

Geotechnik

GUTACHTEN
über die Baugrund- und
Gründungsverhältnisse

Projekt-Nr.: 22/2101

Bauvorhaben: Gingst
Hermann-Matern-Straße
Neubau Regionale Schule

Auftraggeber: Amt West-Rügen
Dorfplatz 2
18573 Samtens

Aufsteller: BAUGRUND Stralsund Ing. mbH
Carl-Heydemann-Ring 55
18437 Stralsund
Dipl.-Geol. Felicitas Krause

Stralsund, 18. Januar 2023

INHALT

1	Unterlagenverzeichnis.....	3
2	Anlagenverzeichnis.....	3
3	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	4
4	Beschreibung des Standortes	4
4.1	Baugelände.....	4
4.2	Geologische Situation	5
5	Feld- und Laborarbeiten.....	5
5.1	Baugrunderkundung.....	5
5.2	Laboruntersuchungen	6
5.2.1	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6
5.2.2	Chemische Analytik.....	7
6	Baugrundverhältnisse und Wasserverhältnisse.....	8
6.1	Baugrundsichtung	8
6.2	Baugrundeigenschaften, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	9
6.3	Wasserverhältnisse.....	12
7.	Ergebnisse und Bewertung der chemischen Analytik Boden.....	12
8	Berechnungskennwerte	13
8.1	Charakteristische Bodenkennwerte.....	13
8.2	Auffüllungen / Hinterfüllungen	14
9	Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise	15
9.1	Gründungsart- und -tiefe	15
9.2	Baugruben und Wasserhaltung.....	17
9.3	Schutz des Bauwerkes und des Baugrundes	18

1 Unterlagenverzeichnis

- U 1 Angebotsaufforderung vom 13. September 2022 / Angebot Nr. 22/400 vom
13. September 2022 / Auftrag vom 14. Oktober 2022
- U 2 Bauantrag, Lageübersicht, Neubau Regionale Schule Gingst, Hermann-Matern-
Straße 1, 18569 Gingst, PHS mbH, 07. November 2022
- U 3 Schichtenverzeichnisse und Bodenproben der Bohrsondierungen BS 1/22,
bis BS 7/22, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, 17. und
18. November 2022
- U 4 Dokumentation der Sondierung mit der Schweren Rammsonde DPH 3/22, BAU-
GRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, 18. November 2022
- U 5 Vermessungsunterlagen der Höhen- und Lagemessung der Aufschlussansatz-
punkte, BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH, November 2022
- U 6 Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1, BAUGRUND Stralsund Ingenieur-
gesellschaft mbH, 05. Januar 2023
- U 7 Prüfbericht 22-6119-001 der Untersuchung einer Bodenmischprobe nach TR
LAGA, IUL Vorpommern GmbH Greifswald, 16. Dezember 2022

2 Anlagenverzeichnis

- | | | |
|-----|----------|--|
| A 1 | 1 Blatt | Lage- und Aufschlussplan |
| A 2 | 1 Blatt | Bohrprofile und Sondierdiagramme |
| A 3 | 13 Blatt | Bodenmechanischer Laborprüfbericht Nr. 1 |
| A 4 | 3 Blatt | Prüfbericht der chemischen Analytik – Boden |
| A 5 | 1 Blatt | Bemessungswerte des Sohlwiderstandes/Setzungen –
Streifenfundamente |

3 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Gingst plant den Neubau der Regionalen Schule in Gingst. Gemäß Angebotsabfrage (U1) sind die geplanten Gebäude viergeschossig. Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen.

Es ist eine Gründung mittels Stahlbetonsohlplatte mit umlaufender Frostschutzschürze geplant. Weitere bautechnische Angaben liegen zum Zeitpunkt der Begutachtung nicht vor.

Die BAUGRUND Stralsund Ingenieurgesellschaft mbH wurde als Grundlage für die weitere Planung mit der Durchführung der Baugrunderkundungen und der Erstellung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens beauftragt.

4 Beschreibung des Standortes

4.1 Baugelände

Die Lage des Baugeländes geht aus dem Lage- und Aufschlussplan der Anlage 1 hervor.

Das Baugelände befindet sich in der Gemeinde Gingst im Landkreis Vorpommern Rügen auf der Insel Rügen unmittelbar westlich der bestehenden Schule.

Das Plangebiet ist ca. 3.352 m² groß und umfasst einen Teil des Flurstück 231/64 der Flur 1 der Gemarkung Gingst.

Gegenwärtig wird das geplante Baugelände als Wiese und Parkplatz genutzt.

Die Geländeoberfläche ist im Baubereich nahezu eben mit einem leichten Gefälle in nördliche Richtung und liegt etwa bei +9,0 m NHN bis +10 m NHN.

4.2 Geologische Situation

Der Untersuchungsstandort befindet sich im Bereich der Grundmoräne des Pommerschen Stadiums der Weichsel-Kaltzeit. Als Hauptbodenart steht der Geschiebemergel der Grundmoräne des Pommerschen Stadiums der Weichsel-Kaltzeit an, der hier Mächtigkeiten von > 10 m erreicht. Oberflächennah ist der Geschiebemergel häufig zu Geschiebelehm verwittert. Geringmächtige Decksande oberhalb der Geschiebeeböden können im Baubereich ebenfalls auftreten. Stratigraphisch handelt es sich um Nachschüttbildungen des Pommerschen Stadiums der Weichsel-Kaltzeit.

Die natürliche Schichtenfolge ist durch Bautätigkeiten in der Vergangenheit anthropogen überprägt (Auffüllungen).

5 Feld- und Laborarbeiten

5.1 Baugrunderkundung

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im November 2022 sieben Bohrsondierungen (BS 1/22 bis BS 7/22) nach DIN EN ISO 22475-1 mit einer Tiefe von 8 m abgeteuft, die zur Beurteilung der Lagerungsdichte der anstehenden Sande bzw. der sandigen Auffüllungen durch einen indirekten Aufschluss in Form einer Schweren Rammsondierung (DPH 3/22) nach DIN EN ISO 22476-2 ergänzt wurden.

Die Anzahl der Bohrsondierungen wurde mit der Angebotsaufforderung durch das Planungsbüro (PHS Greifswald) vorgegeben.

Aus den Bohrsondierungen wurden Bodenproben je laufenden Meter und bei Schichtwechsel aus jeder Erkundung entnommen.

Zum Nachweis der Leitungsfreiheit wurden im Vorfeld der Erkundungen Handschachtungen bis 1,2 m Tiefe je Ansatzpunkt ausgeführt.

Sämtliche Aufschlussansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig (m NHN) eingemessen.

Eine Übersicht über die Anordnung der Aufschlüsse zeigt der Lage- und Aufschlussplan in Anlage 1. In Tabelle 1 ist eine Zusammenstellung der vorliegenden Aufschlüsse enthalten.

Die höhengerecht dargestellten Schichtenprofile und Sondierdiagramme sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Tabelle 1: Zusammenstellung Aufschlüsse

Aufschluss	Höhe [m NHN]	Aufschlusstiefe [m]	Endteufe [m NHN]	Bemerkung
BS 1/22	+10,04	8,0	+2,04	südlicher Gebäudeteil (2.BA)
BS 2/22	+9,73	8,0	+1,73	südlicher Gebäudeteil (2.BA)
BS 3/22 +DPH	+10,23	8,0 / 3,0	+2,23 / +7,23	südlicher Gebäudeteil (2.BA), Verbinder nördlicher Gebäudeteil (1.BA)
BS 4/22	+9,47	8,0	+1,47	nördlicher Gebäudeteil (1.BA)
BS 5/22	+9,75	8,0	+1,75	nördlicher Gebäudeteil (1.BA)
BS 6/22	+9,61	8,0	+1,61	nördlicher Gebäudeteil (1.BA)
BS 7/22	+9,51	8,0	+1,51	nördlicher Gebäudeteil (1.BA)

5.2 Laboruntersuchungen

5.2.1 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Während der Aufschlussarbeiten wurden gestörte Bodenproben entnommen. An ausgewählten Proben wurden die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18128

Die detaillierten Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind dem Laborprüfbericht in Anlage 3 zu entnehmen.

5.2.2 Chemische Analytik

Zur umwelttechnischen Bewertung der potenziellen Aushubböden (Auffüllungen) wurde aus den entnommenen Bodenproben eine Mischprobe (MP 1) fachgerecht zusammengestellt und dem Chemielabor zur Analyse gemäß TR-LAGA übergeben.

Die detaillierten Analysenergebnisse gehen aus dem Prüfbericht der Anlage 4 hervor. Unter Abschnitt 7 erfolgt eine Bewertung der vorliegenden Analysenergebnisse.

Die Zusammensetzung der Mischprobe ist in der nachfolgenden Tabelle 2 enthalten.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Mischprobe

Mischprobe	Entnahmestelle	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	Boden- gruppe
MP 1	BS 1/22	0,40 – 1,20	A (fS, u*, t', o')	[OH]
	BS 2a/22	0,00 – 1,00	A (fS, ms, u*, organ verunr.)	[SU*]
	BS 3/22	0,00 – 0,50	A (fS, ms, gs', u, g, o')	[OH]
		0,50 – 1,10	A (fS, u*) Ziegelreste	[SU*]
	BS 4/22	0,00 – 0,70	A (fS, ms', u, organ. verunr.)	[SU*]-[OH]
	BS 5/22	0,00 – 0,90	A (fS, ms, u, gs', g', o')	[OH]
	BS 6/22	0,20 – 0,50	A (fS, u*, o')	[OH]
		0,50 – 1,00	A (S, u*, t', g', organ. verunr.)	[ST*]
	BS 7/22	0,00 – 0,30	A (fS, ms, gs', g', o')	[OH]
		0,80 – 1,10	A (fS, u*, o')	[OH]

Die unterhalb von Auffüllungen natürlich anstehenden Böden zeigen keine organoleptischen Auffälligkeiten. Auf eine abfalltechnische Untersuchung wurde daher verzichtet.

6 Baugrundverhältnisse und Wasserverhältnisse

6.1 Baugrundsichtung

Nachfolgend wird, ausgehend von den vorliegenden Schichtenverzeichnissen und der Ansprache der anstehenden Böden vor Ort, die wesentliche Baugrundsichtung zusammenfassend beschrieben. Einzelheiten sind den zugehörigen Bohrprofilen in Anlage 2 in Verbindung mit dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Die angegebenen Schichtnummern werden im Gutachten durchgängig verwendet.

Das Baugelände ist oberflächennah anthropogen durch die ehemalige Nutzung überprägt. Bei der Geländedeckschicht (Schicht 1) handelt es sich um sandige Auffüllungen, die mit Mächtigkeiten von 0,70 m unter GOK (BS 4/22) bis 1,20 m unter GOK (BS 1/22) nachgewiesen wurden. Die untere Schichtgrenze liegt zwischen +8,6 m NHN und +9,1 m NHN. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Auffüllungen ggf. z.B. im Bereich ehemaliger Bebauung bzw. alter Ver- und Entsorgungsleitungen auch größere Mächtigkeiten (bis zur Gründungsebene) aufweisen.

Unterhalb der Auffüllungen stehen als Hauptbodenart Geschiebeeböden in Form von Geschiebemergel und seinem Verwitterungsprodukt Geschiebelehm (Schicht 3) an, die bis zur Endteufe der Bohrsondierungen von 8,0 m nicht durchteuft wurden. Die Schichtgrenze Geschiebelehm / Geschiebemergel liegt bezogen auf das Höhensystem zwischen +7,0 m NHN (BS 1/22) und +6,1 m NHN (BS 3/22).

Die Geschiebeeböden werden im Baubereich größtenteils von Decksanden (Schicht 2) überlagert, die 0,4 m (BS 5/22) bis 1,0 m (BS 4/22) mächtig sind. Die untere Schichtgrenze liegt zwischen +7,7 m NHN und + 8,5 m NHN.

Im Bereich der Bohrsondierungen BS 2/22 und BS 6/22 fehlen die Decksande. Hier steht der Geschiebelehm unmittelbar unterhalb der Auffüllungen an.

Da es sich bei den Aufschlüssen um punktuelle Erkundungen handelt, sind Schichtgrenzabweichungen zwischen den jeweiligen Aufschlüssen nicht auszuschließen.

6.2 Baugrundeigenschaften, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Nachfolgend werden die bodenmechanischen Eigenschaften der erkundeten Böden auf Grundlage der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sowie Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zusammenfassend beschrieben. Einzelheiten sind den Schichtprofilen der Anlage 2 in Verbindung mit dem Lageplan der Anlage 1 und dem bodenmechanischen Laborprüfbericht in Anlage 3 zu entnehmen. Die Benennung der Schichten erfolgt gemäß DIN EN ISO 14688-1, die bautechnische Klassifikation in Bodengruppen nach DIN 18 196.

Auffüllungen (Schicht 1)

A [OH, SU*, ST*]

Die Auffüllungen bestehen überwiegend aus umgelagerten Feinsanden mit wechselnden Anteilen an Mittelsand, Grobsand, Kies und Schluff. Sie enthalten überwiegend organische Beimengungen (organisch verunreinigt bis organisch). Untergeordnet bestehen die Auffüllungen aus gemischtkörnigen Böden (umgelagerte Geschiebeeböden).

Die Auffüllungen werden als locker gelagert beurteilt. Umgelagerte Geschiebeeböden haben eine weiche Konsistenz.

In den Auffüllungen sind teilweise Fremdstoffe in Form von Ziegelresten und Schotter enthalten.

Decksande (Schicht 2)

SU, SU*

Die Decksande sind entsprechend der Kornverteilung Feinsande mit schwach schluffigen bis stark schluffigen, zum Teil schwach mittelsandigen bis mittelsandigen Anteilen. Ausgehend vom Bohrwiderstand während der Aufschlussarbeiten und den Ergebnissen der Schweren Rammsondierung (DPH 3/22) können die Decksande als locker bis schwach mitteldicht gelagert ($I_D \leq 0,35$) beurteilt werden.

Geschiebemergel/-lehm (Schicht 3)

ST*, TL

Die Geschiebeeböden sind leichtplastisch und bestehen nach den vorliegenden Ergebnissen der bodenmechanischen Untersuchungen in der Hauptbodenart aus Schluff mit stark sandigen, tonigen und schwach kiesigen Anteilen. Ebenso sind Stein- und Gerölleinlagerungen jeglicher Korngröße entstehungsbedingt möglich.

In den oberen 1 bis 2 m (bis ca. +6,5 m NHN) haben die Geschiebeböden überwiegend eine weiche Konsistenz ($I_c = 0,5 - 0,75$; Schicht 3a). Es handelt sich hierbei größtenteils um Geschiebelehm und nur untergeordnet um Geschiebemergel, vereinzelt auch um tonigen Schluff (BS 2/22).

Mit zunehmender Tiefe nimmt die Konsistenz der Geschiebeböden ebenfalls zu. Im Teufenbereich von ca. +6,5 m NHN bis ca. +4,0 m NHN hat der Geschiebemergel überwiegend eine weiche bis steife Konsistenz ($I_c \sim 0,75 - 0,8$; Schicht 3b). Es kann jedoch auch vereinzelt, aber nur über eine geringe Schichtmächtigkeit eine halbfeste Konsistenz auftreten ($I_c > 1,0$). Unterhalb von ca. +4 m NHN ist der Geschiebemergel bis zur Endteufe der Bohrsondierungen generell steif ($I_c = 0,75 - 1,0$; Schicht 3c).

Den v.g. Baugrundschichten können zusammenfassend nachfolgende Bodenkennwerte zugeordnet werden. Grundlage dafür sind die bodenmechanischen Eigenschaften der Böden nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche und nach unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden. In Tabelle 3 sind darüber hinaus die Homogenbereiche nach VOB/C für Erdarbeiten DIN 18300 sowie die Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17 angegeben.

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte und Homogenbereiche

Schicht Nr.	1	2	3a	3b	3c
Homogenbereiche nach VOB/C	A	B	C	D	E
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung	Decksand	Geschiebelehm / Geschiebemergel / Schluff	Geschiebemergel	
Bodengruppe nach DIN 18 196	A [OH, SU*, ST*]	SU, SU*	ST*, TL		
Kornanteil $d \leq 0,002$ mm [%]	-	-	17,8 ³⁾		
Kornanteil $d = 0,002-0,063$ mm [%]	19,0 36,4	10 ... 40	27,4 ³⁾		
Kornanteil $d = 0,063-2,0$ mm [%]	57,9 ... 67,6	60 ... 90	41,6 ³⁾		
Kornanteil $d > 2,0$ mm [%]	1,1 ... 23,1	< 5	3,2		
Massenanteil Steine/ Blöcke [%]	1)	-	≤ 30		
Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	$1,0 \cdot 10^{-7}$ $1,0 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-7}$... $2 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-9}$ ³⁾		
Wassergehalt w [%]	> 14 ²⁾	-	14,5 ... 23,2	11,2 14,0 (untergeordnet 8,4 9,1)	11,3 ... 12,6
Fließgrenze w_L [%]	-	-	17,2 ³⁾		
Plastizitätsgrenze w_P [%]	-	-	10,4 ³⁾		
Plastizitätszahl I_P [%]	<7,0 ²⁾	-	6,79 ³⁾		
Konsistenz I_c [--]	0,5 ... 0,75 ²⁾	-	0,5 0,75	0,75 ... 0,8	0,75 ... 1,0
Glühverlust V_{GL} [%]	2,6 ... 7,2	<2	<2		
Dichte ρ [g/cm³]	1,6 ... 1,8	1,7 ... 1,8	1,9 ... 2,0	2,0 ... 2,1	2,1 ... 2,2
Lagerungsdichte I_D [--]	<0,35 (locker)	$\leq 0,35$ (locker bis schwach mitteldicht)	-		
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17	F 2 – F 3	F1 (SU), F3 (SU*)	F3		

1) Natürliche Blöcke und große Blöcke sind nicht enthalten, innerhalb der Schicht sind jedoch Fremdstoffeinlagerungen unterschiedlicher Größe und Anteile möglich.

2) Erfahrungswert, gilt für den umgelagerten Geschiebeboden

3) Einzelwert

6.3 Wasserverhältnisse

Während der Aufschlussarbeiten im November 2022 wurde in den Bohrsondierungen bis zur Endteufe von 8 m kein Wasser angetroffen.

Unabhängig davon, ist aufgrund der oberflächennah vorhandenen gering wasserdurchlässigen Schichten grundsätzlich nicht auszuschließen, dass sich nach langanhaltenden ergiebigen Niederschlägen lokal zeitweilige Schichtenwasserstände (Stauwasser) bis nahe der vorhandenen GOK ausbilden können.

7. **Ergebnisse und Bewertung der chemischen Analytik Boden**

Die Zuordnungswerte der TR-LAGA sind Orientierungswerte. Schadstoffgehalte bis zum Zuordnungswert Z 0 kennzeichnen natürliche Böden bzw. Baustoffe oder Fehlchargen aus der Produktion von Baustoffen, die im Allgemeinen uneingeschränkt eingebaut werden können. Bei Unterschreitung des Zuordnungswertes Z 1 ist ein offener Einbau von Böden und Baustoffen in technischen Bauwerken bzw. unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen möglich. Die höheren Zuordnungswerte Z 1.2 machen dabei gegenüber den Zuordnungswerten Z 1.1 für den offenen Einbau hydrogeologisch günstige Standortbedingungen (gemäß LAGA I.4.3.3.1) erforderlich.

Z2-Böden / Baustoffe sind nicht frei verwertbar. Sie können gemäß LAGA-Richtlinie nur eingeschränkt mit definierten Sicherungsmaßnahmen verwertet werden.

Böden und Baustoffe mit einer Überschreitung des Z2-Wertes der LAGA-Richtlinie sind generell fachgerecht zu beseitigen/entsorgen.

Die Einzelergebnisse der chemischen Analytik und die der Analytik zugrunde liegenden Einheitsverfahren können den Prüfberichten der Anlage 4 entnommen werden.

Die Mischprobe aus den Auffüllungen (MP 1) ist aufgrund erhöhter Gehalte an Zink im Feststoff (63 mg/kg) und erhöhter Chloridgehalte im Eluat (41 mg/l) der Einbauklasse EK1 zuzuordnen. Darüber hinaus wurde ein erhöhter TOC-Wert von 1,5 % TS ermittelt.

Für Z1-Böden ist aus umwelttechnischer Sicht, wie bereits oben beschrieben, ein offener Einbau in technischen Bauwerken (z.B. im Straßenbau) bzw. unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen möglich. Bezüglich der Verbringung und Wiederverwertung sollten mit der Erdbaufirma eindeutige vertragliche Regelungen getroffen werden.

Die untersuchte Bodenmischprobe ist als nichtgefährlicher Abfall zu behandeln, der unter dem Abfallschlüssel 17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503* fallen) zu entsorgen / zu verwerten ist.

Es ist davon auszugehen, dass zum Zeitpunkt der Ausschreibung und Ausführung der Baumaßnahme die „Mantelverordnung“ rechtlich in MV eingeführt ist. Derzeit sind detaillierte Festlegungen hier nicht bekannt. Ggf. ist hier eine Neubewertung erforderlich.

8 Berechnungskennwerte

8.1 Charakteristische Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen sind charakteristische Kennwerte der Bodenschichten in der Tabelle 4 dargestellt. Die in der Tabelle angegebenen Bodenkennwerte sind gemäß EC 7 / DIN 1054 auf der sicheren Seite liegende Rechenwerte.

Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Nr.	Bodenart	Lagerungsdichte / Konsistenz	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllung	locker	16,0	9,5	25	0	5-10
2	Decksand	locker bis schwach mitteldicht	17,0	9,5	27	0	10
3a	Geschiebelehm/-mergel/Schluff	weich	20,0	10,0	25	5	15
3b	Geschiebelehm	weich bis steif / steif	21,0	11,0	28	8	22
3c	Geschiebemergel	steif	21,5	11,5	31	11	35

Die Schichtgrenzen können den Bodenprofilen in Anlage 2 entnommen werden.

8.2 Auffüllungen / Hinterfüllungen

Als Erdstoffe für Auffüllungen / Hinterfüllungen können prinzipiell sowohl grobkörnige als auch gemischtkörnige Erdstoffe verwendet werden. In Bereichen mit hohen Verdichtungsanforderungen und als Austauschmaterial unterhalb der Verkehrsflächen (Unterbau) wird die Verwendung von grobkörnigen Erdstoffen mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $C_u \geq 3$ empfohlen. Für grob- und gemischtkörnige Erdstoffe können für eine Vorbemessung die in Tabelle 5 genannten charakteristischen Bodenkennwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 5: Charakteristische Kennwerte für Ersatzerdstoffe

Bodengruppe DIN 18196	Verdichtung	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k' [°]	c_k' [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
grobkörnige Erdstoffe: GE, GI, GW, SE, SI, SW	$D_{PR} \geq 98 \%$	17,5	9,5	32	0	25
grobkörnige Erdstoffe: GE, GI, GW, SE, SI, SW	$D_{PR} \geq 100 \%$	18,0	10,0	34	0	40
gemischtkörnige Erdstoffe: GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*	$D_{PR} \geq 97 \%$	20,0	10,0	28	5	20

Die Erdstoffe sind entsprechend den Vorgaben der ZTV E-StB lagenweise einzubauen und zu verdichten.

Im Rahmen der Ausführung ist für die verwendeten Erdstoffe nachzuweisen, dass diese den o. g. Kennwerten entsprechen.

Die Verdichtung ist baubegleitend durch Verdichtungsprüfungen nach DIN 18125-2 nachzuweisen

9 Geotechnische Folgerungen, Empfehlungen und Hinweise

9.1 Gründungsart- und -tiefe

Bei den gegebenen Untergrundverhältnissen kann wie geplant eine Flachgründung der Bauwerke sowohl mittels elastisch gebetteter Sohlplatte bzw. auf Streifenfundamenten zur Ausführung kommen.

Die Auffüllungen sind für die Aufnahme von Bauwerkslasten nicht geeignet und bei einer Flachgründung der Bauwerke aus dem Gründungsbereich zu entfernen.

Ausgehend von den vorliegenden Schichtprofilen ergeben sich die in Tabelle 6 zusammengestellten baugrundbedingten Mindestgründungsordinaten (untere Schichtgrenze Auffüllungen).

Tabelle 6: baugrundbedingte Mindestgründungsebenen (MGE = UK Auffüllungen)

Aufschluss	MGE [m u. GOK]	MGE [m NHN]
BS 1/22	1,2	+8,84
BS 2/22	1,0	+8,73
BS 3/22	1,1	+9,13
BS 4/22	0,7	+8,77
BS 5/22	0,9	+8,85
BS 6/22	1,0	+8,61
BS 7/22	0,9	+8,61

Sofern oberhalb der v.g. Mindestgründungsebenen gegründet wird, hat ein vollständiger Bodenaustausch bis zu den genannten Mindestgründungsebenen und der Einbau eines ordnungsgemäß verdichteten Gründungspolsters zu erfolgen. Alternativ können die Fundamente bis auf den tragfähigen Boden heruntergeführt werden.

Das Gründungspolster ist lagenweise (Schüttlagen max. 0,30 m) unter einem Druckverteilungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ zur Fundamentaußenkante einzubauen und auf $D_{Pr} \geq 98\%$ zu verdichten. Berechnungskennwerte für das Gründungspolster können der Tabelle 5 entnommen werden.

Das zum Einsatz kommende Polstermaterial hat folgenden Anforderungen zu genügen:

Bodenart:	grobkörnige Sande und Kiese
Ungleichförmigkeit:	$C_U \geq 3$
Proctordichte:	$\rho_{Pr} \geq 1,75 \text{ t/m}^3$
organische Anteile:	$V_{gl} < 2\%$
Feinkornanteil $d < 0,063 \text{ mm}$:	$< 5\%$

Die unterhalb von Auffüllungen anstehenden Decksande (Schicht 2) sind aufgrund der Lagerungsdichte (locker bis schwach mitteldicht) als nur bedingt tragfähig zu bewerten. Da eine Nachverdichtung bzw. ein gezielter Ausbau und ein lagenweiser Wiedereinbau aufgrund des größtenteils sehr hohen Feinkornanteils aus unserer Sicht für die Erhöhung der Tragfähigkeit nicht zielführend ist, wird empfohlen, auch zur Vergleichmäßigung der Gründungsverhältnisse, unterhalb der Gründungselemente generell ein 0,50 m mächtiges Gründungspolster einzubauen, welches gleichzeitig als Flächenfilter / kapillARBrechende Schicht fungiert.

Die Geschiebeböden mit weicher Konsistenz (Schicht 3a) sind als bedingt tragfähig zu bewerten. Der Verbleib unter den Bauwerken ist über erdstatische Berechnungen zu prüfen. Zunächst wird bei den zu erwartenden Bauwerkslasten von einer ausreichenden Tragfähigkeit ausgegangen.

Geschiebeböden mit einer mindestens weichen bis steifen Konsistenz (Schichten 3b und 3c) sind ausreichend tragfähig und zur Aufnahme von Bauwerkslasten uneingeschränkt geeignet.

Bei Flachgründungen sollte gemäß den Angaben des EC 7-1 in Verbindung mit DIN 1054 eine Abnahme der Gründungssohlen durch einen geotechnischen Sachverständigen vorgenommen werden.

Bei einer Flachgründung auf einer Stahlbetonsohlplatte ist ein rechnerischer Nachweis der Grundbruchsicherheit nicht erforderlich.

Ausgehend von einer gleichmäßig verteilten Belastung von ca. 80 kN/m² bzw. 120 kN/m² wurden überschlägliche Setzungsberechnungen durchgeführt und die Bettungsziffern nach $k_s = \sigma/s$ ermittelt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7: Bettungsziffer k_s

Plattengröße [m]	Flächenlast [kN/m ²]	Setzungen [cm]	k_s [MN/m ³]
27 x 18	80	1,85	4,3
	120	3,08	3,9
25 x 14	80	1,70	4,7
	120	2,81	4,3
26 x 13	80	1,67	4,8
	120	2,67	4,5

Die genaue Angabe der Bettungsziffer für die Bodenplatte ist abhängig von der konkreten Sohldruckverteilung und den endgültigen Fundamentabmessungen und daher nach Vorlage der entsprechenden Daten ggf. zu konkretisieren.

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes und die zu erwartenden Setzungen von Streifenfundamenten bei lotrecht mittiger Belastung können dem Fundamentdiagramm der Anlage 5 entnommen werden. Bei den Berechnungen wurde eine Einbindetiefe der Fundamente von rd. 0,8 m sowie hinsichtlich der Grundbruchsicherheit und Setzungen das ungünstigste erkundete Baugrundprofil (BS 3/22) in Ansatz gebracht. Ggf. erforderlicher Baugrundersatz wurde nicht berücksichtigt.

Bei schräger und/oder außermittiger Belastung ist die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017:2006-03 gesondert nachzuweisen.

9.2 Baugruben und Wasserhaltung

Gräben und Baugruben sind gemäß DIN 4124 ab 1,25 m Tiefe zu verbauen oder abzuböschten. Für unverbaute Baugruben ergibt sich der ohne rechnerischen Nachweis einzuhaltende Böschungswinkel aus der DIN 4124 zu $\beta = 45^\circ$ im Bereich von Auffüllungen, Sanden und weichen Geschiebeböden bzw. zu $\beta = 60^\circ$ bei Geschiebeböden mit mindestens steifer Konsistenz. Die angegebenen Böschungswinkel gelten für kurzzeitige, unbelastete Baugrubenböschungen oberhalb des Wasserspiegels.

Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugruben sind in der Regel nicht erforderlich. Zur Ableitung von ggf. anfallendem Niederschlags- und Stauwasser ist jedoch eine offene Wasserhaltung vorzuhalten.

9.3 Schutz des Bauwerkes und des Baugrundes

Aufgrund der überwiegend vorherrschenden Frostveränderlichkeit des anstehenden Bodens ist eine frostsichere Überdeckung der Außenfundamente erforderlich. Diese sollte mindestens 1,0 m betragen. Besondere Schutzmaßnahmen gegen Frosteinwirkung sind bei der Anordnung eines Gründungspolsters nicht erforderlich. Die Mindestgründungstiefe von 0,80 m ist jedoch einzuhalten.

Zum Schutz des Baugrundes ist besonders darauf zu achten, dass der unterhalb der Fundamentsohle anstehende Baugrund nicht durch mechanische oder meteorologische Einflüsse gestört wird. Aufgelockerte Sande in der Baugrubensohle sind nachzuverdichten. Aufgeweichter oder gefrorener Geschiebemergel/-lehm in der Gründungssohle ist auszuheben und durch geeignete grobkörnige Sande / Kiese bzw. Magerbeton zu ersetzen.

Die gemischt-/feinkörnigen Böden (Geschiebeböden) neigen bei Wasserzutritt und dynamischer Einwirkung zum Aufweichen. Hierauf ist die Bautechnologie abzustimmen. Insbesondere Überfahrungen der Gründungssohle sollten minimiert werden. Entsprechend sind die Aushubarbeiten rückschreitend durchzuführen. Es wird empfohlen, in Bereichen, in denen diese Böden in der Gründungssohle anstehen, zunächst nur bis ca. 20 cm oberhalb der geplanten Gründungsebene auszuheben und den Endaushub erst kurz vor der Betonage auszuführen.

Bei Einbau eines Flächenfilters unterhalb der Sohlplatte (vgl. Abschnitt 9.1) kann für die erdseitige Abdichtung der Bauwerke gemäß DIN 18533-1 die Wassereinwirkungsklasse W1.2 in Ansatz gebracht werden.

BAUGRUND STRALSUND

i.A.

Dipl.-Ing. Holger Chamier

Dipl.-Geol. Felicitas Krause