



Dipl.-Ing.
Peter Neumann
Baugrunduntersuchung
GmbH & Co. KG
Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 0 43 51 7136-0
Fax 0 43 51 7136-71

FAMILA-Handelsmarkt Kiel GmbH & Co. KG
Alte Weide 7 - 13
24116 Kiel

 Gründungsmitglied
des BD bohr

21.04.2017
ki

Bauvorhaben Nr. 120/17

Trittau, Großenseer Straße

Baugrunduntersuchung – Vorbegutachtung für den B-Plan

Revision 01: Ergänzung unserer Vorbegutachtung vom 07.04.17

1. Vorgang

Die FAMILA-Handelsmarkt Kiel GmbH & Co. KG, Kiel, plant in Trittau, Großenseer Straße, den Neubau eines Verbrauchermarktes. Hierzu wurde am 07.04.2017 eine den Baugrund betreffende Vorbegutachtung durch unser Büro vorgelegt. Im Rahmen eines Abstimmungsgesprächs zwischen Bauherrenvertretern und Planern am 19.04.2017 wurde unser Büro darum gebeten, einige zusätzliche Angaben zum Baugrund zu formulieren.

Um alle gründungsrelevanten Informationen in einem Schriftstück zusammenzufassen, wird das o.g. Vorgutachten in der hier vorliegenden Revision 01 um das Kapitel 4.7 („Dezentrale Versickerung“) ergänzt. Darüber hinaus wurden die in Kapitel 4.1 gemachten Angaben zur Baugrubendurchführung erweitert.

2 Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrund ist im Bereich des Untersuchungsgeländes am 29.03.2017 durch elf Kleinbohrungen (BS 1 bis BS 11) bis in Tiefen zwischen 3,0 m und 6,0 m u. Geländeoberkante (GOK) erkundet worden. Der Aufschluss BS 9 musste aufgrund einer

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG



Kieslage, die in 2,8 m Tiefe angetroffen und nicht durchörtert werden konnte, zur BS 9a versetzt werden. Die Lage der Baugrundaufschlüsse kann der Anlage 1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile auf den Anlagen 2.1 und 2.2 aufgetragen worden.

Die Höhen der Ansatzpunkte wurden relativ zueinander eingemessen, wobei als Höhenfestpunkt (HFP) die Oberkante eines nordöstlich des Untersuchungsgeländes befindlichen Schachtdeckels genutzt und mit $\pm 0,00$ m angesetzt wurde. Die Aufschlusshöhen variieren zwischen - 0,01 m HFP (BS 3) und + 1,13 m HFP (BS 6).

Zur Beurteilung des Baugrundes wurden 46 gestörte Bodenproben entnommen, die im Erdbaulabor bestimmt und beurteilt worden sind.

2.2 Baugrundaufbau

Aus den Bohrprofilen ist ersichtlich, dass in den im nördlichen Bereich des Untersuchungsgeländes abgeteufte Kleinbohrungen BS 1 bis BS 3 oberflächlich Aufschüttungen bis in Tiefen zwischen 0,6 m und 2,5 m u.GOK aufgeschlossen worden sind. Hierbei handelt es sich um Mutterböden und um Mittelsande, die unterschiedlich stark ausgeprägte Beimengungen der übrigen Kornfraktionen aufweisen. Organoleptische Auffälligkeiten (Farbe / Geruch), die auf mögliche Altlasten innerhalb dieser Aufschüttungen hindeuten, wurden nicht festgestellt. Unterhalb der Aufschüttungen folgen in den drei Kleinbohrungen bis zur jeweiligen Endteufe bei 3,0 m gewachsene Mittelsande mit unterschiedlich stark ausgeprägten Beimengungen schluffiger und rolliger Sedimente.

In den Sondierungen BS 4 - BS 11 stehen oberflächlich gewachsene Mutterböden an, die bis zur jeweiligen Endteufe zwischen 3,0 m und 6,0 m nahezu ausschließlich von Mittelsanden unterlagert werden. Hiervon abweichend wurden in den Kleinbohrungen BS 4, BS 5 und BS 11 in einer Tiefe von > 1 m u.GOK Geschiebelehme in maximal ca. 0,5 m Mächtigkeit und im Konsistenzbereich zwischen steif- bis weichplastisch und steifplastisch durchteuft. Darüber hinaus wurde im Aufschluss BS 9a zwischen 2,7 m und 3,4 m u.GOK eine Grobsandlage erbohrt. Diese Grobsande zeigen zusammen mit den im abgebrochenen

Aufschluss BS 9 bei 2,8 m u.GOK angetroffenen Kiesen für diesen Tiefenbereich eine Kornvergrößerung im Südwesten des Untersuchungsgebietes an.

Gemäß den Angaben unseres Geräteführers ist innerhalb der Sande ein wenigstens „mäßig schwerer“ Bohrvorgang festzustellen, so dass von einer wenigstens mitteldichten Lagerung der rolligen Böden ausgegangen werden kann.

2.3 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im folgenden werden die für die weitere Bearbeitung erforderlichen bodenmechanischen Kennziffern anhand der im Erdbaulabor erfolgten Bodenansprache und von Erfahrungswerten, die von vergleichbaren Böden vorliegen, tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 1 Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Baugrundsichten

Bodenart	Steifemoduln E [MN/m ²]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]
Mutterboden, aufgeschüttet / gewachsen	für bautechnische Zwecke nicht geeignet			18,0 / 10,0
Auffüllung, rollig	< 10,0	32,0	--	18,0 / 10,0
Sand, Kiessand*, mitteldicht	50,0	35,0	--	19,0 / 11,0
Geschiebelehm, steif - weich	15,0	26,5	9,0	21,0 / 11,0
Geschiebelehm, steif	20,0	27,0	10,0	21,0 / 11,0

*Ersatzboden

2.4 Wasserstand

Grundwasser wurde nach Beendigung der Sondierungen lediglich in den tiefer geführten Aufschlüssen BS 6 - BS 11 angetroffen, und zwar mit Flurabständen zwischen 3,60 m und 4,20 m. Bezogen auf den HFP entspricht dies Tiefen zwischen - 2,97 mHFP (BS 6) und - 3,82 mHFP (BS 11). Das Grundwasser fließt somit innerhalb des Untersuchungsgebietes näherungsweise von Nordwest nach Südost. In Abhängigkeit von anfallenden



Niederschlägen ist mit Schwankungen dieser Wasserstände von mehreren Dezimetern nach oben bzw. unten zu rechnen.

3. Allgemeine Gründungsbeurteilung

3.1 Gründung eines Verbrauchermarktes

Aus den in den Anlagen 2.1 und 2.2 aufgetragenen Sondierprofilen geht hervor, dass oberflächlich rollige Aufschüttungen sowie aufgeschüttete bzw. gewachsene Mutterböden anstehen, die für die Gründung des Marktes jeweils keinen ausreichend tragfähigen Baugrund darstellen. Diese Böden sind im Grundriß- und Lastabtragungsbereich des Gebäudes gemäß den in Kap. 4.2 gemachten Angaben auszukoffern und durch hoch zu verdichtende Kiessande zu ersetzen. Die in allen Aufschlüssen unterhalb der Mutterböden und der rolligen Aufschüttungen bis zur jeweiligen Endteufe nahezu ausschließlich erbohrten gewachsene Sande stellen demgegenüber einen gut tragfähigen Baugrund dar. Die in den Aufschlüssen BS 4, BS 5 und BS 11 oberflächennah erbohrten, wenigstens steif- bis weichplastischen Geschiebelehme können als ausreichend tragfähig angesprochen werden.

Es ist lediglich erforderlich, die rolligen Böden im Anschluß an die Herstellung der Baugrube oberflächlich nachzuverdichten, um aushubbedingte Auflockerungen zu beseitigen.

Ungeachtet der Tatsache, dass der Markt nach derzeitigen Überlegungen im Bereich unserer Aufschlüsse BS 6 - BS 11 errichtet werden soll, wird für die nachfolgenden Grundbruch- und Setzungsberechnungen - auf der sicheren Seite liegend - die grundbruchtechnisch ungünstigste Baugrundsituation herangezogen, nämlich der im Aufschluss BS 5 innerhalb von Sanden zwischen 1,35 m und 1,80 m u.GOK durchteufte steif- bis weichplastische Geschiebelehm.

Nach EC 7 mit dem GGU-Programm "Footing" durchgeführte Grundbruchberechnungen haben für Streifenfundamente (Annahme: $b/d = 0,30 - 0,50 / 0,80$ m) Bemessungswerte des Sohldrucks / charakteristische Bodenpressungen von $\sigma_{R,d} = 397 - 429 \text{ kN/m}^2$ / $\sigma_{Ek} = 278 - 301 \text{ kN/m}^2$ ergeben.

Einzelheiten der Berechnung können der Anlage 3.1 entnommen werden.

Für eine Gründung auf Einzelfundamenten ($a/b/d = 1,2 - 2,4 \text{ m} / 0,8 - 1,6 \text{ m} / 0,8 \text{ m}$) ergeben sich nach EC 7 Bemessungswerte des Sohldrucks / charakteristische Bodenpressungen von $\sigma_{R,d} = 543 - 597 \text{ kN/m}^2 / \sigma_{Ek} = 381 - 419 \text{ kN/m}^2$.

Einzelheiten der Berechnung können der Anlage 3.2 entnommen werden.

Bei Ausnutzung der o. g. Bodenpressungen muss mit Setzungen von max. ca. $s = 1,5 \text{ cm}$ und Setzungsdifferenzen von maximal ca. $\Delta s = 0,5 \text{ cm}$ gerechnet werden. Diese Setzungen und Setzungsdifferenzen können dem Neubau zugemutet werden, ohne dass gravierende Schäden auftreten werden. Leichte, konstruktiv jedoch unschädliche Rissbildungen (Haarrisse) können grundsätzlich nicht völlig ausgeschlossen werden, die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens ist jedoch gering.

3.2 Gründung von Verkehrswegen

Die oberflächlich erbohrten aufgeschütteten bzw. gewachsenen Mutterböden stellen keinen ausreichend tragfähigen Baugrund dar und sind komplett auszukoffern. Die rolligen Aufschüttungen, bei denen es sich ebenso wie bei den gewachsenen Sanden um frostunempfindlichen „F 1 - Boden“ handelt, können vorbehaltlich einer Begutachtung seitens des Unterzeichners vor Ort ggf. im Baugrund verbleiben, wobei der gem. ZTVE-StB auf dem Rohplanum nachzuweisende Verdichtungsgrad von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten ist. Grundsätzlich ist es auch im Bereich von Verkehrsflächen erforderlich, die rolligen Böden oberflächlich nachzuverdichten, um aushubbedingte bzw. bereits primär vorhandene Auflockerungen zu beseitigen.

4. Technische Hinweise

4.1 Baugrubendurchführung

Unter Berücksichtigung der erkundeten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse muss für die Baugrubendurchführungen im Bereich nicht unterkellerten Bauwerke keine besondere Wasserhaltung eingeplant werden. Gleiches gilt für den Bereich der Anlieferungsrampe, der i.d.R. bis in eine Tiefe von ca. 2 m u.GOK geführt wird. Sobald konkrete Planungen zum Tiefenverlauf der Gründung und insbesondere der Rampe vorliegen, muss durch den Unterzeichner hierzu ggf. eine Konkretisierung vorgenommen werden.

Wie bereits im Kapitel 3 erwähnt, sind die in der Baugrubensohle anstehenden rolligen Böden durch mehrere Übergänge mit einer mittelschweren Vibrationsplatte gründlich nachzuverdichten.

Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit senkrechten Wänden sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböschet oder abgestützt werden. Die Neigung der Böschung darf bei Mutterböden und rolligen Böden 45° nicht überschreiten.

Bedingt durch den vergleichsweise tief liegenden Grundwasserspiegel wird zur ggf. erforderlichen Baugrubensicherung für Baugrubentiefen von maximal ca. 3,0 m die Anordnung von Trägerbohlwänden („Berliner Verbau“) ausreichend sein. Diese Verbauwände können mit den im Abschnitt 2.3 angegebenen bodenmechanischen Kennziffern bemessen werden.

4.2 Bodenaustausch

Wie bereits im Abschnitt 3 beschrieben, müssen die anstehenden gering tragfähigen Böden (aufgeschüttete und gewachsene Mutterböden, rollige Aufschüttungen) im Grundriss- und Lastabtragungsbereich des Gebäudes komplett entfernt und durch einen Kiessandersatzboden ersetzt werden. Dieser Kiessandersatzboden sollte im



Körnungsbereich von etwa 0 - 8 mm (Schluffanteile \leq 3 - 5 %) liegen und einen Ungleichförmigkeitsgrad von $U \cong 3$ haben.

Dieser Sand muss in Lagen von maximal 40 cm im Trockenen eingebracht und auf eine mindestens mitteldichte bis dichte Lagerung verdichtet werden. Die erforderliche Verdichtung kann durch etwa 4 - 5 Übergänge pro Lage mit einer mittelschweren Vibrationsplatte erreicht werden.

Das Kies-Sand-Gemisch ist so einzubauen, dass von den Außenkanten der Fundamente Lastabtragungen unter 45° im verdichteten Kiessand möglich sind. Der verbleibende Bereich zwischen dieser theoretischen Lastabtragungslinie und der Böschung sollte ebenfalls mit dem oben beschriebenen Kiessand aufgefüllt werden. Die endgültige Festlegung des Bodenaustausches erfolgt durch den Unterzeichner im Zuge der Erdarbeiten.

4.3 Fundamentabtreppungen

Liegen verschieden tief gegründete Fundamente direkt nebeneinander, so sind Fundamentabtreppungen unter 30° zur Horizontalen erforderlich, damit eine einwandfreie Abtragung der Lasten gewährleistet ist.

4.4 Fundamentbewehrung

Um ggf. vorhandene Baugrundunterschiede besser ausgleichen zu können und um darüber hinaus auch die Gefahr von leichten Rißbildungen, die jedoch konstruktiv unschädlich sind, weitestgehend herabzumindern, wird seitens des Unterzeichners empfohlen, in die Streifenfundamente oben und unten mindestens 2 \varnothing 12 B500B einzulegen. Diese Bewehrung muss an den Eck- und Kreuzungspunkten der Fundamente kraftschlüssig verbunden und darüber hinaus mit einer leichten Verbügelung versehen werden. Die Sohle sollte ebenfalls konstruktiv bewehrt werden und mit den Fundamenten eine kraftschlüssige Verbindung erhalten.

Die Einzelfundamente sind gemäß den statischen Vorgaben zu bewehren.

4.5 Trockenhaltung des Neubaus

Zur Trockenhaltung des nicht unterkellerten Neubaus sind unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Sondierarbeiten erkundeten Wasserstände und Baugrundverhältnisse keine Maßnahmen erforderlich, die über das in den einschlägigen DIN-Vorschriften (DIN 18195, Teil 4) geforderte Maß hinausgehen. Analog zu den in Kap. 4.1 gemachten Angaben sind konkrete Planungsunterlagen auch hinsichtlich der Trockenhaltung durch den Unterzeichner zu prüfen.

4.6 LAGA-Untersuchungen der Aufschüttungen

Da die Proben der gewachsenen und insbesondere der aufgeschütteten Böden als organoleptisch unauffällig angesprochen worden sind, konnte aktuell auf die Durchführung chemischer Analysen verzichtet werden. Sofern es im Zuge der Gründungsarbeiten zu Auskofferungen von Aufschüttungen kommt, müssen Beprobungen und Analysen gemäß den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall („LAGA“) durchgeführt werden, um die erforderlichen Entsorgungs- / Verwertungswege für diese Böden festlegen zu können. Diese Arbeiten können bei Bedarf von unserem Büro ausgeführt werden.

4.7 Dezentrale Versickerung

Flächen mit bis in eine Tiefe von mind. 1,50 m unter GOK anstehenden Sanden und einem Grundwasserflurabstand > 1,50 m sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Grundsätzlich gibt es vier verschiedene Möglichkeiten für die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser:

- **Flächenversickerung**
Hierbei wird das Niederschlagswasser offen und ohne wesentlichen Aufstau entweder direkt über durchlässige befestigte Oberflächen oder flächenhaft in den Seitenräumen undurchlässig befestigter Flächen versickert. Bei dieser Form der Versickerung ist keine wesentliche Speicherung des Niederschlages möglich. Die Versickerungsintensität muss größer als die Intensität des Bemessungsregens sein.
- **Muldenversickerung**
Dies ist eine Variante der Oberflächenversickerung, bei der eine zeitweise Speicherung angesetzt werden kann. Das Wasser wird in Versickerungsmulden (Tiefe $\leq 0,50$ m) zwischengespeichert und an den Untergrund abgegeben.
- **Rigolen- und Rohrversickerung**
Das Niederschlagswasser wird oberirdisch in einen kiesgefüllten Graben (Rigole) oder unterirdisch in einen in Kies gebetteten perforierten Rohrstrang geleitet, dort zwischengespeichert und verzögert in den Untergrund abgegeben.
- **Schachtversickerung**
Bei dieser Versickerungsmethode wird das Wasser in einem durchlässigen Schacht zwischengespeichert und verzögert in den Untergrund abgegeben.

Hinsichtlich der Versickerungsmöglichkeiten ist das Untersuchungsgelände dreigeteilt:

Im Norden stehen innerhalb der Aufschlüsse BS 1 bis BS 3 bis in maximal 2,5 m u.GOK sandige Aufschüttungen an, innerhalb derer i.d.R. eine Versickerung nicht genehmigt wird. Hier besteht entweder die Möglichkeit, diese Böden auszukoffern und durch nachweislich „saubere“ rollige Böden zu ersetzen, deren Unbedenklichkeit durch entsprechende chemische Analysen seitens des Zulieferers nachzuweisen ist. Alternativ ist die Durchführung von Schachtversickerungen unterhalb der Aufschüttungen in die gewachsenen Sande hinein möglich (Durchlässigkeitsbeiwert ca. $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s).

Im zentralen und im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgeländes (Kleinbohrungen BS 6 bis BS 10) stehen unterhalb der Mutterböden gut durchlässige gewachsene Sande an



(Durchlässigkeitsbeiwert ca. $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s), innerhalb derer eine dezentrale Versickerung - vorbehaltlich der behördlichen Genehmigung - uneingeschränkt durchgeführt werden kann.

Im südöstlichen Bereich des untersuchten Areals wurden innerhalb gewachsener Sande oberflächennah (ab Tiefen zwischen 1,1 m und 1,5 m u.GOK) wasserhemmende Geschiebelehme (Durchlässigkeitsbeiwert ca. $k_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$ m/s) erbohrt. Eine Versickerung oberhalb dieser Böden bspw. als Mulde oder Rigole kann dazu führen, dass es bei Starkregenereignissen zu einem kurzfristigen Anstau von Sickerwasser bis nahe GOK kommt. Auch hier sollten diese Böden bei Bedarf bspw. mittels Schachtversickerung durchstoßen und in die darunter folgenden Sande hinein entwässert werden.

Nach Vorlage der detaillierten Planungsunterlagen kann durch den Unterzeichner eine Bemessung der Versickerungsanlagen in einem Nachtrag erfolgen.

5. Zusammenfassung

Auf der Grundlage von elf Sondierbohrungen wurde eine generelle Baugrundbeurteilung für die Aufstellung eines B-Plans für ein Untersuchungsgelände in Trittau, Großenseer Straße, beurteilt.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass die Errichtung eines Verbrauchermarktes im Anschluß an einen Bodenaustausch und eine oberflächliche Nachverdichtung der gewachsenen Sande ohne weitere gravierende Zusatzmaßnahmen flach auf Streifen- und auf Einzelfundamenten durchgeführt werden kann.

Die technischen Hinweise in Kap. 4 sind zu beachten.

Hinweise auf Bodenverunreinigungen konnten nicht nachgewiesen werden.

Sobald konkrete Bebauungspläne vorliegen, sind durch unser Büro ggf. zusätzliche Kleinbohrungen abzuteufen, und die Gründungsbeurteilung ist an die Statik anzupassen.



Es ist zwingend erforderlich, die Aushubsohlen durch den Unterzeichner abnehmen zu lassen, um die im Gutachten vorausgesetzten Baugrundverhältnisse vor Ort zu überprüfen und den Umfang des ggf. erforderlichen Bodenaustausches festzulegen.

Die Verdichtung des eingebauten Kiessandersatzbodens und die Nachverdichtung der im Baugrund verbleibenden Sande muss durch Beauftragte des Unterzeichners mittels dynamischer Plattendruckversuche und / oder leichter Rammsondierungen (DPL-5) überprüft werden.

Für die Beantwortung eventuell noch auftretender Fragen stehen wir weiterhin gern zur Verfügung.

Dipl.-Ing. Peter Neumann
Baugrunduntersuchung GmbH & Co. KG

i.A. Stefan Kindt, Dipl.-Geol.

Dr.-Ing. Hauke Anbergen