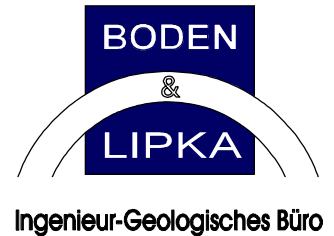


Ing. Büro Boden & Lipka KG, Eichhofstraße 38, 24116 Kiel

IGA Haus GmbH & Co. KG
Fördepromenade 10

24944 Flensburg



Kiel 04.05.2017

1. Geotechnischer Bericht
zum Neubau eines Inter-City Hotels / Parkhauses in
24947 Flensburg, Bahnhofstraße

Untersuchungsbericht zu
den Ergebnissen der CPT-Sondierungen im Beplanungsbereich

Bauvorabenummer: 099018 1222 A

Boden & Lipka KG
Eichhofstraße 38
24116 Kiel

Gründungsgutachten
Baugrunduntersuchungen
Bodenmechanisches Labor

Telefon 0431 / 36 66 2
Fax 0431 / 36 61 2
Mobil. Tel. 0160 / 90557181

Kurzzusammenfassung

Die IGA Haus GmbH plant an der Bahnhofstraße, in 24943 Flensburg den Neubau eines Inter-City-Hotels und eines Parkhauses. Im Rahmen einer Ersterkundung wurden 6 CPT-Sondierungen zur Erkundung des Baugrundes und der hydrologischen Verhältnisse im Beplanungsbereich durchgeführt.

- Auf Grundlage der Aufschlussergebnisse ist für beiden Bauwerke eine Tiefgründung erforderlich.

Die CPT-Aufschlussergebnisse zeigen unterhalb von Auffüllungen und teilweise organischen Schichten bindige, sandige und sandstreifige bindige Böden bis zum Ende der Erkundungstiefe. Ein durchlaufender sandiger Pfahlabsetzhorizont ist nur relativ oberflächennah vorhanden.

- Zur Realisierung einer ausreichend hohen Lastabtragung bei geringer Länge werden ATLAS-Pfähle empfohlen.
- FUNDEX-Pfähle erfordern deutlich größerer Längen, können aber evtl. über Probelastungen an vergleichbaren Bodenverhältnissen eingesetzt werden.

Die nachfolgenden Empfehlungen basieren auf den Ergebnissen der durchgeführten geotechnischen Erkundungen des Baugrundes sowie des bis zum 02.05.2018 übersandten Informations- bzw. Planungsstandes. Bei etwaigen Änderungen bitten wir um Rückmeldung zur Kontrolle der Vereinbarkeit mit den im vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen.

Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung	2
Inhalt	3
Anlagen	3
1. Vorbemerkung	4
2. Vorhandene Unterlagen	4
3. Durchgeführte CPT-Sondierungen / Gründungsempfehlung	4
3.1 Ergebnisauswertung der CPT-Sondierungen	5
3.1.1 CPT-Ergebnisse im Bereich des geplanten Parkdecks	7
3.1.1.1 Gründungsempfehlung Parkdeck	8
3.1.2 CPT-Ergebnisse im Bereich des geplanten Hotelneubaus	8
3.1.2.1 Gründungsempfehlung Parkdeck	10
4.1 Weiter Empfehlungen	10

Anlagen

Anlage 1: CPT Profildarstellung IC-Hotel

Anlage 2.1 - 2.6: Einzelergebnisse der CPT-Sondierungen

Anlage 3 Vorbemessung ATLAS-Pfahl (Park-Haus)

Anlage 4 Vorbemessung ATLAS-Pfahl-Pfahl (Hotel)

1. Vorbemerkung

Im Zuge einer Ersterkundung des Untergrundes wurden im Beplanungsbereich 6 CPT-Sondierungen mit folgender Zielsetzung durchgeführt:

- Generelle Information zum Baugrundaufbau bis in eine große Tiefe
- Generelle Information zu etwaig vorhandenen gespannten hydraulischen Horizonten

Direkte Aufschlüsse zur Untersuchung der Baugrundverhältnisse und der Entnahme von Bodenproben zur Durchführung bodenmechanischer Untersuchungen befinden sich in der Durchführung.

2. Vorhandene Unterlagen

Für die geotechnischen Untersuchungen standen uns folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Planunterlagen aus der Projektentwicklung (stand 30.01.18)
- Lageplan M 1:500, Grundrisse 1:750, Ansichten, Schnitt (IGA-Haus)

3. Durchgeführte CPT-Sondierungen

Die zur Erkundung des tieferen Untergrundes durchgeführten sechs CPT-Sondierungen schlossen den Baugrund bis in eine Tiefe zwischen 23 und 25 m unter Geländeoberkante (GOK) auf. Die jeweilige Lage der CPT ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Folgender generalisierter Schichtenaufbau wurde ermittelt:

- Auffüllung
- Holozäne Anlagerungen
- Pleistozäne Geschiebeböden zum Teil in Beckenschluff übergehend

An jedem Aufschlusspunkt wurden folgende Parameter ermittelt:

- Spitzendruck (q_c) in MPa
- Lokale Mantelreibung (f_s) in Mpa
- Reibungsindex (R_f) in %
- Dynamischer Porenwasserdruck (u_2) in MPa
- Bodentyp-Index
- Undrained Scherfestigkeit (S_u) in kPa
- Bodenklassifikation nach Robertson
- Winkel der inneren Reibung in Grad
- Einzelmessungen des dynamischen Porenwasserdrucks über die Zeit bei Stillsand der Sonde in ausgewählten Horizonten

Die jeweiligen Ergebnisse der Messungen sind den Anlagen 2.1 bis 2.6 zu entnehmen.

Alle CPT Sondierungen wurden auf einen Höhenbezugspunkt eingemessen. Hierbei wurde die OKFF Post Bestand (11.50 m NN) angesetzt.

3.1 Ergebnisauswertung der CPT-Sondierungen

Die CPT-Sondierungen zeigen oberflächennah eine Auffüllung in stark wechselnder Zusammensetzung und Schichtmächtigkeit. Generell nimmt die Auffüllung von Südwest nach Nordost zu. Im Bereich der Verkehrsflächen sind Kiestragschichten vorhanden.

Unterhalb der Auffüllung steht entweder pleistozäner Boden in Form von Geschiebeböden an oder aber es folgen limnische Ablagerungen in Form von Mudden und Torfen im Bereich einer vorhandenen Nord / Süd verlaufenden eiszeitlichen Rinne. Der Beplanungsbereich liegt somit auf der Rinnenschulter und läuft in die Rinnenstruktur hinein. Sie zeigt im Bereich des Postgebäudes bereits eine Tiefe von ca. 9 m unter Geländeoberkante.

Unterhalb der limnischen Ablagerungen (Torfe und Mudden) folgen Geschiebeböden in Form von sandigem Geschiebemergel unterbrochen von locker bis mitteldichten Sandeinlagerungen bis zum Ende der Erkundungstiefe zwischen 23 und 25 m unter GOK.

Generell sind die Baugrundverhältnisse als unruhig zu bezeichnen. Mächtige Sandhorizonte sind nicht vorhanden und werden immer wieder von bindigen Bereichen unterbrochen.

Gespannte Druckwasserverhältnisse konnten im Rahmen der durchgeführten dynamischen Porenwasserdruckmessungen, sowie der Einzelmessungen der Druckentwicklung in ausgewählten Bereichen, bis in eine Erkundungstiefe von 25 m unter GOK nicht nachgewiesen werden.

- Zur Erreichung einer hohen Traglast bei den gegebenen wechselhaften Baugrundverhältnissen werden ATLAS-Pfähle 46/56 empfohlen.
- Alternativ können FUNDEX-Pfähle eingesetzt werden, diese benötigen allerdings unter den gegebenen Baugrundbedingungen deutlich längere Pfahllängen bei gleicher Lastabtragung und müssten mit ihrer Pfahlfußebene dann in bindigen Böden stehen. Evtl. kann über Probelastungen an vergleichbaren Baugrundverhältnissen und über Herstellungskriterien begründet werden.

3.1.1 CPT-Ergebnisse im Bereich des geplanten Parkdecks

Die hier durchgeführten CPT-Untersuchungen (CPT1 bis CPT3) zeigen eine Höhendifferenz von 1.27 m. Bezogen auf HBP OKFF Post (11.50m NN) liegen folgende Ansatzhöhen der CPT1 bis CPT3 vor.

- CPT1 = 11,47 m ü. NN
- CPT2 = 12.48 m ü. NN
- CPT3 = 11.21 m ü. NN

Die Auffüllmächtigkeit schwankt zwischen 1 m (CPT1) und 6 m (CPT 3). Es folgt uneinheitlich Sande, Geschiebesandes und Geschiebemergel (siehe Auswertungsdiagramm CPT 1 bis CPT3).

Die Lagerungsdichte der in die bindige Böden eingeschalteten Sande zeigt anfänglich Spitzenwiderstände (q_c) unter 5 MN/m^2 , was einer lockeren Lagerung entspricht. Mit zunehmender Tiefe werden mitteldichte Lagerungsverhältnisse erreicht.

Ab einer Tiefe zwischen -0.79 m NN und -0.52 m NN (10 und 12 m unter GOK) wurden Sande / Sandgemische in mitteldichten Lagerungsverhältnissen mit Spitzenwiderständen zwischen 7.5 und 12 MN/m^2 ermittelt, die zum Teil in dichte Lagerungsverhältnisse übergehen.

- Dieser Bereich kann als Pfahlfußebene für ATLAS-Pfähle gewählt werden.

Der hier überwiegend sandige Bereich zeigt nachfolgend eine Schichtmächtigkeit zwischen 1 und 3 m.

Bindige Abschnitte ab einer Tiefe von 10 m/11 m unter GOK zeigen nachfolgend Spitzenwiderstände zwischen 2.5 und 4 MN/m^2 , was einer steifplastischen Bodenkonsistenz zugeordnet ist (potentielle tiefere Pfahlabsatzebene für längere FUNDEX-Pfähle).

3.1.1.1 Gründungsempfehlung Parkdeck

Über das Programm GGU-Axpil erfolgte in Anlehnung an den EC 7 und auf Basis der Ergebnisse der indirekten Baugrundaufschussverfahren eine Vordimensionierung zur Ermittlung der Pfahltragfähigkeit.

Für eine Vorbemessung wurde die ungünstigste CPT-Sondierung (hier CPT3) verwendet. Bezogen auf die Höhe OKFF-Post mit 11.50m NN sind für die Gründung des Parkhauses **ATLAS-Pfahllängen um 12 m** erforderlich.

Auf Grundlage der Vorbemessung (siehe Anlage 3) kann bei dem empfohlenen ATLAS-Pfahl 46/56 ein **zul. V = 1200 kN** ($R_d = 1711 \text{ kN}$) bei einer Länge von 12 bis 13 m (bezogen auf OKFF-Post) angesetzt werden. Bei voller Lastausnutzung wurde ein Setzungsmaximalwert von 0.85 cm zugelassen.

- Auf Grund der Nähe zur Tiefgründung des benachbarten Postgebäudes ist die Pfahllänge der Bestandsgründung und der damals gewählte Pfahltyp zu beachten! Eine Anpassung ist auf Grund einer evtl. Lastüberlagerung evtl. erforderlich!

3.1.2 CPT-Ergebnisse im Bereich des geplanten Hotelneubaus

Im Untersuchungsbereich des Hotelneubaus zeigen die durchgeführten CPT-Untersuchungen (CPT4 bis CPT6) eine Höhendifferenz von 4.36 m. Bezogen auf HBP OKFF Post (11.50 m NN) liegen folgende Ansatzhöhen der CPT4 bis CPT6 vor.

- CPT4 = 12.33 m ü. NN
- CPT5 = 13.58 m ü. NN
- CPT6 = 16.69 m ü. NN

Auf Grund der stark ansteigenden Morphologie findet sich zur besseren Orientierung bei den zu erwartenden Tragfähigkeiten / Bodenverhältnissen in

Anlage 1 eine höhengerechte Auftragung der CPT-Sondierungen CPT4 bis CPT6.

Die Auffüllmächtigkeit reicht bis an 4 m und nimmt Richtung Süden mit ansteigendem Gelände ab. Im Norden (CPT4) wurden organische Schichten in Form von Torfen und Mudden angetroffen die von org. Sanden unterlagert werden. Die Schichten keilen nach Süden aus.

Es folgen in allen CPT-Sondierungen uneinheitlich bindige Böden, Sande und Geschiebesande (siehe Auswertungsdiagramm CPT4 bis CPT6).

Die Lagerungsdichte der in die bindige Böden eingeschalteten Sande zeigt Spitzenwiderstände (q_c) um 7.5 MN/m^2 , was einer mitteldichten Lagerung entspricht. Mit zunehmender Tiefe werden nur bereichsweise dichte Lagerungsverhältnisse erreicht.

Ab einer Tiefe zwischen $+0.33 \text{ m NN}$ und $+0.69 \text{ m NN}$ (12 und 16 m unter GOK) wurden Sande / Sandgemische in mitteldichten Lagerungsverhältnissen mit Spitzenwiderständen zwischen 7.5 und 14 MN/m^2 ermittelt.

- Dieser Bereich sollte als Pfahlfußebene für ATLAS-Pfähle gewählt werden.

Die Unterhalb der Pfahlfußebene folgenden Sande zeigen eine Schichtmächtigkeit zwischen 3 und 7 m. Bindige Abschnitte ab einer Tiefe von 12 m bis 16 m unter GOK zeigen nachfolgend Spitzenwiderstände zwischen um 4 MN/m^2 , was einer steifplastischen Bodenkonsistenz zugeordnet ist.

3.1.2.1 Gründungsempfehlung Hotelneubau

Bezogen auf die Höhe OKFF-Post mit 11.50m NN sind für die Gründung des Parkhauses **Pfahllängen zwischen 11 und 13 m** erforderlich.

Für eine Vorbemessung wurde wiederum die ungünstigste CPT-Sondierung (hier CPT4) verwendet

- Auf Grundlage von Vorbemessungen (siehe Anlage 4) kann bei dem empfohlenen ATLAS-Pfahl 46/56 ein **zul. V = 1010 kN** ($R_d = 1441 \text{ kN}$) bei einer Länge von 11 m (bezogen auf OKFF-Post) angesetzt werden. Bei voller Lastausnutzung wurde ein Setzungsmaximalwert von 0.85 cm zugelassen.
- Auf Grund der Nähe zur Tiefgründung des benachbarten Postgebäudes ist die Pfahllänge der Bestandsgründung und der damals gewählte Pfahltyp zu beachten! Eine Anpassung ist auf Grund einer evtl. Lastüberlagerung evtl. erforderlich!

4. Weitere Empfehlungen

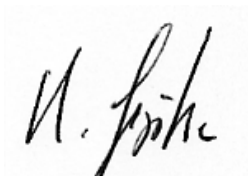
Auf Grund der Baugrundverhältnisse wird ein Pfahltyp mit hoher Mantelreibung. Empfohlen. Der konkurrierende FUNDEX-Pfahl benötigt deutlich längere Pfahllängen zum Erreichen der gleichen Tragkraft. Evtl. kann über Probelastungen an vergleichenden Bodenverhältnisse eine ökonomischere Lösung gefunden werden.

Für den ATLAS-Pfahl kann ebenfalls über Probelastungen evtl. noch eine leichte Tragfähigkeitserhöhung nachgewiesen werden. Die zu erwartenden Sprünge sind allerdings auf Grund der CPT-Ergebnisse gering.

Falls erforderlich können ATLAS und FUNDEX-Pfähle durch eine leichte Schrägstellung Horizontalkräfte bis zu einem bestimmten Grad aufnehmen. Des Weiteren kann über eine Schrägstellung der erforderliche Mindestabstand des 3-fachen Pfahldurchmessers in der Pfahlfußebene zumeist eingehalten werden. Die Maximalneigung liegt bei 4 : 1.

Bei evtl. unterschiedlichen Pfahllängen ist zu berücksichtigen, dass eine Abtreppung von 30° zur Horizontalen einzuhalten ist.

Bei der Herstellung der Pfähle ist der Betriebsdruck, das auf das Pfahlmantelrohr aufgebrachte Drehmoment und die Eindringung kontinuierlich zu messen und zu protokollieren. Über die Aufzeichnungen können die Baugrundverhältnisse nochmals kontrolliert und beurteilt werden.



K. Lipka Dipl. Geologe