

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Heeling, Anne**

## **Planung von Baugrunderkundungen**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105228>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Heeling, Anne (2017): Planung von Baugrunderkundungen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Bohrungen und Baugrund. Herausforderungen bei der Ausführung in der horizontalen und vertikalen Bohrtechnik. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 7-14.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Planung von Baugrunderkundungen

Dipl. Geol. Anne Heeling  
Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg, Wedeler Landstr. 157, 22559 Hamburg  
Telefon: (040) 81908-367, E-Mail: anne.heeling@baw.de

### Zusammenfassung

Anhand eines fiktiven Beispiels – der Ausbau eines Kanals, bestehend aus einer Vertiefung, einer Verbreiterung sowie der Verlängerung einer existierenden Liegestelle – wird die Planung einer Baugrunderkundung auf Grundlage des EC7-2 und der DIN 4020 bzw. der EAU erläutert: Zunächst wird die Aufgabenstellung spezifiziert und daraus die generellen Anforderungen an die Baugrunderkundung abgeleitet. Eine Sichtung vorhandener Altunterlagen führt zu einem ersten Baugrundmodell. Auf der Grundlage dieser Vorarbeiten kann dann das eigentliche Erkundungsprogramm bzgl. Anzahl und Lage der Aufschlüsse, Methodik und Aufschlusstiefe festgelegt werden.

Grundlage für die Planung von Baugrunduntersuchungen ist die DIN EN 1997-2 „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“ (EC7-2) von Oktober 2010 in Kombination mit der DIN EN 1997-1 „Teil 1: Allgemeine Regeln“, (März 2014), dem Nationalen Anhang DIN EN 1997-2/NA und der DIN 4020 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“ (Dezember 2010). Im Beuth-Verlag ist ein DIN-autorisiertes Handbuch erschienen, das die o.g. Normen zusammenfasst.

### 1 Das Projekt: Ausbau eines Kanals

Die Planung einer Baugrunduntersuchung wird am Beispiel eines Kanalausbaus erläutert. Der Kanal sei ungedichtet, ein Teil des Kanalufers ist mit einer unverankerten Spundwand als Liegestelle ausgebaut.

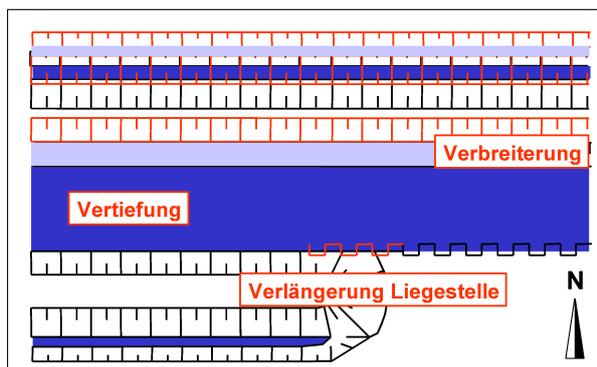


Bild 1: Projekt Kanalausbau. Draufsicht

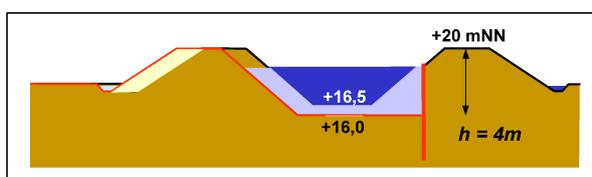


Bild 2: Projekt Kanalausbau. Querschnitt

Folgende Maßnahmen sind geplant (Bilder 1 und 2):

- Der Kanal wird vertieft.
- Durch Rückverlegung des nördlichen Seitendammes wird der Kanal verbreitert.
- Die vorhandene Liegestelle wird verlängert.

### 2 Vorarbeiten

#### 2.1 Erfordernis von Baugrunderkundungen

Nach Abs. 2.1.2 des EC7-2 müssen die Baugrunduntersuchungen (d.h. Baugrunderkundung und Laborversuche) *eine Beschreibung der Untergrundverhältnisse liefern, die für die vorgesehene Baumaßnahme maßgebend sind, und eine Grundlage für die Festlegung der geotechnischen Kennwerte eröffnen, die für alle Bauzustände maßgebend sind.*

Der explizite Bezug auf die „vorgesehene“ Baumaßnahme bedeutet, dass ein Altgutachten, das am gleichen Ort, aber für eine andere Fragestellung oder für einen früheren Planungsstand aufgestellt wurde, für die aktuelle Bauaufgabe möglicherweise nicht ausreichend ist.

Art und Umfang der Baugrunderkundung sowie die Notwendigkeit der Einschaltung eines Sachverständigen für Geotechnik hängen von der Komplexität von Bauwerk und Baugrund und damit von der Geotechnischen Kategorie ab.

#### 2.2 Geotechnische Kategorien

Die DIN 1054 und die DIN 4020 fordern eine Einstufung in eine „Geotechnische Kategorie“ (GK) 1 bis 3 vor Beginn der geotechnischen Untersuchung sowie bei Bedarf eine Anpassung mit fortschreitendem Kenntnisstand.



Eine Definition der Geotechnischen Kategorien ist der DIN 1054:2010-12, Abs. A2.1.2, zu entnehmen:

- **GK1:** Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Untergrund; Einschaltung eines Geotechnischen Sachverständigen nicht zwingend erforderlich
- **GK2:** Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund; Einschaltung eines Geotechnischen Sachverständigen erforderlich
- **GK3:** Baumaßnahmen mit hohem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund; Einschaltung eines Geotechnischen Sachverständigen erforderlich; Untersuchungen nach „anspruchsvollen Vorgaben und Regeln“ als den in den o.g. Normen genannten

In den informativen Anhängen AA der DIN 1054 und der DIN 4020 finden sich in Anhang AA Merkmale und Beispiele zur Einstufung in die Geotechnischen Kategorien, unterteilt verschiedenen nach den Kriterien (z.B. Baugrund, Grundwasser, Bauwerk).

Das Beispielprojekt wäre in die GK3 einzuordnen.

### 2.3 Abfolge der Baugrunduntersuchungen

Für Baumaßnahmen der GK2- und GK3-Bauwerke sollten die Baugrunduntersuchungen in Etappen durchgeführt werden (EC7-2, s. Abs. 2.2 ff):

- *Voruntersuchungen für Lage und Vorentwurf für das Bauwerk (siehe 2.3);*
- *Hauptuntersuchungen (siehe 2.4);*
- *Kontrolluntersuchungen und baubegleitende Messungen (siehe 2.5).*

[Abs. 2.3 (2)] *Eine Voruntersuchung des Baugrunds sollte eine Einschätzung des Baugrunds zu folgenden Punkten liefern, sofern sie von Bedeutung sind:*

- *Boden- und Felsart und ihrer Schichtung;*
- *Grundwasserspiegel oder dem Profil des Porenwasserdruckes;*
- *vorläufige Angaben zu den Festigkeits- und Verformungseigenschaften von Boden und Fels;*
- *....*

Falls die Informationen aus der Voruntersuchung nicht ausreichen, sind im Rahmen der Hauptuntersuchung ergänzende Untersuchungen durchzuführen.

Für Baumaßnahmen der GK1 wird nicht in Vor- und Hauptuntersuchung unterschieden. Hier reichen ent-

sprechend DIN 4020, Abs. A2.2.3, folgende Maßnahmen

- *Einholen von Informationen über die allgemeinen Baugrundverhältnisse und die örtlichen Bauverfahren der Nachbarschaft;*
- *Erkunden der Bodenarten bzw. Gesteinsarten und ihrer Schichtung;*
- *Abschätzen der Grundwasserverhältnisse vor, während und nach der Bauausführung;*
- *Besichtigen der ausgehobenen Baugrube.*

### 2.4 Spezifizierung der Aufgabenstellung

Der nächste Schritt bei der Planung einer Baugrunderkundung besteht in der Spezifizierung der Aufgabenstellung. Für das Beispielprojekt sieht diese wie folgt aus:

Aus der geplanten **Vertiefung** ergibt sich die Notwendigkeit

- einer Beschreibung des zukünftigen Aushubmaterials an der Kanalsohle zur Planung der Nassbaggerarbeiten, zur Klärung der Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials sowie für Massenermittlungen der verschiedenen Homogenbereiche.
- Die vorhandene Spundwand und die Dämme müssen nachgerechnet werden.
- Die Auswirkungen auf die Geohydrologie sind zu beurteilen.

Aufgrund der **Verbreiterung** der Dammstrecke ist es erforderlich,

- das Aushubmaterial an der zukünftigen wasserseitigen Dammböschung zu beschreiben und
- die Grundlagen für eine Standsicherheitsbeurteilung nach dem BAW-Merkblatt *Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen* (MSD) zu liefern. Zu einer Standsicherheitsbeurteilung nach MSD gehört z.B. die Berechnung der lokalen und globalen Standsicherheit, die Beurteilung der Sicherheit gegenüber Materialtransport und gegenüber hydraulischem Grundbruch.

### Die Verlängerung der Liegestelle

- erfordert eine Bemessung der neuen Spundwand und deren Verankerung.
- Es sind Angaben über die Rammbarkeit des Baugrundes sowie
- zur Stahl- und Betonaggressivität des Grundwassers zu machen.



## 2.5 Anforderungen an den Geotechnischen Bericht und an die Baugrunderkundung

Nach EC7-2, Abs. 2.1.1, sind Geotechnische Untersuchungen *so zu planen, dass die wesentlichen geotechnischen Informationen und Kennwerte mit Sicherheit in den verschiedenen Projektphasen zur Verfügung stehen.* Für das Beispielprojekt bedeutet dies:

Auf der Grundlage eines in sich stimmigen **Baugrundmodells** muss der Schichtenverlauf in verschiedenen Schnitten dargestellt werden.

- Grundlage der Standsicherheitsbeurteilung der neuen und der vorhandenen Dämme sind Querschnitte sowie jeweils ein Längsschnitt unter der Dammkrone.
- Ein Längsschnitt in der Kanalachse ermöglicht die Planung der Baggerarbeiten und liefert die Grundlage für Massenabschätzungen.
- Die Nachrechnung der vorhandenen Spundwand setzt einen Längsschnitt im Hinterfüllungsbereich voraus.
- Der Bemessung der geplanten Spundwand ist ein Längsschnitt in der zukünftigen Achse zugrunde zu legen.

Den angetroffenen **Böden** sind für Standsicherheitsberechnungen charakteristische Bodenkennwerte aus Laborversuchen oder Erfahrungen mit vergleichbaren Böden zuzuordnen. Aus der in situ Festigkeit der Böden können z.B. Aussagen über die Rammbarkeit des Baugrundes getroffen werden. Diese Daten gehen zusammen mit den Ergebnissen von Klassifizierungsversuchen in die Benennung der Böden bzw. in die Beschreibung der Homogenbereiche nach DIN EN ISO 14688-1 und 14688-2, DIN 18196, DIN 18300, DIN 18304 und DIN 18311 ein. Solche Angaben wiederum sind z.B. für Vergaben an Dritte, für die Planung der Aushubarbeiten oder zur Beurteilung der Wiederverwendbarkeit der Böden erforderlich.

Und schließlich sind für die Standsicherheitsbeurteilung der neuen und alten Dämme und Spundwände Aussagen über die Tiefenlage des **Grundwassers** notwendig. Dazu gehören auch Angaben über die räumliche Lage von grundwasserstauenden und –leitenden Schichten bzw. Schichtpaketen. Die Beurteilung der Stahlaggressivität des Grundwassers erfordert die Analyse einer Grundwasserprobe nach DIN 50929. Die Betonaggressivität ist nach DIN 4030 zu untersuchen.

Folgende Informationen müssen deshalb aus den Baugrundaufschlüssen ableitbar sein bzw. folgende Proben gewonnen werden können:

- der Schichtenaufbau
- in situ Festigkeit
- Probematerial für Laborversuche
- Tiefenlage des Grundwassers
- Grundwasserproben

## 3 Sichtung und Bewertung vorhandener Unterlagen

Vor der Festlegung des Erkundungsprogramms besteht die Aufgabe des Geotechnischen Sachverständigen zunächst darin, vorhandene Unterlage zu sichten.

### 3.1 Allgemeine Unterlagen

Der Sachverständige benötigt folgende Unterlagen möglichst in digitaler Form:

- Lageplan mit Angabe der Lage des Bauwerks (einschließlich aller Varianten)
- Grundrisse und Schnitte mit NHN-Höhen
- voraussichtliche Lasten, dynamische und sonstige Einwirkungen

Für das beschriebene Projekt ist es zudem sinnvoll, dem Sachverständigen folgende Unterlagen – soweit vorhanden – zu übergeben:

- Altgutachten (auch solche von Querungsbauwerken und Anschlussstrecken)
- Informationen über vorhandene Grundwassermessstellen (Koordinaten, NHN-Höhen, Schichtenaufbau, GW-Analysen, Ganglinien)
- Ergebnisse von Klassifikationsversuchen an Proben der Unterhaltungsbaggerungen
- Schadensberichte, Protokolle von Bauwerksinspektionen
- Rammprotokolle der Spundwand, Ergebnisse von Spundwanddickenmessungen
- Luftbilder, Bauwerksfotos
- Karte der im Besitz des Bauherren befindlichen Flächen

... mit anderen Worten: alle das Bauvorhaben betreffenden Unterlagen.

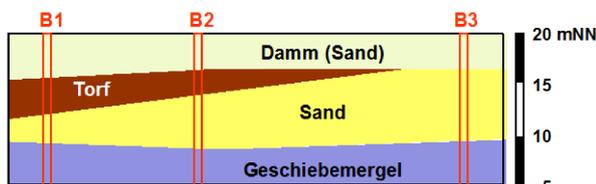
### 3.2 Unterlagen zum Baugrund

Lt. EC7-2, Abs. 2.1.1 sollten vor der Planung des Untersuchungsprogramms *die verfügbaren Informationen und Unterlagen in einer Vorstudie bewertet werden.* Solche Informationen können beim Bauherrn und/oder in Archiven der öffentlichen Hand (z.B. Ämter, Universitäten) vorliegen. Im Internet sind z.B. unter [www.infogeo.de](http://www.infogeo.de) die Produkte der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands abrufbar. Allein im Archiv des BAW-Referates Geotechnik Nord der Dienststelle Hamburg befinden sich über 3000 Gutachten zu norddeutschen Wasserstraßen.



Nach Sichtung der Altaufschlüsse kann ein erstes, vorläufiges Baugrundmodell erstellt werden, das es erlaubt, nicht nur die Anzahl der neuen Aufschlüsse drastisch zu reduzieren, sondern zudem die neuen Aufschlüsse sinnvoll zu platzieren. Die für die Sichtung und Bewertung vorhandener Unterlagen benötigte Zeit sollte deshalb besonders bei umfangreichen Projekten vom Bauherrn bei der Planung einer Baugrunderkundung berücksichtigt werden.

Für die Beispiel-Baumaßnahme könnte die Sichtung vorhandener Gutachten ergeben haben, dass im Untersuchungsgebiet bereits drei Bohrungen abgeteuft wurden: Danach sei im untersuchten Streckenabschnitt unterhalb einer sandigen Dammaufschüttung grundsätzlich mit Torf über Sand und Geschiebemergel zu rechnen (Bild 3).



**Bild 3:** Beispiel Kanalausbau: Erstes Baugrundmodell

### 3 Planung der Baugrunderkundung

Die Planung der Baugrunderkundung erfolgt in Kenntnis

- der Aufgabenstellung,
- der daraus abgeleiteten Anforderungen an den Geotechnischen Bericht sowie
- des vorläufigen Baugrundmodells

Darauf aufbauend sind folgende Festlegungen zu treffen:

- Mit welchen Methoden ist der Baugrund zu erkunden?
- Die Lage und Tiefe der Baugrundaufschlüsse ist festzulegen.

#### 4.1 Lage der Baugrundaufschlüsse

Nach EC7-2, Abs. 2.4.1.3, müssen die Untersuchungspunkte so angeordnet werden, dass z.B.

- der Schichtenaufbau im Planungsbereich beurteilt werden kann,
- bei Gebäuden oder Bauwerken solche Stellen berücksichtigt werden, die im Hinblick auf die Grundrissform, das Bauwerksverhalten und die erwartete Lastverteilung kritisch sind,
- bei Linienbauwerken ein angemessener Abstand von der Achse untersucht wird,
- an Hängen und Geländesprüngen die Stabilität des Hanges beurteilt werden kann,

- keine Gefahr für das Bauwerk, die Baudurchführung oder die Nachbargrundstücke besteht.

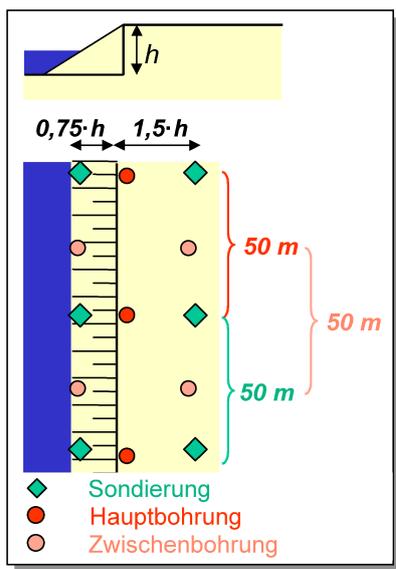
Zum **Abstand** der Baugrundaufschlüsse gibt der informative Anhang B.3 des EC7-2 folgende Richtwerte an (für Deutschland ist B.3 entsprechend dem Nationalen Anhang normativ und die angegebenen Untersuchungstiefen sind Mindesttiefen):

- bei Hoch- und Industriebauten ein Rasterabstand von 15 m bis 40m;
- bei großflächigen Bauwerken ein Rasterabstand von nicht mehr als 60 m;
- bei Linienbauwerken (...) ein Abstand zwischen 20 m und 200 m;
- bei Sonderbauwerken (z.B. Brücken ...) zwei bis sechs Aufschlüsse je Fundament;
- bei Staudämmen und Wehren Abstände zwischen 25 m und 75 m in maßgebenden Schnitten.

Für das Beispielprojekt können auch die Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Uferbefestigungen“ Häfen und Wasserstraßen (EAU) bei der Festlegung der Untersuchungspunkte herangezogen werden: Die EAU empfiehlt bei generell bekannten Baugrundverhältnissen folgendes Erkundungsprogramm (E1, Abs. 1.2, s. Bild 4):

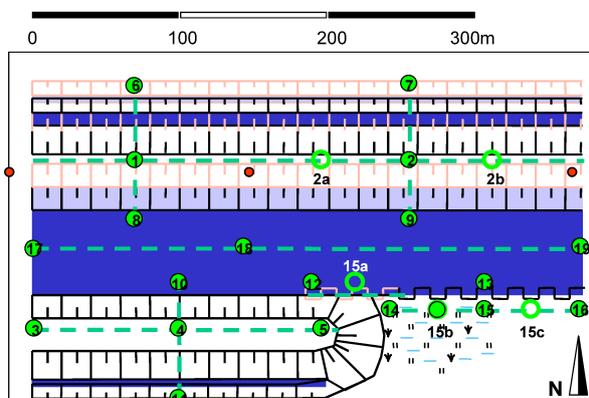
1. Zunächst erfolgt eine sog. „orientierende Erkundung“ durch Druck- oder Rammsondierungen, um so eine erste grobe Beurteilung der auftretenden Bodenarten zu ermöglichen.
2. Anschließend empfiehlt die EAU Hauptbohrungen längs der Uferkante in einem Abstand von 50 m.
3. In Abhängigkeit vom Ergebnis der Hauptbohrungen werden dann ebenfalls im 50 m Abstand, versetzt zu den Hauptbohrungen, Zwischenbohrungen durchgeführt.
4. Schließlich können bei Bedarf weitere Sondierungen durchgeführt werden.

Solch ein umfangreiches Erkundungsprogramm, bei dem insgesamt ein Raster in einem 25m-Abstand fast vollständig erfüllt wird, wird man i.d.R. nur bei komplexen Baumaßnahmen oder Baugrundverhältnissen durchgehend verwirklichen.



**Bild 4:** EAU: Lage von Aufschlussansatzpunkten (nach EAU, 2012)

Die Ausführungen des EC7-2, der DIN 4020 und der EAU können nur einen Anhaltspunkt für die Wahl der Ansatzpunkte bieten. Bei einem realen Projekt wird man i.d.R. kein gleichmäßiges Raster über das Untersuchungsgebiet legen, sondern die Lage der zu erstellen den Längs- und Querprofile berücksichtigen. Für das Beispielprojekt könnte man wie folgt vorgehen (Bild 5):



**Bild 5:** Beispiel Kanalausbau: Lage der Aufschlussansatzpunkte

1. Im Gutachten sollen Längs- und Querschnitte erstellt werden (grün gestrichelte Linien in Bild 5). Dazu müssen Baugrundaufschlüsse auf bzw. nahe dieser Achsen abgeteuft werden. Bisher liegen drei Altbohrungen auf der Dammkronenseite im Abstand von ca. 150 m bzw. 200 m vor (rote Punkte in Bild 5). In Anbetracht der einfachen Baugrundverhältnisse reicht es zunächst aus, **längs der Dammkronen** den Abstand durch jeweils einen Zwischenaufschluss auf ca. 75 m – 100 m zu verringern (Aufschlüsse 1 bis 5 in Bild 5).

2. Für spätere Standsicherheitsberechnungen ist die seitliche **Ausdehnung der Torfschicht** von Interesse. Deshalb würde man in Abhängigkeit davon, ob im Aufschluss 2 Torf angetroffen wird oder nicht, einen weiteren Aufschluss westlich oder östlich einfügen (Aufschlüsse 2a und 2b).
3. Desweiteren werden Aufschlüsse an den Enden der **Querprofile** erforderlich (Aufschlüsse 6 – 11).
4. Für die Bemessung bzw. die Nachrechnung der **Spundwände** sollte selbst bei einfachem Baugrund ein Aufschlussabstand längs der Achsen von 50 m nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Aufschlüsse 12 bis 16 kann eine weitere Verdichtung notwendig werden (wenn z.B. eine stark in ihrer Höhenlage schwankende Geschiebemergeloberfläche angetroffen wurde: Aufschlüsse 15a bis 15c).
5. Und schließlich sind noch Aufschlüsse in der **Kanalachse** erforderlich (Aufschlüsse 17 bis 19). Hier darf ein größerer Erkundungsabstand gewählt werden, da an den wasserseitigen Endpunkten der Querprofile weitere Aufschlüsse vorliegen, deren Ergebnisse später auf die Profillinie projiziert werden können.
6. Diese erste Planung ist nun kritisch zu hinterfragen:
  - Sofern dadurch die Aussagekraft der Baugrundaufschlüsse nicht infrage gestellt wird, können einzelne Ansatzpunkte so verschoben werden, dass möglichst wenige Fremdgrundstücke betreten werden müssen und so die Erkundung überwiegend auf **Bauherren-eigenen Flächen** erfolgt.
  - Ein erster Eindruck bzgl. der **Zugänglichkeit** des Geländes liefern Luftbilder; eine Ortsbesichtigung bleibt aber erforderlich (s.a. EC7-2, Abs. 2.1.1).
  - Aus der **Topografischen Karte** kann z.B. die Lage von Vernässungszonen ermittelt werden. Evtl. muss hier der Aufschlussabstand weiter verringert werden, da im Untergrund dort mit Weichschichten zu rechnen ist (s. Aufschluss 15b).

#### 4.2 Methodik

Aufschlüsse sind nach DIN 4020, Abs. A.1.5.3.20, *Mittel und Maßnahmen zur Feststellung von Art, Aufbau und Verbreitung des anstehenden Bodens und Fels, der Grundwasserverhältnisse*. Die Tabelle 2.1 des EC7-2 listet in Europa gebräuchliche Verfahren für Felduntersuchungen und deren Anwendbarkeit im Boden und Fels auf.

Allgemein wird in „direkte“ und „indirekte“ Aufschlüsse unterschieden:

- Unter **direkten Aufschlüssen** versteht man nach DIN 4020, Abs. A1.5.3.21, *natürliche und künstliche Aufschlüsse, die eine Besichtigung von Boden und Fels, die Entnahme von Boden- und Felsproben, sowie die Durchführung von Feldversuchen ermöglichen*. Zu den direkten Aufschlüssen gehören
  - vorhandene Aufschlüsse im Gelände (z.B. Straßeneinschnitte, Kiesgruben),
  - Schürfe und
  - Bohrungen.Baumaßnahmen der GK2 und GK3 erfordern direkte Aufschlüsse.
- Bei den **indirekten Aufschlüssen** handelt es sich nach Abs. A1.5.3.22 der DIN 4020 um *Aufschlüsse, die durch Korrelation zwischen physikalischen Messgrößen und boden- bzw. felsmechanischen Kenngrößen Rückschlüsse auf den Baugrund ermöglichen, wie z.B. Sondierungen und geophysikalische Verfahren*. Alle indirekten Verfahren erfordern nach DIN 4020, Abs. A1.5.3.23, zusätzlich *Bohrungen zur Auswertung und Interpretation indirekter Aufschlüsse*: die sog. „Schlüsselbohrungen“.

Die Baugrundaufschlüsse für das Projekt Kanalausbau sollen Informationen zum Schichtenaufbau, zur Tiefenlage des Grundwassers sowie zur in situ Festigkeit liefern. Zudem sollen Boden- und Grundwasserproben genommen werden können.

- Der **Schichtenaufbau** in Bohrungen und Drucksondierungen erkundet.
- Aussagen über die **in situ Festigkeit** erfordern Sondierungen.
- Eine Entnahme von **Bodenproben** ist nur bei direkten Aufschlüssen, i.d.R. aus Bohrungen, möglich. Für die Gewinnung von **Grundwasserproben** sollte zumindest eine Bohrung als (temporäre) Grundwassermessstelle ausgebaut werden.

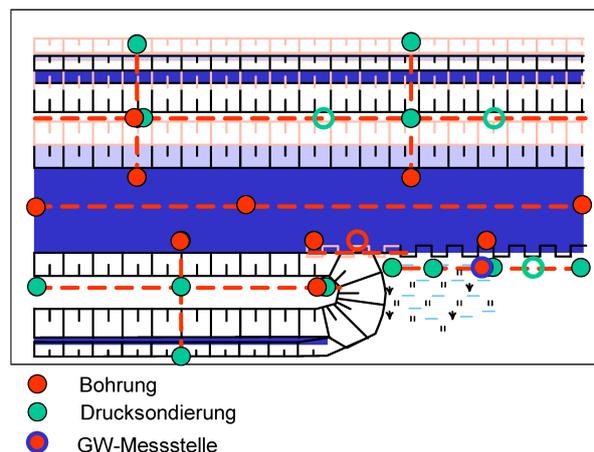
Für das Beispielprojekt werden also sowohl Bohrungen als auch Sondierungen benötigt:

- Längs der geplanten Profillinien sind für die spätere Gutachterstellung Informationen zum Schichtenaufbau erforderlich, d.h. hier sind Bohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 oder Drucksondierungen nach DIN EN ISO 22476-1 möglich. Drucksondierungen sind wirtschaftlicher und sollten überall dort durchgeführt werden, wo keine Bodenproben benötigt werden und sich - wie hier - die zu erwartenden Schichten gut im Sondierdiagramm unterscheiden lassen. Deshalb ist in jedem Schnitt

ein Bohrung/Drucksondier-Paar erforderlich, wobei die Bohrung als Schlüsselbohrung dient. Die übrigen Landaufschlüsse können dann als Drucksondierungen ausgeführt werden.

- Die Aufschlüsse im Wasser sollten als Bohrungen ausgeführt werden, um in jedem Dammquerschnitt über mindestens einen direkten Aufschluss als Schlüsselbohrung zu verfügen und um Bodenproben zur Klassifizierung des Aushubmaterials zu erhalten.
- Um die Höhe des Grundwasserspiegels sicher bestimmen zu können und zur Entnahme von Wasserproben ist eine Bohrung nahe der Spundwand als temporäre Grundwassermessstelle auszubauen. Die Wasserproben werden an ein chemisches Institut zur Bestimmung der Stahlaggressivität nach DIN 50929 weitergegeben.

Bild 6 fasst diese Empfehlungen zusammen.



**Bild 6:** Beispiel Kanalausbau:  
Methodik der Baugrundaufschlüsse

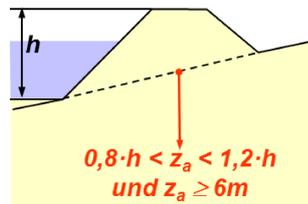
#### 4.3 Aufschlusstiefe

Allgemein schreibt die DIN EN 1997-2 in Abs. 2.4.1.3:

*Die Untersuchungstiefe ist auf alle Schichten auszudehnen, die das Bauvorhaben beeinflussen oder durch das Bauwerk beeinflusst werden. Bei Dämmen, Wehren, Baugruben unter dem Grundwasserspiegel und wenn eine Wasserhaltung erforderlich ist, ist die Untersuchungstiefe auch in Bezug zu den hydrologischen Verhältnissen zu wählen. Hänge und Geländesprünge sind bis unterhalb von möglichen Gleitflächen zu erkunden.*

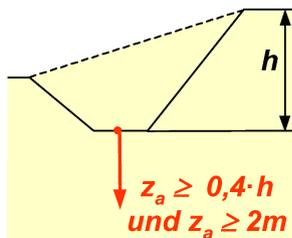
Der für Deutschland normative Anhang B3 des EC7-2 gibt minimale Untersuchungstiefen an. Beispiele:

Bei einem **Damm** sollte die Teufe unterhalb der Dammsohle etwa der Höhe des Geländesprungs entsprechen, mindestens aber 6 m betragen (Bild 7):



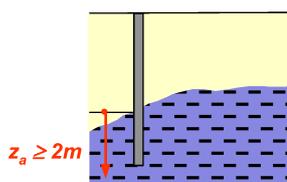
**Bild 7:** EC7-2, Anhang B3, Aufschlusstiefe Damm

Für einen **Einschnitt** entspricht die Untersuchungstiefe dem 0,4-fachen des Geländesprungs, mindestens aber 2 m (Bild 8):



**Bild 8:** EC7-2, Anhang B3, Aufschlusstiefe Einschnitt

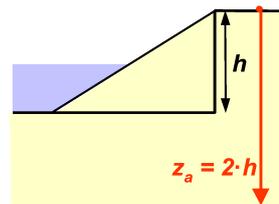
Für die Baugrunderkundung zur Bemessung bzw. Nachrechnung einer **Dichtwand** soll der Aufschluss bis mindestens 2 m unter die Oberfläche des Grundwassernichtleiters abgeteuft werden (Bild 9):



**Bild 9:** EC7-2, Anhang B3, Aufschlusstiefe Dichtwand

Darüber hinaus werden im Anhang B3 des EC7-2 weitere Beispiele für unterschiedliche Bauwerke aufgeführt.

Während der EC7-2 als Bezugsebene die Bauwerks- bzw. Bauteil-Unterkante wählt, empfiehlt die EAU, ausgehend von der Bauwerksoberkante, als Aufschlusstiefe  $z_a$  die doppelte Höhe des Geländesprungs (Bild 10):



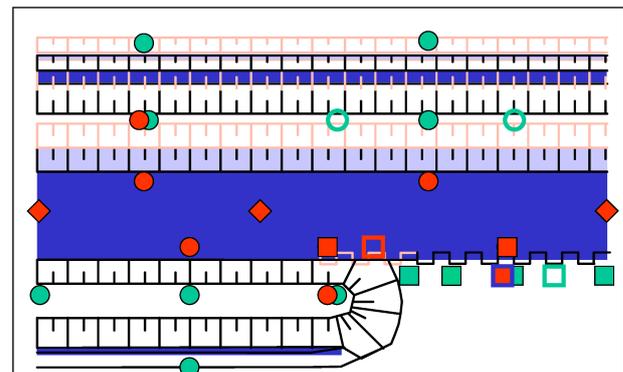
**Bild 10:** EAU, Aufschlusstiefe Ufereinfassung

Für das Beispielprojekt folgt daraus (s. Bild 11):

Im Bereich der vorhandenen und der geplanten **Spundwände** eine Endteufe von +7 mNHN, da in den Altbohrungen die Oberkante des als Einbindehorizont geeigneten Geschiebemergels oberhalb von +9,5 mNN angegriffen wurde (s. Bild 3) und die Aufschlüsse mindestens 2 m in diese Schicht abzuteufen sind.

Die Festlegung der Endteufe für die Aufschlüsse im Bereich der **Kanalseitendämme** erfolgt anhand der Bauwerksgeometrie: Nach einer Kanalvertiefung um 0,5 m wird der Geländesprung 4 m betragen (s. Bild 2). Nach der EAU soll die Aufschlusstiefe damit  $2 \cdot 4 \text{ m} = 8 \text{ m}$  betragen, d.h. die Endteufe bei +20 mNHN – 8 m = +12 mNHN liegen.

Für die Wasserbohrungen in der **Kanalachse** reicht zur Gewinnung von Probenmaterial eine Aufschlusstiefe von 2 m unter zukünftiger Kanalsole (s. Bild 2) aus, d.h. +14 mNHN.



- Bohrung [+7mNHN]
- Bohrung als GW-Messtelle [+7mNHN]
- Drucksondierung [+7mNHN]
- Bohrung [+12mNHN]
- Drucksondierung [+12mNHN]
- ◆ Bohrung [+14mNHN]

**Bild 11:** Beispiel Kanalausbau:  
Lage der Bohr- und Sondieransatzpunkte



## 5 Zusammenarbeit Bauherr / Geotechnischer Sachverständiger

Bild 11 zeigt die zeichnerische Darstellung des Erkundungsprogrammes für den Kanalausbau, die der Bauherr zusammen mit Hinweisen für die Ausschreibung der Baugrunderkundung vom Geotechnischen Sachverständigen erhält. An dieser Stelle sollte das Erkundungsprogramm noch einmal kritisch hinterfragt werden:

- Kann das Erkundungsprogramm die aktuelle Fragestellung beantworten? Der Geotechnische Sachverständige ist über jede **Planungsänderung** seitens des Bauherren umgehend zu informieren!
- Sind die Bohr- und Sondieransatzpunkte zugänglich? Dies sollte spätestens jetzt im Rahmen einer gemeinsamen **Ortsbegehung** geklärt werden.

### Literatur, Normen und Merkblätter

ARBEITSAUSSCHUSS „UFEREINFASSUNGEN“ DER HTG E.V. (2012): Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen. EAU 2012. 11. Aufl., Ernst & Sohn, Berlin

BAW (2011): BAW-Merkblatt: Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD).

DIN 1054 (12 / 2010): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997–1. Änderung A1 (08 / 2012)

DIN EN 1997–1 (03 / 2014): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln.

DIN EN 1997–2 (10 / 2010): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.

DIN EN 1997–2/NA (12 / 2010): Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.

DIN 4020 (12 / 2010): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997–2.

DIN EN ISO 14 688–1 (12 / 2013): Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Teil 1: Benennung und Beschreibung.

DIN EN ISO 14 688–2 (12 / 2013): Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen.

DIN 4030–2 (06 / 2008): Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase. Teil 2: Entnahme und Beurteilung von wasser- und Bodenproben.

DIN 18 196 (05 / 2011): Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.

DIN 18 300 (09 / 2016): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Erdarbeiten.

DIN 18304 (09 / 2016): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten.

DIN 18 311 (09 / 2016): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Nassbaggerarbeiten.

DIN EN ISO 22475–1: (01 / 2007): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Aufschluss- und Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung.

DIN EN ISO 22476–1: (10 / 2013): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck.

DIN 50 929–1 (03 / 2017): Korrosion der Metalle. Korrosionswahrscheinlichkeit metallischer Werkstoffe bei äußerer Korrosionsbelastung. Teil 1: Allgemeines.

Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung. Band 1 (12 / 2015): Allgemeine Regeln. 2. Aufl. Band 2 (06 / 2011): Erkundung und Untersuchung. 1. Aufl.