

# Fels und Boden

## Kernbohrverfahren zur Probengewinnung

### Mit besonderer Berücksichtigung der Übergangsbereiche

Martin Happel



**Abb.1) Harter Muschelkalk und weicher Klufflehm: Ergebnis bester Abstimmung von Kernrohr, Krone, Bohrspülung und Bohrmannschaft. Seilkernrohr SK6L 146 x 102 / Synset-Krone.A3 bei Würzburg.**

Dieser Artikel befasst sich im Allgemeinen mit den Besonderheiten der Probennahme in den Materialien Boden und Fels. Herausforderungen stellen Übergangsbereiche dar, oberflächennah oder auch in größeren Tiefen. Dabei sind die Normvorgaben gegebenenfalls großzügiger auszulegen und auch Bedingungen im Umfeld der Arbeiten zu berücksichtigen. Die Kenntnis um das Entstehen einer Probe kann bei der Bewertung des gewonnenen Materials wichtige Hinweise geben.

#### **Schlüsselworte:**

Boden, Fels, Übergangsbereiche, Normen, Arbeitsumfeld, Bohrverfahren, Kernrohre, Bohrkronen,

#### **Einführung:**

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 würden in Sumpfbereichen erbaut. Staudämme werden errichtet in Gebirgstälern, deren Entstehung häufig auf geologische Störungszonen zurückzuführen sind.

So führte zum Beispiel ein Nichterkennen und Nichtberücksichtigen der Besonderheiten der geologischen Situation im Jahre 1959 in Südfrankreich 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, siehe oben genanntes Beispiel, bei der Erkundung des Baugrundes eine besondere Verantwortung. Dieser Verantwortung ist scheinbar einfach Rechnung zu tragen, sind doch die Anforderungen eines Bauwerkes an seinen Ersteller 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! Eine klare Anforderung. Und eine Anforderung, die - in Normen gefasst - dem Baugrunderkunder ein vorgegebener Leitfaden ist.



**Abb. 2) Kernprobe im Übergang von Auflockerung zu kompakten Fels. Bohrverfahren wurde von „Trocken“ auf „Naß“ umgestellt bei den hellen Proben. Die Drehschlagenergie führt zur Gesteinsmehlbildung und zur Erhitzung.**

Warum also werden erbohrte Probe und Technik der Probennahme so häufig einer kritischen Diskussion unterzogen? Techniken der Probennahme sind in die drei Kategorien A) B) C) eingeteilt, die Güten einer zu erbringenden Probe sind beurteilbar in fünf Klassen. Wir haben also auch hier klare Vorgaben!

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

Abb. 3) Tabelle aus DIN EN ISO 22475

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..... Fragen über Fragen, und natürlich auch Kosten!

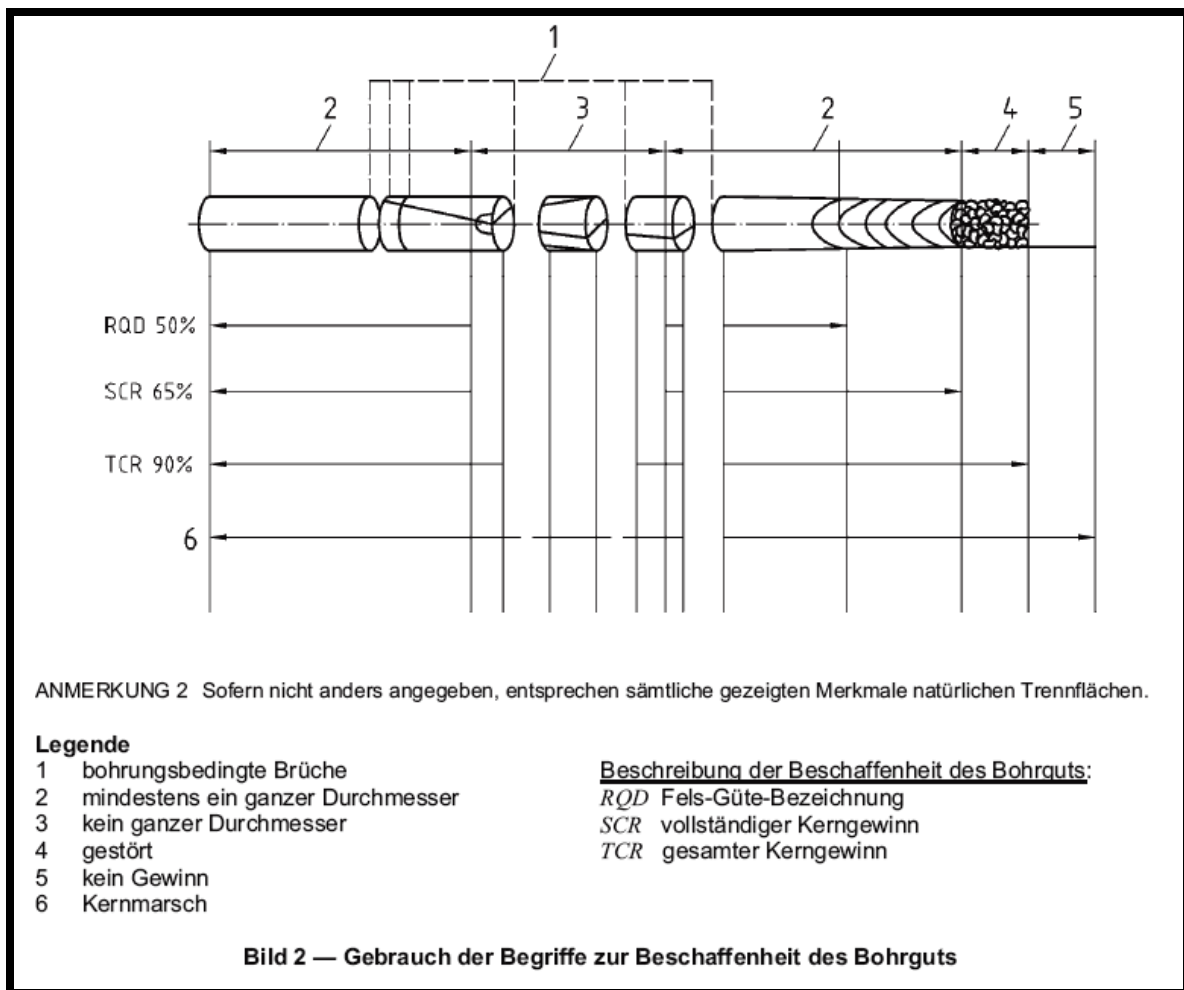


Abb. 4) Tabelle aus der Norm 22475 zur Beurteilung des Kernzustandes



Abb. 5) Kalkstein, Mergel, Ton: Horizontale Seilkernbohrung CSK 146 mit PCD 20 x 8. Innenrohr drehte durch Verklebung zeitweise mit. Plastischer Kern verlор an Durchmesser.

Die Ausrüstung und die Erfahrung entscheiden oft über das Ergebnis: Eine 60 mm Rammkernsondierung mit einem Benzinhammer wird die Felsoberkante in geringerer Tiefe antreffen, als eine Kombination von Kernbohrverfahren „Trocken“ und „Spülhilfe“, ausgeführt mit einer komplett ausgestatteten Baugrund-Bohranlage. Beide Ergebnisse haben ihren Preis. Eine weitere Herausforderung besonders für den Geräteführer ist die Auswahl des Besatzes für die Durchführung einer „Rotationskernbohrung mit Spülhilfe“. 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. Hingegen Bohrungen mit dem konventionellen Einfach- oder Doppelkernrohr bedingen den Gesamtausbau bei jedem Kernmarsch. So kann die Eignung der Krone für das Gebirge und auch ihr Zustand bewertet werden.

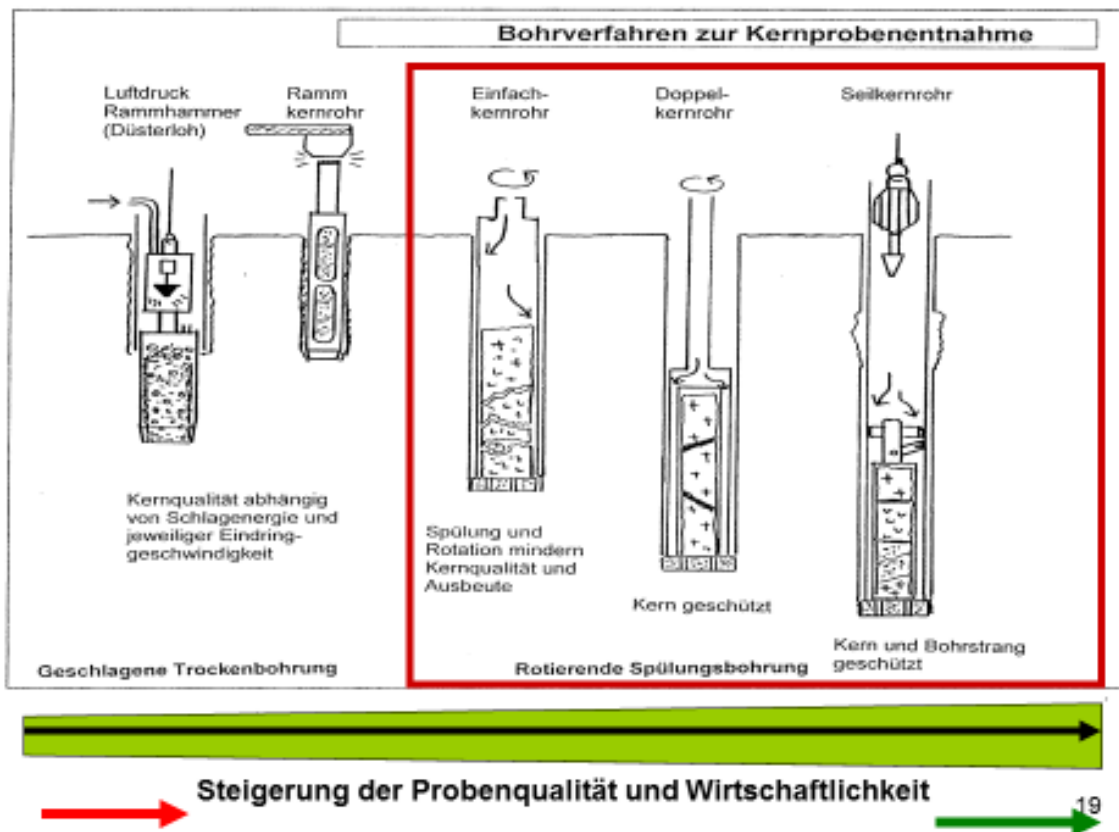


Abb. 6) Bohrverfahren Trocken und mit Spülung. Kernrohrtypen

Eine besondere Herausforderung sind Bohrungen im Faltengebirge der Alpen zur Tunnelerkundung. Die häufigen Wechsel der Gesteinsformationen erfordern hier 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.

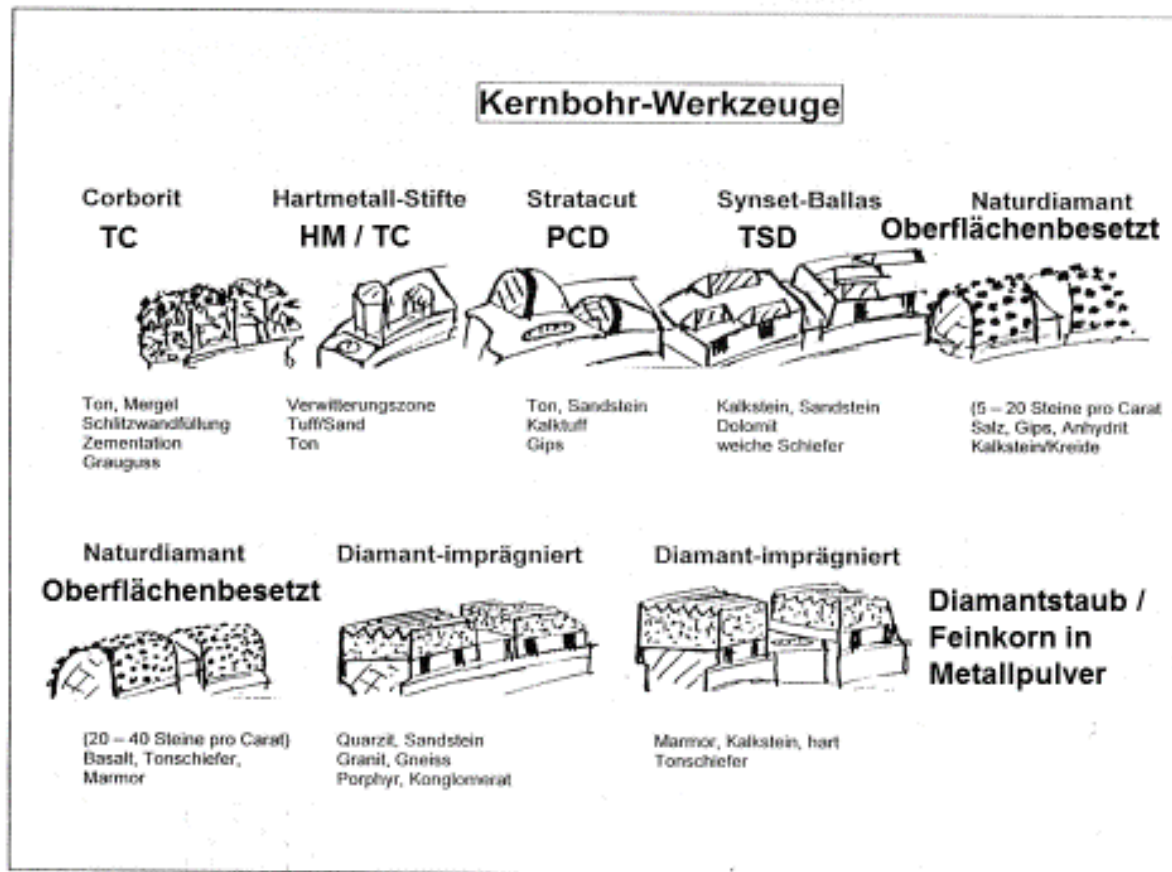


Abb. 7) Kernbohrkronen und die Empfehlung für die jeweiligen Gesteine. Kurzbezeichnungen nach der Normschrift und anwenderübliche Bezeichnungen.



Abb. 8) Phylitische Schiefer mit Quarzgängen und Störungszone. Ein Doppelkernrohr hält Rotation und Spülung vom zu erbohrenden Kern ab. Ohne Bergung dieser weichen Formation würde eine freie Kluft vorgetäuscht. Folge wäre eine Fehleinschätzung für eine Injektionsmaßnahme mit Zementsuspension.

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

Ein Berufsbild mit hohen fachlichen und sozialen Anforderungen. Oft als Zweier- oder Dreier-Team für acht bis zehn Tage zusammen, am Gerät, in der Unterkunft, von neun bis über dreizehn Stunden am Tag für die Arbeit. 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 Durchführungen Beteiligten achten.

### **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, benennt Kategorien der Probennahmemöglichkeiten. Fels / Gesteine werden genannt in der Tabelle zur Kronenauswahl. Diese Tabelle sollte nach einer Überarbeitung zu den eher gefühlten Angaben von Härte und Abrieb weitere Spalten für Zahlenangaben von freiem Quarzgehalt (%) und Druckfestigkeit MN/m<sup>2</sup> aufweisen.

Die technisch-physikalische Beschreibung von Materialien, die als Probe genommen werden sollen, sind Regelwerken des Bauingenieurwesens zu entnehmen.

Die DIN 4014 für Bohrpfähle nennt als Wert für die Abgrenzung von Boden zu Fels eine Zylinderdruckfestigkeit von ca. 500 kN/m<sup>2</sup>.

Der Entwurf für den Eurocode 1997-1 geht von einaxialen Druckfestigkeiten in MN/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> liegt auch hier der Grenzbereich von locker zu fest bei dem Wert 50.



Abb. 9) Orientierungstafel für den Kroneneinsatz in Abstimmung auf die zu erbohrenden Gesteine.

In Leistungsverzeichnissen werden häufig Druckfestigkeiten der zu erbohrenden Materialien genannt. Diese Kennwerte liegen dem Bohrgeräteführer theoretisch vor bei Beginn einer Bohrung. 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 Daumnagel 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 dann, wenn bei einer Erkundungsbohrung zuerst Hartes angetroffen wird und dann 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 kohäsiv gebunden werden. Die Bohrlochwand und der Bohrkern werden stabilisiert. Polymerspülungen (z.B. Polycol 60 LS) haben sich in solchen Fällen bestens bewährt.



Abb. 10) Seilkernrohr CSK 146: Kronen und Kernfanghülsen für weiche, schluffig-sandige Formationen. Meth. II / IV

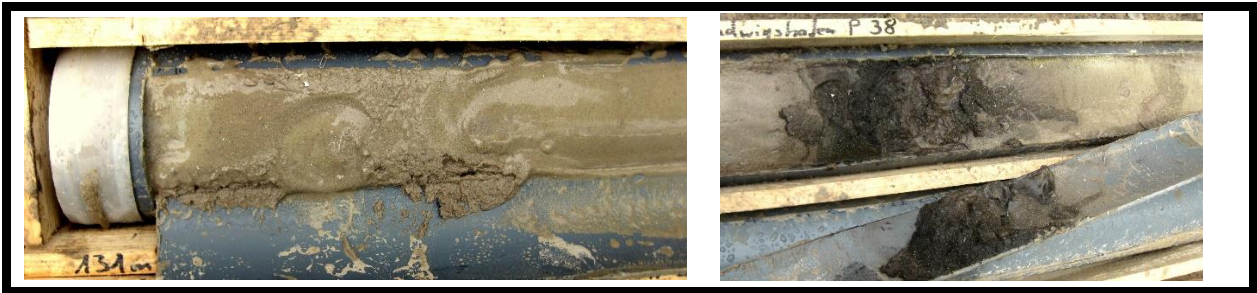


Abb. 11) Kernprobe 102 mm, im Liner, gebohrt mit Seilkernrohr CSK 146 Meth.IV. 131 m Tiefe.



Abb. 12) Spülbohrung CSK 146 Kern 102 mm



Abb. 13) Rammkernbohrung Nordmeyer System Kern 102 mm



Abb. 14) Rammkernprobe aus Flußablagerungen



Abb. 15) Schneidschuh, Fangfeder, Liner, Kernrohr.

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 höher 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, der Untergrund ist so vielfältig wie ein geologisches Paradies. 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 probenehmenden 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 Probennahmen 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.

**Bildquelle:**

Eigene Photos, Eigene Zeichnungen

**Literatur:**

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

## 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. Brunnenregenerierung.

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 in der Oberflächennahen Geothermie.

COMDRILL engagiert sich in der Ausbildung für Brunnenbauer, Bohrgeräteführer und Spezialtiefbauer. Fachartikel und Lehrpräsentationen sind auf der Internetseite abrufbar.

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

Firmensitz in Untereisesheim bei Heilbronn.

[www.comdrill.de](http://www.comdrill.de)