



Baugrunduntersuchung
Gründungsberatung
Bodenmechanik • Erdstatik
Altbergbauberatung
Altlastenuntersuchung
Hydrogeologische Untersuchung

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH

Hellerstraße 21
44229 Dortmund

Telefon: 0231 880872-0
Telefax: 0231 880872-29
E-Mail: info@gbdo.de
Internet: www.gbdo.de

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH · Hellerstraße 21 · 44229 Dortmund

Stadt Dortmund
Städtische Immobilienwirtschaft
FB 65/2-4 Planung
Königswall 14
44122 Dortmund

26. September 2024
CB/Yü
Bearb.-Nr. 2903

Erweiterungsneubau auf dem Gelände der Anne-Frank-Gesamtschule in Dortmund, Burgholzstraße 120

**- Planungsbegleitende geotechnische Beratung:
Angaben zur Bemessung, Planung und Ausführung
von Bohrpfählen/Bohrträgern und Verpressankern -**

6. Bericht



1. ALLGEMEINES, AUFGABENSTELLUNG

Die Städtische Immobilienwirtschaft der Stadt Dortmund plant einen Erweiterungsneubau auf dem Gelände der Anne-Frank-Gesamtschule in Dortmund, Burgholzstraße 120. Das GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH (GB) wurde Anfang des Jahres 2022 beauftragt, für die geplante Neubau-maßnahme eine ergänzende Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung durchzuführen. Die Ergebnisse wurden mit Geotechnischem Bericht vom 22.03.2023 mitgeteilt ([U1]).

In den Berichten Nr. 2 bis 4 sind die Ergebnisse von chemischen Analysen sowie von Grundwasserstandsmessungen dokumentiert. Der 5. Bericht stellt einen Erläuterungsbericht zur Planung der Methangasdränage dar.

Zunächst war es geplant, die Baugrube im unterkellerten Bereich des Neubaus im Schutze eines Spundwandkastens anzulegen. Die Spundbohlen wären dann ausgerammt und auf dem Mergelstein abgesetzt worden (vgl. Angaben in Abschnitt 5.2.1 und 5.3 zu [U1]). Im Zuge der statischen und hydrologischen Untersuchungen/Berechnungen stellte sich dann heraus, dass ein alternatives Verbaukonzept risikoärmer, sinnvoller und voraussichtlich auch wirtschaftlicher ist. Danach soll die Baugrube für die Herstellung des Kellers bereichsweise geböscht erstellt werden. Dort, wo das Anlegen von Böschungen nicht möglich sein wird, weil diese in den Einflussbereich der vorhandenen Bebauung bzw. der Vegetation reichen würden, sollen z.T. mehrfach rückverankerte Bohrpfahlwände und Trägerbohlwände hergestellt werden. Vom GB sollten auf Grundlage der in [U1] dokumentierten Untersuchungsergebnisse ergänzend Angaben zur Bemessung, Planung und Ausführung von Bohrpfählen, Verbauträgern und Verpressankern gemacht werden. Diese werden im vorliegenden 6. Bericht zusammengefasst.

Für die Baugrubenherstellung entsprechend der vorbeschriebenen Planung wird eine Grundwasserabsenkung erforderlich. Ein zugehöriges Konzept wurde von einem Nachunternehmer des GB, dem Büro Kockel

Ingenieure Consult GmbH, Sprockhövel, mit Datum vom 19.09.2024 erstellt ([U2]).

2. ALLGEMEINE HINWEISE

In [U1] wurde darauf hingewiesen, dass mit den ausgeführten Sondierungen lediglich die quartären Überlagerungen und die Verwitterungszone des Mergelsteins aufgeschlossen werden konnte. Es wurde weiterhin angegeben, dass ergänzend Baugrunderkundungsbohrungen abgeteuft werden müssen, um ungestörte Proben des Mergelsteins zu gewinnen und daran felsmechanische Untersuchungen durchführen zu können, falls das Einbringen von Verbauen in den Mergelstein unterhalb der Sondierendteufen erforderlich wird.

Durch die aktualisierte Planung wird es nun - entgegen der ursprünglichen Planung - erforderlich, die Bohrpfähle/Verbauträger bzw. ggf. auch die Verpresskörper der Anker in den bislang nicht erkundeten Mergelstein mit mindestens mäßiger mineralischer Bindung einzubringen. Wir weisen daher darauf hin, dass es sich bei den nachfolgenden Angaben für den unterhalb der Sondierendteufen anstehenden Mergelstein zunächst nur um Erfahrungswerte handelt, die nicht aus Ergebnissen von Laborversuchen resultieren.

Dies betrifft auch die erforderliche Einteilung/Beschreibung als Homogenbereich für die Spezialtiefbauarbeiten.

3. ANGABEN ZU BOHRPFÄHLEN UND BOHRTRÄGERN

Es wird empfohlen die Verbauträger (meist 2 U-Profile zwischen denen die Anker angeordnet werden) in zunächst hergestellte verrohrte Bohrlöcher einzustellen. Diese vertikalen „Bohrträger“ sollten bis zur späteren Baugrubensohle einbetoniert werden. Das Einbringen des Betons muss im Kontraktorverfahren erfolgen. Darüber sollte der Raum zwischen Bohrträgern und Bohrlochwandungen mit Granulatbeton von geringer Festigkeit verfüllt werden, um ein Herausrieseln des

Verfüllmaterials (bei der abschnittsweisen Abschachtung für den Einbau des Verzuges) zu verhindern, damit ein sattes, verformungsarmes Anliegen des Trägers an die Bohrlochwandung gewährleistet ist.

Die Abschachtung darf nur in kleinen Abschnitten von max. 0,5 m Höhe vorgenommen werden. Erforderlichenfalls ist die Höhe zu verringern. Der waagerechte Verzug muss gegen das anstehende Erdreich verkeilt oder betoniert werden. Im Hinblick auf die Einleitung von Vertikalkräften wird empfohlen, die Bohrträger mit einer Fußplatte zu versehen und auf einen mindestens 0,5 m dicken Pfropfen aus erdfeuchtem Beton aufzusetzen.

Die Bohrpfähle und auch die Bohrträger müssen unabhängig von den statischen Erfordernissen mit einer Einbindung von $t \geq 2,5$ m im Mergelstein mit mindestens mäßiger mineralischer Bindung (unterhalb der Endteufen der DPH) abgesetzt werden. Aus den Pfahlaufstandsebenen müssen sämtliche aufgelockerten und gestörten Felspartien restlos entfernt werden. Für die Bemessung der Bohrpfähle kann der charakteristische Wert des Pfahlspitzendrucks $q_{b,k}$ dann zunächst wie folgt in Ansatz gebracht werden:

$$q_{b,k} = 1.600 \text{ kN/m}^2$$

Positive Mantelreibung darf erst innerhalb des gewachsenen Schluffs, also etwa ab Kote +71 m NN und darunter wie folgt in Ansatz gebracht werden

Gewachsener Schluff (bis ca. Kote +68 m NN):

$$q_{s,k} = 50 \text{ kN/m}^2$$

Mergelstein bis Endteufe der DPH:

$$q_{s,k} = 60 \text{ kN/m}^2$$

Mergelstein ab Endteufe der DPH:

$$q_{s,k} = 90 \text{ kN/m}^2$$

Bei der Herstellung von Bohrpfählen/Bohrträgern sind die geltenden DIN-Normen, insbesondere die DIN EN 1997 und DIN EN 1536 sowie der Eurocode 7 zu berücksichtigen. Während des Abteufens der Bohrungen muss ein hydraulischer Grundbruch vermieden werden, welcher auch durch gespanntes Grundwasser begünstigt wird. Deshalb müssen die Bohrarbeiten mit einer ausreichenden Wasserauflast durchgeführt werden. Die Verrohrungen müssen dem Aushub bis zu den Aufstandsebenen vorausseilen, dürfen aber nicht tiefer geführt werden. Die Aufstandsebenen der Bohrpfähle/Bohrträger müssen waagrecht hergestellt und von sämtlichen aufgelockerten und gestörten Bodenpartien sowie Bohrschmand gereinigt werden. Die Aufstandsebenen müssen mit einem Bohrtopf hergestellt werden, der über eine glatte Schneide verfügt (Schneidenüberstand < 5 cm). Der Einsatz von Pilotbohrern in Höhe der Aufstandsebenen ist nicht zulässig. Das Betonieren muss unmittelbar nach der Säuberung der Aufstandsebenen im Kontraktorverfahren (mit Schüttrohr und Ball) erfolgen.

4. ANGABEN ZU VERPRESSANKERN

Die Verpresskörper der Anker werden nach Angabe durch den Verbauplaner, das Büro R&P Ruffert Ingenieurgesellschaft mbH, Düsseldorf, in den nachfolgend genannten Baugrundsichten angeordnet:

- Schicht 1: Schluffe von überwiegend weicher bis steifer Konsistenz
- Schicht 2: Mergelstein ohne bzw. mit schlechter mineralischer Bindung (bis Endteufe der DPH)
- Schicht 3: Mergelstein mit mindestens mäßiger mineralischer Bindung (ab Endteufe der DPH)

Es muss gewährleistet sein, dass die Verpresskörper jeweils einheitlich innerhalb einer der v.g. Schichten liegen. Anderenfalls kann es infolge konzentrierter Lasteinleitung zu einem progressiven Bruch entlang der Mantelfläche kommen.

Vom GB waren zunächst Angaben für Anker ohne Nachverpressung gemacht worden. Durch Nachverpressungen kann die Tragfähigkeit der Anker erhöht werden. Aus Sicht des GB wird die Erhöhung jedoch nicht mehr als 20 % betragen. Es ist in vielen Fällen wirtschaftlicher, im Bauentwurf von Anfang an von moderaten und vom Baugrund relativ sicher aufnehmbaren Ankerkräften auszugehen und dadurch eine geringfügige Vergrößerung der Ankeranzahl in Kauf zu nehmen, als den Erfolg spezieller Nachverpressverfahren vorauszusetzen.

Seitens des Verbauplaners wurde später entschieden, Nachverpressungen vorauszusetzen, um für die Bemessung der Anker höhere Tragfähigkeiten anzusetzen.

Für die Vordimensionierung der Anker können unter dieser Voraussetzung die Werte nach Ostermayer, z.B. aus dem Grundbautaschenbuch (8. Auflage, Teil 2, Abschnitt 1.8.3.3, Bild 35) in Ansatz gebracht werden. Die Grenzlaster können anhand der markierten Kurven (rot = Schicht 1, grün = Schicht 2, blau = Schicht 3) in der nachfolgenden Abbildung (Diagramm nach Ostermayer: Grenzlast von Ankern in bindigen Böden mit Nachverpressung) ermittelt werden. Der Durchmesser der Verpresskörper muss hierfür zwischen 80 mm und 150 mm betragen.

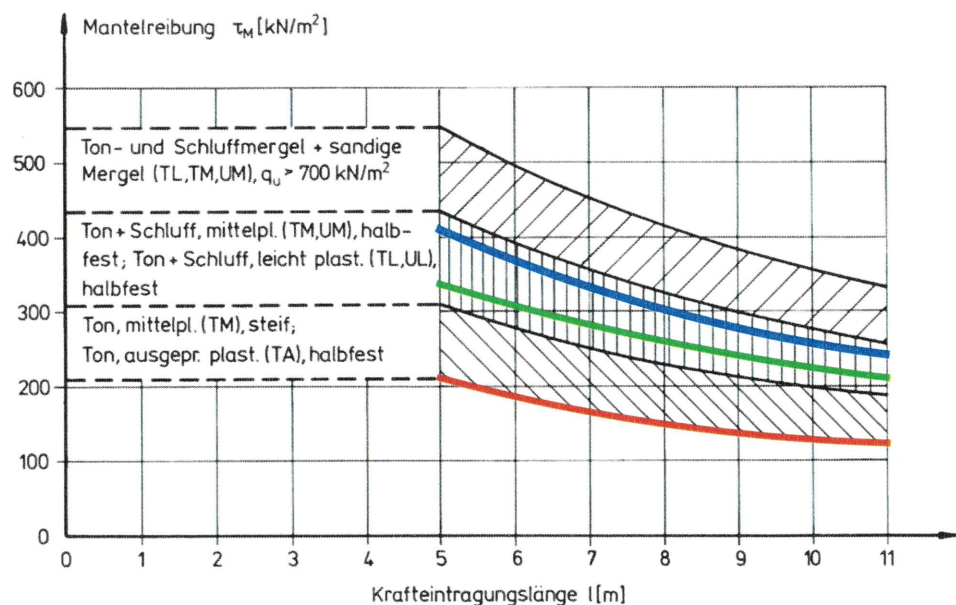


Bild 35 Grenzlast von Ankern in bindigen Böden mit Nachverpressung (nach Ostermayer [24])

Die Verpresskörperlängen sollten 5 m nicht unterschreiten. Dadurch können kleinräumige Bereiche geringerer Tragfähigkeit überbrückt werden.

Nach den Angaben im Grundbautaschenbuch (8. Auflage, Teil 2) sollten zur Abschätzung der Gebrauchslast die Werte aus den Diagrammen nach Ostermayer mindestens mit dem Faktor 0,5 abgemindert werden. Dadurch soll berücksichtigt werden, dass die Grenzwerte nach Ostermayer im Rahmen eines Forschungsprogramms unter genau kontrollierten Randbedingungen ermittelt worden sind. Im Baustellenbetrieb sind gewisse Streuungen hinsichtlich der technischen Randbedingungen (z.B. in Bezug auf den Bohr- und Verpressvorgang) als auch in Bezug auf die Baugrundverhältnisse unvermeidbar.

Die Tragfähigkeit der Anker muss durch Zugversuche auf der Baustelle nachgewiesen werden (Eignungs- und Abnahmeprüfungen). Durch die Ausführung von Untersuchungsprüfungen an eigens hierfür hergestellten Vorversuchsankern kann die Planungssicherheit deutlich erhöht werden und voraussichtlich eine wirtschaftlichere Bemessung der Verpressanker erfolgen. Die Durchführung von Untersuchungsprüfungen wird deshalb dringend empfohlen.

Zum Sicherheitsniveau bei den von Ostermayer angegebenen Werten hält das GB (in Anlehnung an eine Aktennotiz der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) Karlsruhe, Abteilung Geotechnik, vom 21.09.2017) Folgendes fest:

- Um beim Übergang auf das Teilsicherheitskonzept der „neuen Normung“ ein vergleichbares Sicherheitsniveau zu wahren, müssen die Diagramme entsprechend angepasst werden.
- Ein Vorschlag der BAW sieht vor, die Originalwerte der Ostermayer-Diagramme (bei denen es sich um sogenannte „Grenzlasten“ handelt) mit dem Faktor $\eta^* = 0,75$ zu reduzieren. Diese reduzierten Werte stehen dann sinngemäß für die charakteristischen Werte der Ankertragfähigkeit bzw. der Mantelreibung zur

Berechnung des charakteristischen Herausziehwidestands $R_{a,k}$.
Der Faktor $\eta^* = 0,75$ ergibt sich aus dem Verhältnis von $\eta^* = (\gamma_G \times \gamma_a) / 2,0$ mit $\gamma_G = 1,35$ und $\gamma_a = 1,10$. Dabei sind:

- $\gamma_G = 1,35$ (= Teilsicherheitsbeiwert für Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen allgemein bei den Grenzzuständen STR und GEO-2 (Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund) gemäß Tabelle A 2.1 - Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen der DIN 1054:2010-12 in der BS-P)
 - $\gamma_a = 1,1$ (= Teilsicherheitsbeiwert für Herausziehwidestände von Verpresskörpern von Verpressankern bei den Grenzzuständen STR und GEO-2 (Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund) gemäß Tabelle A 2.3 - Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände der DIN 1054:2010-12)
- Die Abminderung ($\eta^* = 1,35 \times 1,1 / 2,0 = 0,75$) gilt in dieser Größe streng genommen nur für die Bemessungssituation BS-P nach DIN 1054, kann aber für die Abschätzung und Vordimensionierung der Ankerkräfte auf die Bemessungssituation BS-T und BS-A übertragen werden.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Werte der Grenzlaster mit dem Faktor 0,75 abzumindern sind, um den charakteristischen Herausziehwidestand $R_{a,k}$ zu ermitteln.

5. HOMOGENBEREICHE

In dem für die Erstellung von [U1] herangezogenen Geotechnischen Bericht des Büros Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG, Dortmund, vom 17.08.2020 ([U3]) wurden Angaben zu Homogenbereichen gemacht. Die Ergebnisse der vom GB durchgeführten ergänzenden Baugrundaufschlüsse deckten sich verhältnismäßig gut mit den Angaben in [U3], so dass eine Neueinteilung und -bewertung in [U1] nicht vorgenommen wurde.

Die Angaben in [U3] gelten auch unter Beachtung der Hinweise in [U1] sinngemäß ebenfalls für Bohrarbeiten gemäß DIN 18 301:2019-09.

Untersuchungen des Abrasionspotentials der anstehenden Lockergesteine und der Verwitterungszone des Mergelsteins erfolgten weder im Rahmen der Erstellung von [U1] noch bei der Ausarbeitung von [U3]. Der Mergelstein wurde unterhalb der Sondierendteufen bislang nicht erkundet und kann im Hinblick auf die Ausschreibung der Erd- und Spezialtiefbauarbeiten nicht genauer beschrieben werden.

6. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Da für die Verbaue und die Grundwasserabsenkung im Rahmen der Bauausführung eine Ausführungsplanung durch den Bau-Auftragnehmer erfolgen wird, soll eine genauere Erkundung des Mergelsteins nachgeholt werden. Die hierfür erforderlichen Bohrungen müssen dann zu Grundwassermesspegeln ausgebaut werden, um zusätzlich Angaben zu den Grundwasserverhältnissen, insbesondere zu etwaigen Kluftgrundwasserleitern innerhalb des Grundgebirges, machen zu können.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Bohrungen ist ggf. eine Reduzierung der in Abschnitt 3 geforderten Mindesteinbindung der Bohrpfähle/Bohrträger in den Mergelstein mit mindestens mäßiger mineralischer Bindung von $t \geq 2,5$ m zulässig. Außerdem kann ggf. anhand der Feststellungen bei den Bohrarbeiten bzw. anhand der Ergebnisse von Grundwasserstandsmessungen ausgeschlossen werden, dass Kluftgrundwasserleiter vorhanden sind oder gespannte Grundwasserverhältnisse vorliegen. In diesem Fall könnte darauf verzichtet werden, die Bohrarbeiten mit Wasserauflast durchzuführen.

Bearb.-Nr. 2903

Seite 10 / 10

Zur Durchführung der o.g. Leistungen bitten wir ebenso, wie zur Beantwortung etwaiger Rückfragen in baugrundtechnischer Hinsicht um Benachrichtigung.

GRUNDBAUINSTITUT BIEDEBACH


(Dipl.-Ing. C. Biedebach)



Verteiler: Stadt Dortmund, Städtische Immobilienwirtschaft,
1 x als Ausdruck, digital

26.09.2024