

bsp ingenieure GmbH • Bültenweg 67 • 38106 Braunschweig

bsp ingenieure GmbH

**Salzgitter Flachstahl GmbH
Herr Nowak
Eisenhüttenstr. 99
38239 Salzgitter**

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Thomas Bergs
Dipl.-Ing. Thomas Siebert

Beratende Ingenieure
Geotechnik Umweltschutz

Unser Zeichen:
Projekt-Nr.: 036.20

Bearbeiter:
Frau Dr. Ciecior

E-Mail:
n.ciecior@bsp-ingenieure.de

Durchwahl:
0531 698813-41

Datum:
14.09.2020

Projekt: Werkskläranlage, 4. Reinigungsstufe, AS 1712, SZFG

1. Bericht: Baugrunduntersuchung und Baugrundgutachten

**Auftraggeber: Salzgitter Flachstahl GmbH
Eisenhüttenstr. 99
38239 Salzgitter**

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	Vorgang, Aufgabenstellung	4
2	Geplantes Bauwerk und Unterlagen	4
3	Baugrunderkundung	6
3.1	Kleinrammbohrungen, Ramm- und Drucksondierungen	6
3.3	Geotechnische Proben und Laborversuche	8
3.4	Umwelttechnische Untersuchungen	9
4	Baugrund, Geotechn. Kategorie und bodenmechanische Kennwerte	9
4.1	Morphologie und Bestand	9
4.2	Baugrundaufbau	9
4.3	Mittlere bodenmechanische Kennwerte und Homogenbereiche	12
5	Grundwasser	14
6	Gründungs- und Ausführungsempfehlungen	15
6.1	Becken und Betriebsgebäude	15
6.2	Regenwasserversickerung	17
7	Umwelttechnische Untersuchungen	18
7.1	Bewertungskriterien	18
7.2	Darstellung der Analysenergebnisse	18
7.3	Hinweise zur Entsorgung und Verwertung	21
8	Hinweise zur Bauausführung	21

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 Lagepläne
 - 1.1 Übersichtslageplan
 - 1.2 Lageplan mit Aufschlusspunkten

- 2 Bohr- und Sondierprofile
 - 2.1 Bohr- und Sondierprofil KRB 1 + CPT 1
 - 2.2 Bohr- und Sondierprofil KRB 2 + CPT 2a + DPH 2
 - 2.3 Bohr- und Sondierprofil KRB 3 + DPH 3
 - 2.4 Bohr- und Sondierprofil KRB 4 + CPT 4c + DPH 4
 - 2.5 Bohr- und Sondierprofil KRB 5 + CPT 5
 - 2.6 Fehlbohrungen KRB 1a + KRB 1b
 - 2.7 Fehlsondierung CPT 2
 - 2.8 Fehlsondierungen CPT 4 + CPT 4a + CPT 4b

- 3 Schichtenverzeichnisse

- 4 Bodenmechanische Laborversuche
 - 4.1 Wassergehalte
 - 4.2 Körnungslinien
 - 4.3 Konsistenzgrenzen

- 5 Chemische Analytik
 - 5.1 Probenliste / Abfalltechnische Klassifikation
 - 5.2 Tabellarische Auswertungen
 - 5.3 Analysenbericht

- 6 Vorbemessung Vollverdrängungspfahl

1 Vorgang, Aufgabenstellung

Die Salzgitter Flachstahl GmbH (SZFG) plant auf dem Werksgelände den Neubau der 4. Reinigungsstufe auf der Werkskläranlage (s. Anlage 1.1).

bsp ingenieure wurden durch Herrn Nowak, SZFG, mit Schreiben vom 03.06.2020 (**Abruf: 5400094183**) beauftragt, eine Baugrunderkundung durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erstellen. Die ergänzende Baugrunduntersuchung wurde mit **Abruf 5400096728** beauftragt.

Für den geplanten Neubau ist durch geotechnische und chemische Untersuchungen für die weiteren Planungen zu klären:

- Bodenaufbau im Bereich des Untersuchungsgebietes,
- Festlegung der Bodenkennwerte und Homogenbereiche,
- Feststellung des Schwankungsbereiches für Grundwasser,
- Abschätzung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes,
- Allgemeine Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung,
- Vorbemessung Pfahlgründung,
- Schadstoffbelastungen der am Standort vorhandenen Aushubböden.

Der vorliegende 1. Bericht beinhaltet die Dokumentation der Untersuchungsergebnisse und die Gründungsberatung sowie Hinweise und Empfehlungen, die bei der weiteren Planung, Ausschreibung und Bauausführung zu berücksichtigen sind.

Der 1. Bericht 036.20 vom 16.07.2020 wird durch diesen 1. Bericht 036.20, Stand: 14.09.2020 vollständig ersetzt.

2 Geplantes Bauwerk und Unterlagen

Nach derzeitigem Kenntnisstand [U1] umfasst das Projekt den Neubau der 4. Reinigungsstufe im Bereich der Werkskläranlage auf dem Werksgelände der SZFG. Das Becken (Lasten: Kies-schüttung und Wasser) der 4. Reinigungsstufe hat eine Grundfläche von 15,3 m x 28,0 m und soll nach derzeitigem Planungsstand mit Pfählen tief gegründet werden. Das Becken bindet bis in eine Tiefe von ca. 86,0 mNN ein [U6]. Weiterhin ist ein nicht unterkellertes Betriebsgebäude mit Abmessungen von 9,5 m x 14,6 m geplant, das ebenfalls tief gegründet werden soll. Das Werksgelände ist in Anlage 1.1 und die Lage des Neubaus in Anlage 1.2 dargestellt.

Für die Erstellung dieses Berichtes standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [U1] Salzgitter Flachstahl GmbH, Hr. Nowak: Angaben zum Bauvorhaben. Besprechung mit Hr. Nowak am 20.01.2020
- [U2] Salzgitter Flachstahl GmbH, Hr. Nowak: Angaben zum Bauvorhaben. Lageplan (M: 1:200), Stand: 10.01.2020. Per Mail am 20.05.2020
- [U3] Dr. Born - Dr. Ermel GmbH, Hr. Gatz: Vorschlag Lage Bohrpunkte (M: 1:200), Stand: 10.01.2020. Per Mail am 25.05.2020
- [U4] Salzgitter Flachstahl GmbH, Hr. Nowak: Bestandsplan Medienleitungen (o. Maßstab), Stand: 24.09.1996. Per Mail am 04.06.2020
- [U5] Salzgitter Flachstahl GmbH, Hr. Nowak: Werksbestandsplan Abwasser Stand: 12.06.2020. Per Mail am 23.06.2020
- [U6] Dr. Born - Dr. Ermel GmbH, Hr. Gatz: Gründungsvorschlag Vorbemessung 4. Reinigungsstufe, Stand: 23.06.2020. Per Mail am 25.06.2020
- [U7] Dr. Born - Dr. Ermel GmbH, Hr. Hofmeister: Angaben zum Bauvorhaben. Betriebsgebäude Grundriss - EG und OG (o. Maßstab), Stand: 26.08.2020. Filtration Grundriss Ebene +6.00 (M: 1:100), Stand: 21.08.2020. Betriebsgebäude Schnitte 1-1, 2-2, A-A und B-B (M: 1:100), Stand: 26.08.2020. Filtration Schnitte 1-1 bis 6-6 (M: 1:100), Stand: 21./26.08.2020. Lasten Filtration (M: 1:100), Stand: 03.09.2020. Lasten Betriebsgebäude (o. Maßstab), Stand: 03.09.2020
- [U8] NIBIS Kartenserver (2014), Geologische Karte von Niedersachsen und Bremen 1:25.000, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- [U9] Topographische Karte M: 1:50.000, Niedersachsen/Bremen, 2000
- [U10] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II – Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), 1997 / 2004
- [U11] Bundes - Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodschV) vom 12.07.1999
- [U12] Prinz, Helmut: Abriss der Ingenieurgeologie, 2. Auflage, Stuttgart, 1991
- [U13] Fuchs, Haugwitz: Homogenbereiche, 1. Auflage, 2016
- [U14] EA Pfähle, Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, 2. Auflage, 2012

3 Baugrunderkundung

3.1 Kleinrammbohrungen, Ramm- und Drucksondierungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 05.06.2020 und 10.06.2020 von der anstehenden Geländeoberkante (GOK) insgesamt sieben Kleinrammbohrungen DN 85 - 55 mm nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine maximale Endteufe von $t = 10,8$ m unter GOK im Bereich des Baufeldes ausgeführt (Tabelle 1). Die Lage der Aufschlusspunkte wurde durch Dr. Born - Dr. Ermel GmbH vorgegeben [U3].

Tabelle 1: Kleinrammbohrungen (KRB)

Aufschluss	Datum	Endtiefe [m]	Ansatzhöhe (GOK) [mNN]	Grundwasser			Probe P	Bemerkungen
				angebohrt [m u. GOK]	nach Bohrende [m u. GOK]	nach Bohrende [mNN]		
KRB 1	10.06.20	5,6	89,94	-	-	-	5	Bohrabbruch
KRB 1A	10.06.20	3,8	89,94	-	-	-	-	Bohrabbruch
KRB 1B	10.06.20	2,3	89,94	-	-	-	-	Bohrabbruch
KRB 2	05.06.20	10,5	89,82	5,50	5,50	84,32	9	Bohrabbruch
KRB 3	05.06.20	10,5	89,95	5,30	5,20	84,75	8	Bohrabbruch
KRB 4	05.06.20	10,8	89,94	5,00	5,00	84,94	10	Bohrabbruch
KRB 5	05.06.20	10,8	89,97	5,00	5,10	84,87	9	Bohrabbruch
Anzahl	7	57,0 *)	5	-	-	-	41	-

*) volle Meter abgerechnet

Die KRB 1 musste zweimal aufgrund von Bohrhindernissen neu angesetzt werden. Alle KRB mussten aufgrund mangelnden Bohrfortschrittes vor Erreichen der geplanten Endteufe abgebrochen werden.

Ergänzend wurden im Bereich des Baufeldes drei Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH nach DIN EN ISO 22476-2) zur Untersuchung der Lagerungsdichte und der Tragfähigkeit bis in eine Tiefe von $t = 12,0$ m u. GOK ausgeführt. Die Daten der Rammsondierungen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Rammsondierungen (DPH)

Aufschluss	Datum	Endtiefe [m]	Ansatzhöhe [mNN]	Lage
DPH 2	05.06.20	12,0	89,82	Neben KRB 2
DPH 3	05.06.20	12,0	89,95	Neben KRB 3
DPH 4	05.06.20	12,0	89,94	Neben KRB 4
Anzahl	3	36,0	3	-

Weiterhin wurden am 13.08.2020 insgesamt acht Drucksondierungen (CPT nach DIN EN ISO 22476-1) zur Messung der Mantelreibung und des Spitzendruckes bis in eine maximale Tiefe von $t = 30,0$ m u. GOK ausgeführt bzw. bis zur maximalen Auslastung des Geräts. Zusätzlich wurde bei den elektrischen Aufzeichnungen das Reibungsverhältnis ermittelt. Die Daten der Drucksondierungen sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Drucksondierungen (CPT)

Aufschluss	Datum	Endtiefe [m]	Ansatzhöhe (GOK) [mNN]	Bemerkung
CPT 1	13.08.20	30,0	89,94	Endtiefe, neben KRB 1
CPT 2	13.08.20	0,67	89,82	Fehlsondierung, neben KRB 2
CPT 2a	13.08.20	20,0	89,82	Endtiefe, neben KRB 2
CPT 4	13.08.20	0,24	89,94	Fehlsondierung, neben KRB 4
CPT 4a	13.08.20	0,28	89,94	Fehlsondierung, neben KRB 4
CPT 4b	13.08.20	0,22	89,94	Fehlsondierung, neben KRB 4
CPT 4c	13.08.20	20,0	89,94	Endtiefe, neben KRB 4
CPT 5	13.08.20	20,0	89,87	Endtiefe, neben KRB 5
Anzahl	8	90,0 +4,0 ¹⁾	8	-

¹⁾ Fehlsondierung

Die CPT 2 sowie CPT 4, CPT 4a und CPT 4b wurden aufgrund von Hindernissen im Baugrund abgebrochen.

Als Höhenbezugspunkt (HBP) wurde die Oberkante des Schachtdeckels (Bezeichnung: KA5110M) südöstlich des geplanten Baufeldes gewählt. Die Höhe wurde gemäß [U5] mit einer Höhe von 89,81 mNN angegeben (siehe Anlagen 1.2 und 2).

Die Lage der Aufschlusspunkte ist in Anlage 1.2 eingetragen. Die Bohr- und Sondierprofile sind in der Anlage 2 dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 3 enthalten.

3.2 Wasserprobe

Im Zuge der Erkundungen wurde die Kleinrammbohrung KRB 4 mit 1,5“-PVC-Material als temporäre Grundwasserentnahmestelle ausgebaut und dieser mittels Oszillationspumpe eine Grundwasserprobe entnommen. Die Grundwasserprobe wurde an das chemische Labor Dr. Döring GmbH nach Bremen zur Bestimmung der Betonaggressivität geschickt.

Der Analysenbericht ist der Anlage 5.3 zu entnehmen; das Probenahmeprotokoll ist in Anlage 5.4 abgelegt.

3.3 Geotechnische Proben und Laborversuche

An acht repräsentativen Bodenproben aus den KRB wurden folgende bodenmechanische Laborversuche ausgeführt:

- acht Bestimmungen des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892 – 1,
- vier Bestimmungen der Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892 – 4,
- zwei Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892 – 12.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind den nachfolgenden Tabellen 4 und 5 sowie Anlage 4 zu entnehmen:

Tabelle 4: Wassergehaltsbestimmungen und Kornverteilungsanalysen

Aufschluss	Probe	Entnahmetiefe [m]	Wassergehalt [%]	Feinkornanteil [%]	Sandanteil [%]	Kiesanteil [%]	k_f -Wert [Kaubisch] [m/s]	Schicht
KRB 2	P 5	4,5 – 5,8	16,4	47	45	8	7,2 E-09	Auffüllung, schluffig, 2b
KRB 3	P 6	5,6 – 7,0	10,6	23	64	13	7,6 E-07	G-mergel, 3
KRB 3	P 8	8,8 – 10,5	23,2	84	16	-	n. b. ¹⁾	Ton, 4
KRB 4	P 5	3,0 – 4,1	11,8	18	91	1	1,0 E-05 ²⁾	Auffüllung, sandig, 2a
KRB 4	P 6	4,1 – 5,5	11,9	-	-	-	-	G-mergel, 3
KRB 4	P 9	8,5 – 9,5	25,0	-	-	-	-	Ton, 4
KRB 5	P 5	4,5 – 6,0	13,8	-	-	-	-	G-mergel, 3
KRB 5	P 8	8,8 – 9,8	25,5	-	-	-	-	Ton, 4
Anzahl	8	-	8	4			3	-

¹⁾ n. b.: nicht bestimmbar; ²⁾ nach Seiler

Tabelle 5: Konsistenzgrenzenbestimmungen

Aufschluss	Probe	Entnahmetiefe u. GOK [m]	Bodengruppe nach DIN 18196	Konsistenz- zahl I _c	Konsistenz	Schicht
KRB 3	P 6	5,6 – 7,0	ST*	0,82	steif	G-mergel, 3
KRB 3	P 8	8,8 – 10,5	TM	0,71	weich – steif	Ton, 4
Anzahl	2	-	2	2	2	-

3.4 Umwelttechnische Untersuchungen

In Hinblick auf die abfalltechnische Einstufung der im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten anfallenden Aushubmaterialien wurden im Rahmen der Baugrunduntersuchung Einzelproben aus den Bohrungen entnommen und Mischproben erstellt. Die Mischproben wurden in Abstimmung mit der Abteilung Umweltschutz (TPR) der SZFG an die Dr. Döring GmbH nach Bremen geschickt. Die Beauftragung der Analysen erfolgte durch die Abteilung TPR.

Für den Oberboden und die Auffüllungen erfolgten Untersuchungen gemäß LAGA TR Boden.

Eine Übersicht der Zusammenstellung der Mischproben sowie des Untersuchungsumfangs und die abfalltechnische Klassifikation sind der Anlage 5.1 zu entnehmen.

4 Baugrund, Geotechn. Kategorie und bodenmechanische Kennwerte

4.1 Morphologie und Bestand

Zum Zeitpunkt der Erkundung war das Baufeld mit Rasen bewachsen. Das Baufeld war relativ eben.

Im Baubereich befinden sich mehrere Medienleitungen [U4], [U5].

Im Baufeld wurden vor Ausführung der Baugrunduntersuchungen Sondierungen zur Kampfmittelfreigabe durchgeführt.

4.2 Baugrundaufbau

Nach der geologischen Karte [U8] ist am Standort oberflächennah mit holozänem Anmoor über fluviatilen Feinsanden des Holozäns zu rechnen.

Als Ergebnis der Kleinrammbohrungen steht folgender Baugrundaufbau an:

Oberboden (Schicht 1)

- Erbohrte Schichtoberkante: 0,0 m u. GOK
- Erbohrte Schichtunterkante: 0,1 m u. GOK
- Erbohrte Schichtmächtigkeit: ca. 0,1 m
- Farbe: dunkelbraun

Auffüllung, sandig + kiesig (Schicht 2a)

- In allen KRB unterhalb des Oberbodens
- Aufgefüllter, sandiger, teils schluffiger Kies bzw. aufgefüllter, stark kiesiger bis kiesiger, stark schluffiger bis schwach schluffiger Sand, lokal mit Schlufflagen
- Fremdbeimengungen: Schlacke, Bauschutt, Betonreste
- Erbohrte Schichtoberkante: 0,1 m u. GOK
- Erbohrte Schichtunterkanten: 0,7 m – 4,5 m u. GOK
- Erbohrte Schichtmächtigkeiten: ca. 0,6 m – 4,4 m
- Farbe: Braun- und Grautöne
- Lagerungsdichte: nach Auswertung der CPTs und DPHs unterhalb des Oberbodens mitteldicht bis dicht (Spitzenwiderstand: mitteldichte Lagerung bei $7,5 \text{ MN/m}^2 \leq q_c < 15,0 \text{ MN/m}^2$; dichte Lagerung bei $q_c \geq 15,0 \text{ MN/m}^2$), darunter überwiegend locker gelagert (Spitzenwiderstand: lockere Lagerung bei $q_c < 7,5 \text{ MN/m}^2$; Schlagzahlen $N_{10} = 1 - 3$ Schläge pro 10 cm Eindringung)
- Sondierabbruch der CPT 2 sowie CPT 4, CPT 4a und CPT 4b
- Durchlässigkeit nach DIN 18130-1, Tab. 1: stark durchlässig bis durchlässig (aus Laborversuch / Kornverteilung k_f -Wert: $k_f = 1,0 \text{ E-05 m/s}$)

Auffüllung, schluffig (Schicht 2b)

- In allen KRB außer KRB 5
- Aufgefüllter, stark sandiger bis sandiger, schwach kiesiger Schluff
- Fremdbeimengungen: Schlacke
- Es können unterirdische Bauteile vorhanden sein (Bohrabbruch in KRB 1)
- Erbohrte Schichtoberkanten: 0,7 m – 2,5 m u. GOK

- Erbohrte Schichtunterkanten: 1,5 m – 5,8 m u. GOK (Endtiefe in KRB 1, 1A und 1B)
- Erbohrte Schichtmächtigkeiten: ca. 0,7 m – 4,7 m
- Farbe: Braun- und Grautöne
- Konsistenz nach geotechnischer Bohrkernansprache: steif; lokal weich bis steif
- Stark witterungsempfindlich
- Durchlässigkeit nach DIN 18130-1, Tab. 1: schwach bis sehr schwach durchlässig, (aus Laborversuch / Kornverteilung k_f -Wert: $k_f = 7,2 \text{ E-}09 \text{ m/s}$)

Geschiebemergel (Schicht 3)

- In allen KRB außer KRB 1
- Stark sandiger, schwach kiesiger, schwach toniger Schluff, der auch als Geschiebemergel bezeichnet wird
- Es können Geschiebe (Steine und Blöcke) enthalten sein
- Erbohrte Schichtoberkanten: 4,1 m – 5,8 m u. GOK
- Erbohrte Schichtunterkanten: 8,5 m – 9,3 m u. GOK
- Erbohrte Schichtmächtigkeiten: ca. 3,2 m – 4,4 m
- Farbe: hellbraun
- Konsistenz nach geotechnischer Bohrkernansprache: steif; Konsistenz der KRB 3 nach Laborversuch: steif
- Stark witterungsempfindlich
- Durchlässigkeit nach DIN 18130-1, Tab. 1: schwach durchlässig, (aus Laborversuch / Kornverteilung k_f -Wert: $k_f = 7,6 \text{ E-}07 \text{ m/s}$)

Ton (Schicht 4)

- Unterhalb des Geschiebemergels in allen KRB außer KRB 1
- Schwach schluffiger, schwach feinsandiger Ton
- Erbohrte Schichtoberkanten: 8,5 m – 9,3 m u. GOK
- Erbohrte Schichtunterkanten: 10,5 m – 10,8 m u. GOK (Endteufe, Bohrabbruch)
- Erbohrte Schichtmächtigkeiten: ca. 1,2 m – 2,3 m

- Farbe: grau
- Konsistenz nach geotechnischer Bohrkernansprache: steif; Konsistenz der KRB 3 nach Laborversuch: weich bis steif
- Stark witterungsempfindlich
- Durchlässigkeit nach DIN 18130-1, Tab. 1: sehr schwach durchlässig

4.3 Mittlere bodenmechanische Kennwerte und Homogenbereiche

Die angetroffenen Bodenarten werden, wenn bodenmechanisch vergleichbar, zusammengefasst und können bautechnisch wie folgt klassifiziert bzw. beurteilt werden. Die Einteilung in Homogenbereiche erfolgt nach einzusetzenden Erdbaugeräten mit vergleichbaren Eigenschaften. Eine weitere Unterteilung wird aufgrund der Schadstoffbelastungen vorgenommen. Für die erdstatischen Berechnungen können die folgenden charakteristischen, mittleren Bodenkennwerte angesetzt werden (Tabelle 6):

Tabelle 6: Charakteristische, mittlere bodenmechanische Kennwerte

Schicht	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300 (alt)	Homogen- bereich nach DIN 18300 (neu)	Wichte d. feuchten Bodens γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Innerer Reibungs- winkel cal. ϕ' [°]	Kohä- sion cal. c' [kN/m ²]	Steife- modul E_s [MN/m ²]
O-boden, 1	OH	1	A	keine bautechn. Verwendung				
Auffüllung, sandig + kiesig, locker, 2a	[GU*], [GU], [SU*], [SW], [GW]	3, 4	B, C	16,5	9,0	30,0	0	15 – 30
Auffüllung, sandig + kiesig, mitteldicht, 2a	[GU*], [GU], [SU*], [SW], [GW]	3, 4	B, C	18,5	11,0	32,5	0	40 – 60
Auffüllung, schluffig, 2b	[SU*], [UL]	4	B, C	18,5	10,0	27,5	2	8 – 15
Geschiebe- mergel, 3	ST*	4	D	20,5	10,5	27,5	2	30 – 50
Ton, 4	TM	4	D	19,5	9,5	17,5	10	8 – 20

Nach derzeitigem Planungsstand und aufgrund der Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen wird das geplante Bauwerk in die **Geotechnische Kategorie 2 (GK 2)** eingestuft.

Für die einzelnen Homogenbereiche können für die Erd- und Bohrarbeiten folgende geotechnische Eigenschaften, die aus Laborversuchen abgeleitet oder aus Erfahrungen [U12], [U13] gewonnen wurden, angenommen werden (Tabellen 7 und 8).

Tabelle 7: Geotechn. Eigenschaften der Homogenbereiche A und B für Erd- u. Bohrarbeiten

Homogenbereich		A		B	
Ortsübliche Bezeichnung		Oberboden		Auffüllung, sandig + kiesig; Auffüllung, schluffig	
Einstufung nach LAGA		Überschreitung Prüfwert Industrie- und Gewerbe- grundstück		Z 1.2	
		Versuchswerte	Spannweite geschätzt	Versuchswerte	Spannweite geschätzt
Korngrößenverteilung		-	Sand	Sand – Schluff	Kies – Schluff
Massenanteil an Steinen / Blöcken	> 63 - 200 mm [%]	-	0 – 2	0	0 – 2
	> 200 - 630 mm [%]	-	0 – 1	0	0 – 1
	> 630 mm [%]	-	0	0	0
Dichte	[g/cm ³]	-	1,5	-	1,6 – 1,9
Kohäsion	[kPa]	-	-	-	0 – 2
Undrained Scherfestigkeit c_u	[kPa]	-	-	-	40 – 150
Wassergehalt w	[%]	-	10 – 25	11,8 – 16,4	5 – 25
Plastizitätszahl I_p	[%]	-	-	-	0 – 20
Konsistenzzahl I_c		-	-	-	0,5 – 1,0
Bezogene Lagerungsdichte I_D	[%]	-	15 – 35	15 – 85	15 – 85
Abrasivität	[%]	-	nicht	-	nicht abrasiv – abrasiv
Bodengruppe		OH		[GU*], [GU], [SU*], [SW], [GW], [UL]	

Tabelle 8: Geotechn. Eigenschaften der Homogenbereiche C und D für Erd- u. Bohrarbeiten

Homogenbereich		C		D	
Ortsübliche Bezeichnung		Auffüllung, sandig + kiesig; Auffüllung, schluffig		Geschiebemergel, Ton	
Einstufung nach LAGA		> Z 2		nicht bestimmt	
		Versuchswerte	Spannweite geschätzt	Versuchswerte	Spannweite geschätzt
Korngrößenverteilung		Sand – Schluff	Kies – Schluff	Schluff – Ton	Schluff – Ton
Massenanteil an Steinen / Blöcken	> 63 - 200 mm [%]	0	0 – 2	0	0 – 10
	> 200 - 630 mm [%]	0	0 – 1	0	0 – 5
	> 630 mm [%]	0	0	0	0 – 2
Dichte	[g/cm ³]	-	1,6 – 1,9	-	1,9 – 2,1
Kohäsion	[kPa]	-	0 – 2	-	2 – 10
Undrained Scherfestigkeit c_u	[kPa]	-	40 – 150	-	40 – 250
Wassergehalt w	[%]	11,8 – 16,4	5 – 25	10,6 – 25,5	10 – 40

Homogenbereich	C		D	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, sandig + kiesig; Auffüllung, schluffig		Geschiebemergel, Ton	
Einstufung nach LAGA	> Z 2		nicht bestimmt	
	Versuchswerte	Spannweite geschätzt	Versuchswerte	Spannweite geschätzt
Plastizitätszahl I _p [%]	-	0 – 20	8,71 – 23,00	5 – 40
Konsistenzzahl I _c	-	0,5 – 1,0	0,71 – 0,82	0,5 – 1,0
Bezogene Lagerungsdichte I _D [%]	15 – 85	15 -85	-	-
Abrasivität [%]	-	nicht abrasiv – abrasiv	-	nicht – kaum abrasiv
Bodengruppe	[GU*], [GU], [SU*], [SW], [GW], [UL]		ST*, TM	

5 Grundwasser

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde in den KRB das Grundwasser in Tiefen von 5,0 m bis 5,5 m unter GOK angebohrt bzw. nach Beendigung der Bohrungen eingemessen. Daraus ergeben sich Grundwasserstände zwischen 84,32 mNN und 84,94 mNN.

Genauere Aussagen zum Schwankungsbereich des Grundwassers, z. B. langjährige Pegeldaten o. ä., liegen uns nicht vor. Aufgrund von Erfahrungswerten und unter Einbeziehung der Geländetopographie ist jedoch davon auszugehen, dass sich nach langanhaltenden Niederschlagsereignissen und aufgrund jahreszeitlicher und langjähriger Schwankungen auf dem Baufeld Grundwasserstände über dem vorhandenen Grundwasserstand einstellen können.

Im oberflächennahen Bereich kann es im Bereich der schwach durchlässigen Böden nach starken Niederschlagsereignissen und feuchten Witterungsperioden zu Staunässe durch versickerndes Niederschlagswasser kommen.

Als Mittlerer Höchster Grundwasserstand (MHGW) kann ein Grundwasserstand von **86,0 mNN** angesetzt werden.

Das Grundwasser ist nach der chemischen Analyse als **schwach betonangreifend (Expositionsklasse XA 1)** einzustufen.

6 Gründungs- und Ausführungsempfehlungen

6.1 Becken und Betriebsgebäude

Der Oberboden der Schicht 1 ist im Bereich des Baufeldes vollständig abzuschleifen und seitlich zu lagern.

Gemäß [U6] bindet das Becken bis in eine Tiefe von ca. 86,0 mNN ein und wird auf Pfählen tief gegründet. Das Betriebsgebäude wird nicht unterkellert ausgeführt und soll nach derzeitigem Kenntnisstand ebenfalls über Pfähle tief gegründet werden.

Grundsätzlich sind für die Pfahlgründung des Neubaus alle Pfahlarten geeignet. Aufgrund der Lage auf dem Werksgelände und der Nähe zum Gebäudebestand sind Systeme mit geringen Geräusch- und Erschütterungsemissionen zu bevorzugen. Nach [U6] ist die Ausführung von voll- oder teilverdrängenden Pfählen geplant.

Als tragfähiger Baugrund gelten der mindestens steif konsistente Geschiebemergel der Schicht 3 und der mindestens steif konsistente Ton der Schicht 4. Der tragfähige Baugrund steht daher ab einer Tiefe von ca. 84,0 mNN an.

Für die **Vorbemessung** können bei den anstehenden Böden bei Teilverdrängungspfählen unter Berücksichtigung der Labor- und Feldprüfungen folgende charakteristische Erfahrungswerte der *Bohrpfähle* gemäß der EA Pfähle [U14] angesetzt werden (Tabelle 9).

Tabelle 9: Pfahlbemessungswerte für Teilverdrängungspfähle (*Bohrpfähle*)

Schichten	Undrained Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m ²]	Pfahlspitzenlast $q_{b,k}$	
			$s/D_s = 0,02$ [kN/m ²]	$s/D_s = 0,1$ [kN/m ²]
Geschiebemergel, 3	50 – 100	25 – 40	350 – 450	800 – 1.000
Ton, 4	75 – 250	40 – 85	450 – 950	800 – 1.600

Die Werte der *Bohrpfähle* dürfen bei der Ausführung von Teilverdrängungspfählen um 15 % erhöht werden, wenn

- das Durchmesser Verhältnis vom Innendurchmesser des Seelenrohrs zum Außendurchmesser der Bohrwendel $\geq 0,6$ beträgt und
- das Volumen des gefördert Bodens geringer als 70 % des Pfahlvolumens ist.

Bei der Ausführung von Vollverdrängungspfählen (Schraubpfähle) können für die **Vorbemessung** bei den anstehenden Böden unter Berücksichtigung der Labor- und Feldprüfungen folgende charakteristische Erfahrungswerte gemäß der EA Pfähle [U14] angesetzt werden (Tabelle 10).

Tabelle 10 Pfahlbemessungswerte für Vollverdrängungspfähle (Schraubpfähle)

Schichten	Undränirte Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m ²]	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$	
			$s/D_s = 0,02$ [kN/m ²]	$s/D_s = 0,1$ [kN/m ²]
Geschiebemergel, 3	50 – 100	35 – 55	600 – 800	1.350 – 1.750
Ton, 4	75 – 250	45 – 95	800 – 1.300	1.750 – 2.200

Allgemein gelten die üblichen Regeln für die Herstellung von Schraubpfählen, wie sie z. B. in der DIN EN 12699 beschrieben werden.

Die angegebenen Erfahrungswerte von Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung der Tabellen 9 und 10 gelten für Teil- bzw. Vollverdrängungspfähle, die mindestens 2,5 m in eine tragfähige Schicht einbinden. Weiterhin wird vorausgesetzt, dass

- die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als drei Pfahlfußdurchmesser, mindestens aber 1,5 m beträgt und
- in diesem Bereich $q_c \geq 7,5 \text{ MN/m}^2$ bzw. $c_{u,k} \geq 100 \text{ kN/m}^2$ nachgewiesen ist.

Unabhängig davon wird empfohlen, die Pfahlfüße in Bereichen mit $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$ abzusetzen.

In Anlage 6 ist exemplarisch eine Vordimensionierung eines Schraubpfahles ($d = 0,56 \text{ m}$) dargestellt. Die c_u -Werte der bindigen Böden wurden aus den Drucksondierungen (CPT) abgeleitet (s. Anlage 2) und in die Berechnung eingegeben. Es wurden mit dem ungünstigsten Bodenprofil (CPT 5) die Pfahllasten für unterschiedliche Pfahllängen ($14,0 \text{ m} < l < 25,0 \text{ m}$) ermittelt.

Der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit ist unter Berücksichtigung des gewählten Pfahltyps, der gewählten Pfahldurchmesser und zulässigen Pfahlkopfsetzungen (charakteristische Widerstands-Setzungs-Linie) zu ermitteln.

Aufgrund der örtlichen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse ist ggf. die Ausführung einer Pfahlprobelastung für den abschließenden Nachweis der äußeren Tragfähigkeit notwendig. Dafür sind pro Pfahltyp mindestens zwei statische Pfahlprobelastungen an Testpfählen auszuführen. Alternativ ist die Ausführung von dynamischen Pfahlprobelastungen (mindestens

zwei Pfahltests je Pfahltyp) möglich, wenn entsprechende Erfahrungen mit vergleichbaren Bodenarten vorliegen.

Zum Nachweis einer anforderungsgerechten Pfahlherstellung und Ausführungsqualität werden Integritätsprüfungen (Testpfähle und mindestens 10% aller Bauwerkspfähle) empfohlen.

Die endgültige Lage und Anzahl der Pfahlprobebelastungen ist in Abhängigkeit der geführten Pfahltypen in Abstimmung mit dem Bodengutachter festzulegen.

Die statischen Nachweise sind vom Spezialtiefbauunternehmen zu führen und zur Prüfung vorzulegen.

Zur Herstellung der Tiefgründung ist ein tragfähiges Arbeitsplanum anzulegen. Je nach Pfahlgerätegröße sind Schichtstärken von ca. 30 cm bis 50 cm erforderlich. Anforderungen an den Einbau der Arbeitsebene sind in Kap.8 aufgeführt.

Bauwerksabdichtung

Die oberflächennah anstehenden Böden sind wenig wasserdurchlässig ($k_f \leq 1 \text{ E-04 m/s}$ nach DIN 18533-1). Wird eine ausreichende, dauerhaft funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 sichergestellt, sind die erdberührten Wände und Bodenplatte gegen Bodenfeuchte und nicht-drückendes Wasser gemäß DIN 18533-1, abzudichten. Dies entspricht der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E.

Wird keine Dränung vorgesehen, ist damit zu rechnen, dass in den Arbeitsraum eindringendes Oberflächen- und Sickerwasser vor den Bauteilen zeitweise bis zur Geländeoberkante aufstaut. Die Bodenplatte und erdberührten Wände sind daher gegen drückendes Wasser mit mäßiger Einwirkung nach DIN 18533-1 abzudichten. Das entspricht der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E. In diesem Fall ist als **Bemessungswasserstand** aufgrund des zeitweise auftretenden Stauwassers die **derzeitige Geländeoberkante** anzusetzen.

6.2 Regenwasserversickerung

Die Bedingungen für eine planmäßige Versickerung von Niederschlagswasser werden in der DWA – A138 (ehemals: ATV-DVWK-Richtlinie A 138) benannt. Hierbei bestehen insbesondere folgende Forderungen:

- Durchlässigkeit der anstehenden Böden im Bereich zwischen 1×10^{-3} bis 1×10^{-6} m/s.
- Ausreichend mächtiger Sickerraum, d. h. Mindestabstand zwischen Versickerungselement und Mittlerem höchstem Grundwasserstand (MHGW; meist $a \geq 1,0$ m).

- Ausreichender Abstand zu Kellern und anderen baulichen Anlagen.
- Keine Verunreinigungen, z.B. Altlasten, im hydraulischen Einflussbereich.
- Keine Stoffanreicherungen mit hohem Freisetzungspotential im Einflussbereich.
- Keine Materialien im Sickerraum, die eine nachteilige Veränderung des Sicker- und Grundwassers hervorrufen können.

Nach den Ergebnissen des Kapitels 4 und 5 (Boden- und Grundwassersituation) ist am Standort eine dezentrale Regenwasserversickerung entsprechend den Anforderungen der DWA – A 138 (ehemals ATV-DVWK A 138) aufgrund der umwelttechnischen Untersuchungen nicht möglich.

7 Umwelttechnische Untersuchungen

7.1 Bewertungskriterien

Die Beurteilung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen erfolgt anhand der Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) [U10].

Die Untersuchungsergebnisse für den Oberboden werden nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV, 1999) [U11] beurteilt.

Tabellarische Zusammenfassungen der Analysenergebnisse sind in der Anlage 5.2 enthalten. Der Analysenbericht ist der Anlage 5.3 beigelegt.

7.2 Darstellung der Analysenergebnisse

Oberboden (Schicht 1)

Beurteilung und Zuordnung der Schadstoffkonzentrationen gemäß BBodSchV [U11] und LAGA TR Boden [U10]

Mischprobe: MP 1 = Oberboden
Einzelheiten zur Zusammensetzung der Mischprobe siehe Probenliste in Anlage 5.1.

Maßgebende Parameter/
Schadstoffkonzentrationen: Arsen = 200 mg/kg

Zuordnungswert gemäß

LAGA TR Boden:	LAGA TR Boden gilt formal nicht für Oberboden, aber da es sich hier um gefährlichen Abfall handelt ist die LAGA TR Boden / Deponieverordnung heranzuziehen
AVV-Abfallschlüssel:	17 05 03*
Abfallbezeichnung:	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten
Einstufung:	Gefährlicher Abfall
Entsorgung:	Im Falle eines Aushubs ist der Oberboden als gefährlicher Abfall (> Z 2) gemäß LAGA TR Boden zu entsorgen. Der Prüfwert für Arsen für die Nutzung als Industrie- und Gewebegrundstücke wird ebenfalls überschritten. Entsorgung im Nachweisverfahren (Andienungspflicht bei der NGS)

Auffüllung, sandig + kiesig (Schicht 2a)

Beurteilung und Zuordnung der Schadstoffkonzentrationen gemäß LAGA TR Boden [U10]

Mischprobe: MP 1712-2 = Auffüllung Südost
Einzelheiten zur Zusammensetzung der Mischprobe siehe Probenliste in Anlage 5.1

Maßgebende Parameter/
Schadstoffkonzentrationen: Cyanid gesamt = 27 µg/l

Zuordnungswert gemäß
LAGA TR Boden >Z 2

AVV-Abfallschlüssel: 17 05 04

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

Einstufung: Nicht gefährlicher Abfall

Entsorgung: Beseitigung auf geeigneter Deponie

Entsorgung im vereinfachten Verfahren
(keine Andienungspflicht bei der NGS)

Auffüllung, sandig + kiesig (Schicht 2a)

Beurteilung und Zuordnung der Schadstoffkonzentrationen gemäß LAGA TR Boden [U10]

Mischprobe: MP 1712-4 = Auffüllung **Nordwest**
Einzelheiten zur Zusammensetzung der Mischprobe
siehe Probenliste in Anlage 5.1

Maßgebende Parameter/
Schadstoffkonzentrationen: Zink = 1.600 mg/kg
PAK = 176,999 mg/kg
Benzo(a)pyren = 9,09 mg/kg

Zuordnungswert gemäß
LAGA TR Boden >Z 2

AVV-Abfallschlüssel: 17 05 03*

Abfallbezeichnung: Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten

Einstufung: Gefährlicher Abfall

Entsorgung: Gemäß Festlegung des Niedersächsischen Ministeriums
für Umwelt handelt es sich um einen „gefährlichen Abfall“,
der im Nachweisverfahren entsorgt werden muss (Andie-
nungspflicht bei der NGS). Für die Entsorgung werden
weitere Deklarationsanalysen notwendig (s. Kap. 7.3)

Auffüllung, schluffig (Schicht 2b)

Beurteilung und Zuordnung der Schadstoffkonzentrationen gemäß LAGA TR Boden [U10]

Mischproben: MP 1712-3 = Auffüllung, **Südost**
MP 1712-5 = Auffüllung, **Nordwest**
Einzelheiten zur Zusammensetzung der Mischproben
siehe Probenliste in Anlage 5.1

Maßgebende Parameter/
Schadstoffkonzentrationen: siehe Anlage 5.2

Zuordnungswerte gemäß
LAGA TR Boden: MP 1712-3 = Z 1.2
MP 1712-5 = Z 1.2

AVV-Abfallschlüssel: 17 05 04

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

Einstufung:	Nicht gefährlicher Abfall
Entsorgung:	Vorrangig stoffliche Verwertung im Erdbau gemäß LAGA TR Boden (sofern bautechnisch geeignet) Entsorgung im vereinfachten Verfahren (keine Andienungspflicht bei der NGS)

7.3 Hinweise zur Entsorgung und Verwertung

Die abfalltechnische Klassifikation und die zugehörigen Abfallschlüssel nach Abfallverzeichnisverordnung (AVV) gehen aus der nachfolgenden Tabelle sowie Anlage 5.1 hervor.

Tabelle 11: Abfalltechnische Klassifikation

Schicht	Lage	Klassifikation	AVV- Abfallschlüssel
Oberboden	gesamtes Baufeld	>Z 2	17 05 03*
Auffüllung, sandig + kiesig, Südost	KRB 4, KRB 5	>Z 2	17 05 04
Auffüllung, sandig + kiesig, Nordwest	KRB 1 bis KRB 3	>Z 2	17 05 03*
Auffüllung, schluffig	gesamtes Baufeld	Z 1.2	17 05 04

Grundsätzlich sind „gefährliche Abfälle“ von „nicht gefährlichen Abfällen“ zu separieren.

Die sandige und kiesige Auffüllung der Schicht 2a ist möglichst sortenrein auszubauen, auf zwei Haufwerken (Südost und Nordwest getrennt) bereitzustellen und mit Folie abzudecken. Nach Absprache wird das Material durch **bsp** ingenieure anschließend erneut beprobt und die notwendigen Deklarationsanalysen werden veranlasst.

Werden während der Erdarbeiten bisher unbekannte, organoleptisch auffällige Materialien angetroffen, sind diese während des Aushubs zu separieren und auf einer (möglichst versiegelten) Fläche bereitzustellen.

8 Hinweise zur Bauausführung

Es ist zu beachten, dass im Bereich der KRB 1, CPT 2, CPT 4, CPT 4a und CPT 4b Bohr- bzw. Sondierhindernisse in Tiefen von 0,2 m bis 5,6 m u. GOK erkundet wurden.

Die Erdplanien und Baugrubensohlen bestehen bereichsweise aus schluffigen Böden, die durch Niederschlagswasser stark aufweichungsgefährdet sind. Die Baugrubensohle ist vor

Witterungseinflüssen wie Aufweichen durch Niederschläge, Frost sowie durch mechanische Beanspruchung wie Befahren zu schützen.

Aufgelockerte oder durch den Baubetrieb gestörte Bereiche in der Baugruben- oder Fundamentsohle sind nachzuverdichten. Ggf. aufgeweichte oder stark vernässte Böden sind auszuheben und gegen gut verdichtbare Schüttstoffe auszutauschen.

Für einen ggf. erforderlichen Bodenaustausch empfehlen wir den Einbau von qualifizierten Schüttstoffen (Kies der Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196 bzw. Mineralstoffgemisch FSS nach ZTV SoB-StB 04). Alternativ kann auch Hochofenschlacke (HOS) verwendet werden. Das Material ist lagenweise ($d \leq 0,3$ m) verdichtet einzubauen.

Das Verdichtungsgerät ist entsprechend den Baugrundverhältnissen und den einschlägigen Richtlinien zu wählen. Der Verdichtungserfolg ist durch Erdbaukontrollprüfungen (z. B. Plattendruckversuche) nachzuweisen. Das Verfüllmaterial ist mindestens mit mitteldichter ($D_{Pr} \geq 98$ % bzw. $E_{v2} \geq 80$ MN/m²) Lagerung einzubauen.

Für unterhalb der Geländeoberkante durchzuführende Erdbauarbeiten können die Baugruben geböscht ($\beta = 45^\circ$) oder mit einem Verbau nach DIN 4124 hergestellt werden.

Bei geböschter Bauweise ist darauf zu achten, dass im Bereich des Böschungsfußes kein Grundwasser in die Baugrube eindringt, weil die Standsicherheit der Böschung gefährdet wird.

Für die derzeit geplanten Erd- und Gründungsarbeiten sind voraussichtlich keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich. Anfallendes Tag- und Sickerwasser ist über Pumpensümpfe und Flächendränage (Gründungspolster) aufzufangen und ordnungsgemäß abzuführen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind grundsätzlich genehmigungspflichtig.

Bei der Planung und Ausführung der Reinigungsstufe ist zu beachten, dass diese bei Beckenleerstand auftriebssicher ausgeführt wird.

Wir empfehlen bei der Durchführung von Erdbau- und Gründungsmaßnahmen eine fachgutachterliche Begleitung mit entsprechenden Abnahmen von Erdplanien oder Gründungssohlen.

Ergeben sich zu dem geplanten Bauvorhaben Änderungen oder weitere Fragen, wird um entsprechende Benachrichtigung gebeten.



Dr.-Ing. Thomas Bergs



ppa. Dr.-Ing. Nadine Ciecior

Verteiler:

SZFG, Herr Nowak
Dr. Born - Dr. Ermel GmbH, Hr. Gatz

2 x Bericht
Bericht als pdf