

bbr

Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau

Sonderdruck aus bbr Fachmagazin für Brunnen- und Leitungsbau,
Ausgabe 2/1994

Bodenprobenentnahmen aus Bohrungen für geologische und hydrogeologische Ansprachen

Dipl.-Ing. Uwe Rübesamen



NBB

Nord Bohr und Brunnenbau GmbH

Zentrale Hamburg

Randersweide 1
21035 Hamburg

Tel. 0 40 / 73 59 56 - 30

Fax 0 40 / 73 59 56 - 40 / - 66

Büro Grimmen

Zum Rauhen Berg 3
18507 Grimmen

Tel. 03 83 26 / 41 09

Fax 03 83 26 / 4 66 22

Büro Rauda

Am Fuchsgraben 2
07613 Rauda

Tel. 03 66 91 – 83 95 07

Fax 03 66 91 – 83 95 06

Handling und Grenzen der Verfahren

Bodenprobenentnahmen aus Bohrungen für geologische und hydrogeologische Ansprachen

Uwe Rübesamen

Zusammenfassung

Die übliche Auslegung von Bodenproben aus dem Bohrgut reicht je nach Aufgabenstellung für die exakte Schichtgrenzenbestimmung, die Sedimentations- und Stratigraphieansprache nicht aus. Es werden Bodenproben nach DIN 4021 Güteklasse 2 gefordert, d. h., die Proben sind in diesem Fall als möglichst ungestörter Kern zu gewinnen.

Dieser Beitrag befaßt sich nicht so sehr mit den verschiedenen Verfahrenstechniken, sondern mit dem Handling und den Grenzen der Verfahren in der Praxis. □

Der Bericht erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Es soll vielmehr auf die gängigen Verfahrensweisen hingewiesen und die Grenzen aufgezeigt werden.

Generell gilt es zu unterscheiden: Dient die Probe der Bestimmung von Schichtgrenzen und Filterpositionen, oder wird die Probe für stratigraphische und analytische Untersuchungen benötigt? Die Wahl des Entnahmeverfahrens wird durch diese Forderungen festgelegt. Die Qualität der Proben ist in der DIN 4021 durch die Güteklassen 1–5 beschrieben.

Dipl.-Ing. Uwe Rübesamen, Bauingenieurstudium in Bremen, seit 1971 Angestellter der Preussag Anlagenbau GmbH im Bereich Spezialtiefbau, Brunnenbau



Zur groben Einstufung der Probenentnahmen nach der DIN 4021 gilt:

- **Güteklasse 1** ist die Sonderprobe im Stechzylinder mit entsprechender Behandlung für die Lagerung und den Transport (Versiegelung)
- **Güteklasse 2–4** ist die in den Kernverfahren rammend oder drehend gewonnene Probe
- **Güteklasse 4–5** ist die Probenentnahme aus dem Bohrgut

1 Probenentnahme aus dem Bohrgut

(DIN 4021 Klasse 4–5)

Diese Proben werden aus den Bohrwerkzeugen oder aus der Bohrspülung entnommen. Es handelt sich hierbei um Mischproben, wobei die im Trockenbohrverfahren gewonnene Probe in der Regel exakter ist. Für gute Probenqualität aus Spülbohrungen müssen die Bohrparameter, Bohrlochdurchmesser, Auftriebsgeschwindigkeit etc. abgestimmt und die Spülrinne ausreichend lang sein. Die Ansprache dieser Proben reicht in der Regel aus, um Aussagen über Schichtgrenzen, Sedimentation und Stratigraphie zu treffen (s. Abb. 1).

2 Bodenprobe als Kern

(DIN 4021, Klasse 2–4)

Die Kerngewinnung erfolgt im ungestörten Boden. Zur Begriffsbereinigung sollte man sich auf die Rammkernung und die Drehkernung als Unterscheidungsmerkmal festlegen. Gebräuchliche Bezeichnungen wie Seil-, Einfach-, Doppel- oder Dreifachkernrohr sagen nichts über die Art der Kerngewinnung. Mit diesen Begriffen wird der **Transport** des Kernes bzw. die **Konstruktion** des Kernrohres beschrieben.

2.1 Rammkernbohrung (RK)

Bei diesen Verfahren wird das Kernrohr von der Bohrlochsohle in das ungestörte Gebirge vorgetrieben. Der Kern wächst mit dem Eindringen in das Kernrohr. Die



1 Ausgelegte Bodenproben mit Teufenangabe

Rammenergie kann durch Freifallgewichte, zwangsgeführte Gewichte oder durch Hämmer unterschiedlichen Antriebs erzeugt werden. Der Rammfortschritt wird durch Markierungen am Seil überwacht; die Schlagzahlen werden in der Regel protokolliert. Nach dem Einrammen wird das Kernrohr durch die Fangvorrichtung gefangen und gezogen. Die Bohrung wird dann um die Kernlänge vertieft (s. Abb. 2–4).

2

Rammkernrohr mit
zwangsgeführtem
Rammgewicht 100 kg



2.2 Drehkernbohrung (DK)

Bei dieser Kernung wird im Druckspülverfahren im Zuge des Bohrfortschrittes der Kern gewonnen. Die unterschiedlichsten Kernrohrsysteme können dabei zur Anwendung kommen. Eine Benetzung des Kernes mit der Spülung wird durch das Innenkernrohr verhindert. In der Regel wird das Kernrohr durch den Fänger von der Bohrrohrtour abgeklinkt und über das Seil gezogen.

Damit der Kern im Kernrohr festsetzt, müssen sowohl beim RK wie beim DK folgende Kräfte aktiviert werden:

- die Reibung zwischen Kern und Innenrohr
- das Vakuum durch das Kernkopfventil
- die Verschlusskräfte von Federstahl-, Gummi- und Keilringfängern.

3 Wahl des Verfahrens

Entsprechend der Geologie des zu kernenden Gebirges ist das Kernverfahren zu wählen:

- Rammkernbohrungen in allen lockeren, bindigen und halbfesten Formationen
- Drehkernbohrungen in allen bindigen, halbfesten (wenn sandarm) und festen Formationen.

Der Kerngewinn sollte 100% sein; in der Regel werden je nach Aufgabenstellung Kerne $\geq 80\%$ der geplanten Kernlänge anerkannt. Kernverluste, die unverschuldet entstehen, können verschiedene Ursachen haben:

Bei der **Rammkernbohrung**

- Wechsellagerung von festen zu weichen Bodenschichten; die weiche Schicht wird verdrängt bzw. gepreßt.
- Brückenbildung im Kernrohr durch scharfkantige Kiese und Sande
- Gesteinshindernisse
- nicht verdichtbare, schlammige Einlagerungen

Bei der **Drehkernbohrung**

- Ausspülen von Sandanteilen
- Gesteinshindernisse
- Wechsellagerungen von Sand- und Kieseinlagen
- Klüfte

4 Durchgehende Kernung im Ramm- und Drehkernbohren

(Beschreibung des Bohrablaufs entsprechend der Abb. 5):

Geplant waren bei diesem Auftrag, die Bohrungen bis 20–25 m im Rammkernverfahren und dann bis zur Endteufe im Drehkernverfahren niederzubringen. Es



3 Fänger und Rammkernrohr

zeigte sich jedoch, daß die Drehkernbohrung Kernverluste brachte, die nicht akzeptiert werden konnten.

Die Sande spülten im wassergesättigten Bereich aus. Trotz doppelter Kernfänger, verlängerter Kernkronen und unterschiedlicher Spülungsparameter gelang kein zufriedenstellendes Ergebnis. Die Bohrung mußte im Rammkernbohren weitergeführt werden. Der Bohrablauf gestaltete sich wie folgt:

- Einrammen des Kernrohres, Länge 1 m
- Nachspülen der Schutzverrohrung $\varnothing 178$ mm
- Ziehen des Kernes über den Seilfänger
- Abwerfen des neuen Kernrohres
- Einrammen

Der Kerndurchmesser im Kunststoff-Liner betrug 101 mm, die jeweilige Kernlänge bis zur Endteufe 1 m. Zum Rammen wurde ein 300 kg schweres Freifallgewicht gewählt. Die Hubhöhe des Schlagzentrums betrug 0,4 m; hieraus ermittelt sich eine Rammenergie von 1,2 kN/m. Gemindert wird diese Rammwirkung durch die Verdrängung der Spülung und die Straffung des Seiles.

Die Schlagzahlauswertung zeigt, daß bis

< 300 Schläge	17 Kerne
300 – 500 Schläge	12 Kerne
500 – 1000 Schläge	39 Kerne
> 1000 Schläge	10 Kerne

gezogen wurden.

Der Bereich der Drehkernung von ca. –60 bis –87 m brachte bei anderen Bohrungen Schlagzahlen ≈ 2000 /m. Über die Bohrungen gemittelt, ergab sich je Kern eine Schlagfrequenz von ca. 870/m. Bei einer Hubhöhe von 0,4 m ist je Rammschlag mit einem Zeitfaktor von ca. 1,5–2,5 sec. zu rechnen.

Hieraus ergibt sich, daß im Mittel für die reine Rammarbeit je Kern ca. 30 min zu kalkulieren sind. Die Randarbeiten wie Fangen, Transportieren, Entnehmen, Lagern und Beschriften sind mit mindestens dem gleichen Zeitansatz zu bewerten.

Von –60 m bis ca. –87 m wurde die Rammkernbohrung unterbrochen und im Drehkernverfahren (SK6L) weitergearbeitet. Diese Unterbrechung ergab sich aus einer Wartezeit auf ein neues RK-Rohr.

Anstelle des Schutzrohres $\varnothing 178$ mm wurde die Drehkernrohrtour $\varnothing 146$ mm nach dem System SK6L eingebaut. Durch bindige Einschlüsse und höhere Festigkeiten wurde erwartet, daß die anfänglich fehlgeschlagenen Versuche bessere Ergebnisse bringen würden. Die



4 Freifallgewicht 250 kg, für Rammkernbohrung

Konstanz des Kerngewinns aus der Rammung wurde jedoch nicht erreicht. Der Bohrablauf konnte zwar erheblich beschleunigt werden, was allerdings zu Lasten der Kernqualität ging. Es wurde wieder auf die Rammkernbohrung umgestellt.

Die Liner werden direkt nach der Entnahme aus dem Kernrohr mit »oben« und »unten« bzw. mit Pfeilen und der Teufenangabe versehen, die Enden durch Kunststoffkappen verschlossen. Im Kernlager sind die Kerne anfänglich durch Sägen geöffnet worden. Diese Methode hatte jedoch den Nachteil, daß für die Spurenanalytik zuviel Kunststoffspanteilchen im Kern gefunden wurden: Das Verfahren mußte auf die schneidende Trennung der Liner ohne Spanentwicklung umgestellt werden.

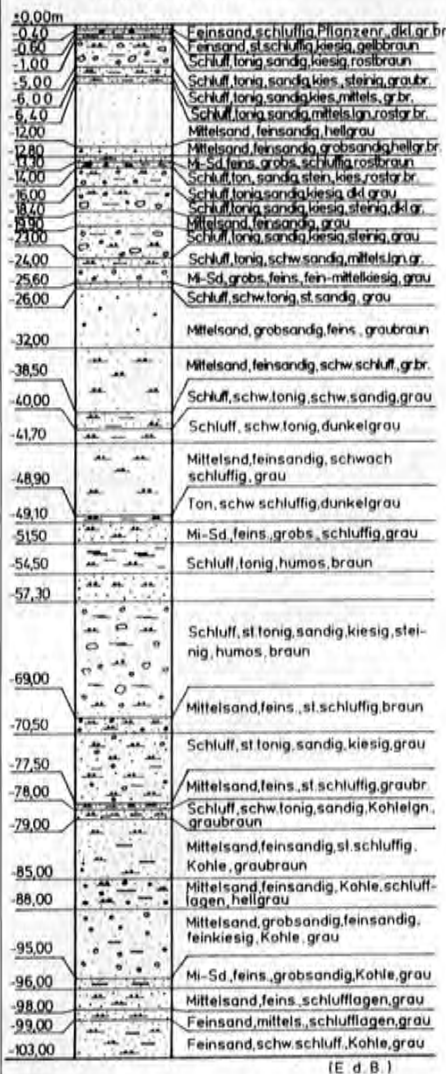
5 Fazit

Die kostengerechte Kalkulation solcher Baumaßnahmen mit durchgehender Kernung gestaltet sich durch die Vielzahl der Unbekannten als äußerst schwierig. So ist z. B. in Leistungsverzeichnissen häufig

5 Rammkernbohrung mit durchgehender Kernung (Bohrzeit der reinen Kernung 13 Arbeitstage)

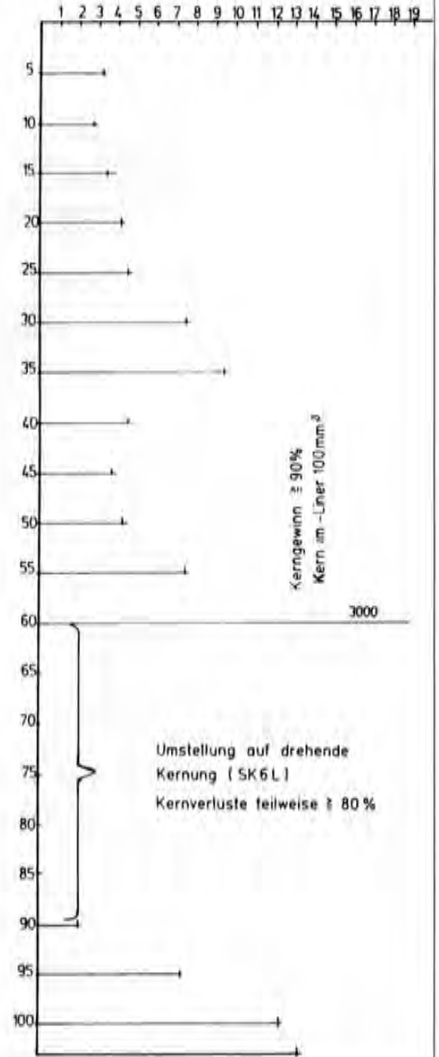
Rammenergie 1,2 kN m

Bodenprofil



Rammdiagramm
Auftragung im 5m Abstand

Schlagzahlen x 100



Maßstab	Datum	Name	Zeichnungs-Nr.	Ordnungs-Nr.	
Tiefe 1 : 500 Breite	Gezeichnet	07.10.93	Nürnberg	6691	
	Geprüft			Auftrags-Nr.	

das Verfahren nicht eindeutig beschreiben, die Geologie nur grob bekannt, und die Endteufe wird z. B. mit 3 m in die Basis beschrieben.

Von diesen Faktoren hängen jedoch die Auslegung des Gerätes und die Zeitansätze für die Vorgänge ab. Es ist deshalb zu empfehlen, die Ausschreibungen derart aufzuziehen, daß sowohl das Rammkernbohren wie auch das Drehkernbohren mit den Preisunterschieden

und auch das Umstellen von dem einen zum anderen Verfahren preislich angefragt werden. Entsprechend sind auch die erforderlichen Bohrqerschnitte DK z. B. 146 mm, RK z. B. 178 mm als Aufweitungsbohrung mitaufzunehmen. Die Begrenzung der Schlagzahlen bei entsprechender Rammenergie sollte – wenn schon nicht im Leistungsverzeichnis genannt – in der Auftragsverhandlung festgelegt werden.