

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

TOK Projekt Bau GbR
Schwäggrichenstraße 4

04107 Leipzig

Eilenburg, den 03.03.2022
Ne/p

- Geotechnischer Bericht - (Voruntersuchung nach DIN 4020)

Projekt: **Bebauung und Erschließung eines Wohngebietes in Dahlen,
Hainstraße, Flurstücke 2690/1 und 2690/2**

Teilprojekt: **Voruntersuchung - Standortanalyse**

Bauherr: **TOK Projekt Bau GbR
Thomas Ott und Tilo Kalisch
Schwäggrichenstr. 4**

04107 Leipzig

Planung: **Büro Knoblich
Zur Mulde 25

04838 Zschemplin**

Projekt-Nr.: **21/5232**

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

1. Vorbemerkung

Das Ingenieurbüro Knoblich, Zschepplin, plant im Auftrag der Bauherren, TOK Projekt Bau GbR Leipzig, die Erschließung eines Wohngebietes zur Errichtung von Einfamilienhäusern in Dahlen. 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 Areal für das geplante Gewerbegebiet befindet sich am südlichen Rand der Stadt Dahlen. Es wird an der Nordseite durch die „Hainstraße“ begrenzt. An den weiteren Seiten schließen sich mit Wohn- und Nebengebäuden bebaute Grundstücke an.

Das Gelände besitzt folgende maximale Abmessungen:

Ost-West-Richtung: ca. 115 m
Nord-Süd-Richtung: ca. 155 - 170 m

Die Geländeoberkante im Bereich des Baugeländes ist relativ eben und liegt auf geodätischen Höhen um 152 ... 153 m ü. HN.

Das Gelände ist derzeit im südwestlichen Teil mit mehreren Gebäuden bebaut und wird außerdem landwirtschaftlich genutzt (Wiese).

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

Bei der geplanten Baumaßnahme handelt es sich um die Erschließung des Geländes (Verlegung von Abwasserleitungen, Straßenbau) sowie die Errichtung von Wohngebäuden (Einfamilienhäuser).

3. Baugrunderkundung (Anlagen 02 und 03)

Zur genaueren Erkundung des Baugrundes auf dem Gelände wurden am 03.02.2022 insgesamt 4 Rammkernsondierungen (RKS 1 bis 4) durchgeführt.

Das Abteufen der Sondierungen erfolgte bis in Tiefen von jeweils 5,00 m unter Geländeoberkante.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierungen sind in Form von Schichtenprofilen auf der Anlage 02 dargestellt.

Die Baugrundaufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Aus dem Lageplan, M = 1 : 1.250 auf der Anlage 03 ist die Lage der Sondieransatzpunkte ersichtlich.

Als höhenmäßiger Bezugspunkt wurde die Oberkante eines Kanaldeckels (KM 606270) auf der südlich verlaufenden „Ladestraße“ mit einer geodätischen Höhe von

154,23 m ü.HN

angenommen.

4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes

4.1. geologische Situation

Das Baugelände liegt im nördlichen Bereich des sächsischen Hügellandes, in dem die Festgesteine nur kuppenartig bis zur Geländeoberkante reichen.

Auf diesem zumeist in größere Tiefe absinkenden Grundgebirge sind die Schichten des Tertiärs und Pleistozäns in Form von Lockersedimenten abgelagert.

Die in größerer Tiefe liegenden tertiären Sedimente (Tone, Sande, Kies, Braunkohle) sind im Bereich des Untersuchungsgebietes in größerer Mächtigkeit Geschiebesande der Elster- und Saale-Eiszeit abgelagert worden.

An der Geländeoberkante ist als oberer Abschluss der eiszeitlichen Bildungen eine nahezu geschlossene Decke aus Löß mit einer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern vorhanden.

Teilweise sind die geologisch entstandenen Bildungen durch menschliche Tätigkeit entfernt und durch Auffüllungen ersetzt worden. Die trifft insbesondere im Bereich der Erschließungsanlagen (Straßen, Leitungen) und Gebäuden (Arbeitsraumverfüllungen) zu. Die Auffüllungen können eine variable Tiefe erreichen.

Durch die zumeist 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 Baugrundsichten vorgefunden:

Begrünungszone
Löß / Sandlöß
Geschiebesande

4.2.1. Begrünungszone (Schicht 0)

In allen Rammkernsondierungen wurde an der Geländeoberkante die **Begrünungszone** vorgefunden. Diese Begrünungszone besteht aus **Mutterboden**. Der Mutterboden wurde infolge der landwirtschaftlichen Nutzung teilweise umgelagert.

Die Dicke der Begrünungszone wurde mit 30 ... 60 cm festgestellt. Teilweise ist der Übergang zum „gewachsenen“ Untergrund fließend.

4.2.2 Löß / Sandlöß (Schicht 1)

Unterhalb des Mutterbodens wurde in allen Rammkernsondierungen **Löß** bzw. **Sandlöß** aufgeschlossen. Der Löß besteht aus **stark sandigem, tonigem Schluff**. An der Basis des Lößes sind gehäuft Steine vorhanden. Im nordöstlichen Teil des Geländes ist eine sandigere Variation des Lößes (Sandlöß, stark schluffiger Fein- bis Mittelsand) angetroffen worden.

Der Löß besaß zum Zeitpunkt der Untersuchungen eine steife Konsistenz. Bei Wasserzutritt ist ein rascher Konsistenzwechsel zu erwarten. Der Sandlöß besitzt eine lockere bis mitteldichte Lagerung. Er neigt bei Wasserzutritt ebenfalls zu Aufweichungen.

Die Unterkante des Lößbodens / Sandlößes ist in den Rammkernsondierungen in Tiefen von 0,8 m bis 1,4 m unter Geländeoberkante erreicht worden.

4.2.3. Geschiebesande (Schicht 2)

Bis zur Endteufe der Rammkernsondierung wurden **Geschiebesande** aufgeschlossen.

Die Kornverteilung dieser Böden variiert zwischen **schluffigem Feinsand** und **kiesigem, schwach schluffigem Mittel- bis Grobsand**.

Entsprechend des Bohrfortschrittes besitzen die Sande eine lockere bis mitteldichte Lagerung.

In die Sandböden sind sehr lokal gering mächtige **Schluffschichten** eingeschaltet.

4.3. tabellarisches Baugrundmodell

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

Tabelle 1 – tabellarisches Schichtenprofil Wohngebiet Dahlen „Hainstraße“

Schicht	Tiefe unter GOK [m]		Böden	Lagerung / Körnung
	Oberkante	Unterkante		
0	0,0	0,3 ... 0,6	Mutterboden	locker bis mitteldicht / weich bis steif, rundkörnig
1	0,3 ... 0,6	0,8 ... 1,4	Löß / Sandlöß (Schluff, stark sandig, tonig / Fein- bis Mittelsand, stark schluffig)	steif / locker bis mitteldicht, rundkörnig
2	0,8 ... 1,4	> 5,0	Geschiebesande (wechselnde Kornverteilung zwischen schluffigem Feinsand und kiesigem Mittel- bis Grobsand)	locker bis mitteldicht, rundkörnig

Allgemein sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Wohngebietes aufgrund von Mutterboden und Löß- / Sandlößschichten bis in eine Tiefe von ca. 0,8 ... 1,4 m als gering bis allenfalls mäßig tragfähig zu bezeichnen.

Unterhalb der genannten Tiefe liegen gut tragfähige Sande mit lockerer bis mitteldichter Lagerung 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 hellbraune bis braune bzw. hellgraue bis graue, teilweise rostbraune, bei humosen Bestandteilen eine dunkelgraue bis 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

Das Baugelände liegt nicht innerhalb einer Trinkwasserschutzzone und nicht innerhalb eines festgesetzten Überschwemmungsgebietes.

Weiträumig fungiert der ca. 900 m südlich verlaufende „Alzenteichbach“ als Vorfluter. Dieser liegt ungefähr auf einer geodätischen Höhe von 144 m ü.HN und somit ca. 9 m unter der Geländeoberkante auf dem Grundstück.

Während der Baugrunduntersuchung am 03.02.2022 wurden innerhalb der Rammkernsondierung keine Wasser führenden Schichten vorgefunden. Alle Böden wurden trocken bis erdfeucht aufgeschlossen.

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. 144 m ü.HN und somit ca. 9 m unter der Geländeoberkante im Grundstücksbereich.

Der Grundwasserstand unterliegt saisonalen Schwankungen.

In einer Entfernung von ca. 1.300 m nördlich befindet sich eine seit 1970 regelmäßig beobachtete Grundwassermessstelle (Dahlen – MKZ 46434009). Die Daten der Messstelle weisen auf eine relativ geringe Gesamt-Schwankungsbreite des Grundwassers von ca. 1,44 m hin.

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

Höchster Grundwasserstand **145,0 m ü.HN** (= 7,0 ... 8,0 m unter GOK)

Mittlerer höchster Grundwasserstand **144,5 m ü. HN** (= 7,5 ... 8,5 m unter GOK)

Nach starken Niederschlägen sowie in der Tauwetterperiode ist mit der Bildung von Vernässungszonen auf dem Löß / Sandlöß zu rechnen. Der Bemessungswasserstand der aufstauenden Sickerwasser ist für die Bemessung der Gebäudeabdichtungen an der Geländeoberkante anzusetzen.

7. Bodenmechanische Laborversuche (Anlage 04)

Zur Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus den Rammkernsondierungen insgesamt 19 gestörte Bodenproben entnommen. Die Probenahmetiefen sind den Schichtenprofilen auf der Anlage 02 zu entnehmen.

Von den gestörten Bodenproben wurden insgesamt 4 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	1,20 – 3,00	Wassergehalt, Kornverteilung
2/2	RKS 2	0,60 – 1,40	Wassergehalt, Kornverteilung
3/3	RKS 3	1,30 – 4,60	Wassergehalt, Kornverteilung
4/1	RKS 4	0,30 – 1,20	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 Grobsand, schwach kiesig	6,6
2/2	RKS 2	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	16,6
3/3	RKS 3	Fein- bis Grobsand	6,9
4/1	RKS 4	Sandlöß (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig)	12,6

Die untersuchten Sandböden (Proben 1/3 und 3/3) sind relativ trocken bis erdfeucht gefördert worden. Aufgrund geringer Schlämmerkornanteile besitzen diese Böden nur ein geringes Wasserbindevermögen.

Der Löß der Probe 2/2 und der Sandlöß der Probe 4/1 besitzen einen erhöhten Wassergehalt. Diese Böden besitzen bei einer steifen Konsistenz aufgrund der erhöhten Schlämmerkornanteile ein erhöhtes Wasserbindevermögen.

7.2. Kornverteilung

Die Kornverteilung der Proben 1/3, 3/3 und 4/1 wurde mittels Siebung nach nassem Abtrennen der Feinanteile ermittelt. Die Bestimmung der Kornzusammensetzung der Probe 2/2 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	Schlammkorn (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	3,7	89,5	6,8	f-gS, g'	SE
2/2	58,3	41,7	0,0	U, s*, t	TL / UL
3/3	3,9	92,9	3,2	f-gS	SE
4/1	29,0	71,0	0,0	f-mS, u*	SU*

Die Proben 1/3 und 3/3 wurden aus den Geschiebesanden ohne relevante Schlammkornanteile entnommen. Diese Böden sind nicht wasserempfindlich und gut verdichtungswillig.

Der Löß der Probe 2/2 ist aufgrund erhöhter Schlammkornanteile als stark wasserempfindlich und gering verdichtungswillig zu bezeichnen.

Gleiches gilt für den Sandlöß der Probe 4/1

7.3. Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

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

Tabelle 5: abgeleitete Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Probe-Nr.	Bodenart	Wasserdurchlässigkeits- beiwert k [m/s]
1/3	Fein- bis Grobsand, schwach kiesig	$2,2 \times 10^{-4}$
2/2	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	$1,3 \times 10^{-9}$
3/3	Fein- bis Grobsand	$2,5 \times 10^{-4}$
4/1	Sandlöß (Fein- bis Mittelsand, stark schluffig)	$2,2 \times 10^{-7}$

Die **Geschiebesande (Proben 1/3 und 3/3)** sind bei den abgeleiteten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerten nach DIN 18130, Teil 1 „**stark durchlässig**“ und demnach gut für eine Versickerung geeignet. Die Wasserdurchlässigkeit der Sande variiert leicht mit dem Schlammkornanteil.

Der **Löß (Probe 2/2)** ist nach gleicher Vorschrift „**sehr schwach durchlässig**“. Dieser Boden ist nicht ausreichend versickerungsfähig.

Der **Sandlöß (Probe 4/1)** ist als „**schwach durchlässig**“ zu charakterisieren. Er eignet sich somit ebenfalls nicht zur Versickerung.

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 1	Schicht 2	Schicht 2
	Löß / Sandlöß (Schluff, stark sandig, tonig / Fein- bis Mittel- sand, stark schluffig)	Geschiebesande (Sandböden, schluffig)	Geschiebesande (Sandböden nicht bis schwach schluffig, z.T. schwach kiesig)
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	21 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'	9 kN/m ³	11 kN/m ³	11 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel φ'	27,5°	32,5°	35,0°
Kohäsion c'	5 - 3 kN/m ²	0 kN/m ²	0 kN/m ²
Steifemodul E_s	9 MN/m ²	30 MN/m ²	40 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k	5×10^{-7} – 1×10^{-9} m/s	5×10^{-5} – 5×10^{-6} m/s	1×10^{-3} – 5×10^{-5} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	F 2	F 1
Bodengruppe	UL / TL / SU*	SU	SE / SU
Setzungsempfindlichkeit	groß	gering	gering
Verdichtbarkeit	gering	gut	gut
Bodenklasse nach VOB 2012	4	3	3

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

Der an der Geländeoberkante anstehende Mutterboden ist 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.

Bei Zutritt von Wasser und falscher Behandlung des Lößes / Sandlößes kann dieser in breiigen bis flüssigen Zustand übergehen. Er ist 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.

9. generelle Hinweise für den Straßenbau

Im Zuge der Erschließung sollen Anliegerstraßen hergestellt werden. Die Gradienten der geplanten Anliegerstraßen soll ungefähr in Höhe bzw. geringfügig oberhalb der gegenwärtigen Geländeoberkante liegen.

Somit stehen im Planumbereich der geplanten Straße wechseln Löß- / Sandlößböden an. Diese Löß- und Sandlößböden gehören der Frostepfindlichkeitsklasse F3 – sehr frostepfindlich – an.

Mit dem saisonalen Auftreten von aufstauendem Sickerwasser ist in Nähe der Geländeoberkante zu rechnen.

Der Straßenoberbau ist nach der vorgesehenen Verkehrsbelastung und Befestigungsart entsprechend der Vorgaben der RStO zu bemessen.

Zum Ausbau der Straße in der vorgesehenen Ausbauart (grundhafter Ausbau) sind folgende Anforderungen zu beachten:

In den ZTVE-StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) wird für die Verdichtung des Planums bei frostepfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert.

Aufgrund des bindigen Charakters und der Wasserempfindlichkeit der in Planumshöhe anstehenden Löß- und Sandlößböden ist zu erwarten, dass diese Forderung zum Zeitpunkt der Bauausführung nicht erreicht wird.

Bei Wasserzutritt sowie bei Befahrung der in Planumshöhe anstehenden Böden ist mit einem weiteren Tragfähigkeitsverlust zu rechnen. Daher sind je nach Witterungslage während der Bauarbeiten voraussichtlich in überwiegenden Bereichen Maßnahmen zur Stabilisierung des Planums erforderlich.

Eine relevante Erhöhung der Tragfähigkeit des Planums in Bereichen zu geringer Tragfähigkeit durch Nachverdichten ist aufgrund der geringen Verdichtbarkeit der bindigen Böden in Planumshöhe nicht zu erwarten. Aufgrund der Wasser- und Bewegungsempfindlichkeit der bindigen Böden ist eher mit einer Verschlechterung der Tragfähigkeit zu rechnen.

Neben einer Stabilisierung durch Zugabe von Bindemitteln (Kalkstabilisierung / Zugabe von Mischbinder) kann bei Bedarf ein Bodenaustausch durchgeführt werden.

Als Bodenaustauschmaterial ist gegenüber dem Untergrund filterstabiles, nichtbindiges, gut verdichtbares Material (Kiessand, Mineralgemisch, Beton-Recyclingmaterial o.ä.) zu verwenden. Das Material ist lagenweise ($d \leq 30 \text{ cm}$) und unter intensiver Verdichtung einzubauen.

Es sollte zunächst, bei Bedarf, von einer erforderlichen Stärke des Bodenaustausches von ca. 20 cm ausgegangen werden. Die tatsächlich erforderliche Stärke des Bodenaustausches ist zu Beginn der Bauarbeiten an Probefeldern zu ermitteln.

10. generelle Hinweise für unterirdische Leitungssysteme

Die Verlegung der Entwässerungsleitungen (Leitungen mit der größten Einbindetiefe) soll als Freispiegelleitung vermutlich in Tiefen zwischen ca. 1,50 m und ca. 2,00 m unter Geländeoberkante erfolgen. Alle weiteren Erschließungsleitungen besitzen geringere Einbindetiefen.

Bei den angegebenen Verlegetiefen liegen die Rohr- bzw. Grabensohlen fast durchgängig innerhalb von Sanden mit leicht wechselnden Schluffanteilen. Nur lokal sind Löß- / Sandlößböden in den Grabensohlen zu erwarten.

Vereinzelt ist mit Schichtenwassern (aufstauendes Sickerwasser) zu rechnen. Allgemein ist mit einem sehr geringen Wasserzutritt zu den Gräben zu rechnen.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Standfestigkeit der Rohrgrabensohle (Entwässerungsleitungen) und einer gleichmäßigen Rohrbettung sind bei anstehenden Sandböden mit lockerer bis mitteldichter Lagerung außer einer Nachverdichtung der Grabensohlen keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Stehen aufgeweichte, bindige Böden in den Rohrsohlen an, wird empfohlen, in der Grabensohle unterhalb der Rohrbettungszone einen Bodenaustausch in einer Stärke von ca. 20 ... 30 cm vorzunehmen. Hierzu ist gegenüber dem Untergrund filterstabiles Material (Kiessand o.ä.) einzubringen und ausreichend zu verdichten. Dieser Bodenaustausch ist ebenfalls unterhalb von Schächten bei weichen, bindigen Böden in den Baugrubensohlen der Schächte durchzuführen.

Die Kanalrohre sind in ein Sandbett aus Kiessand o.ä. zu verlegen. Das Sandbett ist ausreichend zu verdichten. Für die Herstellung der Rohrleitungszone sind die Vorschriften der DIN EN 1610 – Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen - zu beachten.

Für die weiteren Erschließungsleitungen (Gas, Trinkwasser, Stromversorgung, Telekommunikation, etc.) gelten die fachspezifischen Auflager- und Einhüllungsbedingungen.

Aufgrund der Vielzahl der zu verlegenden Leitungen wird die Herstellung eines Stufengrabens empfohlen.

11. 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 Löß- und Sandlößböden sind mäßig für die flächenhafte Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Die Sande mit variierenden Schluffanteilen eignen sich gut für die Gebäudegründung.

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

11.1. nicht unterkellerte Bauweise

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

- **Gründung über Streifenfundamente unter teilweisem Austausch der Löß- und Sandlößböden**

oder eine

- **flächenhafte Gründung unter teilweisem Austausch der Löß- und Sandlößböden mit Frostschrüben**

empfohlen werden.

Bei beiden Varianten ist nach Mutterbodenabtrag der Löß / Sandlöß 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 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 Frostschrüzen (Variante Bodenplatte) sind mit einer Einbindetiefe von 1,0 m unter der geplanten Geländeoberkante herzustellen. Sie sind bis in die gut tragfähigen Sande zu führen. Eventuelle Reste von Löß- und Sandlößböden bzw. aufgeweichte Böden sind unter den Streifenfundamenten durch Magerbeton zu ersetzen.

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

11.2. 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 Sandböden mit wechselnden Schluffanteilen an.

Das Grundwasser kann bis ca. 7,0 ... 8,0 m unter Gelände und somit bis über die Sohlen 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 / Sandlöß) bzw. von $\beta \leq 45^\circ$ (Sande) abzuböschten.

Eine Wasserhaltung zur Entfernung zulaufender Stau- und Regenwasser wird nur in den oberen Bodenzonen bei Starkregen erforderlich. Hierzu ist eine offene Wasserhaltung vorzuhalten und bei Bedarf einzusetzen. Bei Erreichen der Sandböden versickert das Wasser relativ schnell im Untergrund.

Die im Untergrund anstehenden Sande enthalten teilweise schluffige Beimengungen. Sie besitzen nur teilweise eine Wasserdurchlässigkeit von $k \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s.

Aufgrund der Tiefe der geplanten Untergeschosse von bis zu 3,0 m unter Geländeoberkante und der im Untergrund anstehenden, teilweise schluffigen Böden 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.

Die konkreten Sohldrücke und die Bettungsmoduln für Bodenplatten können innerhalb detaillierter Gutachten für die einzelnen Bauvorhaben angegeben werden.

12. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser

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

12.1. 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)	Rad- und Gehwege in Wohngebieten	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** 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.

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.

12.2. 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 $k = 1 \times 10^{-3}$ 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 (Vorflut, Kanalnetz, Verdunstung) vorzusehen ist.

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

Löß / Sandlöß	$k_f = 5,0 \times 10^{-7} \dots 1,0 \times 10^{-9}$ m/s	„schwach durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“
Sandböden, schluffig	$k_f = 5,0 \times 10^{-5} \dots 5,0 \times 10^{-6}$ m/s	„durchlässig“
Sandböden, nicht bis schwach schluffig	$k_f = 1,0 \times 10^{-3} \dots 5,0 \times 10^{-5}$ m/s	„stark durchlässig“ bis „durchlässig“

Für die sichere und ordnungsgemäße Versickerung der anfallenden Niederschläge sind demnach alle Sandböden ohne und mit geringen bis mäßigen Schluffanteilen geeignet. Diese Böden stehen ab Tiefen von ca. 0,8 m ... 1,4 m unter Gelände nahezu flächendeckend an.

Nach DWA-A 138 sind die aus der Kornverteilung abgeleiteten Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte grobkörniger Böden mit dem Faktor 0,2 abzumindern. Für die wechselnd schluffigen Sande können daher die Berechnungen der Versickerungsanlagen mit Wasserdurchlässigkeiten von $k_f = 2,0 \times 10^{-4} \dots 1,0 \times 10^{-6}$ m/s vorgenommen werden.

Der Löß und Sandlöß oberhalb der Sande ist aufgrund der zu geringen Wasserdurchlässigkeit nicht für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

12.3. 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. 144,5 m ü. HN und demnach in einer Tiefe von ca. 7,5 ... 8,5 m unter Gelände ist bei einer Einbindetiefe der Versickerungsanlagen bis in eine Tiefe von ca. 6,5 ... 7,5 m (Sohle der Versickerungsanlage nicht tiefer als 145,5 m ü.HN) der erforderliche Sickerraum bis zum geschlossenen Grundwasserspiegel des Grundwasserleiters gewährleistet.

12.4. technische Realisierung der Versickerung

12.4.1. Dachflächenwasser

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

Die Versickerung der auf den Dachflächen anfallenden Wasser ist bei den vorgefundenen hydrogeologischen Bedingungen über Sickerschächte, Rohr-Rigolen oder vorkonfektionierten Sickerelementen mit einer maximalen Tiefe von ca. 6,5 ... 7,5 m (Sohle der Versickerungsanlage nicht tiefer als 146,5 m ü.HN) zu empfehlen.

Bei einer frostfreien Tiefenlage des Verteilerrohres in der Rigole von ca. 80 ... 90 cm und einem darunter liegenden Rigolenkörper werden die Löß- und Sandlößböden in den meisten Bereichen durchfahren.

Auch eine Muldenversickerung ist prinzipiell möglich. Die Löß- und Sandlößböden sind hierzu bis zu den „gewachsenen“ Sandböden auszuheben und durch ein gut versickerungsfähiges Material (Kiessand) auszutauschen.

Sickerschächte durchfahren die gering wasserdurchlässigen Böden in Nähe der Geländeoberkante sicher.

12.4.2. Straßenentwässerung

Für die Versickerung der Niederschläge von den Verkehrsflächen wäre nach DWA-A 138 die Versickerung des Niederschlages in Mulden, Mulden-Rigolen-Elementen oder über breitflächige Versickerung möglich.

Eine Versickerung von Niederschlägen, die auf Verkehrsflächen (Anliegerstraßen) anfallen, über Rohr-Rigolen oder Sickerschächte ist nach DWA-A 138 ohne zusätzliche Regenwasserbehandlung nicht zulässig.

Für die Straßenentwässerung sind somit entweder begrünte Randstreifen (Mulden-Rigolen-Elemente mit Durchsickerung einer belebten Bodenzone und Austausch der Löß- / Sandlößschicht bis in die „gewachsenen“ Sandböden) oder der Einsatz von Sedimentationsanlagen zur Regenwasserbehandlung in Verbindung mit Rigolen oder Schächten (auch unterhalb der Straßenkörper) erforderlich.

Eine Versickerung ohne Behandlung bzw. nur über eine Bodenpassage würde eine Sondergenehmigung der zuständigen unteren Wasserbehörde erfordern.

13. Hinweise für die Versickerung des häuslichen Abwassers

Die in den geplanten Wohnhäusern anfallenden häuslichen Abwasser sollen im Untergrund verrieselt werden. Hierzu sollen dezentrale Verrieselungsanlagen auf den einzelnen Grundstücken installiert werden.

Das Baugelände liegt nicht innerhalb einer Trinkwasserschutzzone.

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.

Die unterhalb der Mutterbodenzone anstehenden Löß- und Sandlößböden eignen sich somit nicht zur Versickerung.

Die unterhalb einer Tiefe von ca. 0,8 ... 1,4 m unter Gelände befindlichen Geschiebesande mit variierenden Schluffanteilen besitzen durchgehend eine für die Versickerung geeignete Wasserdurchlässigkeit.

Der höchste Grundwasserstand (Bemessungswasserstand für die Versickerung von vollbiologisch gereinigtem Abwasser) kann auf einer geodätischen Höhe von 145,0 m ü.HN und somit in einer Tiefe von 7,0 ... 8,0 m unter Gelände angenommen werden.

Der nach DIN 4261, Teil 5 erforderliche Mindestabstand der Sohle von Versickerungsanlagen zum höchsten Grundwasserstand von 0,60 m wird somit bis zu einer Einbindetiefe der Versickerungsanlage von ca. 6,4 ... 7,4 m unter Gelände (Sohle der Versickerungsanlagen nicht tiefer als 145,6 m ü.HN) eingehalten.

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 einem **Sickergraben** oder einer Sickergrube durchzuführen.

Bei Wohneinheiten mit einer Wohnfläche über 60 m² ist bei der Bemessung des Sickergrabens mit mindestens 4 Einwohnern zu rechnen.

Je Einwohner ist bei im Untergrund anstehenden „Sand-Kies-Gemischen“ eine Wandfläche des Sickergrabens von 1,0 bis 1,5 m²/EW und bei anstehenden „Sand-Schluff-Mischungen“ eine Wandfläche des Sickergrabens von ca. 2,0 bis 2,5 m²/EW erforderlich.

Je nach lokalem Schluffanteil ist dann anhand konkreter Baugrunduntersuchungen an den Versickerungsanlagen die genaue erforderliche Wandfläche festzulegen.

Die für die Versickerung anrechenbare Wandhöhe errechnet sich aus dem lotrechten Abstand zwischen Grabensohle und der Rohrsohle bzw. der unterkante der gering wasserdurchlässigen Böden (der kleinere Wert ist maßgebend).

Anhand der vorgefundenen hydrogeologischen Verhältnisse wird empfohlen, die Sickergraben / Sickergruben mit einer Tiefe von ca. 2,5 m herzustellen, so dass ausreichend große Wandbereiche der Versickerungsanlagen in den wasserdurchlässigen Sandböden liegen.

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.

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.

Das von der zu errichtenden vollbiologischen Kleinkläranlage ankommende, geklärte Abwasser wird zunächst in einen dem Sickergraben / der Sickergrube vorgeschalteten Absetz- und Verteilerschacht mit Sohle eingeleitet. Dieser dient als Absetzraum für im Abwasser verbliebene Schwebstoffe. Von diesem Schacht wird das Wasser in das Sickerrohr / die Sickergrube eingeleitet.

Der Sickergraben 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.

Für die Herstellung eines 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 des Rohres ist ein ausreichend dimensioniertes Lüftungsrohr einzubauen und gegen das Eindringen von Fremdkörpern zu schützen.

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.

Als Alternative zum Sickergraben mit Kies können auch Sickertunnel aus vorkonfektionierten Elementen oder Sickergruben (Sickerschächte) hergestellt werden. Die Tiefenlage und die anrechenbare Versickerungsfläche sind beizubehalten.

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

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

4 Anlagen (beigeheftet) Die Anlage 02 ist ungeheftet beigelegt

Verteiler TOK Projekt Bau GbR, Leipzig
Büro Knoblich, Landschaftsarchitekten, Zschepplin

2-fach
per 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. generelle Hinweise für den Straßenbau
10. generelle Hinweise für unterirdische Leitungssysteme
11. Bebaubarkeit des Geländes
12. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser
13. Hinweise für die Versickerung des häuslichen Abwassers
14. Schlussbemerkungen

ANLAGEN

- | | |
|----|---|
| 01 | Übersicht, M = 1 : 25.000 |
| 02 | Baugrundaufschlüsse vom 003.02.2022 |
| 03 | Lageplan der Sondieransatzpunkte, M = 1 : 1.250 |
| 04 | Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen – Kornverteilungskurven |