BÜRO FÜR GEOTECHNIK
Gründungsberatung - Baugrunduntersuchungen - Erdstatische Berechnungen - Altlastenuntersuchungen - Bodenmechanische Labor- und Feldversuche

GEO TECHNIK P. Neundorf GmbH

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

Immo-Invest
Bahnhofstraße 24

04838 Eilenburg

Eilenburg, den 04.08.2023
Ne/p

- Geotechnischer Bericht -

(Voruntersuchung nach DIN 4020)

Projekt: **Wohngebiet Gelbchenweg in Eilenburg, Flurstück 1/44**

Teilprojekt: **Bebauung und Erschließung des Wohngebietes**

Bauherr: **Immo-Invest**
Bahnhofstraße 24

04838 Eilenburg

Planung: **IBS - Ingenieurgesellschaft**
für Bau- und Sachverständigenwesen mbH
Mühlweg 12

04838 Jesewitz / OT Pehritzsch

Projekt-Nr.: **22/5301**

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

1. Vorbemerkung

Die IBS – Ingenieurgesellschaft für Bau- und Sachverständigenwesen mbH, Pehritzsch, plant im Auftrag der Immo-Invest die Erschließung des Wohngebietes „Gelbchenweg“ in Eilenburg, Flurstück 1/44. Im Zuge der Erschließung des Gebietes sollen Gebäude errichtet werden.

Für die weitere Planung der Erschließung und Bebauung des Geländes war die Durchführung einer Baugrunderkundung und die Ausarbeitung eines generellen Baugrundgutachtens (Geotechnischer Bericht) erforderlich. Diese Untersuchung entspricht einer Voruntersuchung. Konkrete Baugrundgutachten für die einzelnen Gebäude sollten nicht erarbeitet werden.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

Das Baugrundstück befindet sich im nordwestlichen Teil der Stadt Eilenburg im Stadtteil „Berg“. Es wird im Westen durch die „Zscheppliner Landstraße“ (B107) und im Süden zu einer Zufahrtsstraße begrenzt. An der Ost- und Nordseite des Grundstückes schließen sich mit Wohnhäusern und Nebengebäuden bebaute Grundstücke an.

Die maximalen Abmessungen des Baugeländes betragen ungefähr 130 x 42 m. Die Geländeoberfläche ist leicht in nördliche Richtung geneigt. Sie liegt auf geodätischen Höhen um 127,5 … 129 m ü.DHHN 92. Zu den südlich und westlich angrenzenden Straßen fällt das Gelände um mehrere Meter ab.

Das Gelände ist derzeit unbebaut und wird landwirtschaftlich (Grasland) genutzt.

Die Lage des Baugrundstückes zeigt die Übersicht, M = 1 : 1.000 auf der Anlage 01.

Das Gelände soll im Zuge der Bearbeitung des Bebauungsplanes als Wohngebiet ausgewiesen werden. Die Entsorgung der auf den Dachflächen und Verkehrsflächen anfallenden Niederschläge ist zu realisieren. Hierzu sollen Versickerungsanlagen im Bereich der Grundstücke 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 14.04.2022 im Bereich des Gebietes insgesamt 3 Sondierbohrungen mit der Rammkernsonde (RKS 1 bis 3) durchgeführt. Das Abteufen der Sondierungen erfolgte bis in Tiefen von jeweils 5,0 m unter Geländeoberkante.

Weiterhin wurde zur Durchführung eines Versickerungsversuches ein Handschurf (Sch I) 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 des Schurfes sind in Form von Schichtenprofilen auf den Anlagen 02/1 und 02/2 dargestellt.

Die Sondieransatzpunkte und die Schurfstelle 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 Kanaldeckel unmittelbar südöstlich des geplanten Wohngebietes mit einer geodätischen Höhe von

128,94 m ü.DHHN 92

angenommen.

4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes

4.1. geologische Situation

Das Baugelände liegt ca. 1.500 m westlich des Zentrums der Stadt Eilenburg.

Aus der Erläuterung zur geologischen Karte geht folgende grundsätzliche geologische Situation hervor:

Das Grundgebirge im Bereich der Baumaßnahme liegt in einer Tiefe von fast 100 m und besteht aus Porphyren des Rotliegenden. Über diesem Grundgebirge sind die Schichten des Tertiärs, Pleistozäns und Holozäns in Form von Lockersedimenten abgelagert.

Der überwiegende Teil dieser Sedimente wird durch tertiäre Ablagerungen gebildet, die aus einer Wechselfolge von grundwasserführenden Sanden und grundwasserstauenden Schluff- und Tonschichten bestehen. Zum Teil sind auch Braunkohlenrestflöze eingelagert.

Der obere Abschluss wird durch ca. 15 bis 20 m mächtige pleistozäne Sedimente gebildet. Diese sind im Bereich des Einschnittes der Mulde (ca. 500 m östlich des Baugeländes) durch Erosion in erheblicher Mächtigkeit beseitigt worden.

Das Baugelände befindet sich am Rand der Muldenaue auf dem westlichen Hochplateau. Hier sind die elsterkaltzeitlichen Sande und Kiese und die darüber liegende, bis mehr als 10 m mächtige Saale-Grundmoräne (Geschiebemergel mit Beckenschluff- und Beckensandablagerungen) größtenteils erhalten geblieben.

In Nähe der Geländeoberkante sind die geologischen Verhältnisse teilweise gestört. Durch die landwirtschaftliche Nutzung des Areals besitzen diese Einflüsse in den weit überwiegenden Bereichen des Gebietes nur eine geringe Tiefe. Lediglich durch die Verlegung von Felddrainagen können hier lokal tiefere Bodenveränderungen vorgenommen worden sein.

4.2. vorgefundener Baugrundaufbau

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden folgende Baugrundschichten vorgefunden:

Begrünungszone
Löß
Geschiebelehm mit Schmelzwassersanden

4.2.1. Begrünungszone (Schicht 0)

In allen Aufschlüssen wurde an der Geländeoberkante die **Begrünungszone** vorgefunden. Diese Begrünungszone besteht überwiegend aus **Mutterboden**. Der Mutterboden wurde infolge der ehemaligen landwirtschaftlichen Nutzung umgelagert und teilweise mit den **Mineralböden des Untergrundes (Sand, Kies, Schluff)** bzw. in geringem Umfang mit **Fremdbestandteilen (Ziegelreste)** vermischt.

Die Dicke der Begrünungszone wurde mit 30 … 40 cm festgestellt. Teilweise ist der Übergang zum „gewachsenen" Untergrund fließend.

4.2.2 Löß (Schicht 1)

Unterhalb des Mutterbodens wurde in der Rammkernsondierung RKS 1 **Löß** aufgeschlossen. Dieser Löß besteht aus **stark schluffigem, schwach humosem Fein- bis Mittelsand.** An der Basis des Lößes sind gehäuft Steine vorhanden.

Der Löß besaß zum Zeitpunkt der Untersuchungen eine lockere Lagerung bzw. steife bis halbfeste Konsistenz. Bei Wasserzutritt ist ein rascher Konsistenzwechsel zu erwarten.

Die Unterkante des Lößbodens ist in der genannten Rammkernsondierung in einer Tiefe von 0,6 m unter Geländeoberkante erreicht worden.

4.2.3. Geschiebelehm / Schmelzwasserssande (Schicht 2)

Bis zur Endteufe aller Rammkernsondierungen und des Schurfes werden die Begrünungszone bzw. der Löß durch Wechsellagerungen aus **Geschiebelehm** und **eiszeitlichen Schmelzwassersanden** unterlagert.

Der Geschiebelehm wird durch **stark sandigen, tonigen Schluff** gebildet. Er besaß zum Zeitpunkt der Untersuchungen wechselnd eine weiche bis steife bzw. steife bis halbfeste Konsistenz.

Die Kornverteilung der Schmelzwassersande variiert zwischen **stark schluffigem Feinsand** und **kiesigem, schwach schluffigem Fein- bis Grobsand**. Es überwiegen hier die schluffigen bis stark schluffigen Feinsande und Fein- bis Mittelsand.

Entsprechend des Bohrfortschrittes sind die Sandböden mitteldicht gelagert.

Die Wechsellagerung der Geschiebelehmschichten und Sandböden ist regellos. Neben Schichtdicken von mehreren Dezimetern existiert teilweise eine Feinschichtung.

Die Anteile der Geschiebelehm- und Sandböden am Baugrundaufbau sind ungefähr gleich. Lokal können sie jedoch stark variieren.

Da die Sandschichten in allen Aufschlüssen auch mit größeren Schichtdicken vorgefunden wurden, ist anzunehmen, dass sie überwiegend miteinander in hydraulischer Verbindung stehen.

4.3. tabellarisches Baugrundmodell

Es ergibt sich nach den Aufschlüssen somit folgendes tabellarisches Schichtenprofil für den Bereich des Baugeländes:

Tabelle 1 – tabellarisches Schichtenprofil Wohngebiet Eilenburg Gelbchenweg

Schicht	Tiefe unter GOK [m]		Böden	Lagerung / Körnung
	Oberkante	Unterkante		
0	0,0	0,3 … 0,4	**Mutterboden** (z.T. umgelagert mit Sand, Kies, Schluff und Ziegelresten)	locker bis mitteldicht / weich bis steif, rundkörnig
1	0,4	0,6	**Löß** (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach humos)	locker, steif bis halbfest, rundkörnig
2	0,3 … 0,6	> 5,0	**Geschiebelehm** (Schluff, stark sandig, tonig) / **Schmelzwassersande** (wechselnde Kornverteilung zwischen stark schluffigem Feinsand und kiesigem, schwach schluffigem Fein- bis Grobsand	mitteldicht, rundkörnig

Allgemein sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Gewerbegebietes aufgrund von Mutterboden und Sandlößschichten bis in eine Tiefe von ca. 0,4 … 0,6 m als gering bis allenfalls mäßig tragfähig zu bezeichnen.

Unterhalb der genannten Tiefe liegen mäßig bis gut tragfähige Wechsellagerungen aus Geschiebelehm und Schmelzwassersanden vor.

5. organoleptische Ansprache

Während der Baugrunduntersuchung wurde eine organoleptische Ansprache (Farbe, Geruch Aussehen, Beschaffenheit) von den angetroffenen Böden durchgeführt. Hierbei wurden an den Böden keine Anzeichen einer chemischen Verunreinigung des Untergrundes vorgefunden. Die gewachsenen Böden besaßen durchgängig eine graue bis hellbraune und braune, bei humosen Bestandteilen eine dunkelbraune Farbe.

Für die Durchführung eventuell erforderlicher chemischer Untersuchungen stehen die entnommenen Bodenproben in unserem Probenarchiv über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten zur Verfügung.

6. Grund- und Schichtenwasser

Während der Baugrunduntersuchung am 14.04.2022 wurden in der Rammkernsondierung RKS 3 wasserführende Horizonte angetroffen. Der Anschnitt des obersten Schichtenwassers erfolgte in einer Tiefe von 1,0 m unter Geländeoberkante.

Der Ruhewasserspiegel wurde in dieser Rammkernsondierung in einer Tiefe von 3,92 m unter Gelände, entsprechend einer geodätischen Höhe von 123,75 m ü.DHHN 92 eingemessen.

Die Wasserführungen sind in dieser Tiefe an die Schmelzwassersande gebunden. Sie speisen sich überwiegend aus versickernden Niederschlägen.

Der Geschiebelehm und der Löß eignen sich nicht zur Wasserführung.

Nach Angaben des Internetauftrittes des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (www.umwelt.sachsen.de) liegt der mittlere Grundwasserstand im Bereich des Baugeländes auf einer geodätischen Höhe von ca. 105 m ü.DHHN 92 und somit ca. 22 … 24 m unterhalb der Geländeoberkante. Der regional ausgeprägte Grundwasserleiter ist demnach in den tiefer liegenden eiszeitlichen Schottern oder tertiären Schichten zu erwarten.

Die innerhalb des Geschiebelehms eingeschalteten Schmelzwassersande bilden den oberen, „schwebenden“, teilweise zusammenhängenden, hier teilweise trockenfallenden Grundwasserleiter GWL 1.4.

Der Ruhewasserstand und der Schichtenwasserandrang unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen. Allgemein ist bei Erdarbeiten unterhalb des Grundwasserspiegels je nach Mächtigkeit der Sandschichten mit einem mäßigen Wasserzutritt zu den Baugruben und Gräben zu rechnen.

In Trockenperioden und in Bereichen mit gering mächtigen Sandschichten ist ein mäßiger bis geringer Zutritt von Wasser zu den Gräben und Baugruben zu erwarten.

Nach starken Niederschlägen und in der Tauwetterperiode können die Wasserführungen dieses Grundwasserleiters bis in Nähe der Geländeoberkante auftreten. Der Bemessungswasserstand für die aufstauenden Sickerwasser ist für die Bemessung von Abdichtungen an der Geländeoberkante anzusetzen.

In Nähe der südlich und westlich angrenzenden Böschungen fließen die Wasserführungen aus den Sandschichten aus, so dass hier ein geringerer Wasserandrang zu erwarten ist.

Der für die Bemessung von Versickerungsanlagen relevante, mittlere höchste Grundwasserstand für den „schwebenden“ Grundwasserleiter kann für den Bereich des Wohngebietes auf einer geodätischen Höhe von 124,50 m ü.DHHN 92 und somit ca. 3,0 … 5,5 m unter Gelände angenommen werden.

7. Bodenmechanischer Feldversuch

Während der Baugrunduntersuchung wurde zur Bestimmung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes innerhalb des Handschurfes 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.

Der Versickerungsversuch wurde mit einem Standrohr als „Open-end-test“ vorgenommen. Nach einer Bewässerung zur Bodensättigung mit einer Dauer von 30 Minuten wurde die Versuchsreihe aufgenommen. Die Messdaten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 2 – Messwerte Versickerungsversuch Vv 1 –Geschiebelehm

Zeitpunkt der Messung	Höhe des Wasserstandes Vv 1
0 min	33,6 cm
10 min	33,4 cm
20 min	33,2 cm
30 min	32,8 cm
40 min	32,5 cm
50 min	32,1 cm
60 min	31,7 cm

Bei einer Auswertung verschiedener Messabschnitte des Versickerungsversuches 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

ergibt sich ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert in folgender Größenordnung:

Vv 1- Geschiebelehm: **$k_f = 5{,}0 \times 10^{-7}$ m/s**

Die in Nähe der Geländeoberkante anstehenden **Geschiebelehmböden** sind nach DIN 18130, Teil 1 als **„schwach durchlässig“** zu bezeichnen.

Diese bindigen Böden sind somit nur begrenzt für eine Versickerung geeignet.

Erfahrungsgemäß besitzt der Geschiebelehm noch geringere Wasserdurchlässigkeiten. In Nähe zur Geländeoberkante ist die Wasserdurchlässigkeit des Geschiebelehms infolge von Durchwurzelung und Kleinorganismen etwas größer

8. Bodenmechanische Laborversuche (Anlage 04)

Zur Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus den Rammkernsondierungen insgesamt 14 gestörte Bodenproben entnommen. Die Probenahmetiefen sind den Schichtenprofilen auf der Anlage 02 zu entnehmen.

Von den gestörten Bodenproben wurden insgesamt 3 Proben für eine bodenmechanische Untersuchung ausgewählt. Es ist folgendes Programm bodenmechanischer Untersuchungen durchgeführt worden:

Tabelle 2: Programm der bodenmechanischen Untersuchungen

Probe-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Untersuchungen
1/4	RKS 1	1,50 – 2,70	Wassergehalt, Kornverteilung
2/1	RKS 2	0,40 – 1,50	Wassergehalt, Kornverteilung
2/3	RKS 2	2,00 – 4,50	Wassergehalt, Kornverteilung
3/2	RKS 3	1,00 – 1,40	Wassergehalt, Kornverteilung

Die einzelnen Ergebnisse der Laborversuche werden im Folgenden dargestellt:

8.1. Wassergehalte

Die Wassergehalte der untersuchten Proben sind in der nachfolgenden Tabelle 3 festgehalten.

Tabelle 3: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen

Probe-Nr.	Aufschluss	Bodenansprache	Natürlicher Wassergehalt w_n
1/4	RKS 1	Fein- bis Grobsand, kiesig, schwach schluffig	8,5
2/1	RKS 2	Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)	15,4
2/3	RKS 2	Feinsand, stark schluffig	10,6
3/2	RKS 3	Fein- bis Grobsand, kiesig, stark schluffig	7,4

Die untersuchten Schmelzwassersande (Proben 1/4, 2/3 und 3/2) besitzen leicht erhöhte Wassergehalte. Diese Böden wurden erdfeucht bis nass vorgefunden. Aufgrund wechselnder Schlämmkornanteile besitzen diese Böden variierende Wasserbindevermögen.

Der Geschiebelehm der Probe 2/1 besitzt ebenfalls einen erhöhten Wassergehalt. Dieser Boden besitzt bei einer steifen Konsistenz aufgrund der erhöhten Schlämmkornanteile ein erhöhtes Wasserbindevermögen.

8.2. Kornverteilung

Die Kornverteilung der Proben 1/4, 2/3 und 3/2 wurde mittels Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile ermittelt. Die Bestimmung der Kornzusammensetzung der Probe 2/1 erfolgte mittels kombinierter Sieb- und Schlämmanalyse.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Form von Körnungslinien auf der Anlage 04 dargestellt. Die einzelnen Kornfraktionen und die zugehörigen Bodenarten und Bodengruppen sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Ergebnisse der Ermittlung der Kornverteilung

Probe	Schlämmkorn (Korn-∅ < 0,063 mm)	Sandkorn (Korn-∅ 0,063 bis 2,0 mm)	Kieskorn (Korn-∅ > 2,0 mm)	Bodenart	Boden-gruppe
1/4	9,0	78,2	12,8	**f-gS, g, u'**	SU
2/1	51,9	47,4	0,7	**U, s*, t**	TL / TM
2/3	38,8	60,7	0,4	**f, u***	SU*
3/2	17,3	57,3	25,4	**f-gS, u*, g**	SU*

Die Probe 1/4 wurde aus den schwach schluffigen Schmelzwassersanden entnommen. Diese Böden sind gering wasserempfindlich und gut verdichtbar.

Die Probe 2/1 stammt aus den Geschiebelehmschichten. Diese Böden sind mäßig bis stark wasserempfindlich und mäßig verdichtbar.

Die Entnahme der Proben 2/3 und 3/2 erfolgte aus den stark schluffigen Schmelzwassersanden. Diese bindigen Sande sind stark wasserempfindlich und mäßig verdichtungswillig.

8.3. Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Aus den Kornverteilungskurven der untersuchten Proben lassen sich nach den empirischen Formeln nach „BEYER" bzw. „KAUBISCH" folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ableiten:

Tabelle 5: abgeleitete Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Probe-Nr.	**Bodenart**	**Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]**
1/4	Fein- bis Grobsand, kiesig, schwach schluffig	$6{,}6 \times 10^{-5}$
2/1	Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)	$3{,}4 \times 10^{-9}$
2/3	Feinsand, stark schluffig	$3{,}2 \times 10^{-8}$
3/2	Fein- bis Grobsand, kiesig, stark schluffig	$3{,}0 \times 10^{-6}$

Somit sind die im Untergrund anstehenden **schwach schluffigen Schmelzwassersande (Probe 1/4)** nach DIN 18130, Teil 1 als **„durchlässig"** zu bezeichnen und somit hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit gut versickerungsfähig.

Der **Geschiebelehm der Probe 2/1** ist nach gleicher Vorschrift **„sehr schwach durchlässig“** und somit nicht für eine ordnungsgemäße Versickerung geeignet.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der **stark schluffigen Sande (Probe 2/3 und 3/2)** von k = 3,2 x 10^{-8} m/s bzw. k = 3,0 x 10^{-6} m/s bedingen eine Einstufung in die Kategorie **„schwach durchlässig“ bzw. „durchlässig“**. Auch unter Berücksichtigung der nach DWA-A 138 erforderlichen Abminderung sind diese Böden nicht ausreichend versickerungsfähig.

9. Bodenmechanische Kennwerte und Bodencharakteristik

Den auf der Baustelle angetroffenen Bodenarten können nachstehende bodenmechanische Kennwerte und Bodenklassen zugeordnet werden:

Tabelle 6
Bodenkennwerte und Bodencharakteristik

		B O D E N A R T E N	
		Schicht 1	**Schicht 2.1**
		Löß (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach humos)	**Geschiebelehm** (Schluff, stark sandig, tonig)
Bezeichnung		**B O D E N K E N N W E R T E**	
Wichte des feuchten Bodens	γ	19 kN/m^3	21 kN/m^3
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	9 kN/m^3	11 kN/m^3
Innerer Reibungswinkel	φ'	27,5°	27,50°
Kohäsion	c'	3 kN/m^2	5 - 8 kN/m^2
Steifemodul	E_S	9 MN/m^2	15 MN/m^2
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k		5 x 10^{-6} – 1 x 10^{-7} m/s	1 x 10^{-7} – 1 x 10^{-9} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse		F3	F3
Bodengruppe		SU* / UL	TL / TM
Setzungsempfindlichkeit		groß	mäßig
Verdichtbarkeit		gering	gering
Bodenklasse nach VOB 2012		4	4

Bodenklasse 3 - leicht lösbare Bodenarten – Bodenklasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten –

Der an der Geländeoberkante anstehende Mutterboden bzw. die mutterbodenhaltigen Auffüllungen sind von allen zu überschüttenden Flächen abzuschieben und fachgerecht seitlich zu lagern bzw. abzutransportieren einer ordnungsgemäßen Nutzung zuzuführen. Dieser Mutterboden gehört der Bodenklasse 1 – Oberboden - an.

Tabelle 6 (Fortsetzung)
Bodenkennwerte und
Bodencharakteristik

Bezeichnung		**BODENARTEN**	
		Schicht 2.2	**Schicht 2.3**
		Geschiebesande, nicht bis schwach schluffig	**Geschiebesande,** schluffig bis stark schluffig
		BODENKENNWERTE	
Wichte des feuchten Bodens	γ	21 kN/m^3	21 kN/m^3
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	11 kN/m^3	11 kN/m^3
Innerer Reibungswinkel	φ'	32,5°	30,0°
Kohäsion	c'	0 kN/m^2	2 kN/m^2
Steifemodul	E_S	40 - 60 MN/m^2	30 - 40 MN/m^2
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k		5 x 10^{-4} – 5 x 10^{-6} m/s	5 x 10^{-6} – 1 x 10^{-8} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse		F1 / F2	F2 / F3
Bodengruppe		SE / SU	SU / SU*
Setzungsempfindlichkeit		gering	mäßig
Verdichtbarkeit		mäßig – gut	mäßig – gering
Bodenklasse nach VOB 2012		3	3 / 4

Bodenklasse 3 - leicht lösbare Bodenarten – Bodenklasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten –

Bei Zutritt von Wasser und falscher Behandlung des Lößes, des Geschiebelehms und stark schluffigen Sande können diese in breiigen bis flüssigen Zustand übergehen. Sie sind dann der Bodenklasse 2 - fließende Bodenarten - zuzurechnen.

Durch das Eintragen von Schwingungen können in weicher bis steifer Konsistenz anstehende bindige Böden ebenfalls in breiigen bis flüssigen Zustand übergehen (Bodenverflüssigung) und „Ausfließen". Sie gehören dann ebenfalls der Bodenklasse 2 – fließende Bodenarten – an.

Insbesondere in den Geschiebelehm können größere Steine (Gerölle) eingelagert sein.

10. Bebaubarkeit des Geländes

Innerhalb des Baugebietes sollen Wohnhäuser als Einfamilienhäuser errichtet werden. Eine Unterkellerung soll generell möglich sein. Es sind somit Gründungstiefen zwischen 1,0 m (frostfreie Einbindetiefe) und ca. 3,0 m (ein unterirdisches Vollgeschoss) möglich.

Die in Teilbereichen des Gebietes in Nähe der Geländeoberfläche anstehenden Lößböden sind mäßig für die Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Die Sande mit variierenden Schluffanteilen und die Geschiebelehmschichten eigen sich mäßig bis gut für die Gebäudegründung.

Zur Errichtung nicht unterkellerter Gebäude und unterkellerter Gebäude liegen mäßige bis gute Gründungsverhältnisse vor.

10.1. nicht unterkellerte Bauweise

Für die Errichtung nicht unterkellerter Gebäude kann bei den vorgefundenen Verhältnissen eine

- **Gründung über Streifenfundamente**

oder eine

- **flächenhafte Gründung mit Frostschürzen**

empfohlen werden.

Bei beiden Varianten sind nach Mutterbodenabtrag der Löß, der Geschiebelehm und die Sande zumindest teilweise zu entnehmen und durch einen Bodenaustausch (Bettungs- und Tragschicht) unterhalb der Bodenplatte bzw. der Fußbodenkonstruktionen zu ersetzen.

Die Aushubsohlen sind, bei Bedarf abgetreppt, vollständig innerhalb der „gewachsenen“ Böden freizulegen.

Bis zur Unterkante der Bodenplatte / Fußbodenkonstruktion ist ein gut verdichtbares Bodenaustauschmaterial einzubauen. Es wird empfohlen, hierzu einen gut abgestuften Kiessand oder ein gut abgestuftes Betonrecyclingmaterial zu verwenden. Recyclingmaterialien mit Ziegelanteilen sollten nicht verwendet werden.

Das für den Bodenaustausch einzubauende Material muss filterstabil gegenüber dem anstehenden Untergrund sein. Die Verwendung von “Einkorngemischen” (z.B. 8/16, 16/32, etc.) ist nicht zulässig.

Der Einbau des Bodenaustauschmaterials hat lagenweise (d < 30 cm) und unter intensiver Verdichtung zu erfolgen. Für die Verdichtung der Auffüllung wird ein Verdichtungsgrad von

$$\mathbf{D_{Pr} \geq 98\ \%}$$

der einfachen Proctordichte gefordert. Die ordnungsgemäße Verdichtung ist durch Verdichtungskontrollen nachzuweisen.

Zur ordnungsgemäßen Verdichtung des Materials ist eventuell einlaufendes Niederschlags- und Sickerwasser aus den Baugruben zu entfernen.

Die Mindestdicke des Bodenaustausches unterhalb der Bodenplatten soll 30 cm nicht unterschreiten. Die genaue Dicke des Gründungspolsters ist auf die konkreten Bauvorhaben anzupassen.

Auf dem verdichteten Bodenaustausch können dann die Bodenplatten / Fußbodenkonstruktionen hergestellt werden.

Die Streifenfundamente bzw. allseitig umlaufenden Frostschürzen (Variante Bodenplatte) sind mit einer Einbindetiefe von 1,0 m unter der geplanten Geländeoberkante herzustellen. Sie sind bis in die mäßig bis gut tragfähigen Geschiebelehmböden bzw. Schmelzwassersande zu führen. Eventuelle Reste von Lößböden bzw. aufgeweichte Böden oder lokale Auffüllungen sind unter den Streifenfundamenten durch Magerbeton zu ersetzen.

10.2. unterkellerte Bauweise

Werden Kellergeschosse vorgesehen, wird eine Gründung der Bauten über Stahlbetonbodenplatten empfohlen.

Die Gründungssohlen der Gebäude liegen dann, je nach Einbindetiefe der Kellergeschosse, in Tiefen zwischen 2,0 m und 3,0 m unter derzeitiger Geländeoberkante. In dieser Tiefe stehen wechselnd Geschiebelehmböden mit Sandschichten an.

Aufstauende Sickerwasser sind in den Gebäudebereichen bis zur Geländeoberkante zu erwarten.

Alle eventuell aufgeweichten Böden sind aus den Gründungssohlen zu entfernen und durch ein geeignetes Bodenaustauschmaterial (siehe nichtunterkellerte Bauweise) oder Magerbeton zu ersetzen.

Der Einbau von Betonsauberkeitsschichten zum Schutz der Gründungssohlen wird empfohlen. Baugrubenböschungen sind unter einem Böschungswinkel von $\beta \leq 60°$ (Löß / Geschiebelehm) bzw. von $\beta \leq 45°$ (Sande) abzuböschen.

Eine Wasserhaltung zur Entfernung zulaufender Stau- und Regenwasser ist vorzuhalten.

Aufgrund der Tiefe der geplanten Untergeschosse von bis zu 3,0 m unter Geländeoberkante, der im Untergrund anstehenden, teilweise gering wasserdurchlässigen Böden und des zu erwartenden Wasserandranges aus Schichten- und Grundwasser sind die Untergeschosse entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E – mäßige Einwirkung von drückendem Wasser – ohne Drainung, Situation 1 abzudichten.

Bei einer Einbindung der Unterkante der Bodenplatten von mehr als 3,0 m ist eine Abdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E - hohe Einwirkung von drückendem Wasser – Situation 1 zu wählen.

In beiden Fällen können die Kellergeschosse auch als wasserdichte Betonbauwerke (Weiße Wannen) hergestellt werden.

Die genaue Abdichtungsart ist im Zuge detaillierter Baugrunduntersuchungen für die einzelnen Gebäude festzulegen.

11. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser

Das auf den Dachflächen der Gebäude und befestigten Freiflächen anfallende Niederschlagswasser soll eventuell im Untergrund verrieselt werden.

11.1. rechtliche Grundlagen

Das Baugelände liegt nicht innerhalb einer Trinkwasserschutzzone.

Je nach Art der befestigten Fläche, auf denen das zu versickernde Wasser anfällt, sind entsprechend der möglichen Schadstoffbelastung (Herkunft) des Niederschlagswassers nach den Vorschriften der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser), folgende Arten der Versickerungsanlagen möglich.

Tabelle 7: zulässige Versickerungsanlagen

Kategorie nach DWA A 138 / **Art der Versickerungsanlage**	Dachflächen mit üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei)	Gründächer	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

Die Versickerung der auf den **Dachflächen** (außer Gründächer) anfallenden Wasser ist somit vom Gesichtspunkt der Schadstofffracht des Niederschlagswassers über breitflächige Versickerung, dezentrale Flächen- und Muldenversickerung bzw. Mulden-Rigolen-Elemente und Sickerbecken möglich. Eine Versickerung über Rigolen bzw. Sickerschächte ist nur bedingt zulässig.

Die auf **Gründächern** anfallenden Niederschläge können über alle genannten Versickerungsanlagen entsorgt werden.

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.

11.2. technische Machbarkeit der Versickerung

Nach den Empfehlungen der DWA-A 138 kommen für den Einsatz von Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren k-Werte im Bereich von $k = 1x10^{-3}$ bis $1x10^{-6}$ 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 (Vorflut, Kanalnetz, Verdunstung) 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).

rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: $k = 5{,}0 \times 10^{-6}$ m/s

Löß

Die im südlichen Teil des Geländes in Nähe der Geländeoberfläche anstehenden Lößböden besitzen erfahrungsgemäß einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von ca. $k_f = 5{,}0 \times 10^{-6}$ m/s … $1{,}0 \times 10^{-7}$ m/s. Sie besitzen somit eine Wasserdurchlässigkeit die nur eine sehr bedingte Versickerung zulässt.

rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: $k = 5{,}0 \times 10^{-7}$ m/s

Geschiebelehm

Für den stark sandigen Geschiebelehm im Bereich des Schurfes wurde im durchgeführten Versickerungsversuche ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5{,}0 \times 10^{-7}$ m/s ermittelt.

Erfahrungsgemäß besitzt der Geschiebelehm noch geringere Wasserdurchlässigkeiten. In Nähe zur Geländeoberkante ist die Wasserdurchlässigkeit des untersuchten Geschiebelehms infolge von Durchwurzelung und Kleinorganismen etwas größer.

Bei einer Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit aus einem Feldversuch kann der Wert nach DWA-A 138 verdoppelt werden. Zur Verhinderung der Unterbemessung von Versickerungsanlagen sollte diese Verdoppelung nicht vorgenommen werden.

Aus der Kornverteilung wurde für den Geschiebelehm eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 3{,}4 \times 10^{-9}$ m/s abgeleitet.

Der nicht durch Wurzeln und Mikroorganismen aufgelockerte Geschiebelehm ist demnach nicht ausreichend versickerungsfähig

rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert:

Geschiebelehm (geländenah)	**$k = 5{,}0 \times 10^{-7}$ m/s**
Geschiebelehm (unter 1,0 m)	**$k = 5{,}0 \times 10^{-9}$ m/s**

nicht bis schwach schluffige Schmelzwassersande

Die im Untergrund anstehenden Sande mit geringen Schluffanteilen besitzen nach der ermittelten Kornverteilungskurve einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6{,}6 \times 10^{-5}$ m/s. Bei der nach DWA-A 138 erforderlichen Abminderung mit dem Faktor 0,2 ergibt sich ein rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1{,}3 \times 10^{-5}$ m/s.

Die Wasserdurchlässigkeiten variieren mit dem Schlämmkornanteil. Bei dieser Wasserdurchlässigkeit sind die schwach schluffigen Schmelzwassersande hinsichtlich des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes gut für eine Versickerung geeignet.

rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: $k = 5{,}0 \times 10^{-5}$ m/s

schluffige bis stark schluffige Schmelzwassersande

Die Sande mit erhöhten bis starken Schluffanteilen besitzen nach den Kornverteilungskurven Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in einer Größenordnung von ca. $k_f = 3{,}0 \times 10^{-6}$ m/s bzw. $3{,}2 \times 10^{-8}$ m/s. Bei der nach DWA-A 138 erforderlichen Abminderung mit dem Faktor 0,2 ergibt sich ein rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 6{,}0 \times 10^{-7}$ m/s bzw. $6{,}4 \times 10^{-9}$ m/s.

Bei diesen Wasserdurchlässigkeiten sind die bindigen Sande hinsichtlich des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes nicht für eine Versickerung geeignet.

rechnerischer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert: $k = 1{,}0 \times 10^{-7}$ m/s

Für die sichere und ordnungsgemäße Versickerung der anfallenden Niederschläge sind demnach außer dem Mutterboden nur Sandböden ohne und mit geringen Schluffanteilen geeignet. Diese Böden stehen nur lokal und in Schichten mit begrenzter Mächtigkeit an.

Alle weiteren Böden besitzen aufgrund erhöhter bindiger Anteile eine Wasserdurchlässigkeit unterhalb der zulässigen Werte.

11.3. 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.

Bei einem Bemessungswasserstand des oberen Grundwasserleiters für Versickerungsanlagen auf einer geodätischen Höhe von ca. 124,5 m ü. DHHN 92 und demnach in einer Tiefe von ca. 3,0 … 5,5 m unter dem geneigten Gelände ist bei einer Einbindetiefe der Versickerungsanlagen bis in eine Tiefe von ca. 2,0 … 4,5 m (je nach Geländehöhe) der erforderliche Sickerraum bis zum geschlossenen Grundwasserspiegel des oberen Grundwasserleiters gewährleistet.

11.4. technische Realisierung der Versickerung

Zusammenfassend sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des geplanten Wohngebietes für eine Versickerung von Niederschlagswasser als sehr ungünstig zu bezeichnen. Grund für diese ungünstigen Bedingungen sind die in weiten Bereichen bis in größere Tiefe anstehenden, relativ gering wasserdurchlässigen Böden (Löß / Geschiebelehm / schluffige bis stark schluffige Sande).

Die für die Versickerung geeigneten Sandböden mit geringen Schlämmkornanteilen sind nur lokal vorgefunden worden. Sie besitzen eine begrenzte horizontale und vertikale Ausdehnung.

Eine vollständige Versickerung der anfallenden Niederschläge entsprechend der Vorschriften der DWA-A 138 ist somit auf dem Grundstück nicht möglich.

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.

Diese Entsorgungsvariante ist mit der zuständigen unteren Wasserbehörde abzustimmen. Alternativ sind die anfallenden Dachflächenwasser und Verkehrsflächenwasser über Rohrleitungen abzuleiten.

Um eine Minderung des Abflusses zu erzielen, können Dachbegrünungen bzw. der Einsatz teildurchlässiger Flächenbefestigungen („Öko-Pflaster o.Ä.) eingesetzt werden.

Weiterhin kann eine Rückhaltung und Brauchwassernutzung auf den Grundstücken sowie eine eventuell gedrosselte Einleitung in das Leitungsnetz zu einer Optimierung der Anlagen führen.

12. 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 ψ = 0,90 angesetzt. Die Modellierung der Niederschlagsereignisse erfolgt nach den Auswertungen des KOSTRA-DWD2020 für das Raster Eilenburg.

Für den Mutterboden, den Löß und den Geschiebelehm mit Sandschichten wird ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von k_f = 1,0 x 10^{-6} m/s (Mittelwert der Böden in Geländenähe) 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 2020 Raster Eilenburg

Angeschlossene Flächen:	Muster-Dachfläche	A_{e1} = 150,0 m²
Abflussbeiwert:	Muster-Dachfläche	ψ_1 = 0,90
undurchlässige Fläche:	Muster-Dachfläche	A_{u1} = 135,0 m²
Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes:		k_f = 1,0 x 10^{-6} m/s

Die Ausgangsdaten sowie die Berechnungsformeln und –ergebnisse sind auf den Anlagen 05/1 und 05/2 dargestellt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse der Berechnung der Versickerungsmulde

Mulde für	erforderliche Grundfläche der Mulde	mittlere Einstauhöhe
Muster-Dachfläche (150 m²)	52 m²	15 cm

Für eine Muster-Dachfläche mit einer Grundfläche von 150 m² ist somit eine Mulde mit darunter liegender Rigole mit einer Gesamtfläche von 52 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 derzeitig im Bereich der Versickerungsmulden anstehenden Mutterbodenschichten und Löß / Geschiebelehmböden 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.

13. 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 13 angesetzten Muster-Fläche von A_e = 150 m² (A_u = 135 m²).

Das Protokoll zum Bewertungsverfahren aus dem genannten Merkblatt ist als Anlage 06 beigefügt.

Aufgrund der Versickerung im Bereich außerhalb einer Trinkwasserschutzzone ergibt sich eine **zulässige Gewässerbelastung mit G ≤ 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 m² / 52 m² = 2,60 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 Geschiebelehmböden nicht zu besorgen.

Da es sich bei dem Nachweis des Behandlungserfordernisses ebenfalls um eine Musterberechnung bezogen auf die angenommene Musterfläche von A_u = 135 m² handelt, ist auch dieser Nachweis mit der konkreten angeschlossenen Fläche und der daraus errechneten Größe der Versickerungsanlage zu präzisieren.

14. Schlussbemerkungen

Das für die Untersuchungen gewählte Aufschlussraster entspricht dem Umfang für Voruntersuchungen nach DIN 4020 – Geotechnische Untersuchungen für Bautechnische Zwecke. Aufgrund der geringen Anzahl der Aufschlüsse und anthropogener Einflüsse kann kein allumfassendes Bild über die Baugrundverhältnisse vermittelt werden.

Durch den punktuellen Charakter der Aufschlüsse können nur interpolierte bzw. extrapolierte Verläufe der Bodenschichtungen angegeben werden.

Die Erstellung von Baugrundgutachten für konkrete Bauvorhaben (Gebäude, Straßen, Erschließungsleitungen) wird bei Vorliegen genauerer Planungsstände empfohlen.

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

6 Anlagen (beigeheftet) Die Anlage 02 ist ungeheftet beigefügt

Verteiler Immo-Invest, Eilenburg 2-fach
IBS GmbH, Pehritzsch e-mail

INHALTSVERZEICHNIS

1. Vorbemerkung
2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme
3. Baugrunderkundung
4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes
5. Organoleptische Ansprache
6. Grund- und Schichtenwasser
7. Bodenmechanischer Feldversuche
8. Bodenmechanische Laborversuche
9. Bodenmechanische Kennwerte / Bodencharakteristik
10. Bebaubarkeit des Geländes
11. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser
12. Musterbemessung der Anlagen zur Regenwasserentsorgung
13. Nachweis des Behandlungserfordernisses
14. Schlussbemerkungen

ANLAGEN

01	Übersicht, M = 1 : 10.000
02/1 und 02/2	Baugrundaufschlüsse vom 14.04.2022
03	Lageplan der Sondieransatzpunkte, M = 1 : 1.000
04	Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen – Kornverteilungskurven
05/1 und 05/2	Berechnungsergebnisse Mulden-Versickerung – Bemessungsfall - Musterberechnung
06	Bewertungsformblatt nach DWA-M 153

GEO TECHNIK
Ziegelstraße 2
04838 Eilenburg
Tel.: 03423/605430
Fax : 03423/605483
eMail: Geotechnik@t-online.de
P. Neundorf
GmbH

Projekt :

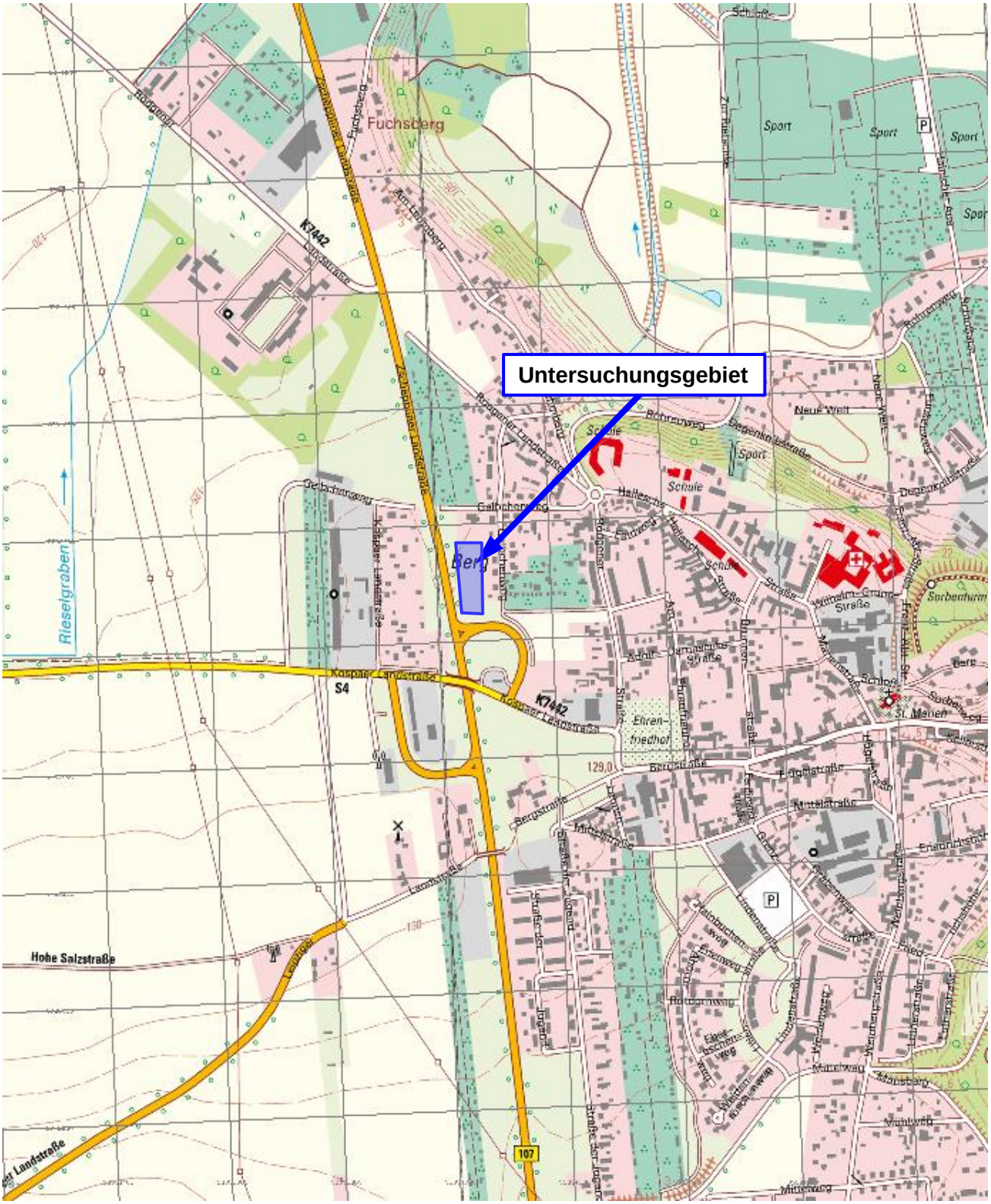
Bebauung und Erschließung eines Wohngebietes in Eilenburg, Gelbchenweg, Flurstück 1/44

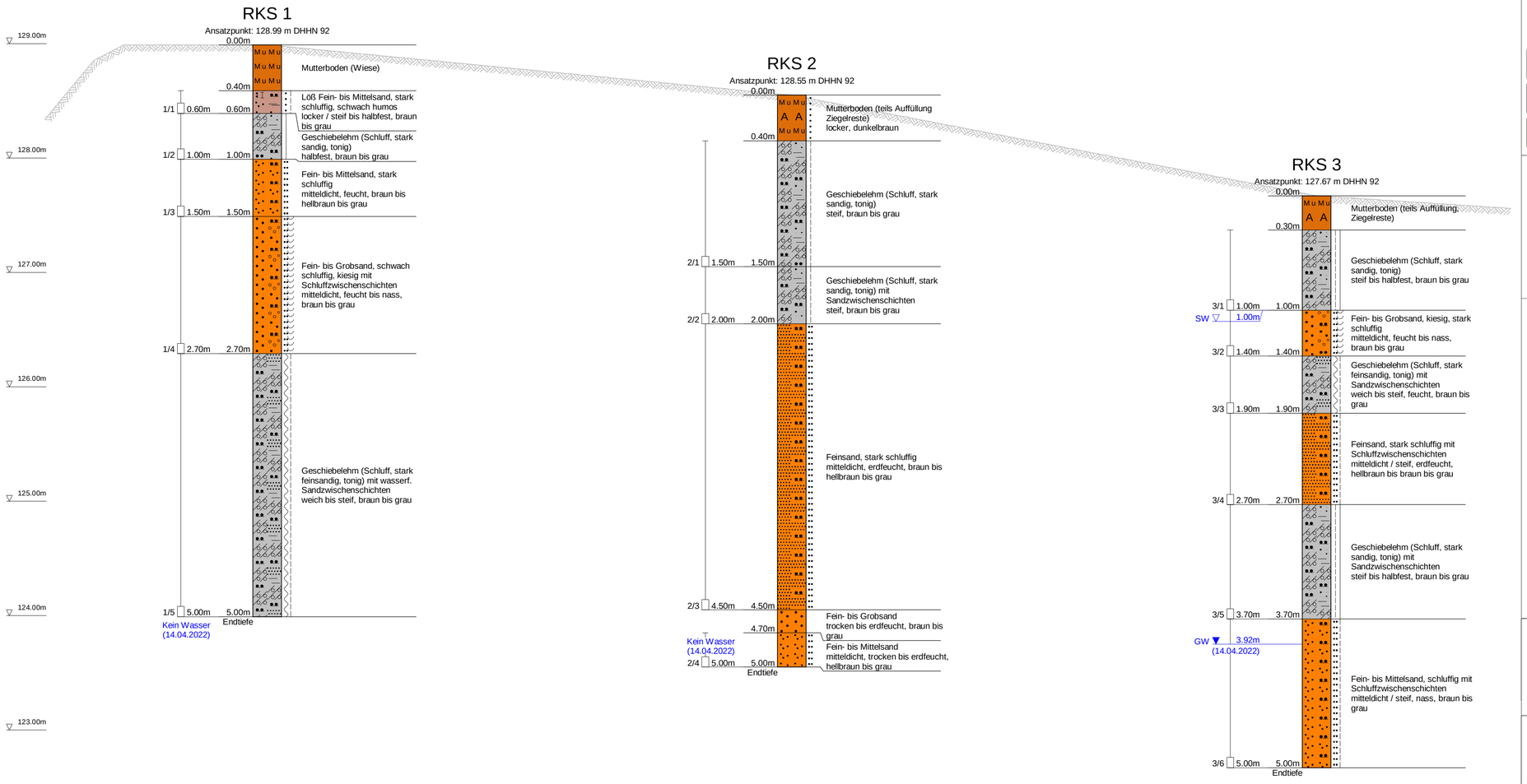
Anlage Nr.:
01
Projekt-Nr.:
22/5301

N

Übersichtslageplan M = 1 : 10.000

(Auszug aus topographischer Karte TK 50)





BÜRO FÜR GEOTECHNIK

PETER NEUNDORF GMBH
ZIEGELSTRASSE 2

04838 EILENBURG

GEO TECHNIK P. Neundorf GmbH

Tel.: 03423 - 605430 Fax: 03423 - 605483 eMail: Geotechnik@T-Online.de

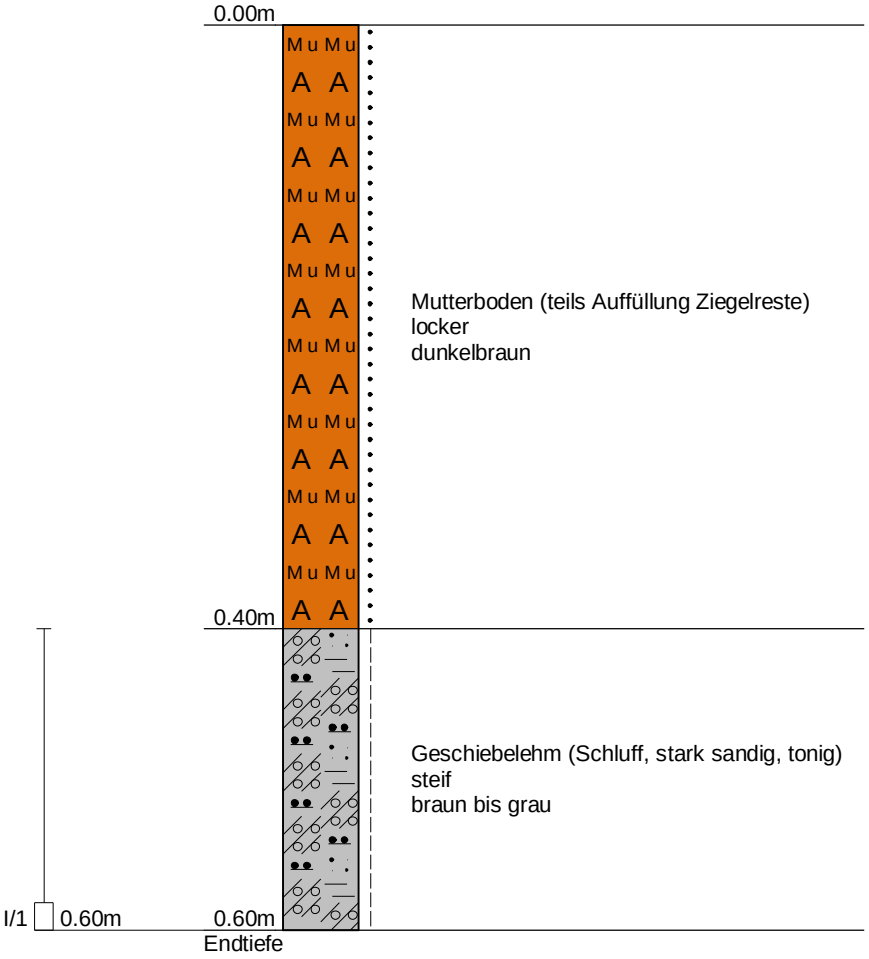
Bauherr	Immo-Invest Bau GbR
Bauort	Eilenburg, Gelbchenweg, Flurstück 1/44
Bauvorhaben	Bebauung und Erschließung eines Wohngebietes
Blattinhalt	Baugrundaufschlüsse vom 14.04.2022

Datum	20.04.2022	Maßstab	1:25/1:300
Bearbeiter	Dipl. -Ing. P. Neundorf	Plan - Nummer	22/5301
Gezeichnet	Dipl. -Ing. P. Neundorf	Anlage-Nummer	02/1

BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Projekt : Bebauung / Erschließung Wohngebiet in Eilenburg	
PETER NEUNDORF GMBH	Projektnr.: 22/5301 Gelbchenweg, Flurstück 1/44	
ZIEGELSTRASSE 2	Anlage : 02/2	
04838 EILENBURG	Maßstab : 1: 5	Datum : 14.04.2022

Schurf I

Ansatzpunkt: 128.55 m DHHN 92



DC

Plan entnommen aus: RAPIS
Raumplanungsinformationssystem Sachsen

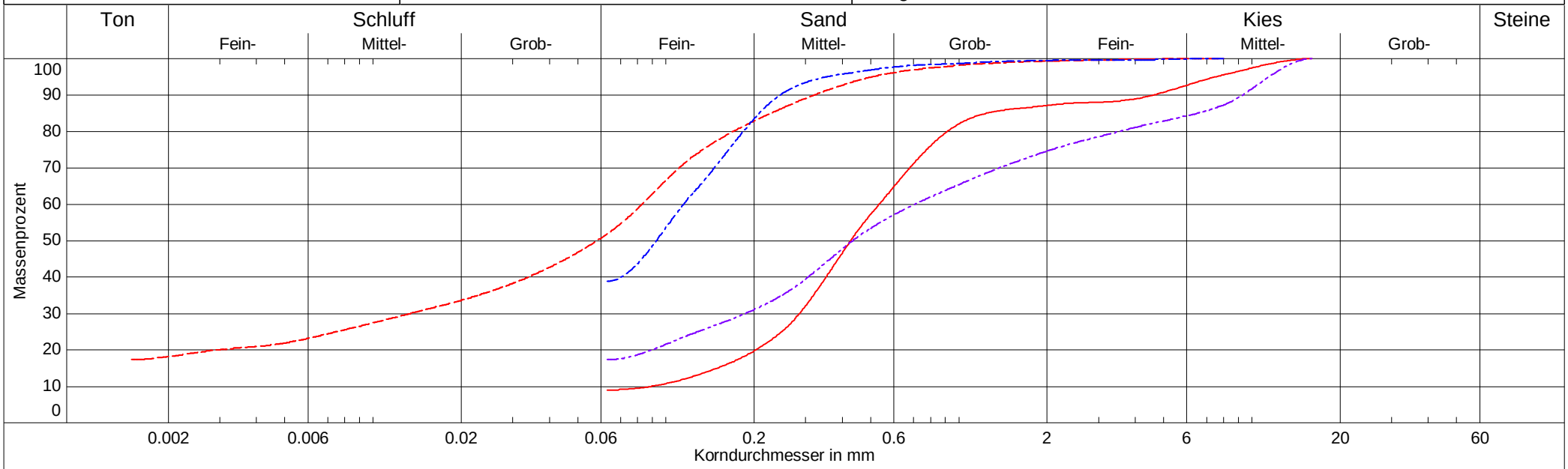
Lageplan

M = 1 : 1.000

Anlage Nr.:
03
Projekt-Nr.:
22/5301

GEO TECHNIK
Ziegelstraße 2
04838 Eilenburg
Tel.: 03423/605430
Fax : 03423/605483
eMail: Geotechnik@t-online.de
P. Neundorf
GmbH

BÜRO FÜR GEOTECHNIK	Kornverteilung	Projekt : Bebauung und Erschließung eines Wohngebietes in Eilenburg,
PETER NEUNDORF GMBH	DIN 18 123-5/-7	Projektnr. : 22/5301 Gelbchenweg, Flurstück 1/44
ZIEGELSTRASSE 2		Datum : 14.06.2022
04838 EILENBURG		Anlage : 04



Labornummer	Probe 1/4	Probe 2/1	Probe 2/3	Probe 3/2
Entnahmestelle	RKS 1	RKS 2	RKS 2	RKS 3
Entnahmetiefe	1,50 bis 2,70 m	0,40 bis 1,50 m	2,00 bis 4,50 m	1,00 bis 1,40 m
Wassergehalt	8,5 %	15,4 %	10,6 %	7,4 %
Bodenart	mS,gs,fs',u',mg',fg'	U,s	fS,u,ms'	mS,u,gs,mg,fs',fg'
Anteil < 0.063 mm	9.0 %	51.9 %	38.8 %	17.3 %
Kornfrakt. T/U/S/G/X	0.0/9.0/78.2/12.8 %	18.1/33.8/47.4/0.7 %	0.0/38.8/60.7/0.4 %	0.0/17.3/57.3/25.4 %
Ungleichförm. U	6.0	-	-	-
Krümmungszahl Cc	1.7	-	-	-
d10 / d60	0.089/0.534 mm	- /0.083 mm	- /0.115 mm	- /0.706 mm
Frostempfindl.klasse	F1	F3	F3	F3
Bodengruppe	SU	TL / TM	SU	SU
kf nach Beyer	6.6E-05 m/s	-	-	-
kf nach Kaubisch	- (0.063 <= 10%)	3.4E-09 m/s	3.2E-08 m/s	3.0E-06 m/s

DC

Arbeitsblatt DWA-A 138

Deutsche Vereingung 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 "Gelbchenweg", Flurstück 1/44, Eilenburg	Datum: 04.08.2023
Bearbeiter:	Dipl,.-Ing. Peter Neundorf	
Bemerkung:	Muster-Dachfläche EFH 150 m² - Bemessungsfall	

Angeschlossene Flächen

Nr.	angeschlossene Teilfläche A_E [m²]	mittlerer Abfluss-beiwert Psi,m [-]	undurchlässige Fläche A_u [m²]	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

Arbeitsblatt DWA-A 138

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 "Gelbchenweg", Flurstück 1/44, Eilenburg	Datum: 04.08.2023
Bearbeiter:	Dipl,.-Ing. Peter Neundorf	
Bemerkung:	Muster-Dachfläche EFH 150 m² - Bemessungsfall	

Eingangsdaten

angeschlossene undurchlässige Fläche	A_u	135	m²
mittlere Versickerungsfläche	A_S	52	m²
wassergesättigte Bodendurchlässigkeit	k_f	0,000001	m/s
Niederschlagsbelastung	Station	Eilenburg DWD2020	
	n	0.2	1/a
Zuschlagsfaktor	f_z	1,1	

Bemessung der Versickerungsmulde

D [min]	r_D(n) [l/(s·ha)]	V [m³]
5	436,7	2,7
10	278,3	3,4
15	207,8	3,8
20	168,3	4,1
30	123,9	4,5
45	90,7	5,0
60	72,5	5,3
90	52,8	5,7
120	42,1	6,0
180	30,5	6,5
240	24,2	6,8
360	17,5	7,2
540	12,7	7,5
720	10,1	7,7
1080	**7,3**	**7,9**
1440	5,8	7,8
2880	3,3	6,8
4320	2,4	5,4
5760	1,9	3,6
7200	1,6	1,9
8640	1,4	0,1
10080	1,2	0,0

Erforderliche Größe der Anlage

<u>erforderliches Speichervolumen</u>

V = 7,9 m³

$$V = \left[(A_u + A_S) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_S \cdot \frac{k_f}{2} \right] \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z$$

<u>mittlere Einstauhöhe</u>

z = 0,15 m

$$z = V / A_S$$

<u>rechnerische Entleerungszeit</u>

t_E = 84,16 h

$$t_E = 2 \cdot z / k_f$$

<u>Nachweis der Entleerungszeit für n=1/a</u>

vorh. t_E = 44,93 h < erf. t_E = 24 h
Achtung: Nachweis nicht erbracht!

Anhang B Bewertungsverfahren nach Merkblatt DWA-M 153

Projekt:

Bebauungsplan „Gelbchenweg“ in Eilenburg, Flurstück 1/44

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 Fi (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				
Σ = 135	Σ = 1,0	Abflussbelastung B = Σ Bi :				B =	13,00	

keine Regenwasserbehandlung erforderlich, wenn B<= 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 <= G Behandlung ausreichend

Behandlungsbedürftigkeit genauer prüfen, wenn E > G