

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Heeling, Anne

Vom Aufschluss zum Baugrundmodell

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105523>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Heeling, Anne (2008): Vom Aufschluss zum Baugrundmodell. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Baugrundaufschlüsse - Planung, Ausschreibung, Durchführung, Überwachung und Interpretation. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. XII-1-XII-7.

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.



Vom Aufschluss zum Baugrundmodell

Dipl.-Geol. Anne Heeling

Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg, Wedeler Landstr. 157, 22559 Hamburg,
Telefon (040) 81908-367, Email anne.heeling@baw.de

Zusammenfassung

Die DIN 4020 fordert als Ergebnisdarstellung einer Baugrunderkundung explizit ein Baugrundmodell – im Gutachten i.d.R. dargestellt in Form von Profilschnitten – als Bemessungsgrundlage für weitere Planungen. In der Praxis wird aber häufig auf die Darstellung solcher Schnitte verzichtet, was für die weitere Projektbearbeitung zu Problemen führen kann. Am Beispiel des Neuen Schiffshebewerkes Niederfinow wird deshalb die Erstellung eines Baugrundmodells selbst bei ungewöhnlich komplexen Baugrundverhältnissen erläutert. Abschließend wird gezeigt, wie ein Baugrundmodell auf Plausibilität geprüft werden kann.

1 Auswertung einer Baugrunderkundung

Die Auswertung und Beurteilung einer Baugrunderkundung erfolgt nach der DIN 4020 „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke“ (09 / 2003) im Rahmen eines geotechnischen Berichtes, also eines Baugrundgutachtens. In Abs. 10 der DIN 4020 wird der erforderliche Umfang und die Gliederung des geotechnischen Berichtes detailliert beschrieben. Die DIN fordert darüber hinaus:

(Abs. 9) Alle Aufschlusspunkte sind maßstäblich in einem Lageplan, die Ergebnisse in maßstäblichen Schnitten gemeinsam höhengerecht nach DIN 4023 und DIN 4094-1 bis DIN 4094-5 darzustellen. Den einzelnen Homogenbereichen sind, getrennt nach Berechnungsprofilen und Arten des Nachweises, charakteristische Werte für Boden- und Felskenngrößen und Grundwasserstände zuzuordnen ... Einzelheiten der Auswertung und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse sind dem Anhang C zu entnehmen.

Abweichend von den Forderungen der DIN 4020 beinhalten Baugrundgutachten jedoch häufig anstelle von Profilschnitten nur Einzeldarstellungen der Bohrsäulen und Sondierdiagramme. Sofern Profilschnitte vorliegen, sind diese oft unvollständig (kein durchgängiger Verlauf von Schichtgrenzen; keine oder keine einheitliche Benennung der Schichten) und erlauben so weder eine eindeutige Unterteilung des gesamten Baugrundes in Homogenbereiche noch eine eindeutige Zuordnung von Bodenkenngößen. Als Folge liegen somit keine hinreichenden Bemessungsgrundlagen für die weiteren Planungen vor. Manche Sachverständige verweigern mangels hinreichender geologischer Kenntnisse sogar offensiv jegliche Darstellung des Baugrundes in Profilschnitten, da dies ihres Erachtens „reine Geophantasie“ sei.

Im Folgenden soll deshalb am Beispiel der Baugrunderkundung für das Neue Schiffshebewerk Niederfinow gezeigt werden, wie in Kenntnis der regionalen Geologie und unter Berücksichtigung grundlegender geologischer Regeln aus einzelnen Baugrundaufschlüssen ein aussagekräftiges Baugrundmodell entsteht.

2 Neues Schiffshebewerk Niederfinow

Das vom Wasserstraßen-Neubauamt Berlin zwischen dem vorhandenen alten Schiffshebewerk (SHW) und einer inzwischen stillgelegten Schleusentreppe geplante neue SHW Niederfinow an der Havel-Oder-Wasserstraße wird eine maximale Hubhöhe von 36 m überwinden und verbindet dann die Hochebene im Westen mit dem östlich gelegenen Oderbruch (Bild 1).

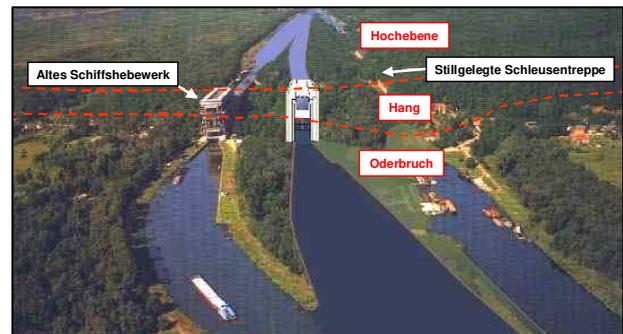


Bild 1: Zukünftiger Standort des neuen SHW Niederfinow zwischen dem Alten SHW und der stillgelegten Schleusentreppe (Fotomontage, Quelle: www.wna-berlin.de)

2.1 Vorhandene Unterlagen

In Niederfinow lagen aus der Bauzeit der Schleusentreppe, des alten SHWs sowie aus der ersten Planungsphase für das neue SHW eine Vielzahl von Baugrundaufschlüssen vor: Ausdruck ungewöhnlich komplexer Baugrundverhältnisse.

In der etwa 100jährigen Untersuchungsgeschichte waren für jedes neue Gutachten jeweils neue Aufschlüsse abgeteuft und separat interpretiert worden. Der angegriffene Baugrund besteht danach aus Geschiebemergeln, Tonen, Schluffen, Sanden, Kies, Torf und Mude.

Einzelne Schichten ließen sich jedoch nie über mehrere Bohrungen verfolgen: Sie keilten aus oder schwankten

so stark in Höhenlage und Mächtigkeit, dass unklar war, ob es sich um dieselbe Schicht handelt. Frustriert von der unübersichtlichen Situation wurde von einigen Bearbeitern hier der Begriff der “geologischen Wildnis” geprägt - und es wurden weitere Bohrungen abgeteuft.

Als Ergebnis lagen schließlich ca. 500 Bohrungen und Drucksondierungen vor, bei denen insgesamt mehr als 8000 Bohr- und 1000 Drucksondiermeter abgeteuft wurden, und die von unterschiedlichen Bearbeitern z.T. in einem über 100 Jahre alten Vokabular und anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte (Geologie, Geotechnik) angesprochen worden waren.

2.2 Baugrundsprache

Eine Baugrundsprache kann z.B.

- geotechnisch, d.h. nach der Eignung des Bodens als Baugrund (z.B. nach DIN 14 688 [Ersatz für DIN 4022], DIN 18196, DIN 18300 oder DIN 18311),
- stratigrafisch, d.h. nach dem Alter, oder
- faziell, d.h. nach dem Bildungsmilieu,

erfolgen.

Um aus Einzelaufschlüssen ein Baugrundmodell zu erstellen, müssen diese zusammenfassend bewertet werden. Als erstes muss also eine Vereinheitlichung der Baugrundsprache erfolgen.

Das Ziel einer Baugrunderkundung muss zwar letztendlich eine geotechnische Ansprache des Bodens nach DIN 14 688 sein, eine erfolgreiche Baugrundsprache kann jedoch nur in Kenntnis der geologischen und anthropogenen Entstehungsgeschichte des Untersuchungsgebietes erfolgen. Erst über den Umweg des Entstehungsmodells lässt sich bei komplexen Baugrundverhältnissen ein Baugrundmodell entwickeln.

Auch Terzaghi schreibt: *Nahezu alle technischen Probleme, Unfälle und Fehlkalkulationen im Umfeld eines Projektes können letztendlich auf geologische Verhältnisse zurückgeführt werden, über die der Ingenieur gar nichts wusste oder über die er erst zu spät etwas gelernt hat.*

Und da die geologischen Verhältnisse im Gebiet von Niederfinow trotz ihrer Komplexität typisch für die eiszeitlich geprägten Gebiete in Norddeutschland bzw. im Alpenvorland sind, sollen sie hier näher erläutert werden:

2.3 Geologische Geschichte des Untersuchungsgebietes

In Niederfinow wurden bei Endteufen bis zu ca. –100 mNN tertiäre Schichten aus dem Oligozän (Septarienton, Grün- und Glimmersand) und aus dem Miozän (Sand, kohlige Schluffe, Braunkohle) angetroffen.

Den Hauptteil des Baugrundes stellen jedoch quartäre Schichten aus dem jüngeren Pleistozän. Das Pleistozän ist geprägt durch einen Wechsel von Warm- und Kaltzeiten. Bild 2 stellt für das Gebiet zwischen Elbe und Oder das Vorrücken der Gletscher während der Kaltzeiten bzw. das des Meeres während der Warmzeiten von Norden in Richtung Süden dar.

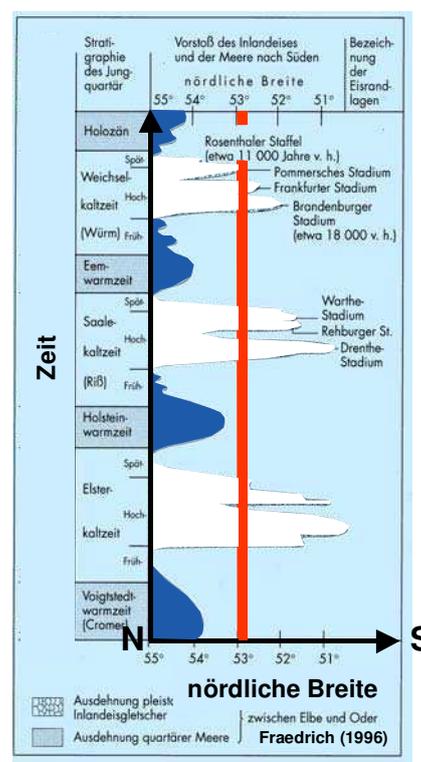


Bild 2: Vorrücken des Inlandeises und Meeresspiegelanstieg im Gebiet zwischen Elbe und Oder (aus FRAEDRICH, 1996)

Die rote, durchgezogene Linie in Bild 2 bei 53° nördlicher Breite markiert die Position von Niederfinow. Danach wurde das Untersuchungsgebiet je zweimal während der drei norddeutschen Vereisungen Elster, Saale und Weichsel von Gletschern überfahren (das entspricht im Bereich der Alpen zeitlich den Vereisungen Mindel, Riß und Würm). Während der Warmzeiten wurde Niederfinow jedoch nie von der von Norden her vorrückenden Ostsee erreicht.

Was geschieht während eines Gletschervorstoßes ?

1. Der Gletscher erodiert ältere Schichten.
2. Der Gletscher deformiert beim Vorrücken wie ein Bulldozer die vorhandenen Schichten (Bild 3). Diesem als „Glazialtektonik“ bezeichneten Vorgang verdankt das SHW Niederfinow seine Notwendigkeit: Der letzte Vorstoß der weichselzeitlichen Gletscher, das sog. „Pommersche Stadium“ (s. Bild 2), endete unmittelbar nördlich von Niederfinow.



Bild 3: Glazialtektonik: Ein Gletscher deformiert den Untergrund

3. Der Gletscher lagert Sedimente ab. Die Gesamtheit der zu einem Gletschervorstoß gehörigen Sedimente und Strukturen nennt man eine „glaziale Serie“:
 - Als „Geschiebemergel“ oder „Moräne“ wird das vom Eis „schwimmend“ transportierte Material bezeichnet. Der Geschiebemergel ist das zentrale Element einer glazialen Serie. In einer ungeschichteten Matrix aus Ton, Schluff und Sand („Mergel“) befinden sich Gesteinsbruchstücke („Geschiebe“), die i.d.R. zur Kies- oder Steinfraktion gehören. Geschiebemergel tritt entweder flächig auf („Grundmoräne“) oder als Höhenzug vor der Gletscherfront („Endmoräne“). Dieser Faziesbereich, d.h. das Ablagerungsmilieu „Gletscher“, heißt „glazial“.
 - Durch die Reibungswärme an der Gletscherbasis schmilzt das Eis. Das Schmelzwasser sammelt sich in Rinnen unterhalb des Gletschers, fließt wie der Gletscher bergab – nur schneller – und tritt schließlich durch ein Gletschertor an der Gletscherfront aus. Dabei wird gröberes Material („Schmelzwassersediment“: Sand und Kies) transportiert und unter dem Gletschereis in Rinnen (Schmelzwasserlinsen innerhalb des Geschiebemergels) oder vor dem Gletscher flächig als sog. „Sander“ sedimentiert. Dieses energiereiche Ablagerungsmilieu „eiszeitlicher Fluss“ wird als „glazifluviatil“ bezeichnet.
 - Der Gletscher schürft Hohlformen aus. Nach dem Rückzug des Eises kann hier ein Stillwassersee entstehen, in dem sich „Beckensedimente“, d.h. Feinsand, Schluff und Ton, ablagern, oft in Wechsellagerung und/oder lateral ineinander übergehend. Dieser Faziesbereich heißt „glazilimnisch“.

Für das Gebiet von Niederfinow bedeutet dies: bei insgesamt sechs Gletschervorstoßen wurde jedes Mal der Untergrund erodiert, deformiert und die Sedimente der glazialen Serie abgelagert. Es versteht sich von selbst, dass in solch einem Gebiet keine übersichtlichen Baugrundverhältnisse zu erwarten sind.

2.4 Erstellung eines Baugrundmodells

Bei einer „klassischen“ Baugrunderkundung werden Bohrungen abgeteufelt und ausschließlich geotechnisch angesprochen. Als Ergebnis wird ein Baugrundprofil erstellt, in dem z.B. die Kies-, Sand- und Schlufflagen der einzelnen Aufschlüsse miteinander zu Schichten verbunden werden. Dieses Vorgehen zur Erstellung eines Baugrundmodells ist bei einfachen Baugrundverhältnissen auch sinnvoll.

In einem Gebiet mit der Komplexität wie Niederfinow wird der Gutachter dabei jedoch vor eine nahezu unlösbare Aufgabe gestellt: Die Zusammenfassung der Einzellagen zu Homogenbereichen kann nach subjektiven Kriterien erfolgen und im Ergebnis - wie frühere Baugrundgutachten zeigten – zu unterschiedlichsten Baugrundbeschreibungen führen.

Werden jedoch zunächst die Schichten geologisch nach ihrem Alter („stratigrafisch“, s.a. Kap. 3.1) und ihrem Ablagerungsmilieu („faziell“), d.h. „stratigrafisch-faziell“, angesprochen und aus diesen übergeordneten Einheiten ein vorläufiges Baugrundmodell erstellt, so wird die Struktur des Baugrundaufbaues sichtbar. Aus der geologischen Wildnis wird eine zwar komplexe, aber überschaubare Abfolge einzelner Schichtpakete. Jede dieser stratigrafisch-faziellen Einheiten kann anschließend in Schichten im geotechnischen Sinne weiter unterteilt werden (z.B. Beckensedimente in Schluffe und Feinsande).

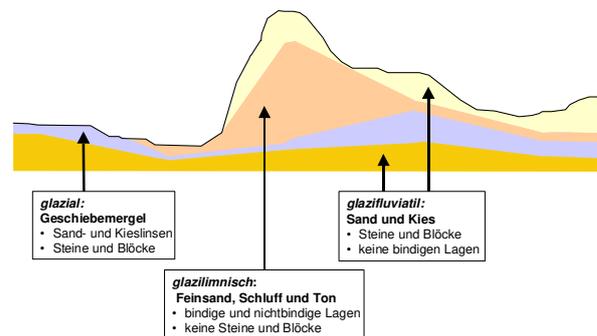


Bild 4: Geotechnische Eigenschaften faziell benannter Schichten

Aber auch ohne weitere Unterteilung können die faziellen Einheiten für grundsätzliche, geotechnische Aussagen herangezogen werden (Bild 4):

- In einem Geschiebemergel ist allgemein mit Steinen und Blöcken sowie mit linsenförmigen Einlagerungen aus Schmelzwassersedimenten

zu rechnen. Liegt ein Geschiebemergel nach dem Abschmelzen des Gletschereises frei, so kann der mergelige Anteil (Ton, Schluff und Sand) vom Wasser erodiert oder vom Wind ausgeweht werden; zurück bleibt im oberen Bereich des Geschiebemergels eine Kies- und Steinlage („Residualschicht“).

- Zu den glazilimnischen Beckensedimenten gehören sowohl bindige Sedimente als auch Feinsande. Selbst wenn lokal nur Sande erbohrt wurden, muss auch mit Schluff und Ton gerechnet werden – und umgekehrt. Das Auftreten von Steinen und Blöcken ist hingegen unwahrscheinlich.
- In den glazifluviatilen Schmelzwassersedimenten herrschen meist Mittel- und Grobsande vor. Es ist aber stets auch mit größeren Komponenten wie Kiesen und Steinen zu rechnen, nicht aber mit bindigen Einlagerungen.

Im Gebiet von Niederfinow ist aufgrund der Sichtung und Bewertung der vorhandenen Aufschlüsse mit den in Bild 5 links dargestellten stratigrafisch-faziellen Schichten bzw. mit dem rechts angegebenen Baugrundaufbau zu rechnen.

Solch eine vereinfachte Darstellung der stratigrafischen Schichtenfolge nennt man das „Normalprofil“ eines Gebietes; es bietet einen guten ersten Eindruck vom zu erwartenden Schichtenaufbau. Häufig sind solche Normalprofile im Textteil einer Geologischen Karte oder in einem Geologischen Führer abgebildet.

Stratigrafie / Fazies

Holozän
Weichsel, glazilimnisch
Weichsel, glazifluviatil
Weichsel, glazial
Weichsel - Saale, glazilimnisch
Saale, Warthe, glazial
Warthe-Drenthe, glazilimnisch
Saale, Drenthe, glazial
Saale - Elster, glazilimnisch
Saale - Elster, glazifluviatil
Elster, glazial
Elster, glazifluviatil
Elster, glazial
Elster, glazifluviatil
Tertiär

Baugrund

Sand, Schluff, Mudde, Torf
Feinsand, Schluff, Ton
Sand, Kies
Geschiebemergel
Feinsand, Schluff, Ton
Geschiebemergel
Feinsand, Schluff, Ton
Geschiebemergel
Feinsand, Schluff, Ton
Sand, Kies
Geschiebemergel
Sand, Kies
Geschiebemergel
Sand, Kies
Sand, Schluff, Braunkohle

Bild 5: Normalprofil im Gebiet von Niederfinow

Im geplanten Bau Feld für das Neue SHW Niederfinow liegt jedoch nur im Bereich der Hochebene die vollständige Schichtenfolge vor. Im Oderbruch hingegen überwiegen nichtbindige Schichten: Der älteste, elsterzeitli-

che Geschiebemergel steht nur noch in Form einer geringmächtigen Zwischenlage an, und bei den Beckensedimenten handelt es sich überwiegend um Feinsande. Die jüngeren, saale- und weichselzeitlichen Geschiebemergel keilen „irgendwo“ im schwer zugänglichen und deshalb weniger erkundeten Hangbereich aus. Im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes durchschneidet zudem eine holozäne Rinne mit überwiegend Sanden und untergeordnet Schluffen den Hangbereich. Bild 6 zeigt das schematisierte Baugrundmodell.

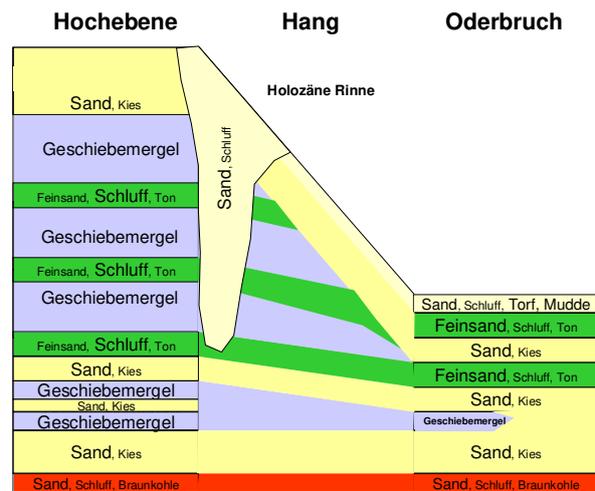


Bild 6: Schematisiertes Baugrundmodell für das neue SHW Niederfinow

In Kenntnis der geologischen Geschichte des Untersuchungsgebietes und damit des grundsätzlichen Aufbaus konnte nun auf der Grundlage vorhandener Altaufschlüsse und aktueller Baugrunderkundung eine Reihe bauwerksrelevanter Schnitte als Bemessungsgrundlage für die weiteren Planungen vorgelegt werden. Bild 7 zeigt beispielhaft einen Längsschnitt durch das nördliche Kanalwiderlager.

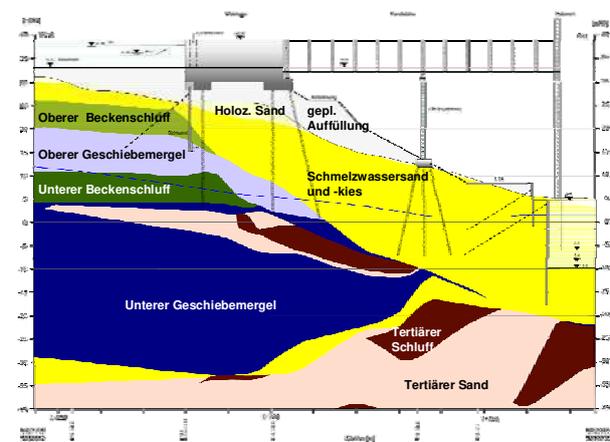


Bild 7: Profilschnitt durch Kanalbrückenwiderlager und -pfeiler, Neues SHW Niederfinow

3 Überprüfung eines Baugrundmodells

Naturgemäß kann nicht davon ausgegangen werden, dass Baugrundgutachten immer mit der notwendigen Sorgfalt erstellt werden und hinreichend aussagekräftig sind. Eine unzureichende oder falsche Beschreibung des Baugrundes kann in der weiteren Projektbearbeitung zu vermeidbaren Nachtragsforderungen und Fehlplanungen führen, deren Folgekosten in keinem Verhältnis zum höheren Aufwand einer sachgemäßen Bearbeitung stehen.

Deshalb ist es im Zweifelsfall erforderlich, ein vorliegendes Baugrundmodell daraufhin zu überprüfen, ob es bzgl. der Fragestellung ausreichend, in sich plausibel und geologisch sinnvoll ist.

3.1 Ein „geologisch sinnvolles“ Baugrundmodell

Ein geologisch sinnvolles Baugrundmodell setzt – wie auch für das Neue SHW Niederfinow beschrieben – die Berücksichtigung des Bildungsmilieus voraus: bestimmte Ablagerungsbedingungen führen zu bestimmten räumlichen Strukturen im Untergrund (s.a. Bild 11).

Unabdingbar ist zudem die Beachtung einiger stratigraphischer Regeln (**Ausnahmen bestätigen die Regel**: Es sind viele realistische Szenarien denkbar, die zu Lagerungsverhältnissen führen, die von den im Folgenden beschriebenen Prinzipien abweichen).

Die Stratigraphie ist eine Teilwissenschaft der Geologie, die das Ziel verfolgt, geologische Ereignisse zeitlich zu ordnen („relative Altersbestimmung“; stratigraphische Aussage: „Schicht A ist gleichaltrig/jünger/älter als Schicht B“) und eine geologische Zeitskala zu erstellen („absolute Altersbestimmung“). Sie bedient sich dabei unterschiedlichster Methoden. Eine relative Altersbestimmung kann z.B. anhand der Lagerungsverhältnisse erfolgen. Umgekehrt kann in Kenntnis der regionalen geologischen Verhältnisse, d.h. in Kenntnis des relativen Alters der angetroffenen Schichten, mittels der folgenden Regeln ein geologisch sinnvoller Schichtenverlauf konstruiert werden:

- Prinzip der Superposition: „oben“ ist jünger, „unten“ ist älter:

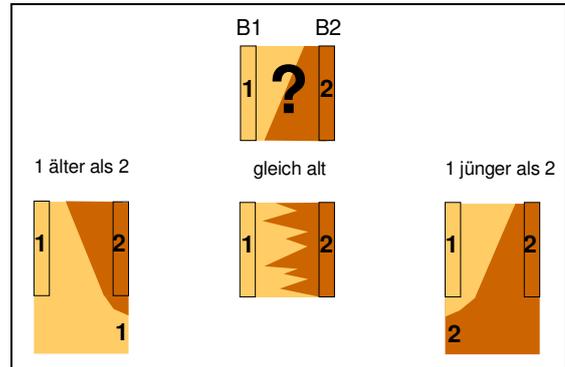


Bild 8: Konstruktion von Schichtgrenzen in Kenntnis des relativen Alters zweier Schichten

- Prinzip der Verhältnisse bei durchschnittenen Schichten: Jüngere Strukturen durchschneiden ältere

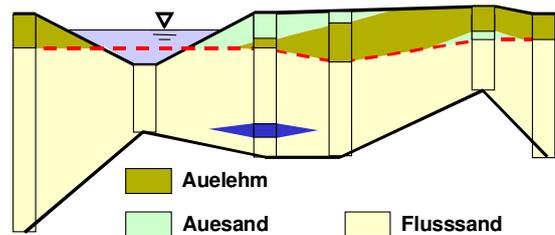


Bild 9: Der Kanal durchschneidet als jüngste Struktur die vor dem Kanalbau entstandenen, also relativ älteren Auesedimente

- Prinzip des Einschlusses: Ein Einschluss ist gleichaltrig oder älter als die einschließende Struktur

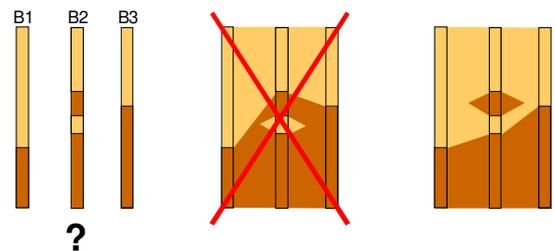


Bild 10: Prinzip des Einschlusses

Die Schichtuntergrenze einer jüngeren Schicht (s. Bild 10: ocker) entspricht ihrem tiefsten Vorkommen. Jüngeres Material wird i.d.R. nicht als Einschluss in älterem (braun) angetroffen, da es bei der Ablagerung der älteren Schicht noch gar nicht existierte.

- Prinzip der ursprünglichen Horizontalität: Schichten wurden ursprünglich annähernd horizontal abgelagert

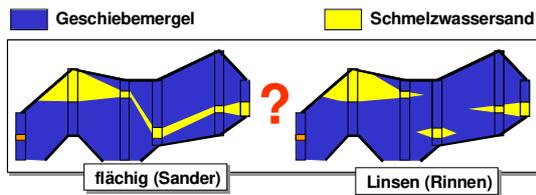


Bild 11a: Unterschiedliche Interpretationen eines Schichtenverlaufs

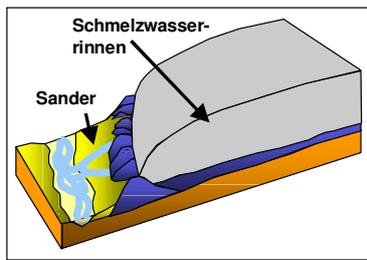


Bild 11b: Ablagerungsbereiche von Schmelzsersedimenten

Beide in Bild 11a dargestellten Schichtenverläufe sind geologisch möglich. Der links dargestellte Schichtenverlauf setzt eine nachträgliche, glazial-tektonische Verstellung der ursprünglich als Sander (Bild 11b) etwa horizontal abgelagerten Schmelzwassersedimente voraus; in diesem Fall müsste der Geschiebemergel oberhalb der Sandschicht nach dem Prinzip der Superposition jünger sein als der Geschiebemergel unterhalb.

3.2 Ein plausibles Baugrundmodell

Ein Baugrundmodell ist – unabhängig von der gewählten Darstellungsform des Baugrundes z.B. in zweidimensionalen Schnitten – naturgemäß dreidimensional und muss als Ganzes in sich plausibel und widerspruchsfrei sein. Darüber hinaus muss es alle projektspezifischen Fragestellungen beantworten können.

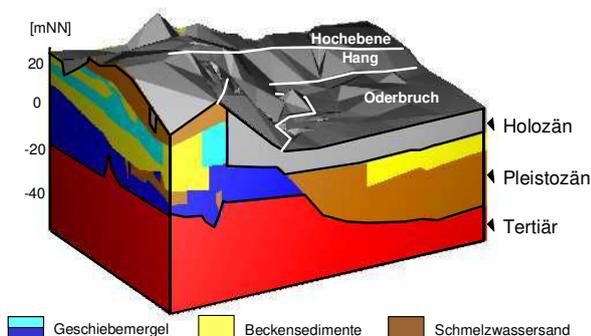


Bild 12: Vereinfachtes 3D-Baugrundmodell für das Neue SHW Niederfinow

Folgende Kriterien müssen erfüllt sein (bei einfachen Baugrundverhältnissen kann jedoch auch eine tabellarische Darstellung des Baugrundaufbaus ausreichend sein):

- Längs bauwerksrelevanter Schnittlinien sind Profile bis in bauwerksrelevante Tiefen zu erstellen.
- Profilschnitte müssen maßstabs- und höhengerecht sein.
- Der Schichtenverlauf ist durchgängig darzustellen.
- Homogenbereiche sind im Schnitt eindeutig zu beschriften, und diese Benennung ist im gesamten Gutachten zu verwenden (z.B. bei der textlichen Beschreibung der Bodeneigenschaften, bei der Zuordnung von Bodenkenngrößen oder bei der Ergebnisdarstellung von Laborversuchen).
- Längs- und Querschnitte müssen in ihren Kreuzungspunkten ebenso wie benachbarte, parallel verlaufende Schnitte widerspruchsfrei sein.
- Ein Tiefenbereich einer Bohrung muss in allen Profilen sowie in textlichen und tabellarischen Beschreibungen des Baugrundgutachtens gleich interpretiert werden (z.B. darf die gleiche Sandschicht nicht in einem Schnitt als „Holozäner Sand“ und in einem anderen als „pleistozäner Sand“ bezeichnet werden).

Um solche Widersprüche auszuschließen, wurde für das Neue SHW Niederfinow mit seinen ungewöhnlich komplexen Baugrundverhältnissen computergestützt ein 3D-Modell des Baugrundes erstellt, aus dem dann die einzelnen Profilschnitte generiert wurden (vereinfachte Darstellung s. Bild 12).

Literatur, Normen und Merkblätter

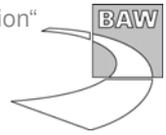
BAW (2001): Neues Schiffshebewerk Niederfinow. Baugrundgutachten, Stufe 2 (4. Gutachten). BAW-Auftragsnr. 96513680

DIN 4020 (09 / 2003): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke.

DIN EN ISO 14688 TEIL 1 (01 / 2003): Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Benennung und Beschreibung.

DIN EN ISO 14 688 TEIL 2 (11 / 2004): Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Grundlagen für Bodenklassifizierungen.

DIN 4023 (02 / 2006): Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen Aufschlüssen.



DIN 4094-1 (06 / 2002): Baugrund. Felduntersuchungen. Drucksondierungen.

DIN 4094-2 (Entwurf 04 / 2002): Baugrund. Felduntersuchungen. Bohrlochrammsondierung.

DIN 4094-3 (01 / 2002): Baugrund. Felduntersuchungen. Rammsondierungen.

DIN 4094-4 (01 / 2002): Baugrund. Felduntersuchungen. Flügelscherversuche.

DIN 4094-5 (06 / 2001): Baugrund. Felduntersuchungen. Bohrlochaufweitungsversuche.

DIN 18196 (06 / 2006): Erd- und Grundbau. Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.

DIN 18300 (10 / 2006): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Erdarbeiten.

DIN 18311 (10 / 2006): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Nassbaggerarbeiten.

FRAEDRICH, W. (1996): Spuren der Eiszeit: Landschaftsformen in Europa. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

TERZAGHI, K.: Mein Lebensweg. Unveröffentlicht. Zitiert in E. GOODMAN (1999): Karl Terzaghi, The Engineer as Artist. ASCE Press, Reston, Virginia

WINCHESTER, S. (2003): Eine Karte verändert die Welt. William Smith und die Geburt der modernen Geologie. btb-Verlag