

Anlage 4: wichtige Ergänzung der Leistungsbeschreibung

Vorhandener Baugrund

Der Baugrund im Untersuchungsgebiet setzt sich grundsätzlich aus folgenden Bodenarten zusammen:

- Mutterboden, Mächtigkeit ca. 0 bis 0,7 m
- Auffüllungen „Dammbereich“ (grobsandige Fein- bis Mittelsande mit ca. 2 bis 70 cm mächtigen mergeligen Einlagerungen, oberhalb ca. NHN +29 m, Mächtigkeit ca. 0 bis 9 m)
- Auffüllungen „Massivteil“ (Fein- bis Mittelsande, unterhalb ca. NHN +29 m, Mächtigkeiten ca. 0 bis 18 m)
- Gewachsene Sande (unter dem Damm und im Dammvorland, grobsandige Fein- bis Mittelsande, mit zunehmender Tiefe mit kiesigen und schluffigen Bestandteilen, Mächtigkeiten ca. 0 bis 16 m)
- Beckenschluff / -ton (unterhalb der Sande, kalkreiche Schluffe und Tone, Mächtigkeit ca. 0 bis 21 m)
- Geschiebemergel (unter dem Beckenschluff/-ton, schluffige, etwas tonige Sande mit geringem Kiesanteil, halbfest bis fest, Mächtigkeit unbekannt)

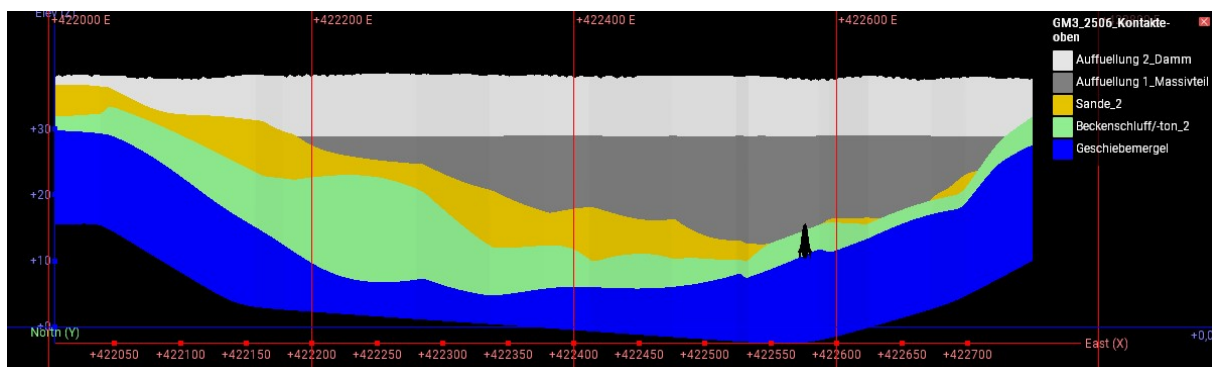


Abbildung 1: vorläufiger Längsschnitt durch den Ragöser Damm (links West, rechts Ost)
auf Basis der Altaufschlüsse

Ausführung von Bohrungen; Probenentnahme und -transport

Für die Ausführung der Bohrarbeiten und die Entnahme von Bodenproben gelten die Bestimmungen der DIN EN ISO 22475-1:2022, DIN EN ISO 14688-1:2020, DIN EN ISO 14688-2:2020, DIN EN ISO 14689:2018, DIN 18301:2023, DIN 18302:2023 und die ZTV-W (LB 203:2025) für Bohrarbeiten.

Die Bohrarbeiten sind im sog. „Trockenbohrverfahren“ durchzuführen, wobei die zur Entnahme von Rammkernen und/oder Sonderproben eingesetzten Fallgewichte (50 - 500 kg) den Bodenverhältnissen anzupassen sind. Verfahren mit hoher Schlagfrequenz (> 60 Schläge/min) sind nicht zugelassen. Das Rammkernbohrverfahren mit Überbohrtechnik und Spülhilfe wird nicht zugelassen.

Anforderungen an Bohrgerät und Zubehör

Das Bohrgerät muss mit einem hydraulisch betriebenen Verrohrungsdrehtisch und hydraulischem Kraftdrehkopf ausgerüstet sein. Die Seilzugkraft muss ausreichen, um das Lösen und Ziehen der Rammkerne und Sonderproben ohne zusätzliche Maßnahmen zu ermöglichen. Zugkraftmessungen am Seil sind im Problemfall zuzulassen.

Zum Einrammen des Bodenprobenentnahmegerätes für Sonderproben bzw. des Rammkernentnahmegerätes sowie zum Einsatz des Ventilbohrers wird eine Freifall-Seilschlagvorrichtung gefordert.

Ausführung der Bohrarbeiten

Der Bohrgeräteführer vor Ort muss den Fortbildungs- und Qualifikationsnachweis „Fachkraft nach DIN CEN ISO/TS 24283-1 (Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Qualifikationskriterien und Bewertung - Teil 1: Fachkraft)“ besitzen, der mit Angebotsabgabe beim Auftraggeber vorzulegen ist. Auf Nachfrage muss sich der Geräteführer auf der Baustelle mit dem Qualifikationsnachweis/Checkkarte mit Bild im Original ausweisen können.

Der Feldbericht (Schichtenverzeichnis, Verfüllprotokoll usw.) nach DIN EN ISO 22475-1:2022 ist auf der Baustelle in zweifacher Ausfertigung vollständig zu führen. Die Höhen der Ansatzpunkte sind auf GOK zu beziehen.

Das Säubern der Bohrlochsohle darf nicht mit einem tiefgängigen Spiralbohrer (Schnecke) erfolgen. Beim Bohren unterhalb der Grundwasseroberfläche sind der Durchmesser der Verrohrung, der Durchmesser des Bohrwerkzeuges und der Wasserstand in der Verrohrung so zu wählen, dass kein Bodeneintritt in die Verrohrung auftreten kann. Um eine Kolbenwirkung zu vermeiden, ist ein langsames Ziehen der Bohrwerkzeuge und ein ausreichender Wasserüberdruck ständig erforderlich. Das Bohrwerkzeug muss so gewählt werden, dass ein ausreichender Abstand zur Bohrlochwandung gegeben ist (siehe DIN EN ISO 22475-1:2022 Abs. 6.2.1.4). Beim Anschneiden wasserführender Schichten sind die Grundwasserstände einzumessen. Alle durchteuften Schichten geringer Durchlässigkeit, die Grundwasserstockwerke trennen, sind durch quellfähige Tonabdichtungen wiederherzustellen.

Das Verfüllen des Bohrloches muss kontinuierlich mit dem Ziehen der Verrohrung erfolgen. Das Verfüllmaterial ist entsprechend dem Schichtenaufbau einzubringen und ggf. im Bohrloch so zu verdichten, dass Sackungen und Bodeneinbrüche ausgeschlossen werden können. Die Bohrungen sind nach dem Schichtenaufbau wieder zu verfüllen. Als Schüttgüter sind Kies 1mm-2mm und hochquellfähige Tonpellets zu verwenden.

Entnahme von Bodenproben – Kerne im PVC-Liner und Sonderproben

Es ist ein Verfahren der Entnahmekategorie B gem. der DIN EN ISO 22475-1:2022 zu wählen. Es sind durchgehend mit Rammkernentnahmegeräten (innenliegende Schnittkante) Kernproben zu entnehmen, die in eine feste Umhüllung (z.B. PVC-Rohre) gerammt werden. Der Innendurchmesser der Kernumhüllungen beträgt ca. 102 mm.

Aus bindigen und organischen Bodenschichten sind nach deren Antreffen zunächst alle 1 m eine Sonderprobe, ab der dritten Probe in einer Bohrung etwa alle 2 m eine Sonderprobe der Güteklasse 1 nach DIN EN ISO 22475-1:2022 mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A zu entnehmen. Dazu ist ein dünnwandiges offenes Entnahmegerät gem. Bild C.32 der DIN EN ISO 22475-1:2022 einzusetzen.

Zur Entnahme der Sonderproben dürfen nur saubere, entrostete Stutzen mit einwandfreien Schneiden verwendet werden. Die entnommenen Sonderproben sind vor Frost und Sonneneinstrahlung zu schützen. Damit eine möglichst hohe Güteklasse der Sonderproben und Rammkerne erreicht wird, ist das Fallgewicht des Rammgerätes der Festigkeit des Bodens anzupassen. Die Entnahme erfolgt mit möglichst wenigen Schlägen, gesteuert über die Seilschlag-Freifalleinrichtung. Die Anzahl der Schläge sollte für einen Kern von 1 m Länge nicht mehr als 200, bei einer Sonderprobe von ca. 0,3 m Länge nicht mehr als 100 betragen. Nach Absprache sind höhere Schlagzahlen möglich. Die Rammkerne und Sonderproben sind ausschließlich am Seil zu lösen und zu ziehen. Bei Probenverlusten von mehr als 10 % ist das Entnahmegerät einige min im Boden zu belassen, damit eine bessere Haftung zwischen der Probe und dem Entnahmezylinder entstehen kann (DIN EN ISO 22475-1:2022, Abs.6.3.2.5.5). Der Kernfänger ist auf mögliche Beschädigung zu prüfen.

Im Probenentnahmeprotokoll des Feldberichtes nach DIN EN ISO 22475-1:2022 ist bei der Entnahme von Sonderproben und Rammkernen der verwendete Rammeinsatz zu dokumentieren (Schlagzahl, Schlaggewicht, Hubhöhe). Alle Bodenproben/Proben sind nach DIN EN ISO 22475-1:2022 Abs. 9 zu konservieren. Probenverluste im PVC-Liner/Sonderproben sind mit festen Styroporzylindern oder Ähnlichem aufzufüllen und zu sichern. Die Verschlusskappen an den Enden der PVC-Liner/Sonderproben sind wasserdicht mit Isolierband zu sichern.

Ausführung der GWM Bohrungen

Die Rammkernbohrungen für die GWM sind bis zum Antreffen der zu erwartenden bindigen Schicht und einen Meter darüber hinaus in einem Durchmesser von 324 mm niederzubringen. Unterhalb dieses Horizontes können die Bohrungen mit einem Durchmesser von mind. 219 mm ausgeführt werden. Ziel ist es, die Rammkernbohrung ca. einen Meter in Geschiebemergel niederzubringen. Es sind durchgehend mit Rammkernentnahmegeräten (innenliegende Schnittkante) Kernproben zu entnehmen, die in eine feste Umhüllung (z.B. PVC-Rohre) gerammt werden. Der Innendurchmesser der Kernumhüllungen beträgt ca. 102 mm.

Die Grundwassermessstellen sind direkt auf dem bindigen Bodenhorizont (bestehend aus Beckenschluff/-ton oder Geschiebemergel) mit einem Sumpfrohr (1,0 m) und mit einer Unterschüttung (0,2m) auszubauen. Im Bereich der Hindernisse, die über den bindigen Schichten liegen können, sind diese zu beseitigen. Bohrwerkzeuge (Ventilbohrer mit Stahlkappe, Kiespumpen, Kreuzmeißel, Dreh und-Rammschappen mit Federn, Fanggeräte, etc.) für die Hindernisbeseitigung sind auf der Baustelle vorzuhalten. Eine Position für die Abrechnung ist im LV enthalten. Ist die Kernentnahme aufgrund der Hindernisse nicht möglich, ist aus diesen Schichten jeden Meter eine gestörte Probe zu entnehmen. Dazu ist das Bohrgut in einem Behälter aufzufangen und die Probe aus dem vollständig sedimentierten Material nach Abgießen des Wassers und Durchmischen des Bohrguts zu entnehmen und in einem 10 l Eimer abzufüllen.

Bei den Bohrungen entlang des Ragöser Dammes sind Sonderproben im Beckenschluff/-ton und Geschiebemergel zu entnehmen. Bei Antreffen einer bindigen Bodenschicht sind zunächst drei

unmittelbar aufeinander folgende Sonderproben zu entnehmen. Nach der dritten erfolgreich genommenen Sonderprobe ist alle zwei Meter eine Sonderprobe zu entnehmen.

Sollte aufgrund von zu hohen Schlagzahlen im Geschiebemergel die Weiterführung nicht möglich sein, gilt die Bohrung als beendet. Die Restverfüllung der GWM hat mit Kies/Sand verdichtet zu erfolgen. Bohrgut ist kein Verfüllmaterial.

Ausführung BKF – Moorbohrungen

Die Rammkernbohrungen für die Erkundung der Moorlöcher, nördlich und südlich des Dammes, sind in einem Durchmesser von 219 mm niederzubringen. Es sind durchgehend mit Rammkernentnahmegeräten (innenliegende Schnittkante) Kernproben zu entnehmen, die in eine feste Umhüllung (z.B. PVC-Rohre) gerammt werden. Der Innendurchmesser der Kernumhüllungen beträgt ca. 102 mm.

Die Endtiefe der Bohrungen liegt bei 10 m unter GOK. Bei den Bohrungen sind alle 2 m Sonderproben in bindigen / torfigen Bereichen zu entnehmen. Im Bereich von Hindernissen sind diese zu beseitigen. Bohrwerkzeuge (Ventilbohrer mit Stahlkappe, Kiespumpen, Kreuzmeißel, Dreh- und-Rammschappen mit Federn, Fanggeräte, etc.) für die Hindernisbeseitigung sind auf der Baustelle vorzuhalten. Eine Position für die Abrechnung ist im LV enthalten. Ist die Kernentnahme aufgrund der Hindernisse nicht möglich, ist aus diesen Schichten jeden Meter eine gestörte Probe zu entnehmen. Dazu ist das Bohrgut in einem Behälter aufzufangen und die Probe aus dem vollständig sedimentierten Material nach Abgießen des Wassers und Durchmischen des Bohrguts zu entnehmen und in einem 1 l Becher abzufüllen.

Ausführung BKF – Dammb Bohrungen

Die Rammkernbohrungen-Dammb Bohrungen sind in einem Durchmesser von 219mm niederzubringen. Es sind durchgehend mit Rammkernentnahmegeräten (innenliegende Schnittkante) Kernproben zu entnehmen, die in eine feste Umhüllung (z.B. PVC-Rohre) gerammt werden. Der Innendurchmesser der Kernumhüllungen beträgt ca. 102 mm. Sonderproben sind in den bindigen Böden (Beckenschluff/-ton, Geschiebemergel) zu entnehmen. Bei Antreffen einer bindigen Bodenschicht sind zunächst drei unmittelbar aufeinander folgende Sonderproben zu entnehmen. Nach der dritten erfolgreich genommenen Sonderprobe ist alle zwei Meter eine Sonderprobe zu entnehmen. Bei Kernverlusten aus jeder Schicht, mindestens aber jeden Meter, ist eine Bohrprobe der Güteklasse 4 bis 5 zu entnehmen. Dazu ist das Bohrgut in einem Behälter aufzufangen und die Probe aus dem vollständig sedimentierten Material nach Abgießen des Wassers und Durchmischen des Bohrguts zu entnehmen (durchsichtiger PVC-Behälter mit Deckel, 1 l Fassungsvermögen).

Im Bereich von Hindernissen sind diese zu beseitigen. Bohrwerkzeuge (Ventilbohrer mit Stahlkappe, Kiespumpen, Kreuzmeißel, Dreh- und-Rammschappen mit Federn, Fanggeräte, etc.) für die Hindernisbeseitigung sind auf der Baustelle vorzuhalten. Eine Position für die Abrechnung ist im LV enthalten. Die Verfüllung der Bohrungen hat nach dem vorgefundenen Schichtenverlauf zu erfolgen (Tonpells bei bindigen Schichten und Kies/Sand bei nicht bindigen Schichten). Bohrgut ist kein Verfüllmaterial.

Transport und Anlieferung der Bodenproben

Den Probentransport regelt die DIN EN ISO 22475-1:2022 Abs. 9.4 entsprechend der Entnahmekategorie. Proben der Entnahmekategorie A sind gegen Erschütterungen und vor extremen Temperaturen zu schützen. Die Proben müssen in stabilen Probenbehältern verpackt werden, sodass sie während der Fahrt nicht anstoßen, hin- und herrollen oder herunterfallen können (DIN EN ISO 22475-1:2022, Abs.9.4.2.3). Die Kerne und Sonderproben sind auf der Baustelle in einem temperaturgesteuerten, klimatisierten Container zu lagern. Die Umgebungstemperatur bei der Lagerung ist auf 6 °C bis 12 °C Grad einzustellen und über die Dauer der Lagerung zu halten.



Abbildung 2: Spezialgitterbox der BAW für den Probentransport

Kerne sind liegend, nach Bohrungen sortiert, in Spezialgitterboxen der BAW (siehe Abbildung 2) zu lagern und zu transportieren. Diese von der BAW zur Verfügung gestellten Gitterboxen (LxBxH = ca. 123 cm x 83 cm x 98 cm) sind mit der Bohrungsbezeichnung zu kennzeichnen. Maximal dürfen die Gitterboxen mit 800 kg beladen werden. Gitterboxen mit einem höheren Gewicht werden vom geotechnischen Labor abgewiesen und nicht angenommen! Die Gitterboxen sind nach vorheriger Absprache von der BAW - Hamburg abzuholen. Die Bodenproben sind mit Projekt, Datum, AG, AN, Entnahmetiefe, Richtungspfeil, Schlagzahl, Bohrungsbezeichnung zu beschriften. Zusätzlich sind die Kerne einer Bohrung fortlaufend zu nummerieren. Die Beschriftung hat mit einem wasserfesten Stift zu erfolgen. Baugrundgutachter ist die Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg. Die Bodenproben sind nach vorheriger telefonischer Anmeldung zu liefern an die

Bundesanstalt für Wasserbau - Dienststelle Hamburg
Wedeler Landstraße 157
22559 Hamburg

Baugrundgutachter: Philipp Stein, 040/81908-483, philipp.stein@baw.de
Laborleiter: Dirk Augner, 040/81908-404, dirk.augner@baw.de

Drucksondierung mit kontinuierlicher Porenwasserdruckmessung nach DIN EN ISO 22476-1:2023 CPT

Der Geräteführer vor Ort sollte die Qualifikation Fachkraft für Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck nach DIN CEN ISO/TS 24283-1 und DIN EN ISO 22476-1 "Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Feldversuche - Teil 1", besitzen. Auf Nachfrage auf der Baustelle sollte sich der Geräteführer mit dem Qualifikationsnachweise ausweisen können.

Für die Ausführung der Drucksondierungen mit kontinuierlicher Porenwasserdruckmessung gelten die Bestimmungen der DIN EN ISO 22476-1:2023-04. Bei Böden mit geringem Spitzendruck und geringer Mantelreibung ist auf Weisung des AG oder seines Baubevollmächtigten die 10 cm²-Spitze mit 150 cm² Mantelfläche (CPT10) einzusetzen. Die Kalibrierung der Sondierspitzen darf nicht länger als 14 Tage zurückliegen. Die Kalibrierprotokolle müssen im Fahrzeug vorliegen. Beim Sondieren sind Sondiertiefe, Spitzenwiderstand, lokale Mantelreibung, Porenwasserdruck, Neigung, Sondiergeschwindigkeit und Gesamtdruck nach Auslastung kontinuierlich aufzuzeichnen und auf einem Datenträger zu speichern. Neben einem Ausgabeplot vor Ort im Sondierfahrzeug sind die Sondierergebnisse auf einem Datenträger im ASCII-Format der BAW zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung zu stellen. Im Ausgabeplot sowie in der Datendatei sind die Spitzendruck-Peaks beim Gestängewechsel programmtechnisch zu eliminieren. Die Sondiergeräte müssen auf einem geländegängigen Raupenfahrzeug aufgebaut sein. Bei Fahrten auf Straßen sind die Raupen mit Fahrgummis zu versehen oder andere geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Verkehrswege nicht zu beschädigen. Die Gesamtdruckkraft muss mindestens 200 kN betragen.

Herstellung von Grundwassermessstellen

Die Bohrungen mit der Kennzeichnung GWM sind als Grundwassermessstellen nach DVGW Arbeitsblatt W 121:2003 auszubauen. Der Ausbaudurchmesser beträgt 115 mm, der erforderliche Bohrdurchmesser 324 mm (siehe DVGW Arbeitsblatt W 121:2003 und DIN EN ISO 22475-1:2022).

Über dem bindigen Boden (Beckenschluff/-ton, Geschiebemergel) liegen die (2 m langen) Filterstrecken der Grundwassermessstellen in unterschiedlichen Tiefen. Das Ausbaumaterial besteht aus Noripmaterial mit druckwasserdichten Doppelmuffen. Der Ausbau muss nach den vorgefundenen Bodenschichten erfolgen. Vor dem Ausbau ist der Baugrundgutachter deshalb seitens des AN hinsichtlich des angetroffenen Baugrundes zu informieren.

Unterschüttung:	0,2 m mit Kies 1 mm-2 mm
PVC-Bodenkappe:	DN 115, Verschraubt
Norip – Filterrohr :	DN 115, Schlitzweite 0,5 mm
Norip – Aufsatzrohr:	DN 115, mit Doppelmuffen
Abstandshalter:	Aus PVC alle 3 m für 324 mm Bohrung
Kiesschüttung:	z.B. 1 mm-2 mm
Deckfilter:	z.B. 0,7 mm-1,2 mm
Tondichtung:	2 m hochquellfähige Tonpellets (z.B. Compactonit 10/200)
Restverfüllung:	Kies/Sand verdichtet

Für die Grundwassermessstellen ist ein Sumpfrohr von 1 m Länge vorzuhalten. Die Bohrungen können sich dadurch verlängern.

Weitere Details in den Anlagen:

„Regelausbau einer Oberflurmessstelle“

„Regelausbau einer Unterflurmessstelle“

Alle drei Oberflurmessstellen werden mit einem verzinkten 150 mm Stahlschlupfrohr in Beton frostsicher hergestellt. Die Abdichtung zum PVC Rohr-GWM hat mit einem Rollgummi zu erfolgen. Der Abschluss mit einer Sebakappe. Das Stahlschlupfrohr mit Sebakappe soll ca. 0,7 m über GOK enden und durch ein rot-weiß gestrichenes Schutzdreieck gesichert werden. Die Beine des Schutzdreieckes müssen frostsicher einbetoniert sein.

Alle acht Unterflurausbauten werden mit kreisrunden Schachtabdeckungen Typ „Straßenkappe“, rund, DN 300 (tagwasserdicht und verriegelbar), abgeschlossen. Die Straßenkappen stehen auf Betonsockeln mit mindestens einem Leerrohrabgang für die Kabelführung und müssen mit einem 150 mm Stahlschlupfrohr frostsicher hergestellt werden.

An allen Grundwassermessstellen sind an der Seba - Kappenaußenseite eine Kunststoffplakette mit Gravur folgender Kenndaten anzubringen:

- Messstellenbezeichnung
- OK Messstelle [m NHN]
- Tiefe der Messstelle ab OK Messstelle [m]
- Lage der Filterstrecke von bis [m NHN]
- Filterkies mit Durchmesser von bis [mm]
- Tondichtung von bis [m NHN]
- Verfüllung mit von bis [m NHN]
- Fertigstellungsdatum [dd.mm.yyyy]

Alle Grundwassermessstellen sind nach den Vorgaben des DVGW W-121 Abzupumpen und zu Endsanden. Die Ergebnisse sind schriftlich in den Formblättern zu Dokumentieren und den Ausbauunterlagen beizulegen.

Wasserprobenentnahme aus allen Grundwassermessstellen

Aus den Grundwassermessstelle ist jeweils eine Wasserprobe sowie eine Rückstellprobe zu entnehmen. Bei der Entnahme, der Lagerung und dem Transport der Grundwasserproben gelten die Vorschriften der DIN 4030-2:2024 und DIN EN ISO 22475-1:2022. Die Wasserproben sind zusammen mit dem Formblatt der DIN 4030-2:2024 Anhang B an das Institut weiterzuleiten/durch ein sachverständiges Institut entnehmen zu lassen. Zusätzlich zu den Untersuchungen auf Beton- und Stahlaggressivität nach dem Referenzverfahren entsprechend DIN 4030-2:2024 ist die Säurekapazität ks bis pH 4,3 und der Calcium-, Chlorid- und Sulfatgehalt zu ermitteln.

Die Parameter der DIN 4030-2:2024 sind in [mg/l] anzugeben. Der Calciumgehalt (Ca^{2+}), der Chloridgehalt (Cl^-) und der Sulfatgehalt (SO_4^{2-}) sind zusätzlich auch in mol/m³ anzugeben. Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen sind an die BAW-Dienststelle Hamburg zu senden. Für die Grundwasserprobenahme gelten zudem die DIN 38402-13:2021 sowie die ISO 5667-11:2009. Die Konservierung und Handhabung der Proben wird in der ISO 5667-4:2016 beschrieben. Weiter gilt es, das DVGW-Arbeitsblatt W 112:2011 zu befolgen.

Insbesondere während der Probennahme sind folgende Punkte zu beachten:

Vor der Entnahme einer Grundwasserprobe ist das fachgerechte Abpumpen des Standwassers der Grundwassermessstelle durchzuführen. Hier soll mindestens ein 3-facher Volumenaustausch des Ringraums erfolgen. Die Förderrate ist der Ergiebigkeit der Grundwassermessstelle so anzupassen, dass der Grundwasserstand weitgehend gehalten wird. Die Förderrate ist dabei zu ermitteln und zu protokollieren. Während des Abpumpens sind der Geruch, Färbung und Geschmack des Grundwassers zu bestimmen und zu dokumentieren. Weiter sind in regelmäßigen Zeitabständen die Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential und Temperatur in einem Durchflussgefäß zu messen. Die eigentliche Entnahme der Grundwasserprobe erfolgt nach Konstanz dieser Parameter. Vor-Ort Bestimmung der Säurekapazität $K_{s4,3}$.

Für bestimmte Laborparameter ist nur der gelöste Anteil relevant. Daher ist für diese Parameter bereits eine Filtration vor-Ort durchzuführen. Die Proben sind zügig zu verarbeiten und direkt vor-Ort fachgerecht zu konservieren bzw. zu kühlen.

Für eventuell erforderliche Nachmessungen sind separate, repräsentative Rückstellproben zu gewinnen und umgehend einzufrieren. Die erforderlichen Konservierungen haben gemäß der ISO 5667-4:2016 bzw. dem DVGW-Arbeitsblatt W 112:2011 zu erfolgen.

Laboranalytik

Die Laboruntersuchungen und die Beurteilung der Betonaggressivität sind nach DIN 4030-2:2008, die der Stahlaggressivität nach der DIN 50929-3:2018 durchzuführen. Nur bei Gleichwertigkeit mit den Referenzverfahren der DIN 4030-2:2008 bzw. der DIN 50929-3:2018 können die entsprechenden Analysemethoden der Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (DEV) angewandt werden.

Zur Plausibilisierung der Analysewerte ist die Ermittlung einer Ionenbilanz durchzuführen. Dabei handelt es sich um ein übliches Verfahren zur Qualitätssicherung bei Grundwasserproben durch den analytischen Vergleich der Stoffkonzentrationen. Dafür sind die Hauptanionen und -kationen zu bestimmen. Weiterhin sind der pH-Wert, Sauerstoffgehalt, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential und Temperatur im Labor erneut zu bestimmen und zu dokumentieren.

Daher ergibt sich für die Laboruntersuchungen folgender Parameterumfang

Physikalisch-chemische Parameter:	• pH-Wert • elektrische Leitfähigkeit • Temperatur • Redoxpotential • Sauerstoffgehalt
Chemische Parameter:	• Kaliumpermanganatverbrauch

	• Kalkaggressive Kohlensäure (Marmorversuch nach Heyer) • Calcium • Magnesium • Kalium • Natrium • Ammonium • Sulfat • Chlorid • Nitrat • Nitrit • Säurekapazität Ks 4,3 • Sulfid • Fe(II) • Fe(Gesamt)
Berechnete Parameter:	• Ionenbilanz • Gesamthärte • Karbonathärte