

STELLUNGNAHME ZUR VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT / VERSICKERUNGSNACHWEIS

Bauvorhaben : **Erschließung eines Wohngebietes**
„Rockinger Gelände“
Erfurter Landstraße/ Burgenlandallee
Drei Gleichen OT Wechmar

Auftrags-Nr. : V21-019
Projekt-Nr. : 2451

Auftraggeber : **Gemeine Drei Gleichen**
OT Wandersleben
Schulstraße 1
99869 Drei Gleichen

über : **Planungsgruppe 91 Ingenieurgesellschaft**
Jägerstraße 7
99867 Gotha



Geschäftsführer
Dipl.-Geol. Wedekind, U.



Bearbeiter
Dipl.-Geol. Bsteh, R.
Durchwahl 21 69 65 2

Erfurt, den 18. Mai 2021

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ALLGEMEINES | 3 |
| 1.1 | VORGANG..... | 3 |
| 1.2 | STANDORT & BAUBESCHREIBUNG | 3 |
| 2 | FESTSTELLUNG | 5 |
| 2.1 | ALLGEMEINES | 5 |
| 2.2 | GEOLOGISCHE SITUATION | 5 |
| 2.3 | BAUGRUNDVERHÄLTNISSE..... | 7 |
| 2.4 | HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE..... | 13 |
| 2.5 | AUSWERTUNG SICKERVERSUCH UND SIEBUNGEN..... | 14 |
| 3 | FOLGERUNGEN | 15 |
| 3.1 | EIGNUNG ALS STANDORT | 15 |
| 3.2 | SICKERANLAGEN | 16 |
| 4 | VERSICKERUNGSNACHWEIS | 20 |
| 4.1 | ZUSAMMENFASSUNG | 22 |
| 4.2 | HINWEISE | 22 |
| 5 | SCHLUSSBEMERKUNGEN | 23 |

Anlagenverzeichnis

| | |
|-----|---|
| A 1 | Aufschlussplan |
| A 2 | Aufschlussprofile |
| A 3 | Ergebnisse Erdstoffprüfung zzgl. Wassergehalt |
| A 4 | Ergebnisse Wasserdurchlässigkeit im Sickerversuch |
| A 5 | Datenblatt Niederschlagswasser Mulden/Rigole |

1 Allgemeines

1.1 Vorgang

Im März 2021 wurde dem INGENIEURBÜRO FÜR BAUGRUND JACOBI der Auftrag für Baugrunduntersuchungen in Wechmar, Erfurter Landstraße Ecke Burgenlandallee, erteilt. Dabei sollten ein Gutachten erstellt und Laboruntersuchungen durchgeführt werden.

Grundlage des Auftrags war das Angebot K21-174 vom 25.02.2021 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang. Aufgrund der teils geringen Bohrtiefen sowie des raschen Zufallens der Bohrlöcher, konnte nur 1 Schluckversuch im Bohrloch erfolgreich durchgeführt werden.

Dem Bearbeiter standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- U 1 Auftrag vom März 2020
- U 2 Lageplan vom Juli 2019
- U 3 17 Schichtenverzeichnisse der am 14.04.2020 abgeteuften Rammkernsondierungen
- U 4 Geologische Karte (GK25), Maßstab 1:25.000
- U 5 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen, Maßstab 1:100.000
- U 6 DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138 (04/2005)
- U 7 Hydrologische Karte Deutschlands 1:200.000 für Hintergrundwerte (HÜK200, HGW)

1.2 Standort & Baubeschreibung

In Wechmar ist die Erschließung eines Wohngebietes geplant. Das Gebiet befindet sich im nordwestlichen Teil des Ortes. Das Gelände, derzeit als Weide genutzt, zeigt ein sehr leichtes Gefälle in nördliche Richtung. Im südlichen Bereich des Geländes, entlang der Burgenallee, befinden sich mehrere Hallengebäude. Im Norden sind Stallgebäude vorhanden. Zum Teil wurden die Gebäude bereits zurückgebaut. Es ist der Rückbau aller Bestandsgebäude geplant.

Das Gebiet soll verkehrs- sowie leitungstechnisch über die Burgenlandallee sowie die Straße „Hinter dem Park“ via Erfurter Landstraße erschlossen werden. Es sind derzeit 54 Einfamilienhäuser sowie 5 Mehrfamilienhäuser geplant.

Das Bauvorhaben wird, aufgrund der ungünstigen Baugrundverhältnisse, der Geotechnischen Kategorie 2 (GK2, mittlerer Schwierigkeitsgrad) zugeordnet.

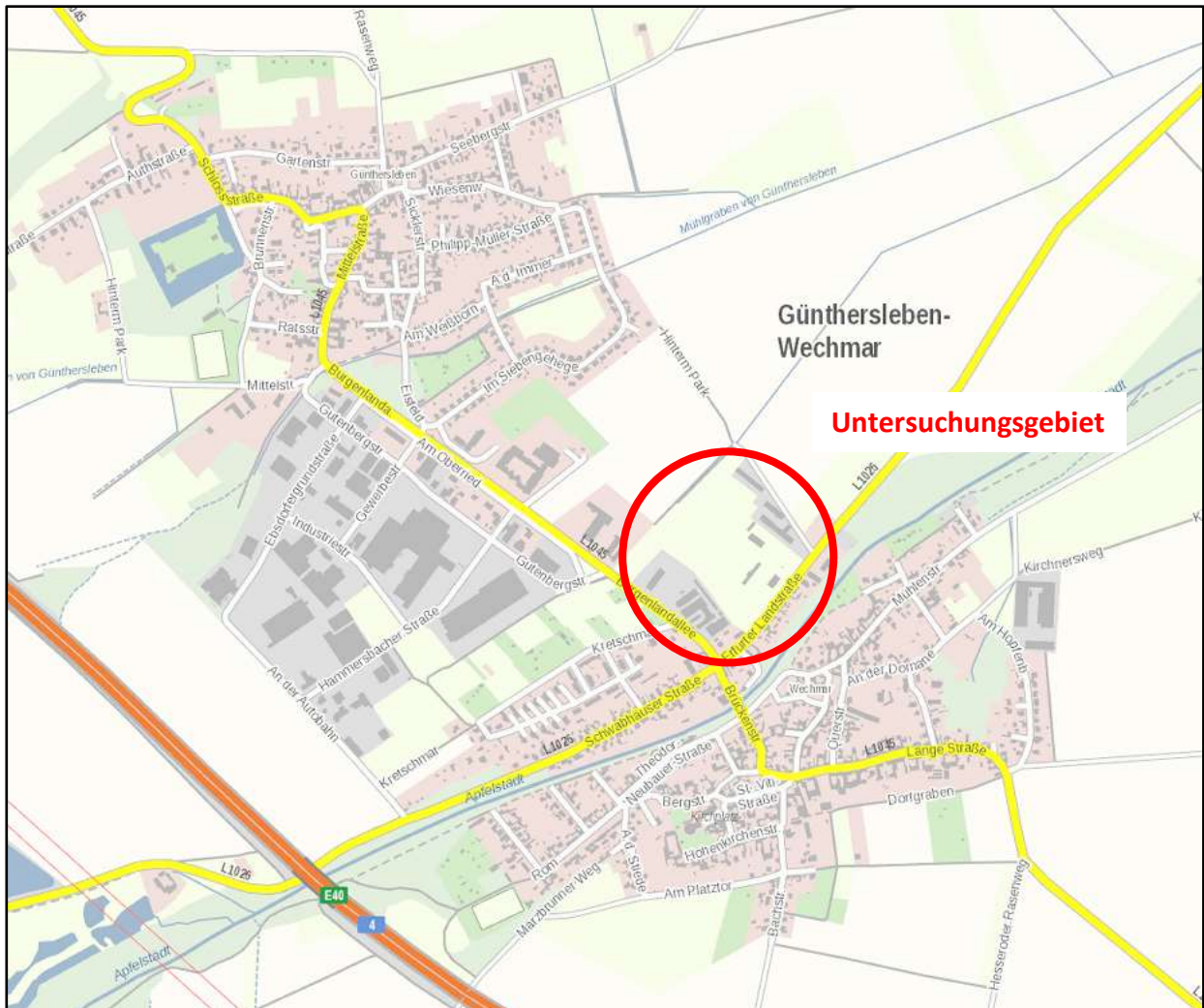


Abbildung 1: Lageübersicht des Untersuchungsgebietes (eingenordet, ohne Maßstab; © GDI-Th).

2 Feststellung

2.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 14.04.2021 auftragsgemäß 17 Rammkernsondierungen (RKS) für die Erschließung durchgeführt. Dabei wurden die RKS im Kleinrammbohrverfahren mit einem Durchmesser von $d = 80$ bis 36 mm nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von $0,5$ bis $3,0$ m unter Oberkante (OK) vorhandenes Gelände abgeteuft. Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden in Anlehnung an die DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689 ingenieurgeologisch angesprochen. Es sind gestörte Bodenproben entnommen worden.

Die Aufschlusstiefe der Rammkernsondierungen wurde durch die Dichte/Festigkeit des Untergrundes begrenzt. Die Geräteauslastung wurde erreicht.

Aufgrund der vorhandenen Bebauung mussten Aufschlüsse teils in den Randbereich oder neben die geplanten Ansatzpunkte versetzt werden, sodass Abweichungen zu den Baugrundverhältnissen im eigentlichen Bereichen nicht auszuschließen sind.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im Aufschlussplan Anlage A 1 dargestellt.

Die Höhen wurden dem digitalen Geländemodell (DGM) des GDI-Th entnommen.

Der maximale Höhenunterschied zwischen den Bohrpunkten beträgt somit $2,7$ m.

Die Höhenkoten dienen ausschließlich dem höhenmäßigen Vergleich der Aufschlüsse untereinander und sind nicht im Sinne einer Ingenieurvermessung, z.B. für Planungszwecke, zu verwenden.

2.2 Geologische Situation

Der Standort befindet sich im zentralen Teil des Thüringer Beckens. Dieses wird von einer weitspannigen Keupermulde gebildet. Im Bereich des Ortes Wechmar wird diese von Störungszonen durchlaufen, die von Nordwest nach Südost streichen. Das Bebauungsgebiet befindet sich am westlich der Störungen, im Bereich der triassischen Festgesteine des Mittleren Keupers (km).

Die Festgesteine des Mittleren Keupers, werden durch dunkelgrau bis rötlichbraune Tonmergel und Tonschluffsteine der Grabfeld Formation (Unterer Gipskeuper) gestellt. Oberflächennah vergipster und z.T. subrodierter Anhydritstein kommt in geringmächtigen Lagen vor. Untergeordnet sind Dolomitmergelsteinlagen, welche feinkörnig, plattig bis bankig und von weißgrauer bis grünlichgrauer Färbung sind, vor. Der Keuper bildet den Schichtenwasserstauer.

Überlagert werden die Festgesteine von z.T. steinigen, sandigen, schluffigen Kiesen der Niederterrasse (qWN) sowie alluvialen und fluviatilen Auesedimenten aus Schluff und Ton.

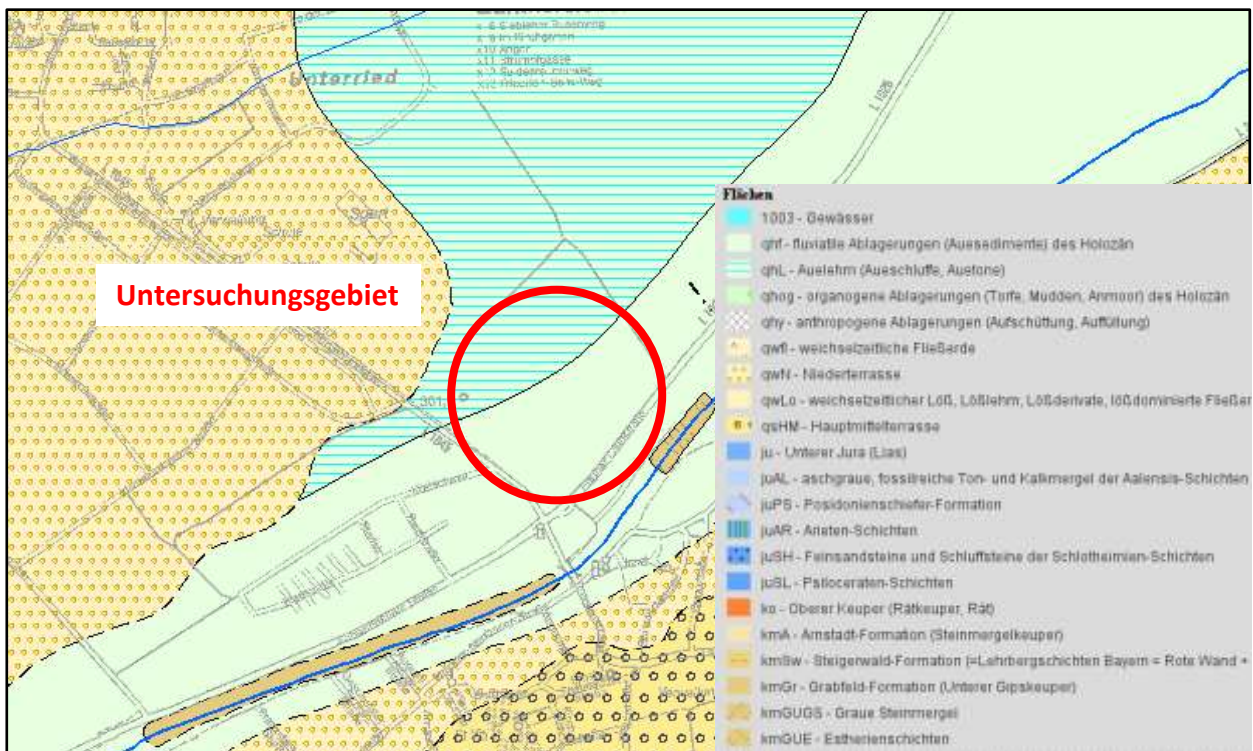


Abbildung 2: Übersicht Geologie (eingenordet, ohne Maßstab; ©TLUBN-Kartendienst).

Erdfall-/Senkungsgefährdung

Der Keuper weist mit den Anhydriten und Gipsen auslaugungsgefährdete Bestandteile auf. Flächenhafte, geringe, gleichmäßig verlaufende Senkungen sind möglich (B-b-II-1).

2.3 Baugrundverhältnisse

Der Baugrund lässt sich im Aufschlussbereich zusammenfassend als ein 5-Schichtsystem beschreiben.

Tabelle 1: Übersicht der Schichten.

| Schicht | Bodenart | Schichtuntergrenze [m u. GOK] | Aufschluss |
|---------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Oberboden | 0,2 bis 0,6 | RKS 2, 3, RKS 5 bis 17 |
| 2 | Auffüllung | 0,3 bis 1,2 | RKS 1 bis RKS 6, RKS 17 |
| 3 | Aueablagerungen | 0,7 bis 1,0 | RKS 2 bis 4, 6, 7, 9, 10, 14 |
| 4 | Niederterrasse | ≥ 0,5 bis ≥ 2,8 | RKS 1 bis 17 |
| 5 | Tonstein, zersetzt bis verwittert | ≥ 3,0 | RKS 10 |

Bedingt durch das Aufschlussverfahren können die tatsächlichen Tiefen von den gemessenen Tiefen abweichen. Naturbedingt kann der Schichtverlauf im Untergrund Schwankungen unterworfen sein. Grundsätzlich gilt nach DIN 4020:2010-12 Abschn. 2.1.1: „Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu [...].“

Detaillierte Angaben zur Bodenhauptart, Baugrundsichtung, Beimengungen, Beschaffenheit und Farbe können den Bohrprofilen in Anlage A 2 entnommen werden.

Für die Einteilung und Bewertung der Erdstoffe wurden Korngrößenverteilungen nach DIN 18123 herangezogen. Die genauen Ergebnisse sind der Anlage A 3 zu entnehmen.

Eine chemische Beurteilung der Erdstoffe der Schichten 2 bis 4 erfolgt in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-037.

Verkehrsflächen-Oberbau

Als Deckschicht steht im Westen bzw. Südwesten, im Bereich der Lagerhallen eine Betondecke sowie in Teilen Pflasterung an. Die Dicke der Pflasterung beträgt 8 cm. Die der Betondecke rd. 16 cm. Da diese nur an einer Stelle erkundet wurde, ist mit Schwankungen zu rechnen.

Unterhalb folgt eine Tragschicht (Auffüllung) mit Schichtdicken rd. 35 cm.

Im Osten, im Bereich der Stallgebäude sind ebenfalls Verkehrsflächen aus Beton (-fertigteilen) angetroffen worden. Erfahrungsgemäß ist hier von einer Stärke von 0,15 bis 0,25 m sowie einer unterlagernden Schottertragschicht von 0,15 bis 0,3 m auszugehen.

Schicht 0: Tragschicht (Verkehrsflächen-Oberbau)

Die aufgefüllte **Tragschicht** unterhalb der Verkehrswege besteht aus einem Erdstoffgemisch, welches überwiegend mit kiesigen Materialien durchsetzt ist. Die Schichtmächtigkeit schwankt zwischen 0,15 bis 0,35 m. In Bereichen mit Schwerlastverkehr ist mit größeren Schichtstärken zu rechnen.

Tabelle 2: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 0. Tragschicht .

| Parameter | Klassifizierung |
|--|--|
| Bodenart | Schottertragschicht Kies, sandig |
| Bodengruppen (DIN 18 196) | [GW] |
| Färbung | graurot |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt) | mitteldicht |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit | groß |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 1 |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12) | V 1 |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127) | G 1 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f ^A | $5 \cdot 10^{-4}$ m/s bis 10^{-3} m/s |

^A kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren

Aufgrund der nur lokal erkundeten Tragschichtmaterialien in geringen Schichtmächtigkeiten wurde auf eine separate abfallcharakterisierende Bewertung dieser verzichtet und als Mischprobe mit der Schicht 2 in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-037 bewertet.

Schicht 1: Oberboden

Als Geländedeckschicht steht ein ca. 0,3 bis 0,6 m mächtiger durchwurzelter **Oberboden** an. Mit Oberboden ist zudem in Straßenrandbereichen sowie derzeitigen Grünflächen zu rechnen. In Abhängigkeit der Vornutzung der Fläche, insbesondere im Bereich von Bebauungen, ist dieser anthropogen umgelagert und kann höhere Schichtmächtigkeiten erreichen.

Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 1: Oberboden.

| Parameter | Klassifizierung |
|--|---|
| Bodenart | Oberboden (Mutterboden) - Sand, stark schluffig, schwach tonig, org. Beimengungen - Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig, org. Beimengungen |
| Bodengruppen (DIN 18196) | OH, [OH], OU |
| Färbung | braun |
| Plastizität | leichtplastisch |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt) | locker |
| Konsistenz | steif |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit | groß |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 3 |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12) | - |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127) | - |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A | $\leq 10^{-5}$ m/s |

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 2: Auffüllung

Im Bereich ehemaliger und aktueller Bestandsgebäude sind als Geländedeckschicht **Auffüllungen** mit Dicken von 0,4 bis 0,9 m angetroffen worden.

Örtlich sind durchaus tiefer aufgefüllte Bereiche und kleine Hohlräume innerhalb der Auffüllung möglich. Im Bereich von Leitungen oder Kanälen sind tiefer aufgefüllte Bereiche zu erwarten.

Die Lagerungsdichte liegt mit geringen Schwankungen vorwiegend im lockeren Bereich. Die bindigen Bestandteile lagen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung in einer steifen Zustandsform vor.

Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 2: Auffüllung.

| Parameter | Klassifizierung |
|--|---|
| Bodenart | Auffüllung - Sand und Kies, schluffig - Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig, teils schwach steinig - Schluff, stark sandig, schwach tonig |
| Bodengruppen (DIN 18196) | [GU*, GU, TL] |
| Färbung | braun, grau, weiß, rot |
| Plastizität | leichtplastisch (TL) |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt) | locker |
| Konsistenz | steif (TL) |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit | mittel bis groß |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 2 bis F 3 |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12) | V 1 bis V 3 |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127) | G 2 bis G 4 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f ^A | $5 \cdot 10^{-8}$ m/s bis 10^{-4} m/s |

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 3: Aueablagerungen

Unterhalb des Oberbodens folgen **leichtplastische Aueablagerungen (T)** mit Dicken von bis zu 0,6 m. Die Aueablagerungen sind durch einen sehr hohen Feinkornanteil charakterisiert. Im Übergang zu der unterlagernden Niederterrasse nimmt der Kiesanteil stark zu.

Tabelle 5: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3: Aueablagerungen.

| Parameter | Klassifizierung |
|--|--|
| Bodenart | Aueablagerungen - Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, teils sehr schwach org. Beimengungen - Kies und Schluff, sandig |
| Bodengruppen (DIN 18196) | TL, GU* |
| Färbung | braun |
| Plastizität | leichtplastisch |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt) | locker bis mitteldicht (GU*) |
| Konsistenz | weich bis steif, steif bis halbfest (TL) |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit | mittel bis groß |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 3 |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12) | V2 (GU*) bis V 3 (TL) |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127) | G 3 (GU*) bis G 4 (TL) |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A | 10^{-8} m/s bis 10^{-5} m/s |

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 4: Niederterrasse

An die Aueablagerungen schließen die **Schotter der Niederterrasse** mit Dicken von rd. 2,1 m an. Im oberen Teil der Schichtung kommen sehr schluffige Lagen vor. Vom Hangenden zum Liegenden nimmt der Feinkornanteil rasch ab.

Bedingt durch das Aufschlussverfahren sind mögliche Stein- und Blockanteile im Terrassenschotter nicht erfasst, diese sind erfahrungsgemäß zu erwarten. Im Terrassenschotter können sich ggf. Tonlinsen befinden, welche jedoch bei der Untersuchung nicht festgestellt wurden.

Tabelle 6: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 4: Niederterrasse.

| Parameter | Klassifizierung |
|--|--|
| Bodenart | Niederterrasse - Kies, sandig, teils sehr schwach schluffig bis schwach schluffig, schwach steinig - Kies, schluffig, sandig, teils steinig |
| Bodengruppen (DIN 18196) | GU*, GU, GW |
| Färbung | braun, graurot |
| Plastizität | - |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt) | mitteldicht bis dicht |
| Konsistenz | - |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit | groß |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 1 (GW) bis F 3 (GU, GU*) |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12) | V 1 (GW) bis V 2 (GU, GU*) |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127) | G 1 (GW) bis G 3 (GU, GU*) |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f^A | 10^{-7} m/s bis 10^{-3} m/s |

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

Schicht 5: Tonstein, zersetzt bis verwittert

Die Festgesteine des Mittleren Keupers, in Form des Tonsteins, wurden in einer Bohrungen bis zur Endteufe von 3,0 m angeschnitten.

Infolge seiner Dichte und Körnung ist das Sedimentgestein im Regelfall nur sehr schwach wasserdurchlässig ($k_f < 1 \cdot 10^{-8}$ m/s). D.h. der Tonstein fungiert als Wasserstauer. Wasser kann nur bis in geringe Tiefen eindringen.

Mit der Tiefe nimmt der Verwitterungs-/Zersetzungsgrad rasch ab und die Festigkeit weiter zu. Der angewitterte Festgesteins wurde nicht angeschnitten.

Tabelle 7: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 5: Tonstein, zersetzt bis verwittert.

| Parameter | Klassifizierung |
|--|--|
| Bodenart | Tonstein, zersetzt bis verwittert |
| Kurzform (DIN 4023:2006-02); Bodengruppe (DIN 18196:2011-05) | Tst |
| Färbung | grau |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt) | mitteldicht bis dicht |
| Konsistenz | halbfest bis fest |
| Plastizität | mittelplastisch |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit | groß |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 3 |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12) | V 2 bis V 3 ^B |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127) | G 2 bis G 3 ^B |
| Veränderlichkeit in Wasser (DIN EN 14689-1) | veränderlich - stark veränderlich, Grad 3 - 4 |
| Durchlässigkeitsbeiwert k_f ^A | $5 \cdot 10^{-10}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-9}$ m/s |

^A Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

^B Auf entsprechende Korngrößenverteilung und ggf. notwendige Brechung des Materials ist zu achten.

2.4 Hydrologische Verhältnisse

Grundwasser wurde durch die Bohrungen RKS 10 und 17 in einer Tiefe von 1,8 m u. GOK angetroffen. Dies entspricht Höhen von 297,5 und 296,6 m NHN.

Die Hydrogeologische Karte weist als oberes Grundwasserstockwerk die Schotter der Niederterrasse aus. Oberflächenwasser staut sich auf den nur sehr schwach durchlässigen Tonstein auf.

Die Hydrogeologische Übersichtskarte (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HÜK 50) gibt einen berechneten Mittleren Grundwasserflurabstand von 3 bis 4 m an. Des Weiteren kann der Grundwasserflurabstand erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Der Bemessungsgrundwasserstand (MHGW) ist anhand der vorliegenden Informationen auf einen Schwankungsbereich von 1 bis 3 m unter GOK anzusetzen.

Für die Musterrechnung der Sickeranlage wird im Weiteren von dem bei 1,8 m angetroffenen Grundwasserstand ausgegangen.

Aufgrund der Größe des Gebietes sind Schwankungen in der Schichtmächtigkeit und Tiefe des Terrassenschotters zu erwarten. Wir empfehlen im Bereich der geplanten Grünanlagen bzw. der Versickerungsanlagen min. 2 dauerhafte Grundwassermessstellen zu errichten. Ausgestattet mit jeweils einem Datenlogger kann so der jahreszeitliche Grundwasserschwankungsbereich sowie der MHGW genauer eingegrenzt werden. Die Messstellen können für langfristige Messungen verbleiben sowie für die Berechnung von dezentralen Sickeranlagen herangezogen werden.

Unabhängig vom Grundwasserstand, weisen wir darauf hin, dass aufgrund der umliegenden bindigen Böden Stau- und Schichtwasserbildungen nicht ausgeschlossen werden können. Insbesondere kommt es zum Aufstauen und der lateralen Verteilung von Wasser auf dem Tonstein. Ein Abfluss in tiefere geologische Schichten findet nur untergeordnet statt.

Der Bereich liegt außerhalb eines Trinkwassereinzugsgebietes. Das Grundwasser ist am Standort als „Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen“ einzuordnen.

2.5 Auswertung Sickerversuch und Siebungen

Die Sondierung RKS 1 wurde zum Versickerungsversuch im Bohrloch erfolgreich ausgebaut. Als Sickerschicht wurde der Schotter der Niederterrasse (Schicht 4) gewählt. Des Weiteren wurden Siebungen an Proben der Sondierungen RKS 1, 2, 7 und 13 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 aufgelistet. Details können den Anlagen 3 und 4 entnommen werden.

Tabelle 8: Ermittelte Durchlässigkeiten.

| Sondierung | Probe | Tiefe [m] | Durchlässigkeit [m/s] Beyer erzwungen |
|------------|--------------|-----------|--|
| RKS 1 | Versickerung | 1,0-1,7 | $1,2 \times 10^{-4}$ |
| RKS 1 | Siebung | 1,3-1,7 | $2,3 \times 10^{-4}$ |
| RKS 2 | Siebung | 1,0-1,7 | $8,7 \times 10^{-5}$ |
| RKS 7 | Siebung | 0,7-0,9 | $2,1 \times 10^{-4}$ |
| RKS 13 | Siebung | 0,6-0,8 | $2,4 \times 10^{-4}$ |

Über die Fläche kann der Mittelwert angenommen werden.

Minimum: $8,7 \times 10^{-5}$ m/s

Maximum: $2,4 \times 10^{-4}$ m/s

Mittelwert: $1,9 \times 10^{-4}$ m/s

Die mittlere Durchlässigkeit der Gesamtschichtung beträgt $k_{fm} = 1,9 \cdot 10^{-4}$ m/s.

3 Folgerungen

3.1 Eignung als Standort

Das Erschließungsgebiet ist aus boden-physikalischer Sicht für eine Versickerung geeignet. Für die Versickerung hat der Schotter der Niederterrasse (Schicht 5) zu dienen.

Für die Wohnhäuser kann eine Versickerung über Mulden, Rigolen und Mulden-Rigolen erfolgen. Eine Begrünung von Mulden z.B. von Grundstücksgrenzen ist möglich. Das Vorschalten von Zisternen mit Drosselabfluss ist ebenfalls möglich. Die Anlagengröße ist für jedes Objekt separat zu bemessen und durch einen Sickerversuch zu bestätigen.

Für die Versickerung von Wässern, welche auf den Verkehrswegen und Gebäuden anfallen, kann dies als Anlagen entlang der Fahrbahnen erfolgen. Alternativ sind eine oder mehrere dezentrale Sickeranlagen in den Parkanlagen möglich.

Anfallendes Schichtwasser kann die Leistung der Versickerungsanlage beeinflussen, daher sind Überlaufmöglichkeiten mit einer Oberflächenversickerung zu schaffen. Bei der Planung und Ausführung der Anlage sind die hydrologischen Verhältnisse zu beachten.

Die Voraussetzungen und Technischen Grundlagen zur Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind in dem Regelwerk der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. im Arbeitsblatt DWA-A 138 (04/2005) festgelegt. Demnach sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen. Dies ist erfüllt.

Bei k_f -Werten größer als $1 \cdot 10^{-3}$ m/s sickern die Niederschlagsabflüsse bei geringen Grundwasserflurabständen so schnell dem Grundwasser zu, dass eine ausreichende

Aufenthaltszeit und damit eine genügende Reinigung durch chemische und biologische Vorgänge nicht erzielt werden kann.

Die allgemeinen Grundsätze zum Umgang mit Regenwasser kann dem Merkblatt DWA-M 153 entnommen werden.

3.2 Sickeranlagen

Zentrale Sickeranlagen

Für Zentrale Versickerungsanlagen der Verkehrswege sowie Gebäude empfehlen wir min. eine Anlage in den beiden geplanten Grünanlagen (Bereich RKS 1 und 2 sowie RKS 7 und 13) zu errichten. Hier ist die Einbindung in die Niederterrasse möglich. Während oder besser vor der Bauausführung ist die angenommene Durchlässigkeit durch zusätzliche Sickerversuche (z.B. im Baggerschurf) zu bestätigen, um die endgültige Abmessung der Sickeranlage sicher zu bestimmen. Des Weiteren empfehlen wir die jahreszeitlichen Grundwasserschwankungen durch min. 1. Grundwassermessstelle je Grünfläche zu dokumentieren und zu kontrollieren. Für eine zentrale Versickerung empfehlen wir als Anlage ein Versickerungsbecken zu wählen. Ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ist vorauszusetzen. Dies ist nach derzeitigem Kenntnisstand gegeben, ist jedoch durch wie zuvor beschrieben, durch einen Baggerschurf zu bestätigen.

Dezentrale Sickeranlagen

Für die dezentrale Versickerung fordert das Bundesbodenschutzgesetz den Schutz des Grundwassers in Form geeigneter Sickeranlagen. Daher ist es erforderlich, Sickeranlagen zu wählen, die eine umweltverträgliche Sickergeschwindigkeit und weiträumige Einleitung ermöglichen. Unsererseits wird deshalb eine Versickerung mittels **Mulden-Rigolen-System oder Versickerungsbecken** empfohlen. Im Folgenden wird auf eine Rigole bzw. Mulde als Sickeranlage eingegangen.

Diese Versickerungsarten gewährleisten ein hohes Speichervolumen (zwecks Zwischenspeicherung, langsame Einleitung dadurch möglich) und zum anderen eine

weiträumige Einleitung des Wassers in den Untergrund. Dies wirkt sich günstig auf die Oberbodenstabilität und die Filterwirkung aus.

Als Sickerschicht hat die **Niederterrasse (Schicht 5)** zu dienen. Bindige und feinkornreiche Schichten sind zu durchstoßen oder auszutauschen. Auf eine frostsicher Einbindtiefe von 0,8 m ist zu achten. Die Abmessungen der Anlage können variiert werden.

Die Versickerungsanlage ist mit einem Abstand von $\geq 3,0$ m von Gebäuden und $\geq 3,0$ m von anderen Rigolenkörpern anzuordnen.

Die Zuleitung des Wassers hat über eine ungeschlitzte Rohrleitung zu erfolgen. In den Einlaufbereichen ist ein Kontroll- und Filterschacht (DN 500 bis 1000) anzuordnen. Ein Feinfilter bzw. eine Filteranlage muss gewährleisten, dass keine Feinst- bzw. Feinbestandteile in die Rigolenkörper gelangen, da diese die Funktion der Anlage beeinträchtigen. In die Rigole ist nur gereinigtes Wasser einzuleiten. Beim Einleiten von ungereinigtem Wasser ist ggf. eine nachträgliche Verlängerung der Anlage notwendig. Am Rigolenende ist ein Kontrollschacht (\geq DN 300) mit Belüftungsmöglichkeit zu schaffen. Die Unterkante des Einlaufrohres in den Schacht muss zur Vermeidung eines Rückstaus auf Höhe bzw. oberhalb der Oberkante des Rigolenkörpers liegen. Die Rigolensohle ist horizontal anzulegen, um eine gleichmäßige und ausreichende Versickerung zu erreichen.

Variante 1: Rohr-Rigole (kiesverfüllter Graben)

Die Rigole ist als kiesverfüllter Graben auszuführen. Als Verfüllung hat ein Filterkies (z.B. der Körnung 8/16, 16/32 etc.; ohne Feinkorn mit Korndurchmesser $\leq 0,063$ mm) zu dienen.

Um eine punktförmige Wassereinleitung auszuschließen ist ein Teilsickerrohr (z.B. DN 200 bis 350; der Berechnung liegt ein DN 300 zugrunde) im Graben zu verlegen, welches das zufließende Wasser über die gesamte Rigolenlänge verteilt. Das Sickerrohr erhöht außerdem die Speicherkapazität der Anlage. Die Kiesverfüllung der Rigole ist zur Vermeidung eines Einfließens von feinkörnigen Bestandteilen und zur Gewährleistung der Filterfestigkeit mit einem (mechanisch verfestigtem) Schutzvlies zu umhüllen. Dafür kann z.B. ein einschichtiger Vliesstoff aus Polyethylen verwendet werden. Oberhalb der Kiesfüllung bzw. des abdeckenden Filtervlieses kann das Ursprungsmaterial eingebaut werden. Dieses kann ggf.

mit flachwurzelnden Gewächsen begrünt werden. Im Bereich einer Verkehrsfläche hat der Einbau oberhalb des Rigolenkörpers mit einem verdichtungsfähigen Schottermaterial etc. zu erfolgen.

Variante 2: Rigolenkästen (Box-Rigole)

Die Rigole ist mittels Rigolenkästen (Box-Rigole) herzustellen. Diese bietet neben einer höheren Speicherkapazität auch eine größere Belastbarkeit, so dass eine Verwendung unterhalb von Verkehrsflächen (Zufahrten / Parkplätzen) begünstigt wird. Die Rigolenkästen sind mit einem (mechanisch verfestigtem) Schutzvlies komplett zu umhüllen, um einen Feinkorneintrag zu verhindern. Dafür kann z.B. ein einschichtiger Vliesstoff aus Polyethylen verwendet werden. Der Raum um die Rigole ist mit Filterkies (z.B. der Körnung 8/16, 16/32) zu verfüllen. Oberhalb der Kiesfüllung bzw. des abdeckenden Filtervlieses kann das Ursprungsmaterial eingebaut werden. Dieses kann ggf. mit flachwurzelnden Gewächsen begrünt werden. Im Bereich einer Verkehrsfläche hat der Einbau oberhalb des Rigolenkörpers mit einem verdichtungsfähigen Schottermaterial etc. zu erfolgen.

Variante 3: Mulde

Diese Versickerungsart gewährleistet eine weiträumige Einleitung des Wassers in den Untergrund. Dies wirkt sich günstig auf die Oberbodenstabilität und die Filterwirkung aus.

Als Sickerschicht hat die Niederterrasse (Schicht 5) zu dienen. Der Oberboden und die Aueablagerungen sind zu durchstoßen und durch ein gut versickerungsfähiges Material ($k_f \geq 1 \times 10^{-5}$) zu ersetzen. Der erforderliche Mindestabstand nach DIN 4261-5 zum MHGW von mind. 0,3 m bzw. 1,0 m wird hierbei sicher eingehalten.

Folgende Hinweise sind bei der Ausführung zu beachten:

- Die Mulden können je nach verfügbarer Freifläche oder Gestaltungswunsch unterschiedlich tief ausgebildet werden. Empfehlenswert sind Tiefen zwischen 20 cm und 30 cm (geplant mit 30 cm tief).

- Um die für die dauerhafte Versickerung erforderliche Wurzelzone zu schaffen, muss der Boden unter der geplanten Muldensohle noch 0,2 m tiefer ausgehoben und dann locker wieder aufgefüllt werden.
- Beim Bau der Mulden ist die sorgfältige Ausarbeitung einer waagerechten Sohle wichtig, damit besonders bei kleineren Regenereignissen keine ungleichmäßige Verteilung des Wassers auf der Sohle stattfindet.
- Auf die möglichst flache Ausbildung der Böschungsbereiche muss besonders geachtet werden.
- Das Böschungsverhältnis sollte zwischen 1:2,5 und 1:5 liegen. Ein Böschungsverhältnis von 1:2,5 bedeutet, dass bei einer Muldentiefe von 20 cm die Böschungsbreite 50 cm beträgt.
- Als Pflanzsubstrat für das Muldenbett sollten mindestens 25-30 cm humushaltige Oberböden vorhanden sein. Bei schweren, mit lehmigen Feinbestandteilen angereicherten Oberböden, sollten ca. 30 bis 40 % Fein- bis Mittelsand zugemischt werden.
- Eine schnelle Begrünung der Mulde (Rasenansaat) ist anzustreben. Ebenso sollte das Umfeld der Anlage begrünt werden. Die Vegetation in der Mulde ist zu pflegen.
- Randbepflanzung mit Bodendeckern möglich.
- Die Muldenfläche darf nicht mit Baufahrzeugen befahren oder anderweitig verdichtet werden.
- Zwischen dem Einlauf in die Mulde und der Muldensohle muss ein Abstand von mindestens 0,1 m vorhanden sein. Am Einlauf der Mulde ist ein Erosionsschutz (z.B. eine Steinschüttung) erforderlich.
- Es muss gewährleistet werden, dass keine Feinst- bzw. Feinbestandteile in die Anlage gelangen, da diese die Funktion der Anlage beeinträchtigen können. In die Anlage ist nur gereinigtes Wasser einzuleiten.

4 Versickerungsnachweis

Für eine Vorberechnung wird eine Referenzfläche von 100 m² angenommen. Die Anlagen sind entsprechend den wahren Flächendaten sowie den geologischen Gegebenheiten an Ort und Stelle in der späteren Planung anzupassen.

Tabelle 9: Übersicht der Eingangswerte für das Niederschlagswasser.

| Eingangswerte für die Berechnung der Niederschlagsversickerung | |
|---|---------------------------------------|
| Bemessungswasserdurchlässigkeit | $k_1 = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ |
| zu versickernde Fläche | $A = 100 \text{ m}^2$ |
| Abflussbeiwert | $\Psi = 1,0$ |
| rechnerisch anzusetzende Fläche | $A_u = 100 \text{ m}^2$ |
| Häufigkeit des Bemessungsregens | $n = 0,2 \cdot \text{a}^{-1}$ |
| <i>D.h., die Bemessung bzw. der Nachweis erfolgen unter Ansatz eines Bemessungsregens, der in fünf Jahren einmal überschritten werden darf.</i> | |

Tabelle 10: Vorbemessung der Rigole für die Niederschlagsversickerung.

| Rigolen Vorbemessung der Niederschlagsversickerung | |
|--|---|
| Rigolenbreite | $b = 1,0 \text{ m}$ (gewählt) |
| Rigolenhöhe | $h = 0,5 \text{ m}$ (gewählt) |
| Sickerrohranzahl | $n_R = 0$ bzw. 1 |
| Sickerrohrquerschnitt | $d_R = 0,30 \text{ m}$ (DN 300) |
| Speicherkoeffizient | $s = 0,35$ (gewaschener Kies ohne Rohr) |

Variante 1: Rohr-Rigole

Die Vorbemessung der Rigole und die Berechnung erfolgt entsprechend DWA-A 138.

Unter Ansatz verschiedener Regendauerstufen „D“ in Gleichung A.18 (DWA-A 138) wird die maximale und damit erforderliche Rigolenlänge „L“ ermittelt (siehe auch Anlage 5).

Die maximale und damit erforderliche Rigolenlänge von $L_{\text{erf.}} = 5,0 \text{ m}$ ergibt sich hierbei bei einer Regendauer von $D = 20 \text{ min}$.

Das effektive Speichervolumen der vorhandenen Rigole beträgt $V_s = b \cdot h \cdot L \cdot s = 1,1 \text{ m}^3$.

Während des Bemessungsregens fällt ein Spitzenabfluss von 136 l/s*ha an.

Variante 2: Rigolen (kiesverfüllter Graben)

Die Vorbemessung der Rigole und die Berechnung erfolgt entsprechend DWA-A 138.

Unter Ansatz verschiedener Regendauerstufen „D“ in Gleichung A.18 (DWA-A 138) wird die maximale und damit erforderliche Rigolenlänge „L“ ermittelt (siehe auch Anlage 5).

Die maximale und damit erforderliche Rigolenlänge von $L_{\text{erf.}} = 5,7 \text{ m}$ ergibt sich hierbei bei einer Regendauer von $D = 150 \text{ min}$.

Das effektive Speichervolumen der vorhandenen Rigole beträgt $V_s = b * h * L * s = 1,0 \text{ m}^3$.

Während des Bemessungsregens fällt ein Spitzenabfluss von $160,3 \text{ l/s*ha}$ an.

Variante 3: Mulde

Die Vorbemessung der Mulde und die Berechnung erfolgt entsprechend DWA-A 138.

Unter Ansatz verschiedener Regendauerstufen wird die maximale und damit erforderliche Muldenfläche „A_s“ ermittelt (siehe auch Anlage 5). Die Einstauhöhe von $0,3 \text{ m}$ ist nicht zu überschreiten. Die Entleerung muss innerhalb von 24 h erfolgen.

Die maximale und damit erforderliche Muldengröße von $A_s = 7,5 \text{ m}^2$ ergibt sich hierbei bei einer Regendauer von $D = 60 \text{ min}$.

Das effektive Speichervolumen beträgt $V_s = b * h * L * s = 2,2 \text{ m}^3$.

Während des Bemessungsregens fällt ein Spitzenabfluss von 65 l/s*ha an.

Variante 4: Versickerungsbecken

Für Versickerungsbecken sind in der Regel hohe Durchlässigkeiten von $k_f \geq 10^{-5} \text{ m/s}$ notwendig, um eine schnelle Entleerung zu gewährleisten. Wir empfehlen eine Absetzanlage vorzuschalten. Hierdurch wird der Eintrag von Feinstoffen, welche zum Zusetzen und Verringerung der Versickerungsleistung führen, minimiert. Sollte solch eine Anlage in Betracht gezogen werden, ist min. 1 Sickerversuch im Baggerschurf je Baufeld der Anlage durchzuführen, um die geforderte Durchlässigkeit zu bestätigen.

4.1 Zusammenfassung

Folgend sind die Ergebnisse für die Beispielbemessung für 100 m² anzuschließende Fläche zusammengefasst dargestellt:

Tabelle 11: Abmessung der Rigole für die Niederschlagsversickerung.

| | | Rohr-Rigole | Rigole | Mulde |
|--------|-----|-------------|--------|-------|
| Breite | b = | 1,0 m | 1,0 m | 1,0 |
| Höhe | h = | 0,5 m | 0,5 m | 0,3 |
| Länge | L = | 5,0 m | 5,7 m | 7,5 m |

4.2 Hinweise

Bei den angegebenen Rigolengröße handelt sich um Vorberechnungen. Die Größe der Anlagen kann durch die Verringerung von Abflussbeiwerten, z.B. durch Pflasterung von Verkehrsflächen deutlich reduziert werden. Des Weiteren sind Versickerungssystem oder die Zu-/Abfluss in Grünflächen (Gräben, Mulden) denkbar. Die gestalterische Umsetzung obliegt dem Planer. Für weitere Ideen, Berechnungen, Planungsgespräche etc. stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

5 Schlussbemerkungen

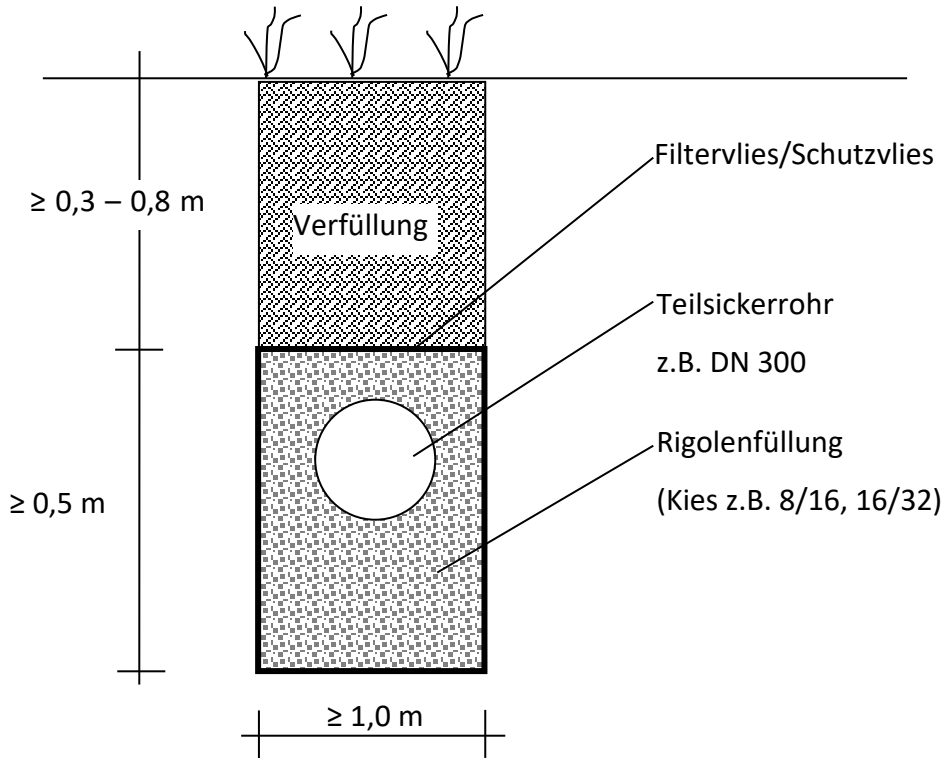
Der vorliegende Sickerachweis ersetzt keine ausführungstechnische Planung der Sickeranlagen und der Rückstausicherung in Bezug auf das Gebäude und die Anlagen. Die Sickeranlagen sind gemäß DIN 4261 regelmäßig zu warten, reinigen und auf Funktionstauglichkeit zu überprüfen. Es sind entsprechende Wartungsverträge abzuschließen. Vor allem der Sand ist mindestens jährlich aus dem Einlaufschacht/Sandfang zu beräumen.

Insbesondere unter Berücksichtigung der geologischen Gesamtsituation ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den realisierten Erkundungen um Punktaufschlüsse handelt, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung möglich sind. Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden, ist der Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren. Die im vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung zur Versickerung. Eine Beurteilung eventuell auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen wurde nicht vorgenommen. Bei den Felduntersuchungen wurden keine weiteren Auffälligkeiten registriert.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.

Prinzipschnitte

Querschnitt



Längsschnitt

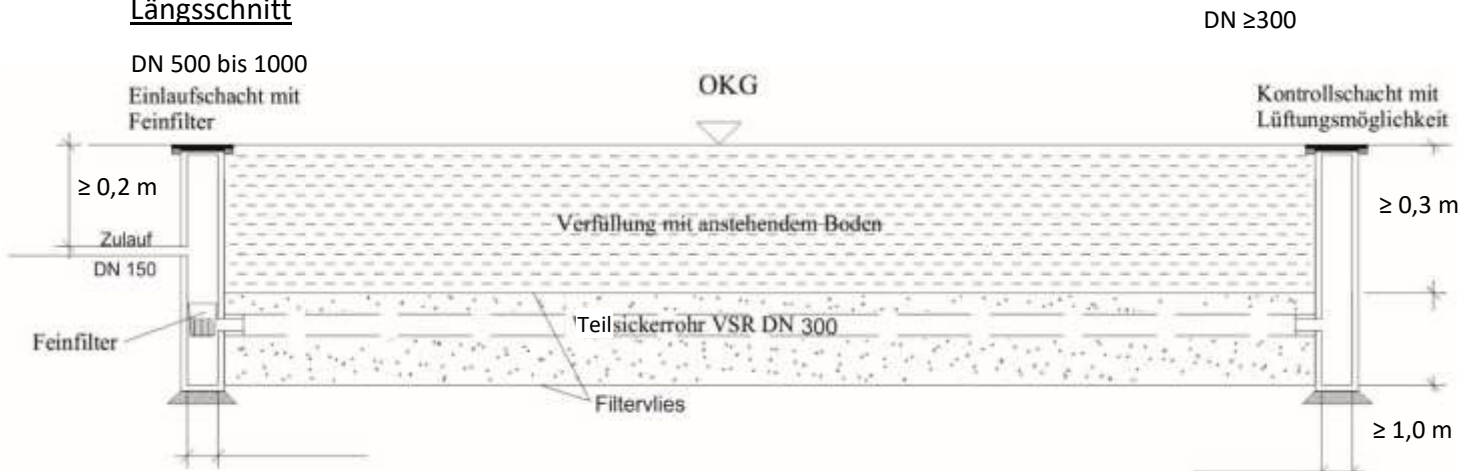
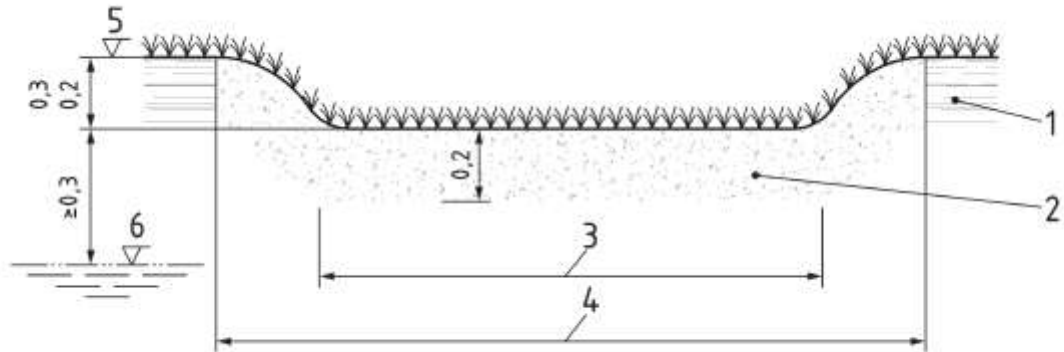


Tabelle 12: Beispiel einer Versickerungsmulde (Quelle: DIN 4261-5).



Legende

- 1 Oberboden, (Mutterboden) natürlich anstehend
- 2 Oberboden, wieder eingebaut
- 3 Sohle
- 4 Ausschachtungsbereich
- 5 Geländeoberkante
- 6 Höchster Grundwasserstand (HGW)



Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Alllasten

Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Projekt: Erschließung eines Wohngebietes - Erfurter Landstraße/ Burgenlandallee - Drei Gleichen OT Wechmar

Projektnr.: B21-115

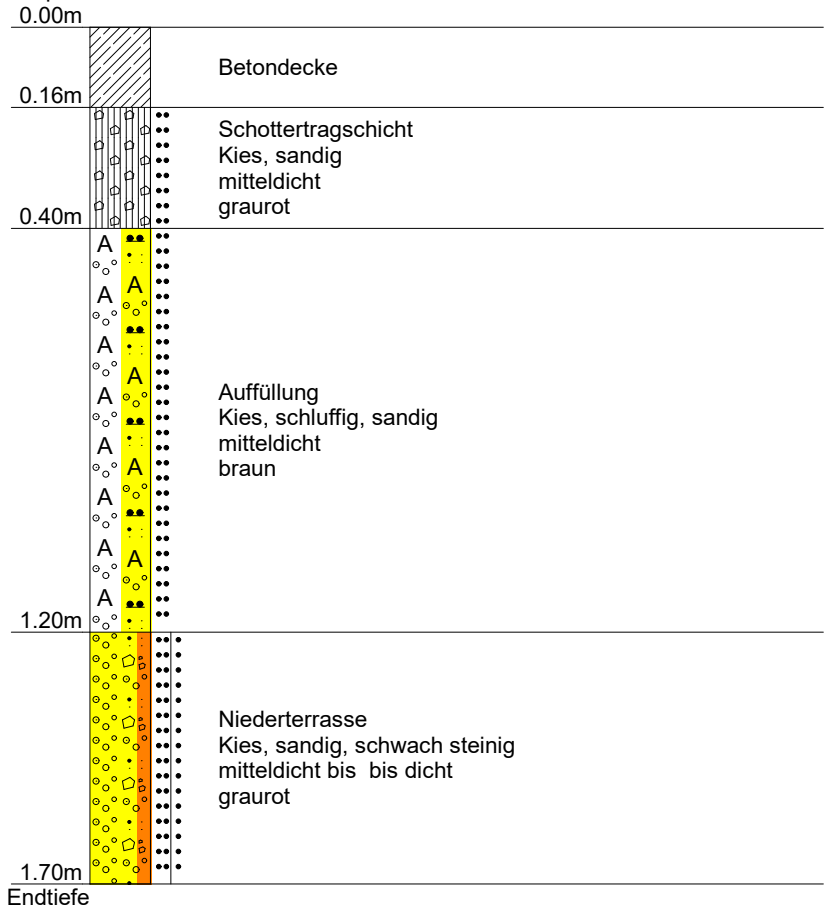
Anlage: 1

Maßstab: ca. 1:2000

Datum: 14.04.2021

RKS 1

Ansatzpunkt: 300.30 m NHN

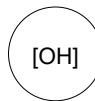
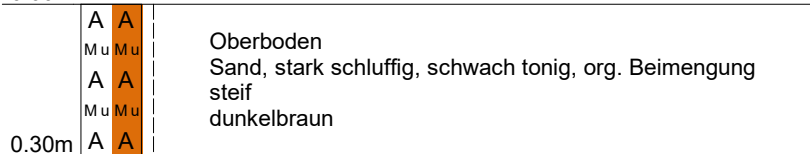


Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

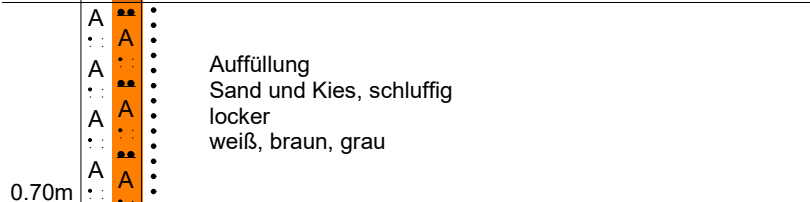
RKS 2

Ansatzpunkt: 300.10 m NHN

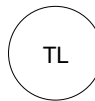
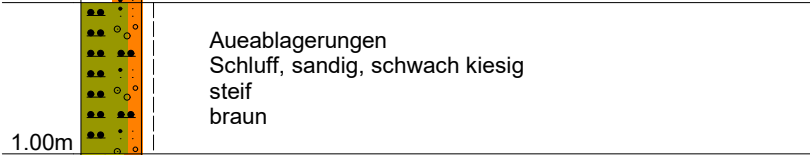
0.00m



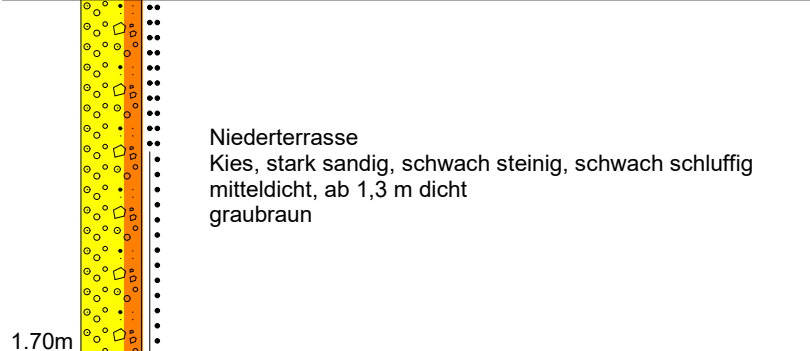
0.30m



0.70m



1.00m



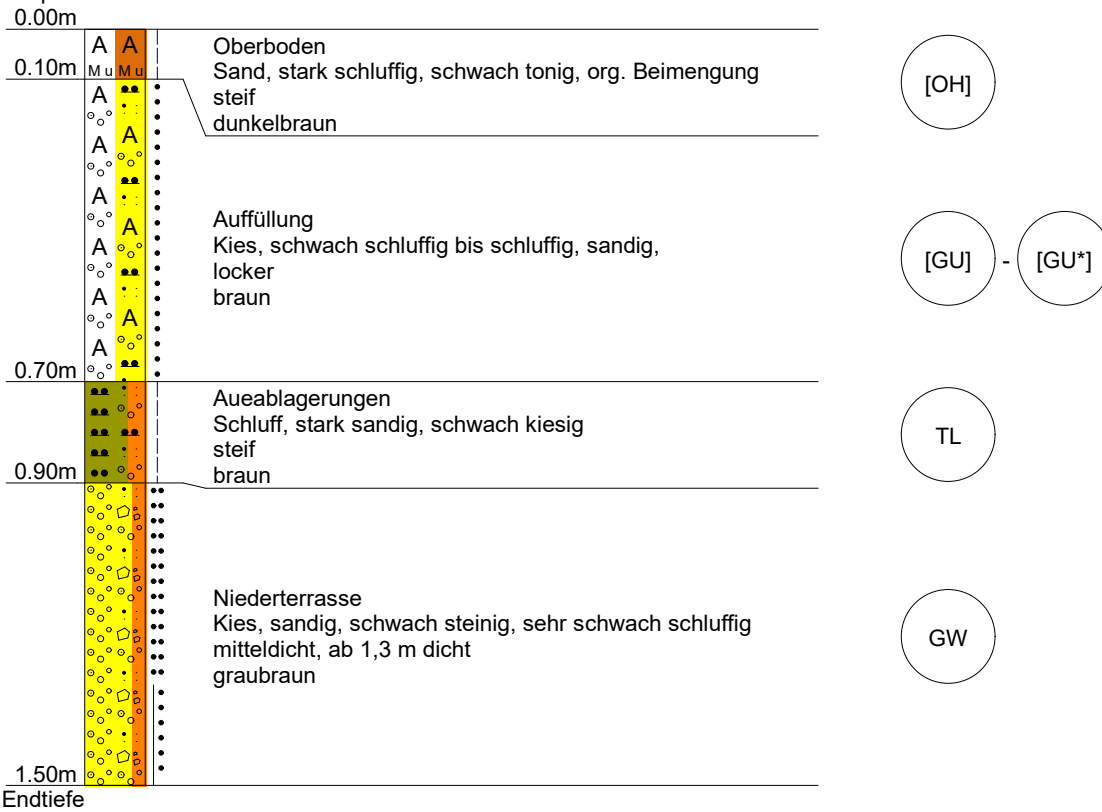
1.70m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 3

Ansatzpunkt: 300.30 m NHN

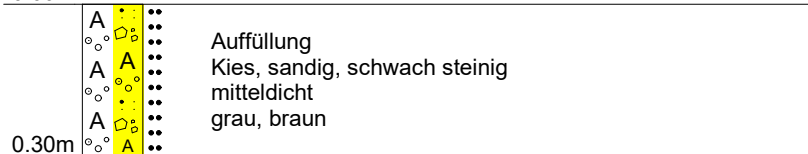


Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 4

Ansatzpunkt: 300.60 m NHN

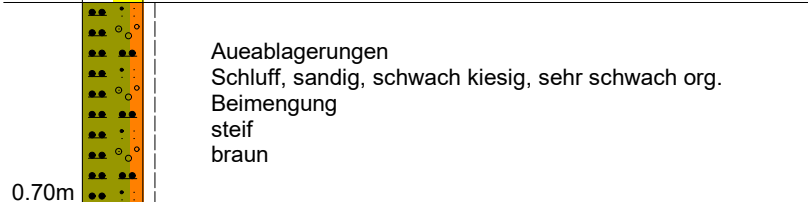
0.00m



Auffüllung
Kies, sandig, schwach steinig
mitteldicht
grau, braun



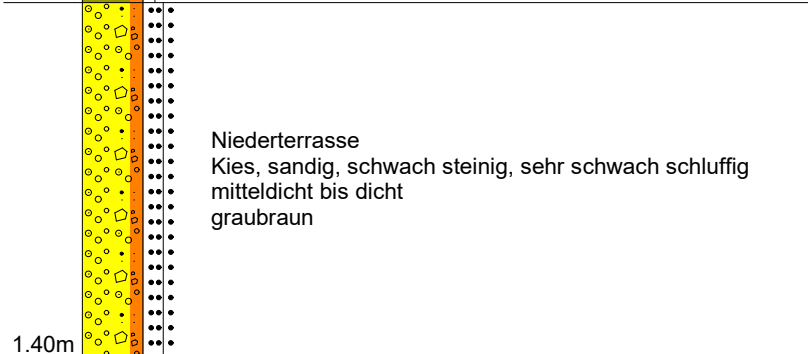
0.30m



Aueablagerungen
Schluff, sandig, schwach kiesig, sehr schwach org.
Beimengung
steif
braun



0.70m



Niederterrasse
Kies, sandig, schwach steinig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graubraun



1.40m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 5

Ansatzpunkt: 298.00 m NHN

0.00m



Oberboden
Sand, stark schluffig, schwach tonig, org. Beimengung
steif
dunkelbraun



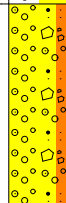
0.60m



Auffüllung
Kies, sandig, schwach schluffig, sehr schwach org.
Beimengung
locker
dunkelbraun



0.90m



Niederterrasse
Kies, sandig, schwach steinig
dicht
graubraun



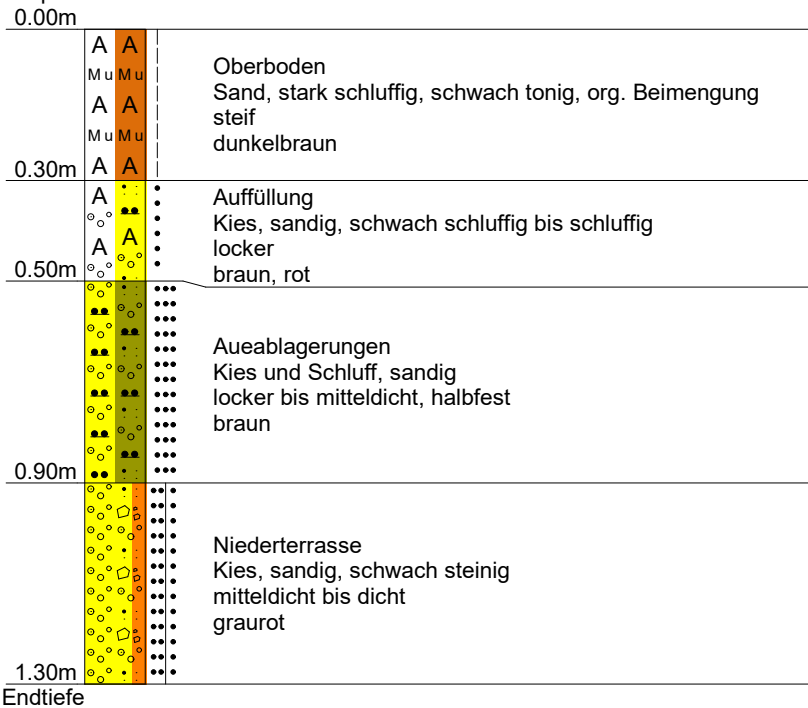
1.30m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 6

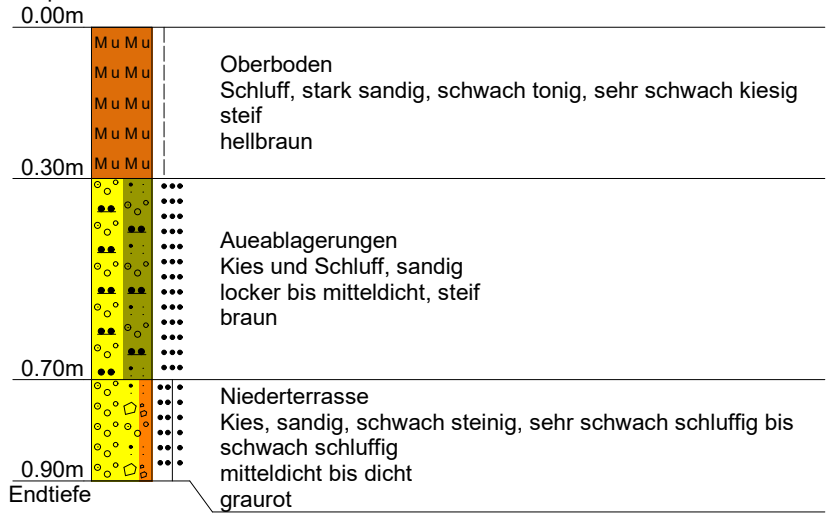
Ansatzpunkt: 297.90 m NHN



Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 7

Ansatzpunkt: 298.30 m NHN



OU

TL - GU*

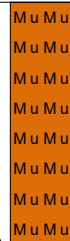
GU - GW

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 8

Ansatzpunkt: 298.20 m NHN

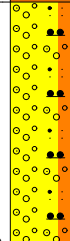
0.00m



Oberboden
Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
hellbraun



0.50m



Niederterrasse
Kies, sandig, schluffig
mitteldicht bis dicht
braun



1.00m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 9

Ansatzpunkt: 298.00 m NHN

0.00m



Oberboden
Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



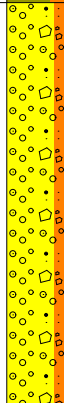
0.50m



Aueablagerungen
Schluff, stark sandig, schwach tonig
weich bis steif
braun



0.70m



Niederterrasse
Kies, sandig, schwach steinig
mitteldicht bis dicht
graurot



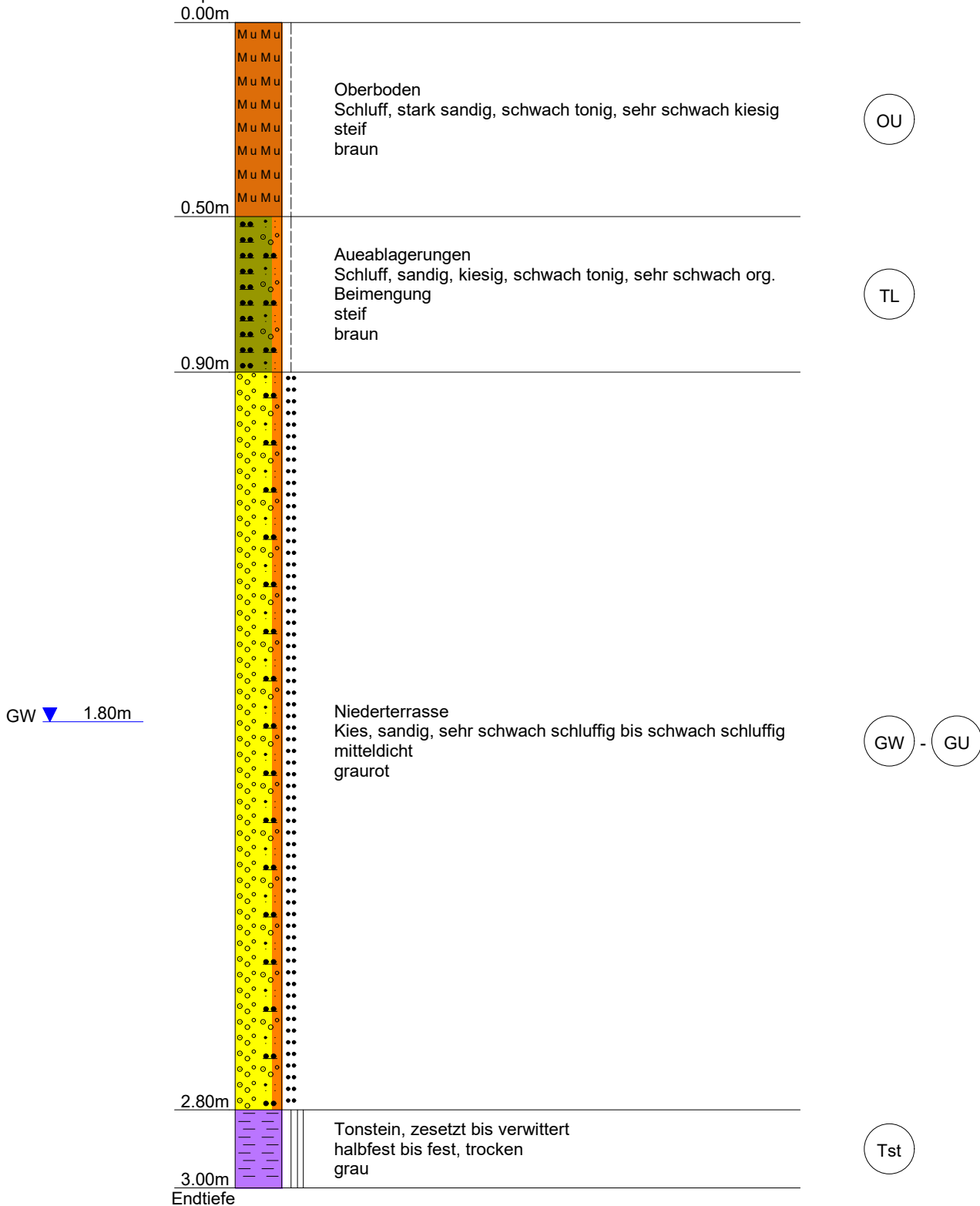
1.50m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 10

Ansatzpunkt: 298.40 m NHN

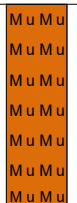


Kein weiterer Bohrfortschritt

RKS 11

Ansatzpunkt: 299.40 m NHN

0.00m

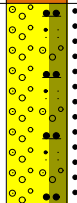


Oberboden

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



0.40m

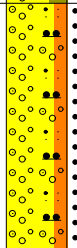


Niederterrasse

Kies, stark schluffig, sandig
mitteldicht
braun



0.80m



Niederterrasse

Kies, sandig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graurot



1.30m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 12

Ansatzpunkt: 298.90 m NHN

0.00m



Oberboden

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



0.40m

Niederterrasse

Kies, schluffig, sandig
mitteldicht
braun



0.70m

Niederterrasse

Kies, sandig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graurot



1.30m

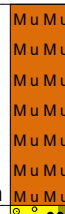
Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 13

Ansatzpunkt: 298.70 m NHN

0.00m

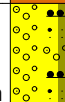


Oberboden

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig
steif
braun



0.40m

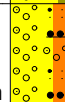


Niederterrasse

Kies, schluffig, sandig
mitteldicht
braun



0.60m



Niederterrasse

Kies, stark sandig, sehr schwach schluffig
mitteldicht bis dicht
graurot



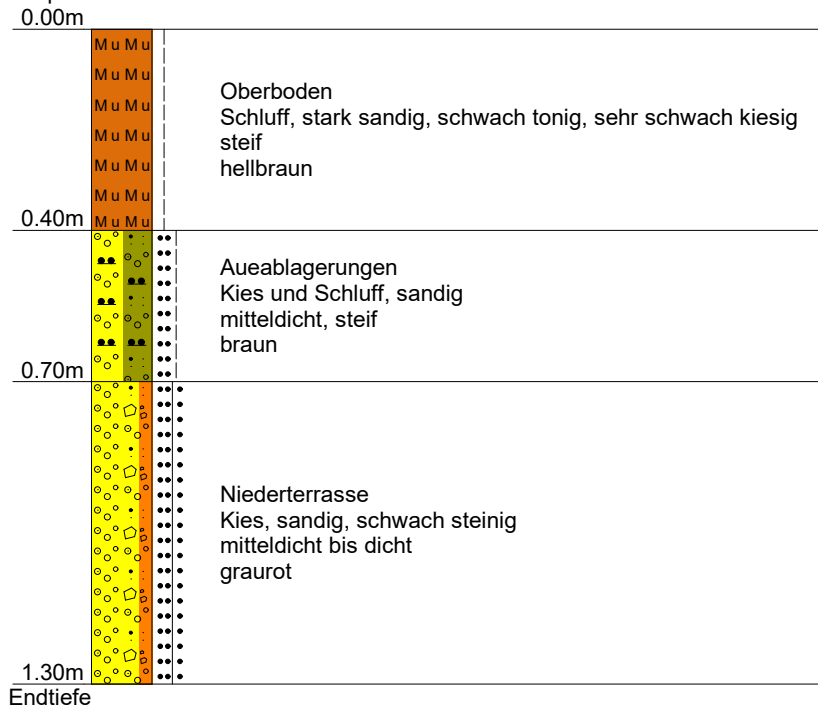
0.80m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 14

Ansatzpunkt: 298.40 m NHN



Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 15

Ansatzpunkt: 298.50 m NHN

0.00m

M u M u

Oberboden

M u M u

Schluff, stark sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig

M u M u

steif
braun

0.20m

••

Niederterrasse

••

Kies, schluffig, sandig

••

mitteldicht

••

braun

0.50m

••

Endtiefe

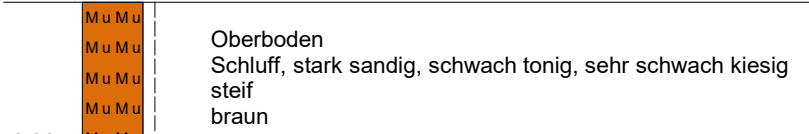


Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

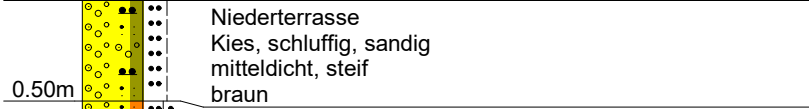
RKS 16

Ansatzpunkt: 299.00 m NHN

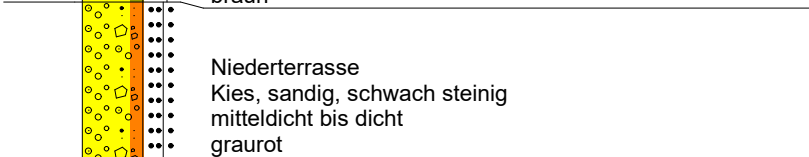
0.00m



0.30m



0.50m



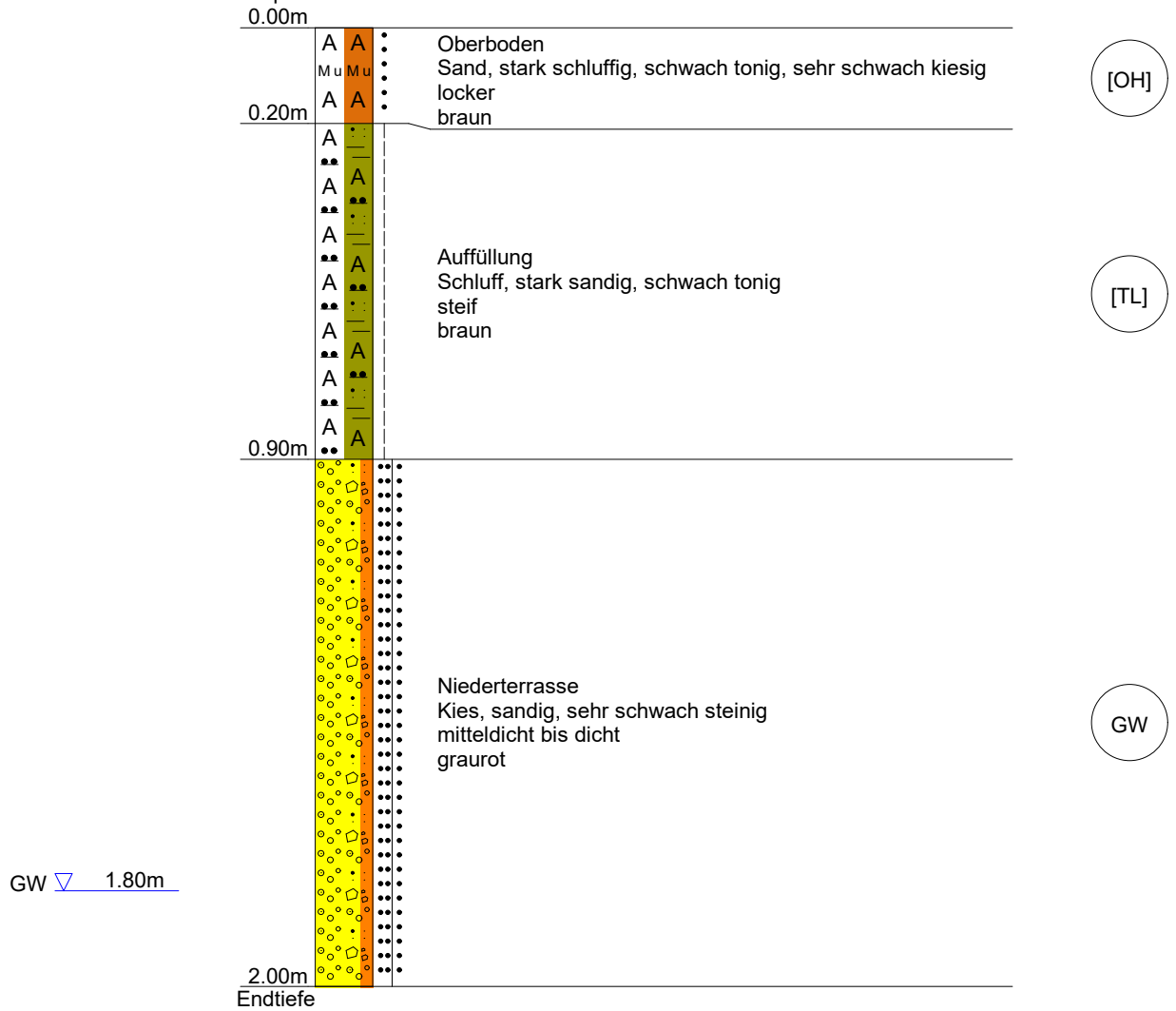
0.90m

Endtiefe

Kein weiterer Bohrfortschritt
Kein Grundwasser angetroffen

RKS 17

Ansatzpunkt: 299.30 m NHN



Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Auftrags-Nr.

B21-115

Anlage:

3.1

Entnahmedatum:

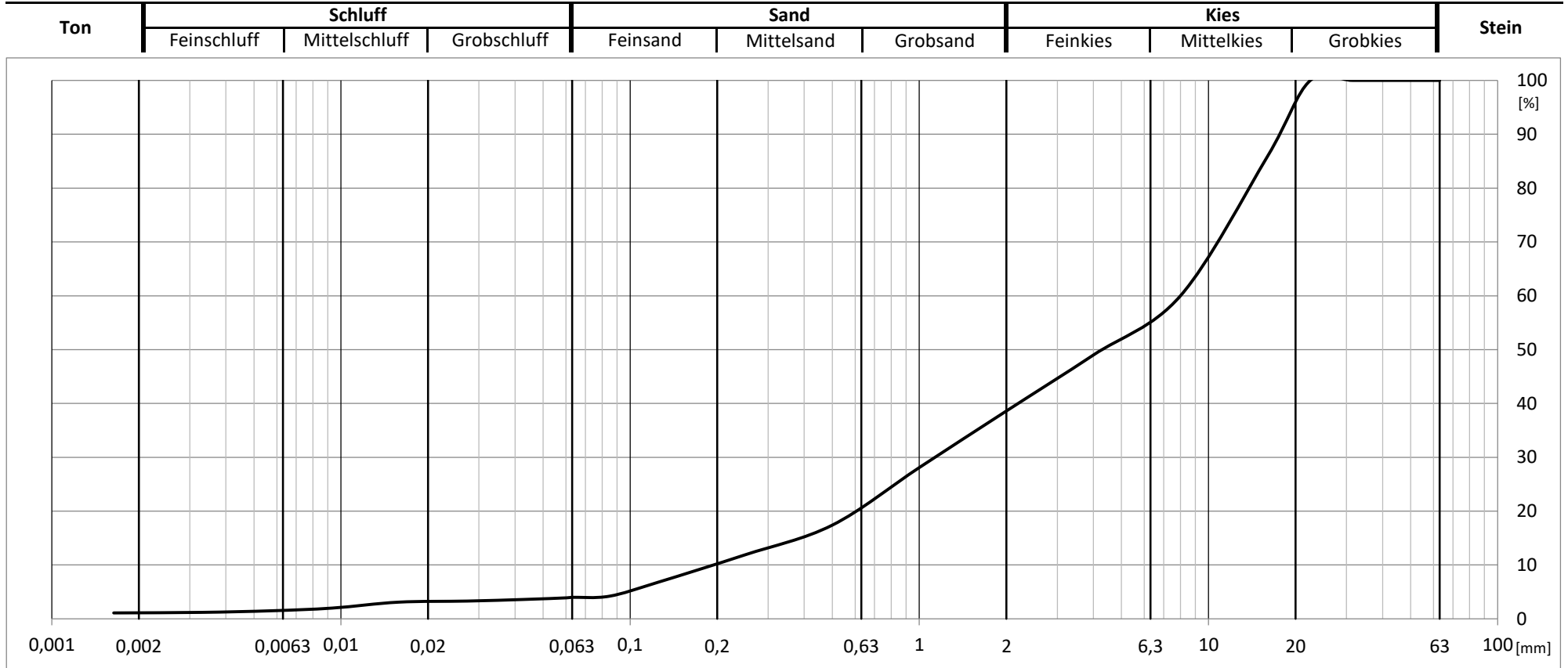
14.04.2021

Bearbeiter:

Schillig

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



| | | |
|---|--|--|
| Entnahmestelle: RKS 1 Tiefe: 1,3-1,7 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GW | Massenanteile Kies: 61% Sand: 35% Schluff: 3% Ton: 1% | Bodenart nach DIN 18196: GI Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 41,4 Krümmungszahl - C_C : 0,8 Wassergehalt: 8,7% Bodenart: Kies, stark sandig, Durchlässigkeit nach Seelheim: 6,5E-02 |
|---|--|--|

Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

Auftrags-Nr.: B21-115

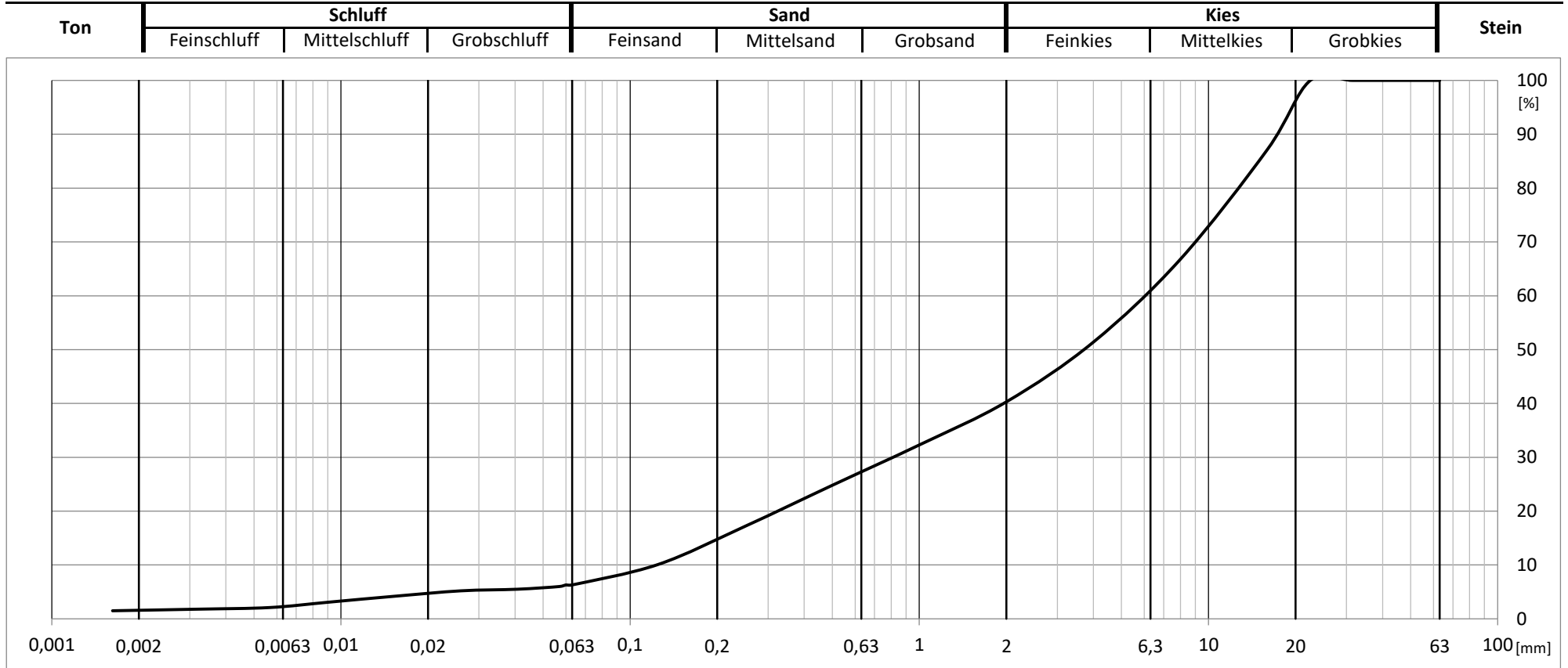
Anlage: 3.2

Entnahmedatum: 14.04.2021

Bearbeiter: Schillig

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



| | | |
|---|--|--|
| Entnahmestelle: RKS 2 Tiefe: 1,0-1,7 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GU | Massenanteile Kies: 60% Sand: 34% Schluff: 5% Ton: 2% | Bodenart nach DIN 18196: GU Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 48,0 Krümmungszahl - C_C : 0,9 Wassergehalt: 9,0% Bodenart: Kies, stark sandig, Beyer (erzwungen): 9,1E-05 |
|---|--|--|

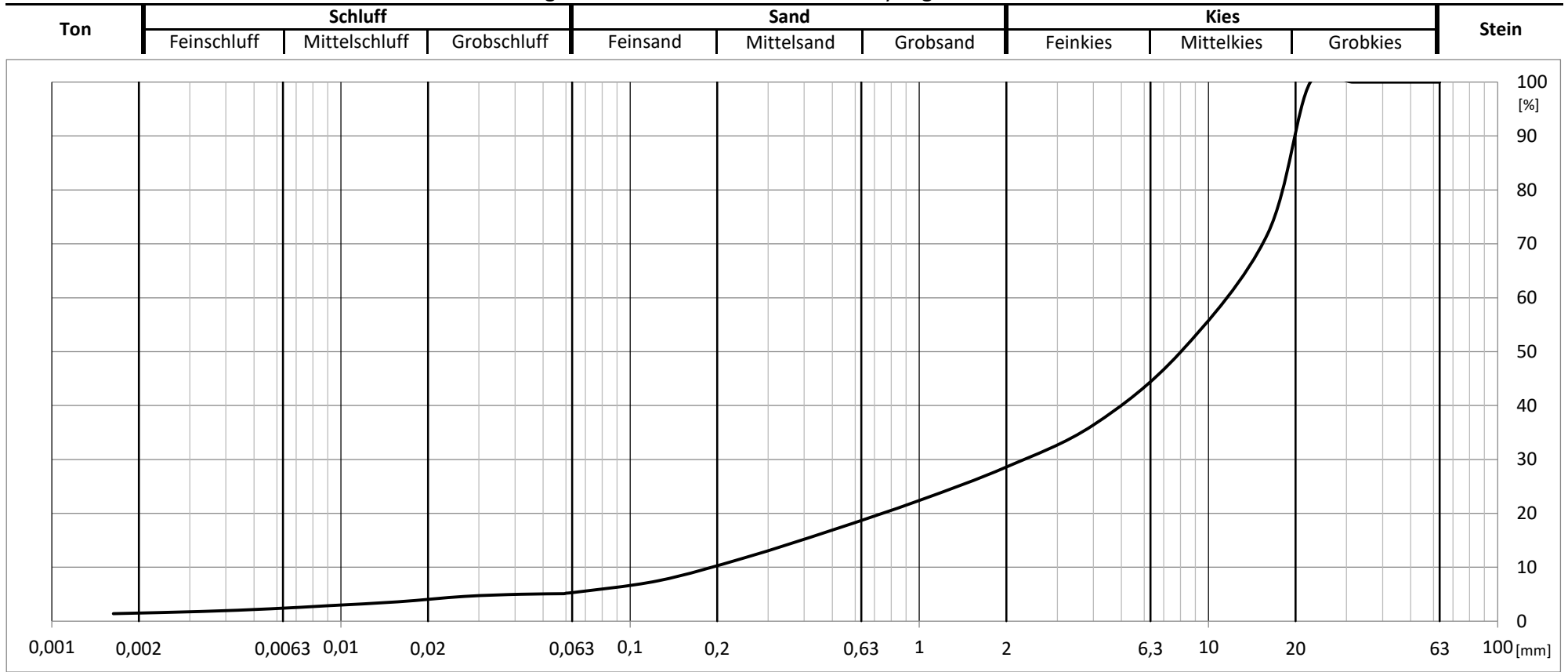
Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

| | |
|-----------------------|------------|
| Auftrags-Nr. | B21-115 |
| Anlage: | 3.3 |
| Entnahmedatum: | 14.04.2021 |
| Bearbeiter: | Schillig |

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



| | | |
|---|--|--|
| Entnahmestelle: RKS 7 Tiefe: 0,7-0,9 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GW | Massenanteile Kies: 71% Sand: 23% Schluff: 4% Ton: 1% | Bodenart nach DIN 18196: GU Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 58,9 Krümmungszahl - C_C : 2,5 Wassergehalt: 7,1% Bodenart: Kies, sandig, Beyer (erzwungen): 2,1E-04 |
|---|--|--|

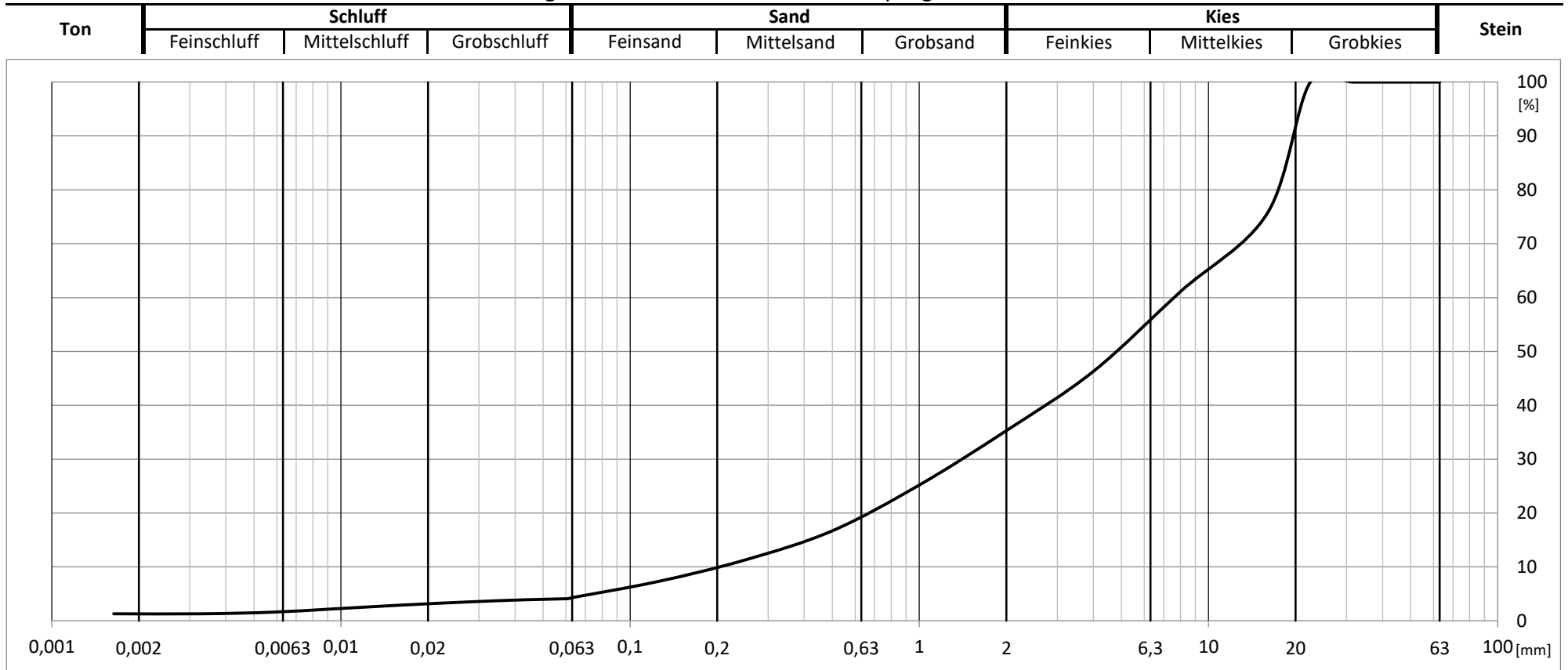
Ingenieurbüro für Baugrund JACOBI GmbH

Baugrunduntersuchung - Erdstofflabor - Gründungsberatung - Versickerung - Altlasten
Straße des Friedens 4 - 99094 Erfurt

| | |
|-----------------------|------------|
| Auftrags-Nr. | B21-115 |
| Anlage: | 3.4 |
| Entnahmedatum: | 14.04.2021 |
| Bearbeiter: | Schillig |

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet "Rockinger Gelände" - Wechmar

Körnungslinie durch Sieb- & Schlämmanalyse gemäß DIN 18123



| | | |
|--|--|--|
| Entnahmestelle: RKS 13 Tiefe: 0,6-0,8 m Art der Entnahme: gestört Ansprache: GW | Massenanteile Kies: 65% Sand: 31% Schluff: 3% Ton: 1% | Bodenart nach DIN 18196: GW Ungleichförmigkeitszahl - C_U : 38,1 Krümmungszahl - C_C : 1,3 Wassergehalt: 5,5% Bodenart: Kies, stark sandig, Beyer (erzwungen): 2,4E-04 |
|--|--|--|

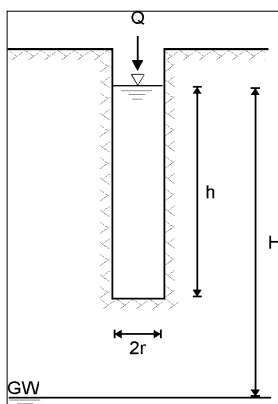
Bohrlochversickerung (unverrohrt)

nach USBR EARTH MANUAL 1974

Anlage A 4

| | | | |
|----------------|--|------------|--------------------|
| Bauvorhaben | : Versickerung Niederschlagswasser, "Rockinger Gelände" - Erfurter Landstraße/ Burgenlandallee Drei Gleichen OT Wechmar | | |
| Auftragsnummer | : V21-019 | Bearbeiter | : Bsteh |
| Datum | : 14.04.2021 | Messtiefe | : 0,5-2,5 m u. GOK |
| Bohrung | : RKS 1 | Bodenart | : GW |

Grundlagen



H : Abstand Wasserspiegel im Bohrloch zum Grundwasserspiegel [m]

h : Wasserstand im Bohrloch [m]

r : Bohrlochradius [m]

Q : Schüttung, $Q=q/t$ [m^3/s]

q : Eingefüllte Wassermenge [l]

t : Zeitdifferenz zur Versickerung von q [s]

Versuch

| | |
|-----|------------------|
| H = | 2,0 m |
| h = | 0,7 m |
| r = | 0,04 m |
| q = | 2,0 l |
| t = | 240 s |
| Q = | 8,33E-06 m^3/s |

Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes

gültiger Ansatz: 2

Ansatz 1:
 $H > 3h$ (ungesättigte Zone)

$$kf = 0,265 \cdot \left(\frac{Q}{h^2}\right) \cdot \left[\arcsin \operatorname{Hyp}\left(\frac{h}{r}\right) - 1\right] =$$

Ansatz 2:
 $h \leq H \leq 3h$ (ungesättigte Zone)

$$kf = 0,265 \cdot \left(\frac{Q}{h^2}\right) \cdot \frac{\ln(h/r)}{0,1667 + H/3h} \text{ [m/s]} = \mathbf{1,21E-05 \text{ m/s}}$$

Ansatz 3:
 $H < h$ (gesättigte Zone)

$$kf = 0,265 \cdot \left(\frac{Q}{h^2}\right) \cdot \frac{\ln(h/r)}{H/h - (H/2h)^2} \text{ [m/s]} =$$

Eingangsdaten:

| | | | |
|---------------------------------------|-----------|----------|----------------------|
| angeschlossene reduzierte Fläche | A_u | 100 | [m ²] |
| Durchlässigkeitsbeiwert | k_f | 1,90E-04 | [m/s] |
| Rigolenbreite | b_R | 1,00 | [m] |
| Rigolenhöhe | h_R | 0,50 | [m] |
| Anzahl der Rohre | | 1 | [-] |
| Rohrdurchmesser | d | 0,30 | [m] |
| Speicherkoefizient der Rigolenfüllung | s_R | 0,35 | [-] |
| Gesamtspeicherkoefizient | s_{RR} | 0,44 | [-] |
| Sicherheitsfaktor | f_z | 1,20 | [-] |
| Wasseraustrittsfläche des Rohres | R_{aus} | 1,8 | [dm ² /m] |
| Zufluss | Q_{zu} | 2 | [l/s] |

Notizen:

V21-019 A5.1

Ergebnisdaten:

Rohr-Rigolendaten

| | | |
|---|------------|----------------|
| Die benötigte Rohr-Rigolenlänge beträgt: | 5,0 | m |
| Das Volumen der Rigole beträgt: | 2,5 | m ³ |
| Das effektive Volumen der Rigole beträgt: | 1,1 | m ³ |
| Nachweis des ausreichenden Wasseraustritts: | 8,99 l/s > | 2,00 l/s ✓ |

Regendaten

| | | | | |
|---|-----|------|---------------------|------------------------|
| Maßgebliches Regenereignis: | 20 | min | 136 | l/(s*ha) |
| Anfallende Niederschlagsmenge (Eintrag in Antragsformular Seite 2 unten): | | | | |
| 1,36 | l/s | 1,63 | m ³ /2 h | 1,63 m ³ /d |
| | | | 80,00 | m ³ /a |

Eingangsdaten

| | | | |
|---------------------------------------|-------|---------|-------------------|
| angeschlossene reduzierte Fläche | A_u | 100 | [m ²] |
| Durchlässigkeitsbeiwert | k_f | 0,00019 | [m/s] |
| Rigolenbreite | b_R | 1 | [m] |
| Rigolenhöhe | h_R | 0,5 | [m] |
| Speicherkoefizient der Rigolenfüllung | s_R | 0,35 | [-] |
| Sicherheitsfaktor | f_z | 1,2 | [-] |

Notizen:

V21-019 A5.2

Ergebnisdaten:

Rigolendaten

| | | |
|---|-----|----------------|
| Die benötigte Rigolenlänge beträgt: | 5,7 | m |
| Das Gesamtvolumen der Rigole beträgt: | 2,9 | m ³ |
| Das effektive Volumen der Rigole beträgt: | 1,0 | m ³ |

Regendaten

| | | | | | | | |
|---|-----|------|---------------------|----------|-------------------|-------|-------------------|
| Maßgebliches Regenereignis: | 15 | min | 160,3 | l/(s*ha) | | | |
| Anfallende Niederschlagsmenge (Eintrag in Antragsformular Seite 2 unten): | | | | | | | |
| 1,60 | l/s | 1,44 | m ³ /2 h | 1,44 | m ³ /d | 80,00 | m ³ /a |

Eingangsdaten:

| | | | |
|-------------------------|-------|--------------------------------------|-------------------|
| reduzierte Fläche | A_u | <input type="text" value="100,0"/> | [m ²] |
| Durchlässigkeitsbeiwert | k_f | <input type="text" value="0,00005"/> | [m/s] |
| Fläche für die Mulde | A_S | <input type="text" value="7,5"/> | [m ²] |
| Sicherheitsfaktor | f_z | <input type="text" value="1,2"/> | [-] |

Notizen:

V21-019 A5.3

Ergebnisdaten:

Mulden*daten*

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---|
| Das benötigte Muldenvolumen beträgt: | <input type="text" value="2,21"/> | m ³ | |
| Die maximale Einstauhöhe beträgt: | <input type="text" value="0,29"/> | m | ✓ |
| Die Entleerungszeit beträgt: | <input type="text" value="3,27"/> | std. | ✓ |
| Die Entleerungszeit für n=1/a beträgt | <input type="text" value="2,23"/> | std. | ✓ |

Regen*daten*

| | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Maßgebliches Regenereignis: | <input type="text" value="60"/> | min. | <input type="text" value="65"/> | l/(s*ha) | | | |
| Anfallende Niederschlagsmenge (<i>Eintrag in Antragsformular Seite 2 unten</i>): | | | | | | | |
| <input type="text" value="0,65"/> | l/s | <input type="text" value="2,34"/> | m ³ /2 h | <input type="text" value="2,34"/> | m ³ /d | <input type="text" value="80,00"/> | m ³ /a |