

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

Saxonia Investment GmbH
Albert-Schweitzer-Straße 19

04317 Leipzig

Eilenburg, den 15.06.2022
Ne/p

- Geotechnischer Bericht - (Voruntersuchung nach DIN 4020)

Projekt: Wohngebiet „Schachtgut“ in Brandis

Teilprojekt: Bebauung und Erschließung des Wohngebietes

**Bauherr: Saxonia Investment GmbH
Albert-Schweitzer-Straße 19**

04317 Leipzig

**Planung: Büro Knoblich
Zur Mulde 25

04838 Zschepplin**

Projekt-Nr.: 22/5275

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Neundorf

1. Vorbemerkung

Das Ingenieurbüro Knoblich, Zschepplin, plant im Auftrag der Saxonia Investment GmbH, Leipzig, die Erschließung des Wohngebietes „Schachtgut“ in Brandis. Im Zuge der Erschließung des Gebietes sollen Baufelder für Einfamilienhäuser vorbereitet 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 und Erschließungsanlagen sollten nicht erarbeitet werden.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

Das Areal für das geplante Wohngebiet befindet sich am südöstlichen Rand der Stadt Brandis. Es umfasst die Flurstücke 583/3; 583/4; 583/5; 583/9; 583/11; 583/12; 584/5; 584/7 und 586/4 (teilweise – 60 m²).

Die Erschließung des Geländes erfolgt von Südwesten her über die Straße „Am Schachtgut“. Es wird im Süden durch eine Gewerbefläche und im Westen durch ein Wohngrundstück begrenzt. An der Nordseite des Geländes liegen Wiesengrundstücke mit Baumgruppen. Östlich schließt sich ein Waldstück an. Unmittelbar an der Östlichen Grenze verläuft der „Todgraben“.

Das Gelände besitzt folgende maximale Abmessungen:

Nord-Süd-Richtung: ca. 90 m
Ost-West-Richtung: ca. 180 m

Die Geländeoberkante im Bereich des Baugeländes ist leicht von Norden nach Süden geneigt und liegt auf geodätischen Höhen um 142,3 ... 143,5 m ü. DHHN 2016.

Das Gelände ist derzeit mit mehreren Wohn- und Nebengebäuden bebaut. Der gesamte südliche Teil (südlich der Straße „Am Schachtgut“) ein zentrales nördlich der Straße liegendes Grundstück sowie die nordöstlichsten Teile des Gebietes werden derzeit als Grünflächen bzw. Gärten genutzt.

Das Gelände wurde ehemals bergbaulich genutzt. Im unterirdischen Abbau ist hier Braunkohle gefördert worden. Dieser Bergbau wurde aufgegeben. Die genaue Lage der Schächte und Stollen sowie deren Zustand (noch offen liegend / verfüllt / nachgebrochen) sind derzeit nicht bekannt. Es liegen Aussagen vor, dass die Stollen mit Kraftwerksfilterasche versetzt wurden. Ob diese Sicherungsmaßnahmen eine vollständige Füllung der Hohlräume gewährleisten, ist bisher nicht gesichert. Zur bergbaulichen Situation liegt eine Bergbehördliche Mitteilung vor. Diese ist als Anhang I beigefügt.

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 der südlichen und zentral nach Norden gerichteten Grünflächen (Verlegung von Abwasserleitungen, Straßenbau) sowie die Errichtung von Wohngebäuden (Ein- und Mehrfamilienhäuser) auf diesen Grundstücken.

3. Baugrunderkundung (Anlagen 02 und 03)

Zur genaueren Erkundung des Baugrundes auf dem Gelände wurden am 16.03.2022 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 : 1.000 auf der Anlage 03 ist die Lage der Sondieransatzpunkte ersichtlich.

Als höhenmäßiger Bezugspunkt wurde die Oberkante eines Kanaldeckels auf der Anliegerstraße im zentralen Teil des Wohngebietes mit einer geodätischen Höhe von

143,38 m ü.DHHN 2016

angenommen.

4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes

4.1. geologischer Überblick

Der Standort des Durchlasses liegt im südlichen Teil der Stadt Brandis und somit innerhalb der Leipziger Tieflandsbucht.

Das Liegende wird nach den Angaben der geologischen Karte in Tiefen durch Porphyre des Rotliegenden gebildet, der ca. 1500 m südwestlich (Kohlenberg) bzw. 3.300 m westlich (Beucha) des Baugeländes zutage tritt. Im Baugebiet sinkt die Felsoberkante vermutlich bis mehr als ca. 50 m unter Gelände ab.

Auf diesem Porphyr liegen zunächst tertiäre Bildungen (Tone, Schluffe, Sande, Kiese, Braunkohle) auf. Die Oberkante der tertiären Schichten steigt im Baubereich bis in Nähe der Geländeoberkante auf.

An eiszeitlichen Bildungen sind im Bereich des Baugeländes auf den tertiären Böden zunächst Wechsellagerungen von Geschiebesanden und Geschiebelehm vorhanden. Diese besitzen wechselnde Mächtigkeiten.

An der Geländeoberkante ist eine zum Teil lückenhafte Lößdecke mit wenigen Dezimetern Dicke sowie eine Humusschicht zu erwarten.

Die oberflächennahen Bereiche können durch menschliche Tätigkeit gestört sein. Mit anthropogen beeinflussten Massen muss gerechnet werden.

Diese Auffüllungen wurden zur Oberflächenprofilierung und Befestigung sowie im Bereich Leitungsgrabenverfüllungen und Bauwerkshinterfüllungen eingebaut. Die Tiefe der Auffüllungen kann sehr variabel sein.

4.2. vorgefundener Baugrundaufbau

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden folgende Baugrundsichten vorgefunden:

Begrünungszone

Auffüllungen

Löß

Geschiebelehm / Geschiebemergel / Geschiebesande

eiszeitliche Muldeschotter

tertiäre Schichten

4.2.1. Begrünungszone (Schicht 0)

In allen Rammkernsondierungen wurde an der Geländeoberkante die **Begrünungszone** vorgefunden. Diese Begrünungszone besteht überwiegend aus **Mutterboden**. Der Mutterboden wurde zumeist lokal umgelagert bzw. aufgefüllt und teilweise mit den **Mineralböden (Sand)** bzw. **Fremdbestandteilen (Ziegelreste / Kohlereste)** vermischt.

Die Dicke der Begrünungszone wurde in den Aufschlüssen mit 20 cm bis 60 cm festgestellt. Teilweise ist der Übergang zum „gewachsenen“ Untergrund fließend.

4.2.2. Auffüllungen (Schicht 1)

Im Bereich der südlichen Grünflächen (RKS 1 und 2) sind unterhalb der Begrünungszone weitere **Auffüllungen** erbohrt worden. Diese Auffüllungen bestehen mit wechselnder Zusammensetzung aus **Schluff, Sand, Kies, Mutterboden, Schotter, Splitt** und **Betonresten**. Tendenziell nehmen die bindigen Bestandteile mit zunehmender Tiefe ebenfalls zu.

Die Unterkante der Auffüllungen wurde in den genannten Aufschlüssen in Tiefen von 2,30 m bzw. 0,75 m unter geländeoberkante, entsprechend geodätischer Höhen von 140,15 m ü.DHHN 2016 bzw. 142,10 m ü.DHHN 2016 erreicht.

Ob die tief reichenden Auffüllungen nur lokal vorhanden sind oder Teil einer größeren verfüllten Abgrabung darstellen, kann derzeit nicht gesagt werden.

Die Auffüllungen sind entsprechend des Bohrfortschrittes locker bis mitteldicht gelagert. Bei überwiegenden bindigen Bestandteilen besaßen sie zum Zeitpunkt der Untersuchungen eine weiche Konsistenz.

Weitere Auffüllungen mit variierender Zusammensetzung sind im Bereich der Verkehrsflächen und der Gebäude sowie bestehender Erschließungsleitungen zu erwarten. Neben grobkörnigen Tragschichten sind hier insbesondere lokal umgelagerte Böden zu erwarten.

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

Tief reichende Auffüllungen im Sinne eines verfüllten Bergbauschachtes sind in den punktuellen Aufschlüssen nicht vorgefunden worden. Da das Vorhandensein ehemaliger Bergbauschächte im Untersuchungsgebiet gesichert ist, sind auch derartige Auffüllungen lokal vorhanden.

Die genauen Standorte der Schächte sind nicht bekannt. Der als Anhang II beigefügte Kartenausschnitt einer beim Unterzeichner vorliegenden Karte kann als Anhaltspunkt jedoch nicht als gesicherte Quelle gelten.

4.2.3. Löß (Schicht 2)

Innerhalb der Rammkernsondierungen RKS 3 und 4 ist unterhalb der Begrünungszone eine Schicht aus **Löß** angetroffen worden. Dieser Löß wird durch **stark sandigen, tonigen Schluff** gebildet.

Die Unterkante des Lößes wurde in einer Tiefe von 0,95 ... 1,00 m unter Gelände erreicht.

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

In den weiteren Aufschlüssen fehlt der Löß. Er wurde hier entfernt bzw. lokal umgelagert.

4.2.4. Geschiebemergel / Geschiebelehm und Geschiebesande (Schicht 3.1 und 3.2)

Unterhalb der Auffüllungen bzw. des Lößes sind Wechsellagerungen aus **Geschiebemergel** und **Geschiebesanden** aufgeschlossen worden.

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

In Nähe der Geländeoberkante ist der Geschiebemergel durch versickerndes Niederschlagswasser entkalkt. Er ist hier als **Geschiebelehm** zu bezeichnen, besitzt im Übrigen jedoch analoge Eigenschaften, wie der Geschiebemergel.

Die Kornverteilung der Geschiebesande variiert zwischen **schluffigem, schwach kiesigem Fein- bis Grobsand** und **stark kiesigem, schwach schluffigem Fein- bis Grobsand**.

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

Die Wechselfolge des Geschiebelehms / Geschiebemergels und der Geschiebesande ist chaotisch. Allgemein überwiegt der Geschiebelehm / Geschiebemergel deutlich, so dass die Sandschichten mit Dicken zwischen wenigen Zentimetern und mehreren Dezimetern in den bindigen Boden eingeschaltet sind bzw. ihn über- oder unterlagern.

Teilweise existiert eine Feinschichtung mit Schichtdicken von wenigen Zentimetern.

Die Unterkante der Wechsellagerungen aus des Geschiebelehm / Geschiebemergel und der Geschiebesande wurde in den Rammkernsondierungen RKS 1 bis 3 in Tiefen zwischen 4,20 m und 4,70 m unter Geländeoberkante erreicht. Innerhalb der Rammkernsondierung RKS 4 wurde der Geschiebemergel bis zur Endteufe von 5,0 m nicht durchfahren.

4.2.4. eiszeitliche Muldeschotter (Schicht 4)

Bis zur Endteufe der Rammkernsondierung RKS 1 wurden eiszeitliche **Flussschotter der Mulde** erbohrt.

Die Muldeschotter bestehen aus **stark sandigem Fein- bis Mittelkies**. Sie wurden in lockerer bis mitteldichter Lagerung vorgefunden.

4.2.5. tertiäre Böden (Schicht 5)

Bis zur Endteufe aller Rammkernsondierungen RKS 2 und 3 wurden unter dem Geschiebemergel **tertiäre Schichten** aufgeschlossen. Diese tertiären Schichten werden durch **schluffigen, schwach sandigen Ton** gebildet.

Die Tonböden wurden in halbfester bzw. steifer bis halbfester Konsistenz angetroffen.

4.3. tabellarisches Baugrundmodell

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

Tabelle 1 – tabellarisches Schichtenprofil Baugebiet „Schachtgut“ in Brandis

Schicht	Tiefe unter GOK [m]		Böden	Lagerung / Körnung
	Oberkante	Unterkante		
0	0,0	0,2 ... 0,6	Mutterboden (teilweise aufgefüllt)	locker bis mitteldicht / weich bis steif, rundkörnig
1	0,2 ... 0,6	0,5 ... 2,5	Auffüllungen	locker - mitteldicht / weich bis steif / eckig bis rundkörnig
2	0,4 ... 0,6	0,8 ... 1,0	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	weich bis steif / rundkörnig
3.1 / 3.2	0,7 ... 2,5	> 5,0	Geschiebelehm / Geschiebemergel / Geschiebesand (Schluff, stark sandig, tonig / Sande, schwach bis stark schluffig)	weich bis steif / locker bis mitteldicht, rundkörnig
4	4,7	> 5,0	eiszeitliche Muldeschotter (Kies, stark sandig)	locker bis mitteldicht, rundkörnig
5	4,2 ... 4,7	> 5,0	tertiäre Schichten (Ton, schluffig, schwach sandig)	steif bis halbfest, rundkörnig

Allgemein sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des geplanten Wohngebietes aufgrund von Mutterboden, Auffüllungen und Lößschichten bis in eine Tiefe von ca. 0,7 ... 2,3 m (lokal tiefer) als gering bis allenfalls mäßig tragfähig zu bezeichnen.

Unterhalb der genannten Tiefe liegen mäßig bis gut tragfähige eiszeitliche Böden (Geschiebelehm, Geschiebemergel, Geschiebesande, Muldeschotter) und tertiäre Schichten (Ton) vor.

5. organoleptische Ansprache

Während der Baugrunduntersuchung wurde eine organoleptische Ansprache (Farbe, Geruch Aussehen, Beschaffenheit) von den angetroffenen Böden durchgeführt.

Hierbei wurden an den gewachsenen Böden keine Anzeichen einer chemischen Verunreinigung des Untergrundes vorgefunden. Die gewachsenen Böden besaßen durchgängig eine hellgraue bis dunkelgraue bzw. braune Farbe.

An den Auffüllungen wurden lokal Reste von Ziegeln und Kohle vorgefunden. An den Auffüllungen ist daher eine chemische Verunreinigung nicht gänzlich auszuschließen.

Bei humosen Beimengungen besitzen die Auffüllungen eine schwarze 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 16.03.2022 wurden in allen Rammkernsondierungen verschiedene Wasser führende Horizonte vorgefunden. Die angetroffenen Wasserhorizonte befinden sich innerhalb der in den Geschiebelehm eingelagerten Geschiebesandzwischen-schichten. Und in den Muldeschottern. Alle Sand- und Kiesschichten unterhalb einer Tiefe von ca. 1,50 m wurden wassererfüllt vorgefunden.

Der Ruhewasserspiegel wurde in den Rammkernsondierungen in Tiefen zwischen 0,40 m und 2,10 m unter Gelände, entsprechend geodätischer Höhen zwischen 141,26 und 142,05 m ü.DHHN 2016 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. 136,0 m ü.NHN und somit ca. 6,5 ... 7,0 m unter der Geländeoberkante im Grundstücksbereich.

Der Wasserstand in einem ca. 200 m nordwestlich liegenden Restloch (Tongrube) liegt mit ca. 138,0 m ü.DHHN 2016 noch ca. 4,5 ... 5,0 m Meter unter der Geländeoberkante des Baugrundstückes. Die allgemeine Grundwasserfließrichtung verläuft nach Süden bis Südwesten.

7. Bodenmechanische Laborversuche (Anlage 04)

Zur Bestimmung bodenmechanischer Kennwerte wurden aus den Rammkernsondierungen insgesamt 20 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	2,30 – 3,30	Wassergehalt, Kornverteilung
2/2	RKS 2	0,75 – 2,10	Wassergehalt, Kornverteilung
3/2	RKS 3	0,95 – 1,40	Wassergehalt, Kornverteilung
4/3	RKS 4	1,00 – 1,50	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, schluffig, schwach kiesig	12,3 (gesättigt)
2/2	RKS 2	Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)	14,4
3/2	RKS 3	Fein- bis Grobsand, stark kiesig, schluffig	8,3
4/3	RKS 4	Fein- bis Grobsand, stark kiesig, schwach schluffig	7,1

Der Geschiebesand der Probe 1/3 wurde unterhalb des Wasserspiegels entnommen. Der stark erhöhte Wassergehalt liegt im Bereich des Sättigungswassergehaltes.

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

Die Sandböden der Proben 3/2 und 4/3 sind bei Wassergehalten von 8,3 % bzw. 7,1 % erdfeucht gefördert worden. Aufgrund wechselnder Schlämmkornanteile besitzen die Geschiebesande ein variierendes Wasserbindevermögen.

7.2. Kornverteilung

Die Bestimmung der Kornzusammensetzung der Proben 1/3, 3/2 und 4/3 erfolgte mittels Siebung nach nassem Abtrennen der Feianteile. Die Kornverteilung der Probe 2/2 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	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	10,7	79,8	9,4	f-gS, u, g'	SU
2/2	40,9	51,5	7,6	U, s*, t	TL / TM
3/2	11,0	54,2	34,9	f-gS, g*, u	SU
4/3	8,9	52,1	39,1	f-gS, g*, u'	SU

Die Proben 1/3, 3/2 und 4/3 wurden aus den Geschiebesanden mit mäßigen bis relativ geringen Schlammkornanteilen entnommen. Diese Böden sind gering bis mäßig wasserempfindlich und mäßig bis gut verdichtungswillig.

Der Geschiebelehm der Probe 2/2 ist aufgrund stark erhöhter Schlammkornanteile 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“ bzw. „USBR“ folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ableiten:

Tabelle 5: abgeleitete Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte

Probe-Nr.	Bodenart	Wasserdurchlässigkeits- beiwert k [m/s]
1/3	Fein- bis Grobsand, schluffig, schwach kiesig	$6,8 \times 10^{-5}$
2/2	Geschiebelehm (Schluff, stark sandig, tonig)	$3,7 \times 10^{-9}$
3/2	Fein- bis Grobsand, stark kiesig, schluffig	$4,4 \times 10^{-5}$
4/3	Fein- bis Grobsand, stark kiesig, schwach schluffig	$5,0 \times 10^{-5}$

Nach den Kornverteilungskurven lassen sich für die schwach schluffigen bis schluffigen **Geschiebesand** (Proben 1/3, 3/2 und 4/3) relativ hohe Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte ableiten. Diese Böden sind nach DIN 18130, Teil 1 als „**durchlässig**“ zu bezeichnen und für eine ordnungsgemäße Versickerung geeignet.

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

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 3.1
		Auffüllungen (Schluff, Sand, Kies, Mutterboden, Schotter, Splitt, Betonreste, etc.)	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	Geschiebelehm / Geschiebemergel (Schluff, stark sandig, tonig)
Bezeichnung	B O D E N K E N N W E R T E			
Wichte des feuchten Bodens	γ	18 - 21 kN/m ³	19 kN/m ³	21 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	8 - 11 kN/m ³	9 kN/m ³	11 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	27,5° - 35,0°	27,5°	27,5°
Kohäsion	c'	5 - 0 kN/m ²	5 kN/m ²	5 - 8 kN/m ²
Steifemodul	E_s	8 - 70 MN/m ²	9 MN/m ²	15 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	k	$5 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-4}$ m/s	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$ m/s	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$ m/s
Frostempfindlichkeitsklasse		F3 - F2	F 3	F 3
Bodengruppe		TL / SU* / SU / GU* / GU / GW	UL / TL	TL / TM
Setzungsempfindlichkeit		sehr groß - gering	groß	mäßig
Verdichtbarkeit		gering bis gut	gering	gering
Bodenklasse (VOB 2012)		4 - 3	4	4

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.

Tabelle 6 (Fortsetzung)
 Bodenkennwerte und
 Bodencharakteristik

B O D E N A R T E N				
		Schicht 3.2	Schicht 4	Schicht 5
		Geschiebesande, schwach schluffig bis schluffig	Muldeschotter (Kies, stark sandig)	tertiärer Ton (Ton, schluffig, schwach sandig,)
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	18 kN/m ³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ'	11 kN/m ³	11 kN/m ³	8 kN/m ³
Innerer Reibungswinkel	φ'	32,5°	32,5 - 35,0°	22,5°
Kohäsion	c'	0 kN/m ²	0 kN/m ²	20 kN/m ²
Steifemodul	E_s	30 - 50 MN/m ²	50 MN/ m ²	15 MN/m ²
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	k	1 x 10 ⁻⁴ – 5 x 10 ⁻⁶ m/s	1 x 10 ⁻³ – 5 x 10 ⁻⁵ m/s	1 x 10 ⁻⁹ – 1 x 10 ⁻¹¹ m/s
Frostempfindlichkeitsklasse		F2	F1	F 2
Bodengruppe		SU	GW	TA
Setzungsempfindlichkeit		mäßig bis gering	gering	mäßig
Verdichtbarkeit		mäßig – gut	gut	sehr gering
Bodenklasse (VOB 2012)		3	3	4 / 5

Bodenklasse 3 - leicht lösbare Bodenarten –
 Bodenklasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten –
 Bodenklasse 5 - schwer lösbare Bodenarten –

Die Auffüllungen im Bereich des Baugeländes schwanken in ihrer Zusammensetzung. Die angegebenen Werte geben die Bandbreite der Auffüllungen wieder, wobei die ersten Werte den bindigen Auffüllungen und die zweiten Werte den Tragschichten zuzuordnen sind.

Bei Zutritt von Wasser und falscher Behandlung des Lößes, des Geschiebelehms und der bindigen Auffüllungen 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. generelle Hinweise für den Straßenbau

Im Zuge der Erschließung sollen Anliegerstraßen hergestellt bzw. die bestehende Straße grundhaft ausgebaut werden. Die Gradienten der geplanten Anliegerstraße soll voraussichtlich ungefähr in Höhe bzw. geringfügig oberhalb der gegenwärtigen Geländeoberkante / Straßenoberkante liegen.

Somit stehen im Planumbereich der geplanten Straße wechselnd Mutterboden, Auffüllungen, Löß- bzw. Geschiebelehm Böden an. Diese Böden gehören weit überwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F3 – sehr frostempfindlich – 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 frostempfindlichem Untergrund ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert.

Aufgrund des bindigen Charakters und der Wasserempfindlichkeit der in Planumshöhe anstehenden Böden ist zu erwarten, dass diese Forderung zum Zeitpunkt der Bauausführung überwiegend 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 in weiten 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 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 ... 30 cm ausgegangen werden. Die tatsächlich erforderliche Stärke des Bodenaustausches ist zu Beginn der Bauarbeiten an Probefeldern zu ermitteln.

Teilweise wird dieser Bodenaustausch ohnehin zur Entfernung des Mutterbodens erforderlich.

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 überwiegend innerhalb von Geschiebelehm und Geschiebesanden. Nur lokal sind Auffüllungen bzw. Lößböden in den Grabensohlen zu erwarten.

Das Auftreten von Sickerwasserhorizonten in Höhe der Grabensohlen und darüber ist lokal zu erwarten. Der Sickerwasseranfall ist als gering bis mäßig abzuschätzen.

Kanalgraben und Rohrbettung

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Standfestigkeit der Rohrgrabensohle (Entwässerungsleitungen) und einer gleichmäßigen Rohrbettung sind bei anstehenden Löß- und Geschiebelehmböden mit zumindest steifer Konsistenz und bei Sandböden keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Stehen aufgeweichte, bindige Böden bzw. Auffüllungen 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.

Mit Mehraufwendungen zur Stabilisierung der Rohr- und Schachtauflager ist nach den Ergebnissen der Aufschlüsse und unter Berücksichtigung eines höheren Sickerwasserzutrittes in weiten Bereichen des Wohngebietes zu rechnen.

Der Aushub der Gräben hat zur Vermeidung von Auflockerungen in der Grabensohle mit einem zahnlosen Greiferlöffel bzw. Tieflöffel zu erfolgen. Es wird empfohlen, den Rohrgraben abschnittsweise aufzugraben. Danach ist sofort mit dem Einbringen des Bodenaustauschmaterials bzw. der Rohrverlegung zu beginnen.

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 von Stufengräben empfohlen.

Grabenverbau

Die Leitungsgräben können überwiegend in geböschter Form angelegt werden. Ab einer Einbindetiefe von 1,25 m ist ein Böschungswinkel von $\beta \leq 60^\circ$ (bei Sanden $\beta \leq 45^\circ$) einzuhalten oder ein Verbau anzuordnen.

Wird ein Verbau erforderlich, können Flächenverbauelemente (z.B. "Krings-Verbau") eingesetzt werden.

Für die Herstellung des Grabenverbaus sind die Vorschriften der DIN-Norm 4124 - Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau - zu beachten. Eine eventuelle Zwischenlagerung von Aushubmaterial hat in einem Abstand von mindestens 0,6 m vom Grabenrand zu erfolgen.

Wasserhaltung

Bei erheblichem Schichtenwasserandrang oder Starkregen kann bereichsweise eine Wasserhaltung notwendig werden.

Bei den genannten Verlegetiefen und den überwiegend gering wasserdurchlässigen Böden ist lediglich mit einem geringen bis mäßigen Wasseranfall innerhalb der Leitungsgräben zu rechnen. Zur Entfernung der Schichten- und Niederschlagswasser reicht eine offene Wasserhaltung aus. Das anfallende Wasser ist einer rückstaufreien Vorflut zuzuführen.

Verfüllung der Leitungsgräben

Die Verfüllung der Leitungsgräben hat entsprechend den Vorschriften der ZTVE-StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) zu erfolgen.

Von den ausgehobenen Böden können für die Rückverfüllung der Kanalgräben im Bereich von Straßen voraussichtlich nur die lokal vorhandenen Sandböden mitverwendet werden. Eine Separierung der Sande von den bindigen Böden (Löß / Geschiebelehm) ist technisch sehr schwierig.

Der Löß und der Geschiebelehm sind gering verdichtungswillig und daher auszutauschen oder zu stabilisieren.

Die ordnungsgemäße Verdichtung der Kanalgräben ist durch Verdichtungskontrollen zu überprüfen. Im Bereich von Verkehrsflächen sind nach ZTVE-StB 17 folgende Verdichtungsanforderungen zu erfüllen:

Für die **Leitungszone** ist ein Verdichtungsgrad von

$$D_{Pr} \geq 97 \%$$

der einfachen Proctordichte erforderlich.

Für die Verdichtung des **Rohrgrabens** im Bereich von Verkehrsflächen werden folgende Verdichtungsgrade gefordert (Bezug ist die einfache Proctordichte):

Verfüllboden der Bodengruppen	Planum bis 1,0 m Tiefe	1,0 m unter Planum bis Leitungszone
GW, GI, GE, SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	100 %	98 %
SU*, GU*, ST*, GT*, U, T	97 %	97 %

11. Bebaubarkeit des Geländes

Innerhalb des Baugebietes sollen Wohnhäuser als Einfamilien- bzw. Mehrfamilienhäuser 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 insbesondere im südwestlichen Teil lokal bis in größere Tiefen anstehenden Auffüllungen eignen sich nicht für eine Lastaufnahme.

Die in den ungestörten Teilbereichen des Gebietes in Nähe der Geländeoberfläche anstehenden Lößböden sind mäßig für die Aufnahme von Bauwerkslasten geeignet. Der Geschiebelehm / Geschiebemergel mit Geschiebesanden eignen sich mäßig bis gut für die Gebäudegründung.

Zur Errichtung nicht unterkellerten Gebäude und unterkellerten Gebäude liegen überwiegend mäßige, im Bereich tief reichender Auffüllungen ungünstige Gründungsverhältnisse vor.

11.1. nicht unterkellerte Bauweise

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

- **flächenhafte Gründung unter vollständigem Austausch der Auffüllungen und teilweisem Austausch der Lößböden mit Frostschrüzen**

empfohlen werden.

Bei dieser Variante sind nach Mutterbodenabtrag die Auffüllungen vollständig und 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 allseitig umlaufenden Frostschrüzen sind mit einer Einbindetiefe von 1,0 m unter der geplanten Geländeoberkante herzustellen. Sie sind bis in die mäßig bis gut tragfähigen Geschiebelehm Böden bzw. Geschiebesande zu führen. Eventuelle Auffüllungen sind unter den Frostschrüzen vollständig zu entnehmen und durch das Bodenaustauschmaterial zu ersetzen.

Das Bodenaustauschmaterial ist mit einem seitlichen Überstand über alle Außenkanten der Frostschrüzen einzubauen, der der Dicke des Austauschmaterials unterhalb der Frostschrüze entspricht. Ein Lastabtragungswinkel von $\beta \geq 45^\circ$ ist so gewährleistet.

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 wechselnd Geschiebelehm / Geschiebemergel mit Sandschichten an. Nur lokal können Auffüllungen bis in die Tiefe der Gründungssohlen anstehen.

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

Alle eventuell aufgefüllten bzw. 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 offene Wasserhaltung zur Entfernung zulaufender Stau- und Regenwasser ist vorzuhalten und bei Bedarf einzusetzen.

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 Sickerwasser sind die Untergeschosse entsprechend der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E – mäßige Einwirkung von drückendem Wasser – ohne Drainung, Situation 1 abzudichten.

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

In beiden Fällen können die Kellergeschosse auch als wasserdichte Betonbauwerke (Weiße Wannen) hergestellt werden. Die genaue Abdichtungsart ist im Zuge detaillierter Baugrunduntersuchungen für die einzelnen Gebäude festzulegen.

11.3. Aufnehmbarer Sohldruck und Setzungen

Anhand der zu erwartenden Baugrundsituationen erfolgt eine Abschätzung der Größenordnung für die aufnehmbaren Lasten.

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

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

bzw.

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

ausgegangen werden. Die hierbei entstehenden Setzungen werden eine Größenordnung von

$$s = 1,0 \text{ bis } 2,0 \text{ cm}$$

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

$$k_s = \text{ca. } 8 \dots 12 \text{ MN/m}^3 \text{ (für nichtunterkellerte Gebäude)}$$

bzw.

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

verwendet werden.

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

11.4. bergbauliche Situation

Die vorgenannten Aussagen hinsichtlich der Tragfähigkeit des Baugrundes gehen davon aus, dass die natürlichen Baugrundverhältnisse nicht durch bergbauliche Eingriffe gestört bzw. die vorhandenen Störungen ordnungsgemäß, dauerhaft standsicher verwahrt wurden.

Nach der Bergbehördlichen Mitteilung des Sächsischen Oberbergamtes (siehe Anhang I) ist das Gebiet weiterhin als stark altbergbaubeeinflusst zu bewerten. Weitergehende, tief reichende Untersuchungen wurden gefordert.

Ein Restrisiko hinsichtlich des Auftretens von Bergsenkungen und Erdfällen besteht somit.

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 DWA-A 138 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 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 (Vorflut, Kanalnetz, Verdunstung) vorzusehen ist.

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

Mutterboden:	$k_f = 1,0 \times 10^{-5} \dots 1,0 \times 10^{-6}$ m/s	„durchlässig“
Löß:	$k_f = 1,0 \times 10^{-6} \dots 1,0 \times 10^{-8}$ m/s	„schwach durchlässig“
Geschiebelehm/ Geschiebemergel	$k_f = 1,0 \times 10^{-7} \dots 1,0 \times 10^{-9}$ m/s	„schwach durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“
Sandböden, schwach schluffig bis schluffig	$k_f = 1,0 \times 10^{-4} \dots 5,0 \times 10^{-6}$ m/s	„durchlässig“
Muldeschotter	$k_f = 1,0 \times 10^{-3} \dots 5,0 \times 10^{-5}$ m/s	„stark durchlässig“ bis „durchlässig“
tertiärer Ton	$k_f = 1,0 \times 10^{-9} \dots 1,0 \times 10^{-11}$ m/s	„sehr schwach durchlässig“

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

Der Löß, der Geschiebelehm / Geschiebemergel und der tertiäre Ton sind aufgrund der zu geringen Wasserdurchlässigkeit nicht für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Für die ordnungsgemäße Versickerung der anfallenden Niederschläge sind demnach hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit nur die schwach schluffigen bis schluffigen Geschiebesandböden und die Muldeschotter geeignet.

Die Geschiebesandböden stehen in Wechsellagerungen mit dem Geschiebelehm / Geschiebemergel in mehr oder weniger starken Mächtigkeiten an.

Bei geringer Mächtigkeit der Sandschichten besitzen diese ein begrenztes Aufnahmevermögen. Sie sind hydraulisch vom Grundwasserleiter entkoppelt und wurden überwiegend wassergesättigt angetroffen. Eine geordnete Versickerung der Niederschläge in die Sande ist somit nur in geländenahen Bereichen und bei größeren Mächtigkeiten der Geschiebesande möglich. Derartige Bereiche wurden während der Baugrunduntersuchung nicht vorgefunden.

Die Muldeschotter liegen erst in sehr großer Tiefe vor und sind vollständig wassergesättigt.

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 des Hauptgrundwasserleiters (Muldeschotter) für Versickerungsanlagen auf einer geodätischen Höhe von ca. 138,4 m ü. DHHN 2016 und demnach in einer Tiefe von ca. 4,1 ... 4,6 m unter Gelände wäre bei einer Einbindetiefe der Versickerungsanlagen bis in eine Tiefe von ca. 3,1 ... 3,6 m der erforderliche Sickerraum bis zum geschlossenen Grundwasserspiegel des oberen Grundwasserleiters gewährleistet.

Oberhalb des Hauptgrundwasserleiters existiert ein „schwebender“ Grundwasserleiter, der an die Geschiebesandschichten gebunden ist. Diese können saisonal bis zur Geländeoberkante wasserführend sein.

Da anhand der geologischen Situation ein geschlossener Geschiebemergelkomplex und darunter teilweise tertiäre Tone zu erwarten ist, besitzen die Geschiebesandschichten wahrscheinlich keine Verbindung zum nächst folgenden geschlossenen Grundwasserleiter

12.4. technische Realisierung der Versickerung

Zusammenfassend sind die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des Bebauungsgebietes für eine Versickerung von Niederschlagswasser als sehr ungünstig zu bezeichnen. Grund für diese ungünstigen Bedingungen sind die in weiten Bereichen bis in größere Tiefe anstehenden, relativ gering wasserdurchlässigen Böden (Löß / Geschiebelehm / Geschiebemergel / Ton) in Verbindung mit einem mäßig hohen Grundwasserstand und zusätzlicher Stauwasserbildung.

Die für die Versickerung geeigneten Sandböden mit geringen bis mäßigem Schlammkornanteilen sind nur lokal vorgefunden worden. Sie besitzen eine vermutlich begrenzte horizontale und vertikale Ausdehnung und sind überwiegend bereits wassergesättigt.

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

Allenfalls notdürftige Entsorgungsvarianten unter Nutzung der Verdunstung über den Boden oder das Blattwerk von Pflanzen (Evapotranspiration) sind für eine nicht regelkonforme Niederschlagswasserentsorgung möglich. Hierzu sind Schilfflächen oder groß bemessene Mulden-Rigolen-Elemente mit einer teilweisen Nutzung der Versickerungsleistung der Oberbodenzone denkbar.

Diese Entsorgungsvariante ist mit der zuständigen unteren Wasserbehörde abzustimmen. Alternativ sind die anfallenden Dachflächenwasser und Verkehrsflächenwasser über Rohrleitungen abzuleiten. Ob eine Einleitung in den östlich angrenzenden Todgraben möglich ist, ist ebenfalls mit der zuständigen unteren Wasserbehörde abzustimmen.

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

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

13. 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.

Weiterhin ist die Datenlage hinsichtlich der ehemaligen bergbaulichen Nutzung ungenügend.

Zur Untersuchung der anstehenden Böden hinsichtlich des Schadstoffgehaltes können chemische Analysen an Bodenproben durchgeführt werden. Die entnommenen Proben werden hierzu in unserem Probenarchiv über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten aufbewahrt.

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

4 Anlagen (beigeheftet) Die Anlage 02 ist ungeheftet beigelegt

2 Anhänge

Verteiler: Saxonia Investment GmbH, Leipzig
Büro Knoblich, Landschaftsarchitekten, Zschemplin

2-fach
per e-mail

INHALTSVERZEICHNIS

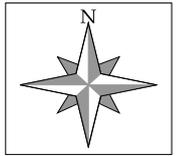
1. Vorbemerkung
2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme
3. Baugrunderkundung
4. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes
5. Organoleptische Ansprache
6. Grund- und Schichtenwasser
7. Bodenmechanische Laborversuche
8. Bodenmechanische Kennwerte / Bodencharakteristik
9. generelle Hinweise für den Straßenbau
10. generelle Hinweise für unterirdische Leitungssysteme
11. Bebaubarkeit des Geländes
12. Hinweise für die Versickerung von Niederschlagswasser
13. Schlussbemerkungen

ANLAGEN

- | | |
|----|---|
| 01 | Übersicht, M = 1 : 25.000 |
| 02 | Baugrundaufschlüsse vom 16.03.2022 |
| 03 | Lageplan der Sondieransatzpunkte, M = 1 : 1.000 |
| 04 | Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen – Kornverteilungskurven |

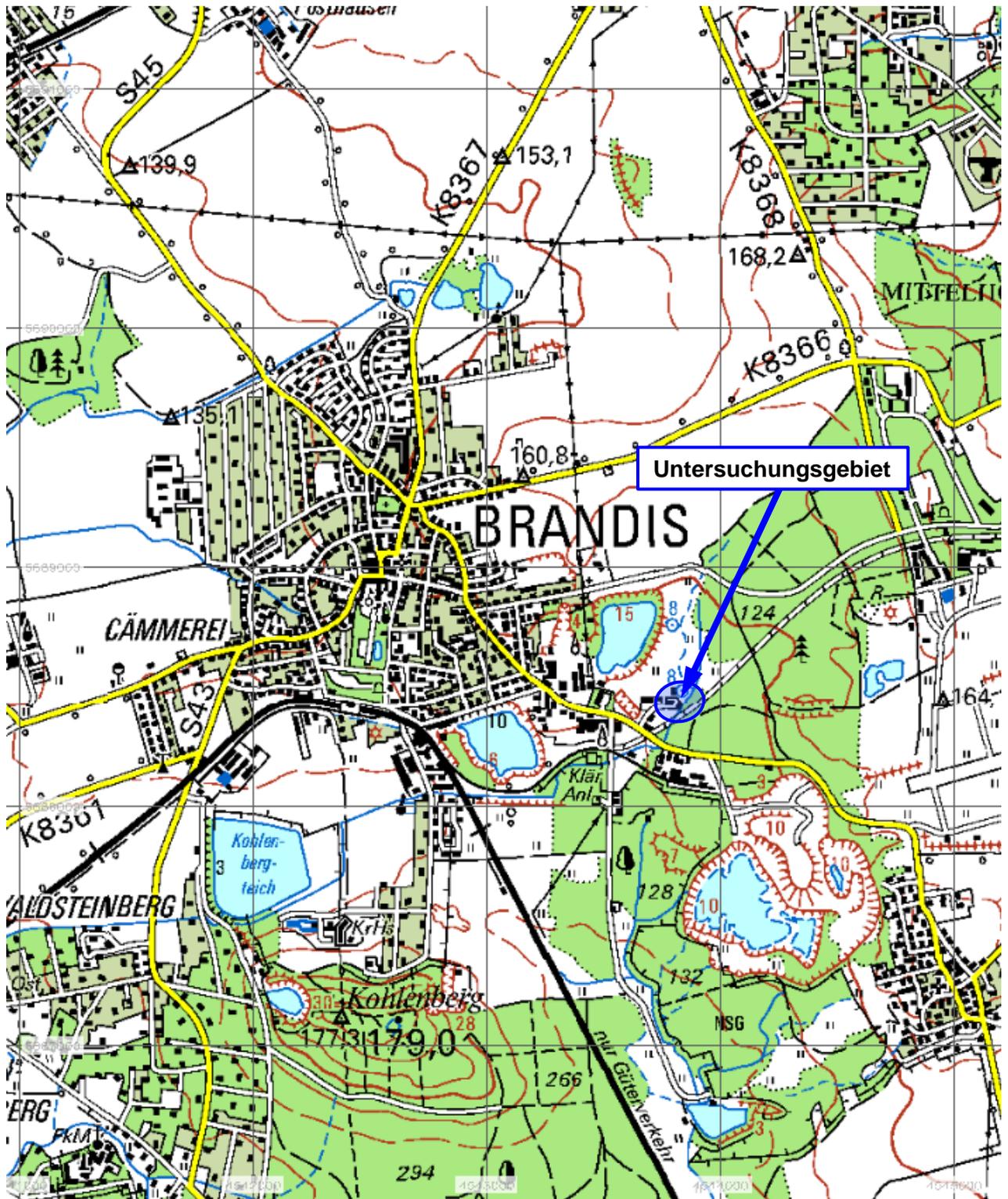
ANHÄNGE

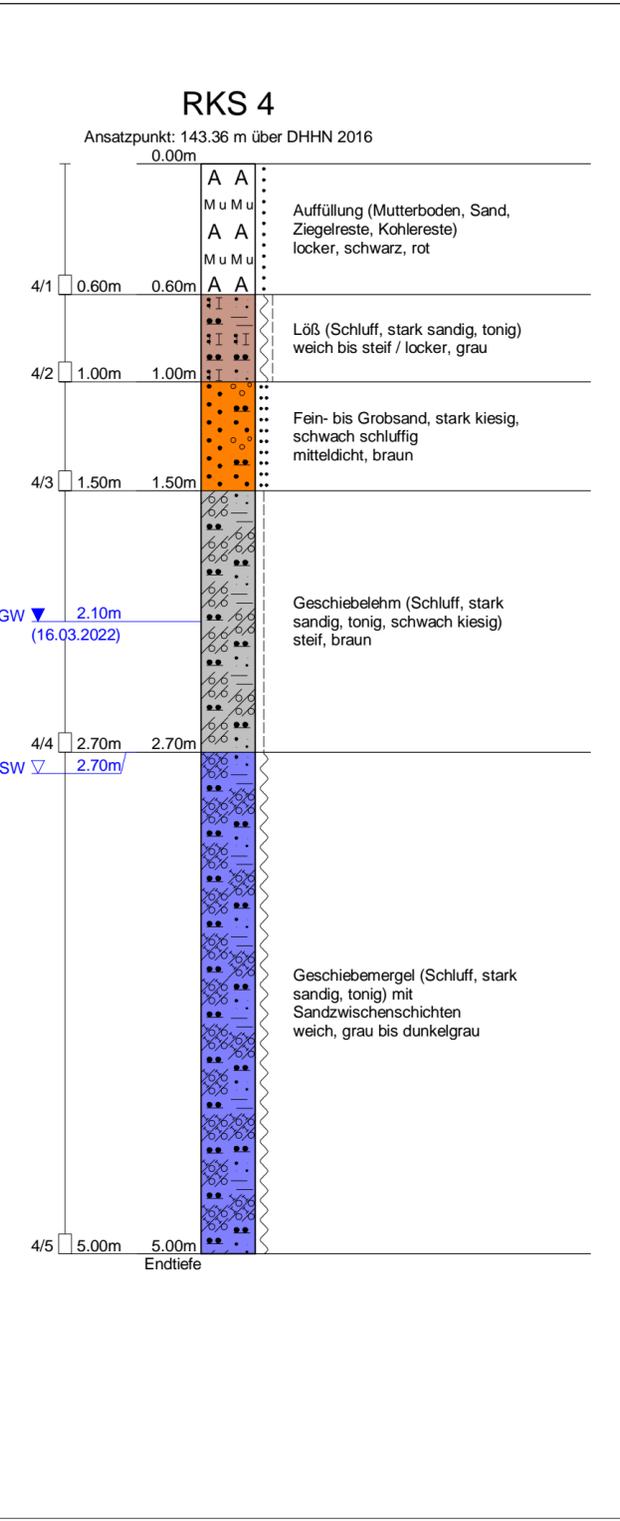
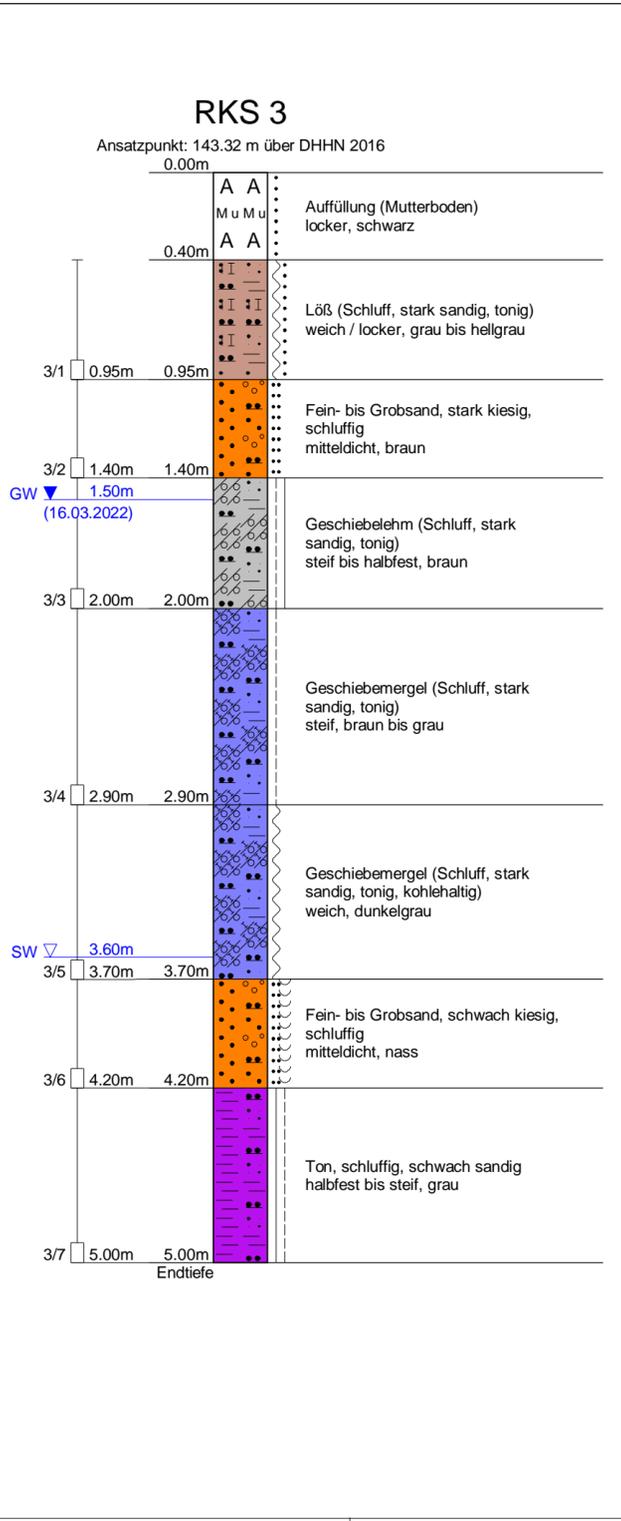
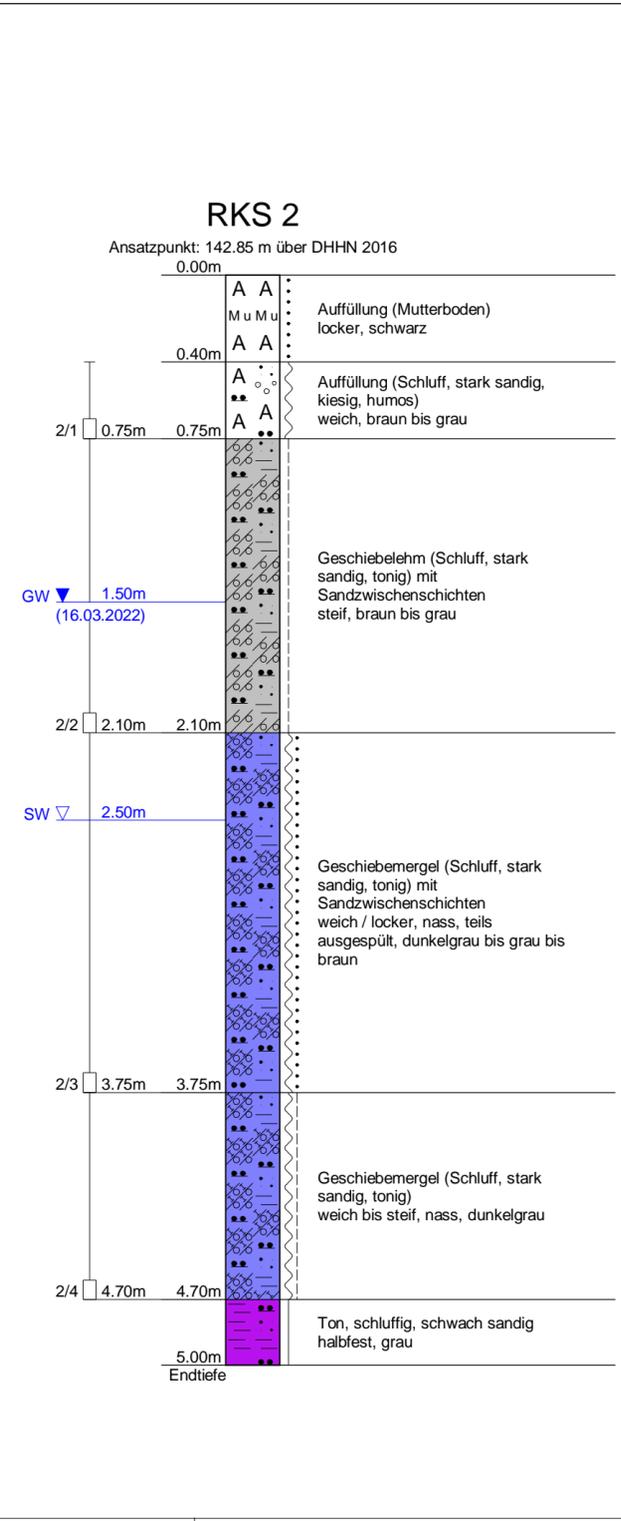
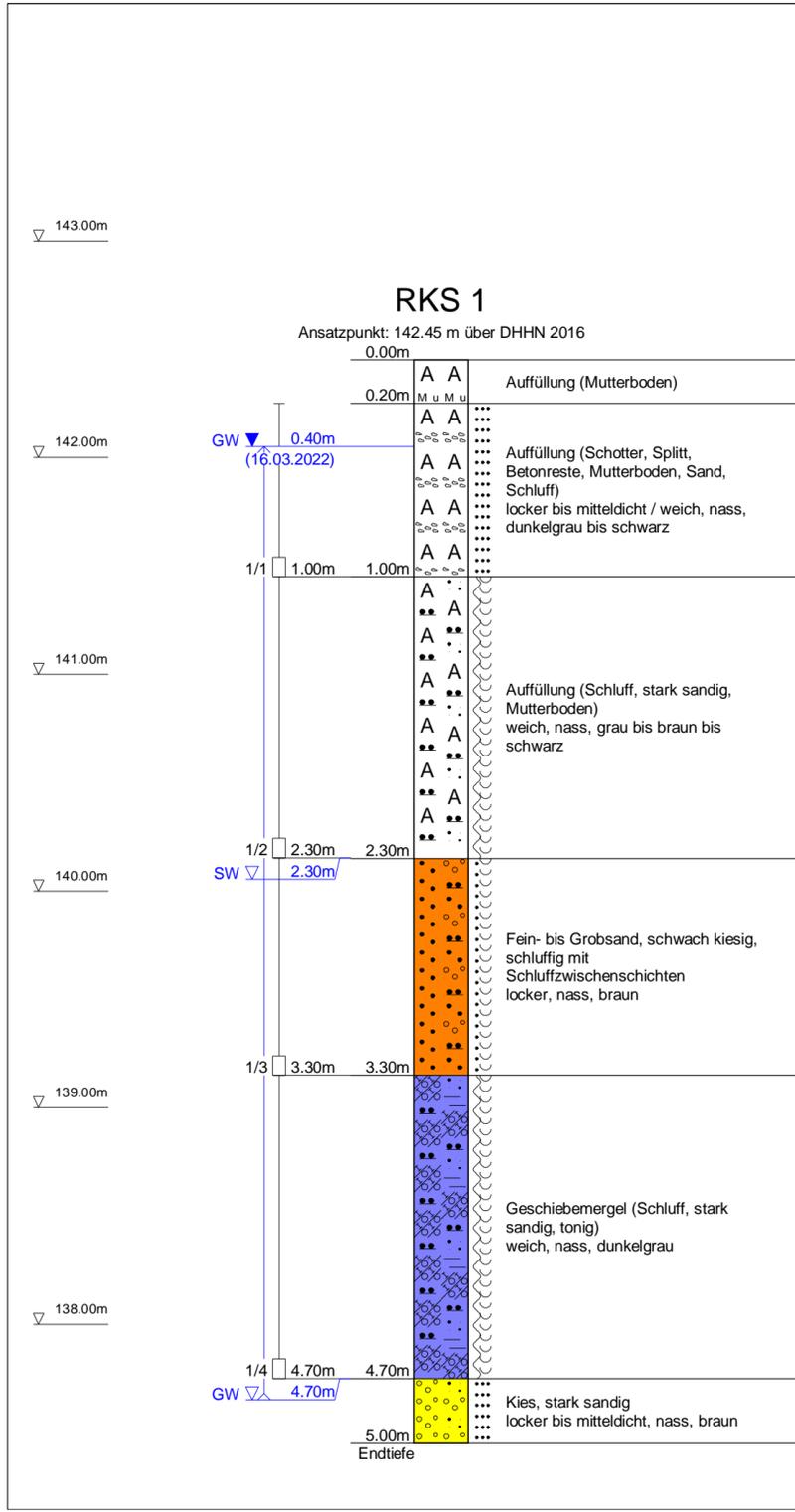
- | | |
|----|---|
| I | Bergbehördliche Mitteilung 2021/0695 des Sächsischen Oberbergamtes Freiberg |
| II | Kartenausschnitt ungefähre Lage der Schächte und Stollen (Quelle nicht gesichert) |



Übersichtslageplan M = 1 : 25.000

(Auszug aus topographischer Karte TK 50)





Legende

Auffüllung	Geschiebelehm	Geschiebemergel	Grobsand
Kies	Löss	Mutterboden	sandig
Schluff	Schotter	Ton	
schluffig		tonig	

Proben	Wasserstände	Beschaffenheit nach DIN 4023	Verwitterungsstufen
Sonderprobe	GW ▽ GW angebohrt	nass	schwach verwittert
Gestörte Probe	GW ▽ Änderung des WSP	breiig	mäßig-stark verw.
Kernprobe	GW ▽ Ruhewasserstand	weich	vollständig verw.
Wasserprobe	SW ▽ Sickenwasser	steif	
		halbfest	
		fest	
		klüftig	
		locker	
		mitteldicht	
		dicht	
		sehr dicht	

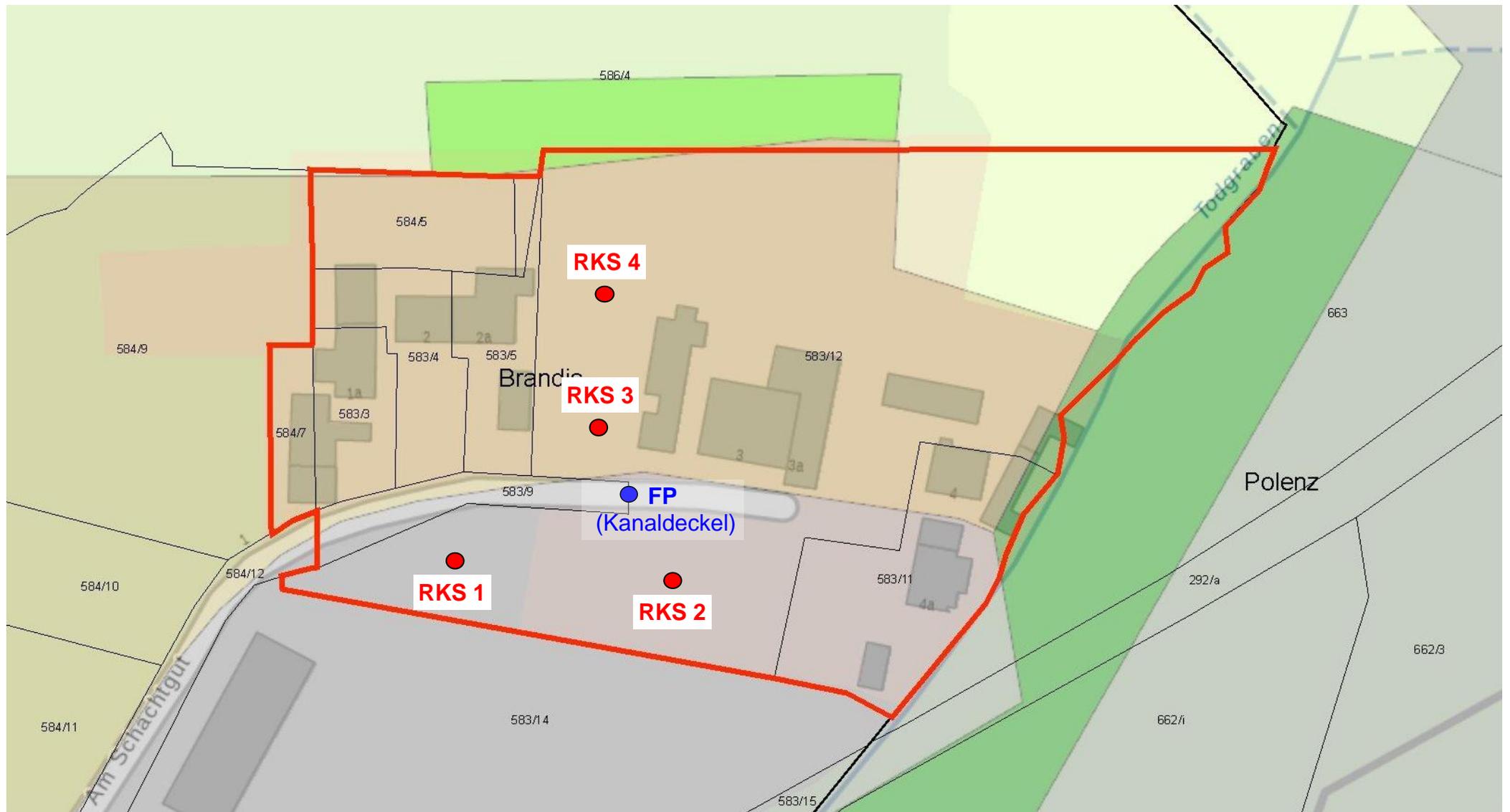
BÜRO FÜR GEOTECHNIK

PETER NEUNDORF GMBH
ZIEGELSTRASSE 2
04838 EILENBURG

GEO TECHNIK
P. Neundorf GmbH

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

Bauherr	Saxonia Investment GmbH	Datum	16.03.2022	Maßstab	1:25/1:100
Bauort	Brandis , Am Schachtgut 3	Bearbeiter	Dipl. -Ing. P. Neundorf	Plan - Nummer	22/5275
Bauvorhaben	Bebauung und Erschließung eines Wohngebietes	Gezeichnet	Dipl. -Ing. P. Neundorf	Anlage-Nummer	02
Blattinhalt	Baugrundaufschlüsse vom 16.03.2022				



Plan entnommen aus: Unterlagen
Rapis Bauleitplanung Sachsen

Lageplan
M = 1 : 1.000

Anlage Nr.:
03
Projekt-Nr.:
22/5275

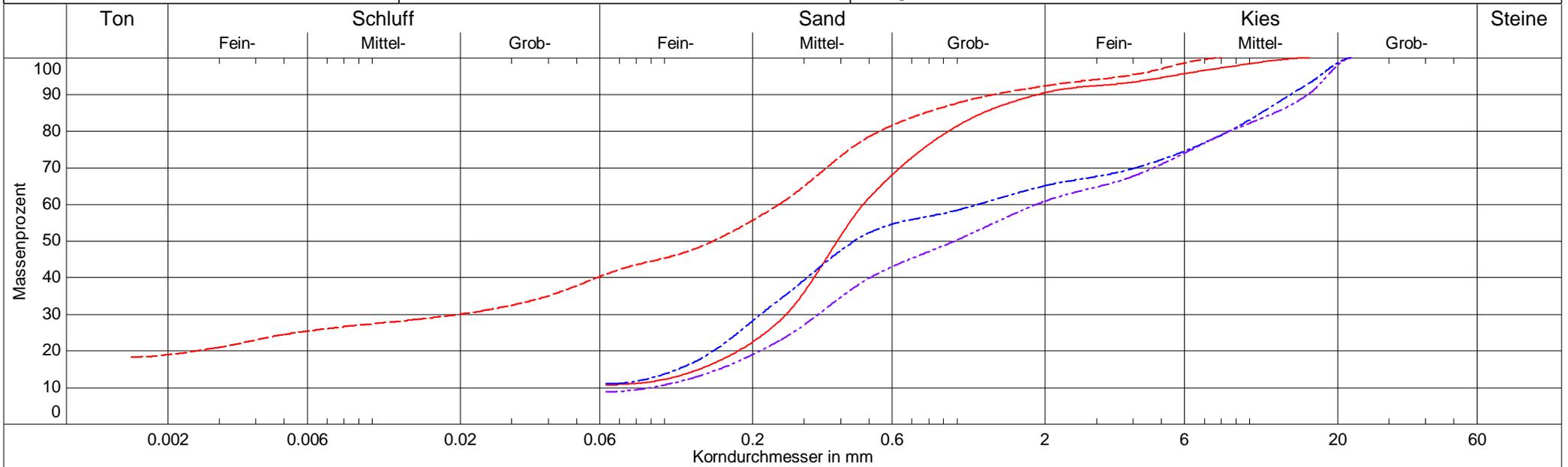
G E O	T E C H N I K
Ziegelstraße 2 04838 Eilenburg Tel.: 03423/605430 Fax : 03423/605483 eMail: Geotechnik@t-online.de	P. Neundorf GmbH

BÜRO FÜR GEOTECHNIK
 PETER NEUNDORF GMBH
 ZIEGELSTRASSE 2
 04838 EILENBURG

Kornverteilung

DIN 18 123-5/-7

Projekt : Bebauung und Erschließung eines Wohngebietes in Brandis,
 Projektnr. : 22/5275 Am Schachtgut
 Datum : 12.05.2022
 Anlage : 04



Labornummer	— Probe 1/3	- - - Probe 2/2	- - - Probe 3/2	- - - Probe 4/3
Entnahmestelle	RKS 1	RKS 2	RKS 3	RKS 4
Entnahmetiefe	2,30 m bis 3,30 m	0,75 m bis 2,10 m	0,95 m bis 1,40 m	1,00 m bis 1,50 m
Wassergehalt	12,3 %	14,4 %	8,3 %	7,1 %
Bodenart	mS,gs,fs',u,fg'	U,s,fg'	mS,mg,fs,u,fg',gs'	mS,mg,gs,fg',fs',u'
Anteil < 0.063 mm	10.7 %	40.9 %	11.0 %	8.9 %
Kornfrakt. T/U/S/G/X	0.0/10.7/79.8/9.4 %	19.0/22.0/51.5/7.6 %	0.0/11.0/54.2/34.9 %	0.0/8.9/52.1/39.1 %
Ungleichförm. U	-	-	-	20.6
Krümmungszahl Cc	-	-	-	0.7
d10 / d60	- / 0.477 mm	- / 0.246 mm	- / 1.175 mm	0.090/1.864 mm
Frostempfindl.klasse	-	F3	F2	F2
Bodengruppe	SU	TL / TM	SU	SU
kf nach Beyer	-	-	-	5.0E-05 m/s
kf nach USBR	6.8E-05 m/s	3.7E-09 m/s	4.4E-05 m/s	- (d10 > 0.02)

Anhang I

Bergbehördliche Mitteilung 2021/0695 des Sächsischen Oberbergamtes Freiberg



Sächsisches Oberbergamt
Postfach 13 64 | 09583 Freiberg

Saxonia Investment GmbH
Albert-Schweitzer-Straße 19
04109 Leipzig

Ihr/e Ansprechpartner/-in
Frank Häckel

Durchwahl
Telefon: +49 3731 372-3106
Telefax: +49 3731 372-1009

frank.haekkel@oba.sachsen.de
*

Ihr Zeichen

**Errichtung Doppelhaus und zwei Einfamilienhäuser, Am Schachtgut 3,
T.v. Flst. 583/12
Gemarkung Brandis, Gemeinde Brandis,
Landkreis Leipzig, (lt. Lageplan)**

Ihre Nachricht vom
07.04.2021

Aktenzeichen
(bitte bei Antwort angeben)
31-4146/4744/96-2021/29432

Bergbehördliche Mitteilung 2021/0695

Freiberg, 20. September 2021

Entsprechend § 8 Abs. 1 der Polizeiverordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr über die Abwehr von Gefahren aus unterirdischen Hohlräumen sowie Halden und Restlöchern (Sächsische Hohlraumverordnung – SächsHohlrVO) vom 20. Februar 2012 (SächsGVBl. S. 191) teilt das Sächsische Oberbergamt zu o. g. Bauvorhaben Folgendes mit:

Das Bauvorhaben ist in einem Gebiet vorgesehen, in dem in der Vergangenheit umfangreiche bergbauliche Arbeiten durchgeführt wurden.

Im unmittelbaren Bereich des geplanten Bauvorhabens wurde Braunkohle im Tiefbau abgebaut. Der Abbau erfolgte durch die alten Gruben „Frisch Glück“ und „Juliana“. Es muss davon ausgegangen werden, dass der Bergbau nicht in vollem Umfang risskundig ist.

Hausanschrift:
Sächsisches Oberbergamt
Kirchgasse 11
09599 Freiberg

Risskundig sind im Bereich der Baumaßnahmen flächenhafter Abbau, Strecken und Schächte.

Es wird allgemein angenommen, dass die Senkungen infolge des flächenhaften Abbaus zwischenzeitlich abgeklungen sind. Dafür gibt es jedoch keinerlei Belege, wie beispielsweise Nivellementsmessungen.

Lieferanschrift:
Brennhausgasse 8
09599 Freiberg

Die Grenze des dokumentierten Abbaus endet ungefähr in Höhe der Gebäudemitte des Mehrfamilienhauses und des westlichen Einfamilienhauses.

www.oba.sachsen.de

Bereitschaftsdienst
außerhalb der Dienstzeiten:
+49 151 16133177

An der Grenze des Abbaus verläuft ungefähr N/S eine Strecke, welche vermutlich verfüllt wurde. Details liegen uns darüber nicht vor.

Besuchszeiten:
nach Vereinbarung

Der ca. 22 m tiefe „Schacht II“ befand sich im Bereich des geplanten Mehrfamilienhauses. Der Schacht soll mit dem Abbau liquidiert worden sein.

Parkmöglichkeiten für
Besucher
können gebührenpflichtig auf dem
Untermarkt und im Parkhaus an der
Beethovenstraße genutzt werden.

Der Untergrund ist insgesamt als äußerst inhomogen anzusehen.

*Informationen zum Zugang für
verschlüsselte / signierte E-Mails /
elektronische Dokumente sowie De-Mail
unter <http://www.oba.sachsen.de/258.htm>.

Obwohl im Planungsgebiet Verwahrungsarbeiten im Bereich der Schächte und Strecken durchgeführt wurden, ist das Gebiet weiterhin als stark altbergbaubeeinflusst zu bewerten.

Veränderte Last- und Schwingungseintragungen in den Untergrund, Änderung des Grundwasserstandes u.a. können geodynamische Prozesse aktivieren, welche unter Umständen zu nachteiligen Einwirkungen auf Tagesoberfläche führen können.

Aufgrund der bergbaulichen Situation sind nachteilige Einwirkungen auf die Tagesoberfläche (Tagebrüche, Senkungen) im Bereich des Flurstückes 583/12 nicht auszuschließen. Es wird dringend empfohlen den Untergrund mit geeigneten Methoden zu erkunden. In diesem Zusammenhang ist auch eine bohrtechnische Erkundung bis mindestens 22 m Teufe bzw. ins Liegende des Braunkohlenflözes anzuraten.

Weiterhin sollten bautechnische Sicherungsmaßnahmen vorgesehen werden, welche in der Lage sind bergbaubedingte Bodenbewegungen schadlos aufzunehmen.

Da das Bauvorhaben in einem alten Bergbauggebiet liegt, ist auch das Vorhandensein nichtrisskundiger Grubenbaue in Tagesoberflächennähe nicht auszuschließen. Es wird deshalb weiterhin empfohlen, alle Baugruben bzw. sonstigen Erdaufschlüssen von einem Fachkundigen (Ing.-Geologe, Baugrunderkundung) auf das Vorhandensein von Spuren alten Bergbaues überprüfen zu lassen.

Abhängig vom Ergebnis der Erkundung und den Baugrubenabnahmen können weitere Erkundungs- und kostenintensive Verwahrungsarbeiten bzw. zusätzliche bautechnische Sicherungsmaßnahmen notwendig werden.

Über eventuell angetroffene Spuren alten Bergbaues, einschließlich möglicher bergbaubedingter Schadensereignisse, ist gemäß § 5 SächsHohlrVO das Sächsische Oberbergamt in Kenntnis zu setzen.

Das Bauvorhaben befindet sich in unmittelbarer Nähe einer Fläche, welche für den Abbau von Bodenschätzen vorgesehen ist.

Das Bergwerkseigentum (BWE) Nr. 3238 reicht bis rund 65 m von Ost an das Vorhaben (östliches Einfamilienhaus) heran. Ebenfalls rund 65 m nördlich des geplanten Mehrfamilienhauses liegt die Grenze des obligatorischen Rahmenbetriebsplanes (RBP) für der „Tontagebau Brandis-Nordfeld“.

Zum geplanten Vorhaben "Tontagebau Brandis-Nordfeld" ist generell folgendes zu sagen:

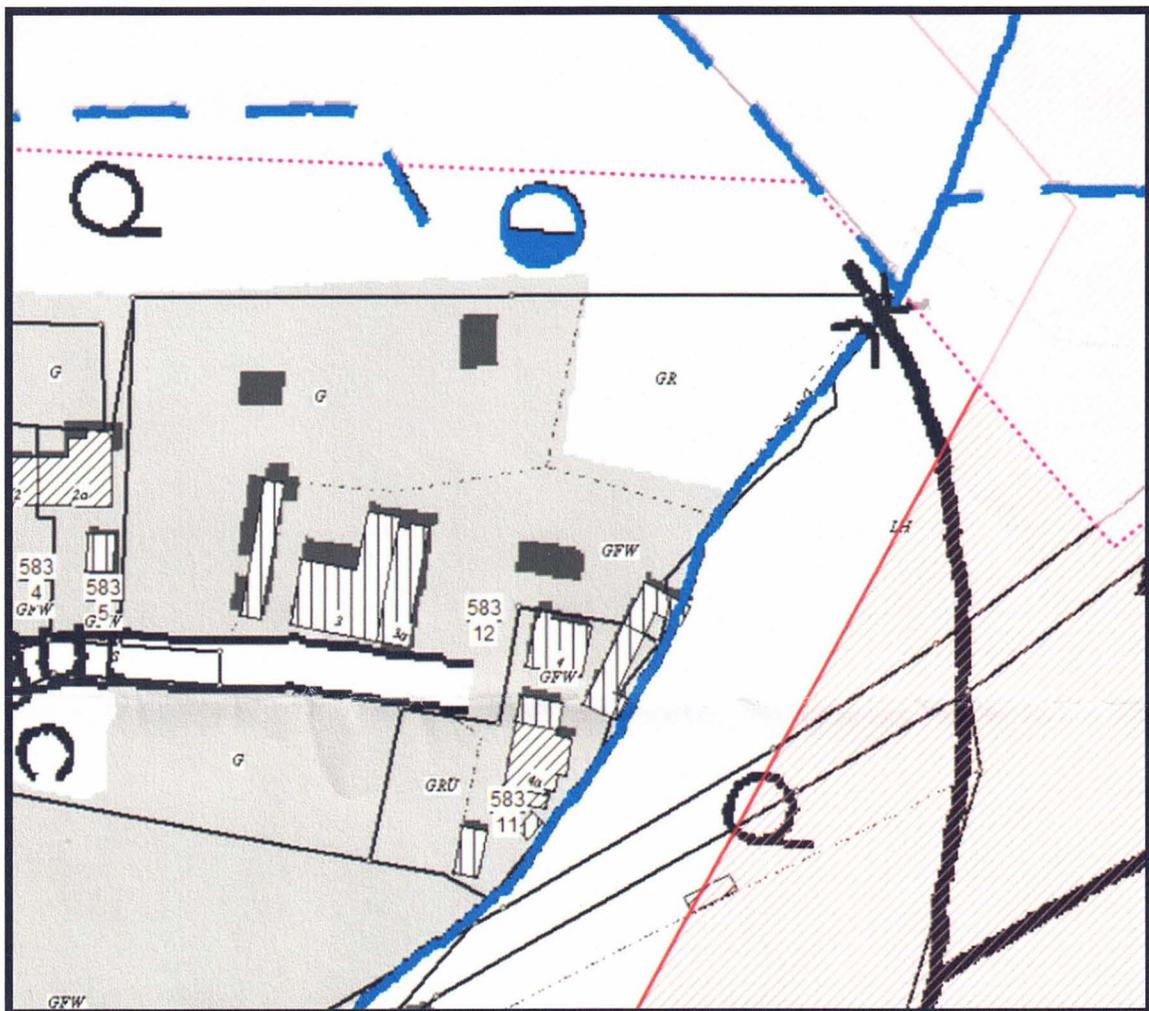
- Dem Vorhaben liegt ein unbefristetes BWE alten Rechts (s.o.) für den Bodenschatz "tonige Gesteine für Aluminiumherstellung und feuer-/säurefeste Erzeugnisse" zu Grunde.
- Inhaber des BWE und Planungsträger sind die Tonwerke Brandis GmbH,
- Am 07.12.2010 hat ein Scoping-Termin zur Abstimmung der Antragsunterlagen und des UVP-Berichtes stattgefunden.
- Am 30.10.2017 wurde ein Raumordnungsverfahren (ROV) abgeschlossen mit dem Ergebnis, dass das Vorhaben in seiner ca. 21 ha großen Ausdehnung nördlich der Waldstraße raumverträglich ist, sofern die in der Beurteilung benannten 7 Maßgaben berücksichtigt werden. Eine Vereinbarkeit des Tonabbaus südlich der Waldstraße wäre mit den zum ROV vorgelegten Unterlagen nicht gegeben aber prinzipiell möglich, wenn die ökologische Funktion des



Regionalen Grünzuges durch angepasste Planungen gewährleistet werden würde.

- Bisher wurden durch die Tonwerke Brandis GmbH keine Antragsunterlagen für eine bergrechtliche Planfeststellung eingereicht. Inwiefern die Tonwerke Brandis an dem Vorhaben festhalten und ggf. die Antragsunterlagen überarbeiten entzieht sich der Kenntnis des Sächsischen Oberbergamtes. G

Es wird deshalb dringend empfohlen den Bergbauunternehmer (Tonwerke Brandis GmbH, Grimmaische Straße 24, 04821 Brandis) zu beteiligen. Diese Sachverhalte (BWE, RBP) sind bei der Aufstellung des Bebauungsplanes zu berücksichtigen.



Darstellung des BWE und des RBP im Bereich der Baumaßnahme

In Verbindung mit dem künftigen Betrieb des Tontagebaus ist mit Emissionen (Lärm, Staub usw.) im Rahmen der gesetzlichen Grenzwerte zu rechnen.

Hinweis:

Diese Stellungnahme wurde nach aktueller Prüfung der Sachlage und den uns gegenwärtig vorliegenden Informationen erarbeitet.

Sie gibt den derzeitigen Kenntnisstand des Sächsischen Oberbergamtes wieder und gilt für das angezeigte Vorhaben/Grundstück.

Rückfragen zur weiteren Gültigkeit dieser Stellungnahme werden für den Antragsteller der Originalstellungnahme anlassbezogen kostenlos bearbeitet.

Die Unterlagen wurden zu den Akten genommen.

Kostenentscheidung

Gemäß §§ 1, 3, 4, 6 und 13 des Sächsischen Verwaltungskostengesetzes (SächsVwKG) vom 5. April 2019 (SächsGVBl. S. 245), in Verbindung mit der Neunten Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums der Finanzen über die Bestimmung der Verwaltungsgebühren und Auslagen (Neuntes Sächsisches Kostenverzeichnis - 9. SächsKVZ) vom 21. September 2011 (SächsGVBl. S. 410), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. August 2020 (SächsGVBl. S. 486, 487), Lfd. Nr. 18, Tarifstelle 7.2 wird für diese bergbehördliche Mitteilung eine Gebühr in Höhe von 55,00 € sowie Auslagen in Höhe von 0,00 €, insgesamt

55,00 €

(in Worten: Fünfundfünfzig EURO)

festgesetzt.

Es wird gebeten, den Betrag auf das Konto der Hauptkasse Sachsen, Außenstelle Chemnitz zu überweisen.

In Anwendung des § 22 des Verwaltungskostengesetzes des Freistaates Sachsen (SächsVwKG) wird bei nicht fristgerechter Zahlung öffentlich-rechtlicher Forderungen für jeden angefangenen Monat des Säumnisses ein Säumniszuschlag von eins v. H. des rückständigen Betrages erhoben.

Rechtsbehelfsbelehrung

„Gegen diesen Bescheid kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch bei dem Sächsischen Oberbergamt erhoben werden. Dafür stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Schriftlich oder zur Niederschrift:

Der Widerspruch kann schriftlich oder zur Niederschrift erhoben werden. Die Anschrift lautet: Sächsisches Oberbergamt, Kirchgasse 11, 09599 Freiberg.



2. Auf elektronischem Weg:

Der Widerspruch kann auch durch De-Mail in der Sendevariante mit bestätigter sicherer Anmeldung nach dem De-Mail-Gesetz erhoben werden. Die De-Mail-Adresse lautet: poststelle@oba-sachsen.de-mail.de“

Frank Häckel
Sachbearbeiter

Anlagen

1 Rechnung

Dieses Schreiben ist maschinell erstellt und ohne Unterschrift wirksam.

Anhang II

Kartenausschnitt ungefähre Lage der Schächte und Stollen (Quelle nicht gesichert)

