

Büro für Geotechnik P.Neundorf GmbH · Ziegelstraße 2 · 04838 Eilenburg

Herr Tim Böhnke
Großer Weg 30

04451 Borsdorf / OT Zweenfurth

Eilenburg, den 22.06.2022
Ne/p

- hydrogeologisches Gutachten – (erweiterte Voruntersuchung)

Projekt: **Bebauungsplan „An der Schmiede“ in Zweenfurth,
Flurstücke 322/f und 322/g**

Teilprojekt: **Entsorgung des Niederschlagswassers**

Bauherr: **Herr Tim Böhnke
Großer Weg 30**

04451 Borsdorf / OT Zweenfurth

Planung: **Büro Knoblich Landschaftsarchitekten
Zur Mulde 5**

04838 Zscheschlin

Projekt-Nr.: **20/4891**

Bearbeiter: **Dipl.-Ing. Peter Neundorf**

1. Vorbemerkung

Das Büro Knoblich Landschaftsarchitekten, Zschepplin, plant im Auftrag des Bauherren, Herr Tim Böhnke, die Aufstellung eines Bebauungsplanes für den Bereich „An der Schmiede“ in Zweenfurth, Flurstücke 322/f und 322/g

Für die Ableitung der auf den Dachflächen der Wohngrundstücke und einer Anliegerstraße anfallenden Niederschlagswasser ist eine Versickerung im Untergrund vorgesehen. Hierzu sollen Versickerungsanlagen im Bereich der Grundstücke installiert werden.

Zur generellen Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurde durch unser Ingenieurbüro mit Datum vom 21.09.2020 ein hydrogeologisches Gutachten erarbeitet. Hierzu wurden zwei Rammkernsondierungen und ein Schurf einschließlich Versickerungsversuch vorgenommen.

Zur erweiterten Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse wurden weitere Aufschlüsse und Feldversuche und die Erarbeitung des vorliegenden hydrogeologischen Gutachtens erforderlich.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

Das für die Bebauung vorgesehene Grundstück befindet sich im nordöstlichen Bereich der Ortschaft Zweenfurth. Es wird im Nordwesten durch die Straße „An der Schmiede“ begrenzt. An allen weiteren Grundstücksgrenzen schließen sich mit Wohn- und Nebengebäuden bebaute Grundstücke an.

Das Gebiet umfasst folgende Flurstücke:

322/f

322/g

Es besitzt folgende maximalen Abmessungen:

Ost-West-Richtung: ca. 130 m

Nord-Süd-Richtung: ca. 50 m

Die Geländeoberkante innerhalb des Grundstückes ist relativ eben und liegt auf geodätischen Höhen zwischen ca. 124,7 und 125,0 m ü.DHHN 2016.

Das Gelände ist derzeit unbebaut und wird als Grünfläche mit teilweisem Baumbestand genutzt.

Die Lage des Baugrundstückes zeigt die Übersicht, M = 1 : 25.000 auf der Anlage 01.

Das Gelände soll im Zuge der Bearbeitung des Bebauungsplanes als Wohngebiet ausgewiesen werden.

Die Entsorgung der auf den Dach- und Verkehrsflächen anfallenden Niederschläge ist zu realisieren. Hierzu sollen Versickerungsanlagen im Bereich der Grundstücke oder als zentrale Entsorgungsanlage installiert werden.

Für die Aufstellung des Bebauungsplanes für das Wohngebiet ist daher die Klärung der hydrogeologischen Verhältnisse erforderlich. Im Zuge der vorliegenden Untersuchung sollen die Möglichkeiten einer Versickerung nachgewiesen werden.

3. Baugrunderkundung (Anlagen 02 und 03)

Zur genaueren Erkundung des Untergrundes und der Grundwasserverhältnisse wurden am 19.05.2022 im Bereich des Gebietes zusätzlich zu den Untersuchungen aus der Voruntersuchung insgesamt 3 Sondierbohrungen mit der Rammkernsonde (RKS 3, 4 und 5) durchgeführt. Das Abteufen der Sondierungen erfolgte bis in Tiefen von jeweils 5,0 m unter Geländeoberkante.

Weiterhin wurden zur Durchführung von Versickerungsversuchen weitere vier Handschürfe (Sch II, III, IV und V) bis in eine Tiefe von 0,60 m ausgehoben. Zur Feststellung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes wurde innerhalb des Handschurfes in der Schurfsohle ein Versickerungsversuch (Vv 1) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierungen und Schürfe sind in Form von Schichtenprofilen auf den Anlagen 02/1 bis 02/6 dargestellt.

Die Sondieransatzpunkte und die Schurfstellen wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Aus dem Lageplan, M = 1 : 1.000, auf der Anlage 03, ist die Lage der Sondieransatzpunkte ersichtlich. Als höhenmäßiger Bezugspunkt wurde ein Schachtdeckel auf der Straße „An der Schmiede“ westlich des Gebietes mit einer geodätischen Höhe von

125,19 m ü.DHHN 2016

angenommen.

4. Geologie des regionalen Umfeldes

Das Baugrundstück befindet sich im Bereich des pleistozänen Bettes der Mulde, welches durch Flussschotter gebildet wird. Diese Flussschotter werden zumeist durch kiesige Sandböden bzw. sandige Kiese dargestellt. Sie stellen den obersten, regional ausgeprägten Grundwasserleiter dar.

Die Flussschotter werden an der Oberfläche durch Geschiebelehm Böden der Saale-Eiszeit überdeckt. Diese bindigen Deckschichten besitzen variierende Mächtigkeiten. In die Geschiebelehm Böden sind lokal Zwischenschichten aus Sanden und Kiesen (Schmelzwassersande) eingeschaltet. Auch diese nichtbindigen Schichten besitzen variierende Mächtigkeiten.

Teilweise werden die genannten Bildungen durch eine lückenhafte Lößdecke mit geringer Mächtigkeit überlagert.

Die obersten Bodenzonen können durch menschliche Tätigkeit gestört sein. Aufgrund der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung ist nur mit geringen Tiefen der gestörten Zone zu rechnen gewesen.

5. Baugrundaufbau

5.1. Begrünungszone (Schicht 0)

An der Geländeoberkante ist innerhalb beider Rammkernsondierungen und des Schurfes zunächst die **Begrünungszone** durchfahren worden. Diese Begrünungszone besteht aus **Mutterboden**.

Im Bereich der Rammkernsondierung RKS 3 wurde der Mutterboden aufgefüllt.

Die Unterkante der Begrünungszone wurde in den Rammkernsondierungen und den Schürfen in Tiefen von 20 ... 35 cm unter Geländeoberkante erreicht.

5.2. Geschiebelehm / Schmelzwassersande (Schicht 1)

Unterhalb der Begrünungszone steht im Untergrund relativ sandiger **Geschiebelehm** an.

Der Geschiebelehm besteht aus **stark schluffigem, tonigem Fein-bis Mittelsand bzw. stark sandigem, tonigem, teilweise kiesigem Schluff**. Der Geschiebelehm wurde überwiegend in steifer bis halbfester Konsistenz angetroffen. In Nähe der Geländeoberkante ist der Geschiebelehm infolge anhaltender Trockenheit im Zuge der Voruntersuchung relativ trocken in halbfester bis fester Konsistenz vorgefunden worden. Während der erweiterten Untersuchung ist der Geschiebelehm in steifer bis halbfester Konsistenz angetroffen worden.

Im Bereich der Rammkernsondierung RKS 3 wurde der Geschiebelehm im Bereich einer Grabenverfüllung für eine Drainageleitung bis in eine Tiefe von ca. 80 cm aufgefüllt.

In den Geschiebelehm sind lokal Zwischenschichten aus **Schmelzwassersanden** eingelagert. Diese wurden nur in Mächtigkeiten von jeweils wenigen Zentimetern bis zu 2 Dezimetern vorgefunden.

Zumeist handelt es sich bei den Schmelzwassersanden um **Feinsand bzw. Fein- bis Mittelsand** mit wechselnden **Schluffanteilen**.

Die Sandschichten sind regellos innerhalb des Geschiebelehms verteilt. Sie besitzen eine mitteldichte Lagerung.

Die Unterkante des Geschiebelehms mit Sandschichten wurde in Tiefen zwischen 3,3 m und 3,9 m unter Geländeoberkante erreicht.

5.3. eiszeitliche Muldeschotter (Schicht 2)

Bis zur Endteufe aller Rammkernsondierungen steht **stark sandiger Fein- bis Mittelkies mit variierenden Schluffanteilen** an. Es handelt sich hierbei um eiszeitlichen Muldekies.

Anhand des Bohrfortschrittes besitzt der Kies eine mitteldichte Lagerung.

5.4. Regel-Baugrundprofil

Zusammenfassend ergibt sich folgende generelle Baugrundsichtung:

Tabelle 1: Baugrundsichtung im Bereich Zweenfurth An der Schmiede

Bodenschicht	Schichtunterkante [m u. GOK]
Begrünungszone	0,20 – 0,35
Geschiebelehm / Schmelzwassersande	3,30 – 3,90
eiszeitliche Muldekiese	größer 5,0

6. Grund- und Schichtenwasser

Das Gelände liegt nicht im Bereich einer Trinkwasserschutzzone.

Während der Baugrunduntersuchungen am 20.08.2020 und 19.05.2022 wurde in den Rammkernsondierungen das Grundwasser angeschnitten. Der Grundwasseranschnitt erfolgte an der Unterkante des Geschiebelehms und somit in Tiefen von 3,30 m bis 3,90 m unter Geländeoberkante.

Der im tieferen Untergrund anstehende Kiessand ist ein regional ausgeprägter Grundwasserleiter. Dieser Kiessand ist vollständig wassergesättigt erbohrt worden.

Nach Beendigung der Bohrarbeiten wurde ein Ansteigen des Grundwassers in den Bohrlöchern der Rammkernsondierungen festgestellt. Der Ruhewasserstand lag letztendlich Tiefen von 2,15 m bis 2,61 m unter jeweiligem Ansatzpunkt, entsprechend geodätischer Höhen zwischen 122,36 m ü.DHHN 2016 und 122,72 m ü.DHHN 2016.

Das Grundwasser stand somit zum Zeitpunkt der Untersuchungen in gespanntem Zustand an.

Der Grundwasserstand unterliegt saisonalen Schwankungen. Nach Auswertung der Daten einer seit 1928 regelmäßig beobachteten Grundwassermessstelle (Pegel Zweenfurth, MKZ 46411088) lagen zum Zeitpunkt der Untersuchungen Grundwasserstände im Bereich des mittleren Niedrigwassers bzw. geringfügig unterhalb des Mittelwassers vor.

Mit einem Ansteigen des Grundwassers ist somit noch zu rechnen.

Der für die Bemessung von Versickerungsanlagen relevante, mittlere höchste Grundwasserstand kann auch unter Berücksichtigung der Daten aus einer zwischen 1935 bis 1983 regelmäßig beobachteten Messstelle (Pegel Bahnhof Zweenfurth, MKZ 46411341) auf einer geodätischen Höhe von 123,80 m ü.DHHN 2016 festgelegt werden. Aufgrund des bindigen Charakters des Geschiebelehms können sich die ausgepegelten Ruhewasserstände nicht einstellen.

Nach starken Niederschlägen und in der Tauwetterperiode ist mit der Bildung von Staunässe (aufstauendes Sickerwasser) auch in höher gelegenen Sandschichten und innerhalb des Mutterbodens zu rechnen. Derartige aufstauende Sickerwasser wurden in den Rammkernsondierungen RKS 3 und 4 in Tiefen von 1,50m bzw. 1,60 m unter Gelände vorgefunden.

Diese Staunässe kann den Geschiebelehm in Nähe der Geländeoberkante aufweichen.

Der Bemessungswasserstand des aufstauenden Sickerwassers kann an der Geländeoberkante angesetzt werden.

7. Bodenmechanische Feldversuche

Während der Baugrunduntersuchungen wurden zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes innerhalb der Handschürfe jeweils ein Versickerungsversuch (Vv 1) durchgeführt. Hierdurch sollte der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des anstehenden Untergrundes (Geschiebelehm) in einer Tiefe von ca. 0,6 m unter Geländeoberkante ermittelt werden.

Die Versickerungsversuche wurden mit Standrohren als „Open-end-test“ vorgenommen. Nach einer Bewässerung zur Bodensättigung mit einer Dauer von jeweils 30 Minuten wurden die Versuchsreihen aufgenommen. Die Messdaten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 2a – Messwerte Versickerungsversuch Vv 1 – Geschiebelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, tonig)

Zeitpunkt der Messung	Höhe des Wasserstandes Vv 1
0 min	35,80 cm
5 min	35,75 cm
10 min	35,70cm
20 min	35,60 cm
30 min	35,50 cm
40 min	35,40 cm
50 min	35,30 cm
60 min	35,20 cm

Tabelle 2b – Messwerte Versickerungsversuch Vv 2 – Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig, schwach kiesig)

Zeitpunkt der Messung	Höhe des Wasserstandes Vv 2
0 min	36,00 cm
10 min	33,00 cm
25 min	29,10 cm
35 min	27,10 cm
43 min	25,50 cm
54 min	23,40 cm
64 min	21,80 cm
79 min	19,50 cm

Tabelle 2c – Messwerte Versickerungsversuch Vv 3 – Geschiebelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig)

Zeitpunkt der Messung	Höhe des Wasserstandes Vv 3
0 min	32,00 cm
8 min	31,50 cm
18 min	30,70 cm
28 min	29,50 cm
38 min	28,80 cm
54 min	27,90 cm
66 min	27,00 cm
76 min	26,10 cm

Tabelle 2d – Messwerte Versickerungsversuch Vv 4 – Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)

Zeitpunkt der Messung	Höhe des Wasserstandes Vv 4
0 min	39,90 cm
10 min	38,80 cm
26 min	37,00 cm
35 min	36,20 cm
46 min	35,20 cm
56 min	34,20 cm
71 min	32,40 cm
82 min	31,40 cm

Tabelle 2e – Messwerte Versickerungsversuch Vv 5 – Geschiebelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig)

Zeitpunkt der Messung	Höhe des Wasserstandes Vv 5
0 min	28,00 cm
11 min	27,10 cm
22 min	26,40 cm
36 min	25,30 cm
51 min	24,00 cm
61 min	23,30 cm
71 min	22,70 cm
81 min	21,90 cm

Bei einer Auswertung verschiedener Messabschnitte der Versickerungsversuche nach der Formel

$$k_f = \pi * r * \Delta h / 5,5 * H * \Delta t$$

r = Radius des Standrohres

H = mittlere Einstauhöhe

Δh = Differenz der Einstauhöhen

Δt = Versuchszeit

ergeben sich Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in folgender Größenordnung:

Vv 1 – Geschiebelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, tonig): $k_f = 1,5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Vv 2 – Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig, schwach kiesig): $k_f = 4,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Vv 3 – Geschiebelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig): $k_f = 3,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Vv 4 – Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig, schwach kiesig): $k_f = 1,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Vv 5 – Geschiebelehm (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig): $k_f = 1,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Somit ist der **Geschiebelehm** nach DIN 18130, Teil 1 überwiegend als „**durchlässig**“ im Grenzbereich zu "**schwach durchlässig**" einzuordnen. Er ist somit hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit überwiegend für eine geordnete Versickerung geeignet.

Lediglich an dem sehr tonigen Geschiebelehm ist ein niedrigerer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert gemessen worden.

8. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser

Auf den Grundstücken des betrachteten Gebietes sollen Gebäude errichtet werden. Weiterhin ist die Befestigung von Verkehrsflächen vorgesehen.

Die auf den Dachflächen der geplanten Gebäude und auf Verkehrsflächen anfallenden Niederschlagswasser sollen im Untergrund versickert werden. Hierzu ist die Installation von Versickerungsanlagen auf den einzelnen Grundstücken des Geländes vorgesehen.

8.1. rechtliche Grundlagen

Das Baugelände liegt nicht innerhalb einer Trinkwasserschutzzone.

Nach den Empfehlungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) sind entsprechend der zu erwartenden Schadstoffbelastung (Herkunft) des Niederschlagswassers folgende Arten der Versickerungsanlagen möglich:

Tabelle 3: zulässige Versickerungsanlagen

Kategorie nach DWA A 138 Art der Versickerungsanlage	Dachflächen mit üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei)	wenig befahrene Verkehrsflächen (bis DTV 300 Kfz)
$A_u:A_s \leq 5$ in der Regel breitflächige Versickerung	+	+
$5 < A_u:A_s \leq 15$ in der Regel dezentrale Flächen- und Muldenversickerung, Mulden- Rigolen-Elemente	+	+
$A_u:A_s > 15$ in der Regel zentrale Mulden- und Beckenversickerung	+	(+)
Rigolen- und Rohr-Rigolenelement	(+)	(-)
Versickerungsschacht	(+)	-

+ in der Regel zulässig

(+) In der Regel zulässig, nach Entfernung von Stoffen durch Vorbehandlungsmaßnahmen

(-) nur in Ausnahmefällen zulässig

- unzulässig

A_u undurchlässige Fläche

A_s Versickerungsfläche

Es wird davon ausgegangen, dass die geplanten Gebäude Dachdeckungen mit üblichen Anteilen an unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei) erhalten sollen.

Die Versickerung der auf den **Dachflächen** anfallenden Wasser ist somit vom Gesichtspunkt der Schadstofffracht des Niederschlagswassers über breitflächige Versickerung, dezentrale Flächen- und Muldenversickerung bzw. Mulden-Rigolen-Elemente möglich. Eine Versickerung über Rigolen bzw. Sickerschächte ist nach Vorbehandlung in der Regel zulässig.

Für die Versickerung der Niederschläge von den **Verkehrsflächen** kommt nach DWA-A 138 ein Versickerungsschacht nicht in Frage. Eine breitflächige Versickerung, dezentrale Flächen- und Muldenversickerung bzw. Mulden-Rigolen-Elemente oder Sickerbecken (nach Vorbehandlung) ist möglich. Eine Versickerung über Rigolen ist ausnahmsweise zulässig.

8.2. technische Machbarkeit der Versickerung

Nach den Empfehlungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser) kommen für den Einsatz von Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren k-Werte im Bereich von $k = 1 \times 10^{-3}$ bis 1×10^{-6} m/s liegen. Bei k-Werten von kleiner als $k = 1 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich über die Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit (Kanalnetz / Vorflut / Verdunstungsanlage) vorzusehen ist.

Mutterboden

Der an der Geländeoberkante anstehende Mutterboden ist sicker- und aufnahmefähig. Über seine Oberfläche und den Bewuchs sorgt der Mutterboden für einen Abtransport des Wassers auch zur Luft (Evapotranspiration).

Geschiebelehm

Für den Geschiebelehm mit unterschiedlichen Tonanteilen wurden in den durchgeführten Versickerungsversuchen einmal (toniger Geschiebelehm) ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,5 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt. Bei einer Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit aus einem Feldversuch kann der Wert nach DWA-A 138 verdoppelt werden. Der rechnerische Durchlässigkeitsbeiwert des untersuchten Geschiebelehms liegt somit mit $k = 3,0 \times 10^{-7}$ m/s unterhalb der zulässigen Werte.

Die weiteren Versickerungsversuche (sandiger Geschiebelehm) erbrachten Messwerte von $k_f = 1,5 \dots 4,0 \times 10^{-6}$ m/s. Nach Verdoppelung der Messwerte beträgt der rechnerisch ansetzbare Wasserdurchlässigkeitsbeiwert hier $k_f = 3,0 \dots 8,0 \times 10^{-6}$ m/s. Der Geschiebelehm ist in diesen Bereichen (Schurf II bis V) ausreichend durchlässig.

Der Geschiebelehm besitzt erfahrungsgemäß einen etwas geringeren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert. In Nähe zur Geländeoberkante ist die Wasserdurchlässigkeit des Geschiebelehms infolge von Durchwurzelung und Kleinorganismen etwas größer.

eiszeitliche Muldeschotter

Die ab einer Tiefe von ca. 3,0 ... 4,0 m unter Gelände anstehenden Kiessande besitzen nach den Kornverteilungskurven (siehe Gutachten vom 21.09.2021) Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von ca. $k_f = 1,9 \dots 3,4 \times 10^{-4}$ m/s. Bei der nach DWA-A 138 erforderlichen Abminderung mit dem Faktor 0,2 ergeben sich rechnerische Wasserdurchlässigkeiten von $k_f = 3,8 \dots 6,8 \times 10^{-5}$ m/s.

Bei diesen Wasserdurchlässigkeiten sind die Muldeschotter hinsichtlich des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes gut für eine Versickerung geeignet. Sie wurden jedoch bereits wassergesättigt vorgefunden.

8.3. Zulässigkeit der Versickerung hinsichtlich des Grundwasserschutzes

Weiterhin ist nach der o.g. Vorschrift eine Mächtigkeit des Sickerraumes, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, von mindestens 1 m gefordert, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Der für die Bemessung von Versickerungsanlagen relevante, mittlere höchste Grundwasserstand kann auf einer geodätischen Höhe von ca. 123,8 m ü. DHHN 2016 und somit ca. 1,0 ... 1,2 m unter derzeitiger Geländeoberkante angenommen werden. Aufgrund des bindigen Charakters des Geschiebelehms können sich die ausgepegelten Ruhewasserstände nicht einstellen.

Die Sohlflächen der Versickerungsanlagen müssen demnach auf einer geodätischen Höhe von 124,8 m ü.DHHN 2016 oder darüber angeordnet werden. Die maximal zulässige Einbindetiefe der Versickerungsanlagen beträgt demnach maximal 2 Dezimeter unter derzeitiger Geländeoberkante. Eine Unterschreitung der Filterstrecke ist ausnahmsweise bei einer Muldenversickerung zulässig.

Unterhalb der genannten Tiefe stehen noch in Mächtigkeiten von ca. 3 ... 4 m Geschiebelehm Böden an. Eine Gefährdung der Grundwasserqualität ist durch den hoch adsorptiven bindigen Boden (Geschiebelehm) auch bei Versickerungsanlagen innerhalb des Geschiebelehms nicht zu besorgen.

8.4. projektbezogene Umsetzung

Infolge der geringen Wasserdurchlässigkeit der bis ca. 3 ... 4 m unter Gelände im Untergrund anstehenden, bindigen Böden (Geschiebelehm) in Verbindung mit einem hohen Bemessungsgrundwasserstand liegen im untersuchten Gebiet sehr ungünstige Bedingungen hinsichtlich einer Versickerung von Niederschlagswasser vor.

Bei den vorgefundenen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen ist eine ordnungsgemäße Versickerung nur innerhalb der tief liegenden Muldekiese möglich.

Aufgrund des erhöhten Bemessungswasserstandes sind jedoch nur Versickerungsanlagen zulässig, die wenige Dezimeter in den Untergrund einbinden (Muldenversickerung) und somit nicht bis in die Tiefe der Kiessande reichen.

Weil eine Versickerung im Bereich der anfallenden Niederschläge zur Schließung des ökologischen Wasserkreislaufes und zur Entlastung von Kanalnetzen gewünscht ist, wird trotz der ungünstigen Bedingungen für die Versickerung eine zumindest notdürftige Entsorgung des Niederschlagswassers empfohlen.

Das Regenwasser ist hierzu auf den einzelnen Grundstücken und entlang der Anliegerstraße jeweils in einem oder mehreren flachen Mulden-Rigolen-Elementen mit einer Tiefe von ca. 0,50 m zu speichern und in einer Kombination aus Versickerung im Mutterboden, dem Geschiebelehm und den Sandschichten sowie einer Verdunstung über die Geländeoberfläche zu entsorgen.

Das Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer begrünten Mulde mit darunter liegender Rigole. Die Versickerungsmulde wird ohne Längsgefälle angelegt.

Den überwiegend geringen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten des Untergrundes wird bei der Bemessung der Versickerungsanlage dadurch Rechnung getragen, dass neben der Schaffung eines unterirdischen Speichers mit relativ großer versickerungswirksamer Mantelfläche des Versickerungskörpers die Möglichkeit einer zusätzlichen Entsorgung des Wassers über eine Aufnahme im Mutterboden und Verdunstung geschaffen wird.

Die Rigole soll weiterhin ein langfristiges Einstauen des Wassers in den Mulden verhindern und somit den Bewuchs fördern.

Zur Errichtung der Mulden-Rigolen-Elemente werden zunächst der Mutterboden und Teile der „gewachsenen“ Böden abgetragen. Anschließend wird die jeweilige Rigole mit der erforderlichen Breite, Länge und Tiefe freigelegt. In die Vertiefung wird ein gut abgestufter, lehmfreier Kiessand in einer Stärke von ca. 20 cm eingebaut. Die Abdeckung erfolgt mit **sandigem** Mutterboden ($k \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s) in einer Stärke von mindestens 10 cm.

Anschließend wird die Muldenoberfläche begrünt.

Die Vegetation in der Mulde ist zu pflegen. Die Einleitung des Niederschlagswassers sollte erst erfolgen, wenn sich eine stabile und flächendeckende Wurzelschicht entwickelt hat (Dauer je nach Jahreszeit 3 bis 6 Monate).

Der Zufluss zur jeweiligen Versickerungsmulde muss oberflächennah (über die Randbereiche der befestigten Flächen oder über Gerinne) erfolgen. Am Einlauf der Mulde ist ein Erosionsschutz (z.B. eine Steinschüttung) erforderlich.

In diesen Mulden verläuft neben der Versickerung der Niederschläge weiterhin eine Evapotranspiration (Verdunstung über Boden- und Pflanzenoberfläche).

Bei Niederschlägen staut sich das anfallende Wasser zunächst in den Sickermulden ein. Es wird über eine Bodenpassage von der darunter liegenden Rigole aufgenommen und über Versickerung und Verdunstung aus dem Bereich der Rigole und der Mulden entfernt.

In Folge der geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes kann es zu einem periodischen Überstauen der Versickerungsanlage kommen. Durch eine geeignete Gestaltung der Geländeoberfläche ist ein Abfließen des Wassers über die Oberfläche in benachbarte Grundstücke und zu den Gebäuden zu verhindern.

Die Fassung des anfallenden Wassers in Zisternen und die Nutzung als Brauchwasser entlastet die Versickerungsanlage. Die Zisternen sind jedoch so anzuordnen, dass das Niederschlagswasser im freien Gefälle den Sickermulden zufließen kann.

Anderenfalls sind ausreichend dimensionierte Hebeanlagen zu installieren. Alternativ können die Zisternen mit gelochtem Deckel innerhalb der Mulden angeordnet werden, so dass das in die Sickermulden einfließende Wasser den Zisternen zulaufen kann.

Die Fassung des anfallenden Wassers in Zisternen und die Nutzung als Brauchwasser entlastet die Versickerungsanlagen. Die Wasserentnahme und Nutzung als Brauchwasser kann nicht zu einer Verkleinerung oder einem gänzlichen Wegfall der Versickerungsanlagen angesetzt werden, weil die zuverlässige und dauerhafte Entnahme des Wassers in ausreichender Menge nicht gesichert werden kann.

Bei der Errichtung der Versickerungsanlagen sind die Vorschriften des DWA – Arbeitsblattes A 138 zu beachten. Insbesondere sind die Abstände zu Gebäuden (Empfehlung: 3,0 m) und Grundstücksgrenzen (Empfehlung 2,0 m) einzuhalten.

9. Musterbemessung der Anlagen zur Regenwasserentsorgung

Zur Verdeutlichung des Platzbedarfes für die Versickerungsanlagen wird eine Musterbemessung für ein Mulden-Rigolen-Element vorgenommen. Hierzu wird eine Muster-Dachfläche mit einer festen Dachhaut und einer Grundfläche von 150 m² betrachtet.

Die Dachfläche wird als geneigtes Dach mit einem Abflussbeiwert von $\psi = 0,90$ angesetzt. Die Modellierung der Niederschlagsereignisse erfolgt nach den Auswertungen des KOSTRA-DWD2010R für das Raster Taucha / Borsdorf.

Für den Mutterboden und den Geschiebelehm mit Sandschichten wird ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$ m/s (Mittelwert Mutterboden / Geschiebelehm) angesetzt.

Den überwiegend geringeren Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten des Untergrundes wird bei der Bemessung der Versickerungsanlage dadurch Rechnung getragen, dass die **Bemessung nur für eine Sickermulde** (und nicht für das Mulden-Rigolen-Element) vorgenommen wird.

Zusätzlich wird unterhalb der Sickermulde eine Rigole (Schaffung eines unterirdischen Speichers) mit vergrößerter versickerungswirksamer Mantelfläche des Versickerungskörpers geschaffen. Die Möglichkeit einer zusätzlichen Entsorgung des Wassers über eine Aufnahme im Mutterboden und Verdunstung wird somit gewährleistet.

In die Berechnung der **Muldenversickerung** gehen folgende Ausgangsdaten ein:

Regenstatistik KOSTRA-DWD 2010R Raster Taucha / Borsdorf

Angeschlossene Flächen:	Muster-Dachfläche	$A_{e1} = 150,0 \text{ m}^2$
Abflussbeiwert:	Muster-Dachfläche	$\psi_1 = 0,90$
undurchlässige Fläche:	Muster-Dachfläche	$A_{u1} = 135,0 \text{ m}^2$
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes:		$k_f = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Die Ausgangsdaten sowie die Berechnungsformeln und –ergebnisse sind auf den Anlagen 04/1 und 04/2 dargestellt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Berechnung der Versickerungsmulde

Mulde für	erforderliche Grundfläche der Mulde	mittlere Einstauhöhe
Muster-Dachfläche (150 m²)	62 m ²	15 cm

Für eine Muster-Dachfläche mit einer Grundfläche von 150 m² ist somit eine Mulde mit darunter liegender Rigole mit einer Gesamtfläche von 62 m² herzustellen. Die Muldentiefe sollte 20 cm nicht unterschreiten. Die Höhe der Rigole sollte ca. 20 cm betragen. Die Aushubsohle liegt somit aufgrund der über der Rigole liegenden Mutterbodenschicht (10 cm) ca. 0,50 m unter Gelände.

Für die auf den einzelnen Grundstücken anfallenden konkreten befestigten Flächen sind dann die Nachweise der ausreichenden Muldengröße zu führen.

Eine Bekiesung oder Begrünung der Dachflächen führt zu einer Verminderung der Abflussbeiwerte und somit zur Verkleinerung der erforderlichen Versickerungsanlagen.

Für Verkehrsflächen können in Abhängigkeit der Befestigungsart andere Abflussbeiwerte angenommen werden.

Zur Herstellung der Versickerungsmulden wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

Die derzeit im Bereich der Versickerungsmulden anstehenden Mutterbodenschichten und Geschiebelehm Böden sind auf der jeweils erforderlichen Grundfläche bis in eine Tiefe von 0,50 m unter Gelände mit horizontaler Sohle auszuheben.

In die Grube wird eine Kiessandschicht („gewaschener“ Kiessand) in einer Stärke von 20 cm eingebaut und anschließend mit einem Filtervlies abgedeckt. Die Oberflächenabdeckung erfolgt mit **sandigem** Mutterboden ($k \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s) in einer Stärke von mindestens 10 cm. Die Oberfläche dieser Schicht liegt dann ca. 20 cm unter Geländeoberkante. Bei der erforderlichen Einstauhöhe von 15 cm verbleibt dann noch ein Freibord von ca. 5 cm.

In diesen Mulden verläuft neben der Versickerung der Niederschläge weiterhin eine Evapotranspiration (Verdunstung über Boden- und Pflanzenoberfläche) ab.

Alle Materialien im Bereich der Versickerungsanlagen müssen chemisch unbedenklich sein.

Wie bereits ausgeführt, stellt die empfohlene Versickerungsanlage eine notdürftige Lösung dar, welche die auf den Grundstücken vorhandenen Möglichkeiten der Speicherung und Entsorgung (Versickerung sowie Verdunstung) nutzt und gleichzeitig die Anforderungen an den Schutz des Grundwassers gewährleistet.

10. Nachweis des Behandlungserfordernisses

Für die Versickerungsanlagen der Straße wird der Nachweis des Behandlungserfordernisses des zu versickernden Niederschlagswassers geführt. Dieser Nachweis erfolgt entsprechend des DWA-Merkblattes M 153 – Handlungsempfehlung zum Umgang mit Regenwasser – unter Berücksichtigung der in Kapitel 9 angesetzten Muster-Fläche von $A_e = 150 \text{ m}^2$ ($A_u = 135 \text{ m}^2$).

Das Protokoll zum Bewertungsverfahren aus dem genannten Merkblatt ist als Anlage 05 beigelegt.

Aufgrund der Versickerung im Bereich außerhalb einer Trinkwasserschutzzone ergibt sich eine **zulässige Gewässerbelastung mit $G \leq 10$ Gewässerpunkten**.

Die an die Versickerungsanlage angeschlossenen Flächen sind folgenden Kategorien nach DWA-M 153 zuzurechnen:

Verkehrsflächen:	wenig befahrene Verkehrsflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten (F 3 - 12 Bewertungspunkte)
------------------	---

Unter Berücksichtigung der angeschlossenen Flächen und der zu erwartenden Einflüsse aus der Luft (Siedlungsbereiche mit geringem Verkehrsaufkommen – 1 Bewertungspunkt) ist mit einer **Abflussbelastung von B = 13,0** zu rechnen.

Die zulässige Abflussbelastung wird somit nicht eingehalten. Daher wird eine zusätzliche Regenwasserbehandlung erforderlich.

Der maximal zulässige Durchgangswert beträgt $D_{\max} = 0,77$.

Die hauptsächliche Belastung des Niederschlages resultiert aus den von den Verkehrsflächen ausgetragenen Austrägen an staubgebundenen Schadstoffen (Gummi / Ruß / Feinstaub / Ölreste).

Zur Behandlung der zu versickernden Niederschläge wird die **Oberbodenpassage durch 10 cm bewachsenen Oberboden** herangezogen. Bei einem Verhältnis der undurchlässigen Fläche zur Sickerfläche von $135 \text{ m}^2 / 62 \text{ m}^2 = 2,18$ kann der Durchgangswert aus Spalte a der Tabelle A.4a (DWA-M 153) von $D3(a) = 0,45$ angesetzt werden.

Bei Einbeziehung der Bodenpassage ergibt sich somit ein rechnerischer Emissionswert von **E = 5,85**. Dieser Emissionswert liegt unterhalb der **zulässigen Gewässerbelastung von G < 10,0**.

Die Oberbodenpassage des versickernden Wassers reicht somit für die Behandlung des Niederschlagswassers aus. Eine Gefährdung der Grundwasserqualität ist auch unter Berücksichtigung der unter den Versickerungsanlagen anstehenden, hochadsorptionsfähigen Geschiebelehm Böden nicht zu besorgen.

Da es sich bei dem Nachweis des Behandlungserfordernisses ebenfalls um eine Musterberechnung bezogen auf die angenommene Musterfläche von $A_u = 135 \text{ m}^2$ handelt, ist auch dieser Nachweis mit der konkreten angeschlossenen Fläche und der daraus errechneten Größe der Versickerungsanlage zu präzisieren.

Zur genauen Untersuchung der hydrogeologischen Verhältnisse auf den einzelnen Grundstücken und zur Bemessung der Versickerungsanlagen unter Berücksichtigung der einzelnen anzuschließenden befestigten Flächen sollten für die einzelnen Grundstücke detaillierte Gutachten angefertigt werden.

BÜRO FÜR GEOTECHNIK
 Peter Neundorf GmbH
 Ingenieurberatung für Grund-
 bau und Bodenmechanik

4 Anlagen (beigeheftet) Die Anlage 02 ist ungeheftet beigelegt

Verteiler: Herr Tim Böhnke, Zweenfurth
 Büro Knoblich Landschaftsarchitekten, Zschepplin

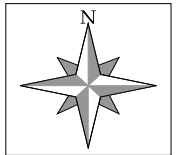
2-fach
 e-mail

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung
2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme
3. Baugrunderkundung
4. Geologie des regionalen Umfeldes
5. Baugrundaufbau
6. Grund- und Schichtenwasser
7. Bodenmechanische Feldversuche
8. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser
9. Musterbemessung der Anlagen zur Regenwasserentsorgung
10. Nachweis des Behandlungserfordernisses

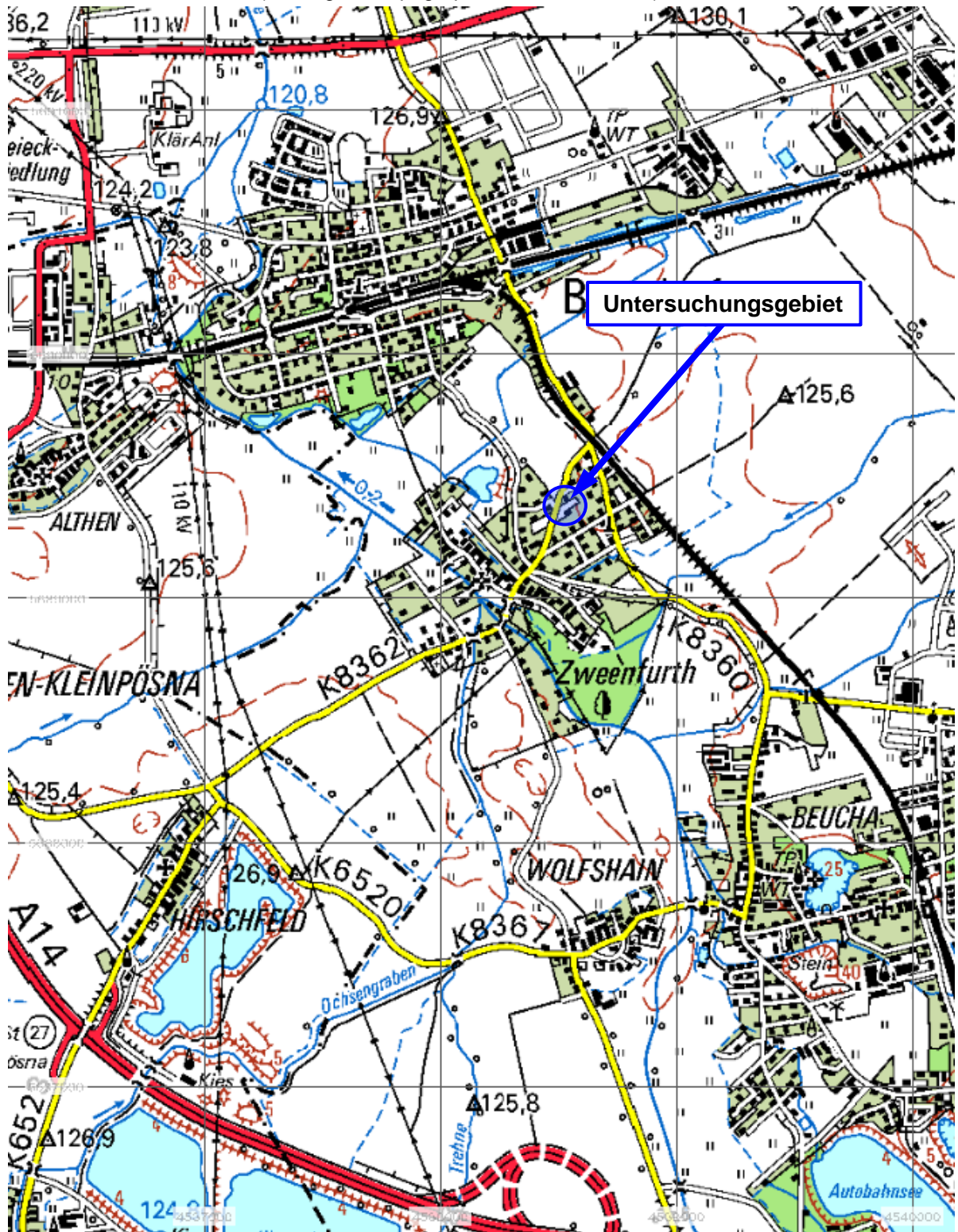
Anlagen

- 01 Übersicht, M = 1 : 25.000
- 02/1 bis 02/6 Baugrundaufschlüsse vom 20.08.2020 und 19.05.2022
- 03 Lageplan der Sondieransatzpunkte und Schurfstellen, M = 1 : 1.000
- 04/1 und 04/2 Berechnungsergebnisse Mulden-Versickerung – Bemessungsfall - Musterberechnung
- 05 Bewertungsformblatt nach DWA-M 153

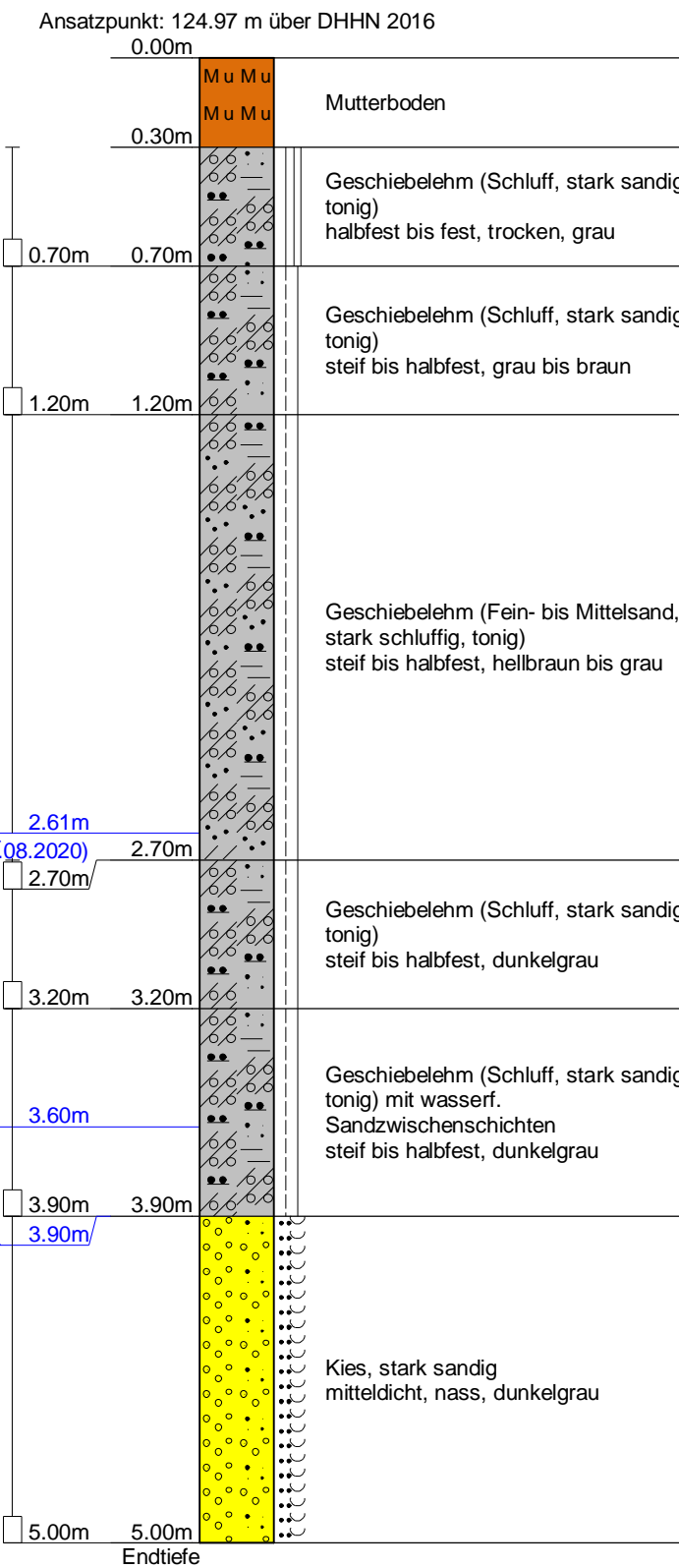


Übersichtslageplan M = 1 : 25.000

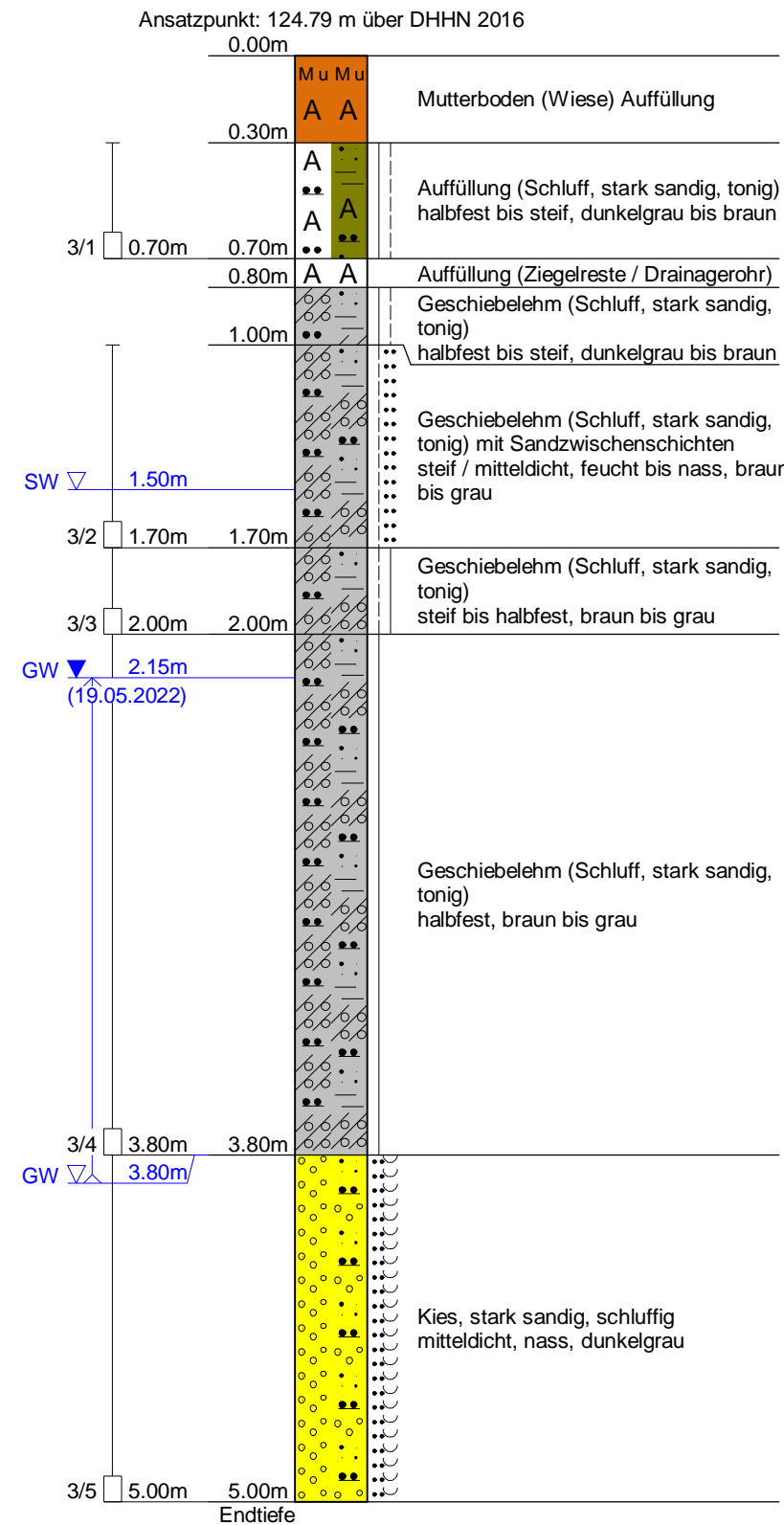
(Auszug aus topographischer Karte TK 50)



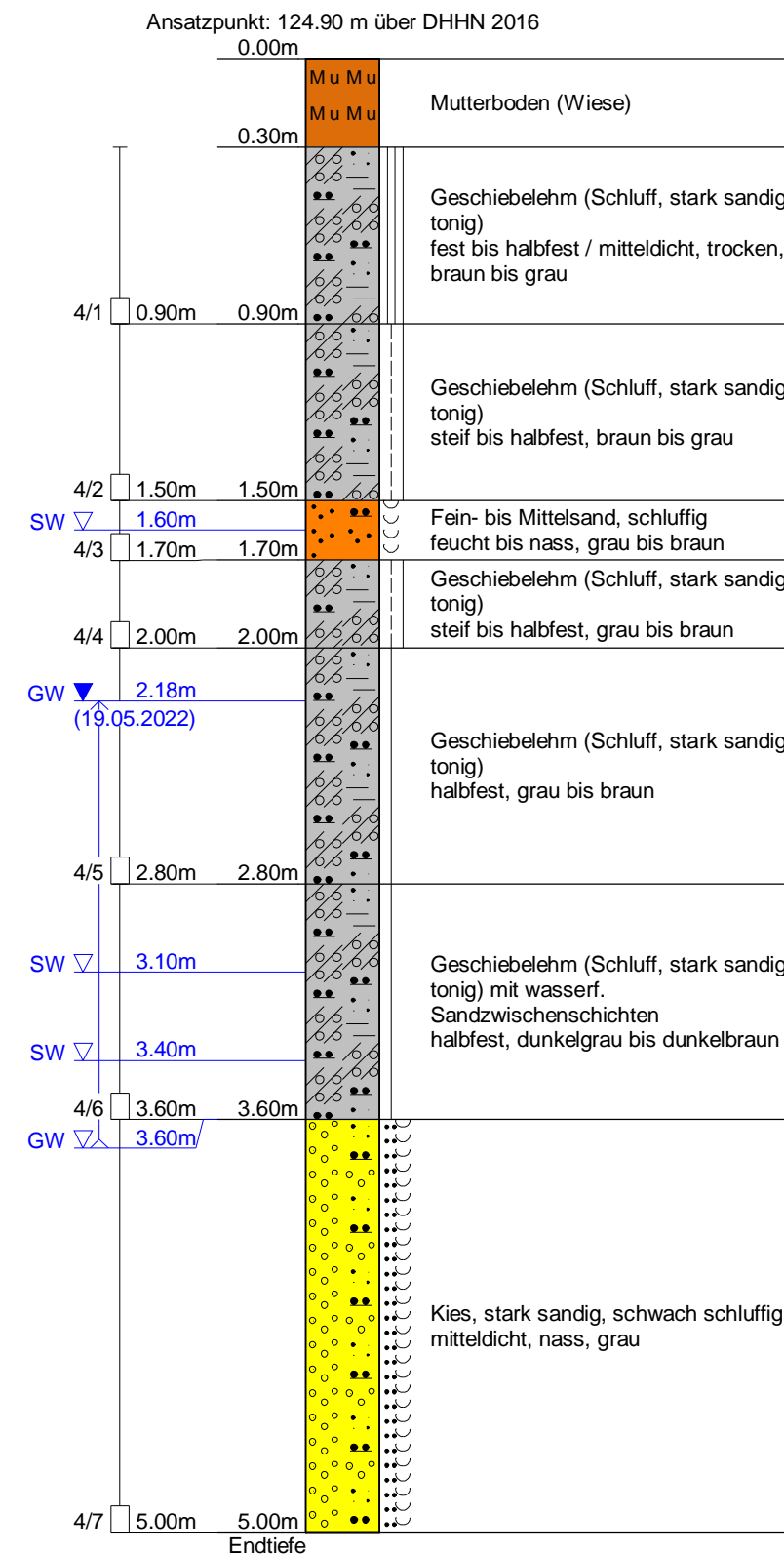
RKS 1



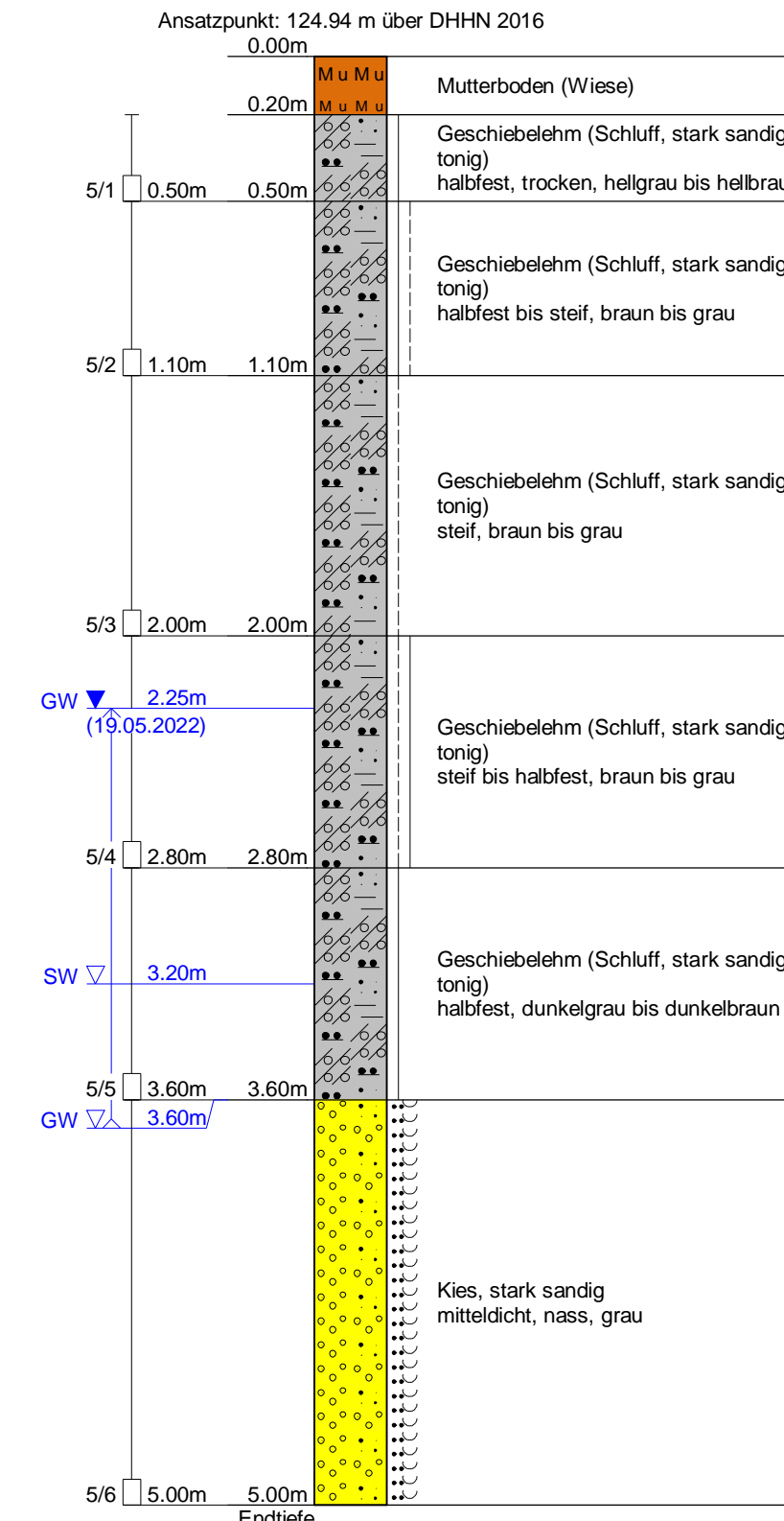
RKS 3



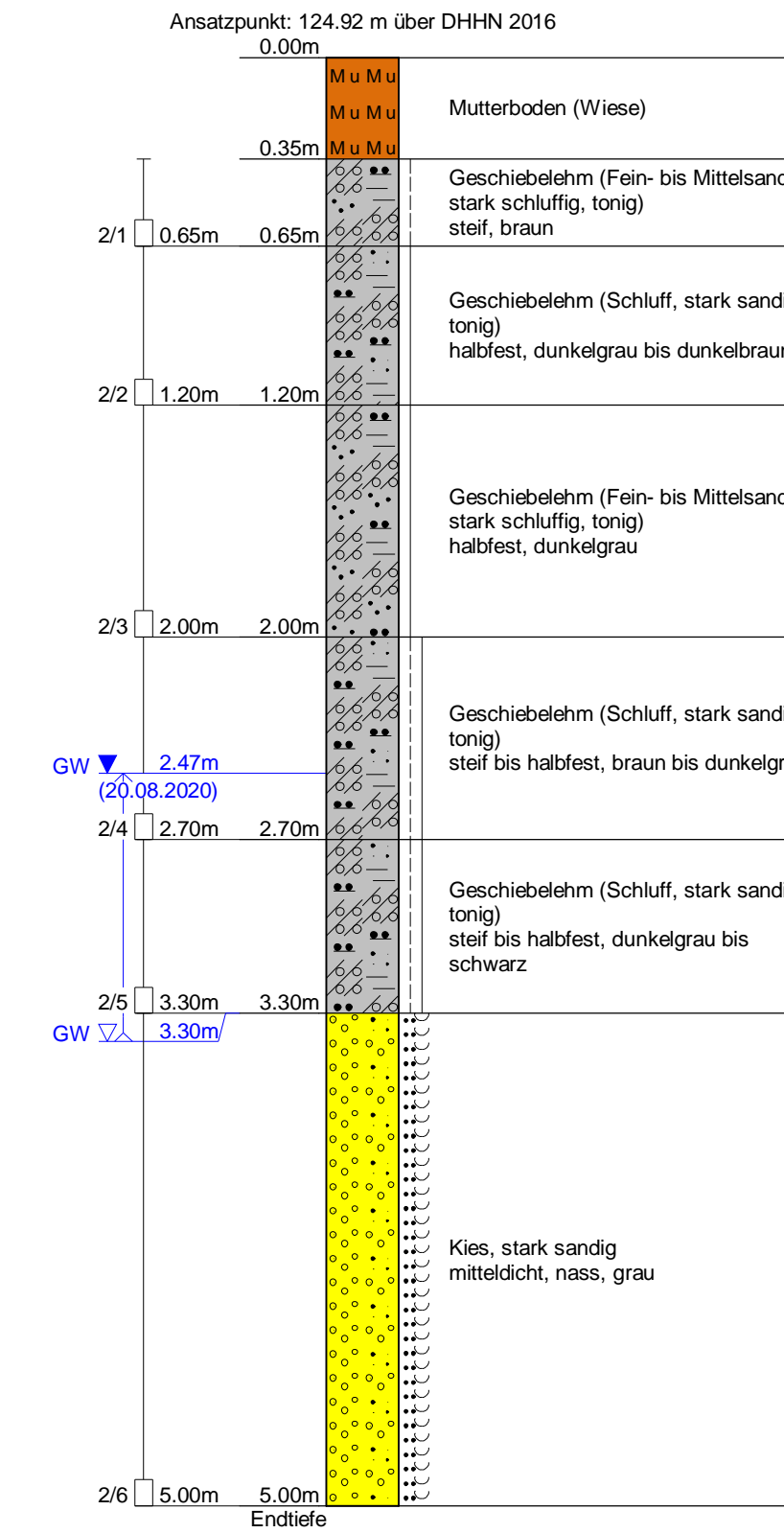
RKS 4



RKS 5



RKS 2



Legende

A A A A	Auffüllung	Geschiebelehm	Kies	Mittelsand
M u M u M u M u	Mutterboden	sandig	Schluff schluffig	tonig
Ziegelreste				

Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023	Verwitterungsstufen
■ Sonderprobe	GW ▽ GW angebohrt	nass	schwach verwittert
□ Gestörte Probe	GW ▽ Änderung des WSP	breig	mäßig-stark verw.
⊠ Kernprobe	GW ▽ Ruhewasserstand	weich	vollständig verw.
△ Wasserprobe	SW ▽ Sickenwasser	steif	

BÜRO FÜR GEOTECHNIK

PETER NEUNDORF GMBH
ZIEGELSTRASSE 2
04838 EILENBURG
Tel.: 03423 - 605430 Fax: 03423 - 605483 eMail: Geotechnik@T-Online.de

Bauherr Herr Tim Böhne
Bauort Zweenfurth, "An der Schmiede", Flst. 322/f und 322/g
Bauvorhaben Bebauungsplan
Blattinhalt Baugrundaufschlüsse vom 20.08.2020 und 19.05.2022

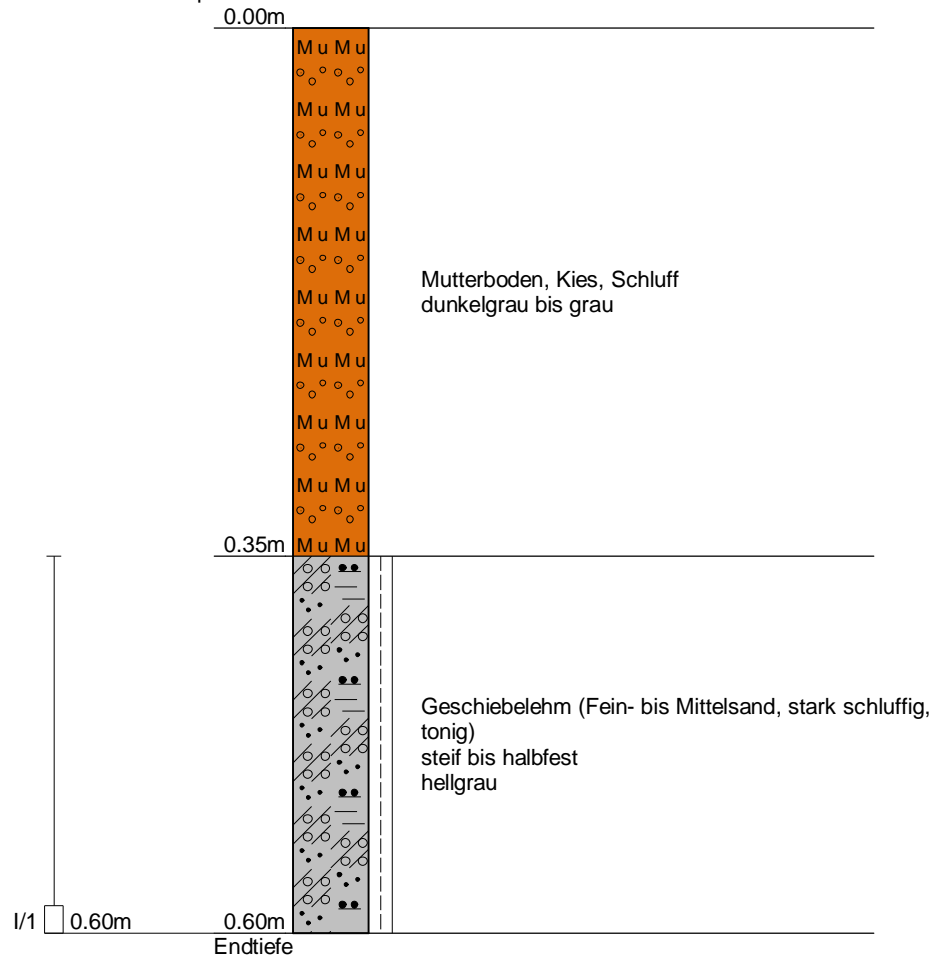
Datum 07.06.2020
Bearbeiter Dipl.-Ing. P. Neundorf
Gezeichnet Dipl.-Ing. P. Neundorf

Maßstab 1:25/1:100
Plan - Nummer 20/4891-1
Anlage-Nummer 02/1

BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Projekt :	Bebauungsplan "An der Schmiede"	
PETER NEUNDORF GMBH	Projektnr.:	20/4891 in Zweenfurth, Flst. 322/f u. 322/g	
ZIEGELSTRASSE 2	Anlage :	02/2	
0 4 8 3 8 E I L E N B U R G	Maßstab :	1: 5	Datum : 20.08.2020

Schurf I

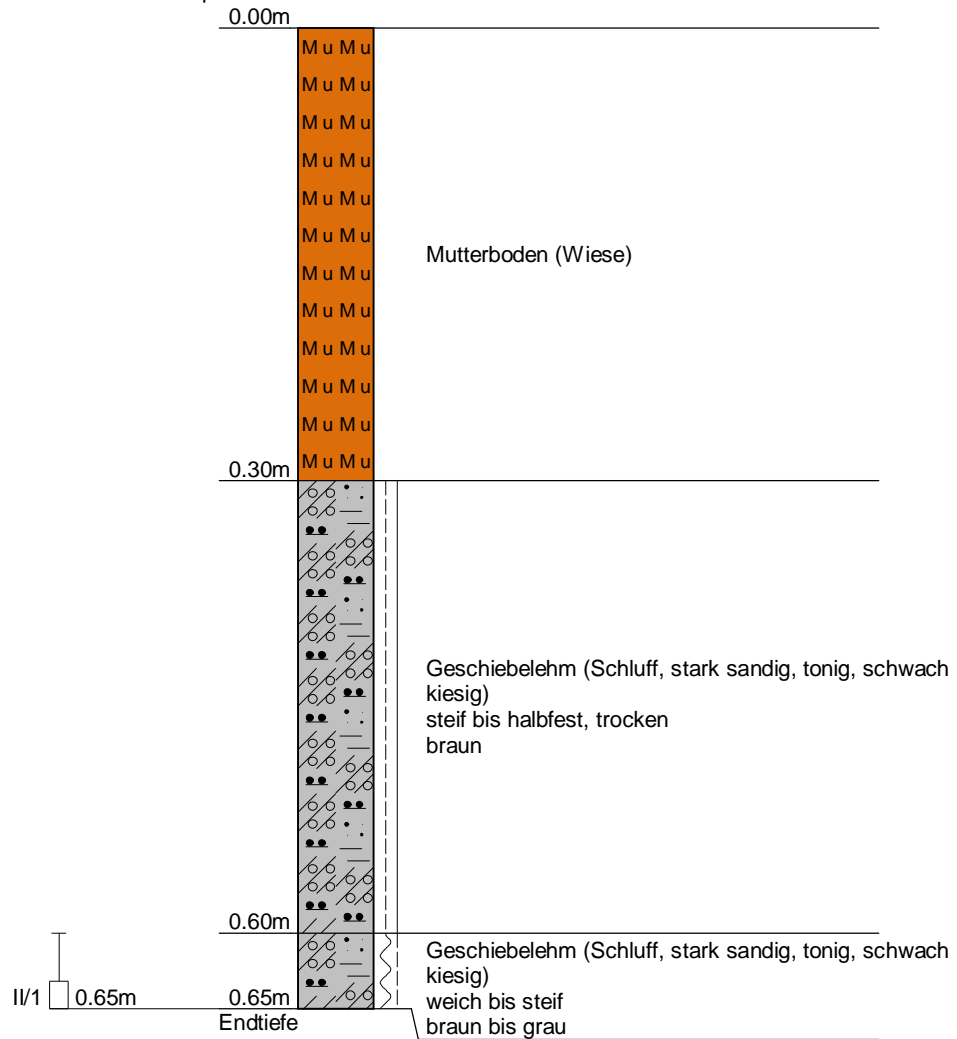
Ansatzpunkt: 124.82 m über DHHN 2016



BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Projekt : Bebauungsplan "An der Schmiede"
PETER NEUNDORF GMBH	Projektnr.: 20/4891 in Zweenfurth, Flst. 322/f u. 322/g
ZIEGELSTRASSE 2	Anlage : 02/3
0 4 8 3 8 E I L E N B U R G	Maßstab : 1: 5 Datum : 19.05.2022

Schurf II

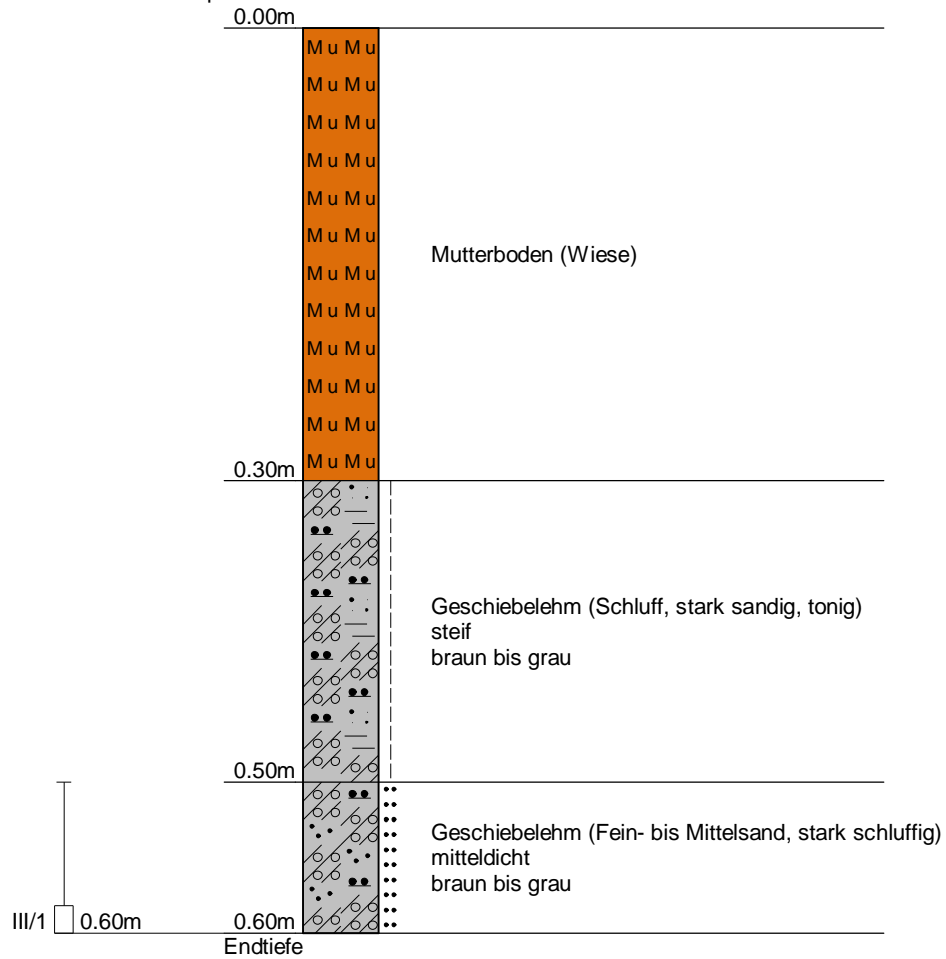
Ansatzpunkt: 124.79 m über DHHN 2016



BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Projekt : Bebauungsplan "An der Schmiede"
PETER NEUNDORF GMBH	Projektnr.: 20/4891 in Zweenfurth, Flst. 322/f u. 322/g
ZIEGELSTRASSE 2	Anlage : 02/4
0 4 8 3 8 E I L E N B U R G	Maßstab : 1: 5 Datum : 19.05.2022

Schurf III

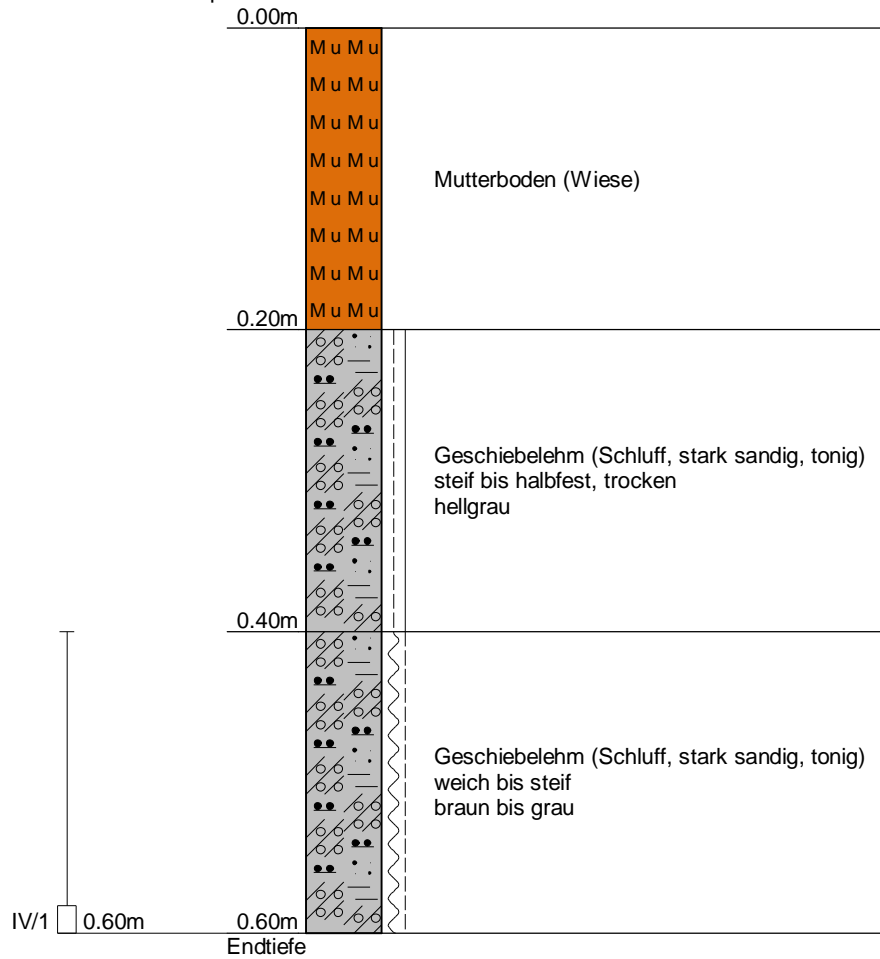
Ansatzpunkt: 124.82 m über DHHN 2016



BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Projekt : Bebauungsplan "An der Schmiede"
PETER NEUNDORF GMBH	Projektnr.: 20/4891 in Zweenfurth, Flst. 322/f u. 322/g
ZIEGELSTRASSE 2	Anlage : 02/5
0 4 8 3 8 E I L E N B U R G	Maßstab : 1: 5 Datum : 19.05.2022

Schurf IV

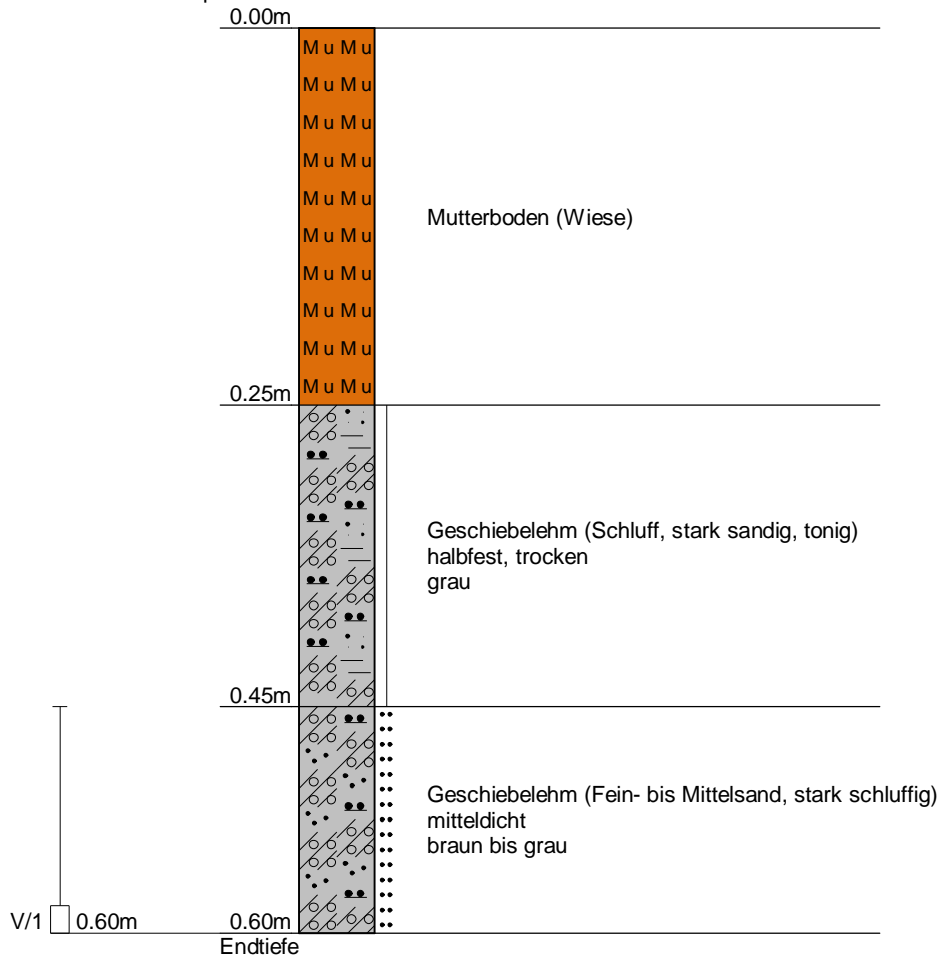
Ansatzpunkt: 124.94 m über DHHN 2016

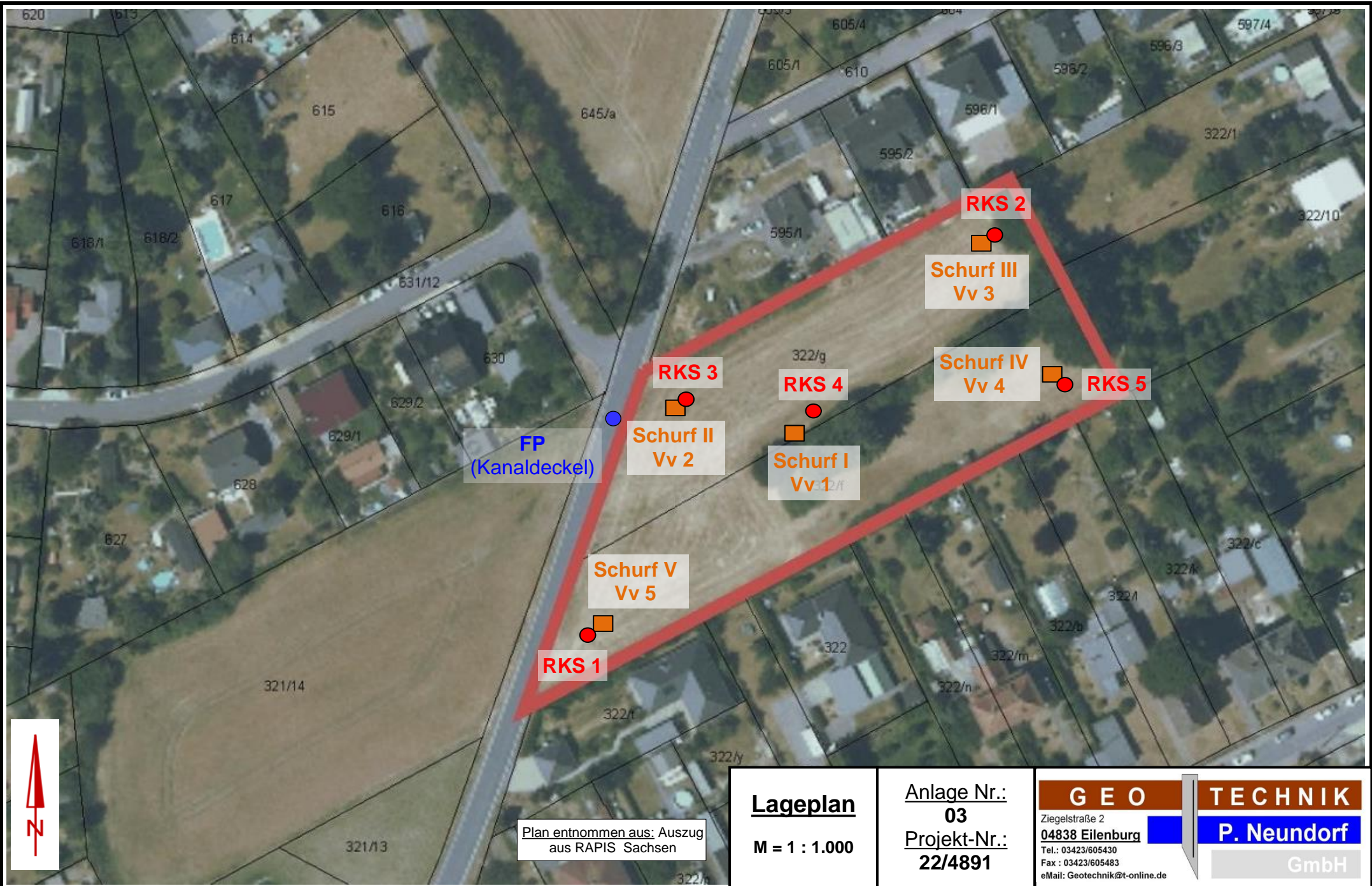


BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Projekt : Bebauungsplan "An der Schmiede"
PETER NEUNDORF GMBH	Projektnr.: 20/4891 in Zweenfurth, Flst. 322/f u. 322/g
ZIEGELSTRASSE 2	Anlage : 02/6
0 4 8 3 8 E I L E N B U R G	Maßstab : 1: 5 Datum : 19.05.2022

Schurf V

Ansatzpunkt: 124.98 m über DHHN 2016





FP
(Kanaldeckel)

Plan entnommen aus: Auszug
aus RAPIS Sachsen

Lageplan

M = 1 : 1.000

Anlage Nr.:
03

Projekt-Nr.:
22/4891

G E O	T E C H N I K
Ziegelstraße 2	
04838 Eilenburg	
Tel.: 03423/605430	
Fax : 03423/605483	
eMail: Geotechnik@t-online.de	
P. Neundorf	
GmbH	



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Büro für Geotechnik
Peter Neundorf GmbH
Ziegelstraße 2
04838 Eilenburg
Lizenznr.: 400-0706-0542

Projekt

Bezeichnung: Wohngebiet "An der Schmiede", Flurstücke 322/f und 322/g, Zweenfurt
Datum: 22.06.2022
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Neundorf
Bemerkung: Muster-Dachfläche EFH 150 m² - Bemessungsfall

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m ²]	mittlerer Abflussbeiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m ²]	Beschreibung der Fläche
1	150,00	0,90	135,00	Muster-Dachfläche Wohnhaus
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
Gesamt	150,00	0,90	135,00	

Risikomaß

Verwendeter Zuschlagsfaktor f_z 1,1



Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.

A138-XP

Version 2006
Dimensionierung von Versickerungsanlagen

Büro für Geotechnik
Peter Neundorf GmbH
Ziegelstraße 2
04838 Eilenburg
Lizenznr.: 400-0706-0542

Projekt

Bezeichnung:	Wohngebiet "An der Schmiede", Flurstücke 322/f und 322/g, Zweenfurt	Datum: 22.06.2022
Bearbeiter:	Dipl.,-Ing. Peter Neundorf	
Bemerkung:	Muster-Dachfläche EFH 150 m ² - Bemessungsfall	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A _u	135	m ²
mittlere Versickerungsfläche	A _S	62	m ²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k _f	0,000001	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	Taucha / Borsdorf	
	n	0.2	1/a
Zuschlagsfaktor	f _z	1,1	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r _{D(n)} [l/(s·ha)]	V [m ³]	Erforderliche Größe der Anlage
5	324,5	2,1	<u>erforderliches Speichervolumen</u> $V = 9,6 \text{ m}^3 \quad V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$
10	234,7	3,0	
15	188,3	3,6	
20	158,7	4,1	
30	122,3	4,7	
45	92,6	5,3	
60	75,3	5,8	
90	55,3	6,3	
120	44,4	6,7	
180	32,7	7,3	
240	26,2	7,7	<u>mittlere Einstauhöhe</u> $z = 0,15 \text{ m} \quad z = V / A_S$
360	19,3	8,3	
540	14,2	8,9	<u>rechnerische Entleerungszeit</u> $t_E = 86,00 \text{ h} \quad t_E = 2 \cdot z / k_f$
720	11,4	9,2	
1080	8,4	9,6	<u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a</u> vorh. t_E = 43,11 h < erf. t_E = 24 h Achtung: Nachweis nicht erbracht!
1440	6,7	9,6	
2880	4,0	9,1	
4320	3,0	8,0	

Anhang B Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Projekt:

Bebauungsplan „An der Schmiede“ in Zweenfurth, Flurstücke 322/f und 322/g

Versickerung von Niederschlagswasser

Niederschlagswasser Verkehrsflächen

Mulden-Versickerung - Musterbemessung

Gewässer (Tabellen A.1a und A.1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser außerhalb von Trinkwassereinzugsgebieten	G 12	G = 10

Flächenanteil f_i (Abschnitt 4)		Luft L_i (Tabelle A.2)		Fläche F_i (Tabelle A.3)		Abflussbelastung B_i		
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i * (L_i + F_i)$		
135,00	1,000	L 1	1	F 3	12		13,000	
		L		F			0,000	
		L		F			0,000	
		L		F				
$\Sigma = 135$	$\Sigma = 1,0$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i :$				B = 13,00		

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn $B \leq G$

Behandlung erforderlich

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{max} = G/B :$	$D_{max} = 0,77$
---	------------------

vorgesehene Behandlungsmaßnahmen (Tabellen A.4a, A.4b und A.4c)	Typ	Durchgangswert D
Versickerung durch 10 cm bewachsenen Oberboden	D 3(a)	0,45
	D	
Durchgangswert D = Produkt aller D_i (Abschnitt 6.2.2) :		0,45

Emissionswert $E = B * D :$	E = 5,85
-----------------------------	----------

E = 5,85 ; G = 10

$E \leq G$

Behandlung ausreichend

Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn

$E > G$