

Fels und Boden: Kernbohrverfahren zur Probengewinnung

Fels und Boden werden allgemein und auch in der Normung als zwei Themenblöcke dargestellt. Der Übergang von kompaktem Fels zu lockerem Boden ist immer eine Herausforderung an die Beurteilung und ebenso an das Werkzeug zur Gewinnung der Probe. Trockenrammen und -drehen, Einsatz einer Trockenspülung oder Nassspülung: Hier ist das Fingerspitzengefühl des Geräteführers gefragt, ebenso das geeignete Bohrwerkzeug. Gutachter und Bauherr verlangen eine möglichst ungestörte Probe. Dazu gehören für alle Beteiligten auch die Kenntnis der Probennahmetechniken sowie die Anerkennung von Grenzen einer optimalen Durchführbarkeit.

Festen Boden unter den Füßen haben, in den Boden versinken, auf Sand bauen, auf Fels stehen: Literatur und Geschichte haben den Untergrund, den Baugrund schon lange als wesentliche Begriffe aufgenommen. Es war schon immer wichtig, zu wissen, was sich unter unseren Füßen befindet. Unsere Altvorderen gründeten Tempel, Paläste, Kathedralen auch in kritischen Baugründen. Sankt Petersburg und Versailles wurden in Sumpfgeländen erbaut. Staudämme werden in Gebirgstälern errichtet, deren Entstehung häufig auf geologische Störungszonen zurückzuführen ist – teilweise mit schwerwiegenden Folgen. So führte zum Beispiel ein Nichterkennen und Nichtberücksichtigen der Besonderheiten der geologischen Situation in Südfrankreich im Jahre 1959 zum Bruch der 60 Meter hohen Sperre Malpasset. Die nahe Mittelmeerstadt Frejus wurde von den Fluten zerstört. Über 400 Menschen starben.

Anforderung an das Berufsbild

Jeder Beteiligte trägt bei der Erkundung des Baugrundes eine besondere Verantwortung. Dieser Verantwortung ist scheinbar einfach Rechnung zu tragen, sind doch die Anforderungen eines solchen Bauwerkes mit wenigen Eigenschaften zu beschreiben: Dauerhaft standfest und kontrollierbar wasserdicht muss es sein.

Der Erkunder des Baugrundes muss zur Erfüllung dieser Vorgaben genau das Material als Probe liefern, auf dem und in das das Bauwerk gegründet wird, und zwar in der Eigenschaft, in der es in seiner Umbettung/Umgebung vorkommt und ansteht: Lagerung, Dichte, Wassergehalt, Kluftweite, petrographische Zusammensetzung. Eine „ungestörte Probe“ ist die klare Anforderung, die – in Normen gefasst – dem Baugrunderkunder ein vorgegebener Leitfaden ist (Abb. 3).

Warum also werden erbohrte Proben und die Technik der Probennahme so häufig einer kritischen Diskussion unterzogen? Techniken der Probennahme sind in die drei Kategorien A, B und C eingeteilt, die Güten einer zu erbringenden Probe sind beurteilbar in fünf Klassen. Auch hier finden sich klare Vorgaben (Tab. 1).

Die Erfahrung im Umgang mit den Gerätschaften, der Bohranlage und dem Baugrund stellt ein sehr wesentliches Moment dar. Denn nicht zuletzt bedeutet Erkundung ein Vordringen in das Ungewisse: Welche Leistung muss das Bohrgerät bringen, welcher Anfangsdurchmesser ist zu wählen, welche und wieviel Rohrtouren sind vorzuhalten, wie oft ist abzusetzen, zu teleskopieren, welche Trockenbohrausrüstung bis zu welcher Tiefe ist vorzuhalten, wann ist auf Spülbohrverfahren umzustellen, welches Kernrohr kommt zum Einsatz, welcher Kronenbesatz ist zu wählen etc.? Fragen über Fragen, und natürlich auch Kosten.

Die Ausrüstung und die Erfahrung entscheiden oft über das Ergebnis: Eine 60 mm-Rammkernsondierung mit einem Benzinhämmer wird die Felsoberkante in geringerer Tiefe antreffen als eine Kombination der Kernbohrverfahren „Trocken“ und „Spülhilfe“ ausgeführt mit einer komplett ausgestatteten Baugrundbohranlage. Beide Ergebnisse haben ihren Preis. Eine weitere Herausforderung besonders für den Geräteführer ist die Auswahl des Besatzes für die Durchführung einer Rotationskern-



Abbildungen: Hoppel

Abb. 1 – Harter Muschelkalk und weicher Kluftlehm: Ergebnis bester Abstimmung von Kernrohr, Krone, Bohrspülung und Bohrmannschaft. Seilkernrohr SK6L 146 x 102 / Synset-Krone.



Abb. 2 – Im Übergang von Auflockerung zu kompakten Fels. Das Bohrvfahren wurde bei den hellen Proben von „Trocken“ auf „Nass“ umgestellt. Die Drehschlagenergie führt zur Gesteinsmehlbildung und zur Erhitzung.

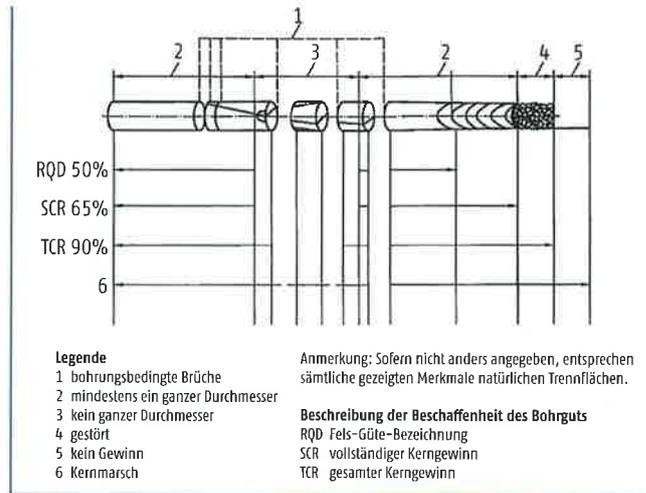


Abb. 3 – Gebrauch der Begriffe zur Beschaffenheit des Bohrguts

bohrung mit Spülhilfe (Abb. 4). Wie bereits oben erwähnt bedeutet Erkundung das Vordringen in Tiefen mit Materialien unbekannter Zusammensetzung. Die Bohrkronenauswahl kann zum Glückspiel werden, besonders bei Seilkernrohrbohrungen. Für ein wirtschaftliches Bohren sollte diese Krone möglichst viele Meter ohne Wechsel überstehen. Bohrungen mit dem konventionellen Einfach- oder Doppelkernrohr bedingen hingegen den Gesamtausbau bei jedem Kernmarsch. So kann die Eignung der Krone für das Gebirge und auch ihr Zustand bewertet werden.

Eine besondere Herausforderung sind Bohrungen im Faltengebirge der Alpen zur Tunnelerkundung (Abb. 6). Die häufigen Wechsel der Gesteinsformationen erfordern für ein wirtschaftliches Bohren langjährige Erfahrung. Und hier unterscheidet sich wesentlich der Beruf des Bohrgeräteführers in der Baugrunderkundung von jedem anderen Beruf in der Bearbeitung von Materialien. Der Metallhandwerker wählt beim Zerspanen sein Werkzeug entsprechend der Güte des zu bearbeitenden Materials aus.

Erschwerend kommt beim Arbeiten im Baugrund dazu, dass diese Tätigkeit in aller Regel im Freien ausgeübt wird (Abb. 1); bei Wind, Regen, Sonnenschein, sommers wie winters und langer Abwesenheit der „Bohrer“ von zuhause und Familie: ein

Tabelle 1 – Güteklassen von Bodenproben für Laborversuche und zu verwendende Kategorien der Probenentnahme

Güteklassen von Bodenproben für Laborversuche	1	2	3	4	5
Kategorien der Probenentnahme			A	B	C

Quelle: DIN EN ISO 22475

Berufsbild mit hohen fachlichen und sozialen Anforderungen und oft als Zweier- oder Dreier-team für acht bis zehn Tage zusammen, am Gerät, in der Unterkunft und Neun- bis über Dreizehntage. Fachkräfte, Angelernte, Leiharbeiter, unterschiedliche Entlohnungskriterien, internationale Zusammensetzung: Wer auch immer in diesem Metier zu tun hat, sollte bei aller fachlichen Betrachtung dieses menschliche Umfeld nicht unberücksichtigt lassen. Wer ein Top-Ergebnis fordert – nach allen Regeln der Norm –, sollte auch auf Top-Bedingungen für alle an der Durchführung Beteiligten achten. ➔



NORDMEYER SMAG Drilling Technologies

NORDMEYER SMAG RAMMKERNROHRSYSTEM – RKR
Für die Gewinnung durchgehend gekernter Bodenproben nach DIN EN ISO 22475.

Nordmeyer SMAG
Drilling Technologies GmbH

Niederlassung Süd:
Zeppelinstraße 8
D-88410 Bad Wurzach
Telefon: +49 (0) 7564 948648-0
Telefax: +49 (0) 7564 948648-9

Hauptsitz:
Werner-Nordmeyer-Str. 3
D-31226 Peine
Telefon: +49 (0) 5171 542-0
Telefax: +49 (0) 5171 542-110

Info@nordmeyer-smag.de
www.nordmeyer-smag.de



SMAG
GROUP COMPANY

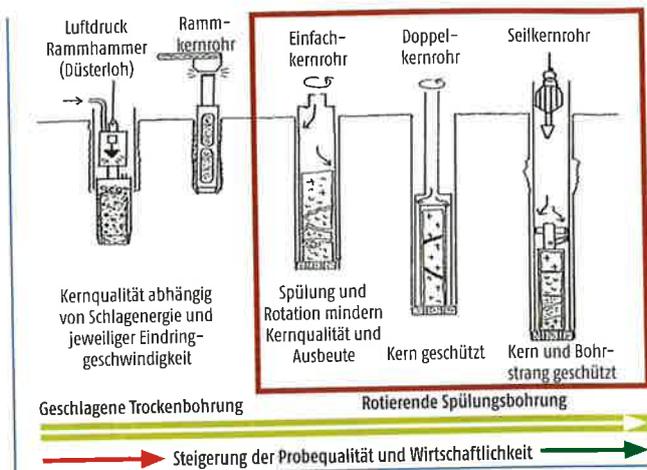


Abb. 4 – Bohrverfahren (trocken und mit Spülung sowie Kernrohrtypen)

Normen und Bestimmungsmöglichkeiten für Boden und Fels und Probennahmeverfahren – eine Auswahl

Die Norm DIN EN ISO 22475-1 in der Fassung aus dem Jahre 2006 geht sehr detailliert auf die Probennahme in Boden und Fels ein. Der informative Anhang dieser Norm beschreibt Werkzeuge, zeigt deren Gesamtansicht und benennt Kategorien der Probennahmemöglichkeiten. In der Tabelle zur Kronenauswahl werden Fels und Gesteine genannt (Abb. 5). Diese Tabelle sollte nach einer Überarbeitung zu den eher gefühlten Angaben von Härte und Abrieb weitere Spalten für Zahlen-

angaben von freiem Quarzgehalt (%) und Druckfestigkeit MN/m² aufweisen.

Die technisch-physikalische Beschreibung von Materialien, die als Probe genommen werden sollen, sind Regelwerken des Bauingenieurwesens zu entnehmen. DIN 4014 für Bohrpfähle nennt als Wert für die Abgrenzung von Boden zu Fels eine Zylinderdruckfestigkeit von ca. 500 kN/m². Der Entwurf für den Eurocode 1997-1 geht von einaxialen Druckfestigkeiten in MN/m² von 1,25 – 5 (mürb), 5 – 12,5 (mäßig mürb) über zu 12,5 – 50 (mäßig hart) und 50 – 100 (hart). Die Normen DIN 18301 und DIN 18319 definieren das Festgestein nach einaxialen Druckfestigkeiten sowie nach acht Klassen der Trennflächenabstände. In der Einheit MN/m² liegt auch hier der Grenzbereich von locker zu fest bei dem Wert 50.

In Leistungsverzeichnissen werden häufig Druckfestigkeiten der zu erbohrenden Materialien genannt. Diese Kennwerte liegen dem Bohrergerätführer theoretisch bei Beginn einer Bohrung vor. Praktischer für die Arbeiten im Gelände hat sich die Ritzhärte nach Mohs als Orientierung erwiesen. Auf einer 10-teiligen Skala von 1 (Talk) zu 10 (Diamant) hat Quarz den Wert 7 und ritzt Glas und Stahl. Gips mit dem Wert 2 wird vom Daumen nagel geritzt.

Boden, Fels und Übergang von einem Materialzustand zum anderen

Bohrtechnik und Werkzeugangebot sind in aller Regel darauf ausgerichtet, dass die Abfolge von oben weich zu unten hart in der Natur eingehalten wird. Die Herausforderung beginnt, wenn

Kernbohr-Werkzeuge				
Corborit TC	Hartmetall-Stifte HM/TC	Stratacut PCD	Synset-Ballas TSD	Naturdiamant Oberflächenbesetzt
Ton, Mergel Schlitzwandfüllung Zementation Grauguss	Verwitterungszone Tuff/Sand Ton	Ton, Sandstein Kalktuff Gips	Kalkstein, Sandstein Dolomit weicher Schiefer	(5 – 20 Steine pro Carat) Salz, Gips, Anhydrit Kalkstein/Kreide
Naturdiamant Oberflächenbesetzt	Diamant-impregniert	Diamant-impregniert Diamantstaub/Feinkorn in Metallpulver		
(20 – 40 Steine pro Carat) Basalt, Tonschiefer, Marmor	Quazit, Sandstein Granit, Gneiss Porphy, Konglomerat	Marmor, Kalkstein, hart Tonschiefer		

Abb. 5 – Kernrohrkronen und die Empfehlung für die jeweiligen Gesteine, Kurzbezeichnungen nach der Normschrift und anwenderübliche Bezeichnungen



Abb. 6 – Phyllitische Schiefer mit Quarzgängen und Störungszonen. Ein Doppelkernrohr hält Rotation und Spülung vom zu erbohrenden Kern ab. Ohne Bergung dieser weichen Formation würde eine freie Kluft vorgetauscht. Folge wäre eine Fehleinschätzung für eine Injektionsmaßnahme mit Zementsuspension.



Abb. 7 – Spülbohrung CSK 146, Kern 102 mm



Abb. 8 – Seilkernrohr CSK 146: Kronen und Kernfanghülsen für weiche, schluffig-sandige Formationen. Meth. II/IV



Abb. 9 – R8: Kernprobe 102 mm, im Liner, gebohrt mit Seilkernrohr CSK 146 Meth. IV. 131 m Tiefe

bei einer Erkundungsbohrung zuerst Hartes angetroffen wird und dann aus größerer Tiefe Weiches als ungestörte Probe zu bergen ist. Die Seilkernbohrtechnik hält für diese Situation spezielle Bohrkronen und Kernfanghülsen bereit. Begleitend dazu wird die Bohrspülung so eingestellt, dass die verspülbaren, erosiven Bestandteile köhäsiv gebunden werden. Die Bohrlochwand und der Bohrkern werden stabilisiert. Polymerspülungen (z. B. Polycol 60 LS) haben sich in solchen Fällen bestens bewährt. (Abb. 5-9)

Die möglichst beste Güteklasse bei den möglichen Entnahmekategorien zu erreichen, ist Grundsatz jeglicher Durchführung von Arbeiten zur Gewinnung von Kernproben.

Technische Weiterentwicklungen und wirtschaftliche Betrachtungen ermöglichen bei manchen geologischen Situationen Grenzüberschreitungen. Eine optimal abgestimmte Spülung kann in Verbindung mit einem Festgesteins-Seilkernrohr in Weichformationen einen Kerngewinn hoher Güteklasse erzielen. Wirtschaftlich kann eine Seilkernrohrbohrung einem Trocken-Rammkernrohr mit Verrohrungsaufwand besonders bei zunehmender Tiefe überlegen sein.

Schlussbemerkung

Boden, Fels, Übergangsbereiche, Wechselformationen, Störungszonen: Der Baugrund ist vielfältig. Ebenso breit gestreut ist das Angebot zu Werkzeugen und Bohrmethoden, die es erlauben sollen, aus diesem geologischen Angebot eine Probe zu gewinnen. Normen versuchen Ordnung in diese verwirrende Vielfalt zu bringen. Mit einer fundierten Ausbildung für die pro-

benehmenden Geräteführer kommt Kompetenz in den Arbeitsvorgang. Das ist u. a. auch das Verdienst des Bau-ABC in Rostrup. Anzustreben ist, zumindest die Grundzüge dieser Ausbildung auch den Fachkräften zukommen zu lassen, die diese Probenahmen fordern und beurteilen, besonders um den Zustand einer Probe im Zusammenhang mit deren Entstehung zu sehen. Begleitende Messtechnik und Bohrdatenerfassung kann bei der Bewertung einer Probe hilfreich sein. Die Probe selbst kann sie nicht ersetzen.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 22475-1, Deutsche Fassung, 2006
- [2] VDI Blatt 4640, Dezember 2000
- [3] Happel, M. 2008: „Kernbohrverfahren im Fels“
- [4] „Felsarten, Gesteine, Werkzeuge“, Vortrag bei der 65. Deutschen Brunnenbauertagung, Rostrup, Mai 2014
- [5] Katalog COMDRILL, 8. Ausgabe 2013

Autor

Dipl.-Geol. Martin Happel
Comdrill Bohrausrüstungen GmbH
Im Kressgraben 29
74257 Untereisesheim
Tel.: 07132 9987-13
Fax: 07132 9987-99
happel@comdrill.de
www.comdrill.de





REHAU
Unlimited Polymer Solutions



HEIZEN UND KÜHLEN MIT GEOTHERMIE

DAUERHAFT SICHERE ENERGIEGEWINNUNG AUS DER ERDE

REHAU bietet mit RAUGEO und dem Luft-Erdwärmetauschersystem AWADUKT Thermo hochwertige Systemlösungen zur umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Erdwärmenutzung an – optimal ausgerichtet auf den jeweiligen Anwendungsfall.

www.rehau.de/geothermie

Beermann

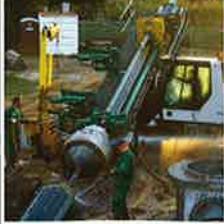
Bohrtechnik

- jeder Aufgabe gewachsen!

www.beermann.de









Grabenlose Rohrverlegung

Bohrlänge bis 1.500 m u. bis Ø 1,2 m

... alles im grünen Bereich

beermann

bohrtechnik

Heinrich-Niemeyer-Str. 50 - 48477 Hörstel-Riesenbeck
Tel.: (0 54 54) 93 05 - 0 - Fax: (0 54 54) 93 05 - 72
E-Mail: info@beermann.de - Internet: www.beermann.de

