



Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: Wittenburg
B - Plan Nr. 18
Straßen- / Kanalbau

Bauherr : Stadt Wittenburg

Registriernummer : 19 085

Auftraggeber : Stadt Wittenburg
Molkereistraße 4
19243 Wittenburg

Aufgestellt durch : Dipl.- Geol. Ralf Puppe

Textseiten : 20

Anlageseiten : 58

Wittenförden, den 18.06.2019

Dipl.-Ing. T. Beirow
Geschäftsführer

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung / Bauvorhaben / Aufgabenstellung	4
1.1	<i>Allgemeines</i>	4
1.2	<i>Aufgabenstellung.....</i>	4
2	Geotechnische Feld- und Laboruntersuchungen.....	4
2.1	<i>Bodenaufschlüsse / Feldversuche / Probenahme</i>	4
2.2	<i>Bodenmechanische Laboruntersuchungen</i>	5
2.3	<i>Chemische Untersuchungen an Bodenproben</i>	6
3	Geotechnische Verhältnisse.....	6
3.1	<i>Morphologie, Bebauung, Nutzung.....</i>	6
3.2	<i>Baugrund- und Grundwasserverhältnisse</i>	7
3.2.1	<i>Baugrundsichtung</i>	7
3.2.2	<i>Grundwasserverhältnisse</i>	8
4	Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen.....	8
4.1	<i>Bautechnische Eigenschaften und Klassifizierung der Baugrundsichten</i>	8
4.2	<i>Durchlässigkeit.....</i>	10
4.3	<i>Verwendung der vorhandenen Böden.....</i>	11
5	Ergebnisse der orientierenden Altlastenerkundung	11
5.1	<i>Zusammenstellung der Analysenergebnisse</i>	11
5.2	<i>Auswertung und Beurteilung.....</i>	13
5.3	<i>Bereich Stallanlage</i>	13
5.4	<i>Bereich Ackerfläche.....</i>	14
6	Zusammenfassung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse.....	15
7	Gründungsvorschläge / Empfehlungen	16
7.1	<i>Kanalbau.....</i>	16
7.1.1	<i>Gründung der Leitungen und Schächte.....</i>	16
7.1.2	<i>Herstellen / Verfüllung des Leitungsgrabens</i>	16
7.1.3	<i>Verbau</i>	17
7.1.4	<i>Wasserhaltung</i>	17
7.2	<i>Straßenbau</i>	17
7.2.1	<i>Notwendige Dicke des Straßenoberbaus</i>	17
7.2.2	<i>Ausbauvorschläge - Straße.....</i>	19
7.2.3	<i>Hinweise zur Bauausführung</i>	19
8	Baubegleitende Überwachung	20
9	Ergänzende Hinweise	20

TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1</i>	<i>Ansatzhöhe und Aufschlusstiefen Baugrunderkundung</i>	<i>4</i>
<i>Tabelle 2</i>	<i>Ansatzhöhen und Aufschlusstiefen Altlastenerkundung</i>	<i>5</i>
<i>Tabelle 3</i>	<i>bodenmechanische Laborversuche</i>	<i>5</i>
<i>Tabelle 4</i>	<i>Zusammenstellung Mischproben / Analysenprogramm</i>	<i>6</i>
<i>Tabelle 5</i>	<i>Wasserstände</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 6</i>	<i>Bodengruppen , Bodenklassen, Verdichtungsklassen, Frostsicherheit</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 7</i>	<i>Durchlässigkeitsbeiwerte</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 8</i>	<i>bautechnische Wiederverwendung der anstehenden Böden</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 9</i>	<i>Zusammenstellung Ergebnisse Stallanlage (lt. Anl. 5)</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 10</i>	<i>Zusammenstellung Ergebnisse Ackerfläche (lt. Anl. 6)</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 11</i>	<i>Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus RStO 12)</i>	<i>18</i>

UNTERLAGENVERZEICHNIS

U 1	Wittenburg, B.-Plan 18, Arbeitsstand 11.12.2018	12/2018
U 2	Ergebnisse der Rammkernsondierungen, IGU mbH	03/2019
U 3	Ergebnisse von bodenmechanischen Laboruntersuchungen, IGU mbH	03/2019
U 4	Ergebnisse von Laboruntersuchungen n. TR LAGA Boden; BBodSchG Eurofins Umwelt Nord GmbH; Berichte AR-19-NK 001362-01; AR-19-NK 001364-01, AR-19-NK 001320-01, AR-19-NK 001603-01	03-04/2019

ANLAGENVERZEICHNIS

A 1	Lageplan der Aufschlüsse, Maßstab 1 : 2000	1 Blatt
A 2	Baugrundschnitt	1 Blatt
A 3	Bohrprofile	23 Blatt
A 4	Laborprotokolle Kornverteilungen	3 Blatt
A 5	Laborprotokolle Eurofins Umwelt Nord GmbH Untersuchung von Bodenproben n. TR LAGA Boden	8 Blatt
	AR-19-NK 001362-01	8 Blatt
	AR-19-NK 001603-01	
A 6	Laborprotokolle Eurofins Umwelt Nord GmbH Untersuchung von Bodenproben n. TR LAGA Boden / BBodSchV	
	AR-19-NK 001364-01	8 Blatt
	AR-19-NK 001320-01	6 Blatt

1 Veranlassung / Bauvorhaben / Aufgabenstellung

1.1 Allgemeines

Für die geplante Erschließung des B-Planes 18 wurde die IGU mbH mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und der Erstellung eines Geotechnischen Berichtes beauftragt.

Im nordwestlichen Teil des B-Planes 18 sind weiterhin orientierende Altlastenerkundungen im Bereich einer ehemaligen Stallanlage vorzunehmen.

Die Planung des Vorhabens wird durch das Planungsbüro Mahnel aus Grevesmühlen realisiert.

1.2 Aufgabenstellung

- Ausführungen von Kernbohrungen, Straßenaufbrüchen (Bereich Stallanlage)
- Ausführung von Rammkernsondierungen
- Ermittlung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Durchführung von bodenmechanischen Untersuchungen
- Durchführung von chemischen Untersuchungen an Bodenproben
- Angaben zu Grundwasserständen bzw. Grundwasserschwankungen
- Angaben zur Durchlässigkeit der Bodenschichten hinsichtlich Versickerung
- Erarbeitung von Gründungs- und Ausbauvorschlägen zum Kanal- und Straßenbau
- Angaben zu Kontaminationen von Böden
- Angaben zur Wiederverwendung der vorhandenen Böden

2 Geotechnische Feld- und Laboruntersuchungen

2.1 Bodenaufschlüsse / Feldversuche / Probenahme

Insgesamt wurden 23 Rammkernsondierungen mit Tiefen bis zu 6,0m unter GOK ausgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde an das geplante Vorhaben (Erschließungsstraße, Altlastenerkundung) sowie die örtlichen Gegebenheiten angepasst.

Tabelle 1 Ansatzhöhe und Aufschlusstiefen Baugrunderkundung

Aufschluss	BS 1	BS 2	BS 3	BS 4	BS 5	BS 6	BS 7
Höhe AP in m NHN	48,70	46,35	46,50	47,90	47,80	47,85	48,20
Endtiefe in m	4,00	6,00	4,00	4,00	6,00	6,00	6,00

Aufschluss	BS 8	BS 9	BS 10	BS 11
Höhe AP in m NHN	49,25	49,00	49,30	50,35
Endtiefe in m	5,80*	4,00	6,00	5,90*

*) Abbruch der Sondierung wegen Bohrhindernis, geplante Endtiefe nicht erreicht

Tabelle 2 Ansatzhöhen und Aufschlusstiefen Altlastenerkundung

Aufschluss	BS 21	BS 22	BS 23	BS 24	BS 25	BS 26	BS 27
Höhe AP in m NHN	49,00	51,00	52,35	52,00	52,00	51,95	52,30
Endtiefe in m	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	5,00
Aufbruch			SCH**	SCH		SCH	

Aufschluss	BS 28	BS 29	BS 30	BS 31	BS 32
Höhe AP in m NHN	52,10	50,85	52,20	51,50	52,25
Endtiefe in m	2,00	1,50	1,00	1,00	1,00
Aufbruch	SCH		KB**	KB	KB

***) KB- Kernbohrung; SCH - Schurf

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden lage- und höhenmäßig auf vorhandene Festpunkte aus /U1/ bezogen.

Die Lage der Aufschlusspunkte ist im Lageplan der Aufschlüsse, Anlage 1, eingetragen.

Die Anlage 2 umfasst einen Baugrundschnitt für den Bereich Erschließungsstraße.

In der Anlage 3 sind die einzelnen Bohrprofile beigefügt.

Aus den Sondierungen erfolgte, unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung, eine Entnahme von gestörten Bodenproben. Die Entnahmetiefen der Bodenproben sind aus den Bohrprofilen, Anlage 3.ff, ersichtlich.

2.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Im Labor wurden die entnommenen Bodenproben miteinander verglichen und ähnliche Bodenproben unter einer willkürlich gewählten Nummer zusammengefasst.

An stellvertretenden Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche vorgesehen.

Tabelle 3 bodenmechanische Laborversuche

Laborversuch	Norm	Anzahl	Anlage
Korngrößenverteilung	DIN 18 123	12 x	4.1, 4.2, 4.3
Kombinierte Korngrößenverteilung	DIN 18 123	1 x	4.3

Die Protokolle der einzelnen Laborversuche sind in der Anlage 4 beigefügt.

Alle Restproben sowie Rückstellproben dieses Vorhabens werden im Probenarchiv der IGU mbH 8 Monate eingelagert. Danach werden diese ohne weitere Information entsorgt.

2.3 Chemische Untersuchungen an Bodenproben

Entsprechend der Aufgabenstellung wurden orientierende Untersuchungen gemäß TR LAGA Boden bzw. Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ausgeführt. Hierfür wurden aus den entnommenen Einzelproben mehrere Misch- / bzw. Sammelproben zusammengestellt.

In der folgenden Zusammenstellung sind die untersuchten Mischproben aufgeführt.

Ausgehend von der Aufgabenstellung wurde besonderes Augenmerk auf die oberflächennah vorhandenen Böden gelegt.

Tabelle 4 Zusammenstellung Mischproben / Analysenprogramm

Misch-probe	Schicht Nr.	Aufschlüsse ca. Tiefenbereich	Probematerial	Untersuchungs-programm
MP A1	①	BS 23 - BS 27 0,00 m - 0,50 m	Auffüllung / Oberboden Sand, z.T. schluffig humos lokal Ziegelbruch, Kohlegrus	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)
MP A2	①	BS 21, BS 22, BS 28, BS 29 0,00 m - 0,50 m	Auffüllung / Oberboden Sand, z.T. schluffig humos	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)
MP B	②	BS 21 - BS 29 0,35 m - 1,50 m	Mischboden / Auffüllung? Sande, schluffig, humos durchsetzt	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)
Straße	②	BS 30, BS 32 0,20 m - 0,40 m	Mischboden / Auffüllung? Sande, schluffig, humos durchsetzt	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)
Fahrsilo	②	BS 31 0,18 m - 0,60 m	Mischboden / Auffüllung? Sande, schluffig, humos durchsetzt	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)
MP 1a	③	BS 5 - BS 8 0,00 m - 0,45 m	Oberboden / Ackerboden Bereich Erschließungsstraße	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)
MP 1b	③	BS 1 - BS 4, BS 9 - BS 11 0,00 m - 0,45 m	Oberboden / Ackerboden außerhalb Erschließungsstraße	BBodSchV, Vorsorgewerte
MP 2	④ / ⑤	BS 5 - BS 8 0,50 m - 1,00 m	Sande, z.T. schluffig Bereich Erschließungsstraße	TR LAGA Boden 2004 (Tab. II.1.2-2/4 + -3/5)

3 Geotechnische Verhältnisse

3.1 Morphologie, Bebauung, Nutzung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich südlich von Wittenburg, südlich der BAB 24.

Es umfasst die Flurstücke 3/1, 4/7, 4/8, 5/4 und 5/5 der Gemarkung Wittenburg, Flur 10.

Das B-Plan-Gebiet weist eine Ausdehnung von ca. 500 m x 300 m auf.

Nördlich grenzt die BAB 24 Hamburg - Berlin an. Westlich befindet sich die Landesstraße L04 Wittenburg - Hagenow. Im Süden sind ein Waldgebiet und im Osten gärtnerisch/ landwirtschaftlich genutzte Flächen vorhanden.

Die Geländehöhen schwanken von 45 m bis ca. 53 m.

Der Großteil des Geländes wird landwirtschaftlich genutzt (Ackerfläche).

Im westlichen Teils des geplanten B-Planes sind seit längerem stillgelegte Anlagen / Ställe vorhanden. Es handelt sich um zwei größere Stallanlagen, Büro- und Nebengebäude u.a. mit sanitären Anlagen, Fahrsilos, Abstellräume sowie Schuppen.

Die baulichen Anlagen sind sehr marode und zum Teil eingestürzt.

Bei BS 27 ist eine Gülle- / Klärgrube (Beton) vorhanden.

Die ehemaligen Verkehrsflächen (Straßen, Wege) sowie einige Freiflächen sind mit Beton befestigt. Teilweise weisen diese Flächen bereits einen Bewuchs (Gras) auf.

Vermutlich sind innerhalb dieses Gebietes Ver- und Entsorgungsleitungen vorhanden. Über die Art, Lage und Tiefen liegen dem Unterzeichner keine Angaben vor.

3.2 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

3.2.1 Baugrundsichtung

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet ist relativ gleichmäßig aufgebaut.

Die prinzipielle Baugrundsichtung kann wie folgt angegeben werden:

Bereich ehemalige Stallanlage

Oberboden, z. T. aufgefüllt	Schicht ①
über Auffüllungen Mischböden: Sande, humos durchsetzt	Schicht ②
über enggestuften , z.T. schwach schluffigen Sanden	Schicht ④

Bereich Ackerfläche

Oberboden, Ackerboden	Schicht ③
über enggestuften , z.T. schwach schluffigen bis schluffigen Sanden	Schicht ④ / ⑤
über Schluff (Bereich Erschließungsstraße)	Schicht ⑥

Unter teils aufgeschüttetem Oberboden / humosen Sanden im Bereich Stallanlage (Schichten ① / ②) sowie unter dem Ackerboden (Schicht ③) mit Mächtigkeiten bis zu 0,50 m stehen bis zur Endteufe der Sondierungen überwiegend enggestufte, teils schwach schluffige bis schluffige Sande (Schicht ④ und ⑤) an. Es handelt sich überwiegend um Mittel- bis Feinsande mit kleineren Grobsand- und Kieslagen und Schluffanteilen zwischen 3 und 20 M.%. Lokal steht im Untergrund bei BS 5 und BS 6 auch Schluff an (Schicht ⑥).

Die Lagerungsdichte der anstehenden Sande ist bis ca. 1,50 m als locker bis mitteldicht einzustufen. Mit zunehmender Tiefe sind mitteldichte bis z.T. dichte Lagerungsverhältnisse vorhanden.

3.2.2 Grundwasserverhältnisse

Nur in einigen Sondierungen wurde bis zur Endteufe der Grundwasserspiegel angetroffen (siehe Tabelle 5).

Ein ungespannter Grundwasserspiegel wurde in einer Tiefe zwischen 3,40 m und 5,55 m unter GOK angetroffen. Das entspricht einer Kote von 41,25 m - 42,90 m NHN.

Temporär ist nach Niederschlägen auf den vorhandenen schluffigen Sanden bzw. auf dem Schluff (vorwiegend Schicht ⑤ / ⑥) mit der Bildung von Stau- und Schichtenwasser auch bis ca. 0,50 m unter GOK zu rechnen.

Für eine Vorabbemessung ist von einem Höchstgrundwasserstand auf einem Niveau von 45,00m NHN auszugehen. Dieser Bemessungswasserstand ist im Zuge der Planungen zu konkretisieren und standort- bzw. objektbezogen neu festzulegen.

Tabelle 5 Wasserstände

Aufschluss	BS 2	BS 3	BS 5	BS 6	BS 7
Ansatzhöhe in m NHN	46,35	46,30	47,80	47,85	48,20
Grundwasser in m u. AP	-5,10	-3,40	-5,30	-5,25	-5,55
Grundwasser in m NHN	41,25	42,90	42,50	42,60	42,65

4 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

4.1 Bautechnische Eigenschaften und Klassifizierung der Baugrundsichten

Die in den Sondierungen angetroffenen Böden werden aufgrund ihrer Eigenschaften in verschiedene Schichten unterteilt, die in Plänen und Profilen mit einer Zahl, z.B. Schicht ①, gekennzeichnet werden. Für das Untersuchungsgebiet werden sechs Baugrundsichten ausgehalten, die im folgenden näher beschrieben werden.

Schicht ①	Sand, schluffig, humos	[SU - OH]
	Aufschüttung, teils Oberboden	
Mächtigkeit	0,30 m - 0,70 m	
Genese	natürlich anstehend / aufgefüllt	
Vorkommen	oberflächennah, nur bei BS 21 - BS 29	
Kornverteilung	Schluffkorngehalt <0,063mm ca. 5 - 10 M. %	
Frostempfindlichkeit	F2	
Wasserführung	lokal Stauwasser möglich	
Besonderheiten	enthält lokal Ziegelreste, Kohlegrus	

Schicht ②	Sand, humos durchsetzt	SE - SU
Mächtigkeit	0,20 m - 0,60 m	
Genese	Mischboden, teils Aufschüttung	
Vorkommen	nur bei BS 21 - BS 32, direkt unter Schicht ①	
Kornverteilung	Schluffkorngehalt <0,063mm bis ca. 10 M.%	
Frostempfindlichkeit	F1 - F2	

Schicht ③	Sand, schwach schluffig, humos	SU - OH
	Ackerboden	
Mächtigkeit	0,30 m - 0,50 m	
Genese	natürlich anstehend	
Vorkommen	oberflächennah, BS 1 - BS 11	
Kornverteilung	Schluffkorngehalt <0,063mm bis ca. 15 M.%	Anlage 4.1
Frostempfindlichkeit	F2	
Wasserführung	lokal Stauwasser möglich	

Schicht ④	Sand enggestuft bis schwach schluffig	SE - SU
Mächtigkeit	0,50 m - ~5,0 m	
Genese	natürlich anstehend	
Vorkommen	Hauptbodenart, lokal auch als Zwischenlagen in Schicht ⑥	
Kornverteilung	Schluffkorngehalt ca. 2 - 8 M.%	Anlage 4.2
Frostempfindlichkeit	F 1	
Wasserführung	in größerer Tiefe wasserführend	
Besonderheiten	neigt unter Grundwassereinfluss zum Fließen	

Schicht ⑤	Sand, schluffig	SU - SU*
Mächtigkeit	0,60 m - 4,0 m, teils fließender Übergang zur Schicht ④	
Genese	natürlich anstehend, meist direkt unterhalb Ackerboden ③	
Vorkommen	bei BS 2 - BS 4, BS 6, BS 7,	
Kornverteilung	Schluffkorngehalt <0,063mm ca. 15 - 20 M.%	Anlage 4.3
Frostempfindlichkeit	F2 - F3	
Wasserführung	Schichten- und Stauwasser möglich	

Schicht ⑥	Schluff, sandig, tonig - Sand, schluffig - organisch	SU* - UL
Mächtigkeit	0,70 m - 1,0 m	
Genese	natürlich anstehend	
Vorkommen	nur bei BS 5, BS 6 im tieferen Untergrund	
Kornverteilung	Schluffkorngehalt ca. 75 M.%, Tongehalt ca. 2 %	Anlage 4.3
Frostempfindlichkeit	F3	
Konsistenz	überwiegend weich, I _c ~0,6	Anlage 5.1
Wasserführung	Schichten- und Stauwasser	
Besonderheiten	empfindlich gegen Wasserzutritt und dynamischer Anregung	

In der folgenden Tabelle sind die oben angeführten Baugrundsichten zusammengefasst.

Tabelle 6 Bodengruppen , Bodenklassen, Verdichtungsklassen, Frostsicherheit

Bo. Nr.	Beschreibung der Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300 (2012)	Verdichtungs-klasse ZTVA	Frostempfind-lichkeit ZTVE
①	Aufschüttung, Oberboden Sand, schluffig humos*	[SU - OH]	3 - (4)	--	F2
②	Aufschüttung, Mischboden Sand, schwach schluffig, humos	SE - SU	3	V 1	F1 - F2
③	Sand, schwach schluffig, humos Ackerboden	SU - OH	3 - (4)	V 3	F2
④	Sand, enggestuft bis schwach schluffig	SE - SU	3	V1	F1
⑤	Sand schluffig	SU - SU*	3 - 4	V 2 - V 3	F2 - F3
⑥	Schluff, sandig, tonig Geschiebemergel	SU* - UL	4	V 1 - V 2	F3

*) enthält Ziegelreste und Kohlegrus

4.2 Durchlässigkeit

Die Durchlässigkeitsbeiwerte wurden aus den durchgeführten Korngrößenverteilungen sowie anhand von Literaturdaten überschlägig ermittelt.

Tabelle 7 Durchlässigkeitsbeiwerte

Schicht Nr.	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k (m/s)
①	[SU - OH]	$8 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-5}$
②	SE - SU	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$
③	SU - OH	$8 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{-5}$
④	SE - SU	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-4}$
⑤	SU - SU*	$5 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-5}$
⑥	SU* - UL	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-7}$

Es ist zu beachten, dass diese Werte für die gesättigte Bodenzone gelten. Für Berechnungen ist in der ungesättigten Bodenzone nur ca. 20% der angegebenen k-Werte zum Ansatz zu bringen.

4.3 Verwendung der vorhandenen Böden

Die Wiederverwendungsmöglichkeiten der angetroffenen Böden und ungebundenen Mineralstoffe, in Abhängigkeit des Einsatzgebietes, sind in der nachfolgenden Übersicht dargestellt.

Tabelle 8 bautechnische Wiederverwendung der anstehenden Böden

Nr.	DIN 18196	Straßenbau		Kanalbau	
		Planum	Tragschichten	Gründungssohle	Verfüllung
①*	[SU - OH]	○	○	○	○
②*	SE - SU	□	○	□	○
③*	SU - OH	○	○	○	○
④*	SE - SU	■	○	■	■
⑤	SU - SU*	□	○	■	■
⑥	SU* - UL	□	○	□	□

- *) siehe Ergebnisse der Analytik, Kap. 5
 ■ geeignet / ausreichend tragfähig
 □ bedingt geeignet
 ○ nicht geeignet / nicht tragfähig

Die Wiederverwendung / Verwertung von Böden ① bis ④, unter Beachtung umwelt- und abfallrechtlicher Belange, wird im nachfolgenden Kapitel 5 behandelt.

5 Ergebnisse der orientierenden Altlastenerkundung

5.1 Zusammenstellung der Analysenergebnisse

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Analytik zusammengestellt. Es wurden die Parameter aufgeführt, die Grenzwertüberschreitungen aufweisen bzw. zur jeweiligen Einstufung führen.

Die vollständigen Analysenprotokolle der Eurofins Umwelt Nord GmbH sind in den Anlagen 5 (Stallanlage) und 6 (Ackerfläche) enthalten.

Tabelle 9 Zusammenstellung Ergebnisse Stallanlage (lt. Anl. 5)

Mischprobe	Schicht Nr.	DIN 4022	TR LAGA Boden 2004	auffällige Parameter
MP A1	①	Auffüllung / Oberboden Sand, z.T. schluffig humos lokal Ziegelbruch, Kohlegrus nördlicher Teil BS 23 - BS 27	Z 2	TOC = Z 2 Quecksilber = Z 1.1
MP A2	①	Auffüllung / Oberboden Sand, z.T. schluffig humos südlicher Teil BS 21, BS 22, BS 28, BS 29	Z 2	TOC = Z 2 Kupfer, Zink = Z 1.1 Kupfer = Z 1.2 (Eluat)
MP B	②	Mischboden / Auffüllung? Sande, schluffig, humos durchsetzt BS 21 - BS 29	Z 1.1	TOC = Z 1.1
Straße	②	Mischboden / Auffüllung? Sande, schluffig, humos durchsetzt BS 30, BS 32	Z 1.2	pH Wert = Z 1.2 TOC = Z 1.1
Fahrsilo	②	Mischboden / Auffüllung? Sande, schluffig, humos durchsetzt BS 31	Z 0	--

Tabelle 10 Zusammenstellung Ergebnisse Ackerfläche (lt. Anl. 6)

Mischprobe	Schicht Nr.	DIN 4022	TR LAGA Boden 2004	auffällige Parameter
MP 1a	③	Oberboden / Ackerboden Bereich Erschließungsstraße BS 5 - BS 8	Z 1.2	pH-Wert = Z 1.2 Kupfer Quecksilber = Z 1.1 TOC = Z 1.1
MP 1b	③	Oberboden / Ackerboden außerhalb Erschließungsstraße BS 1- BS 4, BS 9 -BS 11	Vorsorgewerte eingehalten	BBodSchV
MP 2	④ / ⑤	Sande, z.T. schluffig Bereich Erschließungsstraße BS 5 - BS 8	Z 1.2	pH-Wert = Z 1.2

5.2 Auswertung und Beurteilung

Die im Rahmen der Baugrund- und orientierenden Altlastenerkundung festgestellte Belastung von Böden dient der ersten Einschätzung, die zu einer „groben Einstufung“ in Zuordnungsklassen führt.

Eine endgültige Einschätzung und Bewertung zur Wiederverwendung / Verwertung des Bodenmaterials ist am ausgehobenen Bodenmaterial zu treffen.

In den untersuchten Proben aus dem B-Plan 18 ergaben sich keine maßgeblichen Kontaminationen des Bodens mit Schadstoffen. Der „Chemismus“ der oberflächennahen Böden ist relativ ähnlich. Auffällig waren, neben TOC (Z 1.1 - Z 2), die Parameter Kupfer, Zink und Quecksilber, die in den Zuordnungsklassen Z 1.1 bis Z 1.2 der TR LAGA Boden liegen.

In der Stallanlage sind unterhalb der Betonflächen tendenziell höhere pH-Werte des Bodens (pH = 9,7 → Z 1.2) gemessen worden.

Im Gegensatz dazu waren im Bereich der Ackerflächen die pH-Werte des Bodens, Schicht ③ und Schicht ④, niedrig (pH 6,0 - 6,3 → Z 1.2).

Es ist zu vermuten, dass es sich im Bereich Ackerfläche um einen natürlich gegebenen niedrigen pH-Wert handelt.

Ohne Berücksichtigung des TOC-Gehaltes (Z 1.1 - Z 2), der hauptsächlich auf die enthaltene organische Substanz zurückzuführen ist (Oberboden / Ackerboden), sind die untersuchten Böden in die Zuordnungsklasse Z 1.1 bzw. Z 1.2 gemäß TR LGA Boden einzustufen.

Eine Beurteilung der Flächen gemäß der Prüfwerte Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) ergibt für die geplante Nutzung als Gewerbegebiet keine Überschreitung der Prüfwerte.

Sanierungsmaßnahmen im Bereich des Bodens sind im Vorwege nicht erforderlich.

Vorbehaltlich des vollständigen Rückbaus der baulichen Anlagen im Bereich Stallanlage sind erst im Zuge von Baumaßnahmen, z.B. Bodenaushub bzw. dessen Wiederverwendung / Verwertung, Maßnahmen notwendig.

Hierbei sind neben der TR LAGA Boden 2004 auch die Vorsorgewerte des BBodSchG (BBodSchV, Anh. 2, Pkt. 4.1 und 4.2) maßgeblich.

Da bei den vorhandenen oberflächennahen Böden, wenn auch teils geringe Überschreitungen der Vorsorgewerte festgestellt wurden, sind für die Wiederverwendung / Verwertung der Böden die in den nachfolgenden Kapiteln getätigten Ausführungen zu beachten.

5.3 Bereich Stallanlage

Die vorhandenen baulichen Anlagen sind zurückzubauen. Die Verwertung der einzelnen Baustoffe (Beton, Ziegel) sind durch Beprobungen und Analytik von Haufwerken zu klären. Hierbei sollte aus wirtschaftlichen und entsorgungstechnischen Gründen auf eine Trennung zwischen Beton und Ziegel- bzw. Mauerwerksbruch geachtet werden. Unter Umständen kann aus dem sortenreinen Betonbruch ein RC-Material generiert werden.

Die oberflächennah vorhandenen humosen Böden (Schicht ①) sind formal als Z2 (TOC) einzustufen. Es handelt sich um humose Sande mit Anteilen an Ziegelbruch und lokal Kohlenrus (ggf. hoher TOC-Gehalt).

Wahrscheinlich wird dieser Boden ohnehin im Zuge der Abriss- und Rückbauarbeiten mit abgetragen.

Die Mischböden (Schicht ②) im Bereich der unbefestigten Flächen direkt unterhalb der Schicht ① sind aufgrund des TOC-Gehaltes als Z 1.1 anzusprechen. Direkt unter den Betonbefestigungen weisen die Böden der Schicht ② einen Zuordnungswert Z 1.2 (pH-Wert) auf.

mögliche Vorgehensweise:

- Rückbau / Abriss
- Abrissmaterial auf Halden lagern, möglichst sortenrein
- Analytik gemäß TR LAGA
- Einschätzung Wiederverwendung / Verwertung
- Abtrag oberflächennaher Böden (Mächtigkeit bis zu 0,50 m; Schicht ①)
- Lagerung auf Halden, Einstufungsuntersuchung gemäß TR LAGA Boden
- nach Rückbau bzw. Bodenabtrag Begutachtung der Flächen durch Gutachter
- ggf. ergänzende Untersuchungen / Analytik

Es wird empfohlen, den Abriss und den Bodenabtrag durch einen Gutachter fachtechnisch begleiten zu lassen, um parallel zu den Arbeiten Hinweise und Empfehlungen für die Wiederverwendung bzw. Verwertung des anfallenden Materials, sowohl aus umwelt- und abfallrechtlichen Belangen als auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten geben zu können.

5.4 Bereich Ackerfläche

Der Ackerboden (Schicht ③, MP 1b) außerhalb der Erschießungsstraße zeigt keine Überschreitung der Vorsorgewerte gemäß BBodSchV (Anh. 2, kap. 4.1, 4.2).

In diesem Bereich sind keine Maßnahmen erforderlich.

Der vorhandene Ackerboden (Schicht ③, MP 1a) im Bereich der Erschließungsstraße weist aufgrund der enthaltenen humosen Bestandteile einen TOC-Gehalt auf, der eine Einstufung als Z 1.1 nach sich zieht. Ebenso sind Kupfer und Quecksilber im Z 1.1 Bereich nachgewiesen worden (Überschreitung Vorsorgewert BBodSchV). Der niedrige pH-Wert liegt im Bereich Z 1.2. Rein formal ergibt sich somit für den Ackerboden eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z 1.2 der TR LAGA Boden 2004.

Es wird empfohlen, den abgetragenen Ackerboden auf Halde zu setzen, um danach eine zusätzliche bzw. ergänzende Analytik, unter Berücksichtigung der geplanten Verwendung, durchzuführen und die endgültige Verwertung festzulegen.

Die Sande (Schicht ④ / ⑤) direkt unter dem Ackerboden (③) besitzen lediglich einen niedrigen pH-Wert. Alle anderen Parameter liegen im Z 0 Bereich.

Der niedrige pH - Wert (Z1.2) stellt allein kein Ausschlusskriterium dar.

Die im Rahmen des Straßen- und Kanalbaus geförderten Sande (Schicht ④ / ⑤) können, in Abhängigkeit der bautechnischen Eignung (siehe Tab. 8), vor Ort wiederverwendet werden.

6 Zusammenfassung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Die Baugrundverhältnisse wurden durch insgesamt 23 Aufschlüsse mit Tiefen bis zu 6,0 m unter GOK erkundet.

Unter oberflächennah vorhandenen humosen Auffüllungen / Oberboden / Ackerboden (Schichten ① - ③) stehen hauptsächlich enggestufte bis schwach schluffige Sande (④) und schluffige Sande (⑤) an. Lokal kommt im tieferen Untergrund auch Schluff (⑥) vor.

Der Grundwasserspiegel wurde nur in einigen Sonden zwischen 3,40 m und 5,55 m unter GOK angetroffen. Das entspricht einer Kote von 41,25 m - 42,90 m NHN.

Im Untersuchungsgebiet stehen für den Straßen- und Kanalbau überwiegend ausreichend tragfähige Böden an. Lokale Unstetigkeiten können durch Nachverdichtungen beseitigt werden. Je nach geplanter Kanaltiefe kann unter Umständen ein kleinerer Bodenaustausch (weiche bindige Böden, Schicht ⑥) erforderlich werden.

Geplante Gebäude können, unter Berücksichtigung auftretender Lasten, im Wesentlichen auf Streifen- bzw. Einzelfundamenten bzw. Bodenplatten flach gegründet werden. Hierzu müssen die oberflächennahen humosen Schichten (Schicht ①, ②, ③) vollständig abgetragen werden. Unter Umständen werden Nachverdichtungen bzw. der Einbau von lastverteilenden Gründungspolstern erforderlich.

Unabhängig davon sollten für den Neubau von Gebäuden und Verkehrsflächen standortbezogene Baugrunduntersuchungen und die Erstellung geotechnischer Berichte ausgeführt werden.

Eine Versickerung von Niederschlagswasser ist im Wesentlichen in der Schicht ④, enggestufte bis schwach schluffige Sande möglich.

In den schluffigen Sanden der Schicht ⑤ kann es zu einem verzögerten Abfluss bzw. Aufstau kommen.

Die Schicht ⑥, Schluff, ist für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet.

Für die Bemessung und Errichtung von Sickeranlagen sind standortbezogene Untersuchungen erforderlich.

7 Gründungsvorschläge / Empfehlungen

7.1 Kanalbau

7.1.1 Gründung der Leitungen und Schächte

Im Bereich der Kanäle stehen im Wesentlichen ausreichend tragfähige Böden an. Es handelt sich um enggestufte bis schluffige Sande (Schicht ④, ⑤)

Sandige Böden als Rohraufleger bzw. als Gründungsebene der Schächte sind nachzuverdichten.

Lokal können in der Gründungssohle weiche bindige Böden anstehen (Schicht ⑥). Dieses ist wahrscheinlich im Bereich der Sondierungen BS 5 und BS 6 möglich.

Es wird deshalb unterhalb der Kanalzone ein zusätzlicher Bodenaustausch von ca. 0,30 m mit gut verdichtbaren, frostsicheren Sanden ausgeführt.

Die Sicherheit der Leitung und der Schächte ist, je nach Lage der Gründungssohle, gegen Auftrieb zu gewährleisten. Hierbei sind die Wasserstände sowie deren Schwankungsbereich (siehe Kapitel 3.2.2 Grundwasserverhältnisse) zu beachten.

7.1.2 Herstellen / Verfüllung des Leitungsgrabens

Bei der Verlegung der Entwässerungskanäle sind die DIN 4033 bzw. DIN EN 1610 sowie die DIN 4124 zu beachten.

Die Grabensohle im bindigen Bereich (Schicht ⑤, ⑥) ist mit einem Baggerlöffel ohne Zähne herzustellen. Der anstehende Schluff ist schwer bzw. nur mit größerem Aufwand zu verdichten, so dass eine Auflockerung der Grabensohle vermieden werden muss.

Die in der Grabensohle anstehenden Böden sind im wesentlichen ausreichend tragfähig.

Die Grabensohle mit rolligen Böden (Schicht ④ / ggf. ⑤) ist nachzuverdichten.

Aufgeweichte Böden sind gegen geeigneten Füllboden auszutauschen.

Auf eine ausreichende Verdichtung des eingebrachten Bodenaustausches ist zu achten. Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} > 98\%$ zu gewährleisten. Der erforderliche Verdichtungsgrad ist z.B. durch Rammsondierungen nachzuweisen.

Die im Bereich der Leitungsgräben anstehenden rolligen Böden (Schicht ④) sind für einen Wiedereinbau geeignet.

Das ausgehobene Bodenmaterial der Schicht ⑤, schluffige Sande, kann u. U. bei einem zu hohen Wassergehalt nicht zum Wiederverfüllen der Leitungsgräben verwendet werden. Es ist ein Bodenaustausch vorzusehen. Als Austauschmaterial ist ein gut verdichtbarer Sand zu verwenden, dessen Ungleichförmigkeitszahl $U > 5$ beträgt. Einbaulagen sind in einer maximalen Stärke von 30 cm auszuführen.

7.1.3 Verbau

Senkrecht geschachtete Baugrubenwände sind nicht standsicher. Ohne seitliche Auflast sind Böschungen mit 45° temporär standsicher. Ein Austrocknen der rolligen Böden ist hierbei zu vermeiden.

Ein Verbau ab GOK wird empfohlen / ist notwendig. Zur Ausführung können ein senkrechter oder waagerechter Verbau kommen.

Für das Einbringen des Verbaus sind die Angaben der DIN 4150 maßgebend.

Nach dem Ziehen des Verbaus ist auf eine Verfüllung der Hohlräume zu achten.

Der statische Nachweis des Verbaus ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

7.1.4 Wasserhaltung

Bei Kanaltiefen ab ca. 5,0 m wird eine geschlossene Grundwasserhaltung (Vakuumentwässerung) erforderlich.

Lokal kann es sein, dass eine offene Haltung ggf. mit Drainageleitungen und Pumpensumpf zur Ableitung von temporärem Schichten- und Stauwasser (z.B. BS 5) vorzuhalten ist.

Der Einsatz der geschlossenen bzw. der offenen Grundwasserhaltung muss im Zuge der Erdarbeiten festgelegt werden.

7.2 Straßenbau

7.2.1 *Notwendige Dicke des Straßenoberbaus*

Die Dicke des Straßenoberbaus ist u.a. so zu bemessen, dass

- A) EINE AUSREICHENDE FROSTSICHERHEIT
 - B) EIN AUSREICHENDES TRAGVERHALTEN GEWÄHRLEISTET IST.
- und

Maßgeblich hierbei ist die sich ergebende größere Dicke.

ZU A) FROSTSICHERHEIT

Im Bereich des künftigen Planums stehen unterhalb des Ackerbodens enggestufte bis schwach schluffige Sande an. Diese Böden sind als nicht bis mittel frostempfindlich F1 - F2 einzustufen.

Es wird empfohlen, von F2 Böden auszugehen.

Tabelle 11 Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus (aus RStO 12)

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse			Bk 1,0
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3	
F 2	55	50	40	50
F 3	65	60	50	

Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse			+ 5
Frosteinwirkung	Zone I	± 0cm	
	Zone II	+ 5cm	
	Zone III	+ 15cm	
kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse, z.B. Nordhang, Kammlagen von Gebirgen	+ 5cm	± 0
	keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0cm	
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung	- 5cm	
Wasserverhältnisse im Untergrund	kein Grund- oder Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,50m unter Planum	± 0cm	± 0
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,50m unter Planum	+ 5cm	
Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt	+ 5cm	± 0
	Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0m	± 0cm	
	Damm > 2m	- 5cm	
Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulde, Gräben bzw. Böschungen	± 0cm	- 5
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5cm	
notwendige Dicke des frostsicheren Oberbaues			50

Die notwendige Dicke des frostsicheren Oberbaues, resultierend auf Grundlage der vorhandenen F 2 Böden, beträgt je nach Ausführung der Entwässerung, 50 - 55 cm (Bk1,0).

B) GEWÄHRLEISTUNG EINES AUSREICHENDEN TRAGVERHALTENS

Das Planum besteht aus enggestuften bis schwach schluffigen Sanden. Einen erheblichen Einfluss auf die E_{v2} - Moduln im Bereich Planum hat die Bautechnologie.

Durch die notwendigen Erdarbeiten und Befahrung werden insbesondere die rolligen Böden aufgelockert. Die enggestuften rolligen Böden (Schicht ④) sind schwierig nachzuverdichten, deshalb ist eine „übermäßige“ Auflockerung zu vermeiden.

So sind während der Bauphase auf dem freigelegten Planum in sandigeren Abschnitten E_{v2} - Werte ~ 30 - 50 MPa zu erwarten.

Vor Einbau der Frostschutzschicht ist das Planum, ggf. unter Wasserzugabe, nachzuverdichten. Um mit rundkörnigen Mineralstoffen die erforderlichen E_{v2} -Werte auf der OK Frostschutzschicht zu erfüllen, wird ein Tragfähigkeitszuschlag zur Frostschutzschicht von 5 cm empfohlen.

notwendige Gesamtdicke des Straßenaufbaus

aus a)	50 - 55 cm	aus Gründen der Frostsicherheit
aus b)	5 cm*	Zuschlag zur Gewährleistung der Tragfähigkeit
gesamt	ca. 60 cm	

* Bodenaustauschmaterial aus Frostschutzschicht 0/32 (GW / GI) !; bei SW - SI - SE 10-15cm

7.2.2 Ausbauvorschläge - Straße

In Auswertung der Untersuchungsergebnisse sowie in Anlehnung an die RStO 12 kann folgende Aufbauvariante empfohlen werden.

Es muss gewährleistet sein, dass unabhängig der Belastungsklasse, die Minstdicken der ungebundenen Schichten gemäß Ausbauvorschlag eingehalten werden.

Bk1,0 -- Tafel 1, Zeile 3		
4	cm	Asphaltdecke
10	cm	Asphalttragschicht
15	cm	Schottertragschicht 0/45, ZTV SoB-StB 04
31	cm	Frostschuttschicht 0/32, GW - GI , inkl. 5cm Zuschlag Tragfähigkeit
	cm*	Planum
60 cm Gesamtaufbau		

$E_{v2} \geq 150 \text{ MPa}$

$E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$

$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$

*) Zuschlag zur Gewährleistung der Tragfähigkeit

Eine Reduzierung der Stärke der Frostschuttschicht um 5 cm ist möglich, wenn auf einem repräsentativen Probefeld mit 26cm Frostschuttschicht 0/32 ein $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$ durch statische Lastplattendruckversuche nachgewiesen wird.

Die Frostschuttschicht ist zwingend aus den vorgegebenen Mineralstoffen herzustellen, um die notwendigen Verdichtungsanforderungen erfüllen zu können.

Bei einem Einbau von RC-Baustoffen oder RC-Gemischen ist deren Eignung vor dem Einbau gemäß den TL Gestein-StB und ZTV SoB - StB nachzuweisen.

7.2.3 Hinweise zur Bauausführung

Der Abtrag des Oberbodens sowie die Herstellung des Planums sind so durchzuführen, dass eine Befahrung des Planums weitestgehend vermieden wird.

Der Rückbau hat rückschreitend und der Einbau der Mineralstoffe hat vor Kopf zu erfolgen, um eine Verminderung der Tragfähigkeit zu vermeiden.

Ein Austrocknen des sandigen Planums ist zu verhindern. Das geschaffene Planum ist sofort mit der Frostschuttschicht zu bedecken.

8 Baubegleitende Überwachung

Erd- und Straßenbauarbeiten sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen zu begleiten.

Notwendige Abnahmen der Baugrubensohle sind durch den Bauherren bzw. dessen Vertreter entsprechend des Baufortschrittes zu veranlassen und protokollarisch nachzuweisen.

Werden Abweichungen hinsichtlich der angetroffenen Baugrundverhältnisse zum vorliegenden Bericht festgestellt, ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Für alle vom Auftragnehmer gelieferten Baustoffe sind Eignungsnachweise vor dem Einbau vorzulegen.

Eine fachtechnische Begleitung der Abriss- / Rückbau- und Erdarbeiten im Bereich der Stallanlage durch einen Gutachter wird empfohlen.

9 Ergänzende Hinweise

Die im vorliegenden Bericht enthaltenen Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen, der bautechnischen Aussagen sowie der Gründungsvorschläge beziehen sich ausschließlich auf den Kenntnisstand des Gutachters zum Zeitpunkt der Beauftragung bzw. der Gutachtenerstellung (siehe Unterlagenverzeichnis / Angaben zum Bauvorhaben Kap. 1.2).
Ergeben sich im Zuge weiterer Planungen Änderungen hinsichtlich auftretender Belastungen, Änderungen der Gründungsebene usw., sind die Angaben des vorliegenden Berichtes diesbezüglich zu überprüfen und ggf. zu ergänzen bzw. konkretisieren.

aufgestellt: Dipl.- Geol. R. Puppe