

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

Familie Richard und Carmen Windisch
Liemehnaer Straße 3

Eilenburg, den 03.06.2021
Ne/p

04838 Jesewitz / OT Ochelmitz

- geotechnischer Bericht -

(Voruntersuchung nach DIN 4020 für das Wohngebiet /
Hauptuntersuchung nach DIN 4020 für das östliche Teilgrundstück)

Projekt: **Wohngebiet „Ochelmitz-West“ in Ochelmitz,
Flurstücke 29/4, 29/5 und 30/1 (teilweise)**

Teilprojekt: **Bebauung und Erschließung des Wohngebietes**

Bauherren: **Familie Richard und Carmen Windisch
Liemehnaer Straße 3**

04838 Jesewitz / OT Ochelmitz

Planung: **Büro Knoblich
Zur Mulde 25**

04838 Zschepplin

Projekt-Nr.: **21/5002**

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

1. Vorbemerkung

Das Ingenieurbüro Knoblich, Zscheppin, plant im Auftrag der Bauherren, Richard und Carmen Windisch, die Erschließung des Wohngebietes „Ochelmitz-West“, Flurstücke 29/4, 29/5 und 30/1 (teilweise) in Ochelmitz. Im Zuge der Erschließung des Gebietes sollen Baufelder für Einfamilienhäuser vorbereitet werden.

Für die Erschließung des Geländes sowie die Errichtung der Gebäude war die Durchführung einer Baugrunderkundung und die Ausarbeitung eines generellen Baugrundgutachtens (geotechnischer Bericht) erforderlich. Diese Untersuchung entspricht einer Voruntersuchung.

Für das östlichste Teilgrundstück liegen bereits konkretere Pläne vor. Für dieses Bauvorhaben sollten detaillierte Angaben hinsichtlich der Gebäudegründung und Regenwasserversickerung gemacht werden.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

Das Areal für das geplante Wohngebiet befindet sich am südwestlichen Rand der Ortschaft Ochelmitz. Es wird an der Südseite durch die „Liemehnaer Straße“ und an der Westseite durch die Straße „Streitweg“ begrenzt. An der Ostseite liegen mit Wohn-, Neben und Gewerbegebäuden bebaute Grundstücke. Nördlich schließt sich eine landwirtschaftlich genutzte Fläche (Weide / Acker) an.

Das Gelände besitzt folgende maximale Abmessungen:

Ost-West-Richtung: ca. 60 m
Nord-Süd-Richtung: ca. 70 m

Die Geländeoberkante im Bereich des Baugeländes ist leicht in südliche Richtung geneigt. Sie liegt auf geodätischen Höhen um 137,0 ... 138,5 m ü. NHN.

Das Gelände wird derzeit überwiegend landwirtschaftlich bzw. als Gartenland genutzt (Acker / Wiese) genutzt. Im südlichen Teil des Geländes befinden sich befestigte Verkehrsflächen.

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

Bei der geplanten Baumaßnahme handelt es sich um die Errichtung von Wohngebäuden (Einfamilienhäuser). Im östlichsten Grundstücksbereich soll ein nicht unterkellertes Einfamilienhaus mit Abmessungen von ca. 9,0 x 9,0 m hergestellt werden.

Das auf den Dachflächen des geplanten Wohngebäudes anfallende Niederschlagswasser soll bei Möglichkeit im Untergrund versickert werden.

Weiterhin sollen die in den geplanten Gebäuden anfallenden häuslichen Abwasser in vollbiologischen Kleinkläranlagen gereinigt und anschließend im Untergrund versickert werden.

3. Baugrunderkundung (Anlagen 02 und 03)

Zur genaueren Erkundung des Baugrundes auf dem Gelände wurden am 24.02.2021 insgesamt 3 Rammkernsondierungen (RKS 1, 3 und 4) sowie eine Rammsondierung mit der mittelschweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2 (DPM 2) durchgeführt. Das Abteufen der Sondierungen erfolgte bis in Tiefen zwischen 3,00 m und 5,00 m unter Geländeoberkante.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierungen sind in Form von Schichtenprofilen, die Rammsondierung in Form eines Rammdiagrammes auf der Anlage 02 dargestellt.

Die Baugrundaufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Aus dem Lageplan, M = 1 : 750 auf der Anlage 03 ist die Lage der Sondieransatzpunkte ersichtlich. Als höhenmäßiger Bezugspunkt wurde die Oberkante eines Kanaldeckels auf der „Liemehnaer Straße“ südöstlich des Gebietes mit einer geodätischen Höhe von

137,40 m ü.NHN

angenommen. Die Bezugshöhe wurde dem Schachtschein der KWL GmbH entnommen.

4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes

4.1. geologische Situation

Das Gebiet der Ortschaft Ochelmitz befindet sich im Bereich des norddeutschen Flachlandes, nördlich von Leipzig. Der Untergrund wird über tertiären Schichten (Braunkohleformation) durch mächtige eiszeitliche (diluviale) Ablagerungen gebildet. Es handelt sich hierbei um Geschiebemergel, Geschiebelehm und Geschiebesande, wobei der Geschiebemergel meist in größeren Tiefen ansteht.

Im Bereich von Ochelmitz wechselnd sich geschiebesande und Geschiebelehm im Untergrund ab. Teilweise sind die Geschiebelehm Böden der Grundmoräne und die Geschiebesande ineinander verschachtelt.

Alle eiszeitlichen Ablagerungen werden durch eine zumeist gering mächtige Lößdecke eingehüllt.

Die obersten Bodenzonen können durch menschliche Tätigkeit verändert worden sein. Hier ist mit künstlichen Auffüllungen bzw. Abträgen zu rechnen, die im Zuge von Maßnahmen zur Leitungsverlegung, zum Straßenbau sowie der Errichtung von Bauten eingebaut bzw. örtlich umgelagert wurden. Die Auffüllungen können eine Tiefe von mehreren Metern erreichen.

Durch die überwiegend landwirtschaftliche / gärtnerische Nutzung des Areals besitzen diese Einflüsse in den weit überwiegenden Bereichen des Areals nur eine geringe Tiefe. Lediglich im östlichen und südöstlichen Grundstücksbereich können im Bereich der Verkehrsflächen und angrenzenden Gebäude tiefere Bodenveränderungen vorgenommen worden sein.

4.2. vorgefundener Baugrundaufbau

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden folgende Baugrundsichten vorgefunden:

Auffüllungen

Begrünungszone

Löß

Geschiebesande / Geschiebelehm

4.2.1. Auffüllungen (Schicht 1.1)

Im Bereich der Verkehrsflächen und in Nähe der angrenzenden Bebauung sind von der Geländeoberkante aus **Auffüllungen** mit variierender Zusammensetzung zu erwarten. Neben grobkörnigen Tragschichten sind hier insbesondere lokal umgelagerte Böden zu erwarten.

Je nach Tiefenlage der Fundamente, Erschließungsleitungen und Verkehrsflächen kann auch die Tiefe der Auffüllungen stark variieren.

4.2.2. Begrünungszone (Schicht 1.2)

In allen Rammkernsondierungen wurde an der Geländeoberkante die **Begrünungszone** vorgefunden.

Die Begrünungszone besteht aus **Mutterboden**. Der Mutterboden wurde infolge der ehemaligen landwirtschaftlichen Nutzung umgelagert und teilweise mit den **Mineralböden (Schluff / Sande)** des Untergrundes vermischt.

Die Dicke der Begrünungszone wurde zwischen 30 cm und 80 cm festgestellt. Teilweise ist der Übergang zum „gewachsenen“ Untergrund fließend.

4.2.3. Löß (Schicht 2)

In allen Aufschlüssen ist unterhalb der Begrünungszone eine Schicht aus **Löß** angetroffen worden. Dieser Löß wird wechselnd durch **stark sandigen, tonigen, teilweise schwach humosen Schluff** bzw. **stark schluffigen, schwach humosen Fein- bis Mittelsand** gebildet.

Die Unterkante des Lößes wurde in den Aufschlüssen in Tiefen zwischen 1,00 m und 1,30 m erreicht.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen besaß der Löß eine steife bis halbfeste Konsistenz. Bei Wasserzutritt ist ein sehr rascher Konsistenzwechsel zu erwarten.

Der Löß ist allgemein als mäßig bis gering tragfähig zu bezeichnen

4.2.4. Geschiebesande und Geschiebelehm (Schicht 3.1 und 3.2)

Bis zur Endteufe der Rammkernsondierung sind Wechsellagerungen aus **Geschiebesanden** und **Geschiebelehm** aufgeschlossen worden.

Die Kornverteilung der Geschiebesande variiert zwischen **Fein- bis Mittelsand** und **stark schluffigem Fein- bis Mittelsand**.

Entsprechend des Bohrfortschrittes in den Rammkernsondierungen besitzen diese Sande eine mitteldichte bis teilweise dichte Lagerung.

Der Geschiebelehm besteht aus **stark sandigem, tonigem Schluff**. Er besaß zum Zeitpunkt der Untersuchungen wechselnd ein weiche bis steife bis zu halbfeste Konsistenz.

Die Wechselfolge der Geschiebesande und des Geschiebelehms ist chaotisch. Während im Bereich der Rammkernsondierung RKS 4 (nördlicher Teil des Geländes) die Geschiebesande überwiegen, sind in den weiteren Aufschlüssen überwiegend Geschiebelehmböden aufgeschlossen worden.

Teilweise existiert eine Feinschichtung mit Schichtdicken von wenigen Zentimetern.

4.3. tabellarisches Baugrundmodell

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

Tabelle 1 – tabellarisches Schichtenprofil Baugebiet „Ochelmitz-West“

Schicht	Tiefe unter GOK [m]		Böden	Lagerung / Körnung
	Oberkante	Unterkante		
1.1	0,0	0,2 ... > 1,0	Auffüllungen	locker - dicht / steif - halfest, eckig / rundkörnig
1.2	0,0	0,3 ... 0,8	Mutterboden	locker bis mitteldicht / weich bis steif, rundkörnig
2	0,3 ... 0,8	1,0 ... 1,3	Löß (Schluff, stark sandig, tonig, z.T. schwach humos / Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach humos)	steif bis halfest, rundkörnig
3.1 / 3.2	1,0 ... 1,3	> 5,0	Geschiebesande (Fein- bis Mittelsand, z.T. stark schluffig) Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)	mitteldicht bis dicht, rundkörnig / weich bis halfest, rundkörnig

Allgemein sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Wohngebietes aufgrund von Mutterboden und Lößschichten bis in eine Tiefe von ca. 1,0 ... 1,3 m als gering bis allenfalls mäßig tragfähig zu bezeichnen.

Unterhalb der genannten Tiefe liegen mäßig bis tragfähige Geschiebesande und Geschiebelehm Böden 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 braune bis graue, teilweise hellgraue bis hellbraune bzw. bei humosen Bestandteilen eine dunkelgraue 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 24.02.2021 wurde innerhalb der Rammkernsondierungen RKS 1 und 4 das Grundwasser angeschnitten. Der Grundwasseranschnitt erfolgte innerhalb der Geschiebesande in Tiefen von 3,55 m bzw. 3,45 m unter Gelände, entsprechend geodätischer Höhen von 134,48 m ü. NHN bzw. 134,97 m ü. NHN.

Im Bohrloch der Rammsondierung DPM 2 wurde der Ruhewasserspiegel auf einer geodätischen Höhe von 134,33 m ü. NHN und somit in einer analogen Tiefenlage eingemessen.

Nach Angaben des Internetauftrittes des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (www.umwelt.sachsen.de) liegt der mittlere Grundwasserstand des Hauptgrundwasserleiters im Bereich des Baugeländes auf einer geodätischen Höhe von ca. 114,5 m ü. NHN und somit ca. 23,5 ... 24,0 m unter der Geländeoberkante im Grundstücksbereich.

Bei der angetroffenen Wasserführung handelt es sich somit um einen oberen „schwebenden“ Grundwasserleiter.

Der Grundwasserstand unterliegt saisonalen Schwankungen. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen lagen allgemein mittlere Grundwasserstände vor. Mit einem Ansteigen des Grundwasserstandes ist somit zu rechnen.

In einer Entfernung von ca. 140 m nordöstlich des Baugeländes befindet sich eine Grundwassermessstelle, (MKZ 45416540 – Ochelmitz) die zwischen 1989 und 2015 regelmäßig beobachtet wurde.

Die Daten der Messstelle weisen auf eine relativ geringe Gesamt-Schwankungsbreite des Grundwassers von 1,8 m hin.

Im oberen Grundwasserleiter ist ein leichtes Spiegelgefälle von Norden nach Süden zu verzeichnen.

Bei gleichem Schwankungsverhalten des Grundwassers im Bereich der Messstelle und des Baugeländes lassen sich folgende Bemessungsgrundwasserstände für das Baugrundstück festlegen:

Höchster Grundwasserstand **135,3 m ü.NHN (südlicher Teil)**
 135,8 m ü.NHN (nördlicher Teil)
 (= 2,6 ... 2,7 m unter GOK)

Mittlerer höchster Grundwasserstand **134,9 m ü.NHN (südlicher Teil)**
 135,4 m ü.NHN (nördlicher Teil)
 (= 3,0 ... 3,1 m unter GOK)

Nach starken Niederschlägen sowie in der Tauwetterperiode ist mit der Bildung aufstauender Sickerwasser auf dem Löß und dem Geschiebelehm zu rechnen. Der Bemessungswasserstand der aufstauenden Sickerwasser ist für die Bemessung der Gebäudeabdichtung an der Geländeoberkante anzusetzen.

7. Bodenmechanische Laborversuche (Anlage 04)

Zur Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus den Rammkernsondierungen insgesamt 13 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
1/3	RKS 1	1,30 – 2,20	Wassergehalt, Kornverteilung
4/1	RKS 4	0,30 – 1,20	Wassergehalt, Kornverteilung
4/3	RKS 4	1,60 – 3,00	Wassergehalt, Kornverteilung

Die einzelnen Ergebnisse der Laborversuche werden im Folgenden dargestellt:

7.1. 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
1/3	RKS 1	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig	4,9
4/1	RKS 4	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	14,3
4/3	RKS 4	Fein- bis Mittelsand	3,2

Die untersuchten Sandböden (Proben 1/3 und 4/3) sind relativ trocken gefördert worden. Aufgrund wechselnder Schlämmkornanteile besitzen diese Böden ein variierendes Wasserbindevermögen.

Der Löß der Probe 4/1 besitzt einen erhöhten Wassergehalt. Dieser Boden besitzt aufgrund der erhöhten Schlämmkornanteile bei einer steifen Konsistenz ein erhöhtes Wasserbindevermögen.

7.2. Kornverteilung

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

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-Ø < 0,063 mm)	Sandkorn (Korn-Ø 0,063 bis 2,0 mm)	Kieskorn (Korn-Ø > 2,0 mm)	Bodenart	Boden- gruppe
1/3	23,6	73,7	2,7	f-mS, u*	SU*
4/1	67,0	32,6	0,4	U, s*, t	UL
4/3	3,2	96,6	0,1	f-mS	SE

Die Entnahme der Probe 1/3 erfolgte aus den stark schluffigen Geschiebesanden. Diese bindigen Sandböden besitzen eine hohe Wasserempfindlichkeit und mäßige Verdichtbarkeit.

Die Probe 4/1 wurde aus den Geschiebesanden mit relativ geringen Schlämmkornanteilen entnommen. Diese Böden sind gering wasserempfindlich und mäßig bis gut verdichtungswillig.

Der Löß der Probe 4/3 ist aufgrund stark erhöhter Schlämmkornanteile als stark wasserempfindlich und mäßig bis gering verdichtungswillig zu bezeichnen.

7.3. Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Aus den Kornverteilungskurven der Proben lassen sich nach empirischen Formeln nach „BEYER“, „USBR“ bzw. „KAUBISCH“ folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ableiten:

Tabelle 5: abgeleitete Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Probe-Nr.	Bodenart	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
1/3	Fein- bis Mittelsand, stark schluffig	$7,1 \times 10^{-7}$
4/1	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	$4,3 \times 10^{-8}$
4/3	Fein- bis Mittelsand	$1,4 \times 10^{-4}$

Nach der Kornverteilungskurve lässt sich für den **stark schluffigen Geschiebesand** (Probe 1/3) und den Löß (Probe 4/1) ein geringer Wasserdurchlässigkeitsbeiwert abgeleitet. Diese Böden sind nach DIN 18130, Teil 1 als „**schwach durchlässig**“ zu bezeichnen und nicht für eine ordnungsgemäße Versickerung geeignet.

Die **Geschiebesande ohne relevante Schlämmkornanteile** (Probe 4/3) sind bei dem abgeleiteten Wasserdurchlässigkeitsbeiwert nach gleicher Vorschrift „**stark durchlässig**“ an der Grenze zu „**durchlässig**“ und demnach gut für eine Versickerung geeignet. Die Wasserdurchlässigkeit der Sande variiert insbesondere mit dem Schlämmkornanteil.

8. 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 2	Schicht 3.1
		Löß (Schluff, stark sandig, tonig, z.T. schwach humos / Fein- bis Mittelsand, stark schluffig, schwach humos)	Geschiebesande, nicht bis schwach schluffig
B O D E N K E N N W E R T E			
Bezeichnung			
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°	32,5°
Kohäsion	c'	5 kN/m ²	0 kN/m ²
Steifemodul	E_s	9 MN/m ²	40 - 60 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	k	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$ m/s	$5 \times 10^{-4} - 5 \times 10^{-5}$ m/s
Frostempfindlichkeitsklasse		F 3	F 1
Bodengruppe		UL / SU*	SE / SU
Setzungsempfindlichkeit		groß	gering
Verdichtbarkeit		gering	mäßig – gut
Bodenklasse nach VOB 2012		4	3

Bodenklasse 3 - leicht lösbare Bodenarten –

Bodenklasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten –

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

Die Zusammensetzung der lokalen Auffüllungen unterliegt starken Schwankungen.

Tabelle 6 (Fortsetzung)
 Bodenkennwerte und
 Bodencharakteristik

B O D E N A R T E N			
		Schicht 3.1	Schicht 3.2
		Geschiebesande, schluffig bis stark schluffig	Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)
B O D E N K E N N W E R T E			
Bezeichnung			
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'	30,0°	27,5°
Kohäsion	c'	2 kN/m ²	5 - 8 kN/m ²
Steifemodul	E_s	30 - 40 MN/m ²	15 - 20 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k		$5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-7}$ m/s	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$ m/s
Frostempfindlichkeitsklasse		F 2 / F3	F 3
Bodengruppe		SU / SU*	TM
Setzungsempfindlichkeit		mäßig	mäßig
Verdichtbarkeit		mäßig – gering	mäßig - gering
Bodenklasse nach VOB 2012		3 / 4	4

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

Bei Zutritt von Wasser und falscher Behandlung des Lößes, des Geschiebelehms, der bindigen Auffüllungen 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.

9. 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 überwiegenden Bereichen des Gebietes in Nähe der Geländeoberfläche anstehenden Lößböden sind mäßig für die Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Die Sande mit variierenden Schluffanteilen und die Geschiebelehmschichten eignen sich gut für die Gebäudegründung.

Zur Errichtung nicht unterkellerten Gebäude und unterkellerten Gebäude liegen gute Gründungsverhältnisse vor.

9.1. nicht unterkellerte Bauweise

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

- **Gründung über Streifenfundamente unter teilweise Austausch der Lößböden**

oder eine

- **flächenhafte Gründung unter teilweise Austausch der Lößböden mit Frostschürzen**

empfohlen werden.

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

Die Aushubsohlen sind, bei Bedarf abgetrept, 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

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

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 40 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 Frostschränzen (Variante Bodenplatte) sind mit einer Einbindetiefe von 1,0 m unter der geplanten Geländeoberkante herzustellen. Sie sind bis in die gut tragfähigen Sande und Kiese bzw. den Geschiebelehm zu führen. Eventuelle Reste von Lößböden bzw. aufgeweichte Böden sind unter den Streifenfundamenten durch Magerbeton zu ersetzen.

9.2. 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 Sandböden mit wechselnden Schluffanteilen und Geschiebelehmschichten an.

Aufstauende Sickerwasser sind in den Gebäudebereichen bis zur Geländeoberkante zu erwarten. Das Grundwasser kann ebenfalls bis über die Gründungssohle der Kellergeschosse ansteigen.

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 $\beta \leq 60^\circ$ (Löß / Geschiebelehm) bzw. von $\beta \leq 45^\circ$ (Sande) abzuböschten.

Eine Wasserhaltung zur Entfernung zulaufender Stau- und Regenwasser sowie aufsteigendes Grundwasser 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.

9.3. Aufnehmbarer Sohldruck und Setzungen

Für den Baugrund unterhalb der Gebäude kann bei Ausführung von **Stahlbetonbodenplatten** entsprechend der vorgenannten Vorgehensweisen von einem (hinsichtlich der Begrenzung der Setzungen abgeminderten) aufnehmbaren Sohldruck von

$$\text{ca. } \sigma_{zul} = 150 \dots 180 \text{ kN/m}^2 \text{ (für nichtunterkellerte Gebäude)}$$

bzw.

$$\text{ca. } \sigma_{zul} = 200 \dots 230 \text{ kN/m}^2 \text{ (für unterkellerte Gebäude)}$$

ausgegangen werden. Die hierbei entstehenden Setzungen werden eine Größenordnung von

$$s = 1,0 \text{ bis } 1,5 \text{ cm}$$

nicht überschreiten.

Diese Setzungen können, bei einem durch relativ biegesteife Gründungsplatten bewirktem, relativ gleichmäßigem Verlauf, von den Bauwerkskonstruktionen ohne Schaden aufgenommen werden. Mit Setzungsunterschieden in einer Größenordnung von

$$\Delta s = 0,5 \text{ bis } 1,0 \text{ cm}$$

ist zu rechnen. Diese hängen jedoch von der Biegesteifigkeit der Bodenplatten ab.

Zur Bemessung der Stahlbetonbodenplatten kann ein Bettungsmodul von

$$k_s = \text{ca. } 12 \dots 15 \text{ MN/m}^3 \text{ (für nichtunterkellerte Gebäude)}$$

bzw.

$$k_s = \text{ca. } 15 \dots 20 \text{ MN/m}^3 \text{ (für unterkellerte Gebäude)}$$

verwendet werden.

Bei Übertragung der Bauwerkslasten über **Streifenfundamente** kann bei ungefähr gleichen Setzungsraten ein (hinsichtlich der Begrenzung der Setzungen abgeminderter) aufnehmbarer Sohldruck von

$$\text{ca. } \sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2 \text{ (für Streifenfundamente auf Sanden und Geschiebelehm)}$$

angesetzt werden.

Die konkreten Sohldrücke insbesondere unter Berücksichtigung der Fundamentbreiten können innerhalb detaillierter Gutachten für die einzelnen Bauvorhaben angegeben werden.

10. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser

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

10.1. rechtliche Grundlagen

Das Baugelände liegt nicht innerhalb einer festgesetzten Trinkwasserschutzzone.

Die Gebäude sollen voraussichtlich eine Ziegel- bzw. Pappdeckung mit üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei) erhalten.

Nach 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 7: zulässige Arten von Versickerungsanlagen

Art der Versickerungsanlage	Kategorie nach DWA A 138	Dachflächen mit üblichen Anteilen aus unbeschichteten Metallen (Kupfer, Zink und Blei)
$A_u:A_s \leq 5$ 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 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.

10.2. 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 (Vorfluter / Kanalnetz / Verdunstung) vorzusehen ist.

Nach den durchgeführten Untersuchungen sowie anhand von Erfahrungswerten an gleichartigen Böden besitzen die im Untergrund anstehenden Böden folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte:

Mutterboden:	$k_f = 5,0 \times 10^{-5} \dots 5,0 \times 10^{-6}$ m/s	„durchlässig“
Löß:	$k_f = 1,0 \times 10^{-6} \dots 1,0 \times 10^{-8}$ m/s	„schwach durchlässig“
Geschiebelehm:	$k_f = 1,0 \times 10^{-7} \dots 1,0 \times 10^{-9}$ m/s	„schwach durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“
Sandböden, nicht bis schwach schluffig	$k_f = 5,0 \times 10^{-4} \dots 5,0 \times 10^{-5}$ m/s	„stark durchlässig“ bis „durchlässig“
Sandböden, schluffig bis stark schluffig	$k_f = 5,0 \times 10^{-5} \dots 5,0 \times 10^{-7}$ m/s	„durchlässig“ bis „schwach durchlässig“

Für die sichere und ordnungsgemäße Versickerung der anfallenden Niederschläge sind demnach nur die Geschiebesande mit geringen bis mäßigen Schluffanteilen geeignet. Diese Böden stehen im nördlichen Bereich des Baugebietes ab einer Tiefe von ca. 1,4 m unter Gelände an. In den weiteren Bereichen sind die sickerfähigen Sandböden nur in Zwischenschichten mit zumeist geringer Ausdehnung und Aufnahmefähigkeit vorhanden.

Der Löß und der Geschiebelehm sowie die stark schluffigen Geschiebesande sind aufgrund der zu geringen Wasserdurchlässigkeit nicht für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

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

10.3. 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 für Versickerungsanlagen auf einer geodätischen Höhe von ca. 134,9 m ü. NHN (südlicher Teil) bis zu 135,4 m ü. NHN (nördlicher Teil) und demnach in einer Tiefe von ca. 3,1 m (südlicher Gebietsbereich) bis 3,0 m (nördlicher Gebietsbereich) unter Gelände ist bei einer Einbindetiefe der Versickerungsanlagen bis in eine Tiefe von ca. 2,0 ... 2,1 m der erforderliche Sickerraum bis zum Bemessungswasserstand gewährleistet.

Das vorgefundene, „schwebende“ Grundwasser besitzt keine hydraulische Verbindung zu dem deutlich tiefer liegenden, Hauptgrundwasserleiter. Eine Gefährdung der Grundwasserqualität durch die ohnehin nur gering belasteten Dachflächenwasser ist durch die große Bodenpassage bis zum Grundwasserleiter durch ein hoch adsorptionsfähiges Bodenmaterial auszuschließen.

10.4. technische Realisierung der Versickerung

Zusammenfassend sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet für eine Versickerung von Niederschlagswasser als variierend zu bezeichnen.

Im **nördlichen Teil des Geländes (Bereich RKS 4)** ist aufgrund der hier ab einer Tiefe von ca. 1,4 m unter Gelände anstehenden Geschiebesande mit geringen Schluffanteilen und des Bemessungswasserstandes von ca. 3,0 m eine **Rohr-Rigolen-Versickerung** möglich. Die Einbindetiefe der Rigolen darf hier 2,0 m unter Gelände nicht überschreiten (Sohle nicht unter 136,4 m ü. NHN).

Im **südlichen Teil des Geländes** wurden weit überwiegend Böden mit zu geringer Versickerungsfähigkeit (Löß, Geschiebelehm, stark schluffige Sande) vorgefunden.

Eine Versickerung des Niederschlagswassers entsprechend der Vorschriften der DWA-A 138 ist hier 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 in Mulden-Rigolen-Elementen mit geringer Einbindetiefe zu speichern und in einer Kombination aus Versickerung im Mutterboden, Löß, Geschiebelehm und den Sandschichten sowie einer Verdunstung über die Geländeoberfläche zu entsorgen.

Die Mulden-Rigolen-Elemente bestehen aus begrünter Mulden mit darunter liegenden Rigolen.

Die Versickerungsmulden werden ohne Längsgefälle angelegt. Es wird empfohlen, das Wasser den Sickermulden oberirdisch zuzuleiten.

Alternativ kann eine (eventuell gedrosselte) Einleitung des Wassers in ein Kanalnetz vorgenommen werden.

11. Hinweise für die Versickerung des häuslichen Abwassers

Die in den geplanten Gebäuden anfallenden häuslichen Abwasser sollen im Untergrund verrieselt werden.

Das Baugelände liegt nicht in einem festgesetzten Trinkwasserschutzgebiet.

Nach den Vorschriften der DIN 4261-5 – Kleinkläranlagen, Versickerung von biologisch aerob behandeltem Schmutzwasser - ist zur ausreichenden Versickerung der anfallenden Wasser nach vollbiologischer Klärung ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des Bodens von $k = 5 \times 10^{-6}$ m/s bis 5×10^{-3} m/s erforderlich.

Für die sichere und ordnungsgemäße Versickerung der anfallenden Niederschläge sind demnach nur die Geschiebesande mit geringen bis mäßigen Schluffanteilen geeignet. Diese Böden stehen im nördlichen Bereich des Baugebietes ab einer Tiefe von ca. 1,4 m unter Gelände an. In den weiteren Bereichen sind die sickerfähigen Sandböden nur in Zwischenschichten mit zumeist geringer Ausdehnung und Aufnahmefähigkeit vorhanden.

Der Löß und der Geschiebelehm sowie die stark schluffigen Geschiebesande sind aufgrund der zu geringen Wasserdurchlässigkeit nicht für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Weiterhin ist ein Mindestabstand zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem höchsten Grundwasserstand von 60 cm einzuhalten.

Bei einem Bemessungswasserstand für Versickerungsanlagen für gereinigtes Abwasser auf einer geodätischen Höhe von ca. 135,3 m ü. NHN (südlicher Teil) bis zu 135,8 m ü. NHN (nördlicher Teil) und demnach in einer Tiefe von ca. 2,7 m (südlicher Gebietsbereich) bis 2,6 m (nördlicher Gebietsbereich) unter Gelände ist bei einer Einbindetiefe der Versickerungsanlagen bis in eine Tiefe von ca. 2,0 ... 2,1 m der erforderliche Sickerraum bis zum Bemessungswasserstand gewährleistet.

Aufstauende Sickerwasserhorizonte sind oberhalb der genannten Tiefe möglich.

Vor der Verbringung in den Untergrund ist das Abwasser aerob biologisch zu behandeln (vollbiologische Klärung). Zur weiteren Reinigung des Abwassers ist die Verrieselung als Untergrundverrieselung in Sickergräben durchzuführen.

Auch hinsichtlich der Versickerung von gereinigtem Abwasser sind die Verhältnisse auf dem Grundstück als variierend zu bezeichnen.

Während im nördlichen Teil aufgrund der hier zu erwartenden Sandböden relativ günstige Versickerungsbedingungen vorliegen, sind im südlichen Teil des Geländes weit überwiegend gering wasserdurchlässige Löß- und Geschiebelehmböden mit eingelagerten Sandschichten vor.

Die Versickerung der gereinigten Abwässer ist somit im nördlichen Teil über Sickergräben bis in eine maximale Tiefe von 2,0 m möglich.

Im südlichen Teil des Geländes sind die Versickerungsbedingungen stark behindert. Die Sickergräben sind hier mit relativ großer Dimensionierung und unter Nutzung von Sandschichten und bei Volleinstau der durchlässigen Oberbodenzone herzustellen.

Eine zeitweise Vollfüllung der Sickergräben und ein daraus resultierender Rückstau zu den Kläranlagen sind nicht auszuschließen. Für ein solches Szenario sollte eine zusätzliche Notentsorgung aus den Sickergräben (z.B. schwimmergesteuerte Pumpe mit Verregnung oder angeschlossener Sickermulde) installiert werden.

Weiterhin sollte ein Rückstau in die Kläranlagen bautechnisch verhindert werden.

Die Sickergräben sind entsprechend der vorliegenden Baugrundverhältnisse und der anzuschließenden Einwohnerwerte zu bemessen.

Unter der vorhandenen Datenlage zu den örtlichen Gegebenheiten auf dem Grundstück sowie den Baugrundverhältnissen kann in den Bereichen mit geringer Versickerungsfähigkeit alternativ eine zyklische Entsorgung des (ungeklärten) Abwassers mittels Tankfahrzeug aus abflusslosen Sammelgruben erwogen werden.

12. Angaben zum geplanten Einfamilienhaus

Bei der geplanten Baumaßnahme handelt es sich um den Neubau eines Einfamilienhauses. Das Bauwerk soll im östlichen Teil des Baugebietes freistehend und nicht unterkellert mit einer Grundfläche von 9,0 x 9,0 m errichtet werden.

12.1. Vorschläge für die Bauwerksgründung

Die genaue Höhenlage des Erdgeschossfußbodens steht derzeit noch nicht fest.

Es wird empfohlen, die **Oberkante des Erdgeschossfußbodens** mindestens 20 cm über der Geländeoberkante im Gebäudegrundriss und somit auf einer geodätischen Höhe von

138,35 m ü.NHN

anzuordnen.

Bei einer Dicke der Bodenplatte einschließlich Fußbodenaufbau von ca. 43 cm liegt die **konstruktive Gründungssohle des Erdgeschosses (Unterkante Bodenplatte)** auf einer geodätischen Höhe von

137,92 m ü.NHN

und somit ungefähr 10 ... 25 cm unterhalb der derzeitigen Geländeoberkante innerhalb der Begrünungszone. Die ungefähre Lage dieser Gründungssohle ist auf der Anlage 02 eingezeichnet.

Unterhalb der Gründungssohle sind demnach noch Mutterboden mit geringer und Löß mit mäßiger Tragfähigkeit vorhanden.

Der Mutterboden ist nicht für die Lastabtragung geeignet. Der unterhalb des Mutterbodens anstehende Löß ist mäßig für die flächenhafte Gründung der Gebäude geeignet. Er reicht bis in Tiefen von ca. 0,8 ... 1,2 m unter die Gründungssohle.

Die in weiterer Tiefe folgenden Geschiebesande und Geschiebelehm Böden sind gut für die flächenhafte Lastaufnahme geeignet.

Zur Erzielung einer setzungsarmen Gründung sowie zur Begrenzung von Setzungsunterschieden wird bei den vorgefundenen Baugrundverhältnissen empfohlen, die Gründung des Gebäudes über eine Stahlbetonbodenplatte mit Frostschrüzen an den Gebäudeaußenseiten vorzunehmen.

Die Frostschrüzen sind aus monolithischem Beton bzw. aus Betonschalsteinen unterhalb der Randbereiche der Platte herzustellen. Sie sind bis in eine frostfreie Einbindetiefe von 1,0 m unter geplanter Geländeoberkante zu führen.

Unterhalb der Bodenplatte und somit zwischen den Frostschrüzen sind die Mutterbodenschichten vollständig und der Löß teilweise auszuheben. Die Aushubsohle ist abschnittsweise horizontal mit Abtreppungen von maximal 30 cm und in einer Tiefe von mindestens 50 cm unter der Unterkante der Bodenplatte herzustellen.

Die **Aushubsohle** liegt dann ungefähr auf geodätischen Höhen von

137,20 ... 137,42 m ü.NHN

und somit ca. 0,75 m unter der derzeitigen Geländeoberkante im leicht geneigten Gelände.

Stehen in dieser Aushubsohle noch mutterbodenhaltige oder aufgeweichte Böden an, sind diese lokal ebenfalls zu entfernen.

Die innerhalb der Lößböden freigelegten Aushubsohlen sind nicht nachzuverdichten. Auflockerungen sind durch Handschachtung zu beseitigen. Danach ist auf die Aushubsohle eine „Bettungsschicht“ aus lehmfreien Kiessand bzw. Mineralgemisch einzubauen und zu verdichten. Bei der genannten Lage der Aushubsohle und der angenommenen Unterkante der Bodenplatte besitzt diese Bettungs- und Tragschicht eine Dicke von ca. 50 ... 75 cm.

Die „Bettungsschicht“ übernimmt gleichzeitig die Funktion einer kapillarbrechenden Schicht. Sie ist somit zumindest in den obersten 15 cm aus einem kapillarbrechenden (Frostschutz-) Material herzustellen.

Das für die Bettungsschicht zu verwendende Material muss filterstabil gegenüber dem anstehenden Untergrund sein. Es wird empfohlen, einen gut abgestuften, „gewaschenen“ Kiessand oder ein abgestuftes Mineralgemisch zu verwenden. Die Verwendung von „Einkorngemischen“ (z.B. 8/16, 16/32, etc.) ist nicht zulässig.

Die Filterschicht ist lagenweise ($d \leq 30$ cm) einzubauen und mit einer mittelschweren Rüttelplatte intensiv zu verdichten. Für die Verdichtung dieser Filterschicht wird ein Verdichtungsgrad von

$D_{Pr} \geq 98 \%$

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

Alle genannten Höhen beziehen sich auf die angenommene Höhenlage des Erdgeschossfußbodens. Sie sind mit der Ausführungsplanung abzustimmen und eventuell unter Einbeziehung unseres Ingenieurbüros neu festzulegen!

Die Geländegestaltung um das Gebäude ist so vorzunehmen, dass Niederschlagswasser nicht zum Gebäude fließen kann.

Aufgrund der Möglichkeit des Einstauens von Sickerwasser bis zur Geländeoberkante ist im Sockelbereich des Gebäudes eine Abdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1 anzuordnen.

Bei Anordnung einer Dränage mit dauerhaft rückstaufreier Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut kann die Sockelabdichtung entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W4-E nach DIN 18533-1 angeordnet werden.

12.2. Aufnehmbarer Sohldruck und Setzungen

Es wurde eine Berechnung der Setzungen und der Grundbruchsicherheiten durchgeführt. Diese Berechnungen erfolgten auf der Grundlage der DIN-Norm 1054 – Baugrund; Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – in Verbindung mit der DIN EN 1997-1 – Eurocode7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, der DIN-Norm 4017 – Baugrund; Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen - und der DIN-Norm 4019 - Setzungsberechnungen bei lotrecht, mittiger Belastung -.

Für den Baugrund unterhalb des geplanten Gebäudes kann bei Ausführung der empfohlenen Gründungsvariante von folgendem (hinsichtlich der Begrenzung der Setzungen abgeminderten) aufnehmbaren Sohldruck ausgegangen werden:

$$\sigma_{zul} = 150 \text{ kN/m}^2$$

Die hierbei entstehenden Setzungen werden eine Größenordnung von

$$s = 1,0 \text{ bis } 1,5 \text{ cm}$$

nicht überschreiten. Mit Setzungsunterschieden in einer Größenordnung von

$$\Delta s = 0,5 \text{ bis } 1,0 \text{ cm}$$

ist zu rechnen. Diese hängen jedoch von der Biegesteifigkeit der Bodenplatte ab.

Diese Setzungen und Setzungsunterschiede können, bei einem durch die Stahlbetonplatten bewirktem gleichmäßigem Verlauf, von der Bauwerkskonstruktion ohne Schaden aufgenommen werden.

Zur Bemessung der Stahlbetonbodenplatten kann ein Bettungsmodul von

$$k_s = 10.000 \text{ kN/m}^3$$

Die Bodenplatte ist insbesondere in den Bereichen, in denen hohe Einzellasten auftreten, ausreichend steif herzustellen um eine gute Lastverteilung zu erreichen.

12.3. Hinweise für die Bauausführung

Für die Errichtung des geplanten Bauvorhabens sind die nachstehenden Punkte zu beachten:

Baugrube

Der Aushub der Baugrube hat zur Vermeidung von Auflockerungen mit einem zahnlosen Tieflöffel zu erfolgen. Die Aushubsohle innerhalb des Lößes ist nicht nachzuverdichten. Auflockerungen sind mittels Handschachtung zu beseitigen.

Zur Vermeidung von Auflockerungen ist die Baugrubensohle nicht mit gummibereiften Fahrzeugen zu befahren.

Die Aushubsohle ist vor Durchfeuchtung und Auflockerung zu schützen. Die Aushub- und Fundamentsohlen sind durch unser Büro abzunehmen. Anschließend ist sofort mit dem Einbringen der Tragschicht bzw. der Frostschränzen zu beginnen.

Wasserhaltung

Eine Wasserhaltung wird nur für die Entfernung von einlaufendem Niederschlagswasser in Höhe des Lößes erforderlich. Diese kann bei Bedarf als offene Wasserhaltung durchgeführt werden. Das Wasser ist einer rückstaufreien Vorflut zuzuführen.

Herstellung der kapillarbrechenden Schicht / Tragschicht

Die zu verwendenden Materialien und die Einbautechnologie sowie die geforderten Verdichtungsparameter sind in Kapitel 11.1 beschrieben.

Arbeitsräume

Alle entstehenden Arbeitsräume sind zur Vermeidung von Sackungen an der späteren Geländeoberfläche lagenweise und unter ausreichender Verdichtung zu verfüllen. Für die Arbeitsraumverfüllungen ist ein nichtbindiges oder bindiges Material in gut verdichtbarem Zustand zu verwenden.

Insbesondere bei geplanter Überbauung der Arbeitsraumverfüllungen mit Terrassen oder Wegbefestigungen sind die Arbeitsräume ordnungsgemäß zu verdichten.

Die Geländegestaltung um die Gebäude ist so vorzunehmen, dass Niederschlagswasser nicht zu den Gebäuden fließen kann.

12.4. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser und Bemessung

Die auf den Dachflächen des geplanten Wohngebäudes anfallenden Niederschlagswasser sollen im Untergrund versickert werden. Hierzu ist die Installation einer Versickerungsanlage im Bereich des Grundstückes vorgesehen.

Die an die Versickerungsanlage anzuschließenden Dachflächen sollen nach dem vorliegenden Lageplan die folgende Grundfläche besitzen:

Anzuschließende befestigte Fläche	Art der Dachfläche	Dachgrundfläche
Dachfläche Wohngebäude	Ziegeldach	100,0 m²

Die rechtlichen Grundlagen, die Angaben zur technischen Machbarkeit der Versickerung sowie zur Zulässigkeit der Versickerung hinsichtlich des Grundwasserschutzes sind den Kapiteln 10.1. bis 10.3. zu entnehmen.

Infolge der geringen Wasserdurchlässigkeit der in weiten Bereichen des Untergrunds anstehenden, bindigen Böden liegen auf dem Grundstück ungünstige Bedingungen hinsichtlich einer Versickerung von Niederschlagswasser vor.

Eine ordnungsgemäße Versickerung der Niederschläge entsprechend der Vorschriften der DWA-A 138 ist 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 ausgewiesen.

Das Regenwasser ist hierzu in einem Mulden-Rigolen-Element mit einer Tiefe von ca. 1,40 m zu speichern und in einer Kombination aus Versickerung im Mutterboden, Geschiebelehm und den Sandschichten sowie einer Verdunstung über die Geländeoberfläche zu entsorgen.

Den teilweise geringen Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten des Untergrundes wird bei der Bemessung der Versickerungsanlage dadurch Rechnung getragen, dass neben einer sehr groß dimensionierten Rohr-Rigole (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.

Das Mulden-Rigolen-Element besteht aus einer begrünter Mulde mit darunter liegender Rigole.

Die Versickerungsmulde wird ohne Längsgefälle angelegt. Es wird empfohlen, das Wasser der Sickermulde oberirdisch zuzuleiten.

Zur Errichtung des Mulden-Rigolen-Elementes wird zunächst der Mutterboden abgetragen. Anschließend wird die Rigole mit der erforderlichen Breite, Länge und Tiefe innerhalb des Mutterbodens, des Lößes, des Geschiebelehms und der Sandschichten freigelegt. Nach Einbau eines Filtervlieses wird die Rigolenfüllung (gewaschener Einkornkies, z.B. Körnung 16/32) eingebracht und ein Verteilerrohr (Teilsickerrohr DN 200) verlegt.

Nach Abdeckung der Rigole mit dem Filtervlies wird eine Sandschicht („gewaschener“, lehmfreier Sand, $k \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s) in einer Stärke von mindestens 10 cm eingebaut. Die Abdeckung erfolgt mit **sandigem** Mutterboden ($k \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s) in einer Stärke von ebenfalls mindestens 10 cm.

In der Mulde ist in dem von der Zulaufstelle entfernten Bereich eine Entlastungsmöglichkeit (Kurzschlussleitung) zwischen der Mulde und der darunter liegenden Rigole vorzusehen um bei Starkregen ein Überlaufen der Mulde zu verhindern. Die Entlastungsmöglichkeit sollte ungefähr in Höhe der rechnerisch erforderlichen Muldentiefe liegen.

Anschließend wird die Muldenoberfläche begrünt.

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

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

In Folge der zu geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes kann es zu einem periodischen Überstauen der Versickerungsanlage kommen. Durch eine geeignete Gestaltung der Geländeoberkante ist das Abfließen überstauenden Wassers in die angrenzenden Grundstücke zu verhindern.

Die Dachfläche des Wohnhauses wird als geneigtes Dach mit einem Abflussbeiwert von $\psi = 0,90$ angesetzt. Die Modellierung der Niederschlagsereignisse erfolgt nach dem KOSTRA-Atlas für das Raster Jesewitz.

Für den Mutterboden, den Löß und den Geschiebelehm mit Sandschichten wird ein gemittelter Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 5,0 \times 10^{-7}$ m/s angesetzt.

In die Berechnung der **Mulden-Rigolenversickerung** gehen folgende Ausgangsdaten ein:

Niederschlag

Regenstatistik aus KOSTRA-Atlas (DWD) Raster Jesewitz

Angeschlossene Fläche: $A_e = 100,0 \text{ m}^2$

Abflussbeiwert: $\psi = 0,90$

undurchlässige Fläche: $A_u = 90,0 \text{ m}^2$

Muldenparameter (vorläufig)

Wasserdurchlässigkeit der Muldensohle: $k_f = 1,0 \times 10^{-5}$ m/s

Muldenfläche (Sohle) $A_S = 20 \text{ m}^2$

Rigolenparameter

Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes:	$k_f = 5,0 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
Höhe der Rigole:	$h = 0,90 \text{ m}$
Breite der Rigole:	$b = 2,00 \text{ m}$
Porenanteil der Kiesfüllung:	$s_k = 35 \%$
Innendurchmesser des Rohres:	$d = 200 \text{ mm}$

Die Ausgangsdaten sowie die Berechnungsformeln und –ergebnisse sind auf den Anlagen 05/1 bis 05/3 dargestellt.

Es ergeben sich folgende erforderlichen Abmessungen der Versickerungsanlage:

Regenwasserversickerung Wohnhaus

Rigole:

Erforderliches Speichervolumen:	$V_r = 4,6 \text{ m}^3$
Erforderliche Rigolenlänge:	$L = 7,1 \text{ m}$

Mulde:

Mittlere Muldenbreite:	$b_m = 2,0 \text{ m}$
Muldenlänge:	$L = 7,1 \text{ m}$
erforderliche Muldentiefe:	$z_M = 0,23 \text{ m}$

Es somit ein Mulden-Rigolen-Element mit einer Länge von 7,5 m und einer Breite von 2,0 m erforderlich herzustellen. Die Muldentiefe sollte 30 cm nicht unterschreiten. Die Höhe der Rigole muss 90 cm betragen. Die Aushubsole liegt somit aufgrund der über der Rigole liegenden Sand- und Mutterbodenschicht (je 10 cm) ca. 1,40 m unter Gelände.

Einen prinzipiellen Querschnitt durch das Mulden-Rigolen-Element (entnommen aus Arbeitsblatt DWA-A 138) zeigt das folgende Bild:

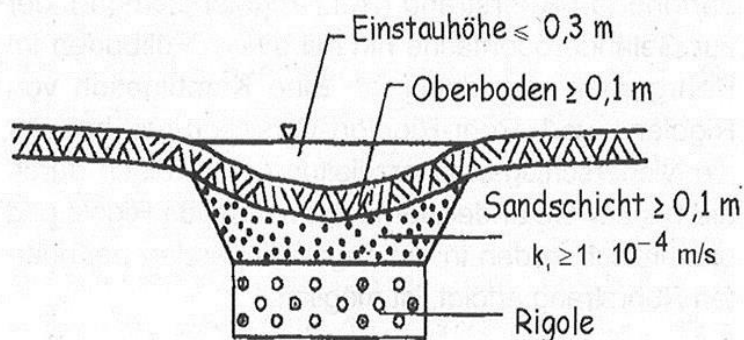


Bild 6: Querschnitt eines Mulden-Rigolen-Elements

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

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

Da die Versickerungsverhältnisse auf dem Grundstück ungünstig sind, sollte eine vollständige Einleitung des Niederschlagswassers in ein Kanalnetz (Vorzugslösung) angestrebt werden.

12.5. Hinweise für die Versickerung des häuslichen Abwassers und Bemessung

Die in dem geplanten Gebäude anfallenden häuslichen Abwasser sollen im Untergrund verrieselt werden.

Die grundsätzlichen Randbedingungen zur Versickerung vollbiologisch gereinigten Abwassers sind dem Kapitel 11 zu entnehmen.

Anhand der vorgefundenen hydrogeologischen Verhältnisse wird empfohlen, einen Sickergraben mit einer Tiefe von 2,0 m herzustellen.

Bei einer Einbindetiefe der Sohle des Sickerrohres in den bestehenden Untergrund von ca. 1,00 m (ungefähre Tiefenlage der ankommenden Abwasserleitung) sind der nach DIN 4261 erforderliche Mindestabstand der Grabensohle zum höchsten Grundwasserstand von 0,6 m sowie der Mindestabstand zwischen Grabensohle und Rohrsohle von 0,30 m gewährleistet.

Infolge der weit überwiegend anstehenden, gering wasserdurchlässigen Böden (Löß / Geschiebelehm) und der Möglichkeit der Stauwasserbildung sind die Versickerungsverhältnisse in dem geplanten Grundstücksbereich als ungünstig zu bezeichnen. Eine zeitweise Vollfüllung des Sickergrabens und ein daraus resultierender Rückstau zur Kläranlage sind nicht auszuschließen. Für ein solches Szenario sollte eine zusätzliche Notentsorgung aus dem Sickergraben (z.B. schwimmergesteuerte Pumpe mit Verregnung oder angeschlossener Sickermulde) installiert werden.

Weiterhin sollte ein Rückstau in die Kläranlage bautechnisch verhindert werden.

Vor der Verbringung in den Untergrund ist das Abwasser aerob biologisch zu behandeln (vollbiologische Klärung). Zur weiteren Reinigung des Abwassers ist die Verrieselung als Untergrundverrieselung in dem Sickergraben durchzuführen.

Je Einwohner ist bei im Untergrund anstehenden „Schluffe (auch schwach tonig)“ nach der mittlerweile überarbeiteten DIN 4261 eine Wandfläche des Sickergrabens von ca. 2,0 bis 2,5 m²/EW erforderlich.

Es wird bei den anstehenden bindigen Böden empfohlen, je Einwohner eine erforderliche Wandfläche von 3,0 m² vorzusehen.

Bei Wohneinheiten mit einer Wohnfläche über 60 m² ist bei der Bemessung des Sickergrabens mit mindestens 4 Einwohnern zu rechnen. Es wird somit für das geplante Einfamilienhaus eine Versickerungsfläche von mindestens 12,0 m² erforderlich.

Da sich die Sohlen von Versickerungsanlagen mit der Zeit zusetzen können, sind auf Dauer nur die Seitenwände wirksam. Der einzelne Sickergraben sollte nicht länger als 10 m sein.

Die für die Versickerung anrechenbare Wandhöhe errechnet sich aus dem lotrechten Abstand zwischen Grabensohle und Rohrsohle. Es werden somit bei einer Grabentiefe von 1,00 m unter Rohrsohle je Meter Sickergraben 2,0 m² Wandfläche geschaffen.

Die Versickerungsanlage ist wie erwähnt mindestens für 4 Personen auszulegen. Demnach sind insgesamt ca. 12,0 m² (1 x 6,0 m Grabenlänge) Sickerfläche zu schaffen.

Es wird empfohlen, den Sickergraben mit einer Länge von 6,0 m herzustellen. Die anrechenbare Versickerungsfläche beträgt somit insgesamt 12,0 m². Die versickerungsfähige Höhe liegt bei 1,0 m.

Sollen mehr Einwohnerwerte an die Versickerungsanlage angeschlossen werden, ist diese entsprechend zu vergrößern.

Für die Herstellung des Sickergrabens sind Vollsickerrohre DN 100, Typ R2 nach DIN 4262-1 als Stangenware mit Austrittsöffnungen von vorzugsweise 1,2 mm ($\pm 0,4$ mm) einzubauen.

Die Rohrleitung sollte ein Gefälle von 1:500 haben. Am Ende der Rohrleitung ist ein ausreichend dimensioniertes Lüftungsrohr einzubauen und gegen das Eindringen von Fremdkörpern zu schützen.

Das von der zu errichtenden vollbiologischen Kleinkläranlage ankommende, geklärte Abwasser wird zunächst in einen den Sickergräben vorgeschalteten Absetz- und Verteilerschacht mit Sohle eingeleitet. Dieser dient als Absetzraum für im Abwasser verbliebene Schwebstoffe. Von diesem Schacht (Größe des Absetzraumes mindestens 1,0 m³) wird das Wasser in das Sickerrohr eingeleitet.

Der Sickergraben ist in seiner gesamten Länge von 6,0 m bis in eine Tiefe von 2,00 m unter Geländeoberkante auszuheben. Er soll an seiner Sohle eine Breite von ca. 0,8 ... 1,0 m besitzen. Er ist bis in eine Tiefe von 1,0 m unter Geländeoberkante mit doppelt gewaschenem Kies, Körnung 2/8 mm zu füllen. Auf diese Füllung ist das Sickerrohr zu verlegen und mit dem gleichen Kiesmaterial zu überdecken.

Die Überdeckung des Sickerrohres mit Kies muss mindestens 0,10 m betragen. Auf diese Überdeckung ist eine Trennschicht aus Grobsand in einer Stärke von 10 cm oder ein Filtervlies einzubauen. Bis zur Geländeoberkante kann dann der ausgehobene Boden als Abdeckung eingebaut und an der Oberfläche begrünt werden.

Der prinzipielle Aufbau des empfohlenen Sickergrabens ist als Prinzipskizze auf der Anlage 06 dargestellt.

Als Alternative zum Sickergraben mit Kies kann auch ein Sickertunnel aus vorkonfektionierten Elementen hergestellt werden. Die Abmessungen bezüglich der Einbindetiefe sowie der anrechenbaren Wandfläche sind beizubehalten.

Die Versickerungsanlage für gereinigtes Abwasser muss einen Abstand von ca. 5 m vom Gebäude und soll einen Abstand von 3 m von den Grundstücksgrenzen besitzen.

Unter der vorhandenen Datenlage zu den örtlichen Gegebenheiten auf dem Grundstück sowie den Baugrundverhältnissen kann alternativ eine zyklische Entsorgung des (ungeklärten) Abwassers mittels Tankfahrzeug aus einer abflusslosen Sammelgrube erwogen werden.

13. Schlussbemerkungen

Das für die Untersuchungen gewählte Aufschlussraster entspricht für das Wohngebiet dem Umfang für Voruntersuchungen und für das Wohnhaus dem Umfang für Hauptuntersuchungen 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.

Bei starken Abweichungen von den hier angegebenen Verhältnissen ist unser Ingenieurbüro sofort zu informieren um eventuelle Verfahrensänderungen zu veranlassen.

Zur Abnahme der Aushub- und Fundamentsohlen sowie zur Durchführung der Verdichtungskontrollen wird um rechtzeitige Nachricht gebeten.

Es wird empfohlen, das Baugrundgutachten der bauausführenden Firma zur Verfügung zu stellen.

Es wird weiterhin empfohlen, für die einzelnen Gebäude konkrete Baugrundgutachten erarbeiten zu lassen.

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

6 Anlagen (beigeheftet) Die Anlage 02 ist ungeheftet beigelegt

Verteiler: Richard und Carmen Windisch, Ochelmitz
Büro Knoblich Landschaftsarchitekten, Zschepplin

2-fach
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. Bodenmechanische Laborversuche
8. Bodenmechanische Kennwerte / Bodencharakteristik
9. Bebaubarkeit des Geländes
10. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser
11. Hinweise für die Versickerung des häuslichen Abwassers
12. Angaben zum geplanten Einfamilienhaus
13. Schlussbemerkungen

ANLAGEN

- | | |
|---------------|---|
| 01 | Übersicht, M = 1 : 25.000 |
| 02 | Baugrundaufschlüsse vom 24.02.2021 |
| 03 | Lageplan der Sondieransatzpunkte, M = 1 : 750 |
| 04 | Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen - Kornverteilungskurven |
| 05/1 bis 05/3 | Berechnungsergebnisse Mulden-Rigolen-Versickerung |
| 06 | Prinzipskizze Sickergraben für Abwasserverrieselung |