



Diplom Ingenieur
Peter Neumann

öffentlich bestellter
und vereidigter
Sachverständiger

Marienthaler Str. 6
24340 Eckernförde
Tel. 0 43 51 7136-0
Fax 0 43 51 713671

Dipl.-Ing Peter Neumann • vereid. Sachverständiger • Marienthaler Str. 6 • 24340 Eckernförde

Wasser- und Bodenverband Gelting-Stenderuper Au
Priesholz
24395 Rabenholz

über:
Ingenieurgemeinschaft Reese + Wulff GmbH
Kurt-Wagener-Straße 15
25337 Elmshorn

07.04.2014
ne/ki

Bauvorhaben Nr. 502/14

Hochwasserschutz Gelting - Baugrund- und hydrogeologische Untersuchungen
Baugrunduntersuchung - Darstellung der Untersuchungsergebnisse

1 Vorgang

Die Ingenieurgemeinschaft Reese + Wulff GmbH plant für den Wasser- und Bodenverband Gelting-Stenderuper Au die Errichtung eines Hochwasserschutzes für die Gemeinde Gelting.

Herr Dipl.-Ing. Peter Neumann wurde vom Wasser- und Bodenverband Gelting-Stenderuper Au, vertreten durch die Ingenieurgemeinschaft Reese + Wulff GmbH, beauftragt, als Ergebnis einer wasserwirtschaftlichen Variantenuntersuchung den Baugrund im Bereich eines möglichen Hochwasserrückhaltepolders östlich der Ortslage Gelting zu untersuchen und die Ergebnisse dieser Untersuchung in einem geotechnischen Bericht zusammenzufassen.

2. Baugrund

2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Der Baugrundaufbau ist im Bereich der möglichen Polderfläche zwischen dem 20.02.14 und dem 24.02.2014 durch insgesamt 26 Kleinbohrungen bis in Tiefen von 3,0 - 6,0 m unter Ansatzpunkt untersucht worden.

Die absoluten Höhen (mNN) der Bohransatzpunkte sind vom Vermessungsbüro Filpe ermittelt worden.

Die Lage aller Baugrundaufschlüsse können den Anlagen 1.1 - 1.3 entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinbohrungen sind als Bohrprofile in den Anlagen 2.1 – 2.4 dargestellt.

Uns standen insgesamt 97 gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 zur Verfügung, die im Erdbaulabor bestimmt und beurteilt worden sind.

An ausgesuchten Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor Schlämm- bzw. Sieb-/Schlammanalysen zur Erstellung von Körnungslinien gem. DIN 18123 vorgenommen (Laborprotokolle s. Anlagen 3.1 - 3.5). Darüber hinaus wurden die Wassergehalte der o.g. Proben bestimmt (Laborprotokolle s. Anlagen 4.1 und 4.2).

Im Aufschluß BS 10 wurde mittels 2“-Rammpegel eine gepumpte Grundwasserprobe entnommen und dem chemischen Labor UCL, Kiel, zur Analyse auf Betonaggressivität nach DIN 4030 übergeben (Laborprotokoll s. Anlage 5).

2.2 Baugrundaufbau

Die durchgeführten Kleinbohrungen weisen oberflächlich nahezu ausschließlich gewachsene bzw. aufgeschüttete Mutterböden in Mächtigkeiten zwischen 0,45 m und 0,70 m auf. Eine Ausnahme bildet der im Südosten des Untersuchungsgebietes auf dem Grundstück von

Herrn Clausen abgeteufte Aufschluß BS 23, in dem oberflächlich 1,0 m rollige Aufschüttung erbohrt worden sind.

Unterhalb der Mutterböden und der rolligen Aufschüttungen folgen in den meisten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe überwiegend bindige Böden, bei denen es sich überwiegend um Geschiebelehme und -mergel sowie um Schluffe handelt. In den Aufschlüssen BS 18 und BS 19 wurden darüber hinaus im Teufenbereich zwischen 2,3 m und 2,5 m u. GOK (BS 18) bzw. zwischen 1,4 m und 1,5 m u. GOK (BS 19) Schluffmudden erbohrt.

Die Konsistenzen der aufgeschlossenen bindigen Böden variieren gemäß Probenansprache zwischen weichplastisch und halbfest.

In einigen Aufschlüssen wurden rollige Böden angetroffen, und zwar in den Kleinbohrungen BS 8, BS 8-1, BS 10, BS 12 und BS 24. Gemäß Probenansprache handelt es sich hierbei um Fein- bis Grobsande mit unterschiedlich stark ausgeprägten Beimengungen der übrigen Sandkornfraktionen.

2.3 Kornverteilung

Mit Hilfe von drei kombinierten Sieb- und Schlämmanalysen sowie zwei Schlämm- und vier Siebanalysen ist die Kornverteilung der anstehenden bindigen und rolligen Böden ermittelt worden.

Die Untersuchungen ergaben für die Geschiebeböden Feinstanteile von 5 - 23 %, Schluffanteile von 15 - 35 % sowie Sand- und Kiesanteile von 45 - 70%. Kornanalytisch handelt es sich hierbei also um schluffige und stark schluffige Sande.

Die Beckenschluffe weisen Feinstkornanteile von 35 - 42 %, Schluffanteile von ca. 40 % und Siebkorngehalte von maximal ca. 20 % auf. Hierbei handelt es sich um feinsandige Tone bzw. Schluffe.

Gemäß Hazen konnten für zwei der Geschiebelehme Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt werden, und zwar von $k_f = 3,2 \cdot 10^{-7}$ m/s (Probe BS 3/2) und von $k_f = 3,5 \cdot 10^{-8}$ m/s (Probe BS 6/2). Gemäß DIN 18300 handelt es sich hierbei um schwach durchlässige Böden.

Die Sande sind im Fein- bis Grobsandbereich anzusiedeln mit Kiesgehalten zwischen 5 und 30 %.

Gemäß Hazen ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte der rolligen Böden variieren zwischen $k_f = 5,1 \cdot 10^{-4}$ m/s und $k_f = 5,1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Gemäß DIN 18300 handelt es sich hierbei um durchlässige bzw. stark durchlässige Böden.

Weitere Einzelheiten hierzu sind den Anlagen 3.1 - 3.5 zu entnehmen.

2.4 Wassergehalt

Die Wassergehalte der untersuchten Geschiebeeböden lagen zwischen $w = 15,8$ % und $w = 19,7$ %. Unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen kann gesagt werden, daß die Geschiebeeböden in weicher bzw. steifer Konsistenz anstehen.

Die Wassergehalte der untersuchten Schluffe lagen zwischen $w = 64$ % und $w = 68$ %. Unter Berücksichtigung der durchgeführten Kornverteilungsanalysen kann gesagt werden, daß die Schluffe steifer Konsistenz anstehen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im einzelnen den Anlagen 4.1 und 4.2 zu entnehmen.

2.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte

Im folgenden werden die bodenmechanischen Kennziffern anhand der durch den Baugrundsachverständigen erfolgten Baugrundansprache, der Ergebnisse der

bodenmechanischen Laborversuche sowie basierend auf Erfahrungswerten, die von vergleichbaren Baugrundverhältnissen herrühren, tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 1 Bodenmechanische Kennwerte der für die Gründung relevanten Baugrundsichten.

Bodenart	statischer Steifemodul $E_{\text{stat.}}$ [MN/m ²]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Wichte γ / γ' [kN/m ³]
Mutterboden, aufgeschüttet / gewachsen	für Gründungszwecke nicht geeignet			
Sand, mitteldicht	50,0	35,0	--	19,0 / 11,0
Mudde, weich	1,0	13,0	3,0	14,0 / 4,0
Schluff, steif - weich	10,0	23,5	7,5	19,0 / 9,0
Schluff, steif	15,0	25,0	10,0	19,0 / 9,0
Geschiebelehm, weich	4,0	25,0	5,0	20,0 / 10,0
Geschiebelehm, steif	20,0	27,0	10,0	21,0 / 11,0
Geschiebemergel, steif - weich	20,0	27,0	11,0	22,0 / 12,0
Geschiebemergel, steif	35,0	27,5	12,5	22,0 / 12,0
Geschiebemergel, halbfest	60,0	30,0	13,5	22,0 / 12,0

2.6 Wasserstände

Schichtenwasser wurde nach Abschluß der Sondierungen in den Aufschlüssen BS 2, BS 3, BS 7 - BS 8-1, BS 9, BS 10, BS 13, BS 14, BS 19 und BS 24 in Tiefen zwischen 0,55 m und 1,70 m u. GOK angetroffen. Im Aufschluß BS 12 wurde darüber hinaus innerhalb gewachsener Sande Grundwasser bei 0,6 m u. GOK erbohrt. Beim Schichtenwasser handelt es sich um rückgestautes Niederschlagswasser bzw. teilweise auch um primär innerhalb der bindigen Böden enthaltenes Schichtenwasser, das untereinander keinen hydraulischen Kontakt aufweist.

In Abhängigkeit von anfallenden Niederschlägen ist mit Schwankungen des Wasserspiegels von einigen Dezimetern nach oben bzw. unten zu rechnen.

2.7 Grundwasserqualität

Die aus dem Aufschluß BS 10 mittels 2“-Rammpegel gewonnene Grundwasserprobe ist gem. DIN 4030 als schwach betonangreifend (XA 1) einzustufen (Laborprotokoll s. Anlage 5).

3 **Stellungnahme zu den angetroffenen Baugrundverhältnissen und Hinweise zur Bauausführung**

Bei der möglichen Herstellung eines Hochwasserrückhalte-Polders ist die Durchlässigkeit des insbesondere oberflächennah anstehenden Baugrunds von besonderer Bedeutung. Innerhalb unserer Kleinbohrungen wurden unterhalb aufgeschütteter und gewachsener Mutterböden überwiegend gewachsene bindige Böden angetroffen, die, basierend auf den Probenansprachen und den durchgeführten bodenmechanischen Versuchen - als schwach wasserdurchlässig gem. DIN 18300 angesprochen werden können. Vorbehaltlich behördlicher Auflagen hinsichtlich des Mindest-Durchlässigkeitsbeiwertes weisen die bindigen Böden nach Ansicht des Unterzeichners eine ausreichend geringe Durchlässigkeit auf, um als Sohle bzw. als Umwallung eines Polders zu dienen.

Die Mutterböden und die oberflächennah, insbesondere im Bereich der Kleinbohrung BS 12, erbohrten rolligen Böden sind demgegenüber im Bereich der Umwallung komplett auszukoffern und durch bindige Aushubböden zu ersetzen.

Alle Aushubarbeiten unterhalb des Wasserspiegels sind im Bereich bindiger Böden im Schutz einer offenen Grundwasserhaltung (Baudrainagen, Pumpensumpf, Pumpe) und im Bereich rolliger Böden im Schutz einer geschlossenen Wasserhaltung (Spüllanzen, Vakuumpumpe) auszuführen.



Nicht verbaute oder geböschte Baugruben sind nach DIN 4124 nur bis zu einer Tiefe von 1,25 m zulässig. Tiefere Baugruben müssen geböscht oder verbaut werden. Die Neigung der Böschung darf bei Mutterböden, Sanden und bindigen Weichschichten 45° und bei wenigstens steif- bis weichplastischen bindigen Böden 60° nicht überschreiten.

Gemäß Vorplanung des Büros Reese + Wulff ist eine Dammoberkante von 3,60 mNN geplant. Dies bedeutet, basierend auf den Höhen der Sondieransatzpunkte, eine maximale Dammhöhe von ca. 2 m. Ausgehend von der Trockenwichte eines wenigstens steif- bis weichplastischen Geschiebemergels (22 kN/m^3) kann von einer mittleren charakteristischen Bodenpressung von ca. 45 kN/m^2 ausgegangen werden.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit des Untergrunds für die geplante Umwallung wurde in Anlehnung an die DIN 1054 eine Grundbruchberechnung erstellt, die diesem Gutachten als Anlage 6 beigelegt wurde.

Hierbei wurde, auf der sicheren Seite liegend, als ungünstigster Baugrund ein 2 m mächtiger weichplastischer Geschiebelehm unmittelbar unterhalb der Umwallung angenommen, der von steifplastischen Geschiebemergeln unterlagert wird. Diese Baugrundsituation wurde in keinem der Baugrundaufschlüsse angetroffen.

Im folgenden werden nach DIN 1054 die Grundsicherheit und daraus die mittlere zulässige Bodenpressung mit dem Programm GGU-Footing ermittelt. Wie den als Anlage 6 beigelegten Berechnungen zu entnehmen ist, kann die vorhandene Bodenpressung von $\sigma = 45,0 \text{ kN/m}^2$ aus geotechnischer Sicht mit hinreichend großer Sicherheit aufgenommen werden.

In Anlehnung an die DIN 4019 durchgeführte Setzungsberechnungen haben ergeben, daß bei Ausnutzung der o. g. zulässigen Bodenpressung mit Setzungen bis $s \leq 2,0 \text{ cm}$ gerechnet werden muß. Diese Setzungen können der Umwallung zugemutet werden, ohne daß die Funktionsweise der Umwallung beeinträchtigt wird.

Es ist zwingend erforderlich, die Tiefbauarbeiten durch den Unterzeichner begleiten zu lassen, um hinsichtlich der Notwendigkeit eines Bodenaustauschs und hinsichtlich der

ausreichend hohen Qualität bindiger Austauschböden unmittelbar vor Ort entscheiden zu können.

Für die Beantwortung evtl. noch auftretender Fragen und zur weiteren Beratung stehen wir gern zur Verfügung.

Sachbearbeiter



i.A. Stefan Kindt
Dipl.-Geol.



Peter Neumann
Dipl.-Ing.

