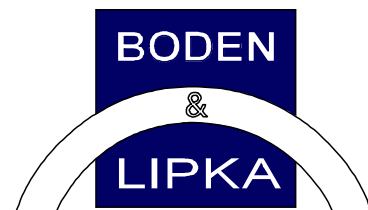


Ing. Büro Boden & Lipka Inh. K. Lipka, Eichhofstraße 38, 24116 Kiel



Ingenieur-Geologisches Büro

Stadt Flensburg
Der Oberbürgermeister
Fachbereich Stadtentwicklung und Klimaschutz
Stadt- und Landschaftsplanung
Am Pferdewasser 14
24937 Flensburg

Kiel, 19.12.2024

Geotechnischer Bericht
zur Baugrunduntersuchung des Flurstücks 93
Ochsenweg 82 in 24941 Flensburg

Untersuchungsbericht zu
den Bodenverhältnissen im Bereich der Beplanungsfläche

Bauvorhabenummer: 190024 1222

Boden & Lipka Inh. K. Lipka
Eichhofstraße 38
24116 Kiel

Gründungsgutachten
Baugrunduntersuchungen
Bodenmechanisches Labor

Telefon 0431 / 36 66 2
Mobil 0160 / 90 55 71 81

Inhaltsverzeichnis

1. VERANLASSUNG.....	1
2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	1
3. DER BAUGRUND	2
3.1. Oberboden (A).....	2
3.2. Pleistozäne Schmelzwassersand (B).....	2
4. WASSERFÜHRUNG.....	3
4.1. Bemessungswasserstand.....	3
4.2. Betonangreifende Wässer	3
4.3. Trockenhaltung während der Bauphase (Wasserhaltung).....	3
4.4. Dauerhafte Trockenhaltung des Bauwerks.....	4
4.5. Versickerung von Niederschlagswasser	4
5. BODENKENNWERTE	4
6. BODENKLASSEN (DIN18300, 18301), BODENGRUPPEN (DIN18196).....	5
7. HOMOGENBEREICHE TEIL C DER VOB (DIN 18300)	5
8. BODENVERUNREINIGUNGEN.....	6
9. GRÜNDUNGSBEURTEILUNG	8
9.1. Allgemeines	8
9.2. Erforderliche Baumaßnahmen	8
9.3. Vorbemessung	9
9.4. Bemessung für Streifenfundamente	9
10. BAUTECHNISCHE HINWEISE.....	10

Anlagen:

1. Höhengerechte Übersichtsdarstellungen
2. Einzelprofile der Kleinbohrungen KB 1 bis KB 6
3. Körnungslinien und Protokolle
4. Bodenchemische Untersuchungsergebnisse / BBodSchV Bewertungstabelle
5. Bodenchemische Untersuchungsergebnisse / EBV Bewertungstabelle
6. Geotechnische Berechnungen

1. Veranlassung

Zur Klärung der Bebaubarkeit des Flurstücks 93 in 24941 Flensburg, Ochsenweg 82 wurde das Ingenieur-Geologische Büro Boden & Lipka aus Kiel mit den geotechnischen Untersuchungen der Baugrundverhältnisse im Beplanungsbereich und mit der Erstellung eines Gründungsgutachtens beauftragt.

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Vorstellung der Baugrundverhältnisse und liefert eine allgemeine Bewertung der Beplanungsfläche.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Am 11 und 12.11.24 erfolgte über unser Büro im Beplanungsbereich eine geotechnische Untersuchung des Baugrundes über 6 Kleinbohrungen (KB 1 bis KB 6) bis in eine Erkundungstiefe von fünf Metern unter GOK (Geländeoberkante).

Die erbohrten Bodenproben wurden vor Ort vom unterzeichnenden Geologen kornanalytisch und bodenphysikalisch untersucht.

Von sechs ausgewählten rolligen Bodenproben wurden Siebanalysen nach DIN ISO/TS 17892-4 durchgeführt.

Alle Kleinbohrungen wurden über unser Satellitennavigationssystem mit dem Lagebezug ETRS89 / UTM Zone 32N in ihrer Lage und NHN-Höhe erfasst und sind höhengerecht in den Anlagen 1.1 und 1.2 dargestellt.

3. Der Baugrund

Die untersuchte Bebauungsfläche liegt westlich einer weichseleiszeitlichen Endmoräne. Im Bereich der untersuchten potentiellen Bebauungsfläche wurden grobkörnige Schmelzwassersande bis zum Ende der Erkundungstiefe von fünf Meter unter Geländeoberkante (GOK) erbohrt. Unmittelbar benachbarte Bohrungen zeigen, dass die Schmelzwasserablagerungen mindestens bis in eine Tiefe von 15 m unter GOK reichen und mit zunehmender Tiefe eine Vergröberung erfahren.

Die durchgeführte Erkundungsuntersuchung zeigt bis in eine Erkundungstiefe von 5 m unter GOK folgenden generalisierten Schichtenaufbau:

1. Holozäner Oberboden (A)
2. Pleistozäner Schmelzwassersand (B)

3.1. Oberboden (A)

Humoser Oberboden wurde in einer Schichtmächtigkeit zwischen 0,35 und 0,40 m (Mittelwert 0,39 m) erbohrt. Die erbohrten Sondenkerne zeigten an allen Untersuchungspunkten natürlich gewachsene, sandig humosen Oberbodenprofile ohne erkennbare Bodenveränderungen.

Die Oberbodenauffüllung ist nicht zur Lastabtragung geeignet und im Rahmen der Baufelderstellung östlich der Vorderhausbebauung und im Bereich der Hinterhausbebauung zu entnehmen und gegen lagenweise einzubauenden Füllsand zu ersetzen.

3.2. Pleistozäne Schmelzwassersand (B)

Schmelzwassersande bilden die Hauptbodenart im Untersuchungsbereich. Sie zeigen eine lockere bis mitteldichte Lagerungsdichte und erfordern eine intensive Nachverdichtung vor einer Bebauung.

Die an repräsentativen Bodenproben durchgeführten Korngrößenanalysen zeigen ein zu erwartendes Kornspektrum, welches sich zwischen Kies und feinsandigem Mittelsand bewegt. Der aus den Körnungslinien ermittelte Wasserdurchlässigkeitskoeffizient (k_f -Wert) liegt zwischen $5,7$ und $1,8 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ (Mittelwert aus sechs Einzeluntersuchungen $4,1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$).

4. Wasserführung

Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurde keine freie Wasserführung im Baugrund bis in eine Tiefe von 5 Meter unter GOK erkundet. Eine benachbarte Bohrung aus dem Spätsommer 2024 zeigte einen Tageswasserstand von 34.72 m NHN was knapp unterhalb unserer Erkundungstiefe liegt.

4.1. Bemessungswasserstand

Als Bemessungswasserstand ist anzusetzen:

- 35,00 m NHN

Somit liegt die Wasserführung deutlich unter der geplanten, nicht unterkellerten Bebauung.

4.2. Betonangreifende Wässer

Auf Grund der tiefliegenden Wasserführung (Grundwasser jenseits der 5 Meter Erkundungstiefe) erfolgte keine Untersuchung des Wassers in Bezug auf etwaig betonangreifende chemische Inhaltsstoffe.

4.3. Trockenhaltung während der Bauphase (Wasserhaltung)

Nach dem derzeitigen Wasserstand ist keine Wasserhaltung erforderlich.

4.4. Dauerhafte Trockenhaltung des Bauwerks

Zur oberflächennahen Trockenhaltung von Bauwerken unter Starkniederschlagsbedingungen ist bei der Planung auf ein ausreichendes Gefälle, wegführend vom Gebäude, zu achten.

- Unter der Voraussetzung, dass stark wasserdurchlässiges Auffüllmaterial mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) $> 1 \times 10^{-4}$ m/s im Seitenverfüllbereich einer nicht unterkellerten und einer unterkellerten Bebauung verwendet werden, ist gemäß DIN 18533 von der Wassereinwirkungsklasse W1.1-E auszugehen (nicht drückendes Wasser bei stark durchlässigem Baugrund).

4.5. Versickerung von Niederschlagswasser

Auf Grund des tiefen Bemessungswasserstandes ist eine Versickerung von Niederschlagswasser nach dem Regelwerk der DWA A138 möglich, sofern hierfür ausreichend Flächen zur Verfügung gestellt werden können. Hierbei sind die Mindestabstände zu geplanten Bauwerken nach ATV A 138 zu berücksichtigen.

5. Bodenkennwerte

Folgende Bodenkennwerte (siehe Tabelle 1) können aufgrund von Feldversuchen, Laboranalysen sowie aus Erfahrungswerten an vergleichbaren Bodenverhältnissen in Ansatz gebracht werden:

Bodenart	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]
Sand, aufgefüllt verdichtet	18	8	34	0	45
Pleist. Sand nachverdichtet	18	8	35	0	50

Tab. 1: Anzusetzende Bodenkennwerte im Beplanungsbereich

6. Bodenklassen (DIN18300, 18301), Bodengruppen (DIN18196)

Die bei den Untersuchungen angetroffenen Lockergesteine sind nach DIN 18300, DIN 18301 sowie DIN 18196 wie folgt zu klassifizieren:

↘ Oberboden	Klasse 1	Gruppe OH [A]
↘ Kiesiger Sand	Klasse 3	Gruppe SE, SW, GE

7. Homogenbereiche Teil C der VOB (DIN 18300)

In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die aus den geologischen Einheiten ermittelten bodenphysikalischen Kennwerte in den jeweiligen Homogenbereichen vorgestellt.

Kennwert / Eigenschaften	Homogenbereiche / Geologische Einheiten	
	A	C
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Pleistozäner Sand
Anteil Steine [%]	<1	10
Anteil Blöcke [%]	0-1%	3
Anteile große Blöcke [%]	<1%	>1
Lagerungsdichte I_D	0.15-0.30	0.30-0.75
Wichte [kN/m^3]	16-17	18
Undrained Scherfestigkeit [kN/m^2]	-	-
Wassergehalt [%]	-	-
Konsistenzzahl I_C	-	-
Plastizitätszahl I_P	-	-
Organischer-Anteil [%]	3%	-
Bodengruppe	OH	SE,SW,GI
Bodenklassen	1	3
Frostempfindlichkeit	F3	F1

Tab. 2: Kennwerte nach DIN 18300 für Homogenbereiche relevanter Bodenarten

8. Bodenverunreinigungen

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurden sensorisch keine Ziegelsplitter und Mörtelreste festgestellt.

Für eine erste orientierende bodenchemische Untersuchung in Hinblick auf eine Wiederverwertung der zum Abtransport anstehenden Böden (hier Oberboden) wurde eine massenäquivalente Bodenmischprobe (MP1) aus den erbohrten Oberbodenproben zusammengestellt und gemäß Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) Parameterumfang für Vorsorgewerte analysiert.

Eine weitere Bodenmischprobe (MP2), aus den nachfolgenden mineralischen Sandböden, wurde gemäß EBV bodenchemisch untersucht.

Alle bodenchemischen Untersuchungen wurden durch das AnalySELabor AG-ROLAB-Kiel durchgeführt.

Die Probenverteilung auf die Mischproben MP1 und MP2 sind der nachfolgenden Tabelle 3 zu entnehmen.

Mischprobe	Probebezeichnung	Probetiefe in Meter	Farbe
MP-1 Oberboden	KB1/1	0.00-0.40	dbn
	KB2/1	0.00-0.35	dbn
	KB3/1	0.00-0.40	dbn
	KB4/1	0.00-0.40	dbn
	KB5/1	0.00-0.40	dbn
	KB6/1	0.00-0.40	dbn
MP-2 Kiesiger Sand	KB1/2	0.40-1,80	hbn
	KB2/2	0.50-1.50	hbn
	KB3/2	0.40-2.80	hbn
	KB4/2	0.40-3.00	hbn
	KB5/2	0.40-1.50	hbn
	KB6/2	0.40-2,20	hbn

Tab. 3 / Teil 1: Verteilung entnommener Einzelproben auf die Mischproben MP-1 bis MP-2.

Die **MP1 (Oberboden)** wurden nach den Vorsorgewerten der Bundesbodenschutzverordnung analysiert (siehe Prüfbericht, Anlage 4).

- Die Analyse der MP1 zeigt keine Überschreitungen der Vorsorgewerte der BBodSchV – gemäß der Bodenart Sand - (siehe Anlage 4). Demzufolge besteht auf Grundlage der durchgeführten Analyse keine Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung im Bereich des anstehenden Oberbodens. Diese könnten somit in Absprache und nach Vorgaben der zuständigen Behörden einer Nachnutzung zugeführt werden.

Die **MP2 (kiesige Sande)** wurde nach dem Parameterumfang der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) analysiert (siehe Prüfbericht, Anlage 5).

- Die analysierte Mischprobe MP2 (kiesige Sande) zeigt nach den analysierten Parametern der EBV keine Auffälligkeiten. Der Boden ist somit bei einer erforderlichen Verbringung nach EBV als **BM/BG-0-Boden** einzuordnen.

Lokal kleinräumige, von den analysierten Gehalten abweichende Schadstoffgehalte können nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen dienen als Grundlage für die Planung der Verwertung von Aushubböden.

- Für die zum Abtransport anstehenden Böden empfehlen wir eine bereichsweise, getrennt nach Bodenart durchzuführende Zwischenlagerung/Aufhaldung vor Ort, eine Beprobung nach PN98 und eine Verwertung auf Basis der Analyseergebnisse.
- Eine Wiederverwendung des humosen Oberbodens ist ggf. bereichsweise auf dem Grundstück möglich. Ein Wiedereinbau der erbohrten SE-SW Sande ist im Rahmen der geplanten Bebauung vor Ort möglich.

9. Gründungsbeurteilung

9.1. Allgemeines

Nach derzeitigem Kenntnissstand ist auf dem untersuchten Flurstück 93 eine nicht unterkellerte Bebauung geplant.

Hinsichtlich der Einordnung der Baumaßnahme in eine der drei geotechnischen Kategorien (GK) nach EC 7-2 („Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes“) ist für die zu gründenden Baueinheiten die Kategorie GK 1 anzusetzen.

Es stehen in dem gesamten Beplanungsbereich natürlich gewachsene Böden in Form von Oberboden und nachfolgenden Schmelzwassersanden an.

Die allgemeine Tragfähigkeit und Wasserführung im Boden ist für eine nicht unterkellerte Bebauung als günstig einzustufen.

9.2. Erforderliche Baumaßnahmen

- Anstehende Oberböden sind im Bereich einer Neubauten und der umliegenden Verkehrsflächen unter Beachtung einer Druckausstrahlung von 45° vollständig zu entfernen und einer Wiederverwertung zuzuführen.
- Eine Nachverdichtung des unterhalb des Oberbodens anstehenden Schmelzwassersandes ist erforderlich.
- Zur generellen Trockenhaltung des Bauwerkes ist für die barrierefreien Eingangsbereiche und die umliegenden Geländeflächen bei der Planung auf ein ausreichendes, abfallendes Gefälle, wegweisend vom Gebäude, zu achten!

9.3. Vorbemessung

Im EC 7 werden die Begriffe der zulässigen Bodenpressung bzw. des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} (DIN 1054) nicht mehr verwendet, da zulässige Werte nicht zum Teilsicherheitskonzept passen. Der EC 7 verwendet den Bemessungswert des Sohldrucks $\sigma_{R,d}$. Der nachfolgende Vergleich zeigt den Unterschied für ein Streifenfundament.

$$\begin{array}{llll} \text{DIN 1054:2005-01:} & \sigma_{vorh} = (V_{G,k} + V_{Q,k}) / b & < & \sigma_{zul} = \sigma_{of,k} / \eta \\ \text{EC 7:} & \sigma_{E,d} = (V_{G,k} \cdot \gamma_G + V_{Q,k} \cdot \gamma_Q) / b & < & \sigma_{R,d} = \sigma_{of,k} / \gamma_{Gr} \end{array}$$

*($\sigma_{of,k}$ = Grundbruchspannung)

9.4. Bemessung für Streifenfundamente

Zur Setzungs- und Grundbruchsicherheitsabschätzung wurden die für Streifenfundamente in der Anlage 6 aufgeführten Berechnungen durchgeführt.

Für die Streifenfundamente (b 0.60 bis 1,00 m) sind folgende Bemessungswerte anzusetzen

- ↘ Aufnehmbarer Sohldruck (DIN 1054) σ_{zul} (Streifenfundamente) = 250 kN/m²
- ↘ Bemessungswert des Sohlwiderstands (EC 7): σ_{Rd} (Streifenfundamente) = 355 kN/m²

Zu erwartende Setzungen für Streifenfundamente

Bei voller Ausnutzung der o. g. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes ist theoretisch je nach Fundamentbreite mit Setzungen zwischen 0.6 und 0.7 cm zu rechnen.

Die zu erwartenden wirksamen Setzungsdifferenzen sind bei fachgerechter Ausführung der Bauwerksgründung gering.

10. Bautechnische Hinweise

- Alle Erdarbeiten sind möglichst bei trockenem, frostfreiem Wetter durchzuführen.
- Eine Nachverdichtung aushubbedingter Auflockerungen auf Baugrubensohlen und dem Planum von Verkehrsflächen ist erforderlich.
- Eine Verdichtungskontrolle im Bereich der zu verfüllenden Baugruben (Altbestand und Bodenaustauschbereich Hinterhausbebauung) ist erforderlich (dynamische Fallplattenversuche).
- Die allgemeinen Empfehlungen zur Gefälleausbildung im Umfeld der Bebauung sowie zur Trockenhaltung der Bauwerke sind zu beachten.
-



K. Lipka



M. Gezen

Dip. Geologen

Verteiler: 1-fach, Stadt Flensburg