

Gewerbegebiet „Klein Flöthe“, Gemeinde Flöthe

Bautechnisches Bodengutachten

Auftraggeber:	 Niedersächsische Landgesellschaft mbH Helene-Künne-Allee 5 38122 Braunschweig
Auftragsdatum:	21.02.2022
Auftragnehmer:	 Ingenieurbüro BGA GbR Zuckerbergweg 22 38124 Braunschweig
Bearbeiter BGA:	T. Ullmann (M. Sc. Geowissenschaften)
Projektnummer:	316.22 (Die/Ull/Neu)
Ausfertigung:	/ 2
Abschluss der Bearbeitung:	30.11.2022

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Anlagenverzeichnis	3
1. Vorgang, Aufgabenstellung	4
2. Unterlagen	4
3. Vorhaben, örtliche Situation	4
4. Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen	5
4.1 Baugrunderkundung	5
4.2 Bodenmechanische Laborversuche	6
4.3 Schadstoffuntersuchungen	6
5. Baugrundbeurteilung	7
5.1 Asphaltflächen	7
5.2 Baugrundaufbau	8
5.3 Erdbautechnische Klassifikation und bodenmechanische Kennwerte	8
5.3.1 Mutterboden	9
5.3.2 Lösslehm	9
5.3.3 Geschiebemergel	10
5.3.4 Sand	10
5.4 Schadstoffbelastung	11
5.5 Grundwasserverhältnisse	11
5.6 Homogenbereiche gemäß DIN 18300	12
6. Geotechnische Beratung zu den Erschließungsmaßnahmen	12
6.1 Straßenbau	12
6.2 Kanalbau	13
6.3 Versickerung von Niederschlagswasser	14
6.4 Hinweise und Empfehlungen für den Hochbau	15
7. Abfalltechnische Beurteilung der Abtragsmassen	16
7.1 Asphalt	16
7.1.1 PAK \geq 25 mg/kg	16
7.1.2 PAK \leq 25 mg/kg	17
7.2 Böden	18
8. Schlussbemerkungen	19

Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtsplan
- 2 Lage der Untersuchungsstellen
- 3 Schichtprofilverzeichnisse
- 4 Diagramm der Leichten Rammsondierung
- 5 Bodenmechanische Laborversuche
- 6 Probenliste
- 7 Prüfberichte des chemischen Labors
- 8 Abfalltechnische Klassifikation
- 9 Homogenbereiche

1. Vorgang, Aufgabenstellung

Die Niedersächsische Landgesellschaft mbH plant die Erschließung des Gewerbegebietes „Klein Flöthe“ in der Gemeinde Flöthe.

Wir wurden beauftragt, hierfür eine Baugrund- und Schadstoffuntersuchung durchzuführen.

2. Unterlagen

Durch den Auftraggeber wurde uns für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt:

- [1] Lageplan des Untersuchungsgebietes mit Angabe des Untersuchungsumfanges i.M.
1 : 2.500, nicht datiert

Es wurde ferner herangezogen und ausgewertet:

- [2] NIBIS-Kartenserver beim LBEG

Die Bewertung der Schadstoffbelastungen erfolgt entsprechend:

- [3] RuVA-StB (Fassung 2005)
[4] LAGA (2004): TR Boden

3. Vorhaben, örtliche Situation

Die Umgrenzung des geplanten Gewerbegebietes geht aus den Anlagen 1 und 2 hervor.

Das Gelände wurde bislang größtenteils als landwirtschaftliche Fläche genutzt. In der nord-westlichen Ecke befinden sich noch Gebäude mit einer befestigten Hoffläche.

Der Untergrund wird nach [2] aus Lösslehm über Geschiebemergel aufgebaut.

4. Art und Umfang der durchgeführten Untersuchungen

Art, Umfang und Lage der durchgeführten Untersuchungen wurden in Abstimmungen mit dem Auftraggeber festgelegt.

4.1 Baugrunderkundung

Insgesamt wurden ausgeführt:

- 6 Asphalt-Kernbohrungen, Ø 100 mm, Entnahme der Bohrkern, Wiederverfüllung der Bohrlöcher mit verdichtetem Kaltmischgut
- 4 Kleinschürfe zur Beprobung von Tragschichten und Aufschüttungen, Tiefe bis max. 0,6 m, schichtweise Probenentnahmen
- 6 Kleinrammbohrungen mit Kernsonden, Ø 50/30 mm, Verfahren gemäß DIN EN ISO 22475-1, Tabelle 1, Zeile 9, Erkundungstiefen aufgrund von hohen Eindring- und Abscherwiderständen bei Geräteauslastung max. 4,8 m
- Benennung der durchgehenden Kernproben gemäß DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1, erdbautechnische Klassifikation gemäß DIN 18196
- Entnahme horizontbezogener charakteristischer Einzelproben
- Überprüfung der Bohrlöcher auf eine etwaige Wasserführung im Boden
- eine Sondierung mit der Leichten Rammsonde, Erkundungstiefe rd. 3,7 m
- lagemäßiges Einmessen der Ansatzpunkte
- Darstellung der Ergebnisse in Schichtprofilverzeichnissen gemäß DIN 4023

Dokumentation

Lage der Ansatzpunkte	Anlage 2
Schichtprofilverzeichnisse der Kleinrammbohrungen	Anlage 3
Diagramm der Leichten Rammsondierung	Anlage 4

4.2 Bodenmechanische Laborversuche

Im bodenmechanischen Labor wurden zur genaueren Beurteilung der Böden ausgeführt:

- 12 Bestimmungen der natürlichen Wassergehalte (DIN EN ISO 17892-1)
- 3 Bestimmungen der Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17892-4): Nasssiebungen und Schlämmanalysen
- 2 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen (DIN EN 17892-12)

Dokumentation

Bodenmechanische Laborversuche	Anlage 5
--------------------------------	----------

4.3 Schadstoffuntersuchungen

Von den Asphaltbohrkernen wurden insgesamt drei Proben auf Polyzyklische Aromatische Kohlenwasser (PAK), Phenole (Phenolindex) und Asbest (Verfahren BIA 7487) untersucht.

Aus Einzelproben der Kleinrammbohrungen wurden insgesamt 7 horizontbezogene, charakteristische Boden-Mischproben hergestellt. Diese wurden gemäß TR Boden, Mindestuntersuchungsumfang für Böden bei unspezifischem Verdacht einschließlich Bestimmung der Metallkonzentrationen im Eluat überprüft.

Durch den gewählten Parameterumfang sind nach fachlicher Einschätzung auch die Anforderungen der BBodSchV für die Mutterboden-Mischprobe erfüllt.

Dokumentation

Probenliste	Anlage 6
Prüfberichte des chemischen Labors	Anlage 7
Abfalltechnische Klassifikation	Anlage 8

5. Baugrundbeurteilung

5.1 Asphaltflächen

Landstraße 512 (KB 1)

- 12 cm Asphalt
- 15 cm Schotter aus Hochofenschlacke
- 23 cm Kies
- 50 cm Gesamtstärke

Hoffläche (KB 2 und 3)

- 11 cm Asphalt
- 29 cm aufgeschütteter Sand
- 40 cm Gesamtstärke

Wirtschaftsweg (KB 4 bis 6)

- 8 cm Asphalt (KB 4)
- 8 cm hydraulische gebundene Tragschicht (KB 5 und 6)
- 25 - 52 cm aufgeschütteter Kies
- rd. 33 - 60 cm Gesamtstärke

Unter den o.g. Aufbauten folgt natürlich anstehender Lösslehm.

5.2 Baugrundaufbau

Unter rd. 20 bis 30 cm Mutterboden wurden angetroffen:

- **Lösslehm:** Ton, schluffig, geringe Plastizität, halbfeste Konsistenz, witterungs- und strukturempfindliche Bodenart
- **Geschiebemergel:** Benennung nach plastischen Bodeneigenschaften gemäß DIN 14688-1: Ton, schluffig, sandig bis stark sandig, schwach kiesig, geringe Plastizität, steife bis halbfeste Konsistenz, mäßige Tragfähigkeit, witterungs- und strukturempfindliche Bodenart
- **Sande:** überwiegend schluffige Mittel- und Feinsande in wechselnden Anteilen, mitteldicht bis dicht gelagert, gute Tragfähigkeit

5.3 Erdbautechnische Klassifikation und bodenmechanische Kennwerte

Die Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte erfolgt anhand der fachtechnischen Beurteilung der Bodenproben und des Eindringwiderstandes der Kernsonden als „vorsichtige

Schätzwerte“ i. S. von DIN 1054. Die angegebenen charakteristischen Werte können für Vorbemessungen von Gründungen sowie für erdbautechnische Fragestellungen im Rahmen der Erschließungsarbeiten verwendet werden. Für bestimmte Fragestellungen, wie z.B. die endgültige Bemessung der Gründungen von Wohngebäuden, Berechnungen zur Grundwasserabsenkung etc., kann sich eine Anpassung auf der Grundlage entsprechender, vorhabenbezogener Labor- und Feldversuche als notwendig erweisen.

5.3.1 Mutterboden

Homogenbereich [DIN 18300]	A
Bodengruppe [DIN 18196]	OH

5.3.2 Lösslehm

Homogenbereich [DIN 18300]	D
Bodengruppe [DIN 18196]	TL
Frostempfindlichkeitsklasse [ZTVE-StB]	F 3
Konsistenz	halbfest
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]	19
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]	19
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]	9
Innerer Reibungswinkel [°]	27,5
Kohäsion [kN/m ²]	5
Steifemoduln [MN/m ²]	8 - 10
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8}$

5.3.3 Geschiebemergel

Homogenbereich [DIN 18300]	D
Bodengruppen [DIN 18196]	TL, ST*
Frostempfindlichkeitsklasse [ZTVE-StB]	F 3
Konsistenz	steif
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]	20 - 21
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]	20 - 21
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]	10 - 11
Innerer Reibungswinkel [°]	27,5
Kohäsion [kN/m ²]	5 - 10
Steifemodul [MN/m ²]	10 - 15
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-9}$

5.3.4 Sand

Homogenbereich [DIN 18300]	C	
Bodengruppen [DIN 18196]	SE, SU, SU*	
Frostempfindlichkeitsklasse [ZTVE-StB]	F 1 (Bodengruppen SE, SU) F 3 (Bodengruppe SU*)	
Lagerung	mitteldicht	dicht
Raumgewicht, bodenfeucht [kN/m ³]	19	19,5
Raumgewicht, wassergesättigt [kN/m ³]	21	21,5
Raumgewicht, unter Auftrieb [kN/m ³]	11	11,5
Innerer Reibungswinkel [°]	32,5	34
Kohäsion [kN/m ²]	0	0
Steifemoduln [MN/m ²]	40 - 60	60 - 80
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$	

5.4 Schadstoffbelastung

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in der Anlage 8 tabellarisch zusammengestellt und zu den Verwertungs- und Einbauklassen in Beziehung gesetzt.

Der Asphalt in der Landstraße 512 und im Wirtschaftsweg (KB 1 und 4) weist nur sehr geringe Konzentrationen an PAK, Phenolen und Asbest auf. Der Asphalt der Hoffläche (KB 3) hingegen weist eine erhöhte Konzentration an PAK auf. Phenole und Asbest sind unauffällig.

Die Tragschichten der Landstraße und des Wirtschaftsweges sowie der Hoffläche weisen leicht erhöhte Konzentration an PAK und diversen Schwermetallen im Feststoff auf.

Die natürlich anstehenden Böden (Mutterboden, Lösslehm, Geschiebemergel und Sand) sind ohne relevante Schadstoffverunreinigungen.

5.5 Grundwasserverhältnisse

In der nördlichen Hälfte des Planungsgebietes (KRB 1 und 2) steht im Untergrund überwiegend schwach bis sehr schwach wasserdurchlässiger bindiger Boden (Lösslehm und Geschiebemergel) bis in größere Tiefen an. In der südlichen Hälfte (KRB 3 bis 6) bilden die anstehenden Sande einen Porengrundwasserleiter.

Grundwasser wurde bis zur maximalen Erkundungstiefe von rd. 4,8 m nicht angetroffen.

Auf den schwach bis sehr schwach wasserdurchlässigen bindigen Bodenarten und den Sanden mit höheren Schluffanteilen kann sich nach Niederschlägen zeitweise Stauwasser ansammeln. Die höchsten Stauwasserstände sind im Niveau der Geländeoberfläche anzunehmen.

5.6 Homogenbereiche gemäß DIN 18300

Als „Homogenbereiche“ sollen solche Schichten zusammengefasst werden, die für den Erdbau ähnliche Eigenschaften aufweisen. Es wird die Unterscheidung folgender Homogenbereiche vorgeschlagen:

- A Mutterboden
- B Tragschichten
- C Sande
- D Lösslehm und Geschiebemergel

Die bodenmechanische Charakterisierung für Fragen des Erdbaus ergibt sich entsprechend Anlage 8. Die dort angegebenen Spannweiten bodenmechanischer Kennwerte können im Detail von den für erdstatische Nachweise empfohlenen Rechenwerten abweichen.

6. Geotechnische Beratung zu den Erschließungsmaßnahmen

6.1 Straßenbau

Für den Aufbau der Straßen werden Regelbauweisen gemäß RStO 12 empfohlen. Der Straßenverlauf wird etwa geländegleich verlaufen.

Das Erdplanum liegt überwiegend (KRB 1 - 4) in Lösslehm und Sanden mit hohen Schluffanteilen. Diese Bodenarten sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zuzuordnen. Es ist daher eine Frostschutzschicht erforderlich.

Bereichsweise (KRB 5 und 6) wird das Erdplanum in Sanden mit geringen Schluffanteilen liegen. Diese sind der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 zuzuordnen. Eine zusätzliche Frostschutzschicht kann hier entfallen.

Im erdfeuchten Zustand lässt sich auf den Sanden der gemäß RStO zu Grunde gelegte Verformungsmodul von mind. $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ durch Nachverdichten erfahrungsgemäß erzielen.

Auf dem Lösslehm hingegen wird sich der Verformungsmodul nicht erzielen lassen. Hier ist eine Baugrundverbesserung durch Einfräsen von Kalk-Zement-Gemischen oder ein Bodenaustausch gegen Brechkorngemische erforderlich. Die Stärke der Baugrundverbesserung bzw. des Bodenaustausches ist zunächst mit rd. 30 cm zu veranschlagen.

Vom Erdplanum ausgehend können anschließend die Regelbauweisen gemäß RStO 12 realisiert werden.

Auf den Sanden mit höheren Schluffanteilen und dem Lösslehm kann sich nach Niederschlägen zeitweise Stauwasser ansammeln. Zur dauerhaften Trockenhaltung des Straßenoberbaus sollten daher entsprechende Maßnahmen, wie z.B. der Aufbau der unteren Lage der Frostschutzschicht aus gut wasserdurchlässigen Korngemischen und die Anordnung von Sickersträngen unter den Straßenrändern eingeplant werden.

6.2 Kanalbau

Angaben zur Verlegetiefe der Kanäle liegen noch nicht vor. Wir gehen von einer Tiefenlage von rd 2,0 bis 3,0 m unter GOK aus. Die Beratung erfolgt daher in genereller Form.

Die Grabensohlen werden bei o.g. Verlegetiefen oberhalb des Grundwasserspiegels liegen. Zur Abführung von anfallendem Stau- und Tagwasser ist daher eine offene Wasserhaltung ausreichend.

Nicht verbaute Gräben können mit einer Böschungsneigung von max. 45° in den Sanden und max. 60° in den bindigen Böden mit mindestens steifer Konsistenz angelegt werden. Die Vorschriften und Richtlinien in DIN 4124 „Baugruben und Gräben, Arbeitsraumbreiten, Verbau“ sind zu beachten.

Der Bemessung von etwaigen Verbauen können die bodenmechanischen Kennwerte in Kapitel 5.3 zu Grunde gelegt werden. In erster Linie bietet sich ein Großtafelverbau an. Alternativ können Trägerbohl- oder Spundwände erwogen werden.

Die Rohrsohlen liegen in Sanden mit mitteldichter bis dichter Lagerung sowie in Lösslehm mit halbfester Konsistenz und Geschiebemergel mit steifer Konsistenz. Diese Böden sind ausreichend tragfähig. Im Lösslehm und im Geschiebemergel wird eine Bettungsschicht aus steinfreiem Sand oder Kies-Sand empfohlen. Linien- und Punktlagerungen der Rohre - insbesondere an den Muffen - sind jedoch zu vermeiden.

Für die Verfüllung der Rohrleitungsgräben können bei günstigen Einbauwassergehalten die beim Aushub anfallenden Sande und außerhalb der Leitungszone der Lösslehm und der Geschiebemergel vorgesehen werden.

Unter Straßen und Wege sind mindestens die folgenden Verdichtungsgrade [% D_{Pr}] zu erzielen:

Bereich	Bodengruppen [DIN 18196]		
	SE	SU	SU*
bis 0,5 m unter Planum	100	100	97
tiefer als 0,5 m unter Planum	98	97	95

Alternativ wären die ausgehobenen Massen zur Herstellung von zeitweise fließfähigem, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen („Flüssigboden“) geeignet.

6.3 Versickerung von Niederschlagswasser

In den Sanden in der südlichen Hälfte des Baugebietes ist eine planmäßige Versickerung von Niederschlagswasser nach DWA - Arbeitsblatt A 138 möglich. Es kommen hier z.B. Rigolenversickerungen infrage. Für die Vorbemessung von Versickerungsanlagen kann als mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit der Schluffanteile zunächst angesetzt werden:

$$k_{f, \text{cal}} = 1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

In der nördlichen Hälfte, wo schwach wasserdurchlässiger Lösslehm und Geschiebemergel in größerer Stärke anstehen, ist eine planmäßige Versickerung nicht möglich.

Es sind objektbezogene Detailuntersuchungen erforderlich, da die Wasserdurchlässigkeit aufgrund der geologischen Ablagerungsbedingungen teils stark variieren können.

6.4 Hinweise und Empfehlungen für den Hochbau

Die festgestellten Baugrundverhältnisse weisen für die in Gewerbegebieten üblichen ein- bis zweigeschossigen Büro- und Lagergebäude eine ausreichende Tragfähigkeit auf.

Es können Flachgründungen auf bewehrten Streifen- und Einzelfundamenten oder auf durchgehenden Stahlbetonsohlen eingeplant werden. Die frostsichere Gründungstiefe beträgt mind. 1,0 m. Sofern unterhalb der Gründungssohle Lösslehm / Geschiebemergel vorliegt, wird empfohlen zur Vergleichmäßigung und Verbesserung der Auflagerungsbedingungen eine Polsterschicht aus gut abgestuftem Kies-Sand oder geeigneten Recyclingbaustoffen in einer Stärke von rd. 0,3 bis 0,5 m eingebaut werden.

Etwas lockere Sande im Gründungsniveau wären nachzuverdichten.

Vorbehaltlich von bauwerksbezogenen Überprüfungen der Baugrundverhältnisse an den Standorten der einzelnen Objekte können für die Fundamente mit einer Breite von mind. 0,5 m folgenden aufnehmbaren Sohldruck i.S. des Globalsicherheitskonzeptes veranschlagt werden:

- bei nicht unterkellerten Bauweisen
 - 200 kN/m² in Sanden
 - 150 kN/m² im Lösslehm / Geschiebemergel mit mindestens steifer Konsistenz

- bei unterkellerten Bauweise
 - 200 kN/m² in Sanden
 - 180 kN/m² im Lösslehm / Geschiebemergel mit mindestens steifer Konsistenz

Als Bemessungswert des Sohlwiderstandes i.S. des Teilsicherheitskonzeptes kann vereinfachen jeweils 1,4fache Wert angenommen werden.

Zur Abführung von Tag- und Stauwasseransammlungen werden sowohl bei unterkellerten als auch nicht unterkellerten Bauweisen offene Wasserhaltungen mit verkiesten Dränsträngen und Pumpensämpfen ausreichend sein.

Zur Trockenhaltung der Gebäude sind Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser i.S. von DIN 18533-1 vorzusehen. Die genauen Maßnahmen zur Trockenhaltung der Gebäude sind einzelfallbezogen festzulegen.

7. Abfalltechnische Beurteilung der Abtragsmassen

Angaben zur Schadstoffbelastung und zur abfalltechnischen Klassifikation gehen aus der Anlage 8 hervor. Es ergibt sich folgende Beurteilung:

7.1 Asphalt

7.1.1 PAK \geq 25 mg/kg

Anfallstelle: KB 2 (Hoffläche)

Verwertungsklasse
gemäß RuVA-StB: B

AVV-Nummer: 17 03 01*

Bezeichnung:	Kohlenteerhaltige Bitumengemische
Einstufung:	Gefährlicher Abfall
Entsorgung:	Verwertung gemäß RuVA-StB: Kaltmischverfahren, alternativ Beseitigung auf Deponie für gefährliche Abfälle
	Entsorgung im elektronischen Abfallnachweisverfahren Andienungs- und Nachweispflicht bei der NGS

7.1.2 PAK ≤ 25 mg/kg

Anfallstellen:	KB 1, 4, 5 und 6 (L 512 und Wirtschaftsweg)
Verwertungsklasse gemäß RuVA-StB:	A
AVV-Nummer:	17 03 02
Bezeichnung:	Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen
Einstufung:	Nicht gefährlicher Abfall
Entsorgung:	Verwertung gemäß RuVA-StB: Heißmischverfahren, alternativ Beseitigung auf Deponie für nicht gefährliche Abfälle
	Entsorgung im vereinfachten Verfahren Keine Andienungs- und Nachweispflicht bei der NGS

7.2 Böden

Mischproben:

MP 1 = Tragschicht L 512

MP 2 = Tragschicht Hofffläche

MP 3 = Tragschicht Feldweg

MP 4 = Mutterboden

MP 5 = Lösslehm

MP 6 = Geschiebemergel

MP 7 = Sand

Einbauklassen gemäß

LAGA - TR Boden:

MP 1, MP 3: Z 2

MP 2: Z 1

MP 4, 5, und 7: Z 0

AVV-Nummer:

17 05 04

Bezeichnung:

Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter
17 05 03* fallen

Einstufung:

Nicht gefährlicher Abfall

Entsorgung:

Vorrangig stoffliche Verwertung der Böden im Erdbau ge-
mäß LAGA - TR Boden, alternativ Beseitigung auf Deponie
für nicht gefährliche Abfälle

Entsorgung im vereinfachten Verfahren

Keine Andienungs- und Nachweispflicht bei der NGS

8. Schlussbemerkungen

Bei Änderungen der dieser gutachtlichen Stellungnahme zu Grunde liegenden Angaben, Annahmen oder Planunterlagen ist eine Unterrichtung unseres Büros erforderlich, da sich dann z.T. veränderte Schlussfolgerungen und Empfehlungen ergeben können. Bei etwaigen, offenen Fragen bitten wir ebenfalls um Rücksprache.

Bearbeiter:



Dipl.-Geol. Dierich



T. Ullmann (M. Sc. Geowissenschaften)

Anlagen