

Ochmann + Partner Geotechnik GmbH

Beratende Ingenieure für Grundbau, Bodenmechanik und Umwelttechnik

Mendelssohnstraße 15 F · 22761 Hamburg
Fax 040 - 890 56 65 · Tel 040 – 810 00 90

436925

**Eurocargo-Terminal
Antwerpenstraße**

Baugrundbeurteilung und
Gründungsberatung

1. Bericht

21. Juli 2006

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung	1
2.	Unterlagen	2
2.1	Von Eurogate	2
2.2	Vom Bohrunternehmen Dipl.-Ing. Jan Kuhrau, Eichede	2
2.3	Vom Bohrunternehmen Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg.....	2
2.4	Vom Institut für Analytische Dienste Nord GmbH, Hamburg.....	2
3.	Randbedingungen	2
3.1	Gelände	2
3.2	Geplantes Bauvorhaben	3
4.	Baugrund und Wasserstände	3
4.1	Allgemeines	3
4.2	Baugrundverhältnisse	4
4.3	Grundwasser	6
5.	Chemische Untersuchungen	7
5.1	Bodenverunreinigungen.....	7
5.2	Wasserchemismus	8
6.	Bodenmechanische Laborversuche	9
6.1	Kornverteilungen	10
6.2	Wassergehalte	10
6.3	Glühverluste	10
7.	Bodenmechanische Kennwerte (cal- und k-Werte)	10
7.1	Anstehende Böden	10
7.2	Verfüllungs- und Austauschböden	11
8.	Bemessungsvorgaben	12
8.1	Bemessungsbodenprofil	12
8.2	Bemessungswasserstand	12
9.	Tragfähiger Baugrund und Gründungsempfehlung	13
9.1	Tragfähiger Baugrund.....	13
9.2	Gründungsempfehlung	13
9.2.1	Hallen 1 und 2	13
9.2.2	Container-Büro	14
9.2.3	Verkehrsflächen	14
9.2.4	Bahntrasse	14
10.	Bemessungsvorgaben für die Tiefgründung	15
10.1	Bemessung von Bohrpfähle nach DIN 4014 bzw. DIN 1054:2003-1	15
10.2	Auslastung von Teilverdrängerpfählen.....	15
11.	Weitere Hinweise zur Ausführung	16
11.1	Entsorgung von Ausbaumassen / Kontamination	16
11.2	Wasserhaltung und Trockenhaltung.....	16
11.3	Hindernisse im Untergrund	17
11.4	Baugruben.....	17
11.5	Erdbau	17
12.	Zusammenfassung	18

Anlagen

- 06488/1: Übersichtsplan
- 06488/2: Lageplan
- 06488/3: Bohrprofile
- 06488/4: Spitzendrucksondierung
- 06488/5: Kornverteilungen
- 06488/6: Chemische Wasseranalysen

Ochmann + Partner Geotechnik GmbH

Beratende Ingenieure für Grundbau, Bodenmechanik und Umwelttechnik

Mendelssohnstraße 15 F 22761 Hamburg
Fax 040 - 890 56 65 Tel 040 - 810 00 90

EUROGATE
Technical Service
z.H. Herrn Krüger
Kurt-Eckelmann-Str. 1

21. Juli 2006

Auftragsnummer / Unser Zeichen
06488 / Ek/Oc

21129 Hamburg

BV Eurocargo-Terminal Antwerpenstraße

hier: Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

Bezug: Unser Angebot vom 31.03.06

Ihre Beauftragung vom 26.04.06

1. Bericht

Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung

1. Veranlassung

Die Eurogate Container Terminal GmbH plant, im Bereich der Antwerpenstraße in Hamburg-Waltershof auf einer rd. 54.000 m² großen Brachfläche ein Terminal zu errichten.

Dabei sollen auf dem Gelände 2 Lagerhallen errichtet werden. Neben der Straßenerschließung des Geländes ist ein Gleisanschluss geplant. Bei den restlichen Flächen wird es sich im Wesentlichen um hoch zu belastende Verkehrsflächen handeln.

Wir wurden von Eurogate beauftragt, eine Baugrund- und Gründungsbeurteilung für die Hallen sowie die Verkehrsflächen zu erstellen. Diese wird mit dem vorliegenden 1. Bericht auf Basis von Baugrundaufschlüssen auftragsgemäß abgegeben.

2. Unterlagen

2.1 Von Eurogate

- a) "Eurocargo-Terminal Antwerpenstraße, Lageplan Gleiserschließung", Zeichnungs-Nr 1217/2/LP-1, Maßstab 1:1.000, Stand: 07.04.06
- b) "Eurocargo-Terminal Antwerpenstraße, Blocklayout Variante 3", Vorabzug, Arbeitsstand Projektbesprechung 24.05.06, Maßstab 1:1.000, vom 12.06.06
- c) "Flächenübergabe Antwerpenstraße, Zusatzinformationen bezüglich der Vornutzung Columbian Carbon", Fax von HPA an Eurogate vom 09.03.06, weitergeleitet an uns per Fax am 13.07.06

2.2 Vom Bohrunternehmen Dipl.-Ing. Jan Kuhrau, Eichede

- a) Schichtenverzeichnisse und gestörte Bodenproben von 17 Sondierbohrungen und Ergebnisse von 8 Leichten Rammsondierungen, ausgeführt im Zeitraum vom 26.06.06 bis 29.06.06

2.3 Vom Bohrunternehmen Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg

- a) Ergebnisse von 6 Spitzendrucksondierungen, ausgeführt am 28.06.06

2.4 Vom Institut für Analytische Dienste Nord GmbH, Hamburg

- a) Analysenergebnisse von 1 untersuchten Grundwasserprobe vom 13.07.06

3. Randbedingungen

3.1 Gelände

Das für das Bauvorhaben vorgesehene Gelände liegt auf der südöstlichen Seite der Antwerpenstraße im Hamburger Stadtteil Waltershof zwischen der Straße und dem Brügger Ufer (s. Anlage 06488/1).

Es handelt sich dabei um 2 Teilflächen, die zusammen eine Größe von ca. 54.154 m² haben. In Südost-Nordwest-Richtung beträgt die größte Ausdehnung etwa 350 m und in Südwest-Nordost-Richtung ca. 180 m. Die derzeitige Geländehöhe liegt auf einem Niveau von grob zwischen NN +5 m und NN +5,80 m.

In der Vergangenheit wurde das Gelände bereits als Industriefläche genutzt, zuletzt von der Rußfabrik Columbian Carbon Deutschland. 1995/96 wurde der Betrieb stillgelegt. Zwischen 1997 und 2000 erfolgte eine Bodensanierung [s. Unterlage 2.1, c)].

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind die alten, zumindest oberirdischen Industrieanlagen laut Augenschein zurückgebaut. Das Gelände ist derzeit Brachfläche und wild mit Gräsern, Buschwerk und Bäumen bewachsen.

Zum Brügger Ufer hin wird das Gelände durch eine Hochwasserschutzwand, wahrscheinlich aus Beton, (OK = ca. 2 m über Gelände und damit ca. NN +7,50 m) gesichert.

Ein kleiner Teilbereich auf der nordwestlichen Ecke der Fläche dient derzeit als Abstellplatz für u.U. ausrangierte "Bootstransportfahrzeuge bzw. Anhänger".

3.2 Geplantes Bauvorhaben

Laut der uns vorliegenden Unterlagen sollen auf dem Gelände 2 Lagerhallen errichtet werden. Die Halle 1 soll eine Lagerfläche von ca. 5.050 m² und eine Fläche von rd. 2.450 m² für Rampen-/Handlingbereiche aufweisen. Für die Halle 2 ist eine Lagerfläche von rd. 8.100 m² und etwa 2.550 m² für Rampen-/Handlingbereiche vorgesehen.

Im nördlichen Bereich der Zufahrt soll ein 3-geschossiges Container-Büro platziert werden. Dabei sind pro Geschoss 16 Container auf einer Grundfläche von rd. 20 m x 13 m. Die Last pro Container wurde uns zu etwa 3,5 t angegeben.

Von der nördlichen Zufahrt zum Gelände ist eine Straße über den westlichen Randbereich der Fläche zur östlich gelegenen Ausfahrt geplant.

Ebenfalls aus dem nördlichen Bereich soll ein Gleis Richtung Südwesten einschwenken und an der Halle 1 vorbeiführen.

Ein Großteil der restlichen Fläche soll befestigt werden. Die OK soll etwa auf Höhe der gegenwärtigen GOK liegen, also im Bereich um ca. NN +5,50 m.

Seitens Eurogate wurde ein E_{v2} -Wert von 180 MN/m² auf der Tragschicht vorgegeben.

Bezüglich der Lastannahme für die Gleisanlagen ist von dem Lastbild UIC 71 nach DB Ril 836 auszugehen.

4. Baugrund und Wasserstände

4.1 Allgemeines

Der Baugrund wurde durch insgesamt 17 Bohrsondierungen bis maximal rd. 16 m u.GOK, 8 Leichte Rammsondierungen bis maximal etwa 6 m u.GOK und 6 Spitzendrucksondierungen bis maximal ca. 29,10 m u.GOK im Zeitraum vom 26.06.06 bis 29.06.06 erkundet.

Die Lage der ausgeführten Aufschlüsse ist der Anlage 06488/2 zu entnehmen.

Die Arbeiten wurden durchgehend von der Kampfmittelbeseitigungsfirma KMB zur Kampfmittelfreigabe am jeweiligen Aufschlusspunkt überwacht.

Aufgrund des Verlustes der Bohrschuppe konnte in der Sondierbohrung BS 13 kein Boden aus Schichten tiefer als 10 m u.GOK gefördert werden.

Die ursprünglich geplante Sondierbohrung BS 2 konnte wegen der Nichtfreigabe durch KMB (metallische Störquellen im Umfeld) nicht ausgeführt werden.

Aus dem Aufschluss BS 15 wurde zwecks Entnahme einer Wasserprobe ein Temporärpegel gesetzt.

Die erbohrte Bodenschichtung ist nach Angaben in den Schichtenverzeichnissen und unserer Bodenansprache in Form von Bohrprofilen in der Anlage 06488/3 nach DIN 4023 höhengerecht aufgetragen. Die festgestellten Wassergehalte und Glühverluste sind den entsprechenden Bodenschichten zugeordnet und rechts neben dem Profil aufgetragen.

Die Ergebnisse der Leichten Rammsondierungen sind ebenfalls in Anlage 06488/3 neben den zugehörigen Bohrprofilen zeichnerisch dargestellt.

Die Ergebnisse der Spitzendrucksondierungen sind in Diagrammform der Anlage 06488/4 zu entnehmen.

Entsprechend dem Nivellement der Ansatzpunkte liegt die Geländeoberkante auf Höhen zwischen ca. NN +5,12 m (BS 11) und rd. NN +5,80 m (BS 16).

Über die nachfolgende Baugrundbeschreibung hinausgehende Einzelheiten zu den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse sind den Bohrprofilardarstellungen der Anlage 06488/3 zu entnehmen.

4.2 Baugrundverhältnisse

Nach den in den Bohrprofilen dargestellten Ergebnissen lässt sich der Untergrundaufbau wie folgt allgemein beschreiben:

- **Auffüllungen (Sande, darunter Weichschichten (Klei))**
- **gewachsene Weichschichten (Klei) und Sande in Wechsellagerung**
- **gewachsene Sande**
- **Glimmerschluff / -ton**

Mit den Baugrundaufschlüssen wurden **Auffüllungen** erbohrt, die aus in Wechsella-
gerung anstehenden Sanden, z.T. mit Kleibändern durchzogen, und Weichschichten
(Klei) bestehen. Z.T. enthalten die Auffüllungen anthropogene Beimengungen, wie
z.B. Ziegelbruch, Schlackereste, vereinzelt aber auch Gummireste.

Die Basis der Auffüllungen liegt grob zwischen rd. NN +0,70 m und NN -6 m.

Aufgrund der chaotischen Verteilung der genannten Böden in den Auffüllungen wird
auf eine detaillierte Beschreibung der Schichtmächtigkeiten und der Verbreitung der
Böden verzichtet.

Es lässt sich jedoch feststellen, dass in den oberen Lagen gemischtkörnige, z.T. kie-
sige und oberflächennah humose Sande, meist etwa bis 1 m bis 2 m u.GOK, ange-
troffen wurden.

Bereichsweise können die aufgefüllten Sande jedoch auch bis in weitaus größere
Tiefen, wie z.B. in BS 15, bis rd. 11,60 m u.GOK (ca. NN -6,07 m) anstehen.

Die Mächtigkeiten des aufgefüllten Kleis variieren zwischen wenigen Dezimetern und
einigen Metern, durchaus bis zu rd. 5,50 m.

Die Konsistenz des Kleis ist im Wesentlichen als weich einzustufen. Die von uns
festgestellten Wassergehalte liegen in einem Bereich zwischen rd. 59 Gew.-% und
112 Gew.-% und die Glühverluste zwischen etwa 13 Gew.-% und 19 Gew.-%.

Bezüglich der Lagerungsdichte der Sande belegen die Leichten Rammsondierungen
(DPL-5) auf dem ersten Sondiermeter überwiegend Schlagzahlen von mehr als
10 Schläge pro 10 cm Eindringung, was auf eine eher mitteldichte Lagerung hindeu-
tet, allerdings auch durch größere Steine oder Ziegelreste verursacht sein kann. Z.T.
liegen die Schlagzahlen jedoch darunter und belegen eine lockere Lagerung.

Bis zum 2. Meter unter GOK kann von einer tendenziell ebenfalls eher lockeren La-
gerung ausgegangen werden, während es darunter zur weiteren Tiefe bei ansteigen-
den Schlagzahlen in den Bereich locker-mitteldicht oder mitteldicht geht.

Auf Basis der Spitzendrucksondierungen lässt sich feststellen, dass mit Spitzendrü-
cken von im Wesentlichen ca. 1 bis 4 MN/m² in Sandbereichen (erkennbar an einem
relativ gleichförmigen Verlauf des Reibungsverhältnisses mit einem Wert von rd.
0,5 %) eher lockere Lagerungsbedingungen herrschen. Einzelne Peaks von durchaus
mehr als 20 MN/m² können zwar auf mindestens mitteldichte Lagerungen hindeuten,
aber auch durch Hindernisse (Bauschutt) verursacht worden sein.

Insgesamt ist anzumerken, dass die Unterscheidung von aufgefüllten und gewachsenen Böden nicht immer möglich war. So sind in den Bohrprofilen untere Auffüllungen z.T. mit einem Fragezeichen versehen. Andererseits kann es sich jedoch auch bei von uns als gewachsene Böden angesprochenen Proben um Auffüllungen handeln.

Unterhalb der Auffüllungen wurde eine ebenfalls eher chaotische Baugrundsichtung aus unterschiedlich mächtigen gewachsenen **Sanden** und **Klei** in Wechsellagerung angetroffen, so dass hier ebenfalls auf eine detaillierte Beschreibung der Schichtmächtigkeiten und der Verbreitung der Böden verzichtet wird.

Die Sande bestehen überwiegend aus Mittelsanden mit unterschiedlich starken Anteilen der benachbarten Kornfraktionen und sind bereichsweise mit Kleibändern durchzogen.

Die Lagerungsdichte der Sande ist auf Basis der Spitzendrucksondierungen mit Spitzendrücken von im Wesentlichen mehr als $7,5 \text{ MN/m}^2$ als mitteldicht einzustufen. Es gibt jedoch immer wieder Tiefenbereiche, in denen der Spitzendruck abfällt, sei es durch Kleieinlagerungen oder tatsächlich geringe Lagerungsdichten. Tendenziell ist zur Tiefe hin jedoch von einer mindestens mitteldichten Lagerung auszugehen.

Der Klei besteht laut unserer Bodenansprache im wesentlichen aus der Schlufffraktion mit unterschiedlich starken Ton- und Feinsandanteilen. Die Mächtigkeiten liegen auch hier zwischen wenigen Dezimetern und einigen Metern (ca. 4 m in BS 1). Insgesamt weist der Klei eher humose Beimengungen auf, kann z.T. zur Tiefe hin auch einen torfigen Charakter haben. Die Glühverluste liegen bei etwa 14 Gew.-%. Die Konsistenz ist bei Wassergehalten von ungefähr 64 Gew.-% bis 100 Gew.-% größtenteils als weich einzustufen. In Einzelfällen wurde der Klei jedoch auch als weich bis steif oder auch steif bis halbfest angesprochen.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse der Spitzendrucksondierung DS 1 ab einer Tiefe von rd. 20 m u.GOK (ca. NN -14,6 m) bis etwa 29 m u.GOK (ca. NN 23,6 m, Endteufe) einen ungleichförmigen Reibungsverhältnisverlauf bei Spitzendrücken von um rd. 4 MN/m^2 zeigen. Dies deutet auf zur Tiefe anstehende Geschiebeböden bzw. Glimmerschluffe / -tone hin, die durch die Sondierbohrungen aufgrund der Endteufen bis 16 m nicht erbohrt werden konnten, deren Vorkommen nach geologischen Kartierungen aber zur Tiefe hin zu erwarten ist.

4.3 Grundwasser

Mit den meisten Baugrundaufschlüssen wurde im Zuge der Ausführung Grund- bzw. Stauwasser angetroffen.

Bei den angetroffenen Wasserständen handelt es sich vermutlich um auf den aufgefüllten Kleischichten stehendes Stauwasser.

So wurde das Stauwasser während der Aufschlussarbeiten auf einem Niveau zwischen rd. NN +2,32 m und NN +4,07 m bzw. etwa 1,30 m bis 3,20 m u.GOK.

Nach Ende der Bohrarbeiten wurde der Wasserstand zwischen ungefähr NN +2,09 m und NN +4,07 m bzw. rd. 1,20 m bis 3,50 m u.GOK eingemessen.

Im Mittel stand das Stauwasser damit bei etwa NN +3,5 m an.

Das echte Grundwasser, dass aufgrund der Nähe zum Brügger Ufer tidebeeinflusst und damit starken Schwankungen ausgesetzt ist, steht unter den Weichschichten gespannt an. Die Tidehubdämpfung berücksichtigend ist von folgenden, den Elbwasserständen zugeordneten Druckhöhen des Grundwassers in den unteren Sanden auszugehen:

HHThw	→ rd. NN +6,0 m
HThw	→ rd. NN +5,0 m
MThw	→ rd. NN +2,0 m
NThw	→ rd. NN +1,0 m.

Prinzipiell sei darauf hingewiesen, dass mit dem zur Ausführung gekommenen Aufschlussverfahren eine exakte Bestimmung von Wasserständen nicht immer möglich ist, so dass die tatsächlichen Wasserstände von den hier angegebenen abweichen können.

5. Chemische Untersuchungen

5.1 Bodenverunreinigungen

Im Zuge der Ausführung der Baugrundaufschlüsse wurden am geförderten Bohrgut sensorische Auffälligkeiten (KW-Geruch) auch bis in größere Tiefen von bis zu 16 m u.GOK festgestellt.

Nach Rücksprache mit Eurogate wurde ein Großteil der Fläche bereits zwischen 1997 und 1999 (s. Unterlage 2.1c) erfolgreich laut Umfang der produktionsbedingten Sanierungspflicht seitens des damaligen Nutzers Columbian Carbon Deutschland (CCD) saniert.

In Absprache mit Eurogate wurden von uns daher keine chemischen LAGA-Analysen von oberflächennahen Auffüllungen oder tiefer reichenden Böden veranlasst.

5.2 Wasserchemismus

Aus der zu einem Temporärpegel ausgebauten Sondierbohrung BS 15 wurde nach Abschluss der Bohrungen durch Abpumpen eine Wasserprobe entnommen und im Institut für Analytische Dienste Nord (ADN), Hamburg, auf die Einleitparameter in Regenwassersiele sowie auf die Stahl- und Betonaggressivität untersucht.

Einleitparameter:

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen bezüglich der Einleitparameter sind der Tabelle 1 mit den Richtwerten für Regen- und Schmutzwassersiele sowie den anliegenden Analysenzertifikaten des Institutes ADN, Hamburg, zu entnehmen (Analysenzertifikate s. Anlage 06488/6).

In der folgenden Tabelle werden lediglich die für die Einleitparameter relevanten Werte aus dem Analysenbefund berücksichtigt.

Parameter		Richtwerte	
		Regenwassersiel	Schmutzwassersiel
pH-Wert	7,0	6,0 – 9,5	6,0 – 10,5
Magnesium [mg/l]	9,9	1.000	1.000
Sulfat [mg/l]	574	200	400
Ammonium-N [mg/l]	0,65	4	100
Kohlensäure, kalklösend [mg/l]	< 0,1	40	40
Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	54	30	nicht gefordert
Eisen II [mg/l]	0,18	0,5	2
Eisen, gesamt [mg/l]	6,29	2	25
CSB [mg/l]	35	15	nicht gefordert
AOX [mg/l]	0,015	0,05	1
KW-Index [mg/l]	< 0,1	5	20
Cadmium [mg/l]	< 0,0005	0,0005	nicht gefordert
Chrom [mg/l]	0,003	0,01	nicht gefordert
Quecksilber [mg/l]	< 0,0001	0,0005	nicht gefordert
Blei [mg/l]	0,149	0,004	nicht gefordert
Nickel [mg/l]	0,003	0,006	nicht gefordert
Kupfer [mg/l]	0,005	0,005	nicht gefordert
Zink [mg/l]	0,083	0,05	nicht gefordert

Tab. 1: Wasseranalysen mit Richtwerten für Regen- und Schmutzwassersiele

Hinsichtlich der Parameter Sulfat, abfiltrierbaren Stoffe, CSB, Blei und Zink wurden in den Grundwasserproben Werte ermittelt, die über den Richtwerten für Regenwassersiele liegen.

Darüber hinaus wird für den Parameter Sulfat der Richtwert für die Einleitung in Schmutzwassersiele überschritten. Für die anderen vorgenannten Parameter werden für die Einleitung in Schmutzwassersiele keine Richtwerte gefordert.

Es kann somit eine Grundwasserbehandlung für die Einleitung sowohl in Regenwassersiele und Oberflächenwässer als auch in Schmutzwassersiele erforderlich werden.

Die Einleitung von Grund- oder Stauwasser in Regenwassersiele und Oberflächenwässer sowie in Schmutzwassersiele ist genehmigungspflichtig und wäre aufgrund der Richtwertüberschreitungen abzustimmen, wobei u.U. eine Abreinigung erforderlich wird.

Abstimmungsziel könnte u.E. auch sein, anfallende Wässer in das benachbarte Köhlfleet einzuleiten, wobei hierfür eventuelle Auflagen abzuklären wären.

- Betonaggressivität nach DIN 4030-1:

Bezüglich der Betonaggressivität lässt sich feststellen, dass das Wasser der Probe als **schwach betonangreifend** einzustufen ist (Analysenzertifikate s. Anlage 06488/6).

- Stahlaggressivität nach DIN 50929-3:

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von unlegierten und niedriglegierten Stählen ist in dem Wasser für Mulden- und Lochkorrosion als **gering** und für die Flächenkorrosion als **sehr gering** einzustufen (Analysenzertifikate s. Anlage 06488/6).

6. Bodenmechanische Laborversuche

Für die Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen standen uns insgesamt 117 gestörte Becherproben und 67 gestörte Glasproben der Sondierbohrungen zur Verfügung.

An ausgewählten Bodenproben wurden Laborversuche durchgeführt, deren Ergebnisse sich wie folgt darstellen:

6.1 Kornverteilungen

In den Anlagen 06488/5 sind die Ergebnisse der von uns durchgeführten Versuche zur Bestimmung der Kornverteilung zeichnerisch dargestellt. Insgesamt wurden 7 Trocken- und 5 Nasssiebungen durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in die Darstellung der Bohrprofile in Anlage 06488/3 eingeflossen.

6.2 Wassergehalte

An 18 Proben aus dem Klei (aus Auffüllungen und gewachsenen Böden) wurden die folgenden Wassergehalte ermittelt:

- Auffüllung (Klei): $59,2 \text{ Gew.-%} \leq w \leq 112,4 \text{ Gew.-%}$
- Klei (gewachsen): $60,7 \text{ Gew.-%} \leq w \leq 99,5 \text{ Gew.-%}$

Die Wassergehalte sind in Anlage 06488/3 neben den Bohrprofilen den entsprechenden Bodenschichten zugeordnet.

6.3 Glühverluste

An 8 Proben aus dem Klei (aus Auffüllungen und gewachsenen Böden) wurden die folgenden Glühverluste ermittelt:

- Auffüllung (Klei): $12,6 \text{ Gew.-%} \leq v_{\text{Glüh}} \leq 19,2 \text{ Gew.-%}$
- Klei (gewachsen): $13,8 \text{ Gew.-%} \leq v_{\text{Glüh}} \leq 14,2 \text{ Gew.-%}$

Die Glühverluste sind in Anlage 06488/3 neben den Bohrprofilen den entsprechenden Bodenschichten zugeordnet.

7. Bodenmechanische Kennwerte (cal- und k-Werte)

7.1 Anstehende Böden

Aufgrund unserer Bodenansprache und der bodenmechanischen Laboruntersuchungen können den erbohrten Böden die in der Tabelle 2 aufgeführten Kennwerte (cal- und mit ausreichender Genauigkeit k-Werte) für erdstatische Berechnungen zugrunde gelegt werden.

Bodenart	Wichte	Schерparameter			Wandrei- bungswin- kel	Steife- modul	Boden- klasse	Zeile
		γ/γ' [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kN/m ²]				
					δ [°]	E_s [MN/m ²]	DIN 18300	
Auffüllung, Sande	18/10	30,0	0	0	$\pm 1/2 \varphi'$	15 – 25	3	1
Auffüllung, Klei	15/5	16,0	5,0	10	$\pm 1/3 \varphi'$	0,5 – 1,5	5 + 4 (2)	2
Sand, gewachsen	19/11	35	0	0	$\pm 2/3 \varphi'$	50 – 60	3	3
Klei, gewachsen	16/6	17	7,5	12,5	$\pm 1/3 \varphi'$	1,0 – 2,0	5 + 4 (2)	4
Klei, torfig, ge- wachsen	14/4	16	5,0	15,0	$\pm 1/3 \varphi'$	0,5 – 1,0	5 + 4 (2)	5
Glimmerschluff / - ton	19/10	27,5	25,0	40,0	$\pm 1/2 \varphi'$	50 – 60	5 + 4	6

Tab. 2: Bodenkennwerte (cal- und k-Werte)

7.2 Verfüllungs- und Austauschböden

Die in Austausch- oder eventuellen Verfüllungsbereichen einzubauenden Sande können in erdstatischen Berechnungen angesetzt werden mit

$$\begin{aligned}
 \gamma/\gamma' &= 19/11 \text{ kN/m}^3 \\
 \varphi' &= 35^\circ \\
 c' &= 0 \text{ kN/m}^2 \\
 E_s &= 60 \text{ MN/m}^2.
 \end{aligned}$$

Als Austausch- und Verfüllungsböden sind schluffarme Mittelsande zu verwenden (Schluffgehalt ≤ 3 Gew.-%, Feinsandgehalt ≤ 10 Gew.-%, Ungleichförmigkeit ≥ 3), die auf mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten sind.

Die mitteldichte Lagerung kann über "Leichte Rammsondierungen" (DPL-5) nachgewiesen werden. Zu erreichen sind Schlagzahlen $n_{10} \geq 8$ bis 10 Schläge pro 10 cm Eindringung unterhalb einer oberflächennahen Störzone von ca. 30 cm.

8. Bemessungsvorgaben

8.1 Bemessungsbodenprofil

Aufgrund der insgesamt verworfenen chaotischen Baugrundsichtung ist die Angabe mehrerer, über die Fläche verteilter Bemessungsbodenprofile u.E. nicht zweckmäßig.

Insofern beschränken wir uns darauf, ein für die gesamte Fläche geltendes Bemessungsbodenprofil anzugeben (s. Tabelle 3), das für die konstruktive Bemessung und erforderliche erdstatische Nachweise verwendet werden kann.

Bodenart	von mNN	bis mNN	Zeile Tab. 2
Auffüllung, Sande	GOK	+3,5	1
Auffüllung, Klei	+3,5	-2,50	2
Sand, gewachsen	-2,50	-5,50	3
Klei, gewachsen	-5,50	-10,50	4
Sand, gewachsen	-10,50	-14,50	3
Glimmerschluff / -ton	-14,50	Endteufe	6

Tab. 3: Bemessungsbodenprofil

8.2 Bemessungswasserstand

Auf Grundlage der angetroffenen Grund- bzw. Stauwasserstände (s. Abschnitt 4.3) geben wir in den Auffüllungen einen Bemessungswasserstand von NN +4,50 m vor, der in geotechnischen Untersuchungen im Bau- und Endzustand anzusetzen ist.

In den gewachsenen Sanden unter den dichten Weichschichten sind die Bemessungswasserstände entsprechend der in Abschnitt 4.3 angegebenen gedämpften Elbwasserstände anzusetzen. Zwischen der Unterkante der Auffüllungen und der Oberkante der unter den Weichschichten anstehenden gewachsenen Sande ist linear zu interpolieren.

9. Tragfähiger Baugrund und Gründungsempfehlung

9.1 Tragfähiger Baugrund

Nach den Baugrundaufschlüssen steht im Untersuchungsgebiet unter chaotisch geschichteten Auffüllungen aus Sanden und Klei ebenso chaotisch geschichtete Sand- und Kleischichten an, wobei die Kleischichten Mächtigkeiten von mehreren Metern aufweisen können.

Aufgrund der Ergebnisse Spitzendrucksondierungen setzen wir den uneingeschränkt tragfähigen Baugrund für höher ausgelastete Gründungselemente wie folgt an:

- Tragfähiger Baugrund: **ab NN –10,50 m**

9.2 Gründungsempfehlung

9.2.1 Hallen 1 und 2

Aufgrund der verworfenen Baugrundsituation mit z.T. mehreren Meter mächtigen Weichschichten (Klei) ist im Falle einer Flachgründung ohne Bodenaustausch mit über Jahre andauernden, in Teilbereichen unterschiedlichen und letztlich nicht genau zu prognostizierenden Setzungen zu rechnen, die mit der Nutzung der Hallen als Lagerfläche u.E. nicht vereinbar erscheinen.

Selbst bei einer vorbelastenden temporären Aufschüttung ergäbe sich für die Hallenbauten ein erhebliches Setzungsrisiko.

Einen Bodenaustausch der Weichschichten halten wir für nicht wirtschaftlich, da die auszutauschenden Böden bis in Tiefen von durchaus rd. 14 bis 15 m u.GOK und u.U. auch tiefer anstehen.

Insofern halten wir eine Tiefgründung mit freitragender Bodenplatte für die zweckmäßigste und wirtschaftlichste Lösung. Für eine mögliche Tiefgründung empfehlen wir **Bohrpfähle** nach DIN 4014 (bzw. nach neuer DIN 1054) oder **Teilverdrängerpfähle**.

Die Mindestabsetztiefe sollte mindestens 2,5 m unterhalb der OK des tragfähigen Baugrundes, also bei NN -13 m liegen.

9.2.2 Container-Büro

Das geplante Containerbüro führt nach den uns mitgeteilten Lasten zu einer flächigen Sohlpressung von rd. 7 kN/m². Demzufolge ist mit Setzungen von ca. 1 cm zu rechnen. Die Differenzsetzungen zwischen einzelnen Containerstapeln dürften bei maximal 0,5 cm liegen.

Von daher kann das „Containerbüro“ flach gegründet werden, wenn tatsächlich eine flächige Belastung über den gesamten Containergrundriss sichergestellt wird. Wenn das nicht über die eigentliche Containerkonstruktion sichergestellt werden kann, empfehlen wir eine Flachgründung der Container auf einer Stahlbetonsohlplatte.

9.2.3 Verkehrsflächen

Auf den Verkehrsflächen soll laut Bauherr ein E_{v2} -Wert von 180 MN/m² auf der Tragschicht erreicht werden.

Ein derartiger hoher Wert ist nur auf einer Schottertragschicht (gebrochenes Grobkorn) zu erreichen. Die Mächtigkeit der Schottertragschicht sollte rd. 1,2 m betragen, damit hoch anstehende aufgefüllte Weichschichten im E_{v2} -Wert nicht „durchpausen“.

Je nach Tiefenlage der Tragschicht kann in Bereichen mit hoch anstehendem aufgefüllten weichem Klei ein zusätzlicher Bodenaustausch des Kleis erforderlich werden.

9.2.4 Bahntrasse

Für die Gründung des Bahnanschlusses ist die Ril 836 der DB AG anzuwenden.

Unserer Einschätzung nach ist der geplante Bahnanschluss in die Streckenart „Neubau R80, G50, übrige Gleise“ einzuordnen. Danach ist beim Neubau auf dem Erdplanum ein E_{v2} -Wert von 45 MN/m² und auf dem Planum (der OK einer PSS) ein E_{v2} -Wert von 80 MN/m² zu erreichen.

Da die oberflächlich anstehenden Sande nicht filterstabil gegen Schotter sind, wird unter dem Schotter der Einbau einer PSS erforderlich. Die Mächtigkeit ergibt sich gemäß Frosteinwirkungsgebiet II nach Ril 836 zu 40 cm.

Wie empfehlen den Einbau einer durchlässigen PSS analog Korngemisch KG 2 nach Lieferbedingungen der DB AG.

10. Bemessungsvorgaben für die Tiefgründung

10.1 Bemessung von Bohrpfähle nach DIN 4014 bzw. DIN 1054:2003-1

Die Bemessung von Bohrpfählen nach DIN 4014 kann anhand der untenstehenden Tabelle 4 und dem oben angegebenen Bemessungsbodenprofil erfolgen.

Die in den entsprechenden Tabellen im Anhang B der neuen DIN 1054:2003-1 angegebenen Werte sind identisch mit denen der DIN 4014, so dass die Abtragung der Vertikallasten auch nach der neuen DIN 1054 nachgewiesen werden kann.

Bodenart	DIN 4014 Zuordnung		Zeile (s. Tab. 1)
	Spitzenwiderstand Tab.-Nr. / Spalten-Nr.	Mantelreibung Tab.-Nr. / Zeilen-Nr.	
Auffüllung, Sande	- / -	- / -	1
Auffüllung, Klei	- / -	- / -	2
Sand, gewachsen	1 / 2	4 / 4	3
Klei, gewachsen	- / -	- / -	4
Klei, torfig, gewachsen	- / -	- / -	5
Glimmerschluff / -ton	2 / 2	5 / 3	6

Tab. 4: DIN 4014-Bemessungstabelle

Darüber hinaus gelten die einschlägigen Bemessungsregeln der Normung.

Für nach DIN 4014 dimensionierte Bohrpfähle ist mit Setzungen zwischen 1 cm und 1,5 cm zu rechnen.

10.2 Auslastung von Teilverdrängerpfählen

Bei Teilverdrängerpfählen mit einem Durchmesser von ca. 55 cm kann von folgenden, den Absetztiefen zugeordneten zulässigen Auslastungen ausgegangen werden:

$$\text{NN } -13,5 \text{ m} \rightarrow Q_{\text{zul}} = 600 \text{ kN}$$

Pro weiteren Tiefenmeter ist von einem zul. Auslastungszuwachs von 100 kN bis zu einer maximalen zulässigen Auslastung von 1.500 kN/Pfahl auszugehen.

Bei Teilverdrängerpfählen ist ebenfalls mit Setzungen zwischen 1 cm und 1,5 cm zu rechnen.

11. Weitere Hinweise zur Ausführung

11.1 Entsorgung von Ausbaumassen / Kontamination

Im Zuge der Ausführung der Baugrundaufschlüsse wurden am geförderten Bohrgut sensorische Auffälligkeiten (KW-Geruch) auch bis in größere Tiefen von bis zu 16 m u.GOK festgestellt.

Nach Rücksprache mit Eurogate wurde ein Großteil der Fläche bereits zwischen 1997 und 1999 (s. Unterlage 2.1c) erfolgreich laut Umfang der produktionsbedingten Sanierungspflicht seitens des damaligen Nutzers Columbian Carbon Deutschland (CCD) saniert.

In Absprache mit Eurogate wurden von uns daher keine chemischen LAGA-Analysen von oberflächennahen Auffüllungen oder tiefer reichenden Böden veranlasst.

Für die weitere Planung der Baumaßnahme empfehlen wir, durch ein entsprechendes Entsorgungskonzept dem Umstand Rechnung zu tragen, dass mindestens KW-sensorisch auffällige Bodenschichten auf dem Grundstück vorhanden sind. Diese können im Zuge der Baumaßnahme nicht als unbelastete Böden zur freien Verwendung des Erdbauers abgefahren werden. Die Abfuheinschränkung gilt auch mit großer Wahrscheinlichkeit für weitere Ausbaumassen.

11.2 Wasserhaltung und Trockenhaltung

Je nach Abstand der Aushubebenen zum Stauwasserbemessungsstand und Witterungsverlauf kann in der Bauphase eine offene Wasserhaltung erforderlich werden, die im Außenflächen- und Bahnerdbau durch rückschreitenden Aushub mit folgendem sofortigen Einbau der Neumassen (Andeckverfahren) minimiert werden kann.

Ab einem tiefer als ca. NN +4 m reichenden Aushub und/oder länger offenstehenden Baugruben ist damit zu rechnen, dass echte Stauwasserabsenkungen (Kleinfilterbrunnen, usw.) erforderlich werden. Wir empfehlen dies durch entsprechende Eventualpositionen im LV abzudecken.

Für den Hallenneubau ist davon auszugehen, dass die Trockenhaltung nur gegen Bodenfeuchte auszulegen ist.

Für den Bürocontainerkomplex gehen wir davon aus, dass die Böden der untersten Container mindestens gegen Bodenfeuchte ausgelegt sind.

Für die Gleistrasse wäre nach Ril 836 der DB AG ein Abstand zwischen Schienenoberkante und Stauwasser von 1,5 m sicherzustellen. Bei einer zukünftigen Geländehöhe von ca. NN +5,5 m wird die Schienenoberkante auf ca. NN +5,7 m zu liegen kommen und damit einen Abstand von ca. 1,2 m zum Bemessungswasserstand des Stauwassers haben. Die Unterschreitung von rd. 0,3 m ist u.E. vernachlässigbar. Eine Tiefendränage wird nicht erforderlich.

Die Oberfläche des Geländes ist im Endzustand fast flächendeckend versiegelt. Von daher werden nur minimale Niederschlagsmengen versickern, die u.E. vernachlässigbar sind. Es werden also keine zusätzlichen Flächendränagen oder ähnliche Maßnahmen erforderlich.

11.3 Hindernisse im Untergrund

Aufgrund der Vornutzung des Geländes ist mit Hindernissen im Baugrund zurechnen. Das können sein: alte Pfahlgründungen, Fundamente, Betonplatten usw..

Für die Pfahlherstellung ist insbesondere auf der OK des Glimmerschluffes / -tones mit Stein und Findlingshindernissen zu rechnen. Wenn diese Hindernisse bei der Pfahlherstellung nicht durchteuft werden können, ist mit Umplanungen des Tiefgründungssystems zu rechnen.

11.4 Baugruben

Derzeit sind unserer Kenntnis nach keine tieferen Baugruben geplant.

Für Baugruben gilt ansonsten die DIN 4124 „Baugruben, und Gräben; Böschungen, ...“

11.5 Erdbau

Generell ist in Bereichen, in denen Tragschichten und PSS eingebaut werden, von einer Bauweise im Andeckverfahren auszugehen. D.h., dem rückschreitenden Aushub ist der Einbauboden unmittelbar folgend verdichtet einzubauen.

Das Aushubplanum ist nachzuverdichten.

12. Zusammenfassung

Die Eurogate Container Terminal GmbH plant, im Bereich der Antwerpenstraße in Hamburg-Waltershof auf einer rd. 54.000 m² großen Brachfläche ein Terminal zu errichten.

Dabei sollen auf dem Gelände 2 Lagerhallen errichtet werden. Neben der Straßenerschließung des Geländes ist ein Gleisanschluss und eine Containerbürokomplex geplant. Bei den restlichen Flächen wird es sich im Wesentlichen um hoch zu belastende Verkehrsflächen handeln.

Wir wurden von Eurogate beauftragt, eine Baugrund- und Gründungsbeurteilung für die Hallen sowie die Verkehrsflächen zu erstellen.

Der Baugrund wurde durch insgesamt 17 Bohrsondierungen bis maximal rd. 16 m u.GOK, 8 Leichte Rammsondierungen bis maximal etwa 6 m u.GOK und 6 Spitzendrucksondierungen bis maximal ca. 29,10 m u.GOK im Zeitraum vom 26.06.06 bis 29.06.06 erkundet.

Nach Baugrunderkundung stehen ab GOK Auffüllungen (Sande, darunter Weichschichten (Klei)) gefolgt von gewachsenen Weichschichten (Klei), darunter gewachsene Sande und zur Tiefe hin Glimmerschluff / -ton an.

Das Grundwasser tritt in 2 Systemen auf: als Stauwasser in den Auffüllungen über den dichten Weichschichten und als gespanntes, tidebeeinflusstes Grundwasser in den gewachsenen Sanden unter den dichten Weichschichten.

Auf Basis der Baugrunderkundung, unserer Bodenansprache und ausgeführter Klassifikationsversuche werden Erfahrungswerte für die in erdstatischen Berechnungen anzusetzenden Bodenkennwerte vorgegeben. Ebenfalls werden Bemessungswasserstände vorgegeben.

Für die geplanten Hallen wird eine Tiefgründung auf Bohrpfählen nach DIN 4014 oder auf Teilverdrängerpfählen mit freitragender Bodenplatte erforderlich. Für beide Pfahltypen werden die Bemessungsvorgaben zusammengestellt.

Im Baugrund ist mit Hindernissen aus der Vorgängernutzung und den geologischen Besonderheiten zu rechnen.

Der 3-stöckige Bürocontainerkomplex kann flach gegründet werden, wobei in Abhängigkeit von der Lastabtragung der untersten Containerlage aber auch eine Stahlbetonplatte zur Lastverteilung erforderlich werden kann.

Für die Verkehrsflächen werden Art und Mächtigkeit der Tragschichten bzw. der PSS zusammengestellt.

Des Weiteren werden die Vorgaben zur Trockenhaltung im Bauzustand und dem Endzustand angegeben.

Für die Erdbaumaßnahmen wird das Andeckverfahren empfohlen.

Ochmann + Partner Geotechnik GmbH

Dipl.-Ing. S. Eckert

Dr.-Ing. H. Ochmann