



geotechnisches
Ingenieurbüro

Dipl.-Ing. Gerhard Buckow

Baugrundgutachten

(1. Bericht vom 30.04.2013)

(Az.: 12 06 01)

Gewerbegebiet Langendorf
„Am Sandberg“

06667 Weißenfels OT Langendorf

erstellt vom

Geotechnischen Ingenieurbüro
Dipl.-Ing. Gerhard Buckow

Traubenweg 14
06632 Freyburg
Tel. (03 44 64) 2 76 90
www.geotechnik-buckow.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Unterlagen	2
2.	Anlagen	2
3.	Aufgabenstellung	3
4.	Feststellungen	3
4.1	Geplantes Bauvorhaben / Baugelände	3
4.2	Geologische Situation / Geodynamik	4
4.3	Baugrundsichtung	4
4.4	Baugrundeigenschaften	5
4.4.1	Anthropogene Auffüllungen	6
4.4.2	Humoser Oberboden (Mutterboden)	6
4.4.3	Lößlehm, humos durchsetzt (Schwemmlöß)	7
4.4.4	Lößlehm, humusfrei	7
4.5	Frostempfindlichkeit	8
4.6	Abfalltechnische Untersuchungen	8
4.7	Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte / Versickerungsfähigkeit	9
5.	Hydrologische Situation	10
6.	Berechnungskennwerte	10
7.	Schlussfolgerungen	11
7.1	Allgemeine Einschätzung der Baugrundverhältnisse	11
7.2	Kanalbau	13
7.2.1	Grundlagen	13
7.2.2	Böschungsneigung / Verbau / Aushub	14
7.2.3	Rohrbettung / Verfüllung / Wiedereinbau	16
7.2.4	Wasserhaltung	17
7.3	Straßenbau	18
7.3.1	Planumsvorbereitung	19
7.3.2	Stabilisierungsmaßnahmen	20
7.3.3	Straßenaufbau	22
7.3.4	Nebenanlagen	23
7.3.5	Bautechnologische Hinweise	24
7.4	Gründungsempfehlungen für Bauwerke	25
7.4.1	Gründung ohne Unterkellerung	26
7.4.2	Gründung mit Unterkellerung	27
7.5	Entwässerung / Versickerungsfähigkeit des Baugrundes	28
7.6	Weiterführende Arbeiten	29
8.	Zusammenfassung	30

1. Unterlagen

- 1.1 Auftrag vom 29.05.2012 (schriftlich erhalten)
- 1.2 Lagepläne
 - 1.2.1 Übersichtslageplan für Bohransatzpunkte Rev.-Nr. 0, Maßstab 1 : 2500
 - 1.2.2 Übersichtslageplan für Bohransatzpunkte Rev.-Nr. 3, ohne Maßstab
- 1.3 Lage- und höhenmäßige Einmessung der Aufschlussansatzpunkte durch das Geotechnische Ingenieurbüro Buckow am 15.04.2013 und 16.04.2013
- 1.4 Profilschnitte der Aufschlüsse, Maßstab 1 : 50
- 1.5 Geologisches Messtischblatt, Maßstab 1 : 25 000; Blatt Nr. 4837, Stößen
- 1.6 Karte der Auslaugungserscheinungen, Maßstab 1:100 000, M32-36, Weißenfels
- 1.7 RStO 12 – Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen -
- 1.8 ZTV E-StB 09 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau -
- 1.9 ZTV-SoB 04, Fassung 2007 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau –
- 1.10 Arbeitsblatt DWA-A 138, April 2005 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser -

2. Anlagen

- 2.1 Aufschlussplan BS 1 bis BS 14, ohne Maßstab Bl.-Nr.: 1
- 2.2 Aufschlussprofile, Maßstab 1 : 50 Bl.-Nr.: 1-5
 - 2.2.1 Profilschnitte der BS 1 bis BS 4
 - 2.2.2 Profilschnitt der BS 5
 - 2.2.3 Profilschnitte der BS 6 bis BS 9
 - 2.2.4 Profilschnitte der BS 10 bis BS 11
 - 2.2.5 Profilschnitte der BS 12 bis BS 14
- 2.3 Erdstoffphysikalische Prüfergebnisse
 - 2.3.1 Wassergehalt/ Konsistenzgrenzen (nach DIN 18122) Bl.-Nr.: 1-3
 - 2.3.2 Glühverlust (nach DIN 18128) Bl.-Nr.: 1
- 2.4 Absinkversuch / Versickerung Bl.-Nr.: 1

3. Aufgabenstellung

Die Stadt Weißenfels, Markt 1, 06667 Weißenfels erteilte den Auftrag, Baugrunduntersuchungen zur geplanten Erschließung des Gewerbegebietes „Am Sandberg“ in 06667 Weißenfels OT Langendorf durchzuführen.

Aufgabe des Baugrundgutachtens ist es, eine Darstellung der anstehenden Baugrundverhältnisse zu geben sowie Vorschläge und Aussagen zur wirtschaftlichen und sicheren Form der Gründung von zu errichtenden Neubauten/Bauwerken (Büro- und Produktionsgebäude) und Empfehlungen zur Ausführung von geplanten Erschließungsmaßnahmen (Straßen- und Kanalbau) zu erstellen. Weiterhin sollen die Versickerungsfähigkeit des Bodens und die Grundwasserverhältnisse charakterisiert werden.

Sollten sich infolge von Planungsänderungen oder aus den nachfolgenden Aussagen des Baugrundgutachtens zusätzliche Ortstermine, Baugrubenabnahmen oder erdstatische Berechnungen ergeben, sind diese nicht Bestandteil des bestellten Baugrundgutachtens und daher gesondert zu beauftragen.

Angebote zu geotechnischen Berechnungen und zusätzlichen Gutachterleistungen sowie zu Ortsterminen und Baugrubenabnahmen können kurzfristig durch unser Büro erstellt werden.

Weitergabe und Veröffentlichung dieses Gutachtens, auch in Auszügen, bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung unseres Büros. Die nachfolgend dargelegten baugrundspezifischen Feststellungen und geotechnischen Empfehlungen beziehen sich nur auf das beauftragte Bauvorhaben und das durch die Baugrunduntersuchung erkundete Baugelände

4. Feststellungen

4.1 Geplante Baumaßnahme / Baugelände

Die Stadt Weißenfels plant die Erschließung eines neuen Gewerbegebietes in der zur Stadt Weißenfels gehörenden Ortslage Langendorf.

Detaillierte Aussagen zum Gewerbegebiet „Am Sandberg“ bezüglich geplanter Bauwerke (Abmessungen, Gründungsart, Gründungstiefen, Bauwerkslasten) sowie zum Straßen- und Kanalbau (Bauklassen, Deckschichten, Verlegetiefen der Kanäle, Durchmesser etc.) liegen zurzeit noch nicht vor.

Die Planung der Baumaßnahme erfolgt durch die METRON Ingenieure und Architekten unabhängige Planungsgesellschaft mbH, Weißenfelder Straße 27 aus 06667 Weißenfels OT Tagewerben.

Das in südliche Richtung abfallende Bauareal befindet sich westlich der Autobahn A9 neben der Bundesstraße B 87, wird derzeit als Acker genutzt und durch eine Straße sowie durch landwirtschaftliche Nutzflächen und Brachland begrenzt.

4.2 Geologische Situation / Geodynamik

Anhand der geologischen Kartenunterlagen /1.5/ sowie der durchgeführten Standorterkundung können folgende allgemeine **geologische Verhältnisse** abgeleitet werden.

Die tiefere geologische Basis wird durch die Festgesteine des Mittleren Buntsandsteines in Form von Tonsteinen und Sandsteinen gebildet. Darüber können noch Reste von tertiären Sedimenten vorkommen. Die Festgesteine bzw. deren Zersatzmaterialien werden durch relativ mächtige pleistozäne Sedimente, Geschiebemergel, Geschiebesand und Schmelzwassersand im Liegenden sowie Lößlehm und Schwemmlöß (umgelagert und humifiziert) im Hangenden überlagert. Den obersten Profilabschnitt nehmen je nach Vornutzung des Geländes anthropogene Auffüllungen oder humoser Oberboden (Mutterboden) ein.

Geologische Schwächezonen sind im Untergrund nicht zu erwarten.

Nach DIN 4149:2005-04 („Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten, April 2005) liegt der Untersuchungsstandort bezogen auf **geodynamische Prozesse** im Bereich der Erdbebenzone 0.

4.3 Baugrundsichtung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse am vorgesehenen Bauareal wurden folgende Aufschlüsse und In-situ-Versuche, entsprechend den Vorgaben des Planungsbüros und der uns übermittelten Angebotsaufforderung, abgeteuft bzw. ausgeführt:

- 5 Sondierbohrungen (BS 1 - BS 5) für Bebauungsplan, $t = 5,00\text{m}$
- 4 Sondierbohrungen (BS 6 - BS 9) für innere Erschließungsstraße, $t = 5,00\text{m}$
- 5 Sondierbohrungen (BS 10 - BS 14) für Neugestaltung der B 87, $t = 5,00\text{m}$
- 1 Absinkversuch (ABS 1) als Permeabilitäts-Infiltrations-Test (PIV-Test)

Die Aufschlussansatzpunkte der Sondierbohrungen wurden durch das Vermessungsbüro NewGeo UG (hb), Merseburger Straße 12 aus 06667 Weißenfels lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Aufschlussansatzpunkte liegen danach auf einem Höhenniveau von 176,40 m NHN (BS 1) bis 185,70 m NHN (BS 12) im Bezugssystem.

Die Lage der Aufschlussansatzpunkte geht aus Anlage 2.1 hervor.

Aufgrund der durchgeführten, punktförmigen Baugrundaufschlüsse ergibt sich folgende **Baugrundsichtung**:

Unter einer 0,40 - 0,50 m mächtigen Oberflächenabdeckung aus humosem Oberboden (Mutterboden) oder einer 0,80 - 3,80 m mächtigen Oberflächenabdeckung aus anthropogenen Auffüllungen stehen bis in Tiefen von 0,70 - 1,40m unter GOK humos durchsetzte Lößlehme (Schwemmlöß) an, die von humusfreien Lößlehm bis zur jeweiligen Sondierendteufe bei 5,00 m unter GOK unterlagert werden.

Die anthropogenen Auffüllungen und der Schwemmlöß wurden nicht in allen Aufschlüssen erkundet. Innerhalb der Lößlehme können Schmelzwasser- oder Geschiebesande als dünne Lagen / Schichten, Nester und/oder Adern eingelagert sein.

Grundwasser wurde während der Aufschlussarbeiten am 15./16.04.2013 in den Sondierbohrungen nicht erkundet.

Einzelheiten über die Lage der in den Aufschlüssen angetroffenen Schichtgrenzen sowie Petrographie, Lage und Höhe der Aufschlüsse sind den Anlagen 2.1 und 2.2 zu entnehmen.

4.4 Baugrundeigenschaften

Zur Beurteilung der Baugrundeigenschaften der erkundeten Erdstoffschichten wurden aus den Sondierbohrungen repräsentative Bodenproben entnommen und im erdstoffphysikalischen Labor untersucht. Anhand dieses Probenmaterials und der ermittelten Laborergebnisse (Anlage 2.3) erfolgte eine Bodenklassifikation nach DIN 18 196 / 1055.

4.4.1 Anthropogene Auffüllung

Kornzusammensetzung:	<i>inhomogen zusammengesetzt</i>
	Schluff, tonig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig bis kiesig, schwach humos bis humos
	Fein- bis Grobsand, kiesig, schwach schluffig
Beimengungen:	Ziegelstücke, Steine/Kiese, Wurzelreste
Bindigkeit / Plastizität:	schwach bindig bis mittelbindig
Konsistenz / Lagerungsdichte:	weich, weich bis steif, steif, locker bis mitteldicht
Feuchtigkeit:	trocken/erdfeucht, schwach feucht
Farbe:	dunkelbraun/braun/hellbraun/gelbbraun, fleckig
Wasserempfindlichkeit:	sehr hoch
Bewegungsempfindlichkeit:	sehr hoch
<i>Bodengruppe nach DIN 18 196:</i>	<i>A</i>

4.4.2 Humoser Oberboden (Mutterboden)

Kornzusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig, humos
Beimengungen:	Wurzelreste
Humusgehalt:	$V_{gl} = 2 - 5 \%$
Bindigkeit / Plastizität:	schwach bindig bis mittelbindig
Kornstruktur / Konsistenz:	krümelig, locker / weich
Feuchtigkeit:	trocken/erdfeucht
Farbe:	dunkelbraun/schwarzbraun
Wasserempfindlichkeit:	sehr hoch
Bewegungsempfindlichkeit:	sehr hoch
<i>Bodengruppe nach DIN 18 196:</i>	<i>OH</i>

4.4.3 Lößlehm, humos durchsetzt (Schwemmlöß)

Kornzusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig, humos
Organischer Anteil:	$V_{gl} = 3,9 \%$ (Einzelwert, Anl. 2.3.2, Bl. 1)
Bindigkeit:	mittelbindig $I_p = 0,21$ (Einzelwert, siehe Anl. 2.3.1, Bl. 1)
Konsistenz:	steif, weich bis steif $I_c = 0,88$ (Einzelwert, siehe Anl. 2.3.1, Bl. 1)
Kalkgehalt:	kalkfrei
Feuchtigkeit:	trocken/erdfeucht
Farbe:	braun/dunkelbraun/schwarzbraun
Wasserempfindlichkeit:	hoch
Bewegungsempfindlichkeit:	hoch
Bodengruppe nach DIN 18 196:	TM / OU

4.4.4 Lößlehm, humusfrei

Kornzusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig Schluff, tonig, sandig bis stark sandig Schluff, stark tonig, sandig
Beimengungen:	dünne Sandlagen
Bindigkeit:	mittelbindig $I_p = 0,09 - 0,24$ (siehe Anl. 2.3.1, Bl. 2-3)
Konsistenz:	steif $I_c = 0,83 - > 1,00$ (siehe Anl. 2.3.1, Bl. 2-3)
Kalkgehalt:	kalkfrei bis stark kalkhaltig
Feuchtigkeit:	trocken/erdfeucht
Farbe:	hellbraun/braun, hellbraun/gelbbraun, hellbraun
Wasserempfindlichkeit:	hoch
Bewegungsempfindlichkeit:	hoch
Bodengruppe nach DIN 18 196:	TM, TL / ST, TL / TM

4.5 Frostempfindlichkeit

Nach ZTV E-StB 09 sind die anstehenden Bodenschichten wie folgt hinsichtlich der Frostempfindlichkeit einzustufen:

Anthropogene Auffüllungen	F 3
Humoser Oberboden/Mutterboden	F 2
Schwemmlöß	F 3
Lößlehm, humusfrei [TM, TL/TM]	F 3
Lößlehm, humusfrei [TL/ST]	F 3

F1 - nicht frostempfindlich -

F2 - gering bis mittel frostempfindlich -

F3 - sehr frostempfindlich -

Bei Winterbaustellen sind die entsprechenden Zusatzmaßnahmen zur Sicherung der Planums- und Gründungsflächen zu beachten.

4.6 Abfalltechnische Untersuchungen

Auftragsgemäß wurde auf eine umwelttechnische Untersuchung gemäß LAGA verzichtet.

Die in den Aufschlusspunkten erbohrten Lockergesteine wurden jedoch vor Ort einer organoleptischen Ansprache (Geruchsintensität/-identität, Verfärbungen, Fremdeinlagerungen) unterzogen, wobei keine eindeutigen Hinweise auf umweltrelevante Inhaltsstoffe erkennbar waren. In den anthropogenen Auffüllungen wurden als Fremdstoffe lediglich Ziegelstücke angetroffen.

4.7 Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte / Versickerungsfähigkeit

Eine Versickerung von anfallenden Niederschlags- und Oberflächenwässern ist auf dem Bauareal geplant. Aus diesem Grund sollen vor Ort Versickerungsversuche zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Lockergesteine durchgeführt werden, sofern im Untergrund versickerungsfähige Erdstoffe anstehen.

Anhand der vorliegenden Aufschlussergebnisse ist zu erkennen, dass im Bauareal anthropogene Auffüllungen, humoser Oberboden (Mutterboden) und bindige Lockergesteine (Schwemmlöß, Lößlehm, Geschiebemergel) anstehen.

Auftragsgemäß wurde im Bereich des Aufschlusses BS 1 im Teufenbereich zwischen 1,40 - 2,00 m unter GOK zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden bindigen Lößlehme ein Versickerungsversuch (Hydraulischer Feldversuch) durchgeführt.

In der Anlage 2.4 ist das Prüfprotokoll des Absinkversuches detailliert dargestellt.

Zur Durchführung wurde eine Rammkernsondierung niedergebracht, das Bohrloch verpegelt und anschließend mit Wasser gefüllt. Bei dem Feldversuch handelt es sich um einen Absinkversuch mit abnehmender Druckhöhe, ein so genannter Permeabilitäts-Infiltrations-Test (PIV-Test).

Die Ermittlung der Durchlässigkeit (k-Wert) erfolgte überschlägig nach USBR-Formeln, wobei für die Berechnung der jeweils gültige Strömungsbereich in Ansatz gebracht wurde.

Die Beurteilung der **Versickerungsfähigkeit** der anstehenden Böden erfolgt gemäß DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“. Für Versickerungsanlagen kommen danach nur Lockergesteine infrage, deren Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) im Bereich von $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ liegen.

Nach RAS-Ew muss die wasseraufnehmende Schicht eine genügende Mächtigkeit und ein ausreichendes Schluckvermögen (Böden mit k_f -Werten $\geq 10^{-4} \text{ m/s}$) besitzen.

5. Hydrologische Situation

Während der Zeit der Aufschlussarbeiten am 15.04.2013 und 16.04.2013 wurde in allen Aufschlüssen bis zu den jeweiligen Endteufen kein Grundwasser angetroffen.

Aufgrund der geologischen Gegebenheiten und der Standortbedingungen im Bereich des Baugebietes ist mit natürlich anstehendem Grundwasser erst unterhalb unserer Aufschlussebene zu rechnen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass in den dünnen Sand-/Kieslagen innerhalb der Lößlehme niederschlagsabhängig und jahreszeitlich bedingt Schichtwasser zirkuliert. Dieses blutet erfahrungsgemäß bei einem Anschnitt, bei geringmächtigen Sand-/Kieslagen und geringen Wassermengen, schnell aus.

Zu Zeiten starker Niederschläge und während der Schneeschmelze muss mit Oberflächenwasser, mit temporärem Schicht- bzw. Stauwasser in den grobkornreichen Bestandteilen der bindigen Lockergesteine als auch in Grenzbereichen zwischen einzelnen Lockergesteinslagen und höherem bzw. ansteigendem Grundwasser gerechnet werden.

Angaben über die höchsten Wasserstände im Projektareal sind nur mittels längerfristiger Pegelbeobachtungen möglich. Es muss von einem jahreszeitlich bedingt unterschiedlichen Grundwasserstand ausgegangen werden.

6. Berechnungskennwerte

Auf der Basis der vorliegenden Erkundung können für die einzelnen Bodenschichten folgende Berechnungskennwerte angegeben werden:

Erdstoff	Kurzzeichen DIN 18 196	Φ (°)	c' (kN/m ²)	γ_n (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	E_s (MN/m ²)
Auffüllung	A	22,5-27,5 [#]	0	18-20	8-10	-
Schwemmlöß, humos	TM/OU	22,5	3	18	8	4-6
Lößlehm, humusfrei	TM, TL/TM	25	5	20	10	8-12
Lößlehm, humusfrei	TL/ST	27,5-30	3	19-20	9-10	10-15

Bedeutung der Kurzzeichen nach DIN 1080, Teil 6:

Φ = Reibungswinkel, $\Phi^{\#}$ = Ersatzreibungswinkel (nur für Erddruckberechnung), c' = Kohäsion

γ_n = Feuchtwichte, γ' = Wichte unter Auftrieb

E_s = Steifemodul

7. Schlussfolgerungen

7.1 Allgemeine Einschätzung der Baugrundverhältnisse

Nach Auswertung der vorliegenden Aufschlussergebnisse ist festzustellen, dass am Standort der vorgesehenen Baumaßnahme, entsprechend den geologischen Gegebenheiten und bezogen auf die Standorte der abgeteufte Sondierungen, relativ einheitliche Baugrundverhältnisse vorliegen. Allerdings ergeben sich entsprechend der Lage der Sondierbohrungen unterschiedliche Auffüllungsmächtigkeiten.

Oberflächennah stehen anthropogene Auffüllungen in unterschiedlichen Mächtigkeiten und Zusammensetzungen und humoser Oberboden (Mutterboden) an. Unterlagert werden diese Erdstoffe durch humos durchsetzte Lößlehme (Schwemmlöß) und humusfreie Lößlehme bis zu den jeweiligen Sondierendteufen.

Allgemeine Bewertung der Erdstoffe zur Eignung für Gründungen und Lasteintragung

Die anthropogenen **Auffüllungen**, der **humose Oberboden** (Mutterboden) und die **humifizierten Lößlehme** (Schwemmlöß) sind aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzungen, der überwiegend weich bis steif plastischen Konsistenz, der humosen Anteile sowie der Fremddanteile in der Erdstoffmatrix gering tragfähig, neigen zu Setzungen und Setzungsunterschieden und sind somit als Gründungsschichten nicht geeignet und müssen aus dem Gründungsbereich entfernt bzw. mit den Gründungselementen vollständig durchfahren werden.

Die darunter erkundeten **humusfreien Lößlehme** sind aufgrund der ermittelten überwiegend steif plastischen Konsistenz normal tragfähig und normal setzungsempfindlich.

Der Lößlehm verändert im Allgemeinen schon bei einer geringen Wasserzufuhr seine Konsistenz, wird weich bis breiig und verliert damit an Tragfähigkeit. Außerdem neigt er bei plötzlicher Wasseraufnahme zu Sackungen und Setzungen im cm- bis dm-Bereich. Hinzu kommt, dass er sich sehr schlecht verdichten lässt.

Die ungünstigen Verformungs- und Tragfähigkeitseigenschaften der Auffüllungen, des Mutterbodens sowie des humos durchsetzter Schwemmlöses können einen erhöhten Aufwand bei der Bauausführung und bei der Konstruktion der Bauwerke zur Folge haben. Eine Nichtbeachtung oder falsche Bewertung dieser Eigenschaften kann zu Schäden an den Bauwerken führen.

Entsprechend des beauftragten Untersuchungsumfanges, der Vornutzung des Geländes (Ackerfläche), der räumlichen Lage des Grundstücks direkt neben einer Bundesstraße, der Autobahn sowie einer Landstraße und der allgemeinen geologischen Gegebenheiten kann nicht ausgeschlossen werden, dass außerhalb unserer Aufschlusspunkte noch tiefer reichende anthropogene Auffüllungen oder humos durchsetzte Lockergesteine in unterschiedlichen Mächtigkeiten und unterschiedlichen Zusammensetzungen im Untergrund vorhanden sind.

Allgemeine Bewertung der Erdstoffe zur Eignung für Kanalbauarbeiten

Die erkundeten anthropogenen **Auffüllungen**, der **Mutterboden** und der **Schwemmlöß** erreichen aufgrund ihrer erdstoffphysikalischen Zusammensetzung und der ermittelten weich bis steif plastischen Konsistenz nur eine geringe Tragfähigkeit und weisen ein ungünstiges Setzungsverhalten auf. Außerdem müssen sie infolge ihrer Kornzusammensetzung als sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeit F 3) eingestuft werden.

Die unterhalb dieser Lockergesteine anstehenden **humusfreien Lößlehme** sind aufgrund ihrer erdstoffphysikalischen Zusammensetzung und der überwiegend weich bis steif plastischen Konsistenz normal tragfähig, jedoch ohne Zusatzmaßnahmen als Planum für die geplante Kanalbaumaßnahme ebenfalls nicht geeignet.

Aufgrund der Grundwassersituation ist bei den Bauarbeiten entsprechend der geplanten Verlegetiefen der Kanalrohre mit normalen bis geringen Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen.

Allgemeine Bewertung der Erdstoffe zur Eignung für Straßenbauarbeiten

Der im Straßenbereich nach ZTV E-StB 09 und RStO 12 erforderliche Wert für die Grundtragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gemäß RStO 01) kann im Teufenbereich bei 0,60m unter GOK erfahrungsgemäß nicht nachgewiesen werden, da hier größtenteils bindige Lockergesteine (Auffüllungen, Schwemmlöß, Lößlehm) anstehen. Detaillierte Tragfähigkeitsuntersuchungen wurden auftragsgemäß jedoch nicht durchgeführt.

Es ist hier im Allgemeinen von einer geringen Tragfähigkeit und einem ungünstigen Setzungsverhalten der Lockergesteine auszugehen. Infolge der bindigen Anteile in der Erdstoffmatrix sind diese Materialien nicht ausreichend frostsicher (Frostempfindlichkeit F 3).

Die oberflächennah angetroffenen Lockergesteine sind somit aufgrund einer geringen Tragfähigkeit und einem ungünstigen Setzungsverhalten ohne Zusatzmaßnahmen als Straßenunterbau nicht geeignet. Es macht sich daher eine Stabilisierung des Planums erforderlich.

7.2 Kanalbau

7.2.1 Grundlagen

Detaillierte Informationen zum geplanten Kanalsystem und zu Verlegetiefen liegen derzeit noch nicht vor. Aufgrund der geplanten Bebauung mit Industriebauten wird nachfolgend von möglichen Verlegetiefen der Kanalrohre von 1,50 - 3,00 m unter GOK und Rohrdurchmessern in der Größenordnung von DN 200 - DN 800 ausgegangen.

Zur Beurteilung der Baugrundsituation im Bereich der geplanten inneren Erschließungsstraße wurden die Sondierbohrungen BS 6 bis BS 9 niedergebracht. Für die Neugestaltung der B 87 sind die Sondierbohrungen BS 10 bis BS 14 abgeteuft worden.

Anhand der Aufschlussergebnisse ist zu erkennen, dass bei den oben genannten Verlegetiefen die Kanalrohre überwiegend in den humusfreien Lößlehm und im Übergangsbereich zwischen Auffüllungen und Lößlehm verlaufen werden.

Außerhalb unserer Aufschlusspunkte können jedoch großmächtige und tieferliegende anthropogene Auffüllungen als auch humos durchsetzte Erdstoffe im Teufenbereich zwischen 1,50 - 3,00 m unter GOK nicht ausgeschlossen werden.

Es muss dementsprechend im gesamten Bauareal mit zusätzlichen Stabilisierungsmaßnahmen in den bindigen Lockergesteinen gerechnet werden.

Da die Grundwasseroberfläche im geplanten Trassenbereich nicht angeschnitten wird, sind lediglich normale Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

7.2.2 Böschungsneigung / Verbau / Aushub

Für die anstehenden Erdstoffe gelten für Kanalgrabenböschungen in Abstimmung mit DIN 4124 folgende zulässige **Böschungsneigungen**:

Anthropogene Auffüllungen	$\leq 45^\circ$	
Humoser Oberboden (Mutterboden)	$\leq 45^\circ$	
Schwemmlöß, humos durchsetzt	$\leq 45^\circ$ (weich)	$\leq 60^\circ$ (steif)
Lößlehm, humusfrei	$\leq 45^\circ$ (weich)	$\leq 60^\circ$ (steif)

Detaillierte Angaben zur Ausbildung der Böschungen, zulässige Böschungshöhen und Böschungsneigungen sowie Verbaumaßnahmen sind der oben genannten DIN zu entnehmen und unbedingt zu beachten.

Im Fall eines freien Abböschens der Kanalgräben, sofern die Platzverhältnisse diese Bauweise zulassen, würden sich relativ große Aushubkonturen ergeben, da Böschungsneigungen von mindestens $\beta \leq 45^\circ$ eingehalten werden müssen. Dies kann nur in Bereichen ohne angrenzende Bebauung und außerhalb eventuell vorhandener Straßen und Wege erfolgen.

Um die Aushubarbeiten zu minimieren, können im freien Gelände die Grabenböschungen auch senkrecht ausgeführt werden, wobei diese dann durch mobile Stützelemente (Großwandelemente) zu sichern sind, die fortlaufend mit dem Aushub in die Rohrgräben eingestellt werden müssen. Zwischen- und Fußspreizen sind nach statischer Erfordernis zu setzten.

Werden die Kanaltrassen oder Teile der Kanaltrassen erst nach der Bebauung ausgeführt, so dass die Kanaltrassen bezogen auf die angrenzende Bebauung so liegen, dass in der Kanalgrabensohle der Erddruckgleitwinkel die Bebauung tangiert und zusätzlich noch eine halbseitige Befahrbarkeit der Straße aufrecht erhalten werden muss, ist ein **Verbau** der Kanalgräben notwendig.

Aufgrund der angenommenen, relativ geringen Einbindetiefe der Kanäle von 1,50 - 3,00 m unter GOK ist aus oben genannten Gründen ein **senkrechter oder waagerechter Normverbau** gemäß DIN 4124 möglich.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass auf diesen Normverbau keine unzulässig hohen Bauwerks- und Verkehrslasten wirken dürfen. Ebenso wirken sich die nur kurzfristig standfesten Lößlehme und Geschiebemergel negativ auf den Verbau aus.

Wegen dieser im Untergrund anstehenden bindigen Erdstoffe und der Tatsache, dass in der Kanalgrabensohle der Erddruckgleitwinkel der Bebauung, infolge der zum Teil angrenzenden oder sich im Bau befindlichen Nachbarbebauung, tangiert wird und/oder zusätzlich noch eine halbseitige Befahrbarkeit der Straße aufrecht erhalten werden muss, wird aus geotechnischer Sicht ein **höherwertiger Verbau** empfohlen.

Als höherwertiger Verbau wird ein **Gleitschienenverbau** vorgeschlagen. Bei diesem Verbausystem werden in die im Voraus erstellten Gleitschienen die Plattenelemente gesetzt. Diese Plattenelemente werden beim weiteren Ausschachten sukzessive zur Stützung des Erdkörpers niedergeführt.

Vorteil des Gleitschienenverbaus ist es, dass durch die Großflächenwandelemente größere Wandabschnitte verbaut werden können. Der Verbau ist fortlaufend mit dem Grabenaushub niederzubringen bzw. beim Verfüllen abschnittsweise zu ziehen.

Hohlräume hinter den Plattenelementen, entstanden durch Rutschungen in aufgelockerten Zonen der Auffüllungen, in den bindigen Lockergesteinen oder in wasserführenden Sandlinsen, sind mit Schotter der Körnung 0/16 zu verfüllen, damit ein kraftschlüssiger Kontakt hergestellt wird.

Dies gilt auch für den oberflächennahen Bereich zwischen der GOK und den Plattenelementen. Hier darf keinesfalls bindiges Aushubmaterial als Hinterfüllung verwendet werden.

Sofern die Plattenelemente nicht unter die Aushubebene geführt werden können, muss zusätzlich ein abgesetzter Verbau aus Kanaldielen tiefer geführt werden. Es sind Zischen- und Fußspreizen vorzusehen.

Bei Ausführung des Gleitschienenverbaus müssen im Bereich der Bebauung die Hausanschlüsse nachträglich ausgeführt werden. Diese Bereiche sind durch einen senkrechten oder waagerechten Normverbau nach DIN 4124 zu sichern.

Die Freiräume zwischen den einzelnen Verbauelementen sind mit Holzkeilen zu verschließen, damit kein Materialaustrag erfolgen kann.

Bei ungünstigen Verhältnissen (tiefer liegende Kanalsole, Belastung am Rand, Wasseraustritte, weich plastische Böden) ist vorzugsweise eine Doppelgleitschienenverbau einzusetzen.

Für alle Verbausysteme ist ein prüffähiger statischer Nachweis vorzulegen. In der statischen Berechnung gilt der Ansatz des aktiven Erddruckes.

Sofern der Erddruckgleitwinkel Gründungskörper benachbarter Bausubstanz tangiert ist mit 50% Erdruhedruck zu rechnen. In der statischen Berechnung können die in Kapitel 6 angegebenen Berechnungskennwerte in Ansatz gebracht werden.

Der **Aushub** in den Auffüllungen erfordert keinen erhöhten Aufwand. Es gelten hier die Bodenklassen 3 - 5. Prinzipiell sind alle vorhandenen Lockergesteine bis in die geplanten Aushubtiefen baggerfähig.

7.2.3 Rohrbettung / Verfüllung / Wiedereinbau

Die **Rohrbettung** ist grundsätzlich aus Kiessand der Körnung 0/16 mit einer Mächtigkeit von $d \geq 0,20\text{m}$ auszuführen.

Da im Bereich der Kanalsohlen überwiegend weich bis steif plastische, bindige Lockergesteine anstehen, ist eine zusätzliche Stabilisierung erforderlich. Die Stabilisierung ist mit abgestuftem Natursteinmaterial bzw. Kiessand der Körnung 0/100 in einer Stärke von 0,20 - 0,40 m vorzunehmen. Zusätzlich ist in der Sohle ein Geotextil (GRK 2) als Trennschicht zum bindigen Untergrund einzulegen und seitlich bis in Rohrhöhe hochzuziehen.

Werden in der Kanalsohle gering bis nicht tragfähige anthropogene Auffüllungen (hoher Fremdstoffanteil etc.) oder durch ungünstigen Witterungseinfluss aufgeweichte, breiige Lockergesteine angetroffen, ist unterhalb der Stabilisierung noch Grobsteinmaterial der Körnung 60/120 bzw. 50/150 vor Kopf in die Sohle einzuarbeiten.

Dabei ist solange Grobsteinmaterial nachzugeben, bis eine Verbesserung der Tragfähigkeit der Sohle eintritt. Das Material ist nur mit dem Baggerlöffel einzudrücken. Danach ist eine dünne Ausgleichsschicht aus Kiessand der Körnung 0/32 aufzubringen.

Die **Verfüllung** der Rohrgräben ist bei Durchmessern $< \text{DN } 1000$ bis 0,30 m über dem Rohrscheitel beiderseits der Rohrleitung aus steinfreiem Material der Körnung 0/16 vorzunehmen.

Das Verfüllmaterial ist lagenweise (maximal 0,30 m) einzubauen und mit leichten maschinellen Geräten zu verdichten. Die zu erreichende Proctordichte beträgt 97 %.

Im Bereich von Verkehrstraßen ist für die weitere Verfüllung der Kanalgräben gut verdichtungsfähiger Kiessand bzw. Vorsieb- oder Steinerdematerial mit einem Kornanteil $< 0,063 \text{ mm} < 12\%$ zu verwenden. Die maximale Korngröße sollte 100 mm nicht überschreiten.

Das Verfüllmaterial ist gegen die Kanalböschung bzw. die Verbaukonstruktion, die abschnittsweise zu ziehen ist, einzubauen und dynamisch zu verdichten.

Hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen gelten die Vorgaben der ZTV E-StB 09 in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials.

Da das Gelände anschließend als Straße genutzt wird, ist im Planumbereich bei 0,50 - 0,60 m unter GOK ein Mindestwert des Verformungsmoduls von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ nachzuweisen.

Der **Wiedereinbau** der beim Aushub anfallenden Auffüllungen und bindigen Lockergesteine ist aufgrund ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften (geringe Tragfähigkeit, schwer verdichtbar und setzungsempfindlich) nicht zulässig.

Können allerdings im freien Gelände Setzungen und Sackungen im dm-Bereich in Kauf genommen werden, kann auch das bindige Aushubmaterial (humusfreie Lößlehme) verwendet werden, sofern die Möglichkeit einer oberflächenwassersicheren Zwischenlagerung besteht.

7.2.4 Wasserhaltung

Da nach den vorliegenden Aufschlussdaten mit den Aushubsohlen die Grundwasseroberfläche nicht erreicht wird, werden keine speziellen Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Da bindige Lockergesteine in den Kanalgräben vorhanden sind (Auffüllungen, Schwemmlöß, Lößlehme), ist zur Fassung jahreszeitlich bedingt auftretender Oberflächen- und Schichtwässer in der Ausschreibung eine offene Wasserhaltung vorzusehen. Das anfallende Wasser ist über Baudränagen und Pumpensümpfe zu fassen und abzuleiten. Die Rohrbettungsschicht kann als Baudränage genutzt werden.

Aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit der anstehenden bindigen Lockergesteine ist das anfallende Oberflächenwasser mit Gegengefälle von den Kanalgräben wegzuführen. Alle Baudrainagen sind nach Beendigung der Wasserhaltung zu verschließen.

Wegen der zu erwartenden Dränagewirkung des verfüllten Kanalgrabens und der hängigen Geländekontur, macht sich die Anordnung von **Querriegeln** mit einem Abstand von ≈ 25 m erforderlich. Die Querriegel verhindern den unkontrollierten Wasserabfluss in die Kanalgräben und somit die Ausschlammung von Feinanteilen im Bereich der Randböschungen.

Bei nicht filterstabilem Aufbau der Kanalraumverfüllung kann es zu einem Massenauswurf von Feinanteilen kommen, was Setzungen und Sackungen im Straßenbereich als auch im Randbereich zur Folge hätte.

Die Querriegel sind aus wasserundurchlässigem Beton herzustellen und mindestens 0,50 m in Sohle und Böschung einzubinden. Alternativ dazu ist auch die Ausbildung der Querriegel aus einem Bentonit-Beton-Gemisch möglich.

Die Tiefbauarbeiten sollten grundsätzlich nur in einer niederschlagsarmen Jahreszeit ausgeführt werden.

7.3 Straßenbau

Zum geplanten Straßenbau liegen noch keine detaillierten Unterlagen vor. Im Folgenden wird deshalb von einem grundhaften Ausbau der Straße nach RStO 12 mit einer Bk3,2 / Bk1,8 oder Bk 1,0 (Bauklasse III oder IV gemäß RStO 01) sowie einer Asphaltdeckschicht ausgegangen.

Da im Planumbereich oberflächennah stark frostempfindliche Erdstoffe (F 3) anstehen, ergibt sich gemäß RStO 12, Tabelle 6 ein notwendiger frostsicherer Gesamtaufbau von $d \geq 0,60$ m. Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse sind nach Tabelle 7 festzulegen.

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen liegt die Aushubsohle bei einer geplanten Bauklasse Bk3,2 / Bk1,8 oder Bk 1,0 (Aushub bis 0,60 m unter GOK) in den inhomogenen und schlecht tragfähigen Auffüllungen und dem unterlagernden humos durchsetzten Schwemmlöß und humusfreien Lößlehm.

Im Straßennebenbereich ist davon auszugehen, dass in dieser Tiefe ebenfalls inhomogenen Auffüllungen oder bindige Lockergesteine anstehen.

Tragfähigkeitsuntersuchungen bei 0,60 m unter GOK innerhalb der anthropogenen Auffüllungen und bindige Lockergesteine (Schwemmlöß, Lößlehme) wurden nicht durchgeführt

Im Allgemeinen kann aus geotechnischer Sicht erfahrungsgemäß von Verformungsmoduli in der Größenordnung von $E_{v2} = 5 - 25 \text{ MPa}$ (Auffüllungen) und $E_{v2} = 5 - 30 \text{ MPa}$ (Schwemmlöß, Lößlehme) ausgegangen werden, so dass die geforderte Grundtragfähigkeit auf der gesamten Baulänge nicht gewährleistet ist.

7.3.1 Planumsvorbereitung

Entsprechend Abschnitt 7.2 erfolgt im Straßenbereich eine definierte Verfüllung der Kanalgräben mit gut verdichtungsfähigem Lockergesteinsmaterial. Auf der Oberfläche ist dann ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ durch Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Die durch den Kanalbau nicht erfassten Planumsbereiche für den Straßenbau (neben oder außerhalb der Kanaltrassen) sind auf ihre Grundtragfähigkeit zu überprüfen. Der erforderliche Wert für die Grundtragfähigkeit nach ZTV E-StB 09 und RSTO 01 beträgt $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$.

Die Nachprüfungen sind als Statische Plattendruckversuche nach DIN 18 134 auszuführen.

Aufgrund der vorliegenden Aufschlussergebnisse und den örtlichen Erfahrungen ist davon auszugehen, dass sowohl die oberflächennahen Auffüllungen als auch die darunter anstehenden bindigen Lockergesteine nicht die erforderliche Grundtragfähigkeit erbringen. Zudem gehen diese stark wasserempfindlichen bindigen Erdstoffe schon bei einem geringen Wassereinfluss in eine weiche bis breiige Konsistenz über, was zu einer zusätzlichen Verringerung der Grundtragfähigkeit führt.

Aus oben genannten Gründen sind Stabilisierungsmaßnahmen zur Erreichung der Grundtragfähigkeit in der Ausschreibung vorzusehen. Vor Aufbringen der Stabilisierungsschicht ist das Rohplanum in mindestens 2 Übergängen statisch nachzuverdichten.

Werden im Planum durchnässte und damit stark aufgeweichte, weich plastische Lockergesteine angetroffen, ist unterhalb der Stabilisierung eventuell noch Grobsteinmaterial vor Kopf in die Sohle einzuarbeiten. Dabei ist solange Grobsteinmaterial nachzugeben, bis eine Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums eintritt. Danach kann die Stabilisierungsschicht aufgebracht werden.

Vorhandene Kabelgräben oder Kanalverfüllungen sind hinsichtlich ihrer ordnungsgemäßen Verdichtung zu überprüfen. Sofern keine entsprechenden Prüfprotokolle vorliegen, sind während der Freilegung des jeweiligen Planums Nachprüfungen erforderlich. Es können sich dann in diesen Bereichen Nachverdichtungsmaßnahmen ergeben.

7.3.2 Stabilisierungsmaßnahmen

Variante I: Stabilisierung mit Fremdmaterial, unbewehrt

Auf dem Planum ist im Auftrag oder Austausch eine Stabilisierungsschicht aus Grobschotter der Körnung 0/32 - 0/56 in 2 Lagen mit Mächtigkeiten von $d \geq 0,30$ m aufzubringen und zu verdichten.

Die unterste Schüttlage ist ausschließlich mit Walzen statisch einzuarbeiten. Grundsätzlich darf nur vor Kopf geschüttet werden. Die oberste Lage ist dynamisch zu verdichten.

Auf der Oberfläche dieser Stabilisierungsschicht ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa durch statische Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Zwischen dem vorhandenen bindigen Rohplanum und der neu einzubauenden Stabilisierungsschicht ist ein Trennvlies (Geotextil) der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 überlappend auszulegen. Die Anwendungsbedingungen der einzelnen Anbieter der Geotextilien sind dabei unbedingt zu beachten.

Stehen allerdings in der Aushubsohle nicht bindige Erdstoffe an, reicht unter Umständen schon eine Stabilisierung mit einer Lage von 30 cm aus. Dazu ist allerdings eine Probeffläche anzulegen und die Mächtigkeit der Stabilisierung vor Ort zu prüfen und gegebenenfalls zu präzisieren.

Variante II: Stabilisierung mit Fremdmaterial, bewehrt

Die erforderlichen Schichtstärken der Stabilisierung nach Variante I lassen sich durch eine Bewehrung mit Geogittern verringern.

Ausgehend von einem Verformungsmodul für den bindigen Untergrund von $E_{v2} \approx 10 - 20$ MPa ergibt sich nach korrelativen Zusammenhängen eine Dicke der bewehrten Stabilisierungsschicht von $d \geq 0,30$ m, mit der dann der geforderte Wert von $E_{v2} \geq 45$ MPa erreicht werden kann.

Als Schüttmaterial ist Schotter (Sieb/Brech Korn) der Körnung 0/45 bzw. 0/56 zu verwenden.

Für die Bewehrung sind Geogitter mit folgenden Eigenschaften einzusetzen:

- biaxial gestreckt
- knotenstabil
- Zugfestigkeit längs und quer $\geq 30 \text{ kN/m}$

Da als Rohplanum anthropogene Auffüllungen und bindige Lockergesteine anstehen, ist zusätzlich zur Bewehrung durch Geogitter ein Trennvlies (Geotextil) der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 auszulegen. Es können auch Verbundmaterialien aus Geotextil und Geogitter (Combi-grid/Geogrid) eingesetzt werden.

Die Anwendungsbedingungen der einzelnen Anbieter der Geotextilien und Geogitter sind dabei ebenfalls unbedingt zu beachten.

Stehen im Untergrund weich plastische bzw. durch Niederschläge aufgeweichte bindige Erdstoffe an, sollte zusätzlich zum Bodenaustausch noch Grobsteinmaterial der Körnung 50/150 vor Kopf mit dem Baggerlöffel eingearbeitet werden.

Variante III: Hydraulische Bodenstabilisierung

Eine Verbesserung der Grundtragfähigkeit des Rohplanums kann durch eine Bodenbehandlung mit Bindemitteln (qualifizierte Bodenverbesserung/Bodenverfestigung) erfolgen. Sie ist allerdings nur bei trockener Witterung und auf nicht durchfeuchtem Untergrund möglich.

Nach unseren Aufschlüssen stehen im Planumbereich oberflächennah Auffüllungen und humos durchsetzte Lößlehme und humusfreie Lößlehme an. Diese sind nach ZTV E-StB 09 und dem „Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004“ nur bedingt für eine Bodenverfestigung geeignet. Bei hohem Humusanteil sind sie als nicht geeignet einzustufen.

Als hydraulisches Bindemittel ist Feinkalk oder Zement und ein Mischbindemittel, entsprechend der Bodengruppe der im Untergrund/Planum anstehenden Lockergesteine, bis zu einer Tiefe von 0,40 m in das Rohplanum mit Hochleistungsfräsen einzuarbeiten.

Vor Ausführung einer hydraulischen Bodenstabilisierung sind Eignungsprüfungen zu veranlassen, auf deren Grundlage dann die erforderlichen Kalkzugabemengen präzisiert werden können.

Bei der hydraulischen Stabilisierung ist im Fräsverfahren eine homogene Mischung zu erreichen, bevor die Primärverdichtung mit Schafffußwalzen durchgeführt wird. Die Abschlussverdichtung ist mit Glattmantelwalzen durchzuführen, wobei gleichzeitig ein ebenflächiges Planum nach den Vorgaben der ZTV E-StB 09 herzustellen ist.

Eine Verdichtungsleistung von 98 % Proctor bzw. ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MPa ist auf dem stabilisierten Rohplanum nachzuweisen.

Die detaillierten Aussagen des „Merkblatt für die Bodenverfestigung und Bodenverbesserung mit Bindemitteln“ sind dabei unbedingt zu beachten.

Bemerkungen zu den Stabilisierungsvarianten:

Grundsätzlich wird empfohlen, nach dem Aushub im Planumbereich zunächst die vorhandenen Verformungsmoduli mittels Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134 zu ermitteln.

Anschließend sind Probeflächen anzulegen, die mit dem empfohlenen Aufbau der Stabilisierungsschicht zu gestalten sind. Durch eine Verdichtungsüberprüfung ist zu ermitteln, ob auf der Oberfläche der Stabilisierungsschichten der erforderliche Wert von $E_{v2} \geq 45$ MPa nach ZTV E-StB 09 und RSTO 12 erreicht wird.

Liegen im Laufe der weiteren Planung der Baumaßnahme exakte Aussagen zu den zu verwendenden Schüttmaterialien vor, können unsererseits die Angaben zur Dicke der Stabilisierungsschichten sowie zur Ausbildung und Anzahl der Geogitterlagen konkretisiert werden.

7.3.3 Straßenaufbau

Auf das, wie in Kapitel 7.3.2 dargelegt, stabilisierte und verdichtete, bindige Rohplanum mit einer Grundtragfähigkeit von $E_{v2} = 45$ MPa können die Frostschutz- und Tragschichten aufgebracht werden.

Nach Ermittlung der Bauklassen der Straßen ist der Aufbau der Frostschutz- und Tragschichten nach den Vorgaben der RStO 12, Tafel 1 unter Beachtung der baugrundseitigen Randbedingungen festzulegen.

Für die Frostschutz- und Schottertragschichten gelten die Sieblinien der ZTV-SoB-StB 04.

Im Straßenbereich ist eine funktionsfähige Entwässerung auf der Grundlage der RAS-Ew und der ZTV Ew-StB zu planen. Dabei ist sowohl für eine ordnungsgemäße oberirdische als auch für eine unterirdische Entwässerung der Frostschutzschicht zu sorgen.

In stark hängigen Bereichen ist eine Sicherung der Straße gegen aus dem Hangbereich zufließendem Wasser, zum Beispiel durch ein Grabensystem, in dem das Wasser gesammelt und abgeführt werden kann, vorzusehen.

Die Planumsflächen sind beiderseits durch Dränagen nach DIN 4095 zu sichern. Anfallendes Oberflächenwasser ist abzuleiten.

Für die bituminösen Trag- und Deckschichten gelten die Vorgaben der ZTV E-StB 09 und der ZTV bit-StB.

7.3.4 Nebenanlagen

Neben- und Rastanlagen, Abstellflächen

Da die im vorgesehenen Planumbereich anstehenden Auffüllungen und bindigen Lockergesteine nicht die erforderliche Grundtragfähigkeit erbringen, sind Stabilisierungsmaßnahmen notwendig.

Die Planung der Neben- und Rastanlagen ist nach Punkt 2.5.3, die der Parkflächen nach Punkt 2.5.4 der RStO 12 vorzunehmen. Entsprechend der zu erwartenden Belastungsklasse und Verkehrsart sind die Neben- und Rastanlagen sowie die Abstellflächen laut Tabelle 4 und Tabelle 5 einer Bauklasse zuzuordnen.

Aussagen zu Bauweisen und Schichtdicken finden sich unter Kapitel 5.3 und 5.4 der RStO 12. Die Mehr- und Minderdicken bezogen auf die örtlichen Verhältnisse sind zu beachten.

Hinsichtlich des Aufbaues der Stabilisierungs- und Tragschichten gelten die Aussagen unter Abschnitt 7.3 in diesem Gutachten.

Rad- und Gehwege

Für Rad- und Gehwege ist gemäß Kapitel 5.2 der RStO 12 in geschlossenen Ortschaften eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues von 30 cm erforderlich. Im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge ist die Befestigung auf die Verkehrsbelastung abzustimmen. Im Allgemeinen sollte auf eine Mindestdicke von > 45 cm orientiert werden.

Die Bauweisen für Rad- und Gehwege sind in Tafel 6 der RStO 12 festgelegt. Die Mehr- und Minderdicken aufgrund örtlicher Erfahrungen sind ebenfalls zu beachten.

Für die Gehwege sollte prinzipiell auf eine Mindestdicke der Stabilisierungsschicht von 30 cm orientiert werden, da im Planumbereich weich bis steif plastische bindige Auffüllungen und Lockergesteine anstehen.

Zwischen dem Rohplanum und der Stabilisierungsschicht ist ein Geotextil der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 als Trennvlies auszulegen.

Sollten sich aufgrund ungünstiger Witterungsverhältnisse sehr schlechte Verhältnisse ergeben, kann zusätzlich ein Geogitter eingelegt werden.

7.3.5 Bautechnologische Hinweise

Sowohl die im Planungsbereich anstehenden anthropogenen Auffüllungen als auch die bindigen Lockergesteine stellen sehr stark wasser- und bewegungsempfindliche Erdstoffe dar.

Die Erdarbeiten sollten daher in einer niederschlagsarmen Jahreszeit und grundsätzlich nur rückschreitend durchgeführt werden, da ansonsten beim Befahren mit Baumaschinen aufgrund der dynamischen Belastung mit einer Mobilisierung des Bodenwassers zu rechnen ist. Die bindigen Lockergesteine gehen von ihrer natürlichen Konsistenz in eine breiige bis weiche Konsistenz über, was zu einer weiteren Einschränkung der Befahrbarkeit führt.

Die Größe der freigelegten Planumsabschnitte ist deshalb auf das technologische Mindestmaß zu begrenzen.

Bei Niederschlag und in Regenperioden sind glatte Planumsflächen mit einem Quergefälle von 3 % herzustellen, so dass ein Abfließen der Niederschlagswässer gewährleistet ist. Eine offene Wasserhaltung ist über Baudrönanen und Pumpensümpfe vorzuhalten.

Bei notwendigen Aushubarbeiten in unmittelbarer Nähe einer vorhandenen oder neu errichteten Randbebauung ist zu beachten, dass die Gründungssohlen nicht unterschritten werden. Vor Baubeginn sollte daher ein Beweissicherungsverfahren für diese Gebäude eingeleitet werden.

Im Vorlauf zu den Bauarbeiten sind die Gründungssohlen der einzelnen Bauwerke zu erkunden. Liegen diese höher als die Aushubsohlen, sollte nur abschnittsweise, gemäß den Grundsätzen der DIN 4123, gearbeitet werden. Dies gilt auch bezüglich der notwendigen Verdichtungsarbeiten und der damit einhergehenden Erschütterungen.

7.4 Gründungsempfehlungen für Bauwerke

Zur Beurteilung der Baugrundsituation im Bereich der geplanten Bauwerke (Büro- und Produktionsgebäude) wurden die Sondierbohrungen BS 1 bis BS 5 niedergebracht.

Aufgrund der vorliegenden Aufschlussergebnisse kann festgestellt werden, dass das vorgesehene Bauareal prinzipiell als Gewerbegebiet bebaubar ist. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die oberflächennah anstehenden anthropogenen Auffüllungen als auch die humos durchsetzten Lößlehme (Schwemmlöß) grundsätzlich nicht als Gründungsschichten geeignet sind, zu Setzungen und Sackungen neigen, und daher mit den Gründungselementen (Fundamenten) vollständig durchfahren werden müssen.

Ingesamt sollte auf eine Gründung der einzelnen Bauwerke in einer einheitlichen Baugrundschieht, innerhalb der humusfreien Lößlehme, orientiert werden.

In das Gelände einbindende Untergeschosse sollten durch eine umlaufende Drainage entsprechend DIN 4094 gegen Schichtwasserzutritt gesichert werden.

Grundsätzlich wird empfohlen, aufgrund der erkundeten anthropogenen Auffüllungen und der humos durchsetzten Lößlehme mit stark unterschiedlichen Mächtigkeiten objektbezogene Baugrunduntersuchungen am jeweiligen Neubaustandort des Bauwerkes durchzuführen. Infolge der Vornutzung des Geländes kann nicht ausgeschlossen werden, dass neben den Aufschlusspositionen größere Mächtigkeiten an nicht oder gering tragfähigen Lockergesteinen vorhanden sind.

Nach der Festlegung konkreter Gründungsordinaten und der Lage der einzelnen Gebäudeneubauten sind objektbezogene Baugrunduntersuchungen unumgänglich.

Auf der Grundlage dieser detaillierten Baugrunduntersuchungen können dann die erforderlichen Gründungsarten und Gründungstiefen sowie die zur Stabilisierung des Baugrundes notwendigen Bodenaustauschmächtigkeiten festgelegt werden, die eine bautechnisch einwandfreie und sichere Gründung der Büro- und Produktionsgebäude gewährleisten.

7.4.1 Gründung ohne Unterkellerung

Werden die geplanten Bauwerke **nicht unterkellert**, ist nur eine flache Einbindung in den Baugrund notwendig, sodass die Lastabtragung über eine bewehrte Bodenplatte mit Frostschrüzen oder über Einzel- und Streifenfundamente vorgenommen werden sollte.

Bei einer Gründung über eine **Bodenplatte mit Frostschrüzen** sind die nicht tragfähigen Auffüllungen und humosen Lößlehen (Schwemmlöß) vollständig aus dem Gründungsbereich zu entfernen, damit ein einheitlich mächtiges, mehrlagiges Boden-/Stabilisierungspolster aus verdichtungsfähigem Material auf einer ebenen Fläche innerhalb der humusfreien Lößlehme aufgebaut werden kann.

Zur Gewährleistung der Frostsicherheit (Sicherung der Bodenplatte gegen Frosteinwirkung) ist eine umlaufende Frostschrüze bis in eine Tiefe von $\geq 1,00\text{m}$ unter GOK zu führen.

Auf der Grundlage der angetroffenen Erdstoffe im Bauareal und einer Setzungsabschätzung mit Lastannahmen können folgende geotechnischen Kenngrößen als Annahme zur Vorplanung des Bauwerkes herangezogen werden.

Für die anstehenden Erdstoffe ist in Abhängigkeit der Konsistenz und der notwendigen Boden-/Stabilisierungspolsterdicke der **Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes** nach DIN 1054 (Dezember 2010) vorab auf $\sigma_{R,d} = 100 - 200 \text{ kN/m}^2$ maximal zu dimensionieren. Zur Berechnung auf elastischer Bettung gilt vorab ein **Bettungsmodul** von $k_s = 5 - 15 \text{ MN/m}^3$.

Bei einer Lastabtragung mit **Einzel- und Streifenfundamenten** über die humusfreien Lößlehen kann für die statische Berechnung vorab ein **Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes** entsprechend DIN 1054 (Dezember 2010) angesetzt werden. Für die humusfreien Lößlehen ist eine steif plastische Konsistenz anzusetzen. Danach ergibt sich vorab ein **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** von $\sigma_{R,d} = 100 - 200 \text{ kN/m}^2$.

Detaillierte Aussagen zum Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes sowie zum Bettungsmodul k_s als auch eine Setzungsabschätzung können nur detailbezogen auf das jeweilige Bauwerk nach einer entsprechenden Baugrunduntersuchung am Baustandort gemacht werden.

7.4.2 Gründung mit Unterkellerung

Sollen die Bauwerke **vollständig unterkellert** werden, ist die Lastabtragung über eine bewehrte Bodenplatte vorzunehmen. Prinzipiell kann von einer Einbindetiefe des Kellers von ca. 3,00 m unter GOK ausgegangen werden.

Die Gründungssohle verläuft entsprechend der vorliegenden Aufschlüsse somit in den normal tragfähigen und normal setzungsempfindlichen humusfreien Lößlehme. Über diese Lockergesteinsschichten ist eine sichere und wirtschaftliche Gründung gewährleistet.

Umfangreiche Zusatzmaßnahmen sind nicht erforderlich. Eventuell macht sich eine Sohlsicherung mittels Magerbeton notwendig.

Für die humusfreien Lößlehme ist in Abhängigkeit der Konsistenz und der Gründungstiefe der **Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes** nach DIN 1054 (Dezember 2010) vorab auf **$\sigma_{R,d} = 100 - 200 \text{ kN/m}^2$** maximal zu dimensionieren. Zur Berechnung auf elastischer Bettung gilt vorab ein **Bettungsmodul von $k_s = 5 - 15 \text{ MN/m}^3$** .

Auch bei einer vollständigen Unterkellerung der Bauwerke gilt, dass Aussagen zum Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes sowie zum Bettungsmodul k_s als auch eine Setzungsabschätzung nur detailbezogen auf das jeweilige Bauwerk nach einer entsprechenden Baugrunduntersuchung am Baustandort gemacht werden können

Da bei ungünstigen Witterungsbedingungen Schicht-/ Oberflächen- und Grundwässer nicht ausgeschlossen werden können, ist eine Abdichtung der Kellergeschosse entsprechend DIN 18 195, Teil 4 in Verbindung mit einer Drainage nach DIN 4095 erforderlich. Teilweise kann entsprechend dem Wasserandrang auch eine Abdichtung nach DIN 18 195, Teil 6 notwendig sein.

7.5 Entwässerung / Versickerungsfähigkeit des Untergrundes

Im Straßenbereich ist eine funktionsfähige **Entwässerung** auf der Grundlage der RAS-Ew und der ZTV Ew-StB zu planen. Die Planumsflächen sollten dabei durch Dränagen nach DIN 4095 gesichert werden.

Die Versickerung von anfallenden Oberflächenwässern aus dem Grundstücks- und Straßenbereich ist im Bebauungsareal vorgesehen. Detaillierte Planungsunterlagen liegen dazu noch nicht vor.

Nach Auswertung der Aufschlussergebnisse ist festzustellen, dass unter einer Deckschicht aus anthropogenen Auffüllungen humos durchsetzte Lößlehm (Schwemmlöß) anstehen, die von humusfreien Lößlehm bis zur Endteufe unterlagert werden.

Eine Versickerung in den künstlichen Auffüllungen als auch in den humos durchsetzten Lößlehm ist nicht zulässig.

Auch die bindigen, humusfreien Lößlehme sind aufgrund ihrer Ausbildung und erdstoffphysikalischen Eigenschaften erfahrungsgemäß nach DIN 18 130, Teil 1 als schwach bis sehr schwach durchlässig einzustufen, so dass im Bereich dieser Lockergesteine eine Versickerung ebenfalls nicht oder nur schwer möglich ist.

Folgender Durchlässigkeitsbeiwert k_f wurde im Versickerungsversuch vor Ort ermittelt. Die Zuordnung erfolgte nach DIN 18 130, Teil 1 „Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes“.

Erdstoff	Sondierbohrung	Tiefe unter GOK [m]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	DIN 18 130, Teil 1
Lößlehm, humusfrei	BS 1	1,50 - 2,00	$1,14 \times 10^{-7}$	schwach durchlässig

Gemäß DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich etwa in einem k_f -Bereich von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s. Nach RAS-Ew muss die wasseraufnehmende Schicht eine genügende Mächtigkeit und ein ausreichendes Schluckvermögen (Böden mit k_f -Werten $\geq 10^{-4}$ m/s) besitzen.

Aufgrund der abgeteuften Sondierbohrungen als auch des Feldversuches kann festgehalten werden, dass im Projektareal diese Bedingungen nicht gegeben sind. Die k_f -Werte des humusfreien Lößlehms liegen nicht im geforderten Bereich.

Somit ist festzustellen, dass eine Versickerung der anfallenden Wässer nach DWA-A 138 und RAS-Ew im geplanten Geländebereich und in den unmittelbar angrenzenden Bereichen nicht möglich ist.

7.6 Weiterführende Arbeiten

Da dieses Baugrundgutachten im Vorlauf zur Baumaßnahme als flächendeckende Erschließungs- bzw. Baugrunduntersuchung in Auftrag gegeben wurde, liegen zum jetzigen Zeitpunkte noch keine konkreten Informationen über geplante Bauwerke, exakte Bauwerksabmessungen, Gründungsarten und Gründungskordinaten sowie Erschließungsmaßnahmen vor.

Nach der Erstellung der Detailplanung zu den einzelnen Bauvorhaben macht sich somit, in Absprache mit den Bauherren und den Planungsbüros, eine Detailerkundung des Baugrundes an den einzelnen Baustandorten erforderlich.

Der Umfang dieser geotechnischen Untersuchung richtet sich nach dem jeweiligen Bauareal, den geplanten Bauwerken und der ermittelten Baugrundsituation.

8. Bodenklassen

Die am Projektareal anstehenden Bodenschichten sind nach DIN 18 300 in folgende Bodenklassen einzustufen:

Anthropogene Auffüllung [A]	3 - 5
Mutterboden [OH]	1
Lößlehm, humos [TM/OU]	2 - 4
Lößlehm, humusfrei [TM]	4
Lößlehm, humusfrei [TL/ST]	4

Die Aufnahme alter Fahrbahndecken (Asphalt, Beton) sowie der eventuelle Aushub von im Planum vorhandenen Hindernissen (Bauwerksreste, alte Fundamente etc.) und Fremdstoffen sind als Sonderposition in die Ausschreibung aufzunehmen.

8. Zusammenfassung

Auf Grundlage der schriftlichen Beauftragung durch die Stadtverwaltung Weißenfels vom 29.05.2012 wurden am 15./16.04.2013 Baugrunduntersuchungen zur geplanten Erschließung des Gewerbegebietes „Am Sandberg“ in 06667 Weißenfels OT Langendorf durchgeführt.

Im Zuge der Untersuchungen vor Ort wurden auftragsgemäß 14 Sondierbohrungen bis maximal 5,00 m unter GOK abgeteuft, lage- und höhenmäßig eingemessen und geotechnisch aufgenommen und bewertet.

Dabei wurden unter einer großmächtigen Oberflächenbedeckung aus anthropogenen Auffüllungen und humosem Oberboden (Mutterboden) zunächst humos durchsetzte Lößlehme (Schwemmlöß) erkundet, die von humusfreien Lößlehme unterlagert werden. Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung nicht angetroffen.

Aus geotechnischer Sicht werden, unter Einbeziehung der erkundeten Baugrund- und Grundwassersituation sowie der vorliegenden Planungsunterlagen zu den geplanten Bauwerken geotechnische Gründungsvarianten (mit Unterkellerung, ohne Unterkellerung) erläutert, wobei die nicht tragfähigen Erdstoffe (Auffüllungen, humose Lößlehme) durch ein Boden-/Stabilisierungspolster zu ersetzen bzw. auszugleichen sind.

Für den Kanalbau wird eine Stabilisierung der Kanalsohle sowie die Anwendung eines Verbaus empfohlen. Im Zuge des grundhaften Ausbaus der Straßen sind Stabilisierungsmaßnahmen zur Erreichung der Grundtragfähigkeit erforderlich. Im Gutachten werden dazu 3 Varianten der Stabilisierung erläutert.

Es sind Eignungsprüfungen durch Probeflächen oder gleichwertige Maßnahmen zu veranlassen, um die bautechnische und bautechnologische Durchführbarkeit der geplanten Stabilisierungs- und Ausführungsvarianten der Straßenbaumaßnahme sicherzustellen.

Die Versickerung von anfallenden Niederschlags- und Oberflächenwässern im Bauareal ist nicht möglich. Der durchgeführte Absinkversuch ergab, dass die notwendigen Bedingungen bezüglich der vorhandenen Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) innerhalb der angetroffenen Lockergesteine nicht gegeben sind.

Da dieses Baugrundgutachten als flächendeckende geotechnische Erschließungsuntersuchung im Vorlauf zur Erstellung des Gewerbegebietes in Auftrag gegeben wurde, liegen zum jetzigen Zeitpunkt noch keine konkreten Informationen über geplante Bauwerke sowie Erschließungsmaßnahmen vor. Im Gutachten sind daher nur allgemeine Aussagen zur Bebaubarkeit des Baugebietes sowie allgemeine Ausführungs- und Gründungsempfehlungen zum Straßen- und Kanalbau als auch zur Gründung von Büro- und Produktionsgebäuden erarbeitet.

Dieses Gutachten ersetzt nicht eine detaillierte Baugrunduntersuchung zu Bauwerksgründungen und Kanal-/Straßenbauvorhaben, bezogen auf konkrete Baustandorte und Bauwerke im Untersuchungsgebiet.

Sofern sich in der weiteren Planungsphase wesentliche Änderungen der getroffenen Annahmen ergeben, sind ergänzende Empfehlungen auf der Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse anzufordern.

Annahmen zu geotechnischen und baugrundspezifischen Kenngrößen sind nach Erstellung und Vorlage der Detailplanung, bezogen auf das jeweilige Bauvorhaben, durch unser Büro zu präzisieren.

Beim Landesamt für Geologie und Bergwesen in Halle/Saale sind detaillierte Aussagen zur Art und zum Umfang möglicher Auslaugungserscheinungen im Baubereich sowie erforderliche bautechnische Sicherungsmaßnahmen einzuholen und in der weiteren Planung der Baumaßnahme und der Versickerung zu beachten.

Grundsätzlich gilt, dass die Baugrundverhältnisse zwischen den einzelnen Aufschlüssen nicht unbedingt stets mit denen der Aufschlusspunkte übereinstimmen müssen. Wir behalten uns daher eine Überprüfung der Aufschlusssituation sowie eine Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen und gegebenenfalls ergänzende Anordnungen vor. Wir bitten deshalb um eine rechtzeitige Benachrichtigung bezüglich des Baubeginns.

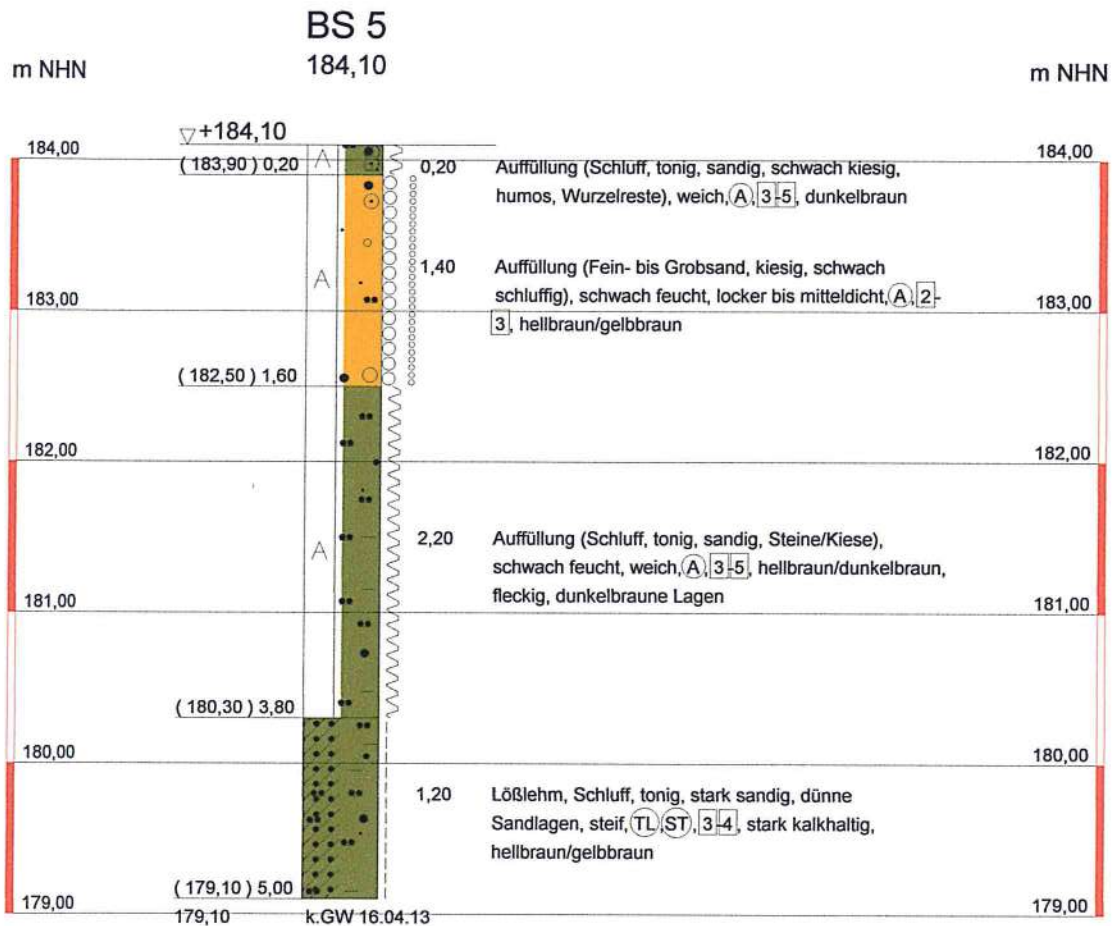
Freyburg, 26.04.2013

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jens Buckow


Geotechnisches Ingenieurbüro Buckow
Dipl.-Ing. Gerhard Buckow



Geotechnisches Ingenieurbüro Buckow 	
Dipl.-Ing. Gerhard Buckow Traubenweg 14 · 06632 Freyburg Tel. 034464/27690 · www.geotechnik-buckow.de	
Projekt: Gewerbegebiet Langendorf "Am Sandberg" 06667 Weißenfels OT Langendorf	
Az.: 120601	Anl.: 2.1
Lageplan	Maßstab: ohne
 Sondierbohrung (BS)  Absinkversuch (ABS)	



**Geotechnisches
Ingenieurbüro Buckow**

Traubenweg 14
06632 Freyburg
Tel.: 034464/27690
www.geotechnik-buckow.de

Bauvorhaben:
Gewerbegebiet Langendorf "Am Sandberg",
06667 Weißenfels OT Langendorf

Planbezeichnung:
Profilschnitte der Sondierbohrungen

Anl.: 2.2.2

Plan-Nr: 2

Projekt-Nr: 120601

Datum: 22.04.13

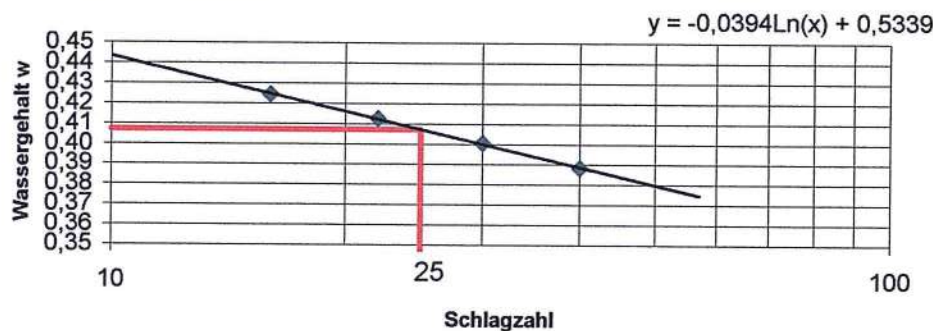
Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: J.Bu.

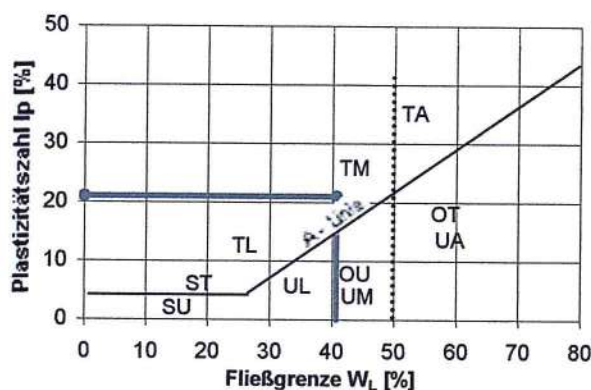
Bauvorhaben : Gewerbegebiet "Am Sandberg", Weißenfels OT Langendorf
 Entnahmestelle : BS 6
 Entnahmetiefe : 0,40 - 1,40 m
 Erdstoff : Lößlehm; U, t, s, h
 Datum / Bearb. : 19.04.2013/Schie.

Behälter Nr.	Wassergehalt	Ausrollgrenze			Fließgrenze			
	26	1	2	3	4	5	6	7
m + m _B [g]	195,864	58,880	59,217	61,942	66,840	64,230	62,243	60,104
m _d + m _B [g]	186,552	58,211	58,493	61,205	65,028	62,601	60,567	58,330
m _B [g]	144,228	54,821	54,836	57,449	60,759	58,652	56,380	53,762
W	0,220	0,197	0,198	0,196	0,424	0,413	0,400	0,388
Schlagzahl					16	22	30	40

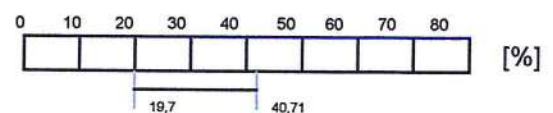
natürlicher Wassergehalt : W_n = 0,220 [-] m₀ = 0,134 [g]
 Fließgrenze : W_L = 0,407 [-] m_d = 42,324 [g]
 Ausrollgrenze : W_P = 0,197 [-] Ü = 0,003 [-]
 Plastizitätszahl I_P = W_L - W_P : I_P = 0,210 [-]
 Konsistenzzahl I_C = $\frac{W_L - W_0}{I_P}$: I_C = 0,888 [-] W₀ = 0,221 [-]

 Diagramm zur Ermittlung von W_L


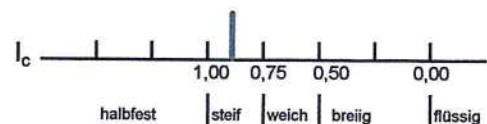
Plastizitätsdiagramm (Bodengruppen nach DIN 18 196)



Konsistenzbalken



Konsistenz

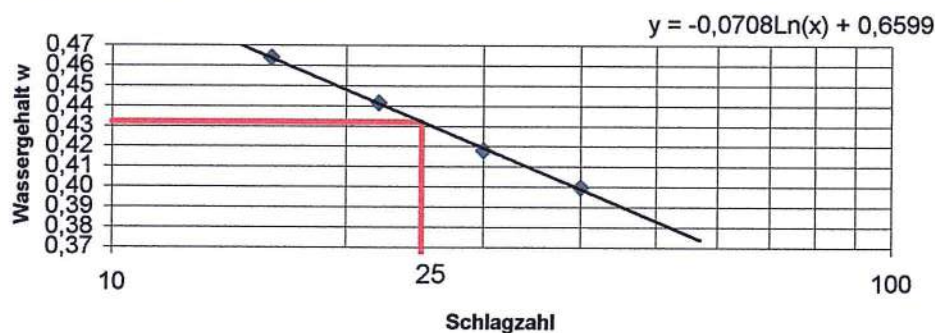


Bemerkungen:

Bauvorhaben : Gewerbegebiet "Am Sandberg", Weißenfels OT Langendorf
 Entnahmestelle : BS 6
 Entnahmetiefe : 1,40 - 2,00 m
 Erdstoff : Lößlehm; U, t, s
 Datum / Bearb. : 19.04.2013/Schie.

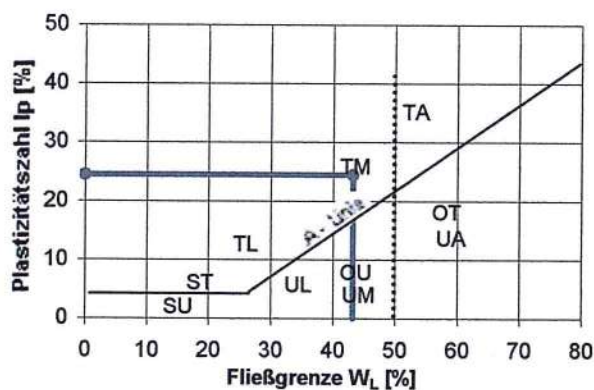
Behälter Nr.	Wassergehalt	Ausrollgrenze			Fließgrenze			
	28	8	9	10	11	12	13	14
m + m _B [g]	186,443	61,710	61,327	60,224	62,387	64,622	66,394	64,278
m _d + m _B [g]	177,696	60,971	60,602	59,442	60,513	62,680	64,500	62,528
m _B [g]	139,407	57,030	56,761	55,290	56,474	58,281	59,968	58,150
W	0,228	0,188	0,189	0,188	0,464	0,441	0,418	0,400
Schlagzahl					16	22	30	40

natürlicher Wassergehalt : $W_n = 0,228$ [-] $m_u = 0,020$ [g]
 Fließgrenze : $W_L = 0,432$ [-] $m_d = 38,289$ [g]
 Ausrollgrenze : $W_P = 0,188$ [-] $\ddot{U} = 0,001$ [-]
 Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: $I_P = 0,244$ [-]
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{W_L - W_u}{I_P}$: $I_C = 0,834$ [-] $W_u = 0,229$ [-]

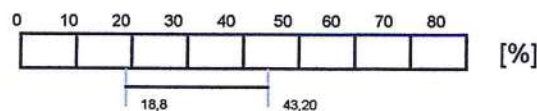
 Diagramm zur Ermittlung von W_L


Plastizitätsdiagramm

(Bodengruppen nach DIN 18 196)



Konsistenzbalken



Konsistenz

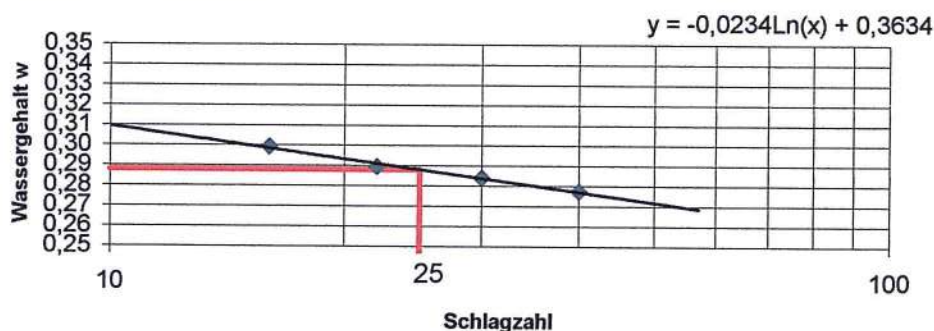


Bemerkungen:

Bauvorhaben : Gewerbegebiet "Am Sandberg", Weißenfels OT Langendorf
 Entnahmestelle : BS 6
 Entnahmetiefe : 2,00 - 5,00 m
 Erdstoff : Lößlehm; U, t, s*
 Datum / Bearb. : 19.04.2013/Schie.

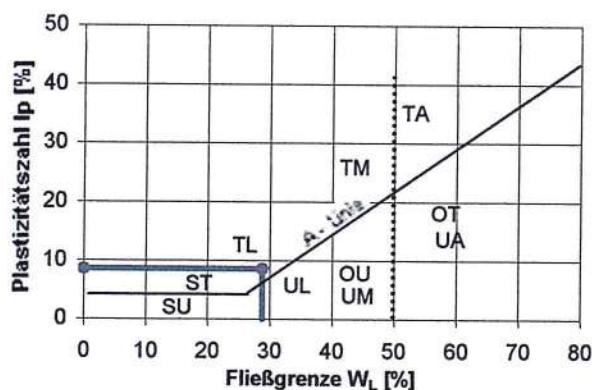
Behälter Nr.	Wassergehalt	Ausrollgrenze			Fließgrenze			
	29	15	16	18	19	20	21	22
m + m _B [g]	185,564	62,738	65,718	61,930	68,030	65,024	59,775	73,622
m _d + m _B [g]	177,374	61,694	64,550	60,798	65,104	63,345	57,730	71,862
m _B [g]	137,853	56,524	58,810	55,200	55,332	57,548	50,527	65,520
W	0,207	0,202	0,203	0,202	0,299	0,290	0,284	0,278
Schlagzahl					16	22	30	40

natürlicher Wassergehalt : $W_n = 0,207$ [-] $m_0 = 0,146$ [g]
 Fließgrenze : $W_L = 0,288$ [-] $m_d = 39,521$ [g]
 Ausrollgrenze : $W_P = 0,203$ [-] $\ddot{U} = 0,004$ [-]
 Plastizitätszahl $I_P = W_L - W_P$: $I_P = 0,086$ [-]
 Konsistenzzahl $I_C = \frac{W_L - W_0}{I_P}$: $I_C = 0,936$ [-] $W_0 = 0,208$ [-]

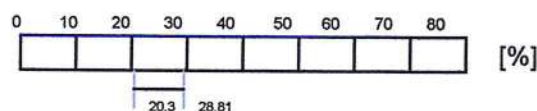
Diagramm zur Ermittlung von W_L 

Plastizitätsdiagramm

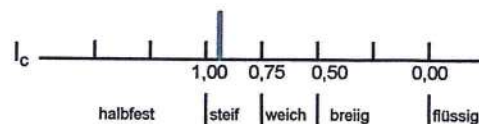
(Bodengruppen nach DIN 18 196)



Konsistenzbalken



Konsistenz



Bemerkungen:

GIB	Geotechnisches Ingenieurbüro Freyburg	Glühverlust DIN 18 128	Anlage : 2.3.2 Blatt : 1 Az. : 12 06 01	
	Bauvorhaben : Gewerbegebiet "Am Sandberg", Weißenfels OT Langendorf			
	Entnahmestelle : BS 6			
	Entnahmetiefe : 0,40 - 1,40 m			
Erdstoff : Lößlehm; U, t, s, h				
Datum / Bearb. : 22.04.2013/Schie.				
Behälter Nr		1	2	3
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter m_d+m_B g		22,238	21,418	21,210
Masse der geglühten Probe mit Behälter $m_{gl}+m_B$ g		22,036	21,213	21,010
Masse des Behälters m_B g		17,102	16,008	16,219
Massenverlust $(m_d+m_B)-(m_{gl}+m_B)$ Δm_{gl} g		0,202	0,205	0,200
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen $(m_d + m_B) - m_B$ m_d g		5,136	5,410	4,991
Glühverlust $V_{gl} = \frac{\Delta m_{gl}}{m_d}$ V_{gl} 1		0,039	0,038	0,040
Glühverlust Mittelwert V_{gl} 1		0,039		
Bemerkungen: $W_n = 22,6 \%$				

ABSINKVERSUCH

Projekt: Gewerbegebiet „Am Sandberg“
06667 Weißenfels OT Langendorf

Standort: BS 1 / ABS 1

Datum: 15.04.2013

Boden-/ Felsart: Lößlehm, humusfrei (U, t, s*)

Az.: 120601 **Anl.:** 2.4

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes k_f nach USBR:

$$k_f = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot H} \cdot \ln \frac{L}{r_a} \quad [m/s] \quad L \geq 10 r_a \quad (\text{zylinderförmiger Strömungsbereich})$$

Hierbei ist:

$$Q = \text{Infiltrationsmenge} = \frac{\pi \cdot \Delta h}{\Delta t} \quad [m^3/s]$$

$$L = \text{unverrohrte Bohrlochstrecke} \quad [m]$$

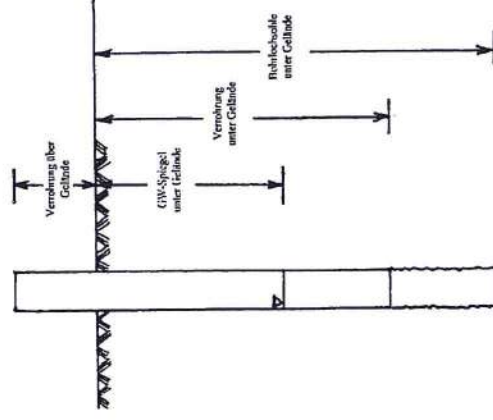
$$\Delta h = \text{Absinkbetrag des Wasserspiegels im Bohrloch} = h_1 - h_2 \quad [m]$$

$$h_1, h_2 = \text{Wasserstände im Bohrrohr über dem GW-Spiegel (oder Bohrlochsohle)} \quad [m]$$

$$H = \text{mittlere Druckhöhe} = h_1 - \Delta h/2 \quad [m]$$

$$r_a, r_i = \text{halber Bohrrohr Außen-/Innendurchmesser} \quad [m]$$

$$\Delta t = \text{Zeitintervall} = t_2 - t_1 \quad [s]$$



Bohrlochsohle unter Gelände [m] : 2,00	Verrohrung unter Gelände [m] : 1,50				
Verrohrung über Gelände [m] : 0,05	GW-Spiegel unter Gelände [m] : -				
Durchmesser der Verrohrung [cm] : $r_a = 0,025$	(vor Versickerungsbeginn)				

r_a [m]	r_i [m]	Δh [m]	Δt [s]	H_i [m]	H [m]	L [m]	Q [m³/s]	$\ln L/r_a$	k_f [m/s]	k_f mittel
0,025	0,023	0,25	1800	2,05	1,925	0,5	$2,318 \times 10^{-7}$		$1,143 \times 10^{-7}$	

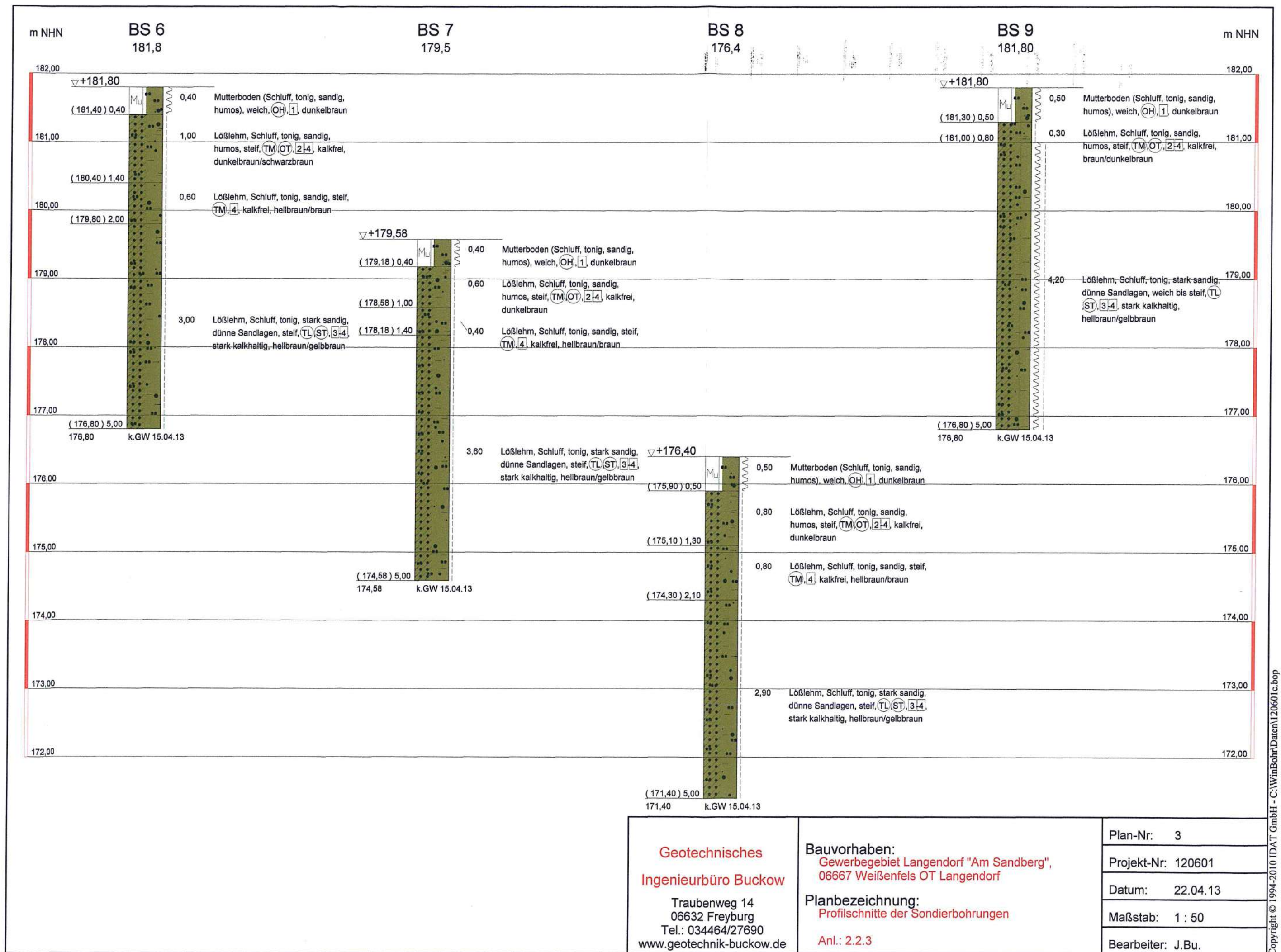
Bemerkungen: nach DIN 18 130, Teil 1 (DIN 18130-1:1998-05): **schwach durchlässig**



Traubenweg 14
06632 Freyburg
Tel.: 034464/27690
www.geotechnik-buckow.de

Anl.: 2.2.1

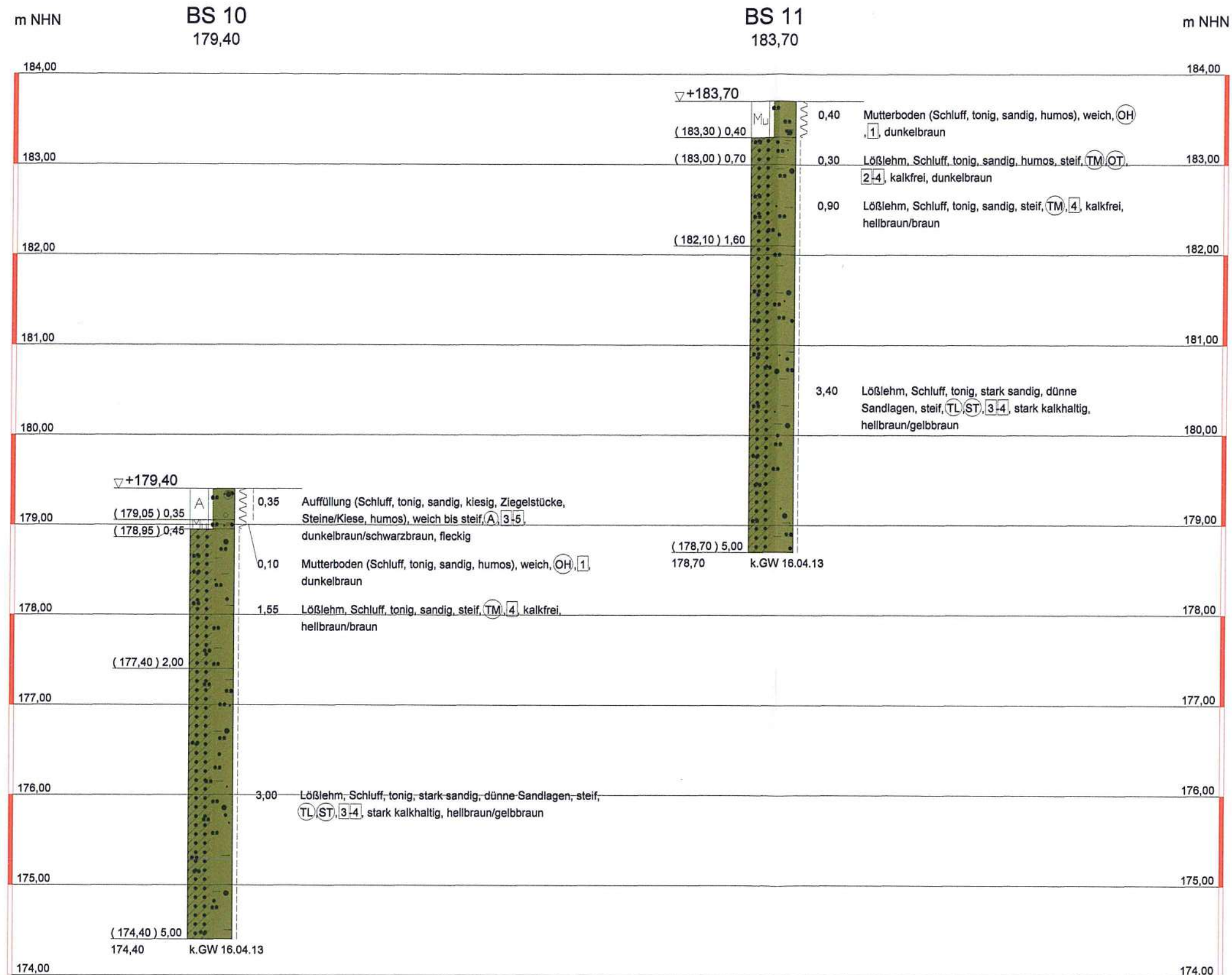
Plan-Nr:	1
Projekt-Nr:	120601
Datum:	22.04.13
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	J.Bu.



Geotechnisches
Ingenieurbüro Buckow
Traubenweg 14
06632 Freyburg
Tel.: 034464/27690
www.geotechnik-buckow.de

Bauvorhaben:
Gewerbegebiet Langendorf "Am Sandberg",
06667 Weißenfels OT Langendorf
Planbezeichnung:
Profilschnitte der Sondierbohrungen
Anl.: 2.2.3

Plan-Nr:	3
Projekt-Nr:	120601
Datum:	22.04.13
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	J.Bu.



**Geotechnisches
Ingenieurbüro Buckow**

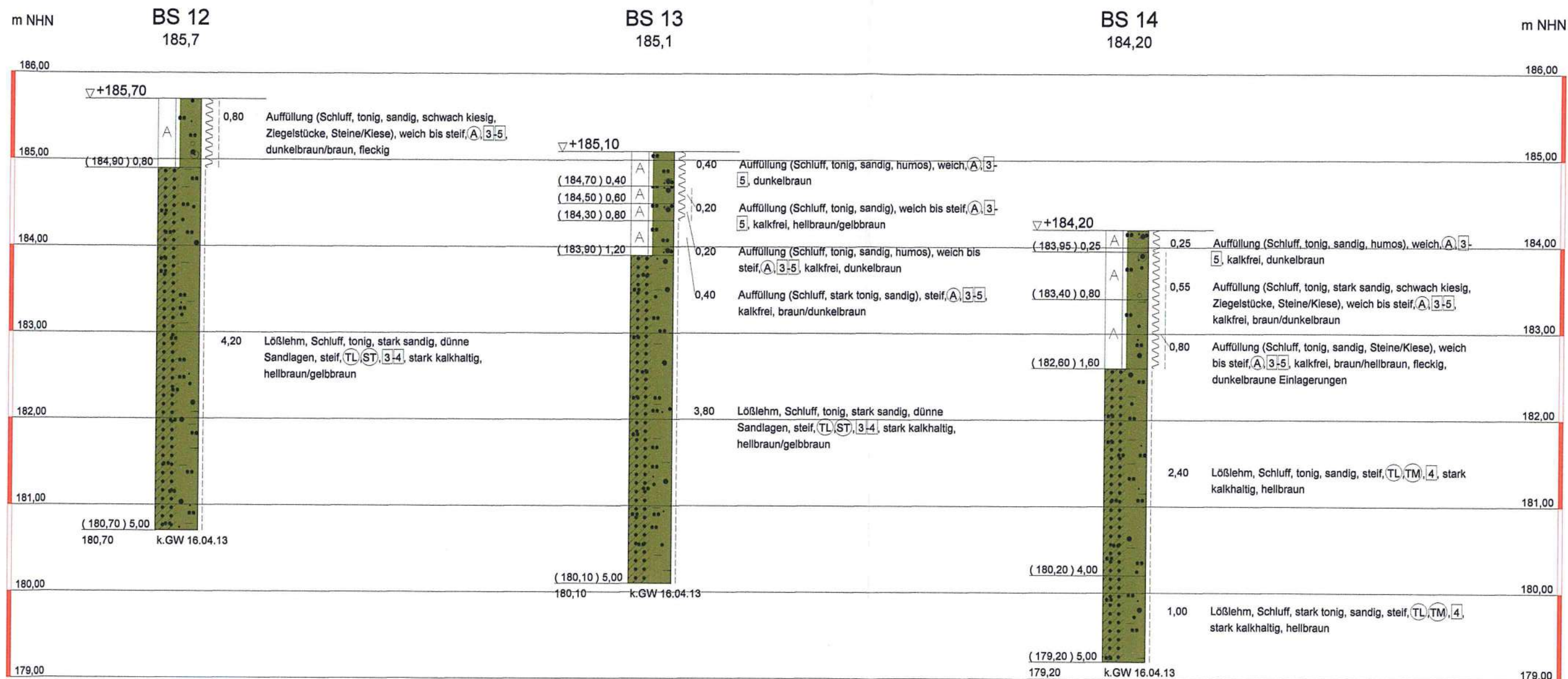
Traubenweg 14
06632 Freyburg
Tel.: 034464/27690
www.geotechnik-buckow.de

Bauvorhaben:
Gewerbegebiet Langendorf "Am Sandberg",
06667 Weißenfels OT Langendorf

Planbezeichnung:
Profilschnitte der Sondierbohrungen

Anl.: 2.2.4

Plan-Nr:	4
Projekt-Nr:	120601
Datum:	22.04.13
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	J.Bu.



Geotechnisches
Ingenieurbüro Buckow

Traubenweg 14
06632 Freyburg
Tel.: 034464/27690
www.geotechnik-buckow.de

Bauvorhaben:
Gewerbegebiet Langendorf "Am Sandberg",
06667 Weißenfels OT Langendorf

Planbezeichnung:
Profilschnitte der Sondierbohrungen

Anl.: 2.2.5

Plan-Nr: 5

Projekt-Nr: 120601

Datum: 22.04.13

Maßstab: 1 : 50

Bearbeiter: J.Bu.