwassers \Rightarrow Bohrlochsohle bis Füllhöhe)
- $r_i =$ Rohrradius
- $r_a =$ Bohrlochradius
- $L =$ Filterstrecke, bei fallender Druckhöhe \Rightarrow mittlere Länge der Filterstrecke

Versuch-Nr.	Q [m^3/s]	L [m]	H [m]	r_a (r_i) [m]	k_f [m/s]	Bemerkungen
VS 1.1 (RKS 1+VS)	$1,3 \cdot 10^{-6}$	Versickerung ü. Grundfläche	0,5	0,016	$2,9 \cdot 10^{-5}$	durchlässig
VS 1.2 (RKS 1+VS)	$3,7 \cdot 10^{-6}$	Versickerung ü. Grundfläche	8,5	0,016	$4,9 \cdot 10^{-6}$	durchlässig
VS 2.1 (RKS 2+VS)	$1,5 \cdot 10^{-6}$	Versickerung ü. Grundfläche	0,5	0,016	$3,4 \cdot 10^{-5}$	durchlässig
VS 2.2 (RKS 2+VS)	$1,0 \cdot 10^{-7}$	Versickerung ü. Grundfläche	6,0	0,016	$1,9 \cdot 10^{-7}$	schwach durchlässig
VS 2.3 (RKS 2+VS)	$4,6 \cdot 10^{-6}$	Versickerung ü. Grundfläche	10,0	0,016	$5,3 \cdot 10^{-6}$	durchlässig

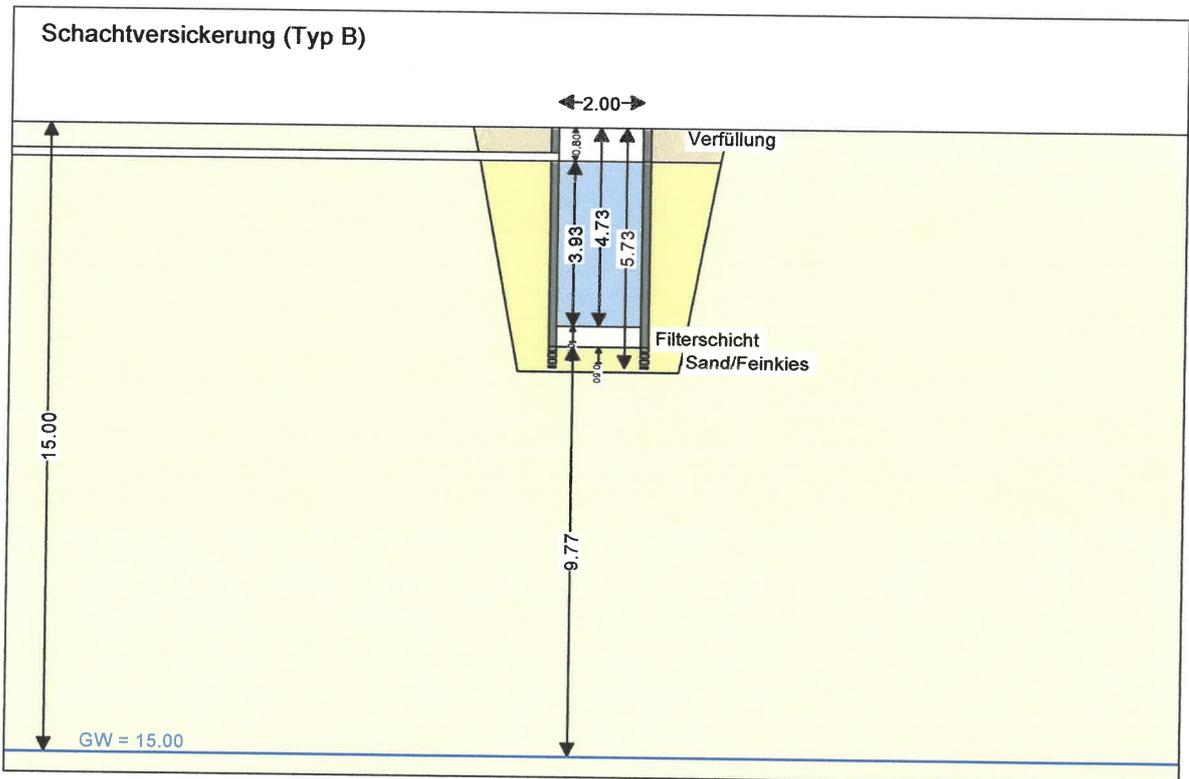
Fortsetzung Anlage 3

Versuch-Nr.	Q [m ³ /s]	L [m]	H [m]	r _a (r _i) [m]	k _f [m/s]	Bemerkungen
VS 3.1 (RKS 3+VS)	2,3 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	0,5	0,016	5,2 · 10 ⁻⁵	durchlässig
VS 3.2 (RKS 3+VS)	5,0 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	8,2	0,016	6,9 · 10 ⁻⁶	durchlässig
VS 4.1 (RKS 4+VS)	2,7 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	0,3	0,016	1,0 · 10 ⁻⁴	stark durchlässig
VS 4.2 (RKS 4+VS)	9,7 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	5,0	0,016	2,2 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 4.3 (RKS 4+VS)	3,8 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	8,0	0,016	5,4 · 10 ⁻⁶	durchlässig
VS 5.1 (RKS 5+VS)	2,2 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	0,4	0,016	6,3 · 10 ⁻⁵	durchlässig
VS 5.2 (RKS 5+VS)	1,1 · 10 ⁻⁷	Versickerung ü. Grundfläche	4,4	0,016	2,8 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 6.1 (RKS 6+VS)	4,4 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	0,4	0,016	1,3 · 10 ⁻⁴	stark durchlässig
VS 6.2 (RKS 6+VS)	9,0 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	5,5	0,016	1,9 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 6.3 (RKS 6+VS)	6,3 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	7,0	0,016	1,0 · 10 ⁻⁵	durchlässig
VS 7.1 (RKS 7+VS)	7,1 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	3,5	0,016	2,3 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 7.2 (RKS 7+VS)	1,7 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	7,5	0,016	2,6 · 10 ⁻⁶	durchlässig
VS 8.1 (RKS 8+VS)	7,0 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	2,5	0,016	3,2 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 8.2 (RKS 8+VS)	1,6 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	10,0	0,016	1,8 · 10 ⁻⁶	durchlässig
VS 9.1 (RKS 9+VS)	7,8 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	3,0	0,016	3,0 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 9.2 (RKS 9+VS)	1,4 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	8,5	0,016	1,8 · 10 ⁻⁶	durchlässig
VS 10.1 (RKS 10+VS)	7,1 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	2,5	0,016	3,2 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 10.2 (RKS 10+VS)	1,6 · 10 ⁻⁶	Versickerung ü. Grundfläche	10,0	0,016	1,8 · 10 ⁻⁶	durchlässig
VS 11.1 (RKS 11+VS)	6,7 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	3,5	0,016	2,2 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 11.2 (RKS 11+VS)	1,5 · 10 ⁻⁵	Versickerung ü. Grundfläche	10,0	0,016	1,7 · 10 ⁻⁵	durchlässig
VS 12.1 (RKS 12+VS)	6,5 · 10 ⁻⁸	Versickerung ü. Grundfläche	1,5	0,016	4,9 · 10 ⁻⁷	schwach durchlässig
VS 12.2 (RKS 12+VS)	1,1 · 10 ⁻⁵	Versickerung ü. Grundfläche	6,5	0,016	2,0 · 10 ⁻⁵	durchlässig

**Berechnungsdrucke
GGU-Seep
- Schachtversickerungen
im Feinsand und im kiesigen Sand -**

07520 B-Plan 417b Bochum Sand
 Schachtversickerung (Typ B)
 Durchlässigkeit = $5.000 \cdot 10^{-6}$ m/s
 Abstand zum nächsten Keller = 10.00 m
 Grundwasserflurabstand = 15.00 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit n [1/a] = 0.200
 $A(\text{red}) = 300.00$ m²
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Lichte Weite des Schachtes = 2.00 m
 Wanddicke des Schachtes = 0.15 m
 UK Zulauf = 0.80 m

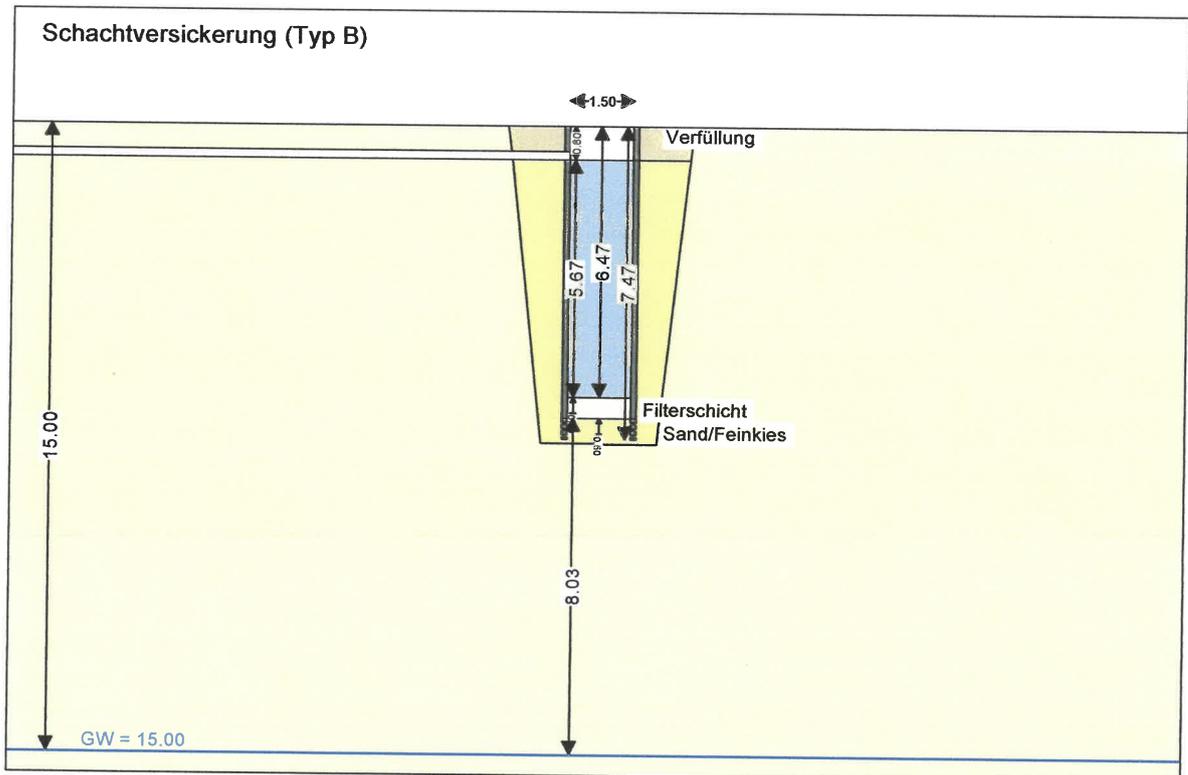
Dicke der Filterschicht = 0.50 m



Ergebnis
 Maximaler Schachtwasserstand $z, \text{max} = 3.93$ m
 Maximales Speichervolumen $V_{s, \text{max}} = 12.35$ m³
 Erf. Durchlässigkeit (Filterschicht) $\geq 2.92 \cdot 10^{-5}$ m/s
 Maßgebende Regendauer = 1440.0 Minuten
 Regenspende = 5.5 Liter/(sec*ha)

Bochum		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s*ha)]	z [m]
9 h	11.5	3.72
12 h	9.3	3.86
18 h	6.8	3.92
24 h	5.5	3.93
48 h	3.0	3.29
72 h	2.3	3.06

07520 B-Plan 417b Bochum Sand, kiesig Dicke der Filterschicht = 0.50 m
 Schachtversickerung (Typ B)
 Durchlässigkeit = $1.000 \cdot 10^{-5}$ m/s
 Abstand zum nächsten Keller = 10.00 m
 Grundwasserflurabstand = 15.00 m
 Zuschlagsfaktor = 1.20
 Häufigkeit $n [1/a] = 0.200$
 $A(\text{red}) = 300.00 \text{ m}^2$
 Zulässiger Abstand UK Anlage - GW = 1.00 m
 Lichte Weite des Schachtes = 1.50 m
 Wanddicke des Schachtes = 0.10 m
 UK Zulauf = 0.80 m



Ergebnis
 Maximaler Schachtwasserstand $z, \text{max} = 5.67 \text{ m}$
 Maximales Speichervolumen $V_{s, \text{max}} = 10.03 \text{ m}^3$
 Erf. Durchlässigkeit (Filterschicht) $\geq 9.86 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
 Maßgebende Regendauer = 540.0 Minuten
 Regenspende = 11.5 Liter/(sec*ha)

Bochum		
D	$r_{D(0.2)}$ [l/(s*ha)]	z [m]
3 h	25.4	5.01
4 h	20.7	5.27
6 h	15.4	5.53
9 h	11.5	5.67
12 h	9.3	5.64
18 h	6.8	5.34
24 h	5.5	5.05