

Hydrogeologische Beurteilung

ZUR VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES

Projekt:	Bebauungsplan Bo17 der Stadt Bornheim Ohrbachstraße 53332 Bornheim
Projekt-Nr.:	20/04/5650
Auftraggeber:	Dalitz Immobilien Jennerstraße 11 - 13 53332 Bornheim
Auftragnehmer:	GBU GmbH Auf dem Schurweßel 11 53347 Alfter
Stand:	22. Juni 2020

Bearbeitung:

GBU GmbH
Geologie-, Bau- & Umweltconsult
Beratende Geologen u. Geotechniker
Auf dem Schurweßel 11
53347 Alfter
T. 0228 / 976291-0
F. 0228 / 976291 29

Projektleitung:

Uwe Kania
kania@gbu-consult.de

Projektbearbeiter:

Sebastian Schelleis M.Sc.
schelleis@gbu-consult.de

Aufgestellt:

Alfter, 22.06.2020

Inhaltsverzeichnis

1	AUFTRAG	4
2	UNTERLAGEN	4
3	LAGE / ÖRTLICHE SITUATION	5
4	NATURRÄUMLICHER ÜBERBLICK	6
4.1	Geographischer Überblick	6
4.2	Geologischer Überblick	6
4.3	Hydrogeologischer Überblick	7
5	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	7
6	ÖRTLICHE BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE	8
6.1	Schichtenabfolge	8
6.2	Wasserführung im Baugrund	8
7	WASSERDURCHLÄSSIGKEIT	9
7.1	Versickerungsversuch.....	9
7.2	Siebanalysen.....	10
8	BEURTEILUNG.....	11
8.1	Versickerungsmulden	12
8.2	Rigolen	12
9	PLANUNGSEMPFEHLUNGEN / ALLGEMEINE HINWEISE.....	13
10	SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	15

Anlagenverzeichnis

1. Topographische Karte
2. Geologische Karte
3. Lageplan
4. Bohr-/Rammprofile
5. Auswertung Versickerungsversuche
6. Siebanalyse
7. Systemskizze Rigole

1 Auftrag

In Bornheim ist die Errichtung von insgesamt 3 unterkellerten Mehrfamilienwohnhäusern, beiderseits der Ohrbachstraße geplant.

Unser Büro wurde von Dalitz Immobilien mit Datum vom 30.04.2020 mit der Durchführung einer hydrogeologischen Untersuchung für das Plangebiet des Bo17 beauftragt. Auftragsgrundlage ist unser Angebot AN2005020 vom 29.05.2019.

Mit dem Gutachten sind die hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse am Projektstandort darzustellen und zu erläutern. Auf Basis aller Aufschlussergebnisse ist zu ermitteln, ob in Bezug auf die Bodenkennwerte eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser auf dem Grundstück in Frage kommt.

2 Unterlagen

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens lagen unserem Büro folgende Planunterlagen vor:

- Städtebaulicher Entwurf, M 1:500, Stand: September 2018, Bebauungsplan Bo 17 in der Ortschaft Bornheim, 53332 Bornheim
- Städtebauliches Baukonzept „Ohrbachstraße“, M 1:500, Stand: 10.10.2017, Neunwerk Architekten, Burgstraße 54, 53332 Bornheim
- Leitungspläne diverser Versorger, Stand April 2020

Benutzt wurden darüber hinaus folgende Karten:

- Topographische Karte Bornheim, Blatt 5207, Maßstab 1:25.000
- Geologische Karte Bornheim, Blatt 5207, Maßstab 1:25.000

3 Lage / Örtliche Situation

Das Plangebiet des Bo17 liegt an der Ohrbachstraße in Bornheim. Zum Zeitpunkt der Geländeuntersuchungen am 28.05.2020 und 29.05.2020 war das Gelände frei zugänglich, unbebaut und mit Rasen sowie einigen Bäumen bewachsen. Im Liegenschaftskataster der Stadt Bornheim ist die Fläche wie folgt verzeichnet:

Gemarkung: Bornheim 054107

Flur: 29

Flurstücke: 124, 431, 441, 569, 572, 625, sowie teilweise 181 und 638

Einen Überblick über die Lage des zu untersuchenden Grundstücks liefert die nachfolgende Abbildung:

Abbildung 1: Ungefähre Lage der Untersuchungsfläche im Stadtplan und im Luftbild



© Land NRW, 2020

Insgesamt umfasst das zu untersuchende Grundstück eine Fläche von ca. 2.700 m². Die mittlere Geländehöhe im Bereich des Plangebiets liegt zwischen 56 und 58 m ü. NHN. Die nächstgelegene, unverrohrte Vorflut bildet der ca. 300 m östlich verlaufende Roisdorfer Bornheimer Bach. Das Plangebiet des Bo17 liegt innerhalb des Trinkwasserschutzgebietes Urfeld in der Zone IIIB.

4 Naturräumlicher Überblick

4.1 Geographischer Überblick

Die Untersuchungsfläche liegt im südlichen Teil des Naturraumes der Köln-Bonner Bucht. Diese bildet, begrenzt durch den Anstieg zur Eifel im Westen (Steilrand zur Ville) und durch das Bergische Land mit Siebengebirge im Osten, den südlichen Teil des jungen tektonischen Senkungsgebietes der Niederrheinischen Bucht.

Die Morphologie des Naturraumes der Kölner Bucht wird durch den Gebirgsaustritt des Rheins bei Bonn-Bad Godesberg und der sich nach Norden verbreiternden Flussterrassenlandschaft des Rheins sowie der lokalen Nebenflüsse geprägt. Im linksrheinischen Untersuchungsgebiet herrscht eine geringe Reliefenergie und somit ein ebenes, flaches Landschaftsbild vor.

Die flacheren Bereiche der Köln - Bonner Bucht, in deren Bereich das Untersuchungsgebiet liegt, zeichnen sich durch die jüngere Terrassenlandschaft des Rheins und seiner Nebenflüsse aus. Die mehr oder minder ebenen Flächen der Rheinterrassen werden auch intensiv ackerbaulich genutzt. Die verschiedenen sandig-kiesigen Terrassenkörper werden von unterschiedlich mächtigen Deckschichten, vor allem Hochflut- und Bach-/ Auenablagerungen überlagert.

4.2 Geologischer Überblick

Das untersuchte Gelände liegt im südlichen Teil der Niederrheinischen Bucht. Diese greift keilförmig, als Ausläufer des norddeutschen Flachlandes tief nach Süden in das Rheinische Schiefergebirge hinein und trennt das rechtsrheinische Bergische Land von der linksrheinisch gelegenen Nordeifel. Den südsüdöstlichen Teil der Niederrheinischen Bucht bildet tektonisch gesehen die Kölner Scholle, in der auf dem Grundgebirge aus unterdevonischen Schiefern und Grauwacken, mitteldevonischen Sandsteinen, oberdevonischen Kalksteinen und Schiefern bis zu 400 m mächtige tertiäre und quartäre Lockersedimente lagern.

Das nähere Untersuchungsgelände liegt im Verbreitungsgebiet der pleistozänen Talbildungen. Im Pleistozän (Eiszeitalter) kam es zur Ablagerung der verschiedenen Terrassensedimente/Terrassen des Rheins und seiner Nebenflüsse. Sie bestehen überwiegend aus Sanden und Kiesen, die zum Teil oberflächennah verlehmt sein können.

Bei ungestörter Lagerung liegen den Terrassensedimenten geringmächtige Hochflutlehme auf. Infolge von Erosions- und Solifluktuationsprozessen und durch das gemäßigt humide Klima des Holozäns sind die Bodenschichten pedogen überprägt und oberflächennah zu

Braunerden und vereinzelt zu Parabraunerden umgewandelt worden. Die oberste Bodenschicht kann anthropogen durch künstliche Auffüllungen substituiert sein.

4.3 Hydrogeologischer Überblick

Der hydrogeologische Aufbau der Niederrheinischen Bucht passt sich im Wesentlichen dem bekannten geologischen Schollenaufbau dieser tektonischen Einheit an. Für ingenurgeologische Fragen ist im Allgemeinen nur das oberste Grundwasserstockwerk von Bedeutung, das teils verlehnte Sande und Kiese der Niederterrasse und der Auenbereiche, sowie einzelner Bachläufe umfasst. Die Grundwasseroberfläche des obersten Grundwasserstockwerkes unterliegt in Abhängigkeit der Entfernung zum Rhein sowie der Geländemorphologie größeren Schwankungen.

5 Durchgeführte Untersuchungen

Um Aufschluss über die Bodenverhältnisse am Projektstandort zu erhalten, wurden am 28.05. und am 29.05.2020 insgesamt **2 Rammkernsondierungen (RKS n. DIN EN ISO 22475)** durchgeführt. Die Rammkernsondierungen wurden zur Aufnahme des örtlichen Schichtenprofils und der hydrologischen Verhältnisse bis in eine Tiefe von max. 5,0 m u. GOK ausgeführt.

Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen wurden in einem Lageplan verzeichnet (s. Anlage 3) und gem. DIN 4023 in Schichtprofilen dargestellt (s. Anlage 4).

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden die Bohrungen RKS 2 und RKS 3 mit einer HDPE-Rohrgarnitur ausgebaut und Versickerungsversuche zur Bestimmung des hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert) als open end test gemäß USBR Earth Manual durchgeführt (s. Anlage 5).

An einer Probe der anstehenden sandig-kiesigen Bodenschichten wurde die Korngrößenverteilung ermittelt (s. Anlage 6). Ziel war es, aus der erstellten Sieblinie den hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) zu bestimmen.

Die Ergebnisse aller in diesem Zusammenhang durchgeführten Untersuchungen sind in die vorliegende Beurteilung eingeflossen.

6 Örtliche Boden- und Wasserverhältnisse

6.1 Schichtenabfolge

Den allgemeinen geologischen Karten- und Literaturangaben zufolge ist im Bereich des Plangebiets des Bo17 mit folgenden – für das Bauvorhaben relevanten – geologischen Einheiten zu rechnen:

- Graue, bei oberflächlicher Entkalkung u. Verlehmung rotbraune Sande
- Lehmig - sandige meist humose Aufschüttungen in Nebentälern und alten Rhein u. Siegverläufen, oft mit Kiesuntergrund bei nahem Grundwasser

Im Bereich des Plangebiets stellt sich die Abfolge der Bodenschichten zusammengefasst wie folgt dar:

Tabelle 1: Schichtenfolge

Schichtunterkante von...bis (m u. GOK)	Schicht	Konsistenz / Lagerung	Bodenklasse (DIN 18300:2012-09)
0,10 – 0,20	Oberboden	---	1
4,70 – 5,70	Schluff, stellenweise feinsandig (Bodengruppe UL / UM / SU* / SU nach DIN 18196)	steif	4
≥ 7,00	Kies, sandig-stark sandig (Bodengruppe GE / GI / GW / GU nach DIN 18196)	mitteldicht - dicht	3

6.2 Wasserführung im Baugrund

An den Untersuchungstagen konnte in den offenen Bohrlöchern kein Stau-, Grund- oder Schichtwasser gemessen werden, die Bohrlöcher wurden nach Fertigstellung der Bohrungen trocken gelotet.

Nach Auswertung umliegender Grundwassermessstellen (z.B. Messstelle 076539118-WBV Waldorf 1, ca. 450 m nordwestlich) ist in der weiteren Umgebung des Plangebiets ein Höchststand des Grundwassers bei ca. 45,1 m ü. NHN verzeichnet. Der mittlere Grundwasserstand an der Messstelle lag bei ca. 44,0 m ü. NHN. Der Flurabstand beim Höchststand des Grundwassers bezogen auf das Plangebiet läge somit unter Berücksichtigung der derzeitigen mittleren Geländehöhe von etwa 57 m ü. NHN bei ca. 12 m.

Eine näher gelegene Grundwassermessstelle (070203910 – LGD Bornh. Sportplatz) zeigt absolute Höchststände des Grundwassers von etwa 45,3 m ü. NHN. Die betrachtete Grundwassermessstelle liegt deutlich näher am Roisdorfer Bornheimer Bach und ist damit nicht repräsentativ für das untersuchte Gelände.

Aus gutachterlicher Sicht kann für das Planungsgebiet ein mittlerer höchster Grundwasserstand von ca. 45 m ü. NHN angesetzt werden. Dies entspricht einem Flurabstand von ca. 11 m. Die versickerungsfähigen Kiesschichten stehen im Bereich des Grundstücks ab ca. 51,5 m ü. NHN an (vgl. Anlage 4). Gemäß Vorgabe durch DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, sollte die Mächtigkeit des Sickerraums mindestens 1 m zwischen Anlagenunterkante und mittlerem höchstem Grundwasserstand betragen, um eine ausreichende Sickerstrecke zu gewährleisten. Somit ist unter Ansatz des o.g. mittleren höchsten Grundwasserstands nicht mit einer Beeinflussung von Versickerungsanlagen zu rechnen.

7 Wasserdurchlässigkeit

7.1 Versickerungsversuch

Zur Erkundung der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes wurden **2 Versickerungsversuche** zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes als open end test gemäß dem USBR Earth Manual durchgeführt. Hierzu wurden 2 der im Rahmen der Baugrunderkundung durchgeführten Rammkernsondierungen (RKS 2 und RKS 3) mit einer HDPE- Vollrohrgarnitur ausgebaut und mit einer Quelltonabdichtung zur Oberfläche hin versehen.

Die Lage der im Rahmen der Baugrunderkundung durchgeführten Bohrungen ist dem Lageplan in Anlage 3 zu entnehmen.

Der Profilaufbau der Rammkernsondierungen ist den Schichtenverzeichnissen nach DIN 4023 in der Anlage 4 zu entnehmen.

Nach einer ausreichenden Sättigungszeit wurde durch Befüllen des Standrohres die Sickerrate pro Zeiteinheit gemessen. Auf der Grundlage dieser Sickerrate lässt sich der k_f -Wert (Durchlässigkeitsbeiwert) als bestimmende Kenngröße für die Aufnahmefähigkeit des Untergrundes für Niederschlagswasser berechnen.

Die Durchlässigkeit des Sickerraumes ist die wesentliche quantitative wie auch qualitative Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt maßgeblich von ihrer Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte ab, bei bindigen Böden entscheidend auch vom Gefüge und der Wassertemperatur und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ausgedrückt.

Die Auswertung der Versickerungsversuche erfolgte nach den Vorgaben des USBR Earth Manual (s. Anlage 5). Der nach dem Gesetz von DARCY für die durchlässigen Bodenschichten (sandige Kiese) ermittelte k_f -Wert liegt bei:

Tabelle 2: k_f -Wertermittlung aus dem Versickerungsversuch

Versuch	Bodenart	Tiefe (m u. GOK)	k_f -Wert
VS 2 (RKS 2)	Kies, stark sandig	5,7	$1,01 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
VS 3 (RKS 3)	Kies, stark sandig	4,7	$1,02 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Nach DIN 18130 sind die anstehenden Bodenschichten als **stark durchlässig** zu klassifizieren (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Durchlässigkeitsbereiche in Abhängigkeit vom Durchlässigkeitsbeiwert (nach DIN 18130-1, 1998)

k_f -Wert (m/s)	Bereich
Unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
Über 10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
Über 10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
Über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

7.2 Siebanalysen

Aus den gewachsenen, kiesigen Bodenschichten wurde Probenmaterial entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt (Entnahmetiefe 5,0 - 7,0 m u. GOK). Mithilfe einer Siebanalyse gemäß DIN 18123 wurde die Körnungslinie bestimmt (s. Anlage 5.2). Das Material wurde im Hinblick auf die generelle Kornzusammensetzung untersucht und der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert [m/s]) nach dem Verfahren von Seiler bestimmt. Bei den untersuchten Proben handelt es sich um kiesig-sandige Ablagerungen der Niederterrassen des Rheins. In Bezug auf die Korngrößen handelt es sich um einen weitgestuften Kies (Bodengruppe GW nach DIN 18196).

Das Verfahren nach Seiler basiert darauf, dass der wirksame Korndurchmesser dem Siebdurchgang bei 10 % (d_{10}) bzw. 25 % (d_{25}) (für Sande und Kiese) entspricht. Zudem wird ein Korrekturfaktor, abhängig von X_{10} (C_u) bzw. X_{25} (C_u) aus Tabellenwerten (empirische Korrekturfaktoren nach Seiler) herangezogen. Demnach ergibt sich nachfolgende Gleichung zur Bestimmung des k_f -Wertes nach Seiler für Kiese und Sande:

$$\text{➤ } k_f = (X_{25}(C_u)/1000) \cdot d_{25}^2 \text{ mit der Anwendungsgrenze } 5 \leq C_u \leq 100$$

Korrekturfaktoren $X_{10}(C_u)$ bzw. $X_{25}(C_u)$

In der nachfolgenden Tabelle sind die anhand der Siebanalyse nach *Seiler* ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte aufgeführt:

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt nach Seiler

Probe	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert (k_f – Wert) nach <i>Seiler</i>
2/5, 3/4	Kies, sandig	$k_f = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

Für den untersuchten Kies wurde ein k_f -Wert nach *Seiler* von $k_f = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ ermittelt. Nach DIN 18130 ist der sandige Kies daher gemäß Tabelle 3 als **stark durchlässig** zu klassifizieren

Die Ergebnisse der Siebanalyse sind der Anlage 6 beigelegt.

8 Beurteilung

Voraussetzung für die Versickerung ist eine hinreichende Durchlässigkeit und ein ausreichendes Speichervermögen des Untergrundes sowie ein ausreichender Abstand zur mittleren höchsten Grundwasseroberfläche.

Die Auswertung der durchgeführten **Feldversuche** zeigt einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) von $k_f = 1,01 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Der bei dem **Laborversuch** ermittelte k_f -Wert lag bei $k_f = 2,3 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.

Das Arbeitsblatt DWA-A 138 zu Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser enthält Korrekturfaktoren zur Festlegung des Bemessungs- k_f -Wertes in Abhängigkeit von der gewählten Methodik zur k_f -Wertermittlung. Bei einem Geländeversuch (z.B. open-end-test nach USBR Earth Manual) ist der ermittelte k_f -Wert mit

dem Korrekturfaktor 2 zu multiplizieren. Für k_f -Wertbestimmungen durch Siebanalysen wird der Korrekturfaktor 0,2 angegeben.

Somit ergibt sich für den Feldversuch ein Bemessungswert von $k_f = 4,04 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ und für den Laborversuch ein Bemessungswert von $k_f = 4,6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Das gewählte Untersuchungsverfahren hat Limitierungen. Durch den Durchmesser der eingesetzten Bohrsonden können Kiese $\geq 3,2 \text{ cm}$ nicht mehr erfasst werden. Der Feldversuch und unsere Erfahrungen mit den Niederterrassenkiesen des Rheins lassen vermuten, dass am Untersuchungsstandort auch größere Kiese anstehen. Durch größere Kieskörner (gröberes Material) steigt der Porenanteil im Sediment und damit der Durchlässigkeitsbeiwert. Wir empfehlen, für die Bemessung einer Versickerungsanlage am Standort einen Durchlässigkeitsbeiwert wie folgt anzusetzen:

$$k_f = 5,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Nach Auswertung aller Ergebnisse sind die anstehenden sandig-kiesigen Bodenschichten aus gutachterlicher Sicht nach DIN 18130-1 als **durchlässig** zu klassifizieren.

8.1 Versickerungsmulden

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert für die Wasseraufnahme ist bei einer **oberflächennahen Versickerungsanlage (Mulde)** von einem k_f -Wert $\geq 5,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ auszugehen, damit eine ausreichende Versickerung erzielt wird. Versickerungsmulden sind flache (max. Tiefe 0,50 m), meist mit Gras bepflanzte Bodenvertiefungen, in denen das zulaufende Regenwasser kurzzeitig zwischengespeichert werden kann, um dort an Ort und Stelle in den Untergrund zu versickern.

In den entsprechenden Tiefen wurden im Bereich des untersuchten Grundstücks noch **schluffig-feinsandige Lehmdeckschichten** angetroffen, die nach unseren Erfahrungen einen Durchlässigkeitsbeiwert aufweisen, der unterhalb der Anforderung des DWA Arbeitsblatt A138 liegt.

Eine Versickerung des Niederschlagswassers über Mulden sollte daher für das Plangebiet **nicht** angestrebt werden.

8.2 Rigolen

Eine Rigole ist ein unterirdischer Graben, um eingeleitetes Regenwasser aufzunehmen und zu versickern. Dazu ist eine Rigole mit Kies oder anderen, kontaktersionssicher ab-

gestuften Materialien ausgefüllt. Darüber hinaus werden mit diesem System tiefere Bodenschichten erreicht, hier die durchlässigen sandigen Kiesschichten.

Um eine Versickerungsleistung im gewünschten Maße zu ermöglichen und gleichzeitig raumsparend arbeiten zu können, bieten sich anstelle einer Kiesfüllung, Versickerungskisten, manchmal auch Blockversickerungsmodule, Rigolenfüllkörper oder Sickerspeicher genannt, an. Der deutlich größere Hohlraumanteil, erhöht die Drainageleistung der Anlage und kann somit eine größere Wassermenge auf kleinerem Raum in den Untergrund ableiten.

Als Grenz-Durchlässigkeitsbeiwert nach ATV-DVWK Arbeitsblatt A138 ist für ein solches System von einem **$k_f\text{-Wert} \geq 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$** auszugehen.

Die o. a. **Anforderungen** an die Durchlässigkeit des Untergrundes für eine Versickerung in einer Rigole werden für die ab einer Tiefe von ca. 4,7 m i. GOK, für den nördlichen Teil des Plangebietes des Bo17 bzw 5,7 m u. GOK, für den südlichen Teil des Plangebiets, anstehenden sandigen Kiese **erfüllt**. Bei Einrichtung einer Rigole ist in jedem Fall eine sichere Einbindung der Sohle in diese Kies-Schichten sicherzustellen.

Ein ausreichender Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand ist in diesem Fall gegeben. **Eine Versickerung über Rigolen ist damit im Grundsatz möglich.**

Gemäß der Ordnungsbehördlichen Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für die Gewässer im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage Urfeld des Wasserbeschaffungsverbandes Wesseling-Hersel (Wasserschutzgebietsverordnung Urfeld) ist das Versickern von unverschmutztem Niederschlagswasser, innerhalb der Schutzzone III B, über Rigolen möglich.

9 Planungsempfehlungen / allgemeine Hinweise

Die örtlichen Gegebenheiten lassen eine Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers über Rigolen im Grundsatz zu.

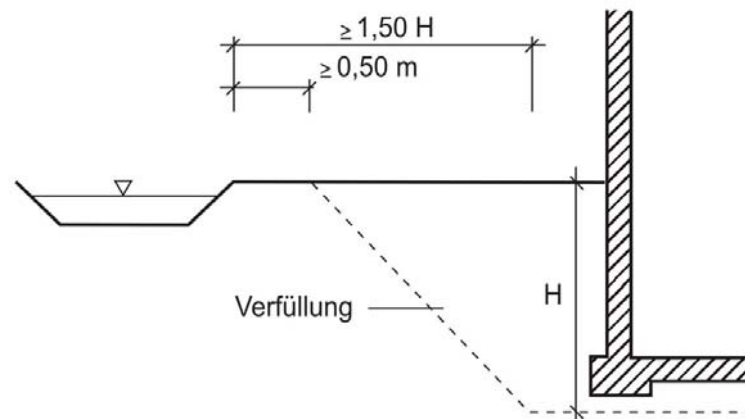
Eine Systemskizze für eine Rigole (Dachflächenwasser) liegt der Anlage 7 bei. Die **Höhe der Rigole** bezieht sich auf die **maximale Einstauhöhe von Sohle bis UK Einlauf**.

Da das erforderliche Speichervolumen auf der Grundlage von Regenspenden aus jährlichen Serien von Messstationen statistisch errechnet wird, muss von tatsächlichen Abweichungen ausgegangen werden. Die statistische Versagenshäufigkeit beträgt $n = 0,2/a$, d.h. statistisch ist alle 5 Jahre mit einem Regenereignis zu rechnen, dass das berechnete Speichervolumen übersteigt. Darüber hinaus kann sich die Durchlässigkeit während der Betriebszeit vermindern. Die Anlage ist so zu planen und zu bauen, dass im Versagensfall ein Schaden durch eine etwaige Überflutung ausgeschlossen ist.

Die Filterstabilität der Rigole ist durch Auskleidung des Grabens mit einem geeigneten Geotextil zu gewährleisten. Die Bemessung des Geotextils erfolgt auf der Grundlage des „Merkblasses für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus“ von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

Des Weiteren sind zur dauerhaften Funktionstüchtigkeit der Anlage **Absetz-/ Spül-/ Reinigungseinrichtungen** vorzusehen, ansonsten ist mit Verstopfungen (z.B. durch Laub, Feinkornmaterial, etc.) zu rechnen. Zusätzlich ist ein austauschbarer **Filter** im Bereich des Zulaufs vorzusehen. Es empfiehlt sich hier ein Fertigteil. Von diesem aus sollten, zwecks besserer Verteilung des Wassers, Rohre in die Rigole eingebaut werden (s. auch Systemskizze Anlage 7).

Der Abstand der Versickerungsanlage zu Grundstücksgrenzen ist so zu wählen, dass eine Beeinträchtigung des Nachbargrundstücks auszuschließen ist. Als Richtwert kann ein Abstand von 3,0 m angenommen werden. Außerdem ist der Abstand der Rigole zu den umliegenden Gebäuden so zu wählen, dass diese nicht negativ beeinflusst werden (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Kriterien für den Abstand von Versickerungsanlagen zu Gebäuden

Mindestabstand dezentraler Versickerungsanlagen von Gebäuden ohne wasserdruckhaltende Abdichtung. Sinngemäß gelten die Aussagen auch für unterirdische Anlagen.

Aufgrund der Tiefe einer voraussichtlichen Baugrube für das Anlegen einer geeigneten Versickerungsanlage, ist der Raum für eine geböschte Baugrube beim aktuellen Planungsstand unter Umständen nicht ausreichend vorhanden. Es ist davon auszugehen, dass eine geeignete Baugrube mit einer entsprechenden Verbauweise auszuführen ist.

Bei den vorliegenden Böden ist davon auszugehen, dass die zu versickernde Wassermenge in Folge der Baumaßnahme nicht nur das Dachwasser der geplanten Gebäude umfasst. Da eine eingeschossige Tiefgarage mit einer gängigen Einbindetiefe nicht die natürlich gewachsenen Kiesschichten der Mittelterrassen erreicht, kann Sickerwasser nicht über die Schulter der geplanten Tiefgarage entwässert werden. Bei dem auf der begrünten Fläche des Tiefgaragendachs anfallenden Wassermenge durch Niederschlag, handelt es sich um Drainagewasser und kann daher mit über die geplante Rigole versickert werden. Entsprechend muss die Sickerleistung einer Entwässerungsanlage durch Vergrößerung des Rigolenkörpers angepasst werden.

10 Schlussbemerkungen

Dieses Gutachten ist von unserem Auftraggeber oder dessen Vertreter allen am Bau maßgeblich Beteiligten vollständig zur Kenntnis zu bringen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Grundlagen und vom Gutachten abweichende Bauausführungen bedürfen daher der Überprüfung und der Zustimmung.

Die Abnahme der Sohle der Versickerungsanlage bleibt vorbehalten. Um rechtzeitige Terminabsprache wird gebeten.

Der Bericht gibt den Kenntnisstand vom 22. Juni 2020 wieder.

GBU
Geologie-, Bau- & Umweltconsult GmbH
 Beratende Geologen und Geotechniker BDG/DGG/DGGT

Alfter, den 22. Juni 2020

Die Gutachter



Uwe Kania
 (Geschäftsführer & Projektleiter)



GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
 BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT
 AUF DEM SCHURWEGEL 11 D-53347 ALFTER T 0228/976 291-0 F 0228/976 291-29
 W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE



Sebastian Schelleis M.Sc.
 (Projektbearbeiter)

Anlagen

Anlage 1

Topographische Karte

Ausschnitt aus der Topographischen Karte Blatt 5207 Bornheim & Blatt 5208 Bonn



Projekt: B-Plan Bo17, Bornheim

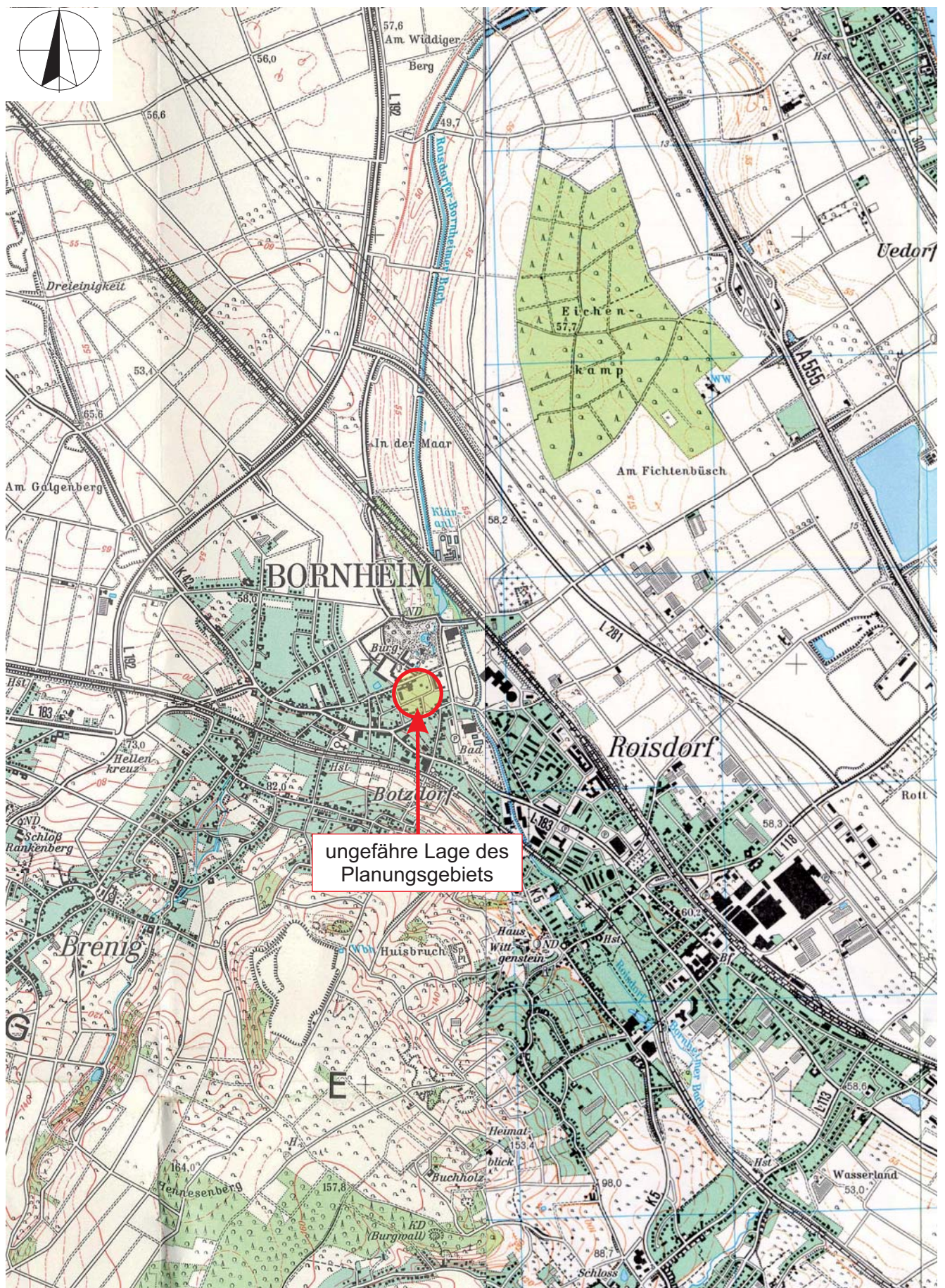
Projekt-Nr: 20/04/5650

Bearbeiter: Sch.

Maßstab: 1:25.000

Anlage: 1

Datum: 22.06.2020



Anlage 2

Geologische Karte

Ausschnitt aus der Geologischen Karte Blatt 5207 Bornheim & Blatt 5208 Bonn

Projekt: B-Plan Bo17, Bornheim

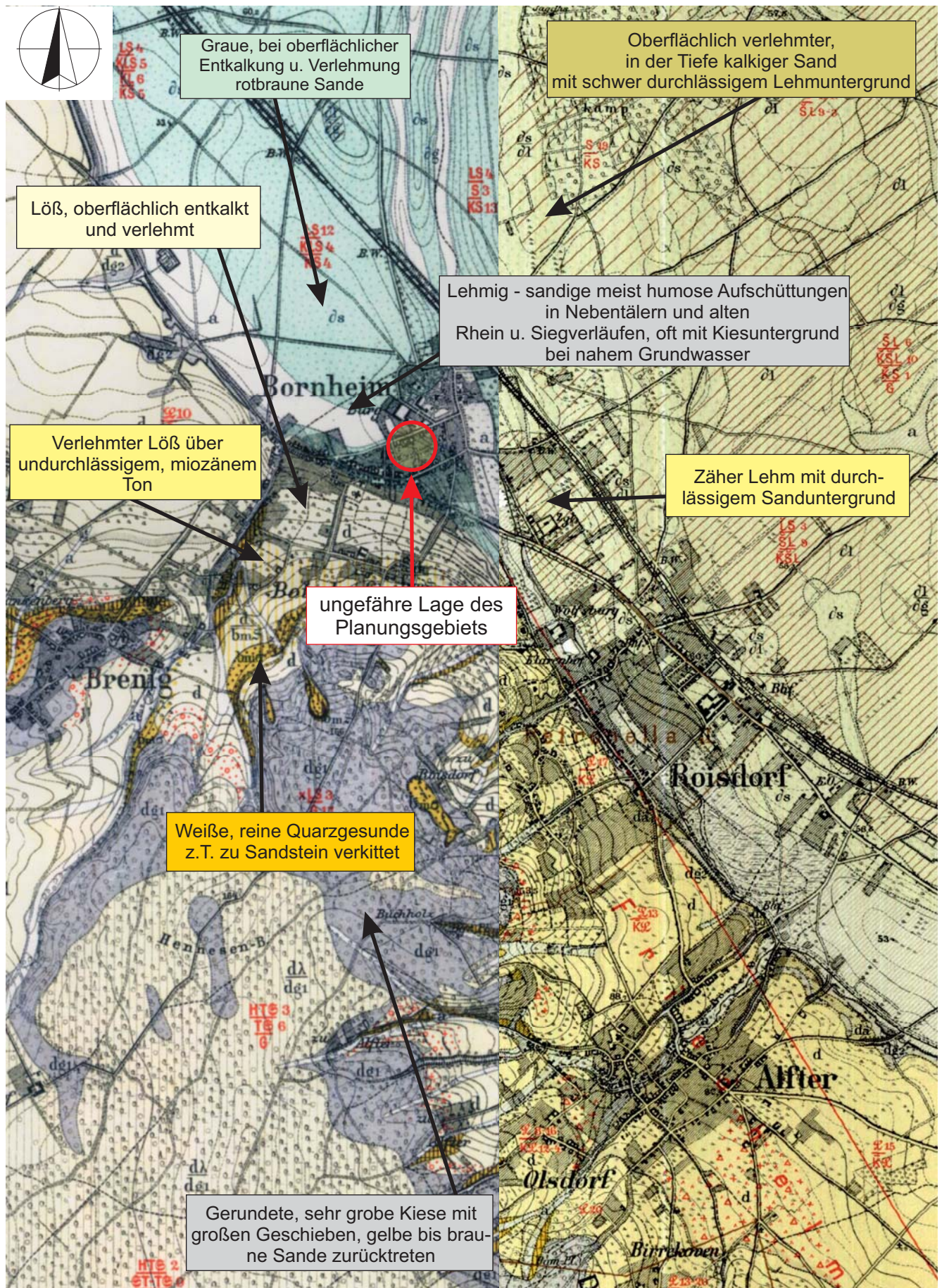
Projekt-Nr: 20/04/5650

Bearbeiter: Sch.

Maßstab: 1:25.000

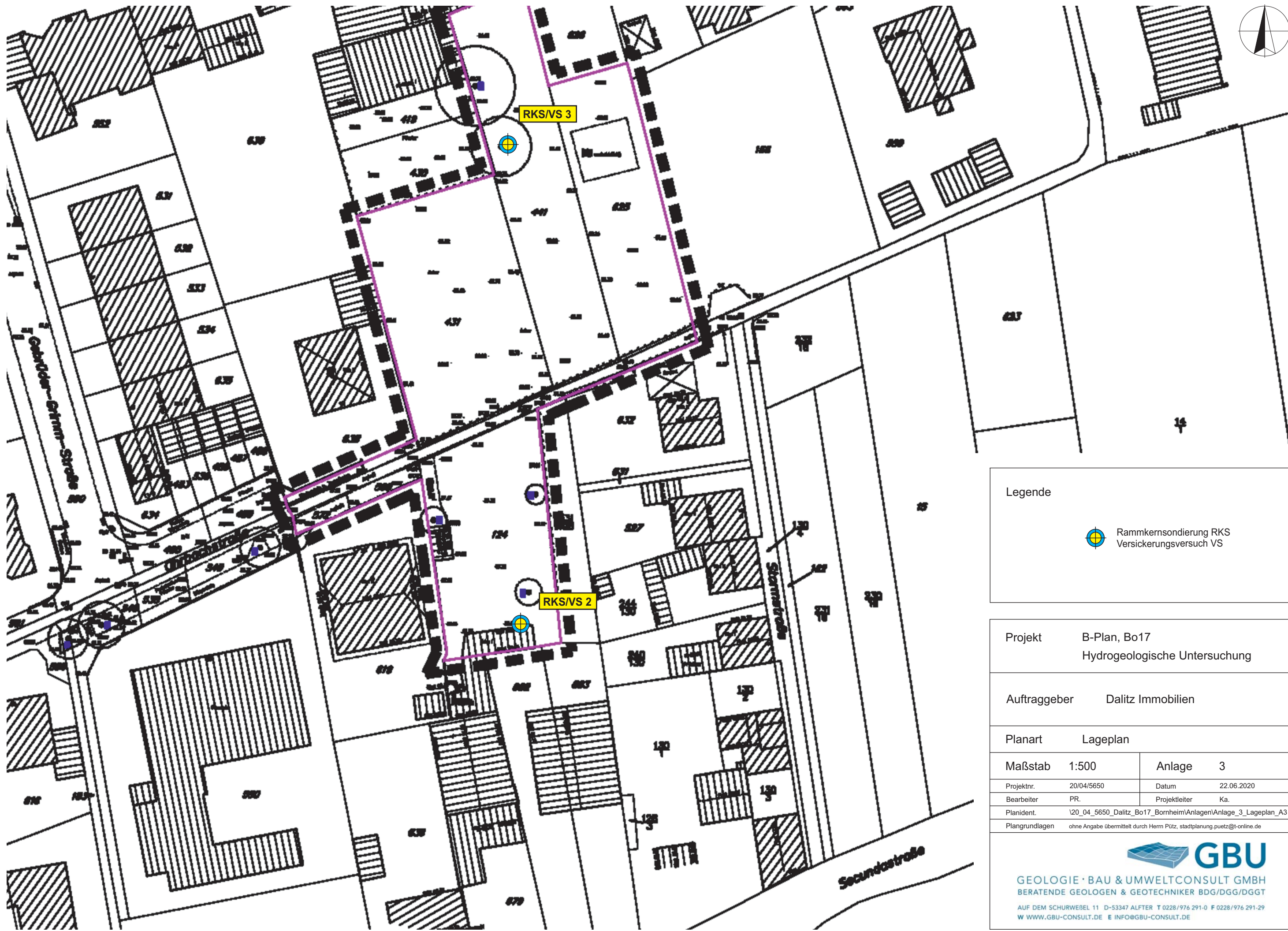
Anlage: 2

Datum: 22.06.2020



Anlage 3

Lageplan



Legende

 Rammkernsondierung RKS
Versickerungsversuch VS

Projekt B-Plan, Bo17
Hydrogeologische Untersuchung

Auftraggeber Dalitz Immobilien

Planart Lageplan

Maßstab	1:500	Anlage	3
---------	-------	--------	---

Projektnr.	20/04/5650	Datum	22.06.2020
------------	------------	-------	------------

Bearbeiter	PR.	Projektleiter	Ka.
------------	-----	---------------	-----

Planident.	\20_04_5650_Dalitz_Bo17_Bornheim\Anlagen\Anlage_3_Lageplan_A3		
------------	---	--	--

Plangrundlagen	ohne Angabe übermittelt durch Herrn Pütz, stadtplanung.puetz@t-online.de		
----------------	--	--	--



GEOLOGIE · BAU & UMWELTCONSULT GMBH
BERATENDE GEOLOGEN & GEOTECHNIKER BDG/DGG/DGGT

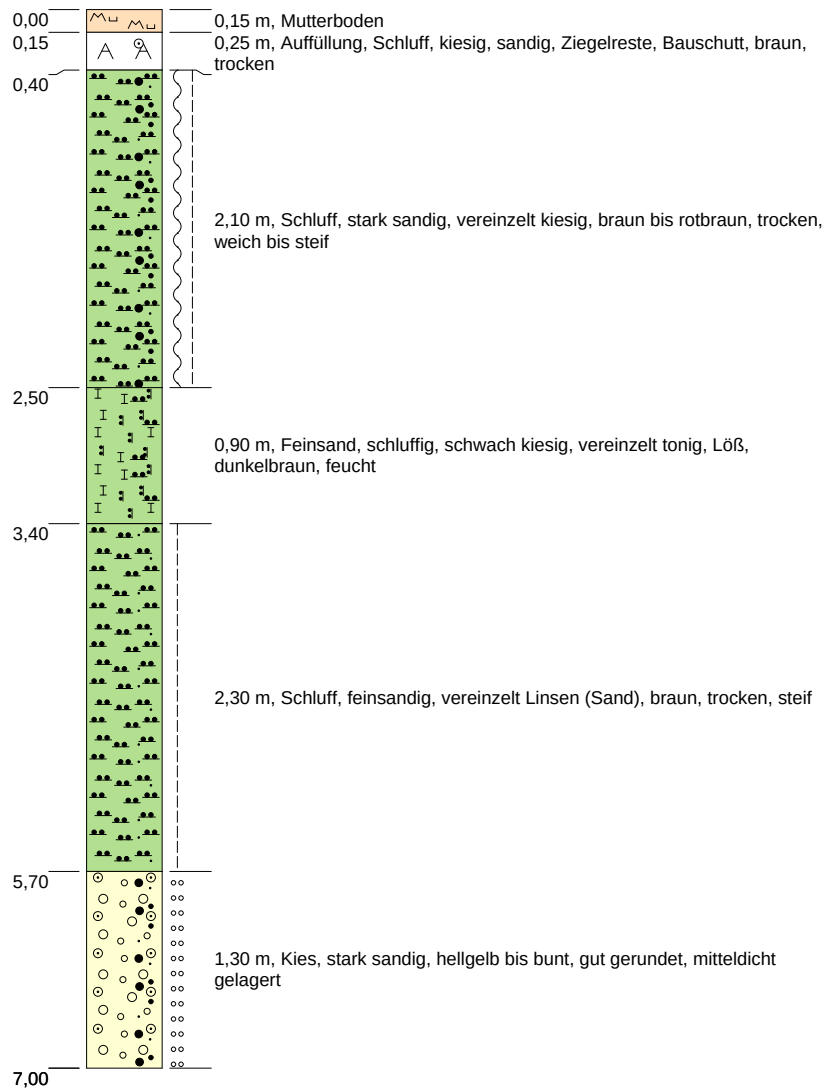
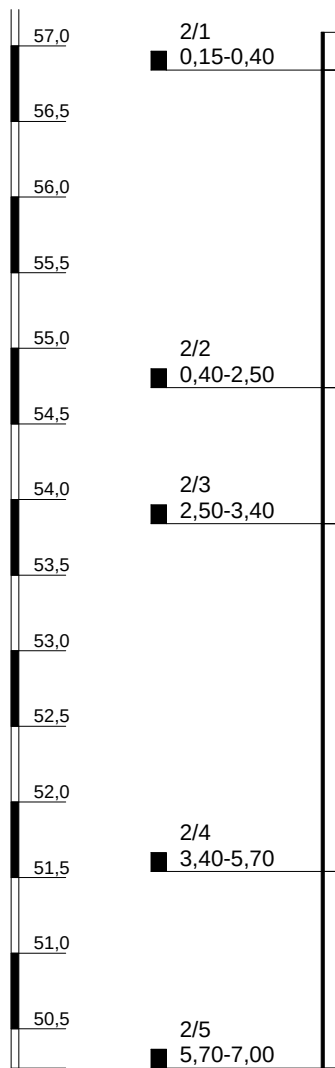
AUF DEM SCHURWEL 11 D-53347 ALFTER T 0228/976 291-0 F 0228/976 291-29
W WWW.GBU-CONSULT.DE E INFO@GBU-CONSULT.DE

Anlage 4

Bohrprofile

57,24 m ü. NHN

RKS/VS 2



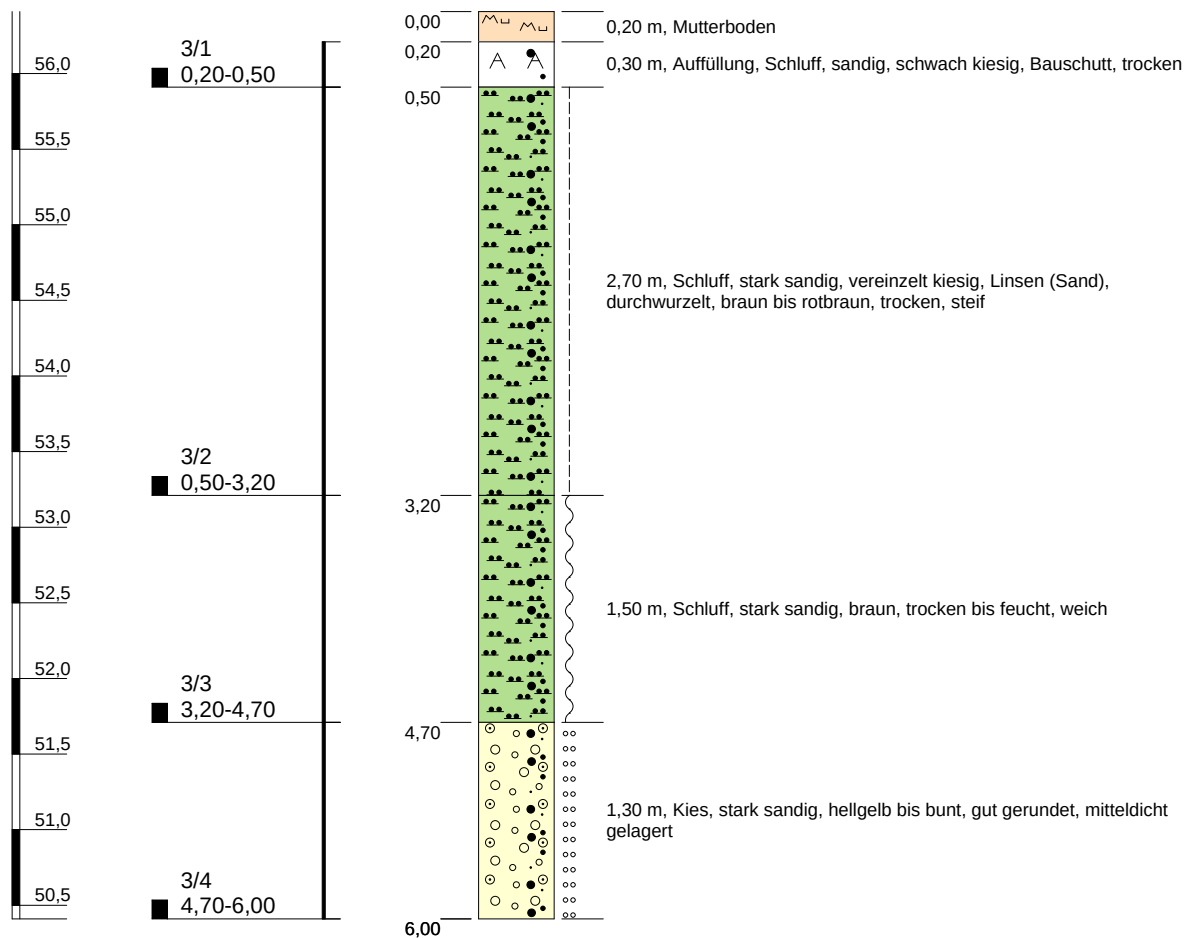
Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bo17		
Bohrung: RKS/VS 2		
Projektnr.: 20/04/5650	Anlage: 4.2	
Lage: siehe Lageplan	Datum: 28.05.2020	
Ansatzhöhe: 57,24 m ü. NHN	Endtiefe: 7,00 m	
Bearbeiter: Bn./Pr., Bn.	Auftraggeber: Dalitz	

56,41 m ü. NHN

RKS/VS 3



Maßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt: B-Plan Bo17				
Bohrung: RKS/VS 3				
Projektnr.:	20/04/5650		Anlage:	4.3
Lage:	siehe Lageplan		Datum:	28.05.2020
Ansatzhöhe:	56,41 m ü. NHN		Endtiefe:	6,00 m
Bearbeiter:	Bn./Pr., Bn.		Auftraggeber:	Dalitz

Anlage 5

Versickerungsversuche

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert) nach USBR Earth Manual

	Projekt:	Versickerung, B-Plan Bo17	Bearb.:	Sch.
	Projektnr.:	20/04/5650	Anl.:	5.1
	Versuch - Nr.:	VS 2 (RKS 2)	Datum :	12.06.2020

Überstand der Verrohrung über GOK	5 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	5 cm	
a = Tiefe der Verrohrung	495 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	205 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	705 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2225 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1520 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	2125 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:	60083,0 cm³ in	20 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	705 / 2225 = 0,32
	TU / A =	2225 / 205 = 10,9

maßgebend: Formel I
Formel II

Formel I : K =
$$\frac{Q}{C_u \times r \times H}$$

A / H = 205 / 705 = 0,29
H / r = 705 / 3 = 235,0

→ 140 = C_u

K =
$$\frac{3004,15}{140 \times 3 \times 705} = 1,01E-02 \text{ cm/sec}$$

= **1,01E-04 m/sec**

Formel II : K =
$$\frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \times r \cdot (T_u + H - A)}$$

A / r = / =

→ = C_s

K = _____ = cm/sec
x x = **m/sec**

Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (kf-Wert) nach USBR Earth Manual

	Projekt:	Versickerung, B-Plan Bo17	Bearb.:	Sch.
	Projektnr.:	20/04/5650	Anl.:	5.2
	Versuch - Nr.:	VS 3 (RKS 3)	Datum :	12.06.2020

Überstand der Verrohrung über GOK	40 cm	
h = Mittellage des Wasserspiegels über GOK	40 cm	
a = Tiefe der Verrohrung	560 cm	
A = Länge unverrohrtes Bohrloch	140 cm	
H = Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle	740 cm	
Tu = Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	2180 cm	
e = Abstand von Sohle Bohrloch bis Grenze der untersuchten Schicht, bzw. Hang- oder GW-Horizont	1440 cm	
2r = Bohrlochdurchmesser	6 cm	
r = 1/2 Bohrlochdurchmesser	3 cm	
a) Versickerte Wassersäule im Standrohr	2125 cm	
b) Versickerte Wassermenge Q:	60083,0 cm³ in	23 sec
c) Die Wartezeit betrug:	45 min	
d) Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)	H / TU =	740 / 2180 = 0,34
	TU / A =	2180 / 140 = 15,6

maßgebend: Formel I
Formel II

Formel I : $K = \frac{Q}{C_u \times r \times H}$

$$\frac{A}{H} = \frac{140}{740} = 0,19$$

$$\frac{H}{r} = \frac{740}{3} = 246,7$$

→ 115 = C_u

$$K = \frac{2612,30}{115 \times 3 \times 740} = 1,02E-02 \text{ cm/sec}$$

$$= 1,02E-04 \text{ m/sec}$$

Formel II : $K = \frac{2 Q}{(C_s + 4) \times r (T_u + H - A)}$

$$\frac{A}{r} = \quad / \quad =$$

→ = C_s

$$K = \frac{\quad}{\quad \times \quad \times \quad} = \quad \text{cm/sec}$$

$$= \quad \text{m/sec}$$

Anlage 6

Körnungslinie

Körnungslinie

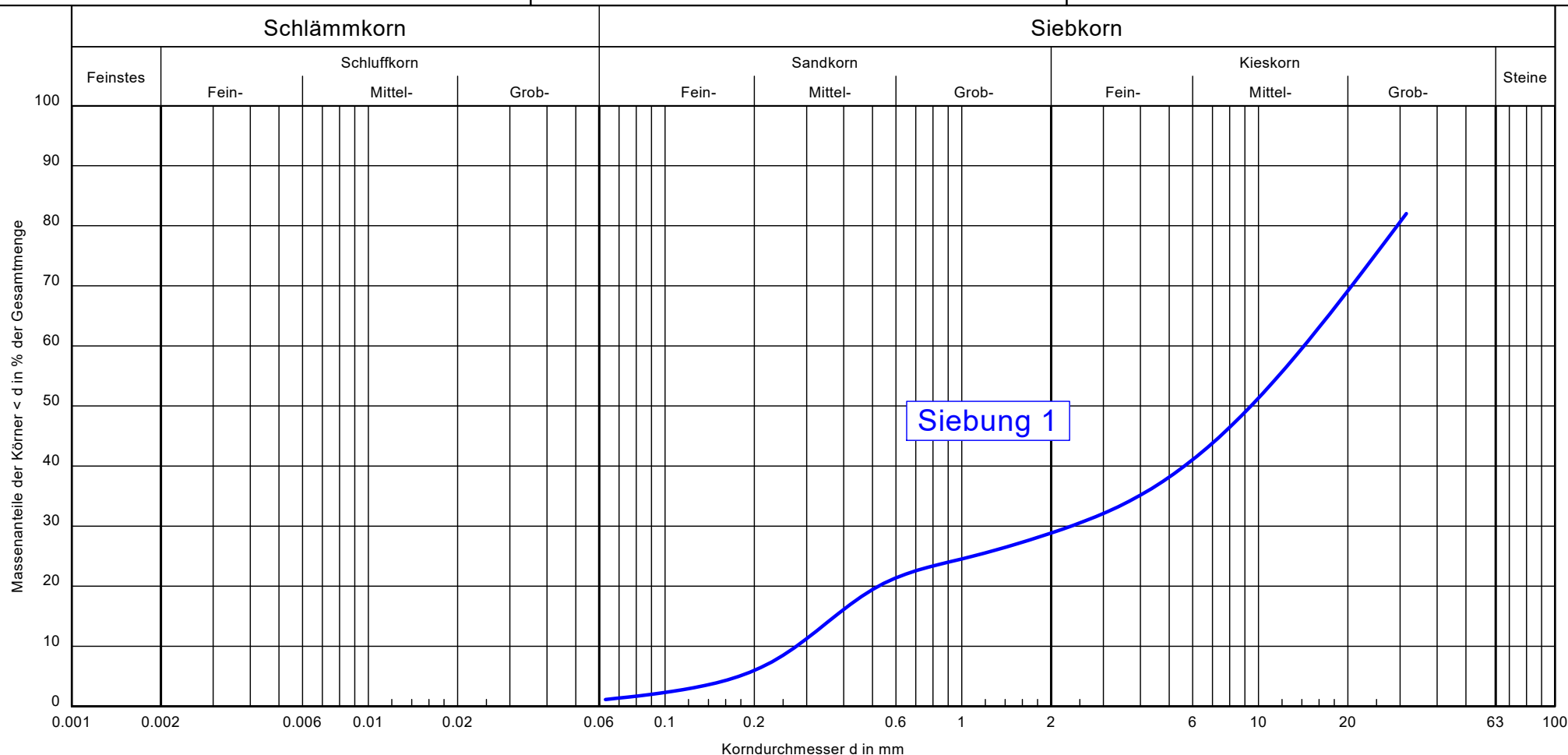
Dalitz, B-Plan Bo-17, Bornheim
Projekt-Nr.:20/04/5650

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am: 28.05.2020

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse mit Nassabtrennung der Feinbestandteile



Bezeichnung:	Siebung 1	Bemerkungen: Bodenarten nach DIN 18196 Korngrößenverteilung nach DIN 18123	Anlage: 6
Bodenart:	G, ms, fs', gs'		
Tiefe:	4,7 - 6,0 m		
k [m/s] (Seiler):	$2.3 \cdot 10^{-3}$		
Entnahmestelle:	RKS 2/5, 3/4		
U/Cc	51.4/1.4		
Bodengruppe:	GW		

Anlage 7

Systemschnitt Versickerungsanlage

Systemskizze Rigole



Projekt: B-Plan Bo17, Bornheim

Projekt-Nr: 20/04/5650

Bearbeiter: Sch.

Maßstab: -

Anlage: 7

Datum: 12.06.2020

