



Ingenieurgesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH

Nordring 12
19073 Wittenförden

0385 - 64 55 10
info@igu-schwerin.de

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben:	Norderstedt Neugestaltung Willy-Brandt-Park	
Bauherr :	Stadt Norderstedt	
Registriernummer :	23 062 - 1	
Auftraggeber :	Stadt Norderstedt Amt für Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr Fachbereich Natur und Landschaft Rathausallee 50 22846 Norderstedt	
Aufgestellt durch :	Dipl.- Geol. Ralf Puppe	
Textseiten :	21	
Anlageseiten :	60	
Wittenförden, den	19.07.2023	Dipl.-Ing. T. Beirow

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorbemerkung.....	4
2	Angaben zum Untersuchungsgebiet.....	4
2.1	Lage, Nutzung.....	4
2.2	Angaben zum Bauvorhaben / Aufgabenstellung.....	4
2.3	Geplante Maßnahmen.....	5
3	Untersuchungsprogramm	5
3.1	Baugrundaufschlüsse / Probenahme	5
3.2	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	6
3.3	Chemische Untersuchungen - Boden	7
3.4	Chemische Untersuchungen - Asphalt.....	7
4	Baugrundverhältnisse	7
4.1	Allgemeines	7
4.2	Aufbau bestehender Wege.....	8
4.3	Aufbau vorhandener Grünflächen.....	8
5	Grundwasserverhältnisse.....	9
6	Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen	10
6.1	Allgemeines	10
6.2	Durchlässigkeitsbeiwerte.....	12
6.3	Bodenmechanische Kennwerte	13
6.4	Einteilung in Homogenbereiche / Kennwerte.....	13
6.5	Verwendung der vorhandenen Baustoffe und Böden	14
6.5.1	bautechnische Verwendung - Boden und ungebundene Mineralstoffe.....	14
6.5.2	Analytik Boden - Auswertung Ergebnisse.....	15
6.5.3	Analytik Asphalt - Auswertung Ergebnisse	15
7	Zusammenfassung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse.....	16
8	Gründungsempfehlungen / Ausbauvorschläge.....	17
8.1	Sportinsel.....	17
8.2	Sitzstufenanlage.....	18
8.3	Wegebau.....	18
8.4	Versickerung.....	19
8.5	Hinweise zum Bodenschutz.....	20
9	Hinweise	21
10	Schlussbemerkungen	21

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Übersicht Ansatzhöhe und Aufschlusstiefen der Sondierungen (DHHN92)	5
Tabelle 2	Übersicht bodenmechanischer Laborversuche.....	6
Tabelle 3	Zusammenstellung Proben / Analysenprogramm.....	7
Tabelle 4	vorhandener Wegeaufbau	8
Tabelle 5	Grundwasserstände	9
Tabelle 6	Bodengruppen, Bodenklassen.....	12
Tabelle 7	Durchlässigkeitsbeiwerte.....	12
Tabelle 8	charakteristische Kennwerte.....	13
Tabelle 9	Homogenbereiche	13
Tabelle 10	Homogenbereiche - Kennwerte Erdbau (DIN 18300, Lösen / Laden) GK 1	14
Tabelle 11	Wiederverwendung der anstehenden Böden	14
Tabelle 12	Zusammenstellung der Analysenergebnisse Boden.....	15
Tabelle 13	Zusammenstellung der Analysenergebnisse, Asphalt	16
Tabelle 14	Bemessungswerte Sohlwiderstand ($\sigma_{R,d}$).....	18

UNTERLAGEN, ANLAGEN

UNTERLAGEN

- U 1 Lage- und Vermessungsplan, zur Verfügung gestellt vom Stadt Norderstedt
- U 2.1 Entwurf Neugestaltung Willy-Brandt-Park Norderstedt, Büro ST raum a. , Berlin
- U 2.2 Angaben zum Bauvorhaben - Sportkonzept Sportinsel, Büro ST raum a. BA2, Berlin 12.05.2023
- U 2.3 Angaben zum Bauvorhaben - Detailangaben zur Sitzstufenanlage, Büro ST raum a. , Berlin, 26.05.2023
- U 2.4 Angaben zum Bauvorhaben - Detailangaben Wegeausbau, Büro ST raum a. , Berlin 12.04.2023
- U 4 Ergebnisse der Rammkernsondierungen, Ausführung IGU mbH
- U 5 Ergebnisse von bodenmechanischen Laboruntersuchungen, Ausführung IGU mbH
- U 6 Ergebnisse von chemischen Analysen an Boden- und Asphaltproben
Eurofins Umwelt Nord GmbH
- U 5 geltende DIN Normen und technische Vorschriften

ANLAGEN

- A 1 Übersichtsplan 1 Blatt
- A 2.1 Lageplan der Aufschlüsse, Maßstab 1 : 1250, Bestand 1 Blatt
- A 2.2 Lageplan der Aufschlüsse, Maßstab 1 : 1250, mit Bauvorhaben Sportinsel 1 Blatt
- A 3.1 - 3.25 Bohrprofile BS 11 - BS 25 26 Blatt
- A 4.1 - 4.8 Laborprotokolle Bestimmung der Korngrößenverteilung 8 Blatt
- A 5.1 - 5.3 Laborprotokolle Bestimmung Glühverlust 3 Blatt
- A 6.1 - 6.2 Laborprotokolle chemische Analysen, an Bodenproben, Eurofins Umwelt Nord GmbH 15 Blatt
AR-23-NK-003770-01, AR-23-NK-003806-01
- A 6.3 Laborprotokoll Asphalt, Eurofins Umwelt Nord GmbH, AR-23-NK-003769-01 5 Blatt

1 Vorbemerkung

Die Stadt Norderstedt plant die Neugestaltung des Willi-Brandt-Parks. Es ist vorgesehen, eine Sportinsel mit verschiedenen Anlagen (Sportfelder, Laufbahn, Spielplätze, Sitzstufenanlage) zu errichten. Weiterhin ist die Anlage einer Retentionsfläche sowie die Neugestaltung der Wege mit einer teilweise geänderten Trassenführung geplant.

Die Planung dieses Vorhabens obliegt dem Büro ST raum a. aus Berlin.

Mit der Erkundung der Baugrundverhältnisse und der Erarbeitung eines Geotechnischen Berichtes für die geplanten Maßnahmen wurde die IGU mbH aus Wittenförden beauftragt.

2 Angaben zum Untersuchungsgebiet

2.1 Lage, Nutzung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Stadtteil Garstedt und besteht hauptsächlich aus Grün- / bzw. Rasenflächen mit Baumbewuchs.

Die Erschließung des Gebietes erfolgt durch wassergebundene Wege.

Momentan wird das Gelände als Park- und Erholungsfläche / Hundewiese genutzt

Die Nord-Süd-Ausdehnung des Gebietes beträgt ca. 480m. In Ost-West-Richtung sind es zwischen 60m und 120m.

2.2 Angaben zum Bauvorhaben / Aufgabenstellung

gemäß Aufgabenstellung sind folgende Untersuchungen / Beurteilungen auszuführen:

- Ausführung von Rammkernsondierungen / Handbohrungen und Schürfen, Tiefe 1-5m
- Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Durchführung von bodenmechanischen Untersuchungen
- Angaben zu Grundwasserständen bzw. Grundwasserschwankungen
- Angaben zur Durchlässigkeit der Bodenschichten hinsichtlich Versickerung
- Angaben zu bodenmechanischen Kennwerten der Baugrundsichten
- Angaben zur Bebaubarkeit und Belastbarkeit des Untergrundes
- Verwendbarkeit / Verwertbarkeit der vorhandenen Böden
- Einteilung der Böden in Homogenbereiche
- Gründungsvorschläge zum Neubau Kunststoffrasenspielfeld, Kunststoffflächen gemäß DIN 18035 unter Berücksichtigung der vorhandenen Böden- und Baustoffe
- Gründungsvorschläge Sitzstufenanlage
- Gründungsvorschläge Wegebau (Belastung ca. 7,5t)
- Hinweise zur Herstellung der Retentionsfläche

2.3 Geplante Maßnahmen

Laut /U 2.1 - 2.4/ sind folgende Maßnahmen geplant:

- Neubau bzw. Neutrassierung Wegebau, Ausbau in wassergebundener Bauweise
 - Belastungen durch Unterhaltungs- / Rettungsfahrzeuge (im Mittel 7,5t)
 - 6 cm Deckschicht 0/5
 - 8 cm dynamische Schicht 0/22
 - 6 cm Splitt-Sand-Gemisch 0/22
 - 15 cm Schottertragschicht 0/32
- Neubau Sportinsel mit Multifunktionsspielfeld, Kunststofflaufbahnen gemäß DIN 18035, Beachvolleyballfeld sowie Asphalt- und Spielflächen
- Neubau Sitzstufenanlage / Tribüne / Treppenanlage (Betonfundamente)
- Anlage einer Retentionsfläche zur Niederschlagsversickerung

3 Untersuchungsprogramm

3.1 Baugrundaufschlüsse / Probenahme

Insgesamt wurden 26 Rammkernsondierungen mit Tiefen zwischen 1,0m und 5,0m ausgeführt. Die Lage der Ansatzpunkte wurde unter Beachtung der Aufgabenstellung sowie unter Berücksichtigung der Vor-Ort Verhältnisse (z.B. Leitungsverläufe) durch den Unterzeichner festgelegt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden auf willkürlich gewählte Festpunkte eingemessen. Die Lage der Aufschlusspunkte sind in den Lageplänen der Aufschlüsse, Anlage 2.1 und 2.2 , eingetragen.

Die Bohrprofile sind als Anlagen 3.1 - 3.25 beigelegt.

Aus den Sondierungen erfolgte eine Entnahme von gestörten Bodenproben zur Durchführung von bodenmechanischen und chemischen Laborversuchen.

Tabelle 1 Übersicht Ansatzhöhe und Aufschlusstiefen der Sondierungen (DHHN92)

Aufschluss	BS 1	BS 2	BS 3	BS 4	BS 5	BS 6	BS 7
Höhe in m	26,92	26,70	26,80	27,00	27,55	26,95	27,05
Endtiefe in m	5,00	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	5,00

Aufschluss	BS 8	BS 9	BS 10	BS 11	BS 12	BS 13	BS 14
Höhe in m	27,00	27,50	27,10	27,05	27,05	27,45	27,15
Endtiefe in m	3,00	5,00	3,00	3,00	5,00	3,00	1,00

Aufschluss	BS 15	BS 16	BS 17	BS 18	BS 19	BS 20	BS 21
Höhe in m	27,40	27,05	26,85	27,75	28,35	28,45	28,35
Endtiefe in m	1,00	3,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

Aufschluss	BS 21a	BS 22	BS 23	BS 24	BS 25
Höhe in m	28,45	29,00	28,35	29,15	29,35
Endtiefe in m	3,00	5,00	2,00	2,20	2,00

3.2 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Im Labor wurden die entnommenen Bodenproben aus den Sondierungen miteinander verglichen und willkürlich gewählten Schichtnummern zugeordnet. An repräsentativen Bodenproben wurden bodenmechanische Laborversuche vorgesehen. Alle Restproben sowie Rückstellproben dieses Vorhabens werden im Probenarchiv der IGU mbH für die Dauer der Maßnahme eingelagert.

Tabelle 2 Übersicht bodenmechanischer Laborversuche

Laborversuch	Norm	Versuchs- anzahl	Protokolle siehe Anlage
Korngrößenverteilung	DIN 18 123	34	4.1 - 4.8
Bestimmung der organische Bestandteile	DIN 18 127	13	5.1 - 5.4

3.3 Chemische Untersuchungen - Boden

Orientierend wurde der Oberboden (Schicht ④) aus dem Bereich der geplanten Sportinsel sowie der geplanten Versickerungsflächen zu zwei Mischproben wie folgt zusammengestellt.

Tabelle 3 Zusammenstellung Proben / Analysenprogramm

Probe	Aufschluss	Schicht	Probematerial	Analytik	Ergebnis
MP S④a	BS 3, 4, 6, 8, 12	④	Sand, schwach schluffig, humos	LAGA TR Boden 04	Anl. 6.1
MP S④b	BS 1, 2, 7, 10	④	Sand, schwach schluffig, humos	BBodSchG Vorsorgewerte	Anl. 6.2

Die Laborprotokolle der Eurofins Umwelt Nord GmbH sind in der Anlage 6.1 und 6.2 enthalten.
Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt im Kapitel 6.5.2 .

3.4 Chemische Untersuchungen - Asphalt

Die angetroffene Asphaltschicht im Bereich der vorhandenen Kunststofflaufbahn (BS 18) wurde gemäß TR LAGA Bauschutt 1997 (Tab. II.1.4-5/-6) analysiert.

Das Laborprotokoll der Eurofins Umwelt Nord GmbH ist in der Anlage 6.3 enthalten.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt im Kapitel 6.5.3 .

4 Baugrundverhältnisse

4.1 Allgemeines

Der Untergrund im Untersuchungsgebiet ist relativ gleichmäßig aufgebaut.

Unterschiede ergeben sich in den Mächtigkeiten der anstehenden Böden.

Im Bereich der Grün-/ Rasenflächen stehen oberflächlich Oberboden und humose schluffige Sande (Schichten ④ / ⑤) an. Eine Abgrenzung der Schichten ④ und ⑤ erfolgte bei der Bodenansprache aufgrund der farblichen Unterschiede.

Die Wege sind durch ungebundene Deckschichten / ungebundene Tragschichten sowie Auffüllungen (Schichten ①, ② und ③) charakterisiert.

Der Untergrund wird hauptsächlich aus enggestuften bis schwach schluffigen Sanden (Schichten ⑥ und ⑦) gebildet.

Die rolligen Böden weisen bis in eine Tiefe von ca. 1,0m eine lockere bis annähernd mitteldichte Lagerung auf. Ab 1,0m ist im Wesentlichen eine mitteldichte Lagerung vorhanden, wobei horizontweise auch locker Lagerungsverhältnisse auftreten können.

Nur sehr untergeordnet können in den Sanden Schluffbänder (⑧) eingelagert sein.

4.2 Aufbau bestehender Wege

prinzipielle Baugrundsichtung:

- ungebundene Deckschicht (Splitt-Sand-Gemisch 0/11- 0/16) Schicht ①
- Sand-Kies-Gemisch / Sand, kiesig / RC - Sand - Gemisch Schicht ②
- lokal Trennlage aus Vlies
- humose schluffige Sande (alter Oberbodenhorizont) Schicht ④
- schwach schluffige bis sehr schwach humose Sande Schicht ⑥
- enggestufte, teils schwach schluffige Sande Schicht ⑦

Tabelle 4 vorhandener Wegeaufbau

Sondierung	Deckschicht Schicht ① in cm	Sand-Kies-Gemisch Schicht ② in cm	RC - Sand Schicht ② in cm	Gesamtdicke in cm
BS 14	12	-	11	23
BS 15	15	-	8 + 7cm Sand	30
BS 17	8	32	-	40
BS 19	15	-	35cm (Auffüllung, ③)	15
BS 20	12	28	-	40
BS 23	8	27 (Sand)	-	35

Der o.g. Wegeaufbau wurde, teils mit Trennvlies, auf Teile des alten Oberbodens aufgebracht. Teilweise ist eine eindeutige Abgrenzung der Schichten ① und ② nicht möglich, lokal sind Durchmischungen zwischen den Schichten vorhanden.

4.3 Aufbau vorhandener Grünflächen

prinzipielle Baugrundsichtung

- humose schluffige Sande, Oberboden Schicht ④
- schwach schluffige bis schwach humose Sande Schicht ⑤
- schwach schluffige bis sehr schwach humose Sande Schicht ⑥
- enggestufte Sande, teils schwach schluffige Sande Schicht ⑦
- nur untergeordnet als Zwischenlage Schluff, feinsandig Schicht ⑧

Der Oberboden (Schicht ④) weist eine Dicke von 30 - 60cm auf. Darunter wurden teilweise schwach humose Sande (Schicht ⑤) nachgewiesen, deren Unterkante bei maximal 0,9m unter GOK liegt. Abschnittsweise sind auch schwach humusstreifige Sande (Schicht ⑥) bis in eine Tiefe von 1,0m vorhanden. Der tiefere Untergrund wird aus enggestuften, schwach schluffigen Sanden gebildet (Schicht ⑦).

5 Grundwasserverhältnisse

Ein ungespannter Grundwasserspiegel wurde in einer Tiefe zwischen 1,00m und 4,80m unter GOK angetroffen. Das entspricht einer Kote von 24,20 - 25,85m DHHN92.

Tabelle 5 Grundwasserstände

Aufschluss	BS 1	BS 2	BS 3	BS 4	BS 5	BS 6	BS 7
Höhe in m DHHN92	26,90	26,70	26,80	27,00	27,55	26,95	27,05
Grundwasser in m u. AP	-1,10	-1,00	-1,20	-1,55	-2,10	-1,10	-1,55
Grundwasser in m	25,80	25,70	25,60	25,45	25,45	25,85	25,50

Aufschluss	BS 8	BS 9	BS 10	BS 11	BS 12	BS 13	BS 14
Höhe in m DHHN92	27,00	27,50	27,10	27,05	27,05	27,45	27,15
Grundwasser in m u. AP	-1,30	-2,10	-1,75	-1,80	-1,80	-1,65	-*
Grundwasser in m	25,70	25,40	25,35	25,25	25,25	25,80	-*

Aufschluss	BS 15	BS 16	BS 17	BS 18	BS 19	BS 20	BS 21
Höhe in m DHHN92	27,40	27,05	26,85	27,75	28,35	28,45	28,35
Grundwasser in m u. AP	-*	-1,50	-1,50	-*	-*	-*	-*
Grundwasser in m	-*	25,55	25,35	-*	-*	-*	-*

Aufschluss	BS 21a	BS 22	BS 23	BS 24	BS 25
Höhe in m DHHN92	28,45	29,00	28,35	29,15	29,35
Grundwasser in m u. AP	-*	-4,80	-*	-*	-*
Grundwasser in m	-*	24,20	-*	-*	-*

*) Wasserspiegel bis zur Endtiefe der Sondierung nicht angetroffen

Die OK Grundwasser weist ein Gefälle von Nord nach Süd auf. Der Grundwasserspiegel fällt von 25,80m (BS 1, BS 13) auf 24,20m (BS 22) ab.

Überjährige Schwankungen des Grundwasserspiegels sind zu beachten.
Als Maximalwerte könnten örtliche Anstiege um ca. 0,70m auftreten.

Der mittlere Höchstgrundwasserstand ist mit ca. 0,35m - 0,50m oberhalb der im April 2023 gemessenen Werte anzunehmen.

6 Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen

6.1 Allgemeines

Ausgehend von den ausgewerteten bodenmechanischen Laborversuchen und der sich daraus ergebenden bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Böden werden für das Untersuchungsgebiet insgesamt acht Bodenschichten ausgehalten.

Die Baugrundsichten werden in den beigefügten Bohrprofilen und Plänen mit einer arabischen Zahl bezeichnet; z.B. Boden ①.

Schicht ①	Kies - Sand- Gemisch, schwach schluffig	GU
	Deckschicht 0/11 - 0/16	
<i>Mächtigkeit</i>	8cm - 16cm	
<i>Genese</i>	Aufschüttung	
<i>Vorkommen</i>	Wegebefestigung	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngehalt <0,063mm ca. 8 - 10 M.%	Anl. 4.1
<i>Lagerungsdichte</i>	mitteldicht	
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig - schwach durchlässig	

Schicht ②	Sand-Kies-Gemisch „RC“ - Sand- Gemisch	SW - GW A
	ungebundene Tragschicht, enthält Beton- und Ziegelbruchstücke	
<i>Mächtigkeit</i>	ca. 25 - 30cm	
<i>Genese</i>	Aufschüttung	
<i>Vorkommen</i>	in Wegebefestigung bei BS 14, BS 15, BS 17, BS 20 und BS 23 (hier Sand)	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngehalt <0,063mm ca. 5 - 8 M.%	
<i>Lagerungsdichte</i>	mitteldicht	
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig - schwach durchlässig	

Schicht ③	Aufschüttung, Sand, schluffig, humos mit Ziegelresten durchsetzt	A
	enthält Glas- und Bauschuttreste	
<i>Mächtigkeit</i>	35cm	
<i>Genese</i>	Aufschüttung	
<i>Vorkommen</i>	in Wegebefestigung bei BS 19	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngehalt <0,063mm ca. 16 M.%	
<i>Lagerungsdichte</i>	mitteldicht	
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig bis schwach durchlässig	

Schicht ④	Sand, schwach schluffig bis schluffig, humos	SU - SU* - OH
	Oberboden	
<i>Mächtigkeit</i>	30cm - 60cm	
<i>Genese</i>	natürlich anstehend, teils als Aufschüttung	
<i>Vorkommen</i>	oberflächennah	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngesamt <0,063mm ca. 8 - 18 M. %	Anl. 4.2
<i>Lagerungsdichte</i>	locker bis mitteldicht	
<i>organischer Anteil</i>	$v_{GI} \sim 5 - 8 \%$	Anl. 5.1
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig	

Schicht ⑤	Sand, schluffig, humos	SU- SU* - OH
<i>Mächtigkeit</i>	30cm - 60cm	
<i>Genese</i>	natürlich anstehend	
<i>Vorkommen</i>	meist direkt unterhalb Schicht ④	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngesamt <0,063mm ca. 3 - 25 M. %	Anl. 4.3
<i>Lagerungsdichte</i>	locker bis mitteldicht	
<i>organischer Anteil</i>	$v_{GI} \sim 3 - 5 \%$	Anl. 5.2
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig bis schwach durchlässig	

Schicht ⑥	Sand, schwach schluffig, schwach humos	SU - SE
<i>Mächtigkeit</i>	20cm - 60cm	
<i>Genese</i>	natürlich anstehend	
<i>Vorkommen</i>	meist direkt unterhalb Schicht ④ oder ⑤	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngesamt <0,063mm ca. 4 - 15 M. %	Anl. 4.4 / 4.5
<i>Lagerungsdichte</i>	locker bis mitteldicht	
<i>organischer Anteil</i>	$v_{GI} \sim 2 - 3 \%$	Anl. 5.3
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig	

Schicht ⑦	Sand, enggestuft bis schwach schluffig	SE - SU
<i>Mächtigkeit</i>	> 1,0m, nicht durchteuft	
<i>Genese</i>	natürlich anstehend	
<i>Vorkommen</i>	in allen Aufschlüssen im tieferen Untergrund	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngesamt <0,063mm ca. 2 - 7 M. %	Anl. 4.6 / 4.7
<i>Lagerungsdichte</i>	locker bis mitteldicht	
<i>Durchlässigkeit</i>	durchlässig	

Schicht ⑧	Feinsand, stark schluffig bis Schluff, feinsandig	SU*
<i>Mächtigkeit</i>	20cm - 60cm	
<i>Genese</i>	natürlich anstehend	
<i>Vorkommen</i>	nur lokal als Zwischenlage in Schicht ⑦ BS 1, BS 7, BS 9	
<i>Kornverteilung</i>	Schluffkorngesamt <0,063mm ca. 35 - 40 M. %	Anl. 4.8
<i>Konsistenz</i>	weich / sandige Bereich ohne Konsistenz	

In der folgenden Tabelle sind die Baugrundsichten zusammengefasst.

Tabelle 6 Bodengruppen, Bodenklassen

Bo. Nr.	Beschreibung der Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Verdichtungs- klasse ZTVA	Frostempfind- lichkeit ZTVE
①	Deckschicht	GU	3 - 4	V 1	F 2
②	ungebundene Tragschicht	SW - GW / A	3 - 4	V 1	F 1 - F 2
③	Aufschüttung	A	4	--	F 3
④	Oberboden Sand, schluffig, humos	SU - SU* - OH	3 - 4	--	F2 - F3
⑤	Sand, schluffig, humos	SU - SU* - OH	3 - 4	--	F2 - F3
⑥	Sand, schwach schluffig, schwach humos	SU	3	V 1	F1 - F2
⑦	Sand, enggestuft schwach schluffig	SE - SU	3	V 1	F 1
⑧	Schluff - Feinsand	SU*	4	V 3	F3

6.2 Durchlässigkeitsbeiwerte

Die Durchlässigkeitsbeiwerte der relevanten Baugrundsichten wurden aus den durchgeführten Korngrößenverteilungen nach der Formel von BEYER sowie anhand von Literaturdaten überschlägig ermittelt.

Tabelle 7 Durchlässigkeitsbeiwerte

Schicht Nr.	Bodengruppe DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert k_f
①	GU	$1 \times 10^{-5} - 7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
②	SW - GW / A	$5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
③	A	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$
④	SU - SU* - OH	$5 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
⑤	SU - SU*-OH	$5 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
⑥	SU	$2 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
⑦	SE - SU	$7 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
⑧	SU*	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Die aus der Kornverteilung abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte gelten für die gesättigte Bodenzone. Für die Schichten ④, ⑤, ⑥ und ⑦ sind gemäß DWA-A 138 die aus den Kornverteilungen abgeleiteten k_f Werte mit dem Faktor 0,2 zu multiplizieren.

6.3 Bodenmechanische Kennwerte

Anhand von Erfahrungswerten können für die relevanten Baugrundsichten folgende charakteristische Kennwerte für Berechnungen abgeleitet werden.

Da sich die Schichten ④ und ⑤ sowie ⑥ und ⑦ aus bautechnischer Sicht ähneln, werden diese in der folgenden Tabelle zusammengefasst

Tabelle 8 charakteristische Kennwerte

Schicht Nr.	Bodengruppe DIN 18 196	Lagerungsdichte Konsistenz	Wichte γ γ' kN/m ³		Reibungswinkel ϕ_k° Grad	Kohäsion c_k' kN/m ²	Steifemodul $E_{s,k}$ MN/m ²
	[SE] - [SW] Baugrundersatz	mitteldicht	18,5	10	34	0	40 - 60
④ / ⑤	SU-SU*-OH	locker	16,5 - 18,0	10 - 10,5	28 - 30	0	--
⑥ / ⑦	SE - SU	locker - mitteldicht	17,5 - 18,5	10 - 11	29 - 32	0	30 - 40

6.4 Einteilung in Homogenbereiche / Kennwerte

Bezüglich der Erdarbeiten nach DIN 18300 - 2015 erfolgt folgende Einteilung:

Tabelle 9 Homogenbereiche

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Erdbau DIN 18300 - 2012	Homogenbereich Erdbau DIN 18300 - 2015 -- GK 1
①	GU	3 - 4	E I
②	SW - GW / A	3 - 4	E I
③	A	4	E I
④	SU - SU* - OH	3 - 4	E II
⑤	SU - SU*-OH	3 - 4	E II
⑥	SU	3	E III
⑦	SE - SU	3	E III
⑧	SU*	4	fällt im Zuge des Erdbaus nicht an

Die den Homogenbereichen zuzuordnenden Kennwerte sind nachfolgend zusammengestellt.

Tabelle 10 Homogenbereiche - Kennwerte Erdbau (DIN 18300, Lösen / Laden) GK 1

Kennwerte	Homogenbereiche Erdbau		
	E-I	E-II	E-III
Schicht-Nr.	① , ② , ③	④ , ⑤	⑥ , ⑦
ortsübliche Bezeichnung	Deckschicht, ungebundene Tragschicht	Oberboden, humose schluffige Sande	Sand, enggestuft bis schwach schluffig
Bodengruppe DIN 18196	GU / SW - GW - A	SU - SU* - OH	SE - SU
Korngrößenverteilung	siehe Anl. 4.1	siehe Anl. 4.2 - 4.3	siehe Anl. 4.4 - 4.7
Anteil Steine,*) D < 200mm	<5%	<5%	<5%
Anteil Blöcke,*) D > 200mm	< 2%	< 2%	< 2%
Dichte	1,8 - 2,10t/m³	1,65 – 1,80 t/m³	1,75 – 1,90 t/m³
organischer Anteil	0 - 1 M. % (geschätzt)	3 - 8 M. % siehe Anl. 5.1 - 5.2	0 - 3 M. % siehe Anl. 5.3
Lagerungsdichte	mitteldicht	locker bis mitteldicht	mitteldicht

*) Anteile können aufgrund des Aufschlussverfahrens nur geschätzt werden

6.5 Verwendung der vorhandenen Baustoffe und Böden

6.5.1 bautechnische Verwendung - Boden und ungebundene Mineralstoffe

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

Tabelle 11 Wiederverwendung der anstehenden Böden

Nr.	Homogen-bereich	DIN 18196	Wege bau Planum Tragschicht	Sportflächen Planum	Ver- füllungen	Andeckungen Oberfläche
①	E I	GU	■	□	○	○
②	E I	SW-GW / A	■	□	○	○
③	E I	A	○	○	○	○
④	E II	SU-SU*-OH	○	○	○	■
⑤	E II	SU-SU*-OH	□	○	○	■
⑥	E III	SU	■	○	■	○
⑦	E III	SE - SU	■	○	■	○

■ geeignet / ausreichend tragfähig, □ bedingt geeignet, ○ nicht geeignet / nicht tragfähig

6.5.2 Analytik Boden - Auswertung Ergebnisse

Tabelle 12 Zusammenstellung der Analysenergebnisse Boden

Probe	Aufschluss	Schicht	Analytik	Ergebnis	Anl.
MP S④a	BS 3, 4, 6, 8, 12	④	LAGA TR Boden 04	Z 2 (→ TOC) (>Z2 -- pH-Wert)*	Anl. 6.1
MP S④b	BS 1, 2, 7, 10	④	BBodSchG, Vorsorgewerte	Vorsorgewerte eingehalten	Anl. 6.2

*) niedrige pH- Werte stellen kein Ausschlusskriterium dar

Der Oberboden (MP S④a) ist gemäß LAGA TR Boden 2004 aufgrund des TOC - Gehaltes formal als Z2 einzustufen. Der TOC- Gehalt ist auf die enthaltene organische Substanz (siehe Anl. 5.1) von 5 - 8 M. % zurückzuführen.

Der niedrige pH- Wert stellt kein Ausschlusskriterium dar.

Die Probe MP S④b erfüllt die Vorsorgewerte für Metalle und organische Stoffe (BBodSchG).

Da es sich bei dem untersuchten Material um den Oberboden / die durchwurzelbare Bodenschicht handelt, ist vorzugsweise eine Verwertung vorzunehmen.

Eine Verwendung zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht bzw. zum Aufbringen auf eine durchwurzelbare Bodenschicht sind möglich.

Für den Oberboden (Schicht ④) sind die Vorschriften der Ersatzbaustoffverordnung (EVB) nicht anzuwenden.

Beachte: „Ergebnisse von Bodenuntersuchungen dienen im Rahmen der Technischen Regel dazu, eine erste Einschätzung über mögliche Belastungen des zu verwertenden Bodenmaterials zu erhalten. Dadurch wird ermöglicht, den späteren Aushub grob den Einbauklassen zuzuordnen und das Aushubmaterial entsprechend zu lagern. Werden Belastungen festgestellt, wird eine endgültige Zuordnung zu den Einbauklassen anhand der Untersuchungsergebnisse des ausgehobenen Bodenmaterials getroffen.“

(TR LAGA, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil III).

6.5.3 Analytik Asphalt - Auswertung Ergebnisse

An der Probe des Asphalts (BS 18) wurde eine Analytik gemäß TR LAGA Bauschutt 1997 vorgenommen.

Die Ergebnisse werden in der nachfolgenden Tabelle ausgewertet.

Tabelle 13 Zusammenstellung der Analysenergebnisse, Asphalt

Probe	Aufschluss	Analytik	Ergebnis / maßgeblicher Parameter	Anl.
MP Asphalt	BS 18	LAGA TR Bauschutt 97	Z 1.1 → Nickel (Feststoff) (>Z2 → MKW)*	Anl. 6.3

*) Überschreitungen, die auf Asphaltanteile zurückzuführen sind, stellen kein Ausschlusskriterium dar.

Gemäß LAGA TR Bauschutt 1997 ist das Material als Z1.1 einzustufen. Laut TL Gestein handelt es sich um einen RC 1- Baustoff.

Unter Berücksichtigung der untersuchten Parameter wäre auch nach Ersatzbaustoffverordnung (EBV) formal eine Einstufung in die Klasse RC-1 gegeben.

7 Zusammenfassung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Bereich des geplanten Bauvorhabens wurden durch insgesamt 26 Rammkernsondierungen mit Tiefen zwischen 1,0m und 5,0m erkundet.

Es sind relativ gleichmäßige Baugrundverhältnisse vorhanden.

Unter Oberboden (④) und humosen, schluffigen Sanden (⑤) stehen bis zur Endteufe der Sondierungen bei 5,0m hauptsächlich schwach schluffige bzw. enggestufte Sande (⑥, ⑦) an. Die Schichtbasis der humos durchsetzten Sandschichten (④, ⑤) kann bis 0,90m unter GOK liegen, im Mittel 0,40 bis 0,60m.

Die rolligen Böden im Untergrund (⑥, ⑦) weisen eine locker bis mitteedichte Lagerung auf. Nur Untergeordnet treten innerhalb der rolligen Böden Schluff-Feinsand-Gemische auf (⑧).

Der Grundwasserspiegel wurde zwischen 1,0m und 4,8m unter GOK angetroffen, was einer Kote zwischen 25,80 und 24,20 entspricht. Es ist ein Grundwassergefälle vorn Nord nach Süd vorhanden.

Die enggestuften bis schwach schluffigen Sande (⑥, ⑦) weisen eine weitestgehend ausreichende Tragfähigkeit für die geplanten Baumaßnahmen auf.

In den folgenden Kapiteln sind für die einzelnen Maßnahmen Gründungsvorschläge / Gründungsempfehlungen mit ergänzenden Hinweisen enthalten.

8 Gründungsempfehlungen / Ausbauvorschläge

8.1 Sportinsel

Die anstehende Sande (Schicht ⑥ / ⑦) weisen für die geplanten Maßnahmen eine ausreichende Tragfähigkeit und Durchlässigkeit auf und sind als frostsicher einzustufen. Der Aufbau der Sportflächen kann ohne zusätzliche Aufwendungen gemäß DIN 18035 ausgeführt werden.

Die OK der Sportanlagen liegen auf einem Niveau von ca. 27,30m (Laufbahn) bis 27,45m (Spielfeld). Die rezenten Geländehöhen liegen ca. zwischen ~26,80m bis ~27,05m. Aufgrund der Mächtigkeit der abzutragenden Schichten ④ und ⑤ (Dicke ~30 - 60cm) und der geplanten Höhe / OK Spielfelder / Laufbahn etc. kann ein zusätzlicher Profilausgleich notwendig werden.

Dieser ist aus frostsicheren, verdichtbaren und durchlässigen Sanden (SE, $U > 5$, Feinkornanteil $< 0,063\text{mm}$ max. 3 M. %, $k_f \geq 2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) herzustellen.

Folgende Vorgehensweise ist zu empfehlen:

- vollständiger Abtrag der Schichten ④ und ⑤ , vorzugsweise rückschreitend, um eine Befahrung des Aushubplanums (Schichten ⑥/⑦) mit Reifenfahrzeugen zu vermeiden
- Abnahme Aushubplanum, Kontrolle vollständiger Abtrag
- ggf. Profilierung des Aushubplanums, Nachverdichtung $D_{Pr} \geq 97\%$ bzw. $E_{vd} \geq 32 \text{ MPa}$
- Einbau Profilausgleich -- frostsichere, durchlässige Sande (SE, $U > 5$, Feinkornanteil $< 0,063\text{mm}$ max. 3 M. %, $k_f \geq 2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)
- weiterer Aufbau Sportflächen gemäß DIN 18035

Auf dem Planum (Schicht ⑥ und ⑦) bzw. dem Profilausgleich können durch eine Verdichtung E_{v2} Werte $\sim 45 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden (vorzugsweise Prüfung durch dynamische Fallplattenversuche, Sollwert $E_{vd} \geq 32 \text{ MPa}$).

Der Untergrund ist, nach vollständigem Abtrag der Schichten ④ und ⑤, sowie nach Einbau des Profilausgleiches (Material s.o.) als ausreichend durchlässig zu betrachten, so dass Dränagen nicht zwingend erforderlich werden. Bedarfweise können rohrlose Drän- / Sickergräben angeordnet werden (Verfüllung mit Kies 2/8 - 2/11).

8.2 Sitzstufenanlage

Im Bereich der Sitzstufenanlage sind ebenfalls die Schichten ④ und ⑤ vollständig zu entfernen. Das Abtragsplanum ist nachzuverdichten. Es ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 97\%$ bzw. $E_{vd} \geq 32$ MPa zu erfüllen.

Wird hier, in Abhängigkeit von der Höhe der Gründungssohle, ebenfalls ein Profilausgleich erforderlich, kann das gleiche Material wie für die Sportflächen genutzt werden (SE, $U > 5$, Feinkornanteil $< 0,063\text{mm}$ max. 3 M. %, $k_f \geq 2 \times 10^{-5}$ m/s).

Fällt im Zuge der Errichtung der Retentionsfläche Aushubboden der Schichten ⑥ und ⑦ an, kann dieser im Bereich der Sitzstufenanlage als Profilausgleich verwendet werden.

Für Streifenfundamente kann der Bemessungswert des Sohlwiderstandes der nachstehenden Tabelle entnommen werden. Als Gründungsschicht werden der Baugrundersatz (Profilausgleich) bzw. die nachverdichteten Sande der Schichten ⑥ / ⑦ zum Ansatz gebracht.

Tabelle 14 Bemessungswerte Sohlwiderstand ($\sigma_{R,d}$)

Einbindetiefe [m]	Bemessungswert des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) [kN/m ²] bei Fundamenten mit Breiten b / b' in m		
	0,50	1,00	1,50
0,00	55 ¹⁾	110 ¹⁾	155 ¹⁾
0,50	210	280	300
1,00	350	420	490
1,50	355	560	630

¹⁾ Polster / nachverdichteter Boden, $D_{Pr} \geq 97\%$
Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Hinweis:

Die angegebenen Tabellenwerte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstandes, keine aufnehmbaren Sohlrücke nach DIN 1054 : 2005–01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

8.3 Wegebau

Es ist geplant, die Wege mit einer wassergebundenen Deckschicht herzustellen /U 2.4/. Die Gesamtstärke des Aufbaus ist mit 35cm geplant.

Für die Festlegung der endgültigen Ausbaudicke ist eine Belastung durch Unterhaltungsfahrzeuge (ca. 7,5t) bzw. Rettungsfahrzeuge / Feuerwehr zu berücksichtigen.

Auf der OK Schottertragschicht 0/32 wird, unter Beachtung der auftretenden Belastung, ein $E_{v2} \geq 100$ MPa angestrebt

Unter Beachtung der o.g. Anmerkungen wird folgender Ausbau empfohlen:

- 6cm Deckschicht 0/5
- 8cm dynamische Schicht 0/22
- 6cm Splitt-Sand-Gemisch 0/22
- 15cm Schottertragschicht 0/32 $E_{v2} \geq 100$ MPa (geplanter Aufbau laut /U2.4/)
- 10-15cm Sand-Kies-Gemisch (Tragfähigkeitsausgleich / Baugrundersatz*) $E_{v2} \geq 45 - 60$ MPa

*)

Das Abtragsmaterial aus den vorhandenen Wegen (Deckschicht, Schicht ①) sowie die Sand-Kies-Gemische bzw. der Sand (②) können in den Unterbau als Tragfähigkeitsausgleich / Baugrundersatz der neuen Wege eingebracht werden.

Eine Trennung beim Aushub von Schicht ① und ② ist nicht notwendig.

Je nach geplanter Gradientenhöhe kann teilweise noch Oberboden (Schicht ④ / ⑤) im Planumbereich anstehen. Im Rahmen einer Planumsabnahme kann ein ggf. zusätzlicher Aushub der humosen Böden festgelegt werden. Gleichzeitig kann eine Optimierung der endgültigen Dicke des Tragfähigkeitsausgleiches / Baugrundersatzes erfolgen.

Als Trennlage zu den verbleibenden humosen Böden kann ein Geotextil (Vlies, GRK 3) eingebaut werden.

Sollen die Wege eine Befestigung in Form von Asphalt oder Pflaster erhalten, wäre ein Mindestaufbau von 35 - 40 cm ungebundener Tragschichten notwendig, wobei ggf. auch humose Böden im Planum zusätzlich ausgetauscht werden müssten.

8.4 Versickerung

Prinzipiell sind die Sande unterhalb der humosen Böden (Schichten ④ und ⑤) für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Die k_f - Werte für den gesättigten Bereich liegen etwa bei :

Schicht ⑥ - $2 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-4}$ m/s

Schicht ⑦ - $7 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-4}$ m/s

Für die ungesättigte Zone sind etwa nur die halbierten Werte anzusetzen.

(Es ist zu beachten, dass die aus Kornverteilungen ermittelten k_f - Werte formal mit einem Faktor von 0,2 zu versehen sind. Dieser Fakt muss im Zuge der Planung und Bemessung der Anlagen gesondert abgestimmt werden)

Bei der Dimensionierung der Sickeranlagen / Sickerbecken sind die teils hohen Wasserstände (siehe Tabelle 5) zu beachten.

Anstiege des Grundwassers in Bezug zu den im April 2023 gemessenen Werten um ca. 0,35m bis 0,50m (MHW) sind durchaus möglich.

Dem Unterzeichner liegen Daten zu umliegenden Grundwassermessstellen vom Frühjahr 2023 vor (Geoconsult Hamburg GbR, 15.05.2023) . Diese sind vergleichbar mit den ermittelten Wasserständen (siehe Tab. 5) aus den Sondierungen (April 2023).

Eine dezentrale oberflächennahe Versickerung von Niederschlagswasser aus den befestigten Flächen ist in Form von Mulden, Rigolen bzw. Mulden-Rigolen-Elementen möglich. Diese Versickerungsanlagen lassen sich auch hinsichtlich der relativ hohen Wasserstände umsetzen.

Die Schichten ④ und ⑤ weisen durchschnittlich k_f - Werte von 5×10^{-6} - 5×10^{-5} m/s auf. Insbesondere aufgrund der enthaltenen organischen Substanz ($v_{GI} \sim 2 - 8$ M.%) kommt es zu einer verzögerten Versickerung, was auch zum Einstau in Mulden führen kann. Deswegen wird empfohlen, in den Muldenbereichen den Oberboden (④) sowie die ggf. vorhandenen humosen schluffigen Sande (⑤) abzutragen und durch ein Gemisch aus Oberboden (④) und Aushubmaterial (Schicht ⑥/ ⑦), alternativ Sand SE im Verhältnis 1:1 wieder einzubauen (siehe auch Retentionsfläche).

Wenn die Retentionsfläche als Rückhaltefläche und Versickerungsfläche konzipiert wird, sind bei der Festlegung der Sohlhöhen des Beckens die Grundwasserstände und deren möglichen Anstiege (BS 1, BS 2) zu berücksichtigen.

Um ein gewisses Maß an Sickerrate zu generieren, ist der vorhandene Oberboden (Schicht ④) vollständig auszuheben.

Für eine Begrünung des Beckens kann ein Gemisch aus dem Oberboden (Schicht ④) und ggf. Aushubmaterial (Schicht ⑥) im Verhältnis 1:1 wieder eingebaut werden. Die so hergestellte Schicht weist einen sickertechnisch relevanten k_f - Wert auf. Der verbleibende organische Anteil von ca. 2 - 4 M. % lässt auch eine Begrünung zu.

8.5 Hinweise zum Bodenschutz

Sollen vorhandene Grünflächen temporär für die Baustelleinrichtung / Baustraßen oder Lagerfläche für Baumaterial bzw. Bodenaushub genutzt werden, ist folgendes zu beachten.

Um eine übermäßige Bodenverdichtung der durchwurzelbaren Bodenschicht (hier insbesondere Schicht ④) zu vermeiden, ist der Oberboden vorher abzutragen und seitlich zu lagern.

Werden Baustraßen / BE-Flächen mit ungebundenen Schichten befestigt, ist ein Trennvlies (GRK 3) auf dem Aushubplanum zu verlegen, um eine Vermischung der aufgetragenen Schichten mit dem Untergrund zu vermeiden und einen fachgerechten Rückbau zu ermöglichen.

Es wird empfohlen, für die Befestigung nur Gemische aus natürlichen Mineralstoffen zu verwenden.

Ein Einsatz von RC-Material ist vorab mit der zuständigen unteren Wasserbehörde / Umweltamt abzustimmen.

Nach dem Rückbau sind die verdichteten Bereiche aufzulockern, bevor der Oberbodenauftrag vorgenommen wird.

9 Hinweise

Werden Abweichungen hinsichtlich der angetroffenen Baugrundverhältnisse zum vorliegenden Bericht festgestellt, ist der Baugrundgutachter zu verständigen. Die angegebenen Verdichtungsgrade bzw. Anforderungen sind durch Verdichtungskontrollen nachzuweisen.

Für gelieferte Böden und Baustoffe (ungebundene Tragschichten etc.) sind vor dem Einbau Eignungsnachweise vorzulegen.

Die Erdbauarbeiten werden durch die IGU mbH fachtechnisch begleitet. Bei einer Abnahme von Aushubebenen in Verbindung mit Verdichtungskontrollen können ggf. erforderliche zusätzliche Maßnahmen auf das notwendige Maß beschränkt werden, bzw. spezifiziert werden.

10 Schlussbemerkungen

Die im vorliegenden Bericht enthaltenen Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen und der bautechnischen Aussagen beziehen sich ausschließlich auf den Kenntnisstand des Unterzeichners zum Zeitpunkt der Beauftragung bzw. der Erarbeitung des Geotechnischen Berichtes (siehe Unterlagenverzeichnis und Angaben zum Bauvorhaben Kap. 2.2 -2.3).
Ergeben sich im Zuge weiterer Planungen Änderungen sind die Angaben des vorliegenden Berichtes diesbezüglich zu überprüfen und ggf. zu ergänzen bzw. konkretisieren.

Dipl.-Geol. R. Puppe

