

2.2 CHUR, C., JÜRGENS, R., OPPELT, J., WOHLGEMUTH, L.: Konzept für das Abteufen der Vorbohrung - Eine Synthese von Rotary- und Bergbautechnik

2.2.1 Aufgaben der Vorbohrung

Das Abteufen der KTB-Vorbohrung dient sowohl der Vorbereitung der KTB-Hauptbohrung, als auch der Beantwortung von Fragestellungen im Gesamtkonzept des Kontinentalen Tiefbohrprogramms. Die Hauptaufgabe besteht somit in der Lieferung einer möglichst großen Zahl bohrtechnischer und geowissenschaftlicher Informationen.

Die Aufgaben der Vorbohrung sind im einzelnen wie folgt:

- Sammlung geowissenschaftlicher Daten:
Bislang wurden in den Großbereichen beider Lokationspunkte jeweils sechs beziehungsweise acht Bohrungen bis maximal 300 m Teufe abgeteuft und geophysikalische Messungen durchgeführt. Die Vorbohrung soll nun an der ausgewählten Lokation in einem deutlich größeren Teufenbereich geowissenschaftliche Daten für die wissenschaftliche Auswertung und eine detailliertere technische Planung der Hauptbohrung liefern.
- Überprüfung des Temperaturprofils:
Eine Bestätigung bzw. Anpassung des bislang angenommenen Temperaturprofils ist für Bohr- und Meßtechnik von ausschlaggebender Bedeutung. Die Vorbohrung soll hierzu durch Messung der Gebirgstemperaturen, auch in größeren Teufen, beitragen.
- Entlastung der Hauptbohrung von Bohrlochmessungen:
Das technische Konzept der Vorbohrung soll die Durchführung des gesamten geplanten Programmes "Bohrlochmessungen und Tests" ermöglichen. Dies führt zu wesentlichen Zeit- und damit Kosteneinsparungen beim Abteufen der Hauptbohrung in diesem Teufenbereich.
- Befreiung der Hauptbohrung von Kernbohrarbeiten:
Die geplante Endteufe der Vorbohrung korrespondiert mit der geplanten Einbauteufe der Ankerrohrtour der Hauptbohrung. Dieser Teufenabschnitt wird in der Hauptbohrung mit einem Bohrlochdurchmesser von 17 1/2" bzw. 14 3/4" gebohrt. Kernbohrarbeiten in diesen großen Durchmessern sind äußerst kostspielig und bringen die Gefahr einer Bohrlochabweichung mit sich. Ein möglichst lotrechtes Bohrloch, vor allem im oberen Bereich, ist für das Gelingen der Hauptbohrung aber von entscheidender Bedeutung.
- Aussagen über die Problemhorizonte im Teufenbereich der Ankerrohrtour der Hauptbohrung:
Für diesen Teufenabschnitt werden von der Vorbohrung Aussagen über mögliche Zuflüsse bzw. Verluste und deren Druckgradienten erwartet. Darüber hinaus können wertvolle Hinweise über das natürliche Richtungsverhalten der Hauptbohrung gewonnen werden.

- Erprobung von Bohrwerkzeugen und Meßgeräten:
In der Vorbohrung können wichtige Erfahrungen hinsichtlich der Bohrbarkeit des anstehenden Gesteins gewonnen werden. Darüberhinaus kann die Eignung von Bohrwerkzeugen in Bezug auf Typ, Besatz, Matrix, etc. erprobt werden. Neue Meßgeräte und Verfahren können getestet und die Auswertbarkeit ihrer Meßergebnisse geprüft werden.

2.2.2 Anforderungen an die Vorbohrung

Zur Erfüllung der genannten Aufgaben leiten sich für die KTB-Vorbohrung folgende Anforderungen ab:

- Die Endteufe soll mindestens 3 000 m betragen:
Dieser Teufenbereich entspricht der geplanten Einbauteufe der Ankerrohrtour in der Hauptbohrung. Das Abteufen der Vorbohrung über die 3 000 m hinaus ist abhängig vom Verlauf der bohrtechnischen Arbeiten und den ausrüstungstechnischen Reserven.
- Der Bohrlochdurchmesser soll nach Möglichkeit 6" (152,4 mm) nicht unterschreiten:
Dieser Durchmesser resultiert aus den Anforderungen zur Durchführung des Bohrlochmeßprogrammes und ist in den Außendurchmessern einiger unverzichtbarer Meßsonden begründet.
- Das auszuwählende Bohrverfahren muß die durchgehende Kerngewinnung bis zur Endteufe ermöglichen.
- Die Durchführung der Vorbohrung muß innerhalb eines vertretbaren Zeit- und Kostenrahmens erfolgen.

2.2.3 Bohrverfahren zum Abteufen der Vorbohrung

Für das Abteufen der KTB-Vorbohrung bestehen zwei alternative Bohrverfahren:

Kernbohren mittels Rotarybohrverfahren oder
Kernbohren mittels Bergbauboehrverfahren.

2.2.3.1 Rotarybohrverfahren

Das Rotaryverfahren wurde entwickelt zum wirtschaftlichen und damit schnellen Abteufen von Bohrungen zur Aufsuchung und Gewinnung von Kohlenwasserstoffen. Zum Einsatz kommen hauptsächlich Vollbohrwerkzeuge. Die Kerngewinnung beschränkt sich auf kohlenwasserstoffhöffige Speichergesteine und stellt beim

Niederbringen der Bohrung einen Sonderfall dar. Der übliche Durchmesserbereich liegt zwischen 24 1/2" und 5 7/8". Die Bohrteufen betragen bis zu 6 000 m. Einzelne Explorationsvorhaben in Österreich, USA, aber auch in der Bundesrepublik Deutschland haben diese Grenzen überschritten.

2.2.3.2 Bergbaubohrverfahren

Die Bergbaubohrverfahren wurden entwickelt für die Exploration nach Erzen und Kohle. Das Bohren von Kernen ist hierbei die Regel.

Dabei kann man unterscheiden:

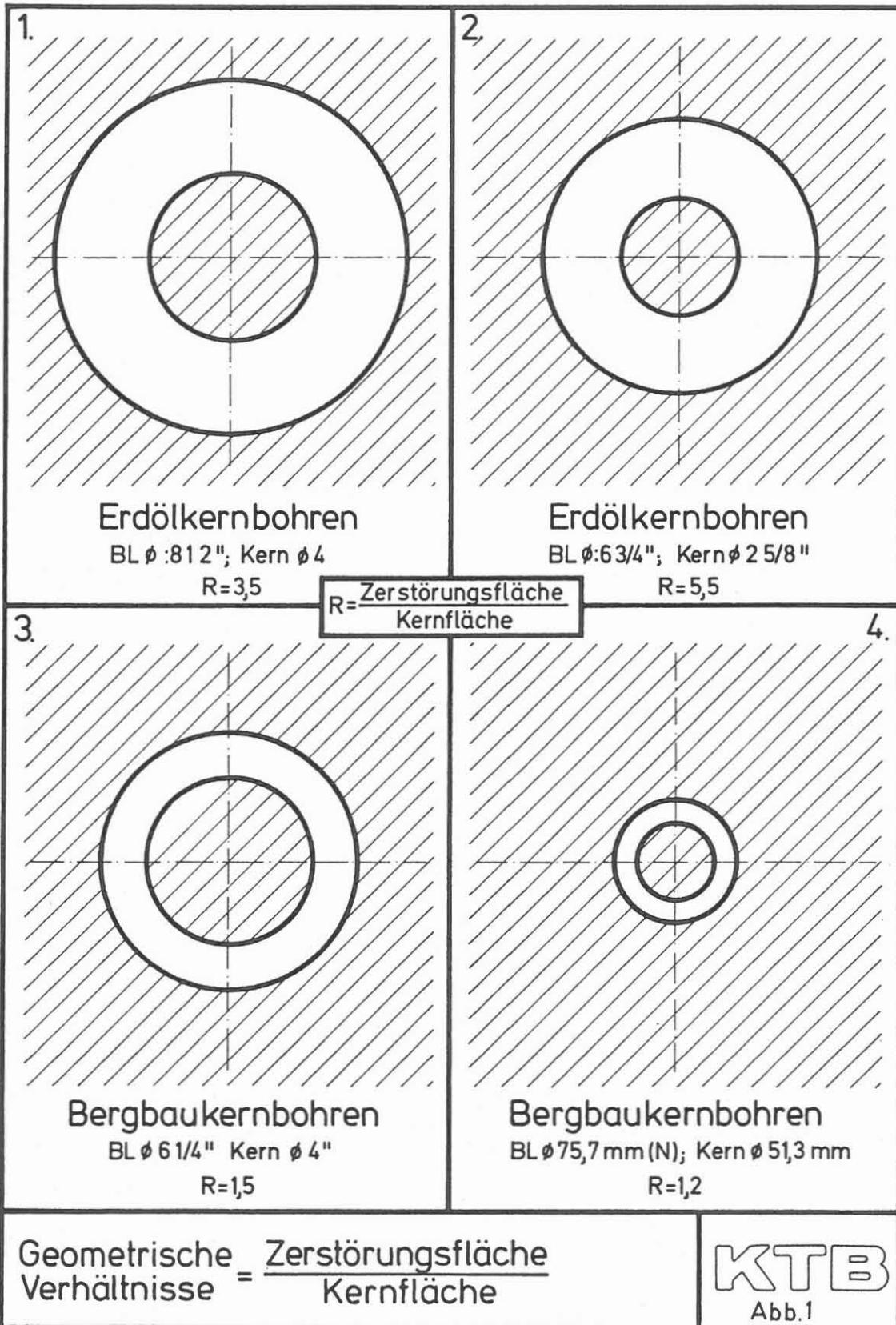
- die Kerngewinnung mit Doppelkernrohr und dünnlippiger Krone (Bohrlochdurchmesser zwischen 30 mm - 140 mm (1,18" - 5,5"); Teufenbereich bis ca. 1 500 m),
- die Kerngewinnung mittels Seilkernausrüstungen (Bohrlochdurchmesser zwischen 48 mm - 159 mm (1,89" - 6,26"); Teufenbereich bis ca. 3 000 m).

Insbesondere in der Seilkernbohrtechnik wurden in jüngster Vergangenheit bemerkenswerte Leistungen (Südafrika: maximale Endteufe 5 422,7 m, Bohrlochdurchmesser 76 mm mit speziellem Bohrgestänge) erzielt.

2.2.3.3 Vergleich der Bohrverfahren

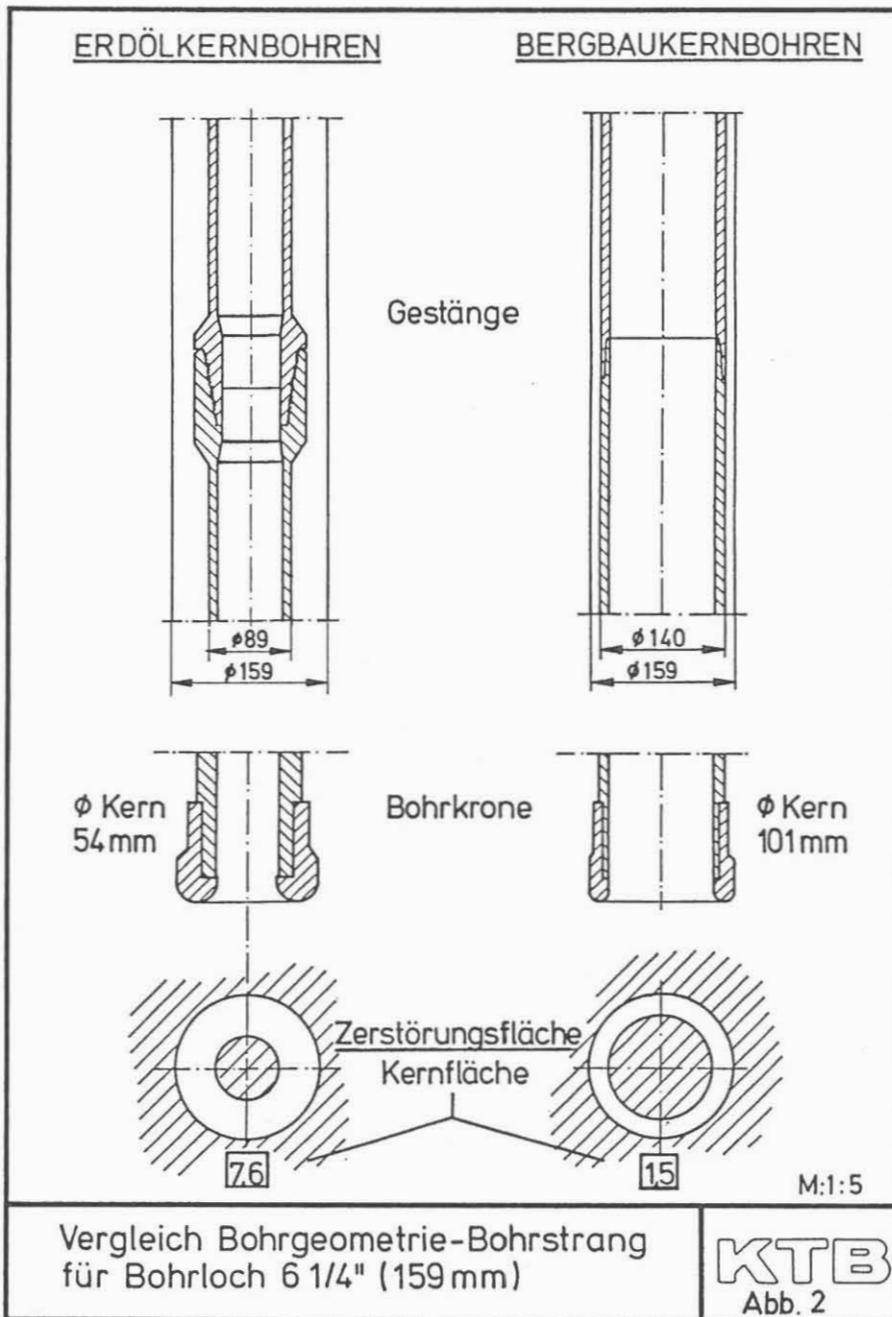
Die wesentlichen Unterschiede zwischen dem Kernbohren der Rotarybohrtechnik und den Bergbaukernbohrverfahren liegen in der Bohrkronengeometrie und im Bohrstrang.

In der Abb. 1 sind die Verhältnisse beim Rotarybohren denen beim Bergbaukernbohren gegenübergestellt.



Bedingt durch die konstruktiven Besonderheiten des Gesamtsystems ist die Gesteinszerstörungsfläche der Bohrkronen bei den Bergbaukernverfahren wesentlich geringer als beim Rotarybohren (Faktor R). Bei vergleichbarem Kerndurchmesser werden deshalb beim Bergbaukernbohren wesentlich bessere Bohrfortschritte erzielt.

Die Abb. 2 zeigt eine schematische Gegenüberstellung des Bohrstranges bei einem Bohrdurchmesser von 6 1/4".



Neben der bereits angesprochenen Kronengeometrie sind die geometrischen Unterschiede des Bohrstranges erkennbar. Der außen glatte Bohrstrang mit geringem Ringraumspiel (rechte Darstellung) ist charakteristisch für eine Seilkernausrüstung. Er besitzt die Fähigkeit zur Eigenstabilisierung bei hohen Drehzahlen (Bohrlochverlauf) und gestattet den Ein- und Ausbau des Kernrohres durch das Innere des Gestänges beim Verbleiben der Gesamtgarnitur auf der Bohrlochsohle. Eine Gegenüberstellung charakteristischer bohrtechnischer Parameter beim Rotarybohren bzw. Bergbaukernbohren zeigt Tab. 1.

Tabelle 1: Bohrtechnische Parameter:

	Kronenbelastung kN (t)	Umdrehung min ⁻¹	Spülrate l/min
Rotarybohren (Ø Bohrloch 8 1/2")	30 ... 120 (3 ... 12)	90 ... 270	800 ... 1 000
Bergbaukernbohren (Ø Bohrloch 4")	5 ... 25 (0,5 ... 2,5)	350 ... 750	50 ... 80

Während beim Rotarybohren die Kronenbelastung ein wesentliches Element für den Bohrfortschritt darstellt, kommt bei den Bergbaukernverfahren der Umdrehungszahl aufgrund der notwendigen Schnittgeschwindigkeiten für das Bohrwerkzeug die größere Bedeutung zu.

2.2.3.4 Bohrergergebnisse im kristallinen Grundgebirge

In der Abb. 3 sind einige Bohrergergebnisse bei Kernbohrungen im Hartgestein zusammengestellt. Die Daten stammen von den Erkundungsbohrungen der NAGRA, der Bohrung URACH und den Bohrungen im Schwarzwald bzw. der Oberpfalz im Rahmen der KTB-Vorerkundung.

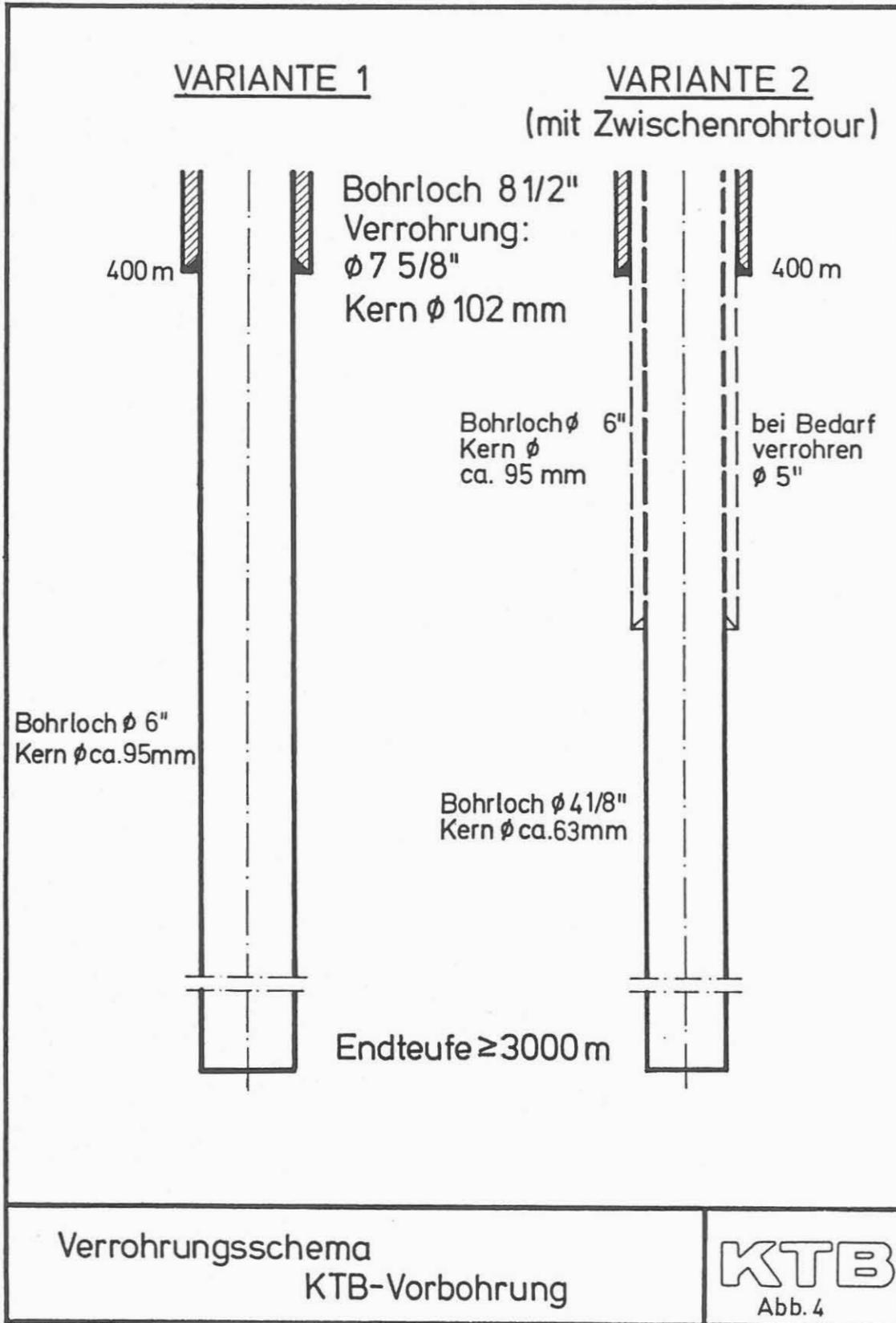
	Bohrung	Bohrfortschritt [m/h]	Standlänge [m]	Zerstörungsfläche [cm ²]
Erdölbohren	Böttstein	0,52	14,2	134
	Weiach	0,48	13,2	134
	Urach	0,58	11,1	282
Bergbaubohren	Kaisten	1,11	15,1	84
	Leuggern	1,25	12,7	97
	KTB-Vorerkundg. Schwarzwald / Oberpfalz	0,98	34,5	66
Bohrergebnisse Hartgestein (Kernbohren)				 Abb. 3

T1015/9.86

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung

2.2.4 Technisches Konzept der Vorbohrung

Unter Berücksichtigung der zu erfüllenden Aufgaben und Anforderungen wurde das Konzept für die Vorbohrung entwickelt (Abb. 4). Die Vorbohrung soll bis ca. 250 m Teufe im Rotarybohrverfahren gekernt werden (Bohr \varnothing 8 1/2") und nach dem Einbau einer Verrohrung (\varnothing 7 5/8") im Seilkernverfahren (Bohr \varnothing möglichst 6") bis Endteufe abgeteuft werden. Der Einbau einer zusätzlichen Rohrtour ist nur vorgesehen, falls unüberwindliche bohrtechnische Schwierigkeiten auftreten. Das technische Konzept der Vorbohrung stellt somit eine Kombination von Rotarytechnik und Bergbaubohrtechnik dar. Wegen der angestrebten Teufe ist es unter Beibehaltung einer notwendigen Zugreserve erforderlich, eine Rotarybohranlage einzusetzen.



Aufgrund der beschriebenen Vorteile beim Kernen und den damit verbundenen Kosteneinsparungen ist es sinnvoll, die Bergbaubohrtechnik anzuwenden und das hierzu benötigte Antriebs- und Handlingequipment in die Rotaryanlage zu integrieren. Auf diese Weise können die geowissenschaftlichen und technischen Ziele kostengünstig erreicht werden.

2.2.5 Literatur

EASTMAN CHRISTENSEN GmbH (1986): Forschungsbericht AAK 11 2 - 609267
(Zwischenbericht).