GEOTECHNISCHES BÜRO
DR. LEISCHNER GmbH

53229 BONN • Gartenstraße 123 • Telefon 0228/47 06 89 • Telefax 0228/46 33 84

# Hydrogeologisches Gutachten zur Beseitigung von Niederschlagswasser

zum Bauvorhaben

*„Entwicklung eines Wohnquartiers"*

Marktstraße, Sankt Augustin

| | |
|---|---|
| Auftraggeber: | DWK Alte Gärtnerei St. Augustin<br>GmbH & Co. KG<br>Fliederweg 2<br>40789 Monheim a.R. |
| Auftrag Nr. / Zeichen: | 9370.1/mo |
| Datum: | 24.06.2019 |

*Inhalt*

1 Situation ....4
2 Geologie ....6
3 Bodenaufschlüsse ....7
4 Grundwasser ....8
5 Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit ....9
6 Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ..10
7 Bemessung der Versickerungsanlagen ....11
7.1 Ausgangswerte, allgemein ....13
7.2 Berechnung Rigole 1 ....13
7.3 Berechnung Rigole 2 ....14
7.4 Berechnung Rigole 3 ....15
7.5 Berechnung Rigole 4 ....16
7.6 Berechnung Rigole 5 ....17
7.7 Zusammenstellung der Ergebnisse ....18
8 Hinweise zur Ausführung ....19
9 Schlussbemerkung ....19

*Dokumentation*

| | | |
|---|---|---|
| Anlagen | 1 | Lagepläne |
| Anlage | 1.1 | Übersichtsplan |
| Anlage | 1.2 | Detaillageplan |
| Anlage | 2 | Zeichenerklärung |
| Anlagen | 3 | Bohrprofile |
| Anlage | 3.1 | Bohrprofile KRB 1 bis 3 |
| Anlage | 3.2 | Bohrprofile KRB 4 bis 6 |
| Anlagen | 4 | Feld- und Laborversuche |
| Anlagen | 4.1 | Open-End-Tests |
| Anlage | 4.1.1 | Open-End-Tests V 1 und 2 |
| Anlage | 4.1.2 | Open-End-Tests V 3 und 4 |
| Anlage | 4.1.3 | Open-End-Tests V 5 und 6 |
| Anlage | 4.2 | Permeameterversuch V 7 |
| Anlage | 4.3 | Körnungslinie K 1, Probe 3.3 |

## 1 *Situation*

In Sankt Augustin-Menden ist auf einem Gärtnereigelände die Entwicklung eines Wohnquartiers geplant. Der Stadtteil Menden liegt nordwestlich des Stadtzentrums von Sankt Augustin in einer Siegschleife. Der Abstand zur nördlich verlaufenden Sieg beträgt ca. 1.035 m (vgl. Übersichtsplan auf Anlage 1.1).

Das Erschließungsgelände ist in eine Wohnbebauung eingebettet. Es wird im Osten von der Marktstraße und im Westen von den bebauten Grundstücken parallel zur Mittelstraße begrenzt.

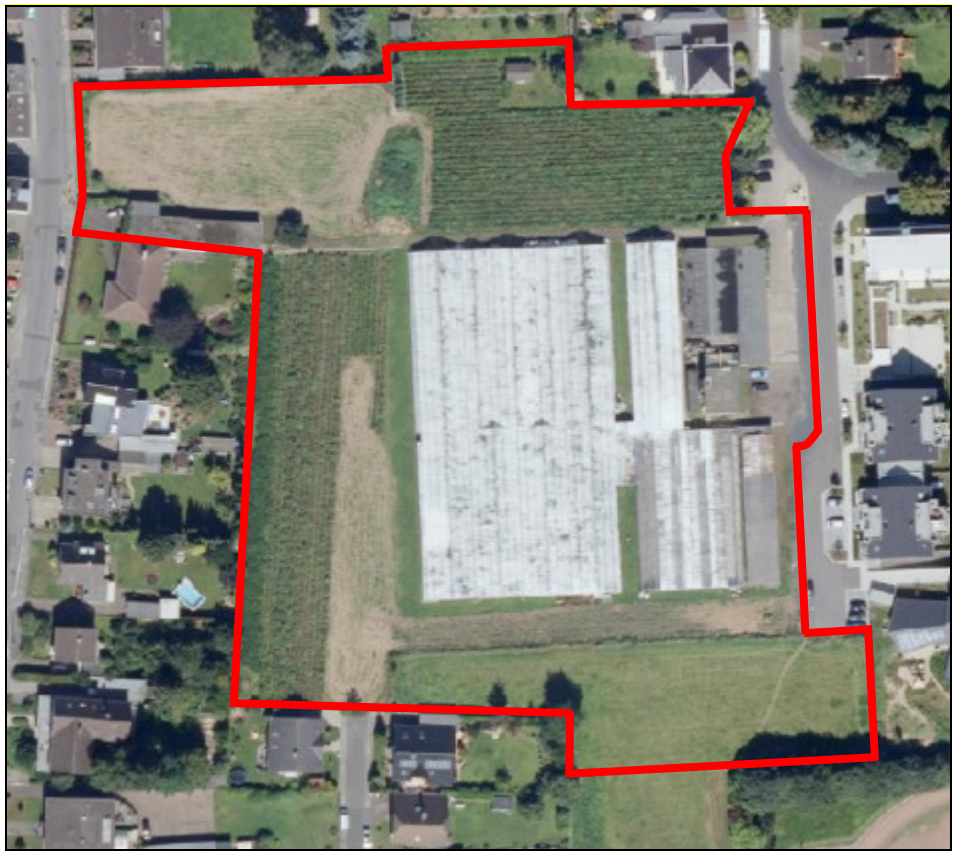


**Bild 1: Luftbild mit dem rot umrandeten Erschließungsbereich (ELWAS 06.2019)**

Das Grundstück ist weitgehend eben. Der maximale Höhenunterschied zwischen den Aufschlusspunkten betrug 0,85 m. Auf dem östlichen Teil des Geländes befinden sich an der Marktstraße zurzeit noch massive Gebäude im Zusammenhang mit der bisherigen Nutzung als Gärtnereibetrieb. Daran schließen sich nach Westen und Süden großflächig die alten Gewächshäuser an (vgl. Bild 1).

Umgeben werden die Gebäude von gärtnerisch genutzten Agrarflächen, die zum Teil brach liegen und teilweise einen Bewuchs an Sträuchern und Büschen aufweisen. Die Bilder 2 und 3 zeigen Ausschnitte des Untersuchungsgeländes zum Zeitpunkt der durchgeführten hydrogeologischen Untersuchung.



**Bild 2: Blick auf das Untersuchungsgelände nach Osten, parallel zur Nordgrenze**



**Bild 3: Blick nach Süden auf das westlichen Teil des Untersuchungsgeländes**

Die bisherige Erschließungsplanung sieht eine Wohnbebauung mit Tiefgarage vor. Die Häuser werden 2- bis 3-geschossig mit Staffelgeschoss ausgeführt. Die Tiefgarage soll überdeckt und begrünt werden. Eine detaillierte Planung besteht noch nicht.

Das unbelastete Niederschlagswasser der Dachflächen soll über einzelne Versickerungsanlagen auf dem Grundstück versickert werden. Unser Büro wurde mit der Durchführung einer hydrogeologischen Untersuchung und Begutachtung beauftragt. Die Geländearbeiten erfolgten am 24.05.2019 durch Mitarbeiter unseres Büros.

Das Grundstück liegt innerhalb der Wasserschutzzone III B des Wasserschutzgebietes *St. Augustin-Meindorf*. Entsprechend der Schutzgebietsverordnung ist die Versickerung von unbelastetem Niederschlagswasser der Dachflächen direkt über eine Rigole in den Untergrund möglich. Regenwasser von Verkehrsflächen muss über eine belebte Bodenzone versickert werden.

## *2 Geologie*

Das Untersuchungsgelände befindet sich regionalgeologisch am südöstlichen Rand der Niederrheinischen Bucht, die mit Beginn des Miozäns bei gleichzeitiger Hebung der Nordeifel als Senkungsfeld in das Rheinische Schiefergebirge eingebrochen ist. In größeren Tiefen ist deshalb das devonische Grundgebirge zu erwarten.

Die Niederrheinische Bucht enthält die mächtigen Sedimentfolgen der braunkohleführenden miozänen Formationen (Hauptflözgruppe) des Tertiärs, die sich überwiegend aus limnisch-fluviatilen Sanden, Kiesen und Tonen zusammensetzen, in die die Braunkohlenflöze eingelagert sind. Im Hangenden der Braunkohlenformationen folgen die pliozänen Serien *Hauptkies*, *Rotton* und *Reuver*.

Über den tertiären Sedimenten treten im Bereich des Untersuchungsgeländes die pleistozänen Flussablagerungen des Rheins und der Sieg in Form der Mittel- und Niederterrassen auf. Sie werden überwiegend aus gerundeten Kiesen und Sanden mit unterschiedlichen Anteilen an Schluff aufgebaut.

Zu den Talrändern hin keilen die Terrassenschotter aus und besitzen daher nur relativ geringe Mächtigkeiten.

Überlagert werden die Terrassen weiträumig von äolischen Sedimenten in Form von pleistozänen Flugdecksanden und Löß, der im Zuge der Verwitterung insbesondere in den oberen Horizonten entkalkt und in Lößlehm übergegangen ist.

Im Holozän ist es durch Flussaufschüttungen zur Bildung von Hochflutablagerungen gekommen, die aus Kies, Sand und Schluff in wechselnder Zusammensetzung bestehen. Lokal treten hier auch holozäne Dünensande auf.

## *3 Bodenaufschlüsse*

Für das Erschließungsgebiet wurde im Jahre 2010 durch das *Geologische Büro Dr. Frankenfeld* bereits eine geotechnische Voruntersuchung durchgeführt. Dabei wurden unter unterschiedlich starken Hochflutablagerungen überall die Terrassenkiese der Sieg angetroffen. Diese wurden bis zur Tiefe von 5,00 m unter Geländeoberkante (GOK) aufgeschlossen und nicht durchteuft. Dies deckt sich mit den Angaben der hydrologischen Karte 5208 Blatt Bonn sowie mit den Ergebnissen eigener Baugrunduntersuchungen im näheren Umfeld des Untersuchungsgeländes. Die jetzige Untersuchung beschränkt sich daher auf die Beurteilung der Sickerfähigkeit der anstehenden Böden.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Bereich möglicher Versickerungsanlagen insgesamt sechs Kleinrammbohrungen (KRB 1 bis 6) angesetzt. Die Anordnung der Bohrungen ist dem Detaillageplan auf Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Bodenaufschlüsse sind in Form von Bohrprofilen auf den Anlagen 3.1 und 3.2 höhenorientiert dargestellt. Als Höhenbezugspunkt diente der im Detaillageplan kenntlich gemachte Kanaldeckel in der Marktstraße, der im Vermesserplan mit 56,78 m+NHN angegeben ist. Die Zeichenerklärungen können der Anlage 2 entnommen werden.

Entsprechend den Bohrprofilen beginnt die Schichtenfolge bei den Bohrungen KRB 2 bis 6 mit einem Mutterbodenhorizont in Stärken zwischen 0,10 m (Bohrung KRB 4) und 0,30 m (Bohrung KRB 2). Dieser setzt sich aus sandigem, gering kiesigem Schluff und organischem Material zusammen.

Abweichend dazu wurde bei der Bohrung KRB 1 eine 0,20 m starke, gering schluffige, sandige Kiesauffüllung erbohrt, die in geringem Umfang Beimengungen an Schlacke und Ziegelbruch enthält und als Wegbefestigung dient.

Unter dem Mutterboden beziehungsweise der Auffüllung stehen in dem gesamten Untersuchungsbereich die Hochflutsedimente der Sieg an, die als unterschiedlich sandige Schluffe angetroffen wurden. Im oberen Schichthorizont ist dieser sogenannte Hochflutlehm überwiegend gering feinsandig ausgeprägt. Mit der Tiefe nimmt der Sandanteil zu. An der Basis der Bohrung KRB 6 wurde ab 1,20 m unter GOK sandiger Schluff festgestellt. In der Bohrung KRB 4 zeigte sich im Tiefenabschnitt von 1,60 m bis 2,20 m ein sandiger bis stark sandiger Schluff. Die Unterkante der Hochflutablagerungen liegt zwischen 0,55 m (Bohrung KRB 3) und 2,80 m unter GOK (Bohrung KRB 4).

Darunter stehen die Terrassenschotter der Sieg an, die überwiegend als gering schluffiger und sandiger, in Bohrung KRB 6 auch als stark sandiger Kies aufgeschlossen wurden. Mit der repräsentativen Bodenprobe 3.3 aus dem Tiefenabschnitt von 0,55 bis 2,00 m der Bohrung KRB 3 wurde ein Siebversuch gemäß DIN EN 17892-4 durchgeführt. Entsprechend der Körnungslinie K 1 (vgl. Anlage 4.3) beträgt der Schluffanteil 7,0 Gew.-%. In der Bohrung KRB 4 treten die Terrassensedimente abweichend dazu als gering schluffiger, kiesiger Sand auf.

Die Kiessande der Siegterrasse wurden bis zur geplanten Bohrendtiefe von 3,00 m erbohrt und nicht durchteuft. Entsprechend der o.a. hydrologischen Karte liegt die Basis der Schotter ca. 12,0 bis 15,0 m unter GOK.

## *4 Grundwasser*

Zur Zeit der Untersuchung wurde bei keiner der Bohrungen Grundwasser angetroffen. Dieses ist unterhalb der erreichten Bohrtiefen in den Terrassenschottern zu erwarten.

Generell kann aufgrund des festgestellten Schichtenaufbaus und der Geländemorphologie, das temporäre Auftreten von Schichten- und Stauwasser oberhalb und innerhalb der bindigen Überlagerungshorizonte nicht ausgeschlossen werden.

Zur Ermittlung der Grundwasserstände wurde über das elektronische wasserwirtschaftliche Verbundsystem (Elwas) des LANUV eine Grundwasserrecherche betrieben. Dabei ergab sich für die ca. 170 m nordöstlich des Untersuchungsgeländes liegende Grundwassermessstelle *„070189912 - LGD Menden Marktpl.“,* die seit 1975 beobachtet wird, im März 2002 ein maximaler gemessener Wasserspiegel von 51,51 m+NHN bei einem minimalen Flurabstand von 5,30 m. Bezogen auf das Untersuchungsgelände und unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages von 1,50 m, ergibt sich ein Bemessungswasserstand von ca. 53,00 m+NHN. Die Ganglinie der Grundwassermessstelle ist in Bild 4 auszugsweise dargestellt.

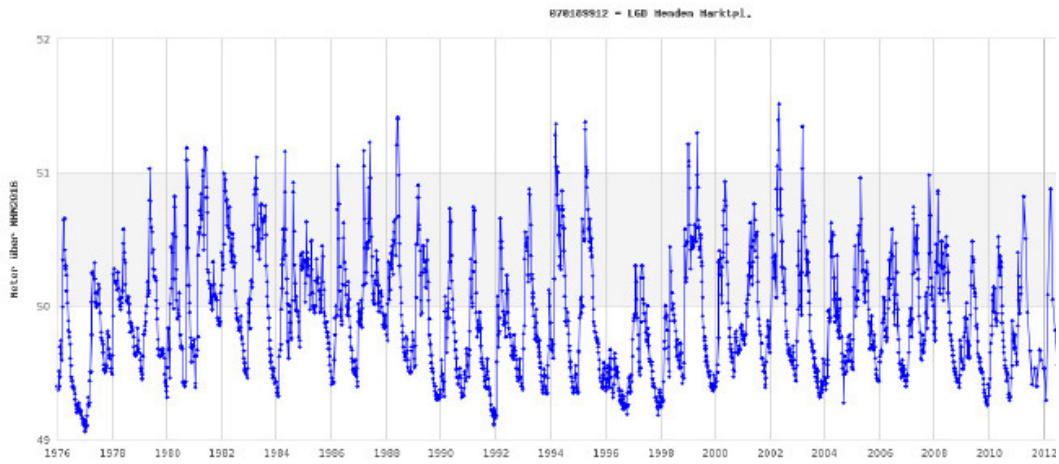



**Bild 4: Ganglinie Grundwassermessstelle „070189912 - LGD Menden Marktpl.“ (ELWAS, 12.03.2019)**

Maßgebend für die Errichtung einer Versickerungsanlage ist der mittlere höchste Grundwasserstand. Dieser wurde aus den vorliegenden Pegelmessungen aus den Hochwasserereignissen der letzten 40 Jahre mit

MHGW = 50,84 m+NHN

ermittelt. Der Flurabstand zu dem tiefst gelegenen Untersuchungspunkt Bohrung KRB 5 beträgt dabei 4,76 m.

## 5 *Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit*

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ($k_f$-Werte) der anstehenden Böden wurden im Gelände in allen Bohrungen Versickerungsversuche

(V 1 bis 6) als Open-End-Tests nach *USBR Earth Manual* durchgeführt. Während die Versickerung im offenen Bohrloch sowohl über die Bohrlochwand als auch über die Sohle erfolgt, kann das Wasser im ausgebauten, verrohrten Bohrloch nur über die Bohrlochsohle in den Boden eindringen.

Weiterhin wurde mit der entnommenen Bodenprobe 6.3 aus der Bohrung KRB 6 ein Permeameterversuch (V 7) im Labor ausgeführt.

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Da es sich bei dem Durchlässigkeitsbeiwert aus den Feldversuchen (V 1 bis V 6) um den k-Werte der ungesättigten Zone ($k_{fu}$) handelt, können diese gemäß DWA zur Ermittlung des k-Wertes des gesättigten Bodens verdoppelt werden ($k_f = 2 \cdot k_{fu}$).

**Tabelle 1: Ergebnisse der Versickerungsversuche**

| Versuchs-Nr. | Bohrung | Versuchsart | Boden | $k_{fu}$ Wert [m/s] | $k_f$ Wert [m/s] |
|---|---|---|---|---|---|
| V 1 | KRB 1 | Open-End | Kies, sandig, gering schluffig | $k_{fu1} = 2{,}77 \cdot 10^{-4}$ | $k_{f1} = 5{,}54 \cdot 10^{-4}$ |
| V 2 | KRB 2 | Open-End | Kies, sandig, gering schluffig | $k_{fu2} = 6{,}98 \cdot 10^{-5}$ | $k_{f2} = 1{,}40 \cdot 10^{-4}$ |
| V 3 | KRB 3 | Open-End | Kies, sandig, gering schluffig | $k_{fu3} = 4{,}67 \cdot 10^{-4}$ | $k_{f3} = 9{,}34 \cdot 10^{-4}$ |
| V 4 | KRB 4 | Open-End | Sand, kiesig, gering schluffig | $k_{fu4} = 2{,}00 \cdot 10^{-5}$ | $k_{f4} = 4{,}00 \cdot 10^{-5}$ |
| V 5 | KRB 5 | Open-End | Kies, sandig, gering schluffig | $k_{fu5} = 1{,}60 \cdot 10^{-4}$ | $k_{f5} = 3{,}20 \cdot 10^{-4}$ |
| V 6 | KRB 6 | Open-End | Kies, sandig, gering schluffig | $k_{fu6} = 2{,}92 \cdot 10^{-4}$ | $k_{f6} = 5{,}84 \cdot 10^{-4}$ |
| V 7 | KRB 6 | Permeameter | Schluff, sandig | - | $k_{f7} = 4{,}37 \cdot 10^{-8}$ |

## 6 *Beurteilung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes*

Der entwässerungstechnisch nutzbare Versickerungsbereich liegt entsprechend DWA bei $k_f$ -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten $k_f > 1 \cdot 10^{-3}$ m/s sickert das Oberflächenwasser so schnell durch die Bodenschicht dem Grundwasser zu, dass keine ausreichende

Verweildauer im Boden und damit keine genügende Dauer für biologische Abbauprozesse und chemische Rückhalteprozesse besteht. Sind die $k_f$-Werte < $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, so besteht die Gefahr, dass sich das Wasser in den Versickerungsanlagen aufstaut und eine Verschlammung des Porenraums durch Sedimentation von Feinstpartikeln bewirkt.

Der Hochflutlehm in Form von sandigem Schluff besitzt im Bereich der Bohrung KRB 6 mit $k_{f6} = 4{,}37 \cdot 10^{-8}$ m/s eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit. Auch in Bereichen mit erhöhten Sandanteilen sind nur Wasserdurchlässigkeiten deutlich unterhalb von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s zu erwarten, so dass eine ausreichende Sickerleistung für Versickerungsanlagen nicht gegeben ist.

Die durchgeführten Versickerungsversuche in den Terrassensedimenten ergaben Durchlässigkeitsbeiwerte ($k_{fu}$) zwischen $2{,}00 \cdot 10^{-5}$ und $4{,}67 \cdot 10^{-4}$ m/s im ungesättigten Zustand, so dass eine Versickerung von Niederschlagswasser hier grundsätzlich möglich ist.

## 7 *Bemessung der Versickerungsanlagen*

Das auf den Dachflächen der Häuser und der Tiefgarage anfallende Niederschlagswasser soll auf dem Grundstück in fünf Bereichen versickert werden. Die den einzelnen Versickerungsanlagen zugeordneten Flächen sind im Detaillageplan mit 1 bis 5 nummeriert. Das Grundstück liegt zwar innerhalb der Wasserschutzzone III B des Wasserschutzgebietes *St. Augustin-Meindorf*, die Versickerung von unbelastetem Niederschlagswasser der Dachflächen direkt über eine Rigole in den Untergrund ist jedoch möglich.

Die entsprechend der jetzigen Planungsphase zu entwässernden Flächen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt. Bei der Ermittlung der Entwässerungsflächen ($A_{u,i}$) wird für die Dachflächen der Häuser ein Abflussbeiwert $\psi_{sHD} = 0{,}95$ und für das begrünte Garagendach $\psi_{sTG} = 0{,}30$ zugrunde gelegt. Die jeweiligen Entwässerungsflächen errechnen sich zu

$$A_u = \sum A_i \cdot \psi_{si} \ (m^2).$$

Die notwendige Rigolenlänge ergibt sich für Rigolen ohne zusätzlichen Stauraum nach DWA-Formel A 18 und bei Berücksichtigung eines Stauvolumens oberhalb der Rigole nach DWA-Formel A 10

$$L = A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} / [b_R \cdot h \cdot s_R / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + 0{,}5 \cdot h) \cdot k_f / 2)] \quad (A\ 18)$$

$$L = [A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - V_{St} / (D \cdot 60 \cdot f_z)] / [b_R \cdot h \cdot s_R / (D \cdot 60 \cdot f_z) + (b_R + 0{,}5 \cdot h) \cdot k_f / 2)] \quad (A\ 10)$$

**Tabelle 2: Zusammenstellung der Entwässerungsflächen**

| Nr. | Dachflächen | | Entwässerungsflächen | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - | Häuser ($A_{HD,i}$) | Tiefgarage ($A_{TG,i}$) | Häuser ($A_{uHD,i}$) | Tiefgarage ($A_{uTG,i}$) | gesamt $\sum A_{ug,i}$ |
| - | m² | m² | m² | m² | m² |
| 1 | 596 | 496 | 566 | 149 | 715 |
| 2 | 1.198 | 920 | 1.138 | 276 | 1.414 |
| 3 | 3.432 | 3.498 | 3.260 | 1049 | 4.309 |
| 4 | 496 | 428 | 471 | 128 | 599 |
| 5 | 519 | - | 493 | | 493 |

Die Bemessung der einzelnen Versickerungsanlagen erfolgt nach den DWA-Richtlinien (April 2005) Blatt A 138 für ein 5-jähriges Regenereignis. Das anfallende Niederschlagswasser muss vollständig aufgenommen werden. Die maßgebenden Regenintensitäten wurden den Regenreihen der Stadt Sankt Augustin entnommen. Die Berechnung erfolgt jeweils für eine Kiesrigole mit den in Tabelle 2 aufgeführten Entwässerungsflächen und den ermittelten, zugehörigen $k_f$-Werten. Deren Zuordnung zu den Entwässerungsflächen kann der Tabelle 3 entnommen werden.

**Tabelle 3: Zuordnung der $k_f$-Werte zu den Entwässerungsflächen**

| Flächen-Nr. | Rigolen-Nr. | Bohrung | $k_f$-Wert |
|---|---|---|---|
| - | - | - | m/s |
| 1 | 1 | KRB 4 | $4{,}00 \cdot 10^{-5}$ |
| 2 | 2 | KRB 3 | $9{,}34 \cdot 10^{-4}$ |
| 3 | 3 | KRB 1 | $5{,}54 \cdot 10^{-4}$ |
| 4 | 4 | KRB 5 und 6 | $4{,}52 \cdot 10^{-4}$ *) |
| 5 | 5 | KRB 2 | $1{,}40 \cdot 10^{-4}$ |

*) Mittelwert aus $k_{f5}$ und $k_{f6}$

### *7.1 Ausgangswerte, allgemein*

Für die Bemessung aller Kiesrigolen werden die nachfolgend aufgeführten Ausgangswerte angesetzt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Regenspende | $r_{i(n)}$ | = | Regenreihen St. Augustin |
| Häufigkeit | n | = | 0,2 |
| Abflussbeiwert Haus-Dächer | $\psi_{sHD}$ | = | 0,95 |
| Abflussbeiwert Tiefgarage | $\psi_{sTG}$ | = | 0,30 |
| Zuschlagfaktor | $f_z$ | = | 1,2 |
| Porenvolumen Rollkies | $s_R$ | = | 0,35 |

Die Oberkante der Rigole beziehungsweise des Stauraumes wird im Hinblick auf die Frostsicherheit sowie die Zuleitungen jeweils bei 1,00 m unter GOK angesetzt.

### *7.2 Berechnung Rigole 1*

Im Bereich der Entwässerungsfläche 1 steht der sickerfähige Boden ab 2,80 m unter GOK an. Die erforderliche Einbindung der Rigole in den Kiessand wird mit 0,70 m festgelegt, so dass die Rigolensohle bei 3,50 m unter Geländeniveau liegt und der Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand von ≥ 1,00 m eingehalten wird. Die Oberkante des Stauraumes wird auf 1,00 m unter GOK begrenzt.

Für die Bemessung der Rigole 1 werden neben den o.a. allgemeinen Ausgangswerten folgende Rigolenparameter angesetzt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rigolenbreite | $b_{R1}$ | = | 1,10 m |
| Nutzbare Rigolenhöhe | $h_{n1}$ | = | 0,70 m |
| Stauraumhöhe | $h_{St1}$ | = | 1,80 m |
| Entwässerungsfläche (Tab. 2) | $A_{u1}$ | = | 715 m² |
| Durchlässigkeitsbeiwert (Tab. 3) | $k_f$ | = | $4{,}00 \cdot 10^{-5}$ m/s |

Die erforderliche Rigolenlänge wird für die Ermittlung des Stauraumes mit ca. 24,00 m abgeschätzt. Damit ergibt sich ein zusätzliches Stauvolumen oberhalb des Rigolenkörpers von

$$V_{St} = 1{,}10 \cdot 1{,}80 \cdot 0{,}35 \cdot 24{,}00 = 16{,}63 \text{ m}^3$$

Mit dem Einsetzen der Zahlenwerte in die Formel DWA A 10 kann die erforderliche Rigolenlänge mit

$$L_1 = [715 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - 16{,}63 / (D \cdot 60 \cdot 1{,}2)] / [1{,}10 \cdot 0{,}70 \cdot 0{,}35 / (D \cdot 60 \cdot 1{,}2) + (1{,}10 + 0{,}5 \cdot 0{,}70) \cdot 4{,}00 \cdot 10^{-5} / 2)]$$

$$L_1 = [7{,}15 \cdot 10^{-5} \cdot r_{D(n)} - 0{,}231 / D] / [3{,}74 \cdot 10^{-3} / D + 2{,}90 \cdot 10^{-5}]$$

iterativ gemäß Tabelle 4 ermittelt werden.

**Tabelle 4: Erforderliche Rigolenlänge Fläche 1**

| **D** [min] | **$r_{D(0,2)}$** [l/s·ha] | **$L_1$** [m] |
|---|---|---|
| 90 | 58,7 | 23,17 |
| **120** | 46,7 | **23,55** |
| 180 | 34,0 | 23,10 |

Für die maßgebende Regendauer von 120 Minuten ergibt sich für die Entwässerungsfläche $A_1$ eine erforderliche Rigolenlänge von $L_1$ = 24,00 m, bei einer Breite von 1,10 m.

### *7.3 Berechnung Rigole 2*

Im Bereich der Entwässerungsfläche 2 beginnt der sickerfähige Kies ab 0,55 m unter GOK. Die erforderliche Einbindung der Rigole in den Kiessand wird mit 2,00 m festgelegt, so dass die Rigolensohle bei 3,00 m unter Geländeniveau liegt.

Für die Bemessung der Rigole 2 werden die Rigolenparameter wie folgt angesetzt:

| | | |
|---|---|---|
| Rigolenbreite | $b_{R2}$ | = 1,50 m |
| Nutzbare Rigolenhöhe | $h_{n2}$ | = 2,00 m |
| Entwässerungsfläche (Tab. 2) | $A_{u2}$ | = 1.414 m² |
| Durchlässigkeitsbeiwert (Tab. 3) | $k_f$ | = $9{,}34 \cdot 10^{-4}$ m/s |

Mit dem Einsetzen der Zahlenwerte in die Formel DWA A 18 kann die erforderliche Rigolenlänge mit

$L_2 = 1.414 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} / [1{,}50 \cdot 2{,}00 \cdot 0{,}35 / (D \cdot 72) + (1{,}50 + 0{,}5 \cdot 2{,}00) \cdot 9{,}34 \cdot 10^{-4} / 2)]$

$L_2 = 1{,}414 \cdot 10^{-4} \cdot r_{D(n)} / [\, 1{,}46 \cdot 10^{-2} / D + 1{,}17 \cdot 10^{-3}]$

iterativ gemäß Tabelle 5 ermittelt werden.

**Tabelle 5: Erforderliche Rigolenlänge Fläche 2**

| **D** [min] | **$r_{D(0,2)}$** [l/s·ha] | **$L_2$** [m] |
|---|---|---|
| 10 | 232,9 | 12,54 |
| **15** | 190,6 | **12,60** |
| 20 | 162,9 | 12,14 |

Für die maßgebende Regendauer von 15 Minuten ergibt sich für die Entwässerungsfläche $A_2$ eine erforderliche Rigolenlänge von $L_2$ = 12,60 m, bei einer Breite von 1,50 m.

### *7.4 Berechnung Rigole 3*

Im Bereich der Rigole 3 steht der sickerfähige Kies ab 0,70 m unter GOK an. Die Rigolensohle wird bei 3,00 m unter Geländeniveau festgelegt, so dass die Rigolenhöhe mit 2,00 m angesetzt werden kann.

Folgende Parameter werden für die Bemessung der Rigole 3 angesetzt:

| | | |
|---|---|---|
| Rigolenbreite | $b_{R3}$ | = 3,00 m |
| Nutzbare Rigolenhöhe | $h_{n3}$ | = 2,00 m |
| Entwässerungsfläche (Tab. 2) | $A_{u3}$ | = 4.309 m² |
| Durchlässigkeitsbeiwert (Tab. 3) | $k_f$ | = $5{,}54 \cdot 10^{-4}$ m/s |

Mit dem Einsetzen der Zahlenwerte in die Formel DWA A 18 kann die erforderliche Rigolenlänge mit

$L_3 = 4.309 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} / [3{,}00 \cdot 2{,}00 \cdot 0{,}35 / (D \cdot 72) + (3{,}00 + 0{,}5 \cdot 2{,}00) \cdot 5{,}54 \cdot 10^{-4} / 2)]$

$L_3 = 4{,}309 \cdot 10^{-4} \cdot r_{D(n)} / [\, 2{,}92 \cdot 10^{-2} / D + 1{,}11 \cdot 10^{-3}]$

iterativ gemäß Tabelle 6 ermittelt werden.

**Tabelle 6: Erforderliche Rigolenlänge Fläche 3**

| **D** [min] | **$r_{D(0,2)}$** [l/s·ha] | **$L_2$** [m] |
|---|---|---|
| 15 | 190,6 | 26,91 |
| **20** | 162,9 | **27,35** |
| 30 | 128,0 | 26,51 |

Für die maßgebende Regendauer von 20 Minuten ergibt sich für die Entwässerungsfläche $A_3$ eine erforderliche Rigolenlänge von $L_3$ = 27,50 m, bei einer Breite von 3,00 m.

### *7.5 Berechnung Rigole 4*

Im Bereich der Entwässerungsfläche 4 steht der sickerfähige Boden ab 1,75 m unter GOK an. Die erforderliche Einbindung der Rigole in den Kiessand wird mit 1,00 m festgelegt, so dass die Rigolensohle bei 2,75 m unter Geländeniveau liegt. Der Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand von ≥ 1,00 m wird eingehalten. Die Oberkante des Stauraumes wird auf 1,00 m unter GOK begrenzt.

Für die Bemessung der Rigole 4 werden folgende Rigolenparameter angesetzt:

| | | |
|---|---|---|
| Rigolenbreite | $b_{R4}$ | = 1,50 m |
| Nutzbare Rigolenhöhe | $h_{n4}$ | = 1,00 m |
| Stauraumhöhe | $h_{St4}$ | = 0,75 m |
| Entwässerungsfläche (Tab. 2) | $A_{u4}$ | = 599 m² |
| Durchlässigkeitsbeiwert (Tab. 3) | $k_{fm}$ | = $4{,}52 \cdot 10^{-4}$ m/s |

Die erforderliche Rigolenlänge wird für die Ermittlung des Stauraumes mit ca. 9,00 m abgeschätzt. Damit ergibt sich ein zusätzliches Stauvolumen oberhalb des Rigolenkörpers von

$$V_{St} = 1{,}50 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}35 \cdot 9{,}00 = 3{,}54 \text{ m}^3$$

Mit dem Einsetzen der Zahlenwerte in die Formel DWA A 10 kann die erforderliche Rigolenlänge mit

$$L_4 = [599 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - 3{,}54 / (D \cdot 60 \cdot 1{,}2)] / [1{,}50 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}35 / (D \cdot 60 \cdot 1{,}2) + (1{,}50 + 0{,}5 \cdot 1{,}00) \cdot 4{,}52 \cdot 10^{-4} / 2)]$$

$$L_4 = [5{,}99 \cdot 10^{-5} \cdot r_{D(n)} - 0{,}049 / D] / [7{,}29 \cdot 10^{-3} / D + 4{,}52 \cdot 10^{-4}]$$

iterativ gemäß Tabelle 7 ermittelt werden.

**Tabelle 7: Erforderliche Rigolenlänge Fläche 4**

| **D** [min] | **$r_{D(0,2)}$** [l/s·ha] | **$L_4$** [m] |
|---|---|---|
| 15 | 190,6 | 8,68 |
| **20** | 162,9 | **8,94** |
| 30 | 128,0 | 8,67 |

Für die maßgebende Regendauer von 20 Minuten ergibt sich für die Entwässerungsfläche $A_4$ eine erforderliche Rigolenlänge von $L_4$ = 9,00 m, bei einer Breite von 1,50 m.

### *7.6 Berechnung Rigole 5*

Im Bereich der Entwässerungsfläche 5 steht der sickerfähige Boden ebenfalls ab 1,75 m unter GOK an. Die erforderliche Einbindung der Rigole in den Kiessand wird mit 1,00 m angesetzt. Die Rigolensohle liegt damit bei 2,75 m unter Geländeniveau. Die Oberkante des Stauraumes wird auf 1,00 m unter GOK begrenzt.

Für die Bemessung der Rigole 5 werden folgende Rigolenparameter angesetzt:

| | | |
|---|---|---|
| Rigolenbreite | $b_{R5}$ | = 1,50 m |
| Nutzbare Rigolenhöhe | $h_{n5}$ | = 1,00 m |
| Stauraumhöhe | $h_{St5}$ | = 0,75 m |
| Entwässerungsfläche (Tab. 2) | $A_{u5}$ | = 493 m² |
| Durchlässigkeitsbeiwert (Tab. 3) | $k_f$ | = $1{,}40 \cdot 10^{-4}$ m/s |

Die erforderliche Rigolenlänge wird für die Ermittlung des Stauraumes mit ca. 11,50 m abgeschätzt. Damit ergibt sich ein zusätzliches Stauvolumen oberhalb des Rigolenkörpers von

$$V_{St} = 1{,}50 \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}35 \cdot 11{,}50 = 4{,}53 \text{ m}^3$$

Mit dem Einsetzen der Zahlenwerte in die Formel DWA A 10 kann die erforderliche Rigolenlänge mit

$$L_1 = [493 \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - 4{,}53 / (D \cdot 60 \cdot 1{,}2)] / [1{,}50 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}35 / (D \cdot 60 \cdot 1{,}2) + (1{,}50 + 0{,}5 \cdot 1{,}00) \cdot 1{,}40 \cdot 10^{-4} / 2)]$$

$$L_1 = [4{,}93 \cdot 10^{-5} \cdot r_{D(n)} - 0{,}063 / D] / [7{,}29 \cdot 10^{-3} / D + 1{,}40 \cdot 10^{-4}]$$

iterativ gemäß Tabelle 8 ermittelt werden.

**Tabelle 8: Erforderliche Rigolenlänge Fläche 5**

| **D** [min] | $\mathbf{r_{D(0,2)}}$ [l/s·ha] | $\mathbf{L_5}$ [m] |
|---|---|---|
| 30 | 128,0 | 11,01 |
| **45** | 98,4 | **11,48** |
| 60 | 80,8 | 11,24 |

Für die maßgebende Regendauer von 45 Minuten ergibt sich für die Entwässerungsfläche $A_5$ eine erforderliche Rigolenlänge von $L_5$ = 11,50 m, bei einer Breite von 1,50 m.

## *7.7 Zusammenstellung der Ergebnisse*

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse der Berechnung in der Tabelle 9 zusammengestellt.

**Tabelle 9: Zusammenstellung der Rigolenabmessungen**

| Rigolen-Nr. | Rigolenbreite | Rigolenlänge | Einbindung in Kies | Sohlentiefe |
|---|---|---|---|---|
| - | m | m | m | m |
| 1 | 1,10 | 24,00 | 0,70 | 3,50 |
| 2 | 1,50 | 12,60 | 2,00 | 3,00 |
| 3 | 3,00 | 27,50 | 2,00 | 3,00 |
| 4 | 1,50 | 9,00 | 1,00 | 2,75 |
| 5 | 1,50 | 11,50 | 1,00 | 2,75 |

## 8 Hinweise zur Ausführung

Die Bemessung der Rigolen erfolgte unter der Voraussetzung, das der Rigolenkörper mit Rollkies hergestellt wird. Abweichend dazu können die Versickerungsanlagen aber auch als Rohrrigolen oder mit Sickerboxen ausgeführt werden. Hierbei ergeben sich durch das größere Stauraumvolumen verminderte Rigolenabmessungen. Bei Sickerboxen sind allerdings die herstellerabhängigen Boxenabmessungen zu beachten. Generell ist nach Fertigstellung der endgültigen Planung eine Optimierung der Rigolendimensionen erforderlich. Die ermittelten und in der Tabelle 9 zusammengestellten Rigolenlängen und -breiten beziehen sich jeweils auf die Grundfläche. Bei der Herstellung der Rigolen sind i.d.R. die Böschungswinkel der DIN 4124 einzuhalten. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse kann hier partiell gegebenenfalls ein Verbau erforderlich werden.

Zum Schutz vor dem Eintrag von Feinkornmaterial ist an den Seiten und oberhalb der Rigolenkörpers jeweils ein Geotextil anzuordnen.

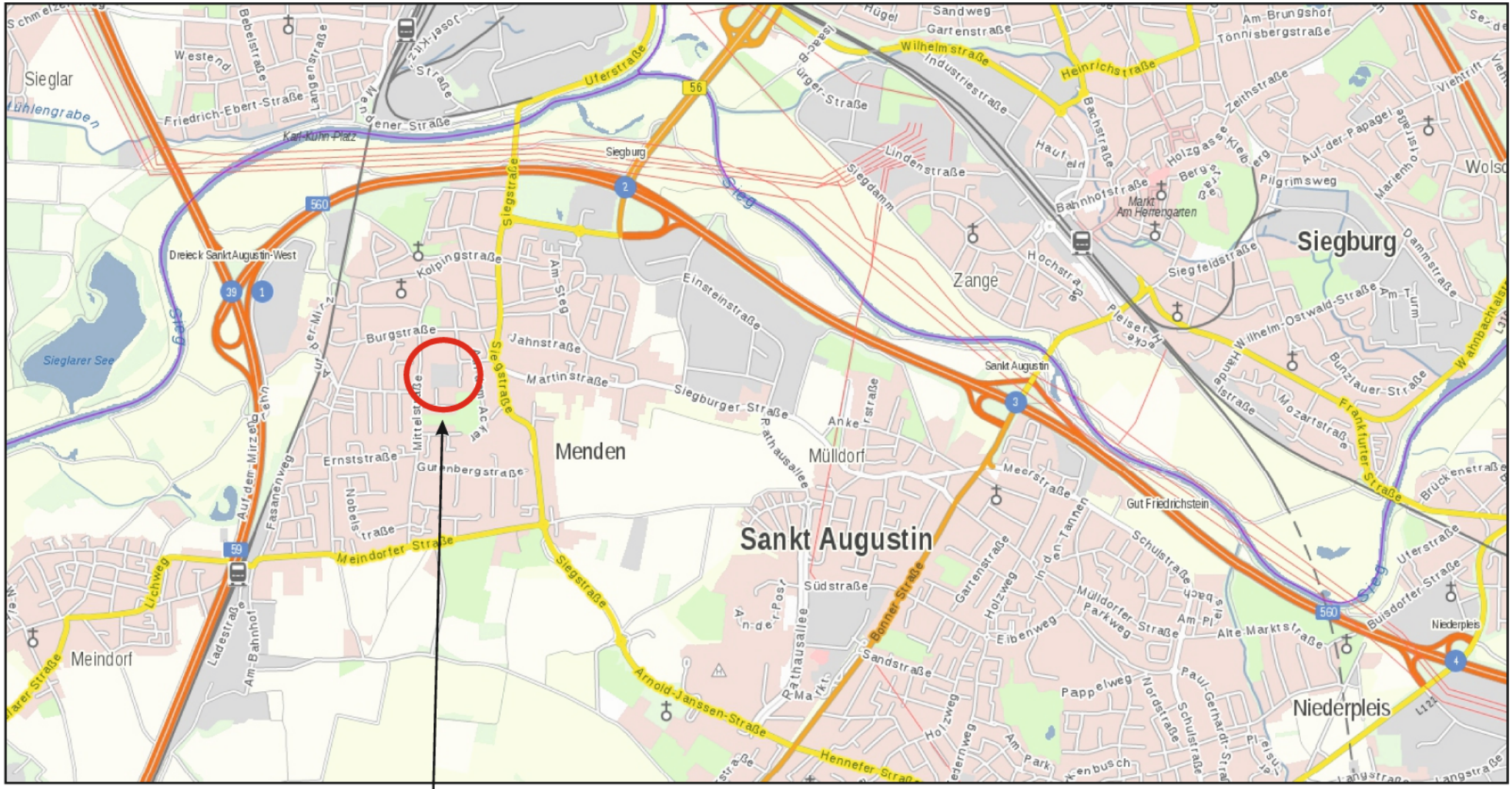
Der Abstand der Versickerungsanlage zur Grundstücksgrenze muss ≥ 2,00 m und von unterkellerten, nicht druckwasserdichten Gebäuden mindestens das 1,5-fache der Baugrubentiefe betragen. Sofern die Untergeschosse druckwasserdicht ausgeführt werden, kann der Abstand auf 2,00 m verringert werden. Dies ist in jedem Fall bei der Rigole 1 erforderlich, da der Abstand zwischen Gebäude und Grundstücksgrenze nach dem uns vorliegenden Plan nur ca. 6,00 m beträgt. Bei den Versickerungsanlagen 2 und 4 ist die Abstandssituation im Detail zu prüfen.

## 9 Schlussbemerkung

Die durchgeführten Bohrungen stellen punktförmige Bodenaufschlüsse dar, die Angaben über die Beschaffenheit des Untergrundes an den jeweiligen Untersuchungsstellen geben. Hieraus werden die geologischen Verhältnisse für den gesamten Untersuchungsbereich interpoliert. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den Untersuchungspunkten sind daher möglich.

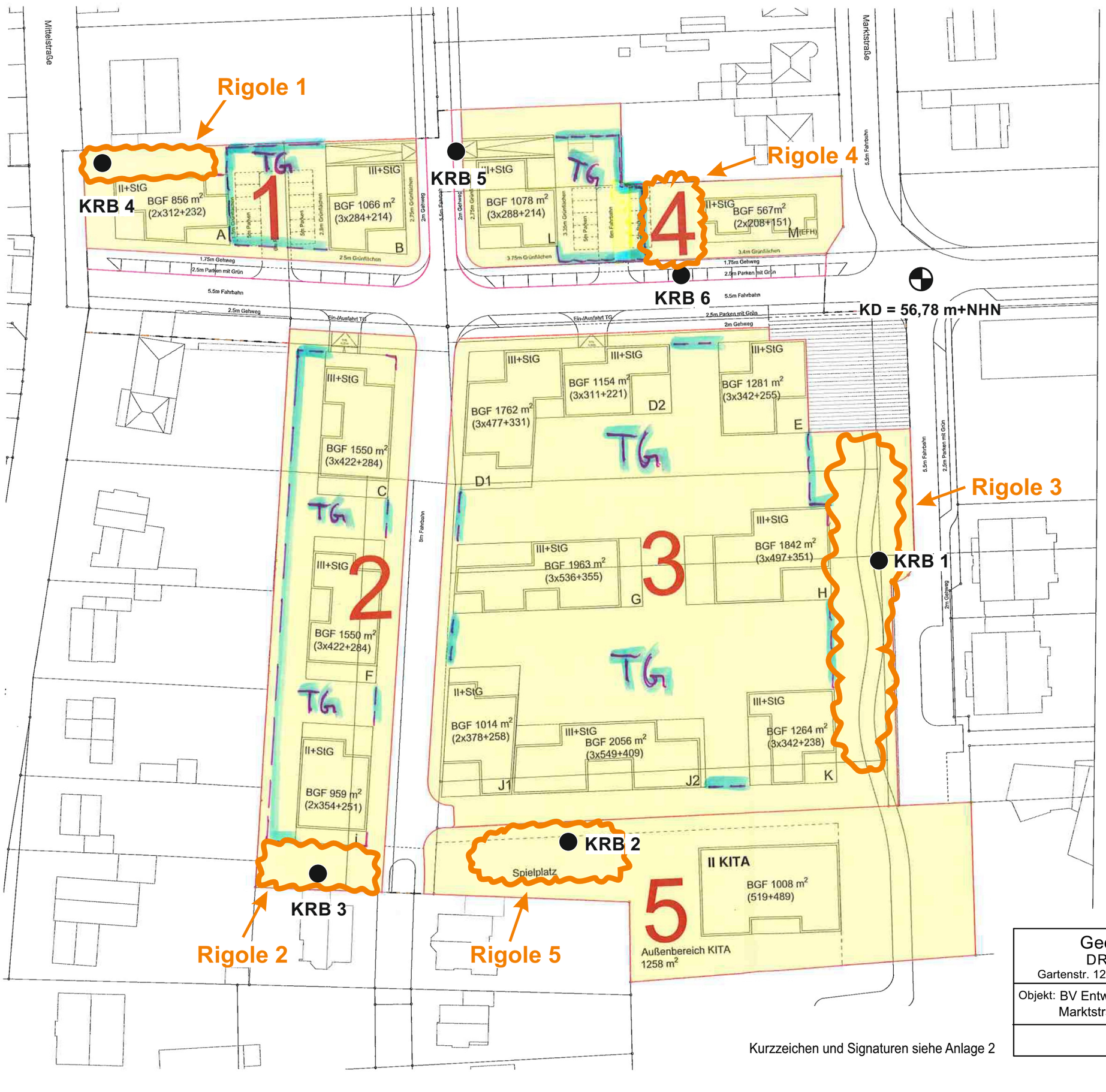
Geotechnisches Büro
Dr. Leischner GmbH
Gartenstr. 113 – 53229 Bonn
Tel.: 02 28 - 47 06 89 ; Fax 46 33 84

Dipl.-Ing. E. Mohr




Lage des Bauvorhabens

| | | |
|---|---|---|
| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GmbH<br>Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689 | Anlage Nr. | 1.1 |
| | Auftrag Nr. | 9370 |
| Objekt: BV Entwicklung eines Wohnquartiers<br>Marktstraße, 53757 Sankt Augustin | Maßstab: | 1:25.000 |
| Übersichtsplan | gez. mc | Datum 31.05.2019 |




## Grundstück 1_Nordwest

| | |
|---|---|
| Grundstück: | 1.582 m² |
| BGF: | 1.922 m² |
| GF: | 1.476 m² |

## Grundstück 2_West

| | |
|---|---|
| Grundstück: | 2.974 m² |
| BGF: | 4.059 m² |
| GF: | 3.240 m² |

## Grundstück 3_Mitte

| | |
|---|---|
| Grundstück: | 8.911 m² |
| BGF: | 12.336 m² |
| GF: | 9.981 m² |

## Grundstück 4_Fremdgrundstück

| | |
|---|---|
| Grundstück: | 1.743 m² |
| BGF: | 1.645 m² |
| GF: | 1.280 m² |

## Grundstück 5_Kita

| | |
|---|---|
| Grundstück: | 2.916 m² |
| BGF: | 1.008 m² |

Grundstücksfläche (ohne öffentliche Erschließung)

Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

| | | |
|---|---|---|
| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GmbH<br>Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689 | Anlage Nr. | 1.2 |
| | Auftrag Nr. | 9370 |
| Objekt: BV Entwicklung eines Wohnquartiers<br>Marktstraße, 53757 Sankt Augustin | Maßstab: | 1:750 |
| Detaillageplan | gez. mc | Datum 31.05.2019 |

| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GmbH | Zeichenerklärung für Bohrprofile<br>(EN ISO 14688-1 / DIN 4023) | Anlage 2 |
|---|---|---|

## Untersuchungsstellen

| | | |
|---|---|---|
| KRB | Kleinrammbohrung |
| DPL | Leichte Rammsondierung |
| DPH | Schwere Rammsondierung |
| V | Versickerungsversuch |
| GWM | Grundwassermessstelle |
| B | Brunnen |
| S | Schurf |
| P | Probenahmepunkt |
| AB | Asphaltbeprobung |

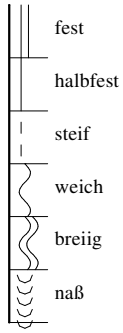
## Zusatzzeichen

| | |
|---|---|
| GOK | Geländeoberkante |
| KV | Kernverlust |
| KBF | Kein Bohrfortschritt |
| ' / * | gering / stark |

## Grundwasser

| | |
|---|---|
| | Wasserstand (angebohrt) |
| | Ruhewasserspiegel |
| | Wasserstand (Bohrende) |

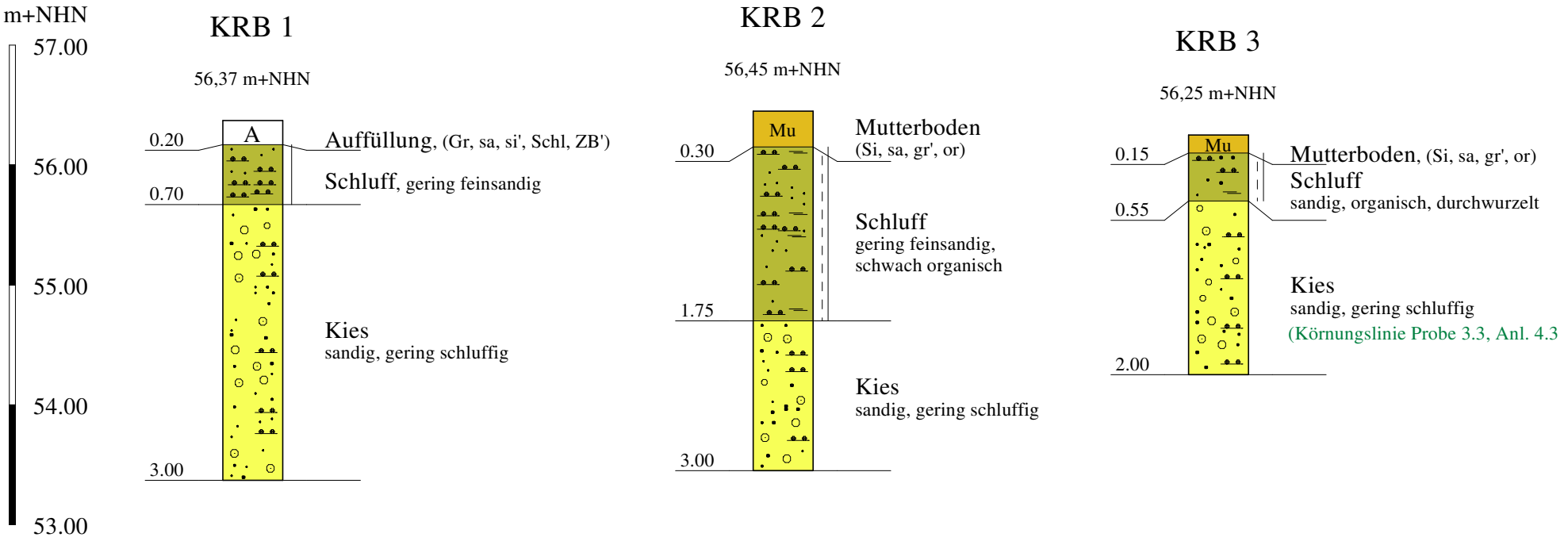
## Zustandsform




## Bodenarten nach EN ISO 14688-1

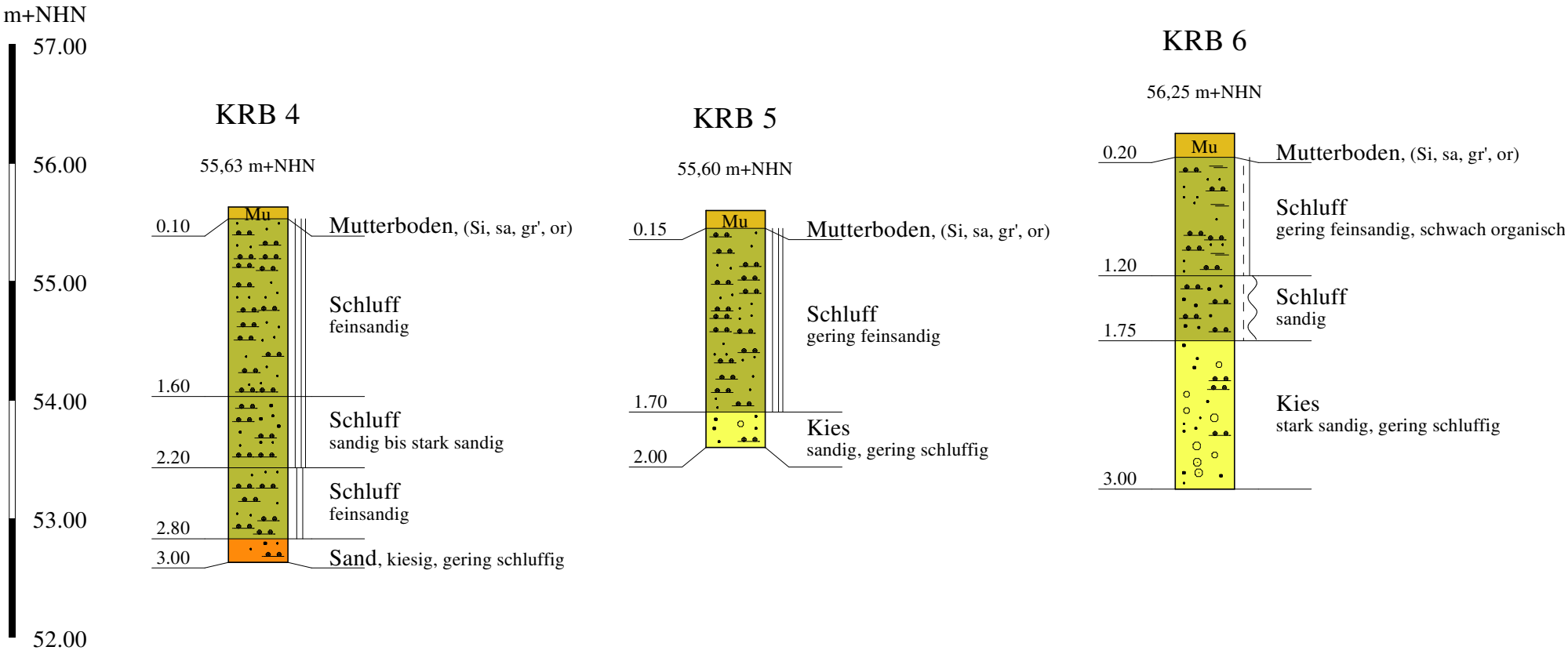
| Benennung | | Kurzzeichen | | Zeichen |
|---|---|---|---|---|
| Bodenart | Beimengung | Bodenart | Beimengung | |
| Kies | kiesig | Gr | gr | |
| Grobkies | grobkiesig | CGr | cgr | |
| Mittelkies | mittelkiesig | MGr | mgr | |
| Feinkies | feinkiesig | FGr | fgr | |
| Sand | sandig | Sa | sa | |
| Grobsand | grobsandig | CSa | csa | |
| Mittelsand | mittelsandig | MSa | msa | |
| Feinsand | feinsandig | FSa | fsa | |
| Schluff | schluffig | Si | si | |
| Ton | tonig | Cl | cl | |
| Organischer Boden | organisch | Or | or | |
| Auffüllung | | Mg | | A |
| Steine | steinig | Co | co | |

| Benennung | Kurzzeichen | Zeichen | Benennung | Kurzzeichen | Zeichen |
|---|---|---|---|---|---|
| Fels, allgemein | Z | | Vulkanasche | V | |
| Fels, verwittert | Zv | | Braunkohle | Bk | |
| Sandstein | Sast | | Bauschutt | BS | A |
| Schluffstein | Sist | | Schlacke | Schl | A |
| Tonstein | Clst | | Schotter | Scho | A |
| Mutterboden | Mu | Mu | Asphalt | At | A |
| Hanglehm | L | | Beton | B | A |
| Hangschutt | Lx | | Ziegelbruch | ZB | A |
| Löß | Lö | | Asche | As | A |
| Lößlehm | Löl | | Kohle | K | A |




Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

| | | |
|---|---|---|
| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GmbH<br>Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689 | Anlage Nr. | 3.1 |
| | Auftrag Nr. | 9370 |
| Objekt: BV Entwicklung eines Wohnquartiers<br>Marktstraße, 53757 Sankt Augustin | Maßstab der Höhe: | 1:50 |
| Bohrprofile | gez. mc | Datum 31.05.2019 |




Kurzzeichen und Signaturen siehe Anlage 2

| | | |
|---|---|---|
| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GmbH<br>Gartenstr. 123, 53229 Bonn, Tel.: 0228/470689 | Anlage Nr. | 3.2 |
| | Auftrag Nr. | 9370 |
| Objekt: BV Entwicklung eines Wohnquartiers<br>Marktstraße, 53757 Sankt Augustin | Maßstab der Höhe: | 1:50 |
| Bohrprofile | gez. mc | Datum 31.05.2019 |

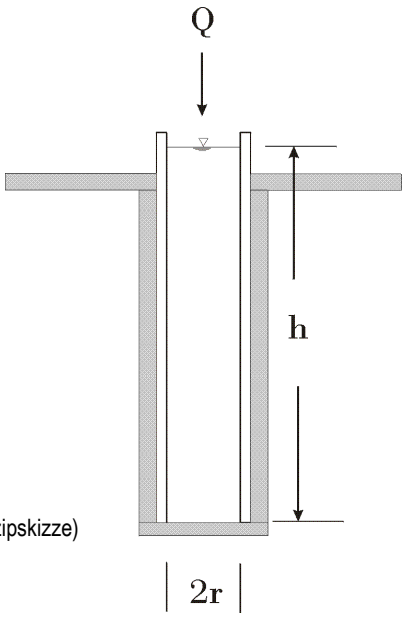
Geotechnisches Büro
DR. LEISCHNER GMBH
Gartenstraße 123, 53229 Bonn
☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384

# Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

**Open-End-Test**
**(nach USBR EARTH-MANUAL 1974)**

Anlage: 4.1.1
Auftrags-Nr. 9370
Datum: 03.06.19

Datum der Untersuchung: 24.05.2019
Bauvorhaben: Alte Gärtnerei
Ort: Sankt Augustin
Wetter: trocken
Wartezeit [min]: 15




(unmaßstäbliche Prinzipskizze)

| **Parameter** | | **Einheit** | **Bohrung KRB 1 Versuch V 1** | **Bohrung KRB 2 Versuch V 2** |
|---|---|---|---|---|
| Versickerungstiefe unter OK Gelände | | [m] | 2,00 | 2,00 |
| Bodenart | | | Kies, sandig, gering schluffig | Kies, sandig, gering schluffig |
| q = | verbrauchte Wassermenge | [cm³] | 153,44 | 153,44 |
| t = | verbrauchte Zeit | [s] | 1,5 | 6,7 |
| Q = | Schüttmenge pro Zeit | Q [cm³/s] | $Q = \frac{153,44}{1,5} = 102,29$ | $Q = \frac{153,44}{6,7} = 22,90$ |
| r = | Innenradius ausgebautes Bohrloch | [cm] | 1,72 | 1,72 |
| h = | Druckhöhe | [cm] | 391,00 | 347,00 |

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = \frac{Q}{5,5 \times r \times h} \frac{m}{s}$$

| Durchlässigkeit [m/s]: | $k_{fuV1} = 2,77 \times 10^{-4}$ | $k_{fuV2} = 6,98 \times 10^{-5}$ |
|---|---|---|

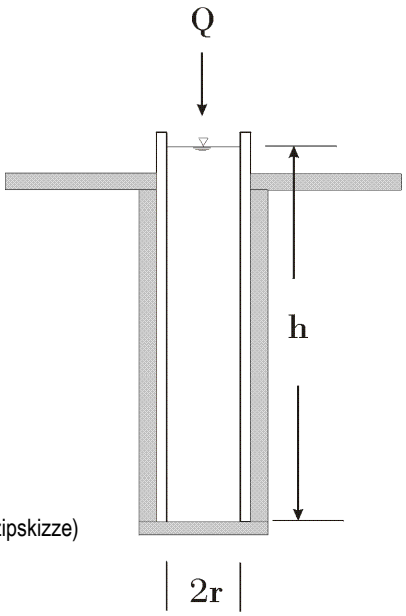
Geotechnisches Büro
DR. LEISCHNER GMBH
Gartenstraße 123, 53229 Bonn
☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384

# Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch

**Open-End-Test**
**(nach USBR EARTH-MANUAL 1974)**

Anlage: 4.1.2
Auftrags-Nr. 9370
Datum: 03.06.19

Datum der Untersuchung: 24.05.2019
Bauvorhaben: Alte Gärtnerei
Ort: Sankt Augustin
Wetter: trocken
Wartezeit [min]: 15




(unmaßstäbliche Prinzipskizze)

| Parameter | | Einheit | Bohrung KRB 3 Versuch V 3 | Bohrung KRB 4 Versuch V 4 |
|---|---|---|---|---|
| Versickerungstiefe unter OK Gelände | | [m] | 2,00 | 3,00 |
| Bodenart | | | Kies, sandig, gering schluffig | Sand, kiesig, gering schluffig |
| q = | verbrauchte Wassermenge | [cm³] | 153,44 | 153,44 |
| t = | verbrauchte Zeit | [s] | 1,0 | 19,0 |
| Q = | Schüttmenge pro Zeit | Q [cm³/s] | $Q = \frac{153,44}{1,0} = 153,44$ | $Q = \frac{153,44}{19,0} = 8,08$ |
| r = | Innenradius ausgebautes Bohrloch | [cm] | 1,72 | 1,72 |
| h = | Druckhöhe | [cm] | 347,00 | 427,00 |

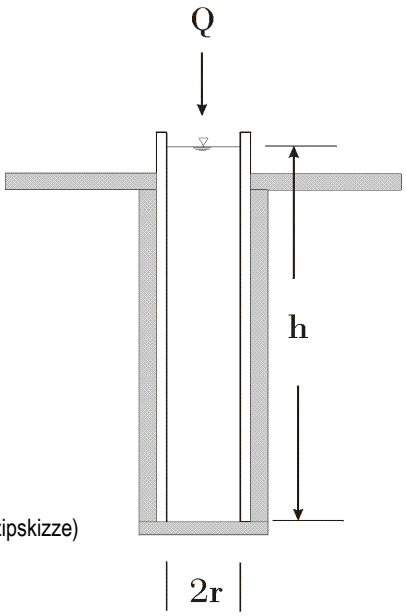
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = \frac{Q}{5,5 \times r \times h} \frac{m}{s}$$

| | | |
|---|---|---|
| Durchlässigkeit [m/s]: | $k_{fuV3} = 4,67 \times 10^{-4}$ | $k_{fuV4} = 2,00 \times 10^{-5}$ |

| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GMBH<br>Gartenstraße 123, 53229 Bonn<br>☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384 | **Versickerungsversuch im ausgebauten Bohrloch**<br>**Open-End-Test**<br>**(nach USBR EARTH-MANUAL 1974)** | Anlage: 4.1.3<br>Auftrags-Nr. 9370<br>Datum: 03.06.19 |
|---|---|---|

Datum der Untersuchung: 24.05.2019
Bauvorhaben: Alte Gärtnerei
Ort: Sankt Augustin
Wetter: trocken
Wartezeit [min]: 15




(unmaßstäbliche Prinzipskizze)

| **Parameter** | **Einheit** | **Bohrung KRB 5<br>Versuch V 5** | **Bohrung KRB 6<br>Versuch V 6** |
|---|---|---|---|
| Versickerungstiefe unter OK Gelände | [m] | 2,00 | 3,00 |
| Bodenart | | Kies, sandig,<br>gering schluffig | Kies, stark sandig,<br>gering schluffig |
| q = verbrauchte Wassermenge | [cm³] | 153,44 | 153,44 |
| t = verbrauchte Zeit | [s] | 3,0 | 1,3 |
| Q = Schüttmenge pro Zeit | Q [cm³/s] | $Q = \frac{153{,}44}{3{,}0} = 51{,}15$ | $Q = \frac{153{,}44}{1{,}3} = 118{,}03$ |
| r = Innenradius ausgebautes Bohrloch | [cm] | 1,72 | 1,72 |
| h = Druckhöhe | [cm] | 338,00 | 427,00 |

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert

$$k_f = \frac{Q}{5{,}5 \times r \times h} \frac{m}{s}$$

| Durchlässigkeit [m/s]: | $k_{fuV5} = 1{,}60 \times 10^{-4}$ | $k_{fuV6} = 2{,}92 \times 10^{-4}$ |
|---|---|---|

| Geotechnisches Büro<br>DR. LEISCHNER GMBH<br>Gartenstraße 123, 53229 Bonn<br>☎ 0228-470689 ★ Fax 0228-463384 | **Permeameterversuche** | Anlage: 4.2<br>Auftrags-Nr. 9370<br>Datum: 07.06.19 |
|---|---|---|

| | |
|---|---|
| Probenahme | 24.05.2019 |
| Objekt: | Alte Gärtnerei |
| Ort: | Sankt Augustin |
| Bohrung: | KRB 6 |
| Labornummer: | 9370 V 7 |

Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach Darcy:

$$k_f = \frac{Q \times l}{h^* \times A \times t}$$

| **Parameter** | **Einheit** | **Versuch V 7** |
|---|---|---|
| Bohrung | [-] | KRB 6 |
| Probennummer | [-] | 6.3 |
| Entnahmetiefe | [m] | 1,20 – 1,75 |
| Bodenart | [-] | Schluff, sandig |
| $h_w$ = Wasserdruckhöhe | [cm] | 13 |
| l = Probenhöhe | [cm] | 2,5 |
| A = Fläche | [$cm^2$] | 78,54 |
| t = Zeit | [s] | 1200 |
| Q = Durchflussmenge | [$cm^3$] | 2,15 |
| $h_M$ = Manometrische Druckhöhe | [cm] | - |
| h* = Mittlere Druckhöhe | [cm] | 13 |

| | | |
|---|---|---|
| $k_f$ = Wasserdurchlässigkeitsbeiwert | [m/s] | $k_{f,V7} = 4{,}37 \times 10^{-8}$ |

Geotechnisches Büro
DR. LEISCHNER GmbH
Gartenstraße 123, 53229 Bonn
Tel.: 0228 / 470689 FAX 0228 / 463384

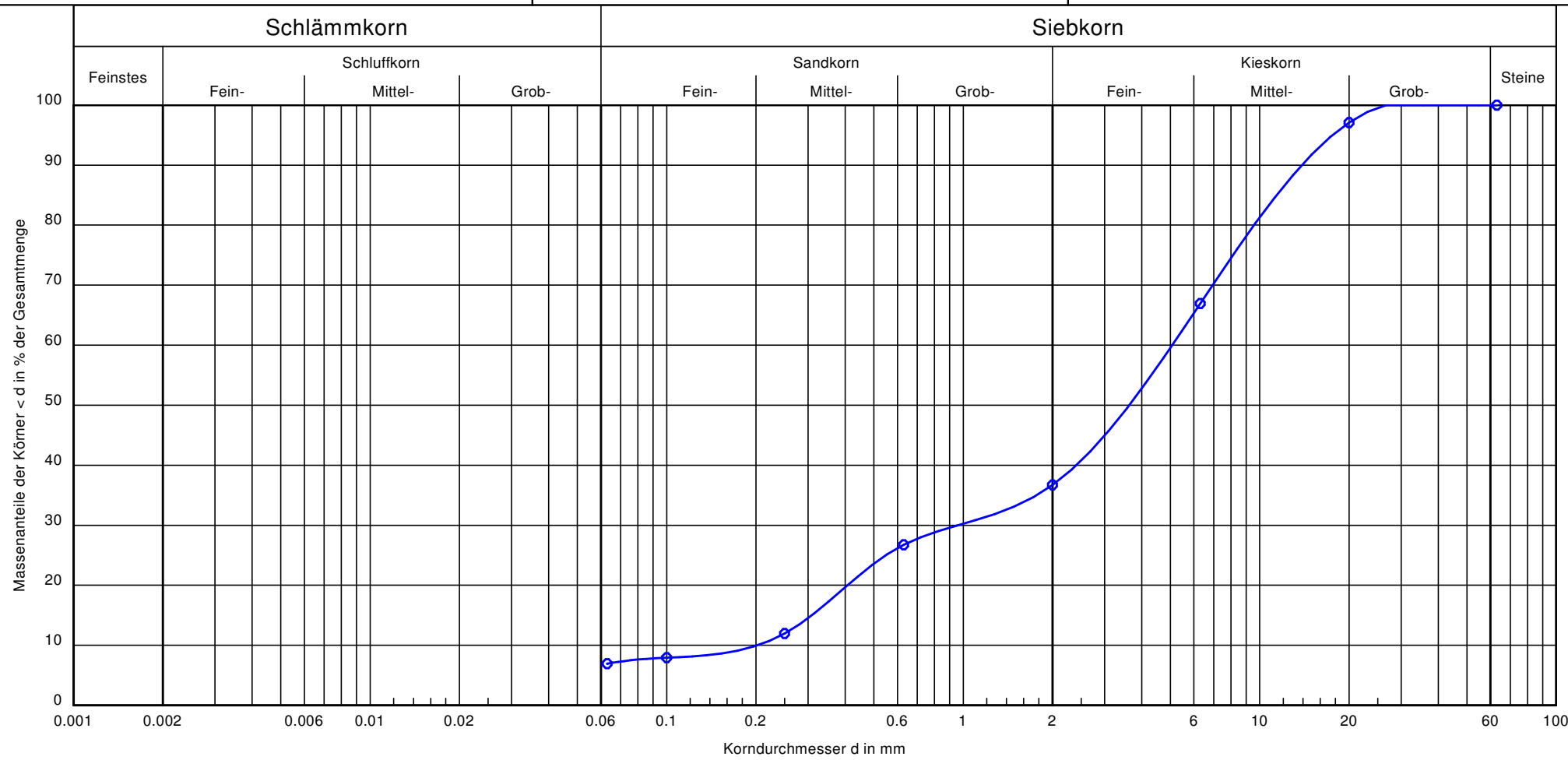
Bearbeiter: mc Datum: 06.06.2019

# Körnungslinie

gemäß DIN EN 17892-4

BV Entwicklung eines Wohnquartiers, Sankt Augustin

Prüfungsnummer: 9370_3.3
Probe entnommen am: 24.05.2019
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Kleinrammbohrung




| | |
|---|---|
| Bezeichnung: | K1 |
| Bodenart: | Gr, sa, si' |
| Bodengruppe: | GU |
| U/Cc | 25.1/0.9 |
| Entnahmestelle: | Bohrung KRB 3.3 |
| Tiefe: | 0,55 - 2,00 m |
| T/U/S/G [%]: | - / - /36.7/63.3 |
| k-Wert nach Seiler | $3.0 \cdot 10^{-4}$ |

Bemerkungen:

Feinkornanteil: 7,0 Gew.-%

Auftragsnummer: 9370
Anlage: 4.3