

Kernbohrverfahren

Bohrkerngewinnung zur Erkundung von Baugrund und Rohstoff

Martin Happel
Diplom-Geologe

Comdrill Bohrausrüstungen GmbH



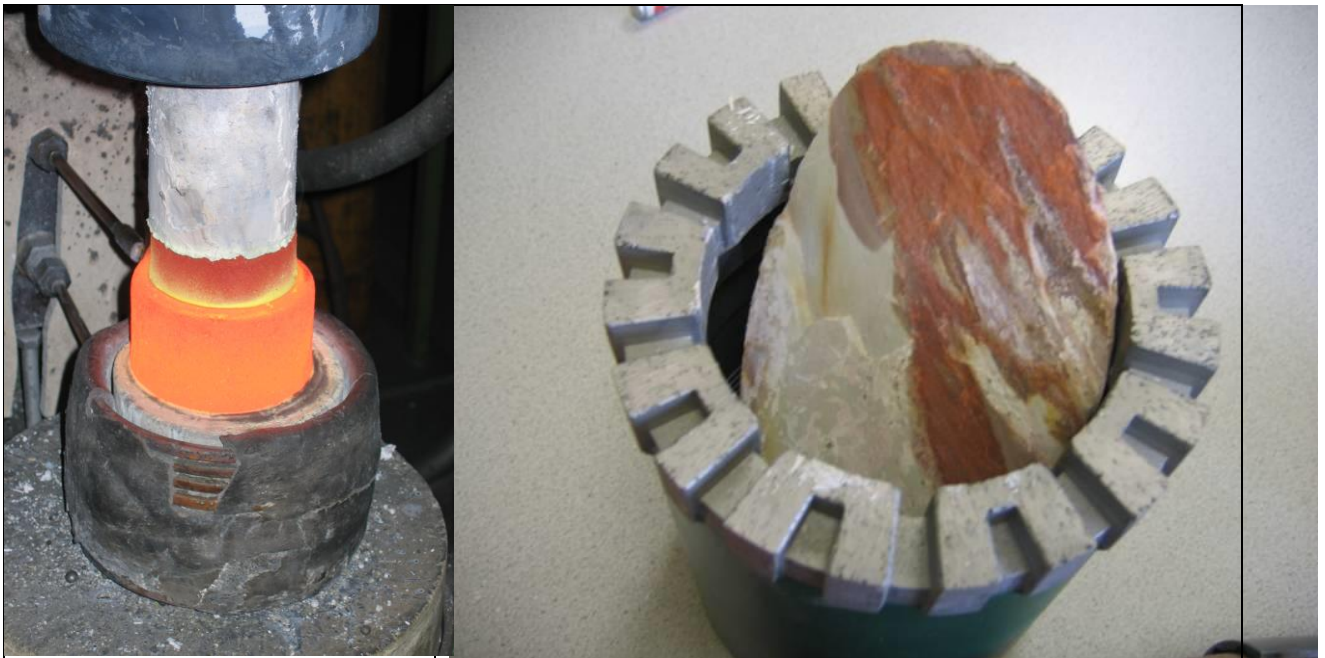
Kimberlit-Bohrkern erhobt mit dem Seilkernrohr GEOR S 156 x 102 auf einer PRAKLA-Bohranlage RB 50 in Lucapa/Angola

Der Bohrkern ist der wichtigste Bestandteil in der Beurteilung geologischer Situationen im Tunnelbau und für die Zusammensetzung von Rohstoffen für deren mögliche bergmännische Gewinnung. Geophysikalische Methoden und die Fernerkundung mit Satelliten bereiten einer Erkundung mit Bohrverfahren den Weg. Die Durchschlagsröhren vulkanischer Gesteine (Kimberlite) lassen sich so zum Beispiel sehr gut lokalisieren. Den Beweis, dass sie dann auch wirklich so diamanthaltig sind, dass sie zuverlässig wirtschaftlich abgebaut werden können, kann nur eine Kernbohrung erbringen. Mit Kernbohrverfahren werden aktuell (2008) in Deutschland die Kupfervorkommen der Lausitz mit Bohrtiefen von über 1000 Meter erkundet. Kasachstan verfügt über die zweitgrößten Uranvorkommen der Welt; ein gigantisches Bohrprogramm mit Kernerkundung legt für die Investoren die neuen Abbaugebiete fest.



Diamantexploration in der Kalahari(Botswana).

Kernbohrverfahren sind eine bewährte Probenentnahmetechnik, seit zwei wichtige technische Voraussetzungen erfüllt sind: Verschleißfeste Werkstoffe (Industrie-Diamanten in einer Metallpulvermatrix auf einem Stahlrohrkörper kraftschlüssig aufzubringen (Bohrkrone), und die Herstellungsmöglichkeiten für Präzisionsstahlrohre zum Einsatz für dünnwandige Kernrohre.



<p>Fertigung einer Diamantbohrkrone im Heißpreßverfahren und Stickstoffatmosphäre (Dieckmann).</p>	<p>Diamant-Imprägnierte Kernbohrkrone 146x102 mm. Segmente sind flächenreduziert für Bohranlagen mit geringerer Andrucksmöglichkeit. Bohrkern: Phyllitischer Schiefer mit Quarz (Devon bei Rüdesheim).</p>
--	--

Mit diesen Kernbohrwerkzeugen ausgestattet, ist die Bohrindustrie in der Lage, eine verlässliche Tiefenerkundung mit Kernprobengewinnung durchzuführen. Ab Mitte der 50er Jahre des Zwanzigsten Jahrhunderts standen standardisierte Bohrsysteme für einen verlässlichen Einsatz zur Verfügung. Die Staffelung von großen zu kleinen Durchmessern erlaubte, in Tiefen von mehreren Tausend Metern vorzudringen. Ein weiterer wichtiger Schritt war die Weiterentwicklung leistungsfähiger Bohranlagen mit dem Übergang von elektrischen zu hydraulischen Spindelbohrgeräten. Diese hochtourigen Bohranlagen mit Drehzahlen von über 1000 U/min erzeugten relativ kleine Bohrkern (63 mm H / 47 mm N / 36 mm B / 26 mm A) bei Tiefen von über 2.000 m. Einsatzgebiete sind in erster Linie Erze, Steinkohle, Steinsalz.

Mit dem Wunsch nach größeren Bohrkernen im 3 Zoll (P) bis 4 Zoll (S) Bereich übernehmen moderne Rotary-Bohranlagen in steigendem Maße die Kernerkundungsaufgaben. Die Einzelkomponenten dieser Maschinen (Kraftdrehkopf, Abfangvorrichtung, Mast, Winde, Hydraulikpumpen, Spülpumpen, sind mit sehr hohen Leistungsreserven ausgelegt. Das erfreuliche Ergebnis ist, dass die größeren Kerndurchmesser (85 mm P, 102 mm S) zuverlässig gewonnen werden können bei der Erreichung von Tiefen über 2000 Metern.



Rotary Bohranlage RB 40 mit Schnellläufer-Kraftdrehkopf für Seilkernrohr CSK 146 am Semmering in Österreich.



Sonderseilkernrohr 146 x 47,5 mm mit Naturdiamant-Bohrkrone.

Der entscheidende Vorteil eines größeren Bohrkerns ist die bessere Beurteilungsmöglichkeit der Probe und auch die bessere Kernqualität. Jeder Bohrvorgang bedeutet einen Eingriff in ein naturgemäß bestehendes Gesteinsgefüge: Je fester und zusammenhängender der geologische Aufbau desto unempfindlicher reagiert das Gestein auf diesen Eingriff. Der

Umkehrschluss führt daher zu einem vernichtenden Ergebnis für die Kernprobe: Mögliches, zu erbohrendes Material wird durch Bohrspülung und Reibung im Bereich der rotierenden Kernbohrkrone zerstört, und zwar umso intensiver, je kleiner der Bohrkern ist. Mantelfläche und Kerndurchmesser stehen in einem ungünstigen Verhältnis.



Harter Muschelkalk und weiche Klufflehme bei bestem Zusammenspiel von Kernrohr, Krone und Geräteführer. Seilkernrohr SK6L 146 x 102 bei Würzburg.



Kernverlust und Zerstörung durch ungeeignetes Bohrverfahren. Spindelbohrgerät mit Einfachkernrohr am Gotvand-Damm (Iran).

Gerade der Einsatz des Kernrohres mit der Größe S (102 mm Kern) brachte eine wesentliche Verbesserung der Kernqualität. Geologen und Lagerstättenkundler erhalten jetzt auch Aussagen über Störungszonen, Verwitterungsbereiche, Stratigraphiewechsel von hart-kompakt zu weich-inkohärent. Hier versagten in aller Regel die kleineren Kernbohrrohre auf den Spindelbohranlagen!

Zu der besseren Probenqualität kommt eine höhere Sicherheit für das Bohrloch hinzu: Weiche, brüchige Zonen sind gefährdet für Verspülung und Ausbruch (Nachfall). Das Einbringen von Schutzrohren (Futterrohre) wird dann unumgänglich: kein Problem für eine kraftvolle Rotary-Bohranlage mit den entsprechenden Leistungsreserven. Eine Spindelbohranlage wird hier nicht gleiches leisten können. So sind beispielgebend die Diamantenfelder des südlichen Afrika mit der Einführung der Großkern-Bohrtechnik seit dem Jahre 2006 deutlich besser in ihrem Gesamtaufbau zu beurteilen.



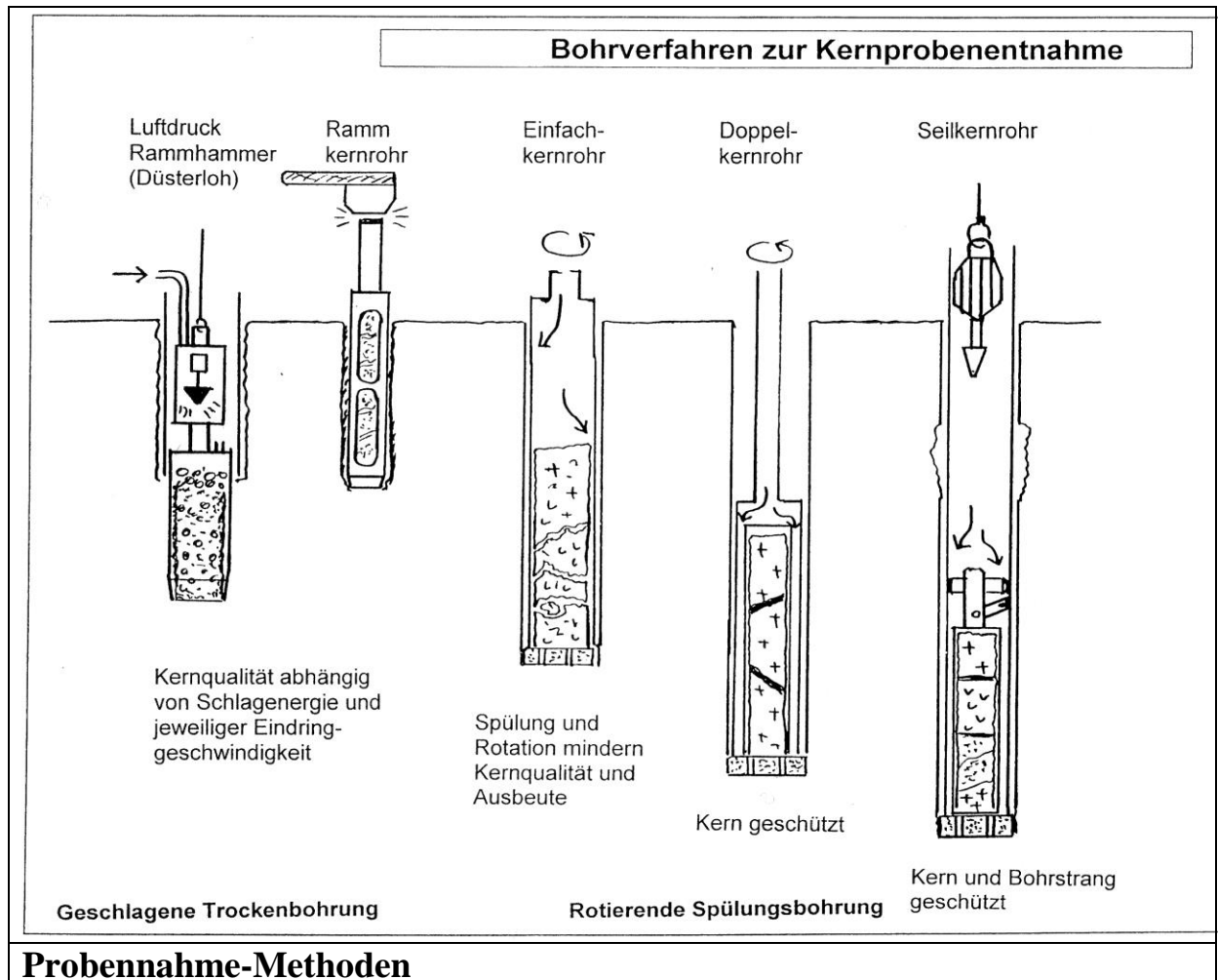
Seilkern - Tiefbohranlage für abgelenkte Bohrungen bis 2000 m Bohrlänge. DSK in Ibbenbüren.



Bohrmeister mit Diamantimprägnierter Kernbohrkrone für quarzitischen Sandstein der Rotliegend-Formation bei Ibbenbüren.

Kernbohrsysteme

Das Gewinnen von Bohrkernen auch aus Tiefen (Teufen) von mehreren Hundert bis über Tausend Metern wird heute fast ausschließlich mit dem Seilkernverfahren durchgeführt. Für flachere Teufen finden Einfachkernrohre und Doppelkernrohre Verwendung.



Einfachkernrohr

Das Einfachkernrohr ist bewährtes Werkzeug zum Bohren in festen Materialien.

Die Betonbohrkrone im Hochbau stellt die Basisversion dar in einer einteiligen Ausführung. Dünnwandige Rohre sind im Schneidbereich mit aufgelöteten Diamantsegmenten bestückt. Ein Stahldeckel mit Gewindeanschluß erlaubt das Aufschrauben dieser Bohrkrone auf eine leichte Bohrmaschine mit zumeist elektrischem Antrieb. Nicht der Bohrkern ist das Ziel, sondern der Durchbruch durch Wand und Decke in Bauwerken.

Einfachkernrohre für die Gewinnung von Proben in Bauwerk und Geologie haben einen mehrteiligen Aufbau. Wichtigster Bestandteil ist der Kernfangring: Dieser Ring ermöglicht das Abreißen und Festhalten der zylindrischen Bohrprobe. Innen mit einer Zahnung besetzt, außen konisch geformt, zwingt er beim Rückziehen die Kernsäule durch Verschieben im Gegenkonus der Kernfangringaufnahme: Der Kern ist im Kernrohr gefangen und kann geborgen werden. Standard-Kernlängen sind 1,5 m bzw. 3 m.

Kernrohraufbau:

**Kopfstück mit Gewindeanschluß für Bohrgestänge
Kernrohr zur Kernaufnahme (0,5 /1,0 /1,5 /3 m)
Kernfangring-Aufnahme (blank oder als Räumer)
Kernfangring
Kernbohr-Krone**



Einfachkernrohr

Das Einfachkernrohrbohren ist ein vergleichsweise kostengünstiges Bohren. Die geringe Wandstärke der Kernrohre (3,5 /4,5 mm) bedingt nur geringe Schneidlippenbreiten an der Bohrkronen : Bohrgeräte brauchen damit weniger Leistung aufzubringen aufgrund geringer Andruckfläche; Der Besatz mit Diamanten ist gering. Bohrspülung und Rotation arbeiten jedoch direkt am erbohrten Kern. Verspültes Material muss die Bohrkronen zusätzlich zur Ringspaltarbeit zerbohren. Die Längenmeterleistung einer Einfachkernrohrkronen wird damit entscheidend nachteilig beeinflusst.

Die Kernrohre mit der Typbezeichnung B (Berta) sind Standard mit den Bohrloch / Kern-Durchmessern: (mm)

36/22 46/32 56/42 66/52 76/62 86/72

101/87 116/102 131/117 146/132



Bohren mit dem Einfachkernrohr in historischen Bauwerken.



Bohrkern als Abfall. Deutlich erkennbar ist das mitrotierte ,feste Material an der unregelmäßigen Oberfläche.

Doppelkernrohre

Doppelkernrohre verhindern weitestgehend den Einfluss von Bohrspülung und Reibung auf den Bohrkern. Die hohen Anforderungen zum Gewinnen einer ungestörten Kernprobe werden damit erfüllt. Der Kernrohrkopf mit dem Anschluß an das Bohrgestänge ist so konstruiert, dass ein äußeres Rohr und ein inneres Rohr aufgeschraubt werden können. Eine Kugellagerung verhindert, dass die zum Bohren nötige Rotation von Außenkernrohr und Bohrkronen auf den Kern verschleißreibend übertragen wird. Die Spülung strömt zwischen Innen- und Außenrohr und tritt erst im Kronenbereich aus. Das Kernfangen funktioniert nach dem gleichen Prinzip, wie bei dem Einfachkernrohr, nur sitzt hier der Kernfangring in einer Kernfanghülse, die mittels einer Aufsteckhülse ins Innenrohr eingesteckt ist. Steckverbindungen erlauben geringere Wandstärken in den Rohren, und damit auch noch relativ

dünnlippige Bohrkronen mit den Vorteilen von geringem Flächenandruck und niedrigeren Kronenkosten.
 Doppelkernrohre haben die gleichen Bohrllochdurchmesser wie die Einfachkernrohre und standardisierte Bezeichnungen wie z.B.

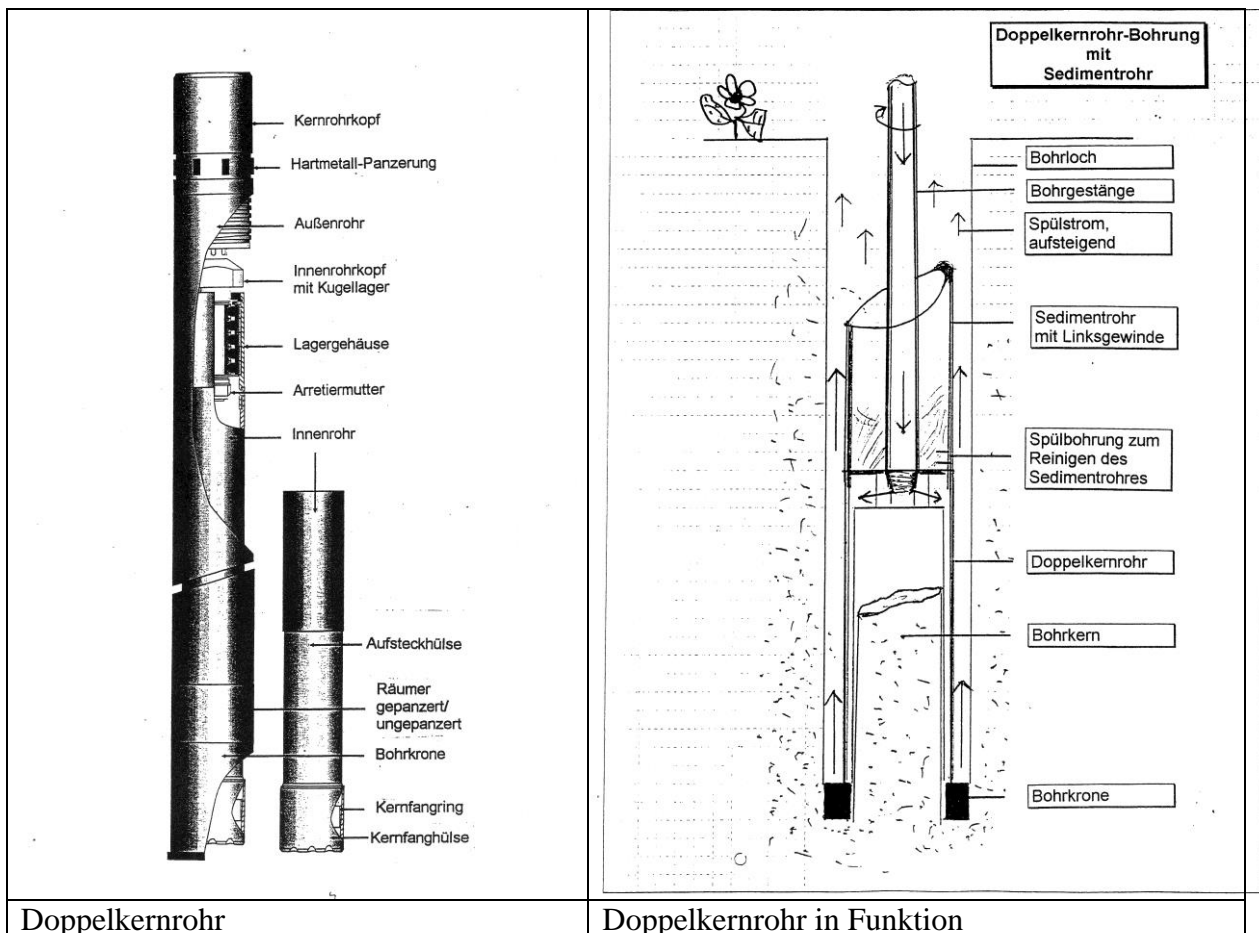
T-2 36/22 46/32 56/42 66/52 76/62 86/72 101/82

D 101/81 116/96 131/110 146/122
 Mit Option Spülungsumlenkkopf zum Kernausspressen

T-6 86/67 101/79 116/93 131/108 146/123

MDTK 131/102 3-fach Kernrohr (Liner) und Kernausspressen mit Umlenkspülkopf

T-6 S 116/86 131/101 146/116
 Innenrohr zum Aufklappen



Doppelkernrohre sind für eine bestmögliche Probengewinnung hervorragend geeignet. Die Bohrmannschaft kann sich individuell auf das zu erbohrende Material einstellen. Mit jedem Kernmarsch (Einbau des leeren Kernrohres auf Bohrlochsohle, Abbohren einer Kernstrecke, Ausbau des vollen Kernrohres, Bergen des Bohrkerns) können Kernrohr und Bohrkronen inspiziert werden.

Bei all diesen Vorteilen hat das Bohren mit dem Doppelkernrohr den entscheidenden Nachteil, dass mit zunehmender Tiefe der Zeit- und Kraftaufwand für die Bohrmannschaften enorm zunimmt. Dazu kommt, dass zwar aus brüchigen, empfindlichen Bereichen eine sehr gute Kernqualität gewonnen werden kann, diese Bereiche allerdings beim Weiterbohren stark nachfällig reagieren können. Statt frischem Kern wird Nachfall erbohrt, es muss verrohrt werden, das Kernrohr riskiert fest zu werden. In diesem Falle bietet sich ein spezielles Doppelkernrohrverfahren an: Das Seilkernrohr.

Seilkernrohr



Innenrohr des CSK 156 x 102 am Fänger (Overshot) mit Kernseil.

Einbau eines leeren Innenrohres CSK in den Bohrstrang zum Weiterkernen.(Roundtrip).

Das Seilkernrohr erweitert die Möglichkeiten des konventionellen Doppelkernrohrbohrens. Das Bohrgestänge übernimmt zugleich die Aufgabe einer Schutzverrohrung, das Innenrohr ist ziehbar

mittels eines Fängers am Windenseil. Die Zeiten für die Kernbergung werden deutlich minimiert.

Ein sehr gängiger Durchmesser für den Bohrkern ist 102 mm. Das Standardseilkernrohr hat die Bezeichnung S für den Durchmesser 146 x 102 mm in den Variationen:

CSK SK6L GEOBOR S

Seilkernrohrsysteme
Wireline Systems
146 x 102 mm

Elemente der Seilkernrohre 146 x 102
Geobor S: 3 Klinken am Innenrohrkopf / 3-teilige Stützkupplung / Overshot als Fangglocke
CSK: 5 Klinken am Innenrohrkopf / 2-teilige Stützkupplung / Overshot als Fangglocke
NSK / SK6L: 1 Klinke am Innenrohrkopf / Fänger mit Fangspitze (Inshot)

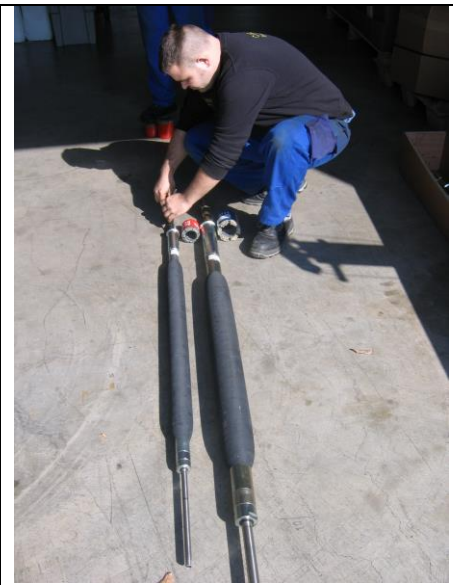
Neben diesen standardisierten Kernrohren, die gleichsam von der Stange gekauft werden können, wurden Kernrohre für bestimmte Einsatzzwecke entwickelt. Schwierige Geologische Verhältnisse, tiefe Bohrungen, Ablenkarbeiten erfordern verstärkte Gestänge und damit andere Schneiddurchmesser.

Verstärkte Bohrgestänge erlauben aber auch andere Bohrverfahren mit dem Einsatz von Rollenmeißeln oder dem Imlochhammer. Das meist dünne Standard- Seilkerngestänge mit Trapezgewinde ist hier zu empfindlich für eine vielseitige Verwendung. Die in der Anschaffung teureren verstärkten Gestänge sind letztendlich wirtschaftlicher, da vielseitiger einsetzbar: Ein wesentliches Argument bei hohen Transportkosten in entlegene Regionen dieser Welt!

Nicht nur für das Kerngewinnen an sich ist dieses Bohrverfahren nutzbar: Im Schutz der Verrohrung des Bohrgestänges sind Bohrlochversuche möglich: WD / WAP / LUGEON – Test, Dilatometer – Versuch/ Seitendruck – Sonde, Kernorientierung zur Raumlagebestimmung der Schichten.



In den Bohrstrang des CSK 146 eingebauter Packer und Messgerät für Wasserdruckversuche.

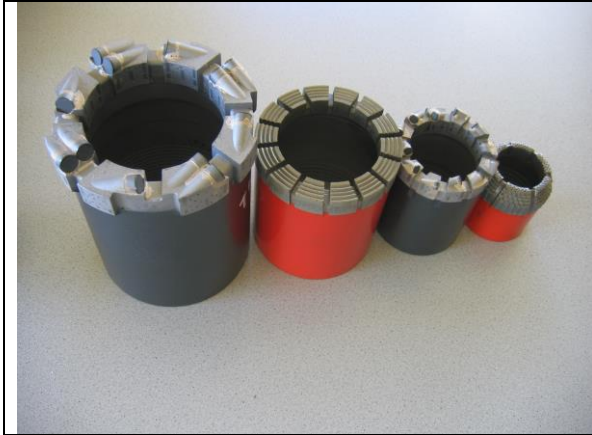


Schlauchpacker für Seilkernrohre der Typen NWL und HWL.

Seilkernrohre sind international standardisiert (DCDMA- Diamond core drillers manufacturers association). Buchstaben stehen für die gängige Durchmesserbezeichnung (mm):

A 47,8/26,9 B 59,7/36,3 N 75,4/47,5

H 95,8/63,4 P 122,3/84,8 S 146/102



Kernbohrkronen in Staffelgrößen:CSK, PWL, HWL, NWL.



Seilkernrohr HWL im Einsatz auf einer 300 m Erkundung in der Oberpfalz .Happel, 1985

Die Buchstaben können mit der Bezeichnung WL (Wire-Line = Seilkern), Q oder K verbunden sein.

Kernbohrkronen

Jede geologische Situation erfordert ein darauf abgestimmtes Werkzeug zur Kernprobengewinnung. Jeder Geräteführer, jeder Bohrmeister ist mit dem wechselhaften Gesteinsaufbau seines Arbeitsgebietes vertraut, von verwittertem Sandstein zu hartem, abrasivem Granit. Eine Kernbohrkrone, die jedes Material mit befriedigendem Ergebnis bearbeiten kann, gibt es nicht. Grundlegende Kenntnisse in der Gesteinsansprache sind sehr hilfreich bei der Auswahl für Bohrkronen.

Generell gilt:

Je weicher das Gestein, desto größer das Schneidelement.

Je härter und quarzreicher das Gestein, desto kleiner und widerstandsfähiger das Schneidelement.

Die skizzierte Übersicht ist eine Auswahlhilfe für den Praktiker.

Kernbohr-Werkzeuge

Corborit



Ton, Mergel
Schlitzwandfüllung
Zementation
Grauguss

Hartmetall-Stifte



Verwitterungszone
Tuff/Sand
Ton

Stratacut



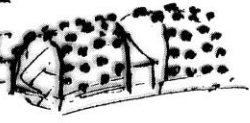
Ton, Sandstein
Kalktuff
Gips

Synset-Ballas



Kalkstein, Sandstein
Dolomit
weiche Schiefer

Naturdiamant



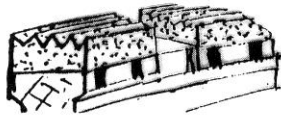
(5 – 20 Steine pro Carat
Salz, Gips, Anhydrit
Kalkstein/Kreide

Naturdiamant



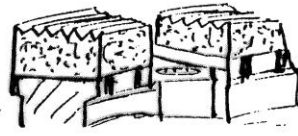
(20 – 40 Steine pro Carat)
Basalt, Tonschiefer,
Marmor

Diamant-impregniert



Quarzit, Sandstein
Granit, Gneiss
Porphyr, Konglomerat

Diamant-impregniert



Marmor, Kalkstein, hart
Tonschiefer

Diamant ist mit seiner hohen Druckfestigkeit und Ritzhärte ideal für den Besatz von Bohrkronen geeignet. Verwendung finden Naturdiamanten (Westafrika 1, Premium, Carbonado) und künstlich (synthetisch) hergestellte Diamanten (PCD in plattiger Form, TSD in Würfel-Form).

Hartmetalle in sechseckiger (hexagonaler) Form oder als Bruchstücke (Corborit) sind zum Beispiel als Schneidelemente in Tonen, weichen Kalksteinen und losen Sandsteinen geeignet.



Kernbohrkronen mit Hartmetall und Diamantbesatz.



Eine diamantimprägnierte Bohrkronerbohrte diese Kerne. Rotliegend-Sandstein auf Gneis des Grundgebirges (Nordschwarzwald).

Qualitatives Kernbohren ist Feinarbeit und mit Geduld verbunden. Bohrfortschritte liegen je nach Gestein und Bohrwerkzeug bei 1 bis 10 cm/min.

Eine diamantimprägnierte Bohrkroner des Seilkernrohrtyps CSK 146 benötigt eine Drehzahl von ca. 200 U/min. Darauf sollte der Kraftdrehkopf der Bohranlage ausgelegt sein. Der Andruck sollte mit 2 bis 4 to aufgebracht werden können. Die Spülpumpe sollte regelbar sein von 120 bis 250 l/min und Drücken bis 20 bar.

Der Bohrerfolg hängt letztendlich ab von den Leistungsmöglichkeiten der Bohranlage, dem Bohrwerkzeug und besonders von der Erfahrung des Mannes an den Steuerhebeln. Die ständige Beobachtung von Andruck, Drehmoment, Spüldruck, Spülungsrate und Bohrfortschritt ist unabdingbar für das Gewinnen eines Bohrkerns, der eindeutig auf die geologische Situation des Gebirgsabschnittes rückschließen lässt.

Diese Abhandlung über Kernbohrverfahren soll eine erste Übersicht über die Einsatzmöglichkeiten geben. Im Literaturverzeichnis finden Sie Hinweise auf vertiefende Schriften.



Entschrauben der Kernfanghülse des Seilkernrohres GEOBOR S.



Bohrkern 102 mm aus dem „Blue Ground“ des Diamanthaltigen Kimberlits. Gebohrt mit Geobor S und CSK 156 x 102 auf einer PRAKLA Bohranlage RB 50 in Lucapa/Angola.

Weiterführende Literatur zum Thema Kernbohren:

-Kernbohrausrüstung und Spülbohrverfahren zur Bauwerkserkundung.

Eine Auswahl gängiger Bohrsysteme.

Martin Happel - COMDRILL Bohrausrüstungen GmbH

-Exploration by using Core-drilling-technologies

Examples, Site Studies

Martin Happel - COMDRILL Bohrausrüstungen GmbH

-Diamond Drilling Handbook

Fourth Edition 2007 ISBN 0-620-17702-0

W.F. Heinz Republic of South Africa

-COMDRILL Produktkatalog

Internet-Ausgabe www.comdrill.de

124 Seiten mit Tabellen zur Bohrtechnik

-Seilkernrohrsysteme – Probennahme

Wire-Line-Systems - Core Sampling

Powerpoint-Darstellung in deutscher und englischer Sprache für Seilkernsysteme.

Martin Happel COMDRILL Bohrausrüstungen GmbH 2008

-Geotechnische Erkundung und Untersuchung /Geotechnical Investigation and Testing

Teil 1: Probennahmeverfahren

DIN EN ISO 22475-1:2006

Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin www.beuth.de

Dieses Regelwerk ist sehr detailliert mit genauer Beschreibung der Probennahme, der Probenqualitäten, der Eignung der jeweiligen Bohrverfahren zu Probengewinnung. Der informative Anhang erläutert die gängigen Bohrausrüstungen.

Wir vom Hause COMDRILL beantworten gerne Ihre Fragen.

GF Martin Happel 00497132998713

GF Heiner Schuchmann 00497132998712

COMDRILL Bohrausrüstungen GmbH

D - 74257 Untereisesheim bei Heilbronn

www.comdrill.de info@comdrill.de

Martin Happel



Studium der Geologie in Würzburg mit Auslandssemester in Caen/Nordfrankreich.

Bohrpraktikum als Mitarbeiter auf Bohranlagen.

Seilkernen, Pennsylvanisches Bohrverfahren mit dem „Schäfer-Kran“, Imlochhammer-Bohren, Direkt-/Rotary-Spülbohrung, Lufthebe-/Indirekt-Spülbohrung.

Nach dem Studium Tätig bei Bohrfirmen im Rahmen der Erkundung zum „Kontinentalen Tiefbohrprogramm“ KTB im Schwarzwald und in der Oberpfalz.

Seilkernbohrungen mit dem System NSK 122 x 79 und HQ 95,8 x 63,4.

Seit 1986 bei der Firma COMDRILL Bohrausrüstungen GmbH in verantwortlicher Position.

COMDRILL ist aktiv in der Erkundung für Baugrund, Bergbau, Tunnelbau, Staudamm, Brunnenbau, Spezialtiefbau, Sanierung historischer Bauwerke und ganz aktuell in der Oberflächennahen Geothermie.

COMDRILL bedient seit 1976 zuverlässig, fachkundig und innovativ seine Kunden im nationalen und internationalen Bereich.

Untereisesheim bei Heilbronn

Oktober 2013