

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100212723

Leitfaden der Tiefbohrtechnik

von

Paul Stein

Tiefbohr-Ingenieur

Dritte,
neu ausgearbeitete und erweiterte Auflage
von „Verfahren und Einrichtungen
zum Tiefbohren“

Mit 61 Abbildungen im Text
und auf einer Tafel



Berlin
Verlag von Julius Springer
1932

P
1004

P1004

kl

Leitfaden der Tiefbohrtechnik

von

Paul Stein

Tiefbohr-Ingenieur

Dritte,
neu ausgearbeitete und erweiterte Auflage
von „Verfahren und Einrichtungen
zum Tiefbohren“

Mit 61 Abbildungen im Text
und auf einer Tafel



Berlin
Verlag von Julius Springer
1932

1932. 343.



La. 23/97.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1932 by Julius Springer in Berlin.
Printed in Germany.



350343L1
V1

Vorwort zur dritten Auflage.

Die 1913 ausgegebene zweite Auflage dieses tiefbohrtechnischen Leitfadens bildete noch eine zeitgemäße Umänderung der ersten, welche die etwas erweiterte Wiedergabe meines 1905 im Verein Deutscher Ingenieure zu Berlin gehaltenen und damals im „Glückauf“ abgedruckten Vortrages dargestellt hatte.

Die vorliegende dritte Auflage macht sich nun von diesem beschränkten Rahmen frei.

Der gegenwärtige Stand der Tiefbohrtechnik, besonders aber deren durchgreifende Umgestaltung auf dem Gebiete der Erdölgewinnung, machte eine vollständige Neu-Ausarbeitung notwendig und zugleich mit dieser konnten auch deren in der früheren Darstellung notwendig gewesenem Lücken gefüllt werden, wobei eine erhebliche Vergrößerung des Umfangs nötig und auch gerechtfertigt erschien.

Dabei wurde aber am bisherigen Grundsatz äußerster Kürze festgehalten und ebenso an der Beschränkung auf das Gebiet der Tiefbohrtechnik im engeren Sinn, mit ihren Hauptarbeitsmethoden und ihren wichtigsten Bohr- und Arbeitsstücken. Auch hier wurden nur einzelne charakteristische Formen aus der Menge herausgegriffen, Historisches, wenn auch aus der jüngsten Vergangenheit, übergangen und die Darstellung auf dasjenige beschränkt, was gegenwärtig allgemein verwendet wird.

Dieses Büchlein kann, schon seines bescheidenen Umfangs wegen, keine Tiefbohrkunde sein, sondern nur eine erste, kritisch gehaltene Einführung in das Gebiet der Tiefbohrtechnik, für Fachgenossen auf diesem und auf anderen Gebieten, für angehende Tiefbohrleute und für Laien.

Es soll einen Überblick über das Wesen der Tiefbohrtechnik geben sowie über Art und Umfang der gegenwärtig durch sie erreichbaren Resultate. Weitere Ergänzungen geben auch die Kataloge und Veröffentlichungen großer einschlägiger Unternehmungen und Bohrgerätefabriken, welche in einzelnen Teilen vielfach lehrbuchartig gehalten sind.

Den Tiefbohrfirmen, welche mich in Herausgabe dieser Neuauflage durch Beistellung von Bildstöcken unterstützten und deren Namen sich unter den Abbildungen abgedruckt finden, sowie der Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin sei auch an dieser Stelle hierfür verbindlicher Dank ausgesprochen.

Klagenfurt (Kärnten), Ende 1931.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einteilung und Kennzeichnung der Tiefbohrungen nach Arbeitszweck	1
a) Schurfb Bohrungen 1. — b) Gewinnungsbohrungen 1. — c) Hilfsbohrungen für den Bergbau 2.	
II. Antrieb — Trocken- und Spülbohrung	3
a) Antrieb 3. — b) Trocken- und Spülbohrung 4.	
III. Allgemeines über obertägige Bohranlagen	7
IV. Einteilung und Beschreibung der Bohrverfahren. Ihre Verwendung und ihre wichtigsten Einrichtungen und Geräte	9
A. Drehbohrung, Allgemeines	10
1. Handdrehbohrung ohne Spülung	11
2. Spüldrehbohren mit Stahlvollbohrern (ohne das Rotarybohrsystem)	12
3. Das Rotarybohrsystem	13
4. Das Rotationskernbohren, Allgemeines	17
a) Diamantbohrung 19. — b) Bohren mit Hartmetall- und Stahlkronen 21. — c) Stahlschrotbohrung 23. — d) Doppelkernrohrbohrer 23.	
5. Kleinbohrmaschinen	24
B. Stoßbohrung, Allgemeines	26
Das Stoßbohren am Seil	28
6. Die pennsylvanische Seilbohrung	28
Gestänge-Stoßbohren	31
I. Mit Schere, Allgemeines	31
7. Die Freifallbohrung	32
II. Am steifen Gestänge	33
8. Handbohrung ohne und mit Spülung (System Fauvelle)	33
9. Die Schnellschlagbohrung	34
V. Bohrlochverrohrung, Zementierung und Abdichtung	38
1. Bohrlochverrohrung	38
2. Wiedergewinnung von Bohrrohren	39
3. Filterrohre und Perforierung	40
4. Bohrlochverfüllung	40
5. Verrohrungersatz durch Zementierung	40
VI. Störungen im Bohrbetrieb und deren Behebung	40
1. Fangarbeiten	40
2. Richtungsabweichungen der Bohrlöcher	42
VII. Über Bohrpersonal, Normalisierung, Stratigraphen, Strata- metern und über Bohrlochswärmemessung	45
1. Bohrpersonal	45
2. Normalisierung des Tiefbohrmaterials	46
3. Stratigraphen	46
4. Stratameter	46
5. Geothermische Messungen	47
VIII. Über Erdölbohren und Erdölgewinnung	48
1. Bohrtiefen und Bohrsysteme	48
2. Bergmännische Erdölgewinnung	49
3. Anbohren der Ölführung, Regelung selbsttätigen Öl- und Gas- Ausflusses	49
4. Ölförderung aus der Tiefe	50
Sachverzeichnis	51

I. Einteilung und Kennzeichnung der Tiefbohrungen nach Arbeitszweck.

Aus dem Begriff „Tiefbohrung“ hat sich beim allmählichen Wachsen der Bohrlochtiefen bis zu gegenwärtig über 3000 Meter der Begriff „Flachbohrung“ ausgeschieden, welcher gegenwärtig als bis etwa 400 Meter Tiefe geltend angesehen werden kann. Die Grenze ist nichts weniger als scharf und diese Begriffstrennung wird darum auch weiterhin nur wenig berührt.

Im nachfolgenden ist, soweit nichts anderes besonders erwähnt ist, von vertikal nach abwärts gerichteten Bohrungen die Rede.

Sie lassen sich ihrem Zweck nach in drei Hauptgruppen teilen:

a) Schürfbohrungen.

Diese dienen zum Aufsuchen nutzbarer Lagerstätten und der Feststellung ihrer Lage, Ausdehnung und Beschaffenheit, zwecks späterer bergmännischer Gewinnung. Hierzu gehören alle festen Mineralien, also vor allem Kohle, Erze und Salze, soweit letztere nicht durch unterirdische Auslaugung aus den Bohrlöchern selbst gewonnen werden. Diese Bohrlöcher bleiben demnach nicht bestehen, sondern werden nach Vollendung aufgelassen, zugeschüttet, bzw. verdichtet, um spätere bergbauliche Schädigung, durch Wasserzufluß usw. zu verhindern. Auch Grunduntersuchungen zum Zwecke der Ausführung von Bauten gehören zu dieser Gruppe; sie sind allerdings von geringerer Tiefe und Bedeutung, während die Tiefe der Schürfbohrungen durch jene des wirtschaftlich noch lohnenden Abbaues bedingt wird, die gegenwärtig nur ausnahmsweise über 1500 m hinausgeht. Dem steht die größte bisher erreichte Tiefe derartiger Schürfbohrungen mit 2240 m (Czuchow, Oberschlesien) gegenüber. Der Enddurchmesser dieser Bohrungen kann zuweilen bis zu der äußersten Grenze von 30 mm herabgehen; der Anfangsdurchmesser beträgt meistens nicht mehr als 400 mm. Bis auf einige hundert Meter Erstreckung können sowohl Schürf- als Hilfsbohrungen für den Bergbau (vgl. c) auch schräg, horizontal oder nach aufwärts ausgeführt werden, letzteres naturgemäß nur von der Grube aus.

Durch Kerngewinnung kann dabei nicht nur in voll kernfähigem Gebirge vollständige Gebirgskennntnis gewonnen werden, sondern bereits in weitgehendem Maße auch in schlechter kernfähigem.

b) Gewinnungsbohrungen.

Diese Bohrungen dienen der Aufsuchung, zugleich aber auch der Gewinnung flüssiger und gasförmiger Substanzen, also von Trink-, Nutz- und Heilwasser, Erdgasen, vor allem aber Erdöl, außerdem auch von natürlicher oder künstlicher Salzsole.

Durch die enorme Steigerung des Bohrens nach Erdöl ist dieser Teil der Tiefbohrtechnik zum gegenwärtig weit überwiegenden geworden, nicht nur in der Zahl der jährlich erbohrten Tiefenmeter, sondern auch im Ansporn zur Steigerung der erreichbaren Tiefe. Diese hat in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (August 1931) bereits den Tiefenrekord von 3228 Meter erreicht. Es ist dies allerdings immer erst $\frac{1}{10}$ des geringsten Schätzungswertes der festen Erdkruste und bedeutet, im Vergleich zur Erdgröße, einen Nadelstich von etwa 1 mm Tiefe in eine Kugel von 4 Meter Durchmesser. Da aber die wachsende Tiefe, dank des mit ihr meist steigenden Gasdruckes, der Wirtschaftlichkeit hier noch keine Grenze zog und auch die gegenwärtige bohrtechnische Leistungsfähigkeit mit ihr noch nicht erschöpft ist, so ist die Bahn hier für auch noch größere Tiefenerstreckung frei.

Als Enddurchmesser für Ölbrunnen genügen meist 100—200 mm, bei einem Anfangsdurchmesser von, bei großen Tiefen, 300—700 mm. Soweit das Öl durch Schöpfbetrieb gewonnen wird, wie z. B. teilweise noch in Baku, werden auch Ölbrunnen mit erheblich größerem Enddurchmesser abgebohrt, allerdings auf nur mittlere Tiefen bis zu etwa 600 m.

Wasserbohrbrunnen haben zuweilen noch größere Durchmesser, z. B. der alte 700 m tiefe artesische Brunnen von Paris mit einem Enddurchmesser von über einem Meter.

c) Hilfsbohrungen für den Bergbau.

Diese dienen, wie schon unter a angedeutet wurde, teilweise der weiteren Lagerstättenerschließung, meist von der Grube aus, teils der Ausrichtung oder Sicherung des Grubenbaues, ferner der Wetterführung, der Wasserhaltung oder der Streckenversatzeinbringung.

Ein ganz besonderes Gebiet bildet hier die Ausführung der Bohrlochkränze zur Bildung der Frostmauer für die Herstellung von Gefrierschächten.

Alle diese Bohrungen werden teils von der Oberfläche, teils von der Grube aus, und dann meist nach allen Richtungen, ausgeführt. Soweit sie Schurfzwecke verfolgen wird Kernbohrung in kleinstmöglichem Durchmesser angewendet, während für andere Zwecke, besonders zur Wetterführung, entsprechend große Bohrdurchmesser gewählt werden.

Auf diese Gruppe von Bohrungen, für welche teilweise Spezialapparate verwendet werden, kann im nachstehenden nur zu sehr geringem Teil eingegangen werden.

Das frühere Abbohren von Bergwerksschächten bis zu 5 m Durchmesser und damit auch der Kind-Chaudronsche Schachtbohrer, ist, den neueren Schachtbaumethoden gegenüber, wohl als veraltet zu betrachten.

Die genannten drei Gruppen schließen zwar die übergroße Mehrheit der gegenwärtigen Tiefbohrungen in sich, erschöpfen aber das sich stetig ausdehnende Gebiet der Tiefbohrtechnik noch keineswegs. Es seien hier nur die Bohrungen zur Trockenlegung versumpfter Landstrecken sowie diejenigen zur krafterzeugenden Ausnützung der Erdwärme (in Oberitalien) genannt. Diese stellen jedoch keine besonderen technischen Anforderungen und werden mit den allgemein verwendeten Bohrmethoden und Apparaten ausgeführt.

II. Antrieb. — Trocken- und Spülbohrung.

a) Antrieb.

Die Arbeitsbewegung muß dem Bohrer von über Tage, bzw. vom Bohrlochmund, aus erteilt werden, derart, daß die der jeweiligen Tiefe entsprechende Verbindung des Bohrers mit dem Antriebsapparat die Bewegung übertragen, also auch mitmachen muß. Diese Verbindung besteht aus vollen oder hohlen, fast ausnahmslos durch Verschraubung verbundenen Gestängen oder aus einem Seil.

In diesem langen Gestänge und seinem Gewicht liegt, wie der seinerzeitige Leiter des preußischen fiskalischen Bohrwesens, der um die Tiefbohrtechnik hochverdiente geh. Berg-
 rat Köbrich sagte, der Todeskeim für jede tiefe Bohrung. Es verringert mit wachsender Tiefe stetig den Wirkungsgrad der aufgewendeten Arbeit, erzeugt durch sein steigendes Gewicht Bruchgefahr in allen Teilen und durch seine Bewegung Nachfall der Bohrlochwand und raschen Verschleiß.

Seit wenigstens 40 Jahren ist man darum bemüht einen praktisch brauchbaren Bohrerapparat zu finden, bei welchem der Bohripuls bei ruhig hängendem Gestänge vor Ort des Bohrloches auf den Bohrer übertragen wird. Vor etwa 30 Jahren schien der stoßend wirkende hydraulische Bohrwidder von Wolski eine Lösung bringen zu können, er konnte sich aber leider nicht durchsetzen. Auf S. 27 wird hierauf nochmals kurz zurückgekommen.

Seit Jahren befindet sich nun der drehend wirkende „Turbinen“-bohrer des russischen Ingenieurs Kapeljuschnikoff in Rußland und Amerika in Erprobung. Eine Anzahl Bohrungen wurden mit ihm bereits ausgeführt, aber es ist noch nicht zu beurteilen ob, bzw. inwieweit er sich wird behaupten können.

Obwohl alle tieferen Bohrungen maschinell betrieben werden, spielt doch der Handbetrieb für Tiefen bis 300 m, ausnahmsweise auch darüber hinaus, noch eine ansehnliche Rolle und ist oft, besonders in entlegenen Gegenden, wirtschaftlich vorteilhafter und bisweilen gar nicht zu umgehen. Der Bohrdurchmesser ist dabei stets so klein als möglich zu halten.

Bei der maschinellen Bohrung werden verschiedene Arten von Motoren benutzt, je nach Tiefe, Durchmesser und Gebirge von den kleinsten bis zu solchen welche neuerdings bis zu 200 und mehr Pferdestärken zählen. Allerdings entspricht kein Motor vollständig allen Anforderungen des Bohrbetriebes als die Dampfmaschine (Dampflokobile), die man deshalb beim Bohren in unbekanntem oder schwierigem Gebirge immer noch nach Möglichkeit bevorzugt, obwohl sie in der Wirtschaftlichkeit immer häufiger durch andere Motoren übertroffen wird. Auf Erdölfeldern, wo mit Gasströmungen zu rechnen ist, werden Dampfmaschine und Kessel getrennt und letzterer in größerem Abstand vom Bohrloch gehalten.

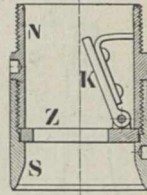


Abb. 1.
Schlammöffel-
Fußklappe.

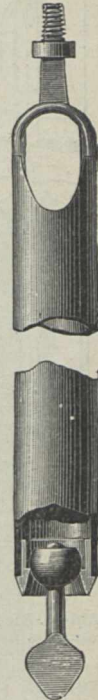


Abb. 2.
Schlammöffel
mit
Kugelventil.
(A.-G.
Trauzlwerk,
Wien.)

Vielfach werden Explosionsmotoren (mit Benzin, Rohöl usw. arbeitend) bevorzugt, auf Erdölfeldern unter Verwendung der dem Boden entströmenden Erdgase, welche andererseits auch die Dampfkessel heizen. Fahrbare Motoren dieser Art sind auch in vielen Fällen die geeignetsten Antriebsmaschinen bei Schürf- und Gewinnungsbohrungen aller Art.

Ein immer weiteres Feld, namentlich auf den Erdölgebieten, gewinnt ferner der elektrische Antrieb, so daß der Kraftbedarf der Erdölfelder immer mehr von großen elektrischen Kraftzentralen aus gedeckt wird. Außer der daraus erwachsenden Ökonomie spielt besonders auch die Verringerung der Feuersgefahr eine bedeutende Rolle.

Das Bohren erfolgt drehend oder stoßend. Beim Stoßen muß der Bohrer nach jedem Schlag um ein Stück gedreht werden, um die ganze Bohrlochsohle zu bearbeiten. Dieses Umsetzen wird, besonders wegen der Fühlungshaltung des Bohrführers mit der Bohrsohle und der zylindrischen Bohrlochform, ausschließlich von Hand besorgt.

b) Trocken- und Spülbohrung.

Die Aufbringung des abgebohrten Materials geschieht, soweit es nicht in den Bohrer eintritt und mit ihm zusammen zutage gefördert wird, auf zweierlei Art. Bei der sog. Trockenbohrung wird der Bohrschlamm zeitweise durch ein am Seil oder Gestänge eingelassenes Rohr mit Fußventil, den Schlammlöffel (Schlammbüchse), aufgebracht, nachdem der Bohrer herausgezogen ist. Jedoch ist auch beim Trockenbohren stets eine gewisse Menge Wasser im Bohrloch notwendig, um das Bohrmehl in Schlamm zu verwandeln; andernfalls würde es seiner Herausbeförderung sowie dem Bohrbetriebe zu große Schwierigkeiten bereiten.

Abb. 1 und 2 zeigen meist verbreitete Formen derartiger Schlammbüchsen, bzw. deren Fußteile.

In ganz lockerem Gebirge (Sand, Kies) ist das vorhergehende Lösen des Gebirges durch den Bohrer entbehrlich; der am Seil oder Gestänge wirkende Schlammlöffel, oder Ventilbohrer, wirkt zugleich als Bohrstück, weshalb diese Bohrweise aus dem später folgenden Schema der Bohrmethoden weggelassen ist. In grobem Kies und Gerölle reinigt die saugend wirkende Kiespumpe (Abb. 3) das Bohrloch häufig noch rascher und wirksamer.

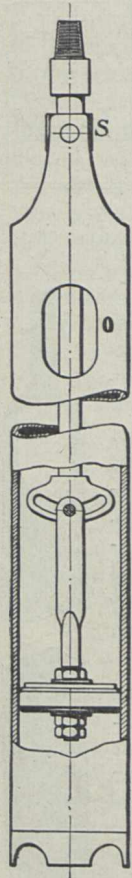


Abb. 3. Kiespumpe
(amerik. Bauart).

Beim Spülbohren wird die Heraufbeförderung des Bohrmehls stetig während des Bohrens durch einen Wasserstrom bewirkt, den eine Pumpe liefert. Es stehen Hand-, Riementriebs- und Dampfpumpen (meist Duplex-Pumpen) in Anwendung. Die beistehende Abb. 4 zeigt eine derartige, auf Eisenrahmen montierte Hochdruck-Duplex-Dampfpumpe. Je nach der

Größe der Bohrlöcher werden Wassermengen von 100 bis 900 l pro Minute eingespült, die über Tage in Klärbassins das Bohrmehl absetzen und gereinigt von neuem den Kreislauf antreten. Der für die Schlammhebung und die Reibungsüberwindung erforderliche Wasserdruck steigt bei tiefen Bohrungen auf 25 und beim Rotarybohren noch viel mehr Atmosphären. Wenn möglich, hält man den Antrieb der Spülpumpe unabhängig von demjenigen des Bohrapparates.

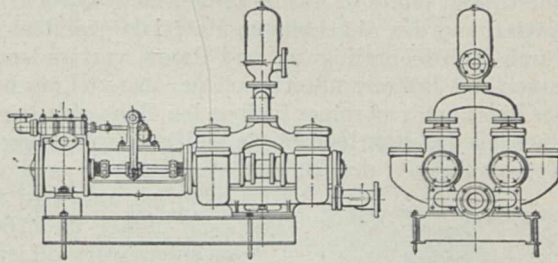


Abb. 4. Hochdruck-Duplex-Dampfspülpumpe (Vorder- und Seitenansicht).

Man unterscheidet direkte Spülung, bei der durch das Hohlgestänge abwärts gespült wird, und umgekehrte (indirekte) Spülung, bei der das Wasser den umgekehrten Weg macht. Letztere ergibt im engeren Gestängerohr eine große Steiggeschwindigkeit, spült daher weit kräftiger. Diese, die Bohrlochsohle ungleich gründlicher reinhaltende und vor allem beim Stoßbohren anwendbare Spülweise sollte im bohrtechnischen und im geologisch-bergmännischen Interesse angewandt werden wo es nur möglich ist, jedenfalls weit mehr als es bisher der Fall war. Das abgebohrte Material kommt dann in einem kleinen Bruchteil der sonst nach seiner Ablösung von der Sohle nötigen Zeit, selbst aus 1000 m Tiefe in 4—5 Minuten, zutage und dazu noch in weit größeren Stücken, bis zur vollen Größe dessen was das Hohlgestänge bzw. die Spüllöcher des Bohrers passieren kann. Aus Gründen aber, deren Aufführung hier zu weit führen würde, ist sie in ihrem Anwendungsgebiet beschränkter als die direkte Spülung.

Abb. 5 zeigt einen am Bohrlochmund angebrachten Bohrröherspülkopf für umgekehrte Spülung.

Vielfach wird auch vorteilhaft sog. Dickspülung, d. h. mit Ton versetztes Spülwasser, verwendet um beim Durchbohren lockerer, sonst unhaltbarer Schichten durch künstlichen Tonversatz die Bohrlochwandungen standfest zu machen. Da aber dieser Tonzusatz die Untersuchung der vom Spülstrom zutage gebrachten Gebirgsproben ungünstig beeinflusst, ist diese Art Spülung nur im Deckgebirge unbedenklich. In der Nähe der Lagerstätten ist dann stetige sorgfältigste Reinigung und Untersuchung der Bohrproben notwendig; besser aber wird Reinwasserspülung angewandt, wenn nicht regelmäßige Kerngewinnung mittels Rotationsbohrung stattfinden kann.

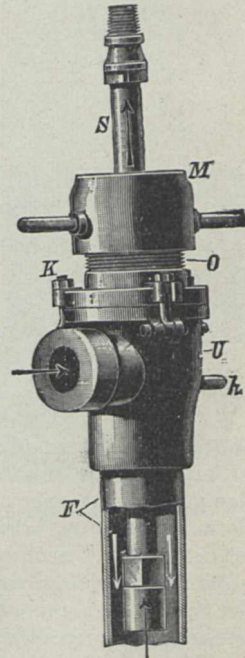


Abb. 5. Bohrröherspülkopf mit Stopfbüchsenrohr, für umgekehrte Spülung. (A.-G. Trauzwerk, Wien.)

In Salzlageren wird anstatt mit Wasser mit Lauge oder mit gesättigter Sole gespült.

Das Spülbohren ist dem Trockenbohren in jeder Hinsicht weit überlegen und drängt letzteres darum immer mehr zurück. Durch seine automatische Entfernung des abgebohrten Materials gestattet es kontinuierlichen, nicht durch Bohrlochreinigung und damit verbundenes Ziehen und Wiedereinlassen des Bohrers unterbrochene, also viel raschere Bohrarbeit, welche auf der hier auch viel reiner bleibenden Bohrsohle wirksamer ist. Sie wirkt dem Nachfall der Bohrlochwände viel besser entgegen, vermindert dadurch die Notwendigkeit der Bohrlochverkleidung und damit der Durchmesserverminderung und wird durch all das mit wachsender Tiefe immer unentbehrlicher.

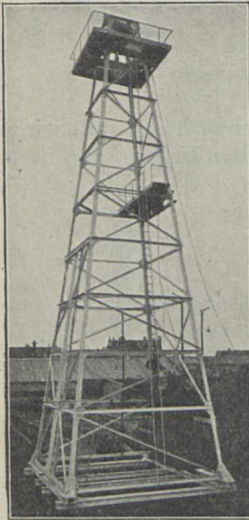


Abb. 6. 20 Meter hoher Bohrturm aus Façonisen. (Werk Conrad, Haarlem.)

Besonders wertvoll ist aber ihr überlegener Aufschluß des durchbohrten Gebirges und der gesuchten Lagerstätten, durch weit überlegene, zum Teil kontinuierliche Kernlieferung und durch die sichere Wahrnehmung von Fund oder Schichtwechsel (bei umgekehrter Spülung durch zutagetreten der Gebirgsproben wenige Minuten nach ihrem Anbohren). Das Gebiet des Schurfbohrers wird darum bereits so gut wie vollständig von den mit Spülung arbeitenden Bohrsystemen beherrscht. — Aber auch beim Erdölbohren hat sie die dort vor 15 Jahren noch vorherrschende Trockenbohrung, die Seilbohrung ausgenommen, bereits so gut als verdrängt. — Auch beim Bohren nach Wasser unterstützt sie dessen Feststellung, da sie durch das Maß ihrer Absorbierung im Bohrloch die Beurteilung der Ergiebigkeit der angebohrten Wasserführung begünstigt.

Bei jeder Spülbohrung muß eine unter Kontrolle stehende Zirkulation des Spülwassers eingerichtet sein, durch Anordnung einer mehrfach unterteilten Klärbassinanlage, in welche die aus dem Bohrloch kommende Trübe an einem Ende einströmt, während die Spülpumpe aus dem anderen Ende das geklärte Wasser absaugt. Ist das Gebirge nicht wasserabziehend, denn dann ist Spülung höchstens in der Form schwerer Dickspülung möglich, so ist der nötige Frischwasserzusatz, also der Wasserbedarf der Spülung, nicht größer als derjenige des Kessels bei Dampftrieb. Selbst erhebliche Kosten der Spülwasserbeschaffung aus größerer Entfernung sind dadurch fast immer ökonomisch gerechtfertigt.

Trotzdem behält die Trockenbohrung ihr, wenn auch erheblich eingeschränktes, Daseinsrecht. Sowohl dann wenn das Spülwasser durch das Gebirge ganz oder zum großen Teil aufgenommen wird als in hartem Gestein welches mit Stoßbohrung bearbeitet werden muß. Der Bohrer muß dann, weil zu rasch stumpf werdend, so oft gezogen werden, daß das Trockenbohren dann einen rascheren Bohrfortschritt ergibt. Dies gilt besonders für Bohrlöcher größeren Durchmessers also u. a. beim Bohrbeginn in hartem

Deckgebirge. Aber auch auf den Erdölfeldern bleibt, wie in Abt. VIII näher ausgeführt, der Trockenbohrung ihr vollberechtigtes Arbeitsgebiet.

Andererseits ist die gute Wirkung der Spülung auch an Voraussetzungen gebunden. Kann sie z. B. in schwerem Gebirge nicht genügend wirksam zur Sohle gelangen, so ist sie nicht selten weit vorteilhafter durch Trockenbohrung zu ersetzen.

III. Allgemeines über obertägige Bohranlagen.

Sie umfassen außer Bohrturm oder Bohrerüst und eventuellen, bereits besprochenen Antriebsmaschinen noch die Einrichtungen zum Bohren, zum Ziehen und Einlassen von Bohrer und Verkleidungsrohren, beim Trockenbohren auch des Schlammloöffels.

Für seichtere Flachbohrungen dient als Bohrerüst häufig ein einfacher Bohrbock von 5—10 m Höhe, mit einfachem Hebewerk. Abb. 14 zeigt ein Beispiel davon.

Tiefere Bohrungen erfordern einen Bohrturm, aus Holz, gegenwärtig immer mehr aus Eisen hergestellt, von 10 bis zu 25, für das Rotarybohren selbst schon bis zu 50 m Höhe.

Die Holztürme für Schürf- und Wasserbohrungen werden meistens aus Masten und Balken hergestellt, diejenigen auf Erdölfeldern dagegen fast ausschließlich aus Brettern, auf amerikanische Art zusammen genagelt (s. Abb. 43 auf der Tafel am Schluß d. B.). Die letzteren sind naturgemäß nicht für Abbruch und Wiederaufbau geeignet.

Immer mehr überwiegen aber jetzt die aus Façoneisen oder aus Stahlrohren hergestellten Bohrtürme, vom leichtesten Typ bis zur schwersten Rotarybauart mit neuerdings schon über 200 t Tragkraft. Die Abb. 6 sowie 20 (auf der Tafel am Schluß) zeigen derartige Bohrtürme aus Konstruktionsisen.

Das Einlassen und Ziehen von Bohrzeug und Rohrtouren geschieht mittelst bis zu 30 mm starken Drahtseilen, teilweise unter Benutzung von 1—12 rolligen Flaschenzügen, von besonderem Förderwerk aus.



Abb. 7. Fahrbarer, motorischer Spülbohrapparat für 400 m Tiefe, beim Schlagbohren. (A.-G. Trauzlwerk, Wien.)

Beim Trockenbohren ist außerdem in der Regel auch eine Trommel für das leichtere Schlammloffeldrahtseil vorhanden. In vielen Fällen sind Bohr- und Förderwerk zum Bohrkran (Bohrwinde) vereinigt. Bei Besprechung der einzelnen Bohrsysteme sind solche im nachstehenden beschrieben und abgebildet.

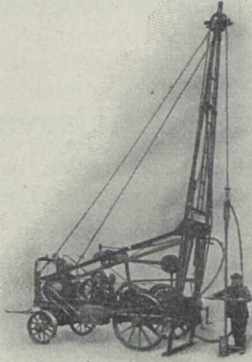


Abb. 8. Fahrbarer motorischer Spülbohrapparat für 200 m Tiefe, dargestellt beim Schlagbohren. (A. Wirth & Co., Erkelenz/Rhld.)

Eine besondere, sehr wertvolle, Abteilung bilden die mobilen Bohranlagen, fahrbar oder selbstfahrend, welche meist Bohrturm (bzw. Bohrmast), Bohrkran, Motor sowie eventuelle Spülpumpe in sich vereinigen. Sie dienen vor allem für Flachbohrungen bis etwa 400 m Tiefe, besonders zum Schürfen, aber auch zur Wasserbeschaffung usw. und werden in stärkeren Ausführungen auch für noch erheblich größere Tiefen gebaut.

Abb. 7 zeigt einen derartigen fahrbaren Schnellschlagbohrapparat mit Rohölmotor,

Spülpumpe und stählernem Scharniervierbock. Abb. 8 einen ähnlichen Universalbohrapparat mit damit verbundenem, aufklappbarem zweifüßigem Bohrmast. Abb. 9 zeigt einen leichten, selbstfahrenden Universalbohrapparat, mit ebenfalls aufklappbarem hier aber einbaumigem Bohrmast, der, ebenso als bei Abb. 8, auch bei der Bohrarbeit selbst die Last des Bohrers trägt, während die Hinterräder des Bohrautomobiles, vom Boden abgehoben, als Reibungsräder dienen um durch den Automotor den Bohrrapparat anzutreiben. — Überall wird der Bohrturm, bzw. Bohrmast, durch den Bohrkran, motorisch oder von Hand aus, aufgerichtet und umgelegt.

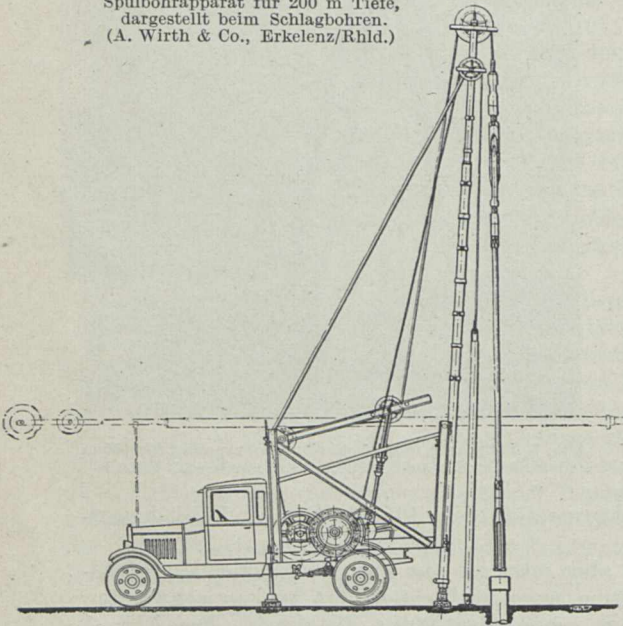


Abb. 9. Selbstfahrender Universal-Bohrapparat für 100 m Tiefe, Antrieb durch den Automobilmotor. (Werk Conrad, Tiefbohr-Abt., Haarlem/Holland).

IV. Einteilung und Beschreibung der Bohrverfahren. Ihre Verwendung und ihre wichtigsten Einrichtungen und Geräte.

A. Drehbohrung.

a) Ohne Spülung.

1. Trockenhandbohrung mit Hohlbohrern (verbunden mit Stoßbohrung).

b) Mit Spülung.

2. Spüldrehbohrung mit Stahlvollbohrern (ohne das Rotarybohren), meist Handbetrieb.
3. „Rotary“-Bohrsystem.
4. Rotations-Kernbohren.
 - a) Diamantbohren.
 - β) Bohren mit Hartmetall- und Stahlkronen.
 - γ) Stahlschrotbohrung.
 - δ) Doppelkernrohrbohrer; ferner als besonderen Teil des Rotationskernbohrens:
5. Kleinbohrmaschinen zum Bohren nach allen Richtungen, über Tage und in der Grube.

B. Stoßbohrung.

I. Am Seil

6. Die (pennsylvanische) Seilbohrung.

II. Am Gestänge

a) Mit Bohrschere.

7. Freifalltrockenbohrung.

b) Am steifen Gestänge.

8. Handbohrung ohne und mit Spülung (System Fauvelle).
9. Schnellschlagbohrung mit Spülung.

Über die Verwendung und Verbindung dieser Bohrweisen sei hier allgemein kurz folgendes gesagt:

Bei Handbohrungen ohne Spülung wird Bohrweise 1 mit 8, in hartem Gebirge auch mit 7, bei solchen mit Spülung Bohrweise 2 ebenfalls mit 8, bzw. mit 5, in Ausnahmefällen auch mit 9 kombiniert.

Die Schurftiefbohrtechnik wird durch die Rotationskernbohrung und durch die Schnellschlagbohrung, oder durch die Verbindung von beidem beherrscht. Die erstere vor allem zur Durchbohrung der Lagerstätten, sowie in Tiefen über etwa 1000 m, die letztere zu derjenigen des Deckgebirges. Andere Bohrverfahren, wie das Freifallbohren, sollen nur zu vorübergehender Aushilfe zur Verwendung kommen.

Das Bohren nach Erdöl bis zu größten Tiefen wird gegenwärtig vor allem durch das Rotaryspülbohrsystem beherrscht, wobei aber be-

zweifelt werden darf, ob dies mit voller Berechtigung geschieht, zumal in seinem gegenwärtigen Umfang. An zweiter Stelle steht die Seiltrockenbohrung, besonders für Durchbohrung der Ölführung und für das Aufsuchen von Öllagern (Schurfbohrungen, in Amerika „wild cat“ genannt). Für Tiefen bis zu etwa 1200 m, unter Umständen auch erheblich darüber hinaus, bleibt aber auch hier der Spülschnellschlagbohrung ihr großes und bewährtes Anwendungsgebiet. In größeren Durchmessern und auf mittlere Tiefen wird aber unter Umständen die Freifalltrockenbohrung auch hier den Vorzug verdienen können.

Für Wasserbohrungen werden das Rotary- und das Rotationskernbohrsystem wohl nur ausnahmsweise, dagegen alle anderen Bohrverfahren, je nach Gebirgs- und anderen Verhältnissen, am Platze sein.

In nachstehendem folgt nun Kennzeichnung und kurze Beschreibung der einzelnen Bohrverfahren und ihrer Haupteinrichtungsteile.

A. Drehbohrung.

Die Drehbohrung ist von beiden Arbeitsweisen entschieden die vollkommene. Sie wirkt ununterbrochen in der Weise, daß die Lösung der

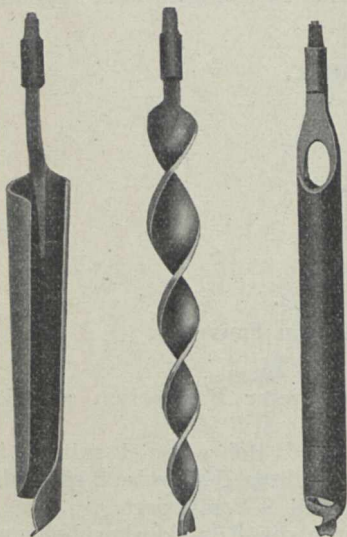


Abb. 10.
Bohrschappe.

Abb. 11.
Spiralbohrer.

Abb. 12. Ventil-
Drehbohrer.

einzelnen Gebirgsteilchen geringerem Widerstand begegnet als beim Schlagbohren; die Arbeit ist ruhiger, der Arbeitswiderstand im Wasser nur gering gegenüber dem Stoßbohren, bei dem stets eine pulsierende Wasserverdrängung eintritt. In Tiefen über 1000 m hinaus sind ihre Leistungen denjenigen der Stoßbohrung immer mehr überlegen und sie gelangt dann immer mehr zur alleinigen Anwendung. In Tiefen über 1200—1500 m hinaus kann sich, was Bohrleistung betrifft, nur noch die Seilstoßbohrung ihr gegenüber behaupten. Außerdem ermöglicht sie die ständige Gewinnung von Bohrkernen größeren Durchmessers (je nach Bohrlochdurchmesser um 12—40 mm kleiner als dieser) und dadurch einen in anderer Art unerreichbaren Gebirgsaufschluß. Das Bohrloch wird ferner beim Drehbohren genau zylindrisch, weicht aber andererseits viel leichter und viel stärker

von der Vertikalen ab als beim Stoßbohren.

Trocken, d. h. ohne Spülung, ist das Drehbohren nur möglich mit Bohrern die das Gebirge in sich aufnehmen da der Bohrer sich sonst in dem sich auf der Bohrlochsohle ansammelnden Bohrmehl festklemmt.

Trockendrehbohrung ist darum nur auf geringe Tiefen praktisch anwendbar, während der Spüldrehbohrung der Hauptanteil an der gesamten Bohrtätigkeit bis zu den größten Tiefen zufällt.

1. Handdrehbohrung ohne Spülung.

Plastischer, überwiegend toniger, Boden wird mittelst Schappe (Abb. 10), Spiralbohrer (Abb. 11) und ähnlich geformter Bohrstücke durchbohrt. Der genügend gefüllte Bohrer wird gezogen und nach Reinigung vom abgebohrten Material wieder eingelassen. — In mehr lockerem Boden werden Bohrer verwendet bei welchem das Herausfallen des abgebohrten Materials während des Aufholens durch am unteren Ende angebrachte Klappe oder Ventil verhindert wird, wie der Ventildrehbohrer Abb. 12.

Ganz lockeren Boden durchbohrt die stoßend verwendete Schlambüchse (Abb. 1, 2), auch Ventilbüchse genannt, oder die Kiespumpe (Abb. 3). Für große Durchmesser sei auch der drehend wirkende Sackbohrer (Abb. 13) aus der großen Menge der bestehenden Bohrstücke für Handtrockenbohrung erwähnt.

Gebohrt wird meist am Vierkantvollgestänge, obwohl passend ausgeführtes Hohlgestänge seiner Gewichtsverminderung im Wasser, besonders aber seiner viel geringeren Eigenverdrehung bei gleichem Trockengewicht wegen, besonders bei größerem Durchmesser und für größere Tiefe vorzuziehen ist.

Härtere Schichten oder Steinlagen müssen stoßend durchbohrt werden und nötigenfalls muß sogar vom Freifallbohren (siehe dieses) Gebrauch gemacht werden. Zum Reinigen des Bohrloches ist dann stets eine Schlambüchse nötig.

Dementsprechend sind die leichten hierfür verwendeten Bohranlagen eingerichtet, von welchen Abb. 14 eine der meistverwendeten Typen zeigt. Für Bohrungen jeder Art bis zu 50 m Tiefe, ausnahmsweise auch

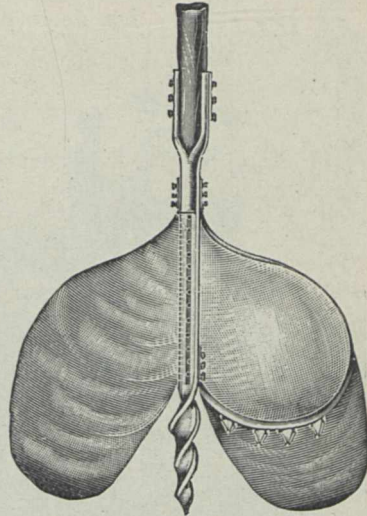


Abb. 13. Doppel-Sackbohrer.
(H. Mayer, Nürnberg-Doos.)

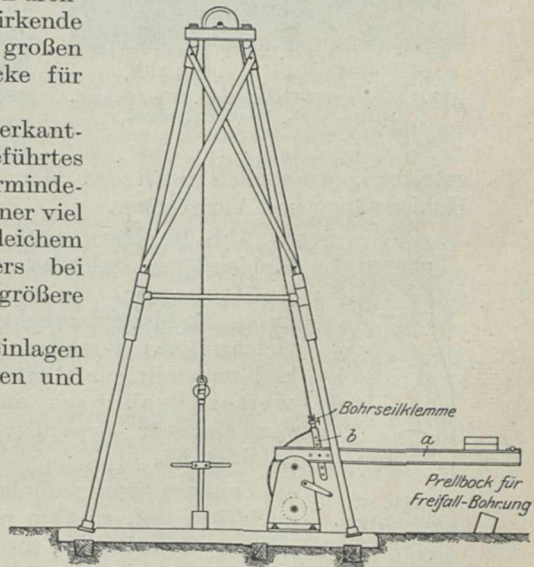


Abb. 14. Handbohranlage „Pionier“.

mehr, in vorwiegend milden Schichten, wird diese einfachste Bohrweise allgemein verwendet, wenn nicht auch hier Spülbohren, oder Verbindung mit diesem, vorzuziehen ist.

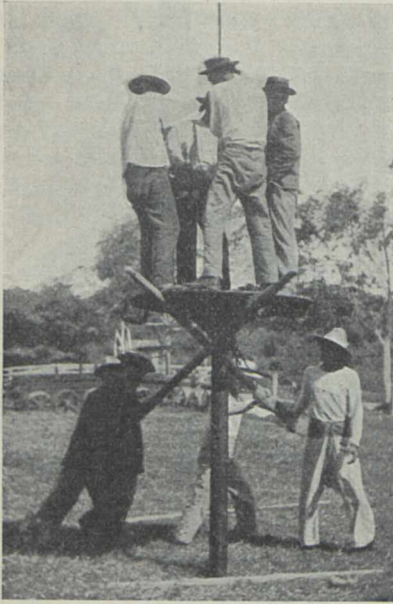


Abb. 15. „Banka“-Handbohrer. (Werf Conrad, Tiefbohr-Abt., Haarlem/Holland.)

Bei ganz seichten Bohrungen können Bohrer und Gestänge auch von Hand aus gezogen, kann also ohne Bohrgerüst gebohrt werden. Ein besonderer Typ dieser Art ist der zur genauen Feststellung der Erzhaltung alluvialer Seifen (angeschwemmter Ablagerungen), besonders von Zinn- und Golderzen, dienende sehr verbreitete sog. Bankabohrer (Abb. 15). Die Rohrtour wird dabei drehend niedergebracht und gleichzeitig in ihr gebohrt, wobei das aufgesetzte Plateau als Arbeitsbühne und die Bohrmannschaft als Belastung dient.

2. Spüldrehbohren mit Stahlvollbohrern.

(ohne das Rotarybohrsystem).

In milden, von Stahlbohrern gut zu schneidenden Schichten kann mit dieser Bohrweise, bei Drehen von Hand aus, rasch und sicher selbst auf einige hundert Meter Tiefe gebohrt werden. Für größere Tiefe wird dabei die Spülpumpe vorteilhaft motorisch

getrieben, womöglich auch das Windwerk für Ein- und Ausbau von Hohlgestänge und Verrohrung.



Abb. 16. Spülschappe.

Abb. 16 zeigt eine für Durchbohrung von Kies oder von Kohlenflözen mittelst umgekehrter Spülung bestimmte Spülschappe. In anderen Schichten werden einfache kurze Stahlspüldrehbohrer verwendet. Für Bohren und gleichzeitiges Erweitern des Bohrloches unter der Verkleidungsrohrtour dienen sehr vorteilhaft wirkende Erweiterungsbohrer mit zusammenklappbaren Flügeln, verschiedener Typen, von welchen eine in Abb. 17 abgebildet ist.

Zahllose Brunnenbohrungen, ausnahmsweise selbst bis zu 500 m tief, wurden und werden noch, z. B. in Ungarn und in Holl.-Indien, mittelst dieser Bohrweise niedergebracht. Auch hier werden einzelne harte Einlagerungen stoßend durchbohrt (siehe Bohrweise 8).

Durch Verwendung von einfachen, gezahnten Stahlkronen oder von Einsatzkronen (s. Abb. 29) lassen sich auch drehend Bohrkerne gewinnen.

Durch das aufgekommene Stelliteanschweißen auf die Bohrschneiden, bzw. durch den Gebrauch von Hartmetallen bei den Bohrkronen, läßt sich die Anwendung dieser einfachen Bohrweise auch noch auf mittelhartes Gebirge ausdehnen.

3. Das Rotarybohrsystem.

Der „Rotary“-Bohrer ist zum Hauptbohrsystem der nordamerikanischen Erdölgewinnung geworden, welche z. Z. etwa $\frac{2}{3}$ der ganzen Welt-Erdölproduktion liefert. Von dort hat er sich nach der Mehrzahl der anderen Erdölfelder der Erde verbreitet, besonders denjenigen, welche unter amerikanischem Einfluß stehen. Gegenwärtig dürfte wenigstens $\frac{2}{3}$ der Welt-Erdölförderung aus Bohrlöchern gewonnen werden, welche ganz oder größtenteils mit diesem Bohrsystem hergestellt worden sind.

Sein Arbeitsgebiet ist nur das Bohren nach Erdöl und Erdgas, aber dieses Gebiet umfaßt heute den größeren Teil der ganzen Tiefbohrtechnik und in diesem ist es im Laufe eines Dezeniums zur Vorrherrschaft gelangt. In hohem Maße hat der seit dem Weltkrieg weltbeherrschend gewordene Einfluß der Vereinigten Staaten von Nordamerika hierbei mitgewirkt, in gewissem Maße zweifellos auch der Faktor „Mode“. Vor allem aber haben sicherlich seine alles andere überholenden Schnelligkeitserfolge und seine Eignung für Erbohrung vorher noch nicht erreichter größter Tiefen seine gegenwärtige beherrschende Stellung geschaffen. Endlich aber auch die Tatsache, daß die reichsten der gegenwärtig bearbeiteten Erdöllager in jüngeren Formationen von milderer Bodenbeschaffenheit gelegen sind, welche diesem Bohrsystem seine volle Leistungsfähigkeit gestatten.

Es wird hier mit schwerem Hohlgestänge von 75—250 mm äußerem (Muffen-)Durchmesser gearbeitet, durch welches schwere Dick-, richtiger gesagt, Schlammspülung gepreßt wird, welche die Bohrlochwände derart zementiert, daß auf viele hundert Meter unverroht vorgebohrt werden kann. Dadurch läßt sich mit nur einem Teil der sonst nötigen Verkleidungsrohrtouren auskommen und man erzielt große Ersparnisse an Zeit und Kosten.

Das Hauptrohrstück des Rotarybohrsystems ist der Fischschwanzbohrer (Fishtail-bit), Abb. 18, welcher schneidend arbeitet, mit 40—80, unter günstigen Umständen sogar noch erheblich mehr, minutlichen Umdrehungen.

Um die Schneidekraft des Bohrers zu erhöhen und seine Abnutzung zu vermindern wird auf seine Schneiden, bei Bohrung in nicht ganz milden Schichten, ein Stelliteüberzug aufgeschweißt. Unter dem Sammelnamen „Stellite“ werden Härtelegierungen verstanden, die mittels der Sauerstoff-acetylenflamme in einfacher oder mehrfacher Schicht in tropfbar-flüssigem

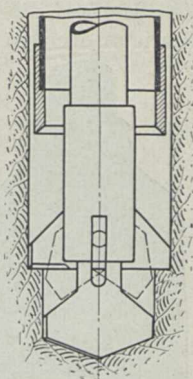


Abb. 17. Huegenin's
Erweiterungs-
Spüldrehbohrer.

Zustand auf die Stahlschneiden aufgetragen werden. In Form gegossener Stangen werden sie im elektrischen Ofen hergestellt und bestehen aus Kobalt, Chrom und Wolfram (oder Molybdän). Ihre Naturhärte und Widerstandsfähigkeit erhöht sich sogar bei steigender Temperatur und dadurch ist es möglich geworden mit derartig armierten Stahlbohrern selbst mächtige, mittelharte Ablagerungen drehend zu durchbohren, was früher als ausgeschlossen galt. Voraussetzung ist allerdings die Anwesenheit eines geübten Stellitschweißers und der Einrichtung zum Schärfen der Schneidkanten durch Abschleifen, da eine anderweitige Bearbeitung der Stellite nicht möglich ist.



Abb. 18. Fischechwanz-Bohrer. (A. Wirth & Co., Erkelenz/Rhld.)



Abb. 19. Fräsender Steinbohrer. (Rock one bit von Hughes Tool Comp., Houston/Texas.)

In ausgesprochen hartem Gestein hört aber naturgemäß die Schneidewirkung auch derartig armerter Drehbohrer auf. Hierfür wurden und werden noch stetig besondere, fräsend wirkende, Bohrstücke geschaffen. Abb. 19 zeigt die meistverbreitete Type derselben, bei welchen zwei konische Stahlfräser, auf ihren in automatischer Ölschmierung sitzenden Achsen rollend, das Gebirge bearbeiten. Über ihnen sind gerillte, sich ebenfalls drehende, Stahlwalzen (Reamers) ersichtlich, welche zur Ausrundung, bei anderen Konstruktionen sogar zur Erweiterung, des Bohrloches dienen. Derartige kostspielige Bohrstücke unterliegen natürlich enormem Verschleiß und mächtige, harte Gesteinslagen ziehen ihnen und damit diesem ganzen Bohrverfahren die naturgemäße Grenzlinie.

Abb. 20 (auf der Tafel am Schluß d. B.) zeigt eine ober-tätige Rotarybohranlage mit Dampftrieb. Außerdem gewinnt der Antrieb durch Explosionsmotore und vor allem der elektrische Antrieb hier immer mehr Feld. — Mittelst besonders konstruierter Gelenkketten treibt die Zwillingsdampfmaschine *C* eine mit dem Hebewerk *B* verbundene Vorgelegewelle an, von welcher aus mittelst gleicher Gelenkketten der Drehtisch *A*, bzw. das Hebewerk, angetrieben werden.

Die Abb. 21 und 22 geben eine deutlichere Darstellung der beiden Hauptteile der Bohranlage, des Drehtisches (Rotary table) und des Hebewerkes (Draw work).

Der Drehtisch versetzt die meist quadratische, 10—15 m lange hohle Mitnehmerstange (Grief stem) und durch diese das an sie geschraubte Hohlgestänge (Drill pipes) in Umdrehung. Sie hängt am Spülkopf (Rotary swivel) und dieser am schweren, meist vierrolligem, Flaschenzugblock, dessen Drahtseil von der Trommel des Hebewerkes aus, sowohl zum Ziehen

und Einlassen des Hohlgestänges als zum Einbau der Verrohrungen dient.

Der Bohrturm ist meist 37 m hoch, um Gestängezüge von etwa 25 m Länge ziehen und in den Bohrturm stellen zu können, und hat bis zu 200 t Tragfähigkeit.

Zur Spülung dient eine für schwerste Dickspülung gebaute Duplexspülpumpe von meist 600 bis 900 l minutlicher Leistung und einem meist 20—50 Atm. betragenden aber zeitweilig sogar bis zu 150 Atm. steigenden Spül- druck. — Das Spülwasser muß, um in Bohrlöchern mit hohem Gasdruck bohren zu können, oft durch Zusatz von Baryt oder Hämatit (Eisenoxyd) auf ein spezifisches Gewicht von 1,5—2 gebracht werden. Eine zweite gleiche Reservepumpe ist, wie Abb. 20 zeigt, stets vorgesehen.

Den großen und bestechenden Vorteilen des Rotarybohrsystems stehen auch schwerwiegende Nachteile gegenüber. Vor allem ist es der bisherige Mangel verlässlicher Gewichtsausgleichung, also Druckregulierung für den Bohrer, welcher auch den weiteren schwer schädigenden Nachteil der, später näher behandelten, großen Lotabweichungen der Rotarybohrlöcher zur Folge hat. Durch Einrichtungen verschiedener Art ist die amerikanische Ölbohrtechnik bemüht diesen Übelstand zu bekämpfen und hat darin auch schon bemerkenswerte Erfolge erzielt.

Ein weiterer sehr empfindlicher Nachteil entsteht durch die infolge der schweren Dickspülung nur sehr mangelhafte Kenntnis des durchbohrten Gebirges, was, in Verbindung mit der Zementierung der Bohrlochwände durch die Dickspülung, auch das unbemerkte Durchbohren von nicht unter hohem Gasdruck stehenden

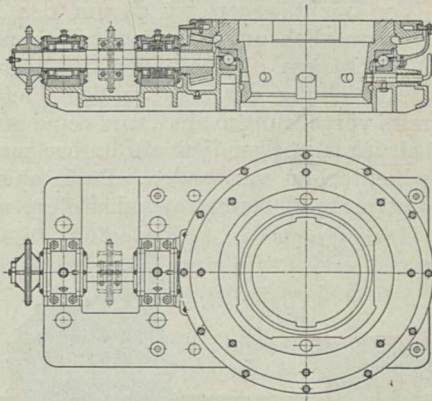


Abb. 21. Rotary-Drehtisch. (Gutehoffnungshütte, Haniel & Lueg, Bergbaul. Untern. u. Einrichtg. Düsseldorf.)

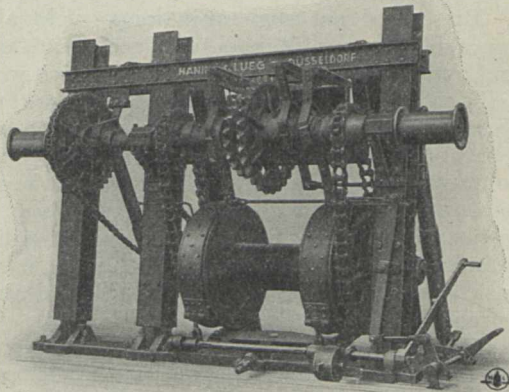


Abb. 22. Rotary-Hebewerk. (Gutehoffnungshütte, Haniel & Lueg Bergbaul. Untern. u. Einrichtg. Düsseldorf.)

Öllagern begünstigt. Man bemüht sich diesem Übelstand durch zeitweise Kerngewinnung, meist mittelst Doppelkernrohrbohrern ähnlich Abb. 31, sowie durch besonders sorgfältige Waschung und Kontrolle der Gebirgsproben zu begegnen.

Von rechts wegen ist darum das Rotarybohrsystem nur für Erdölgewinnungsbohrungen in bereits bekanntem Gebirge geeignet, und zwar in den Decklagen oberhalb der Ölführung. Seine große Leistungsfähigkeit für Erreichung der sehr großen Tiefen, in welche die Erdölbohrungen bereits vorgedrungen sind, und seine großen Vorteile in Bekämpfung hohen Gasdruckes nötigen jedoch immer mehr es auch zum Bohren bis in die Ölschichten zu verwenden. Dann sind aber besondere Maßnahmen, wie die vorstehend bereits angedeuteten, unbedingt geboten.

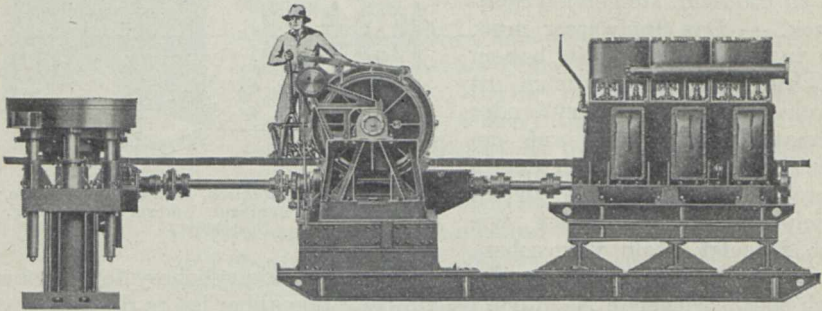


Abb. 23. Doheny-Rotary-Bohranlage. (Doheny Stone Drill Company, Los Angeles, Ver. Staaten.)

Diese sind natürlich noch lange nicht abgeschlossen, sondern die genannten schweren Mängel, zu denen auch noch andere kommen, treiben, und zwar gerade in Amerika, zu so rasch weiterschreitender Entwicklung, daß das hier Gesagte schon überholt sein kann ehe es im Druck erscheint. Es seien hier nur zwei Beispiele der neuesten Entwicklung gegeben.

Abb. 23 zeigt eine sehr bemerkenswerte neuere amerikanische Rotarybohranlage welche den entscheidenden Vorteil der Druckkontrolle und Belastungsregulierung des Bohrers aufweist. Das hier außen glatte Hohlgestänge wird vom Drehtisch getragen, welcher auf hydraulischen Tragzylindern ruht und mit dem Gestänge niedersinkt, so daß das bisherige unsichere Nachlassen des Bohrers an den Bremsen des Hebewerkes entfällt. Durch Stopfbüchsenabschluß kann, dank dem außen glatten Gestänge, das Bohrloch nicht nur beim Bohren, sondern auch beim Ein- und Ausbau des Gestänges gasdicht abgeschlossen bleiben. Wenn ein genügend tiefer Keller unterbaut werden kann, läßt sich dieser Abschluß auch beim Einlassen oder Ausholen des Bohrstückes, durch dessen Abschleußen, aufrecht erhalten. Der Antrieb erfolgt hier durch eine einzige unter dem Turmboden liegende Achse und alle Gelenkketten entfallen.

Beim zweiten Fall wird das Auswechseln des Bohrers ohne Ziehen des Gestänges bewirkt. Der neue Bohrrapparat der Reed Roller Bit Comp. in Houston (Texas) beruht auf dem Gedanken, den Bohrer, und zwar entweder einen Vollbohrer mit sich scharnierförmig öffnenden Flügeln

oder einen Kernbohrer, mit oder ohne Lotapparat, in das Innere des Hohlgestänges einzuwerfen. Unten angelangt treten sie automatisch in Arbeitstellung und werden nachher durch einen, am Seil, ebenfalls im Inneren des Gestänges eingelassenen, lösbaren Fänger gefaßt und herausgezogen. Man kann also abwechselnd bohren und Kern gewinnen und loten, ohne das Gestänge zu ziehen und vervielfältigt dadurch in größerer Tiefe die nutzbare Bohrzeit. Die aufgegebenen Betriebsergebnisse lassen annehmen, daß der Apparat bereits praktisch erprobt und eingeführt ist.

Das Rotarybohrsystem hat längst den Welttiefenrekord geholt, der (August 1931, in Nord-Mexiko) auf 3228 m (10585 engl. Fuß) gestiegen war. Hierbei wurden noch die letzten 165 m in, natürlich nicht hartem, Kalkstein, in 217 mm Bohrlochs-Enddurchmesser, in 10 Tagen durchbohrt, also mit einer täglichen Durchschnittsleistung von 16 · 5 m. Hieraus geht hervor, daß selbst diese Rekordtiefe noch keineswegs eine gegenwärtige Tiefengrenze bedeutet.

Die natürlich nur in besonders günstigem Gebirge erreichbaren Rotarybohrleistungen mögen die nachstehenden Zahlen illustrieren: In den Vereinigten Staaten: 14 Tage durchschnittliche Gesamtarbeitszeit von einem Dutzend etwa 800 m tiefer Ölbrunnen, 18 und 30 für zwei solche von 1536 und 1556 m Tiefe, alles einschließlich Einbau und Zementierung von 2 Rohrtouren von 10 und $6\frac{5}{8}$ " Durchmesser und einschließlich die 6—7 Tage beanspruchende Aufstellung der Bohranlage. In Venezuela $5\frac{2}{3}$ Tage reiner Bohrzeit als Durchschnitt aus 4 Ölbohrungen von 1100 bis 1180 m Tiefe, mit einer Höchsttagesleistung von 320 m. Daß dies alles Rekordzahlen sind, von erstklassiger und örtlich langgeschulter Bohrmannschaft erzielt, ist selbstverständlich.

In Rumänien hatte das System 1930 die Rekordtiefe von 2090 m erreicht und es wurden in einem Falle 871 m Tiefe in 10 Tagen reiner Bohrzeit abgebohrt, zu welchen weitere 11 Tage für Einbau und Zementierung der 3 Rohrkolonnen von 16, 10 und 8" Durchmesser kamen.

Die Zwischenräume zwischen den Rohrtouren müssen, schon wegen der hier viel größeren Lotabweichungen, meist erheblich größer genommen werden als bei anderen Bohrvorfahren.

4. Das Rotations-Kernbohren.

Dieses stellt die vollkommenste Art des Drehbohrens und des Bohrens überhaupt dar. Hier wird nur der äußere ringförmige Teil des Bohrloches abgebohrt, während sein innerer als zylindrisches Kern stehen bleibt, der durch einen Federring oberhalb der Bohrkronen, oder auf andere Weise, abgerissen und zutage gebracht wird.

Dadurch gewinnt man eine Kenntnis des durchbohrten Gebirges wie sie in ähnlich vollkommener Art bei keiner anderen Methode möglich ist.

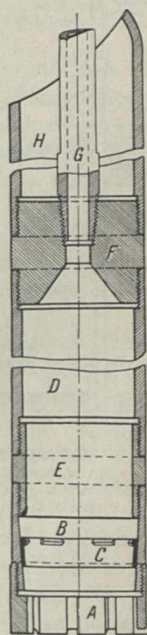


Abb. 24.
Rotationsbohr-
gerät.

In gut kernfähigem Gebirge macht die Länge der gelieferten Kerne 80—100% der durchbohrten Mächtigkeit aus.

Hier ist auch der kleinste überhaupt mögliche Bohrl Lochdurchmesser von etwa 25 mm, meist nicht unter 35 mm, anwendbar. Dann ist auch Handbetrieb rationell anwendbar, in milderem Gebirge und auf geringere Tiefen auch in noch größerem Durchmesser. Zu Schladebach hatte Köbrich in 1748 m Tiefe bei 31 mm Enddurchmesser noch 12 mm starke Bohrkerne erbohrt, die einen völlig deutlichen Gebirgsaufschluß gaben.

Hier sinkt der Bohrer, d. h. die Bohrkronen, nach Maßgabe des Bohrfortschrittes automatisch nach und ihr Druck auf die Sohle wird durch Gestängeausbalanzierung auf das gewünschte Maß gebracht, welches er nicht übersteigen kann. Im Bedarfsfall kann der Bohrer sofort von der Sohle abgehoben werden.

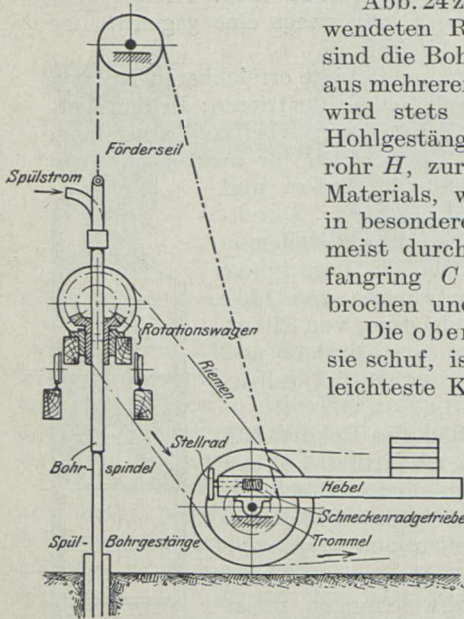


Abb. 25. Schema der oberirdigen Rotationsbohranlage mit Lapp'schem Gewichtsausgleich an der Fördertrommel. (Aus Bansen, Tiefbohrwesen.)

gedreht. Durch Lösen der Kupplung zwischen Hebel und Trommelachse wird die Trommel zum Ziehen des Gestänges frei.

Die Drehbewegung wird dem Hohlgestänge durch Kegelräder gegeben, welche auf dem in gewisser Höhe über dem Bohrloch angebrachten vier-räderigen Bohrwagen montiert sind. Dieser wird durch Riemen von beliebiger Stelle, in diesem Falle von der Trommelachse aus, angetrieben. Zwecks Freimachen des Bohrloches wird er auf seinen Schienen seitwärts gerollt. Das horizontale Kegelrad treibt die meist vierkantig gehaltene, unten mit dem Gestänge verschraubte Bohrspindel, ohne aber das Ge-

Abb. 24 zeigt die Zusammensetzung des hier verwendeten Rotationsbohrgerätes. Hauptteile sind die Bohrkronen A und das Kernrohr D, häufig aus mehreren längeren Rohren bestehend. Gespült wird stets in der gewöhnlichen Art, durch das Hohlgestänge nach abwärts. Das sog. Sedimentrohr H, zur Aufnahme des größeren abgebohrten Materials, wird nur in großem Durchmesser oder in besonderen Fällen angewendet. Der Kern wird meist durch einen federnden, geschlitzten Kernfangring C beim Anheben automatisch abgebrochen und festgehalten.

Die obertägige Einrichtung, wie Köbrich sie schuf, ist noch heute typisch und gestattet die leichteste Kombination mit Meißelbohrung jeder Art. Abb. 25 zeigt sie schematisch, in Verbindung mit dem weitverbreiteten Lapp'schen Gewichtsausgleich an der Achse der Trommel des Tragseiles, an welchem das Bohrgestänge hängt. Bei dessen Niedersinken steigt das freie, mit verschiebbaren Gewichten belastete Ende des einarmigen Hebels auf und wird am Stellrad mittelst des Schneckenradgetriebes immer wieder in die horizontale Lage zurück-

stängegewicht zu tragen, welches auch in anderer Art als hier ersichtlich, am Förderseil oder an etwa vorhandenem Bohrschwengel ausbalanciert werden kann.

Abb. 26 zeigt einen Bohrwagen mit direkter Drehung des Hohlgestänges durch Mitnehmerstangen und an diesen niedersinkender Drehklemme, also ohne Bohrspindel.

Die Rotationsbohrung arbeitet technisch und wirtschaftlich am besten in kleinerem Durchmesser, gewöhnlich unter 200 mm, in milderem Gebirge auch noch erheblich mehr, schon mit Rücksicht auf die Schwierigkeit des Abbrechens stärkerer Kerne aus härterem Gestein. Beim Gebrauch von Bohrdiamanten werden sonst auch die Kosten zu hoch.

Nachteil und Anwendungsgrenze dieser Bohrweise liegen hauptsächlich in der Verklemmungsgefahr des das Bohrloch fast ganz ausfüllenden Kernrohres, hervorgerufen durch Nachfall oder Sedimentabsatz. Auch fehlt hier immer noch ein verlässlicher Erweiterungsbohrer, welcher Abschluß nachfallender Gebirgsstellen durch Tiefersetzen der Verrohrung gestatten würde. Durch verschiedene Mittel, wie Zementierung der Bohrlochwand, zur Not sogar durch Verlängerung der Kernrohre über die Nachfallstelle hinaus, ist mit Zeit- und Kostenaufwand hierin vielfach Abhilfe möglich, der Hauptsache nach bleibt aber die Rotationskernbohrung auf standfestes Gebirge beschränkt, wofür auch Durchmesserverkleinerung günstig wirkt. Auch durch gashaltiges Gebirge hervorgerufener Sandeintritt kann hier leicht gefährliche Verklemmung hervorrufen und darum muß von dieser Bohrweise in Erdöllagerstätten abgesehen werden.

Ihr Hauptgebiet ist das Bohren nach Salzen und den meisten Erzen, sowie das Schurfbohren jeder Art in hartem Gebirge und größten Tiefen überhaupt. Beim Schürfen nach nicht kernfähigen Lagerstätten wie Kohle oder lockere Erze gestattet jedoch die Schnellschlagbohrung oft noch bessere Fundeskonstatierung. — Für Schräg-, Horizontal- oder Aufwärtsbohren in hartem Gestein und kleinerem Durchmesser ist sie die einzige leistungsfähige Bohrmethode.

a) Diamantbohrung.

Die vollkommenste Art der Rotationskernbohrung ist diejenige mit Bohrdiamanten. Vor etwa 20 Jahren konnte letztere noch schlechtweg als Diamantbohrung bezeichnet werden. Auch jetzt nimmt letztere immer noch die Hauptrolle in ihr ein und wird diese voraussichtlich auch behalten, ohne sie aber, wie früher, allein zu beherrschen.

Die Diamantbohrkrone wirkt schleifend und verwandelt darum das losgelöste Material in mikroskopisch feines Mehl das sich im aufsteigenden

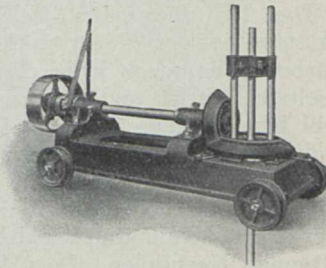


Abb. 26. Rotationsbohrwagen.
(A. Wirth & Co., Erkelenz/Rhld.)

Spülstrom derart verteilt, daß es sich selbst bei, z. B. durch Bruch hervorgerufener, Spülunterbrechung nur äußerst langsam absetzt und dadurch die Verklemmungsgefahr des Kernrohres auf ein Mindestmaß verringert. Sie macht, je nach Durchmesser und Gebirge, 100—180, in kleinen Durchmessern, geringen Tiefen und günstigen Verhältnissen selbst bis zu 300, minutliche Umdrehungen und erfordert mäßige Belastung, also sorgfältig regulierten Gewichtsausgleich. Kräftige, an der Bohrsohle austretende Spülung ist schon der Kühlung der arbeitenden Diamanten wegen unbedingt Erfordernis.

Die Bohrdiamanten (reiner krystallinischer Kohlenstoff) sind die härtesten in der Natur vorkommenden oder herstellbaren Körper und bearbeiten demnach jedes andere Material mit dem erreichbaren Höchst- arbeitsfortschritt und der geringsten eigenen Abnützung. Sie vertragen wohl Druck jedoch keine stärkeren Schläge oder Stöße. Die Unterschiede in der Härte nicht nur zwischen den verschiedenen Arten von Bohrdiamanten sondern auch unter den einzelnen Steinen sind jedoch außerordentlich groß. Ebenso diejenigen im größeren oder geringerem Maße ihrer Sprödigkeit und Spaltbarkeit, den charakteristischen, ihnen anhaftenden Nachteilen. Dazu kommen noch die Unterschiede des in ihrer Form liegenden Arbeitswertes. Prüfung und Auswahl der Steine erfordert darum große Sorgfalt und Erfahrung und bleibt trotzdem noch Vertrauens- in gewissem Maße sogar Glückssache.

Die härtesten Steine sind die meist grauen oder braunen bis schwarzen Carbons oder die gleichwertigen hellen brasilianischen Ballas. Für milderes Gestein, wie Sandsteine, genügen die meist weißen, gelben oder braunen Boarts, von nur einem Bruchteil des Kaufpreises der erstgenannten Steine.

Die Größe der Steine wird in Karat (etwa $\frac{1}{5}$ g) angegeben und ihr spezifisches Gewicht ist ungefähr 3,5. Die verwendeten Steine sind 2 bis 6 Karat groß, unter Umständen auch weniger oder mehr. Auf jeden Zentimeter Kronendurchmesser können im Durchschnitt 3 Karat Diamanten gerechnet werden, so daß sich beim gegenwärtigen (1931) Marktpreis von 250—500 Mark je Karat beste Karbons oder Ballas überschlagen läßt, was an Diamantenkosten für eine einzige Bohrkronen, für sehr hartes Gestein, anzulegen ist.

Die Diamanten werden in der Regel in die aus weichstem Spezialeisen angefertigte Bohrkronen unter Gebrauch von Füllmetallen eingesetzt und sorgfältigst verstemmt, was besondere Fertigkeit und Erfahrung voraussetzt, also einen geübten Diamantensetzer erfordert. Da dies an den Bohrstellen, an welchen leicht Neu- und Umsetzen der Steine nötig wird, häufig Schwierigkeiten verursacht so gewinnt der sog. Diskenbesatz der Kronen, den Abb. 27 veranschaulicht, immer größere Verbreitung. Die mit eingesetzten Steinen versehenen Disken (*I*) werden dabei auf Vorrat gehalten.

Bei der enormen Verteuerung der Bohrdiamanten verspricht der neuerlich aufgekommene Besatz der Kronen mit sehr vielen ganz kleinen Diamanten, den sog. „Finehards“ und „Diamhards“ von Smit & Zonen, Amsterdam, in neuartiger Weise warm maschinell in Metallunterlage eingepreßt, teilweise Abhilfe. Die Kosten sollen auf einen Bruchteil der bisherigen ver-

mindert und die Bohrleistung durch die große Vermehrung der Arbeitspunkte sogar noch erhöht werden. Inwieweit diese bisher noch auf kleinste Durchmesser beschränkten Diamantkronen, die in Amerika schon stark in

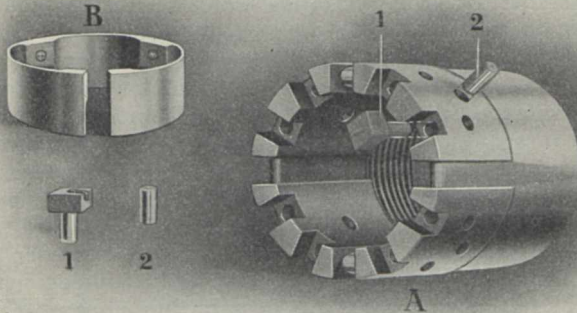


Abb. 27. Diamantkrone mit Diskenbesatz. (Peiner Maschinenbau A.-G., Lehrte.) B = Kernfangring.

Verwendung stehen sollen, sich dauernd durchsetzen werden, bleibt abzuwarten.

Die Diamantbohrung hatte bereits 1905 bei der oberschlesischen Steinkohlenbohrung Czuchow II des Preußischen Fiskus ihren bisherigen Tiefenrekord von 2240 m erreicht. Durchschnitts-Stundenleistungen sind z. B. im Salz und Anhydrid 3 m bei 10—13 cm Durchmesser, in mittelhartem Kalkstein 40—50 cm, in Quarz und Diorit 15—20 cm bei 30—40 mm Durchmesser.

Der Diamantverbrauch, einschließlich Verlust an ausgebrochenen Steinen, wurde z. B. im Steinkohlengebirge mit durchschnittlich 0,44 Karat je Tiefenmeter ermittelt¹.

Teilweisen Ersatz der Bohrdiamanten brachte einerseits die Anwendung von Hartmetallkronen, andererseits die Stahlschrotbohrung. Zu den ersteren sind auch, zum Gebrauch in ausgesprochen milderem Gebirge, Stahlkronen mit aufgeschweißten Härtelegierungen gerechnet. Für ausgesprochen hartes Gestein gibt es aber noch keinen auch nur annähernden Ersatz der Bohrdiamanten.

b) Bohren mit Hartmetall- und Stahlkronen.

Als Hartmetalle werden die zu teilweisem Diamantersatz verwendeten künstlichen Bohrsteine bezeichnet, deren Härtegrad dem Diamanten näher kommt als derjenige anderer Körper und die meist Metallkarbide sind. Sie

¹ Bohrhilfsbuch Wirth & Co., Erkelenz.

sind in verschiedenen Zusammensetzungen und unter verschiedenen Namen bereits stark in Gebrauch und werden stetig vervollkommenet und durch neue Typen vermehrt. Die bekanntesten davon sind der Volomit (Triamant), ein Wolframkarbid, und der Thoran, in ähnlicher Zusammensetzung, sodann Miramand, Widiametall usw.

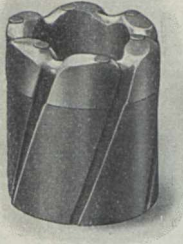


Abb. 28.
Hartmetall-Bohrkrone.
(Haniel & Lueg,
Bergbau. Untern. u.
Einrichtg., Düsseldorf.)

Abb. 28 zeigt eine Hartmetallkrone.

Diese Besatzsteine werden meist in achteckigem oder kreisrundem Querschnitt von 5—10 mm Stärke hergestellt und ihr Einsetzen ist durch ihre regelmäßige Gestalt und ihre Zähigkeit sehr erleichtert. Gegenüber dem schwierigen Diamantsetzen bedeutet dies eine sehr bemerkenswerte Erleichterung und vergrößerte Sicherheit des Kronenbesatzes. Außer der großen Kostenersparnis bietet auch ihre Zähigkeit, verglichen mit der Sprödigkeit und Empfindlichkeit der Diamanten, einen wichtigen Vorteil. In mittelhartem Gestein, teilweise sogar noch im Anhydrit, sind sie ein sehr brauchbarer Ersatz der Bohrdiamanten geworden, noch härteres Gestein setzt aber ihrer Anwendung bald eine Grenze, denn ihre Bohrleistungen nähern sich dann rasch dem Nullpunkt.

In ausgesprochen mildem Gebirge kann auch mit der gezahnten

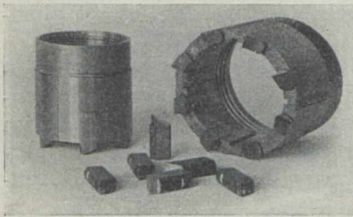


Abb. 29. Bohrkrone mit eingesetzten
Stahlschneiden. (Werf Conrad, Tiefbohr-
Abt., Haarlem/Holland.)

Stahlkrone erfolgreich gebohrt werden, ganz besonders wenn Härte und Widerstandsfähigkeit der Stahlschneiden besonders erhöht wird. Dies geschieht entweder durch Einsetzen auswechselbarer Schneidezähne aus Spezialstahl, wie in Abb. 29 in einem Beispiel gezeigt, oder durch Aufschweißen von Stellite¹ auf die stählernen Schneidezähne.

Alle diese Hartmetall- oder Stahlkronen wirken jedoch nicht schleifend wie die Diamantkrone, sondern schneidend, spanabhebend, und verwandeln darum das abgebohrte Gebirge in größere, spanartige Teilchen größeren Gewichtes, was die S. 19 besprochene Gefahr des Verklammerns des Kernrohres bei Unterbrechung der Spülung, die beim Diamantbohren so gut wie vermieden wird, in Permanenz bringt. Diese Gefahr wiegt aber oft schwerer als die Vorteile des sicheren, leichteren und um so viel billigeren Bohrbetriebes der Hartmetall- und Stahlbohrkronen und legt ihrem Gebrauch die Beschränkung auf günstige Bodenverhältnisse auf. In jedem Fall soll aber hier die Verwendung des Sedimentrohres (s. Abb. 24) zur Regel gemacht werden.

Der in den weichen Kreideschichten Englands mit gutem Erfolg gebrauchte Rotationskernbohrer „Calyxdrill“ mit Spezialstahlkrone hat

¹ Härtelegierungen, s. bei „Rotarybohren“, S. 13.

darum von diesem seinen Namen, denn „Calyx“ ist die englische Bezeichnung für das Sedimentrohr.

c) Die Stahlschrotbohrung.

Die Stahlschrotbohrung erweitert das Gebiet der Rotationskernbohrung sozusagen „nach oben“, auf die Durchbohrung härtester, konglomeratartiger Gesteine, denen der Diamantbesatz der Bohrkronen nicht nur wegen gesteigerten Verschleißes und der Bruchgefahr der Steine, sondern vor allem auch wegen der Gefahr ihres Ausfallens aus den sich dann rasch abschleifenden Bohrkronen, nicht mehr gewachsen ist.

Der je nach der Art des Gebirges regelmäßig während des Bohrens in das Spülwasser eingeschleußte Stahlschrot von 0,5—3 mm Korngröße wird durch die Bohrkrone in rasche Umdrehung versetzt und zermahlt das Gebirge, bis er sich selbst in einen so feinen Stahlschlamm verwandelt, daß dieser zusammen mit dem abgebohrten Bohrmehl in dem engen Raum außerhalb des Kernrohres nach oben steigen kann, um sich sodann in dem auf dieses aufgeschraubte, oben offene, 1—2 m lange Sedimentrohr abzusetzen. Es muß hier mit schwacher Spülung gearbeitet werden, damit der Schrot nicht vorzeitig von der Sohle abgehoben wird. Natürlich arbeitet der Schrot auch die Bohrkrone ab, die aus einem einfachen Stahlrohr entsprechender Form besteht und deshalb hier bis zu 0,5 m Länge genommen wird. Aus diesem Grunde muß auch häufig gezogen werden, so daß mit höchstens 3 m Kernrohrlänge gearbeitet wird. Das Abbrechen und Festhalten des Kernes erfolgt durch unter kräftigem Spüldruck eingespültem Quarzkies. Abb. 30 zeigt, aufgeschnitten dargestellt, ein Schrotbohrgerät, bestehend aus Schrotkrone, Kernrohr, Sedimentrohr und oben eingeschraubtem Hohlgestänge.

Das Schrotbohren eignet sich gerade dort wo die Diamantkrone versagt oder zu kostspielig wird und stellt eine sehr wertvolle Ergänzung der Diamantbohrung dar, ist aber in klüftigem Gebirge gar nicht, in weniger festen Schichten nur bedingt verwendbar.

Die von ihm gelieferten Kerne sind etwas kleiner, außen auch weniger glatt als diejenigen der Diamantbohrung und werden meist auch in etwas geringerem Prozentsatz und in, schon der kürzeren Kernrohre wegen, etwas geringeren Längen geliefert als bei dieser. Sonst aber ist sie ihr durchaus ebenbürtig und hat noch den Vorteil verhältnismäßig geringer Betriebskosten und viel geringeren Risikos. Auf den Tiefenmeter werden 1—2 kg des billigen Stahlschrotes verbraucht.



Abb. 30.
Schrotbohr-
gerät. (A.
Wirth & Co.,
Erkelenz/
Rhld.)

d) Doppelkernrohrbohrer.

Diese dienen zur Erweiterung der Anwendung der Rotationskernbohrung „nach unten“, d. h. in mehr lockere, nicht mehr, oder wenigstens

nicht mehr ausgesprochen, kernfähige Ablagerungen, wie Kohle, Minetteerzlager, sandige Tone usw.

Die Doppelkernrohrbohrer beruhen auf Anordnung eines besonderen, drehbar aufgehängten, inneren Kernrohres, das den Bohrkern aufnimmt und an der Drehung nicht oder nur sehr wenig teilnimmt. Zur Erhaltung der Bohrkern trägt hier besonders der Umstand bei, daß sie nicht vom Spülstrom berührt werden, der zwischen dem Kernrohr und dem äußeren Mantelrohr des Bohrers zur Sohle strömt. Das oben mit dem Hohlgestänge, unten mit der Bohrkronen verschraubte äußere Mantelrohr überträgt die Drehung auf die Bohrkronen, während das innere Rohr mit einer geeigneten Kernfangvorrichtung versehen ist. Abb. 31 zeigt eine Ausführungsform.

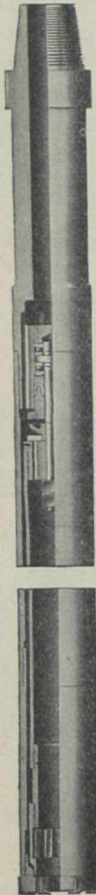


Abb. 31.
Doppelkern-
rohrbohrer.
(A. Wirth
& Co.,
Erkelenz/
Rhld.)

Hier werden ausschließlich Stahl- oder Hartmetallbohrkronen angewendet und es werden nur 1—2 m ununterbrochen abgebohrt, damit der Längenverlust an Kernen, durch deren Abreiben und Abbrechen, so gering als möglich bleibt. Da hier außerdem die Klemmgefahr besonders groß ist, muß genügender Zwischenraum zwischen Bohrer und Bohrlochwand gehalten werden, was im Hinblick auf das lockere Gefüge derartiger Kerne die Anwendung in kleinen Durchmessern sehr erschwert.

5. Kleinbohrmaschinen.

zum Bohren nach allen Richtungen über Tage und in der Grube.

Ihr Hauptarbeitsgebiet ist das Aufsuchen von Erzgängen von Tage, sowie deren Ausrichten von der Grube aus. Das Ersthore lotrecht oder schräge nach abwärts, das Zweite nach allen Richtungen, also auch horizontal, sowie schräge und lotrecht nach aufwärts. Im Grubenbetrieb, wo sie oft vollständig den viel langwierigeren und kostspieligeren Streckenvortrieb ersetzen können, dienen sie auch zum Schutz gegen Wassereintrüche. Sie werden überwiegend motorisch, in ganz erheblichem Umfang aber auch von Hand aus, betrieben, in letzterem Fall in möglichst kleinem Durchmesser, von 32 bis etwa 50 mm, maschinell bis etwa 90 mm Durchmesser. Auch für Aufsuchen anderer Mineralien, sowie im Bergbaubetrieb im allgemeinen finden sie vielfache Verwendung, besonders auch im Kohlenbergbau, obwohl in diesem auch verschiedenartige andere Grubenbohrapparate verwendet werden.

Bohrgeräte und Bohrkronenbesatz sind dieselben als bei den Rotations-Tiefbohrungen. Bei geringen Tiefen kann das Ziehen und Einlassen der Gestänge ohne Bohrgerüst, von Hand erfolgen, sonst wird das einfache Förderwerk meist mit dem Bohrrapparat zu einer leichten Bohrmaschine vereinigt, die nicht selten auch die Spülpumpe, selbst auch den Antriebsmotor (im Grubenbetrieb häufig durch Preßluft getrieben) in sich schließt.

Die nötige Belastung, bzw. beim Bohren nach abwärts die Gewichtsentlastung, wird entweder durch hydraulischen Druck oder durch Gewicht-

hebelwirkung bewirkt. Auf dem letzteren Prinzip, als dem seiner Einfachheit und Zweckmäßigkeit wegen am meisten verbreiteten, beruht die aus Schweden gekommene Craeliusmaschine, welche, in verschiedener Art verändert, in großem Umfang auch in Deutschland gebaut wird. Die Übertragung der Drehbewegung auf die Bohrspindel erfolgt mittels Schraubens- oder Kegelräder, wobei durch deren Vertauschen oder mittels Veränderungs-
zahnradvorgelege die Umdrehungszahl der Krone veränderbar gemacht wird.

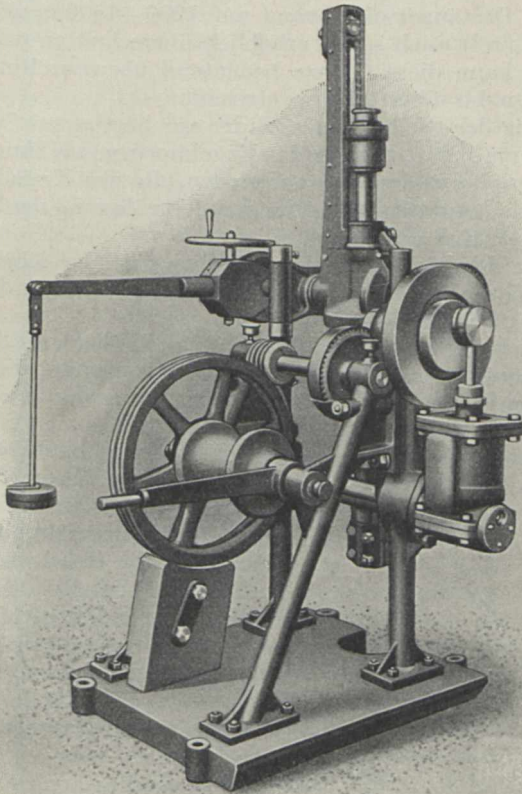


Abb. 32. Rotationschurf-Kernbohrmaschine. (Peiner Maschinenbau A.-G., Lehrte.)

Infolgedessen lassen sich die Maschinen auch leicht für veränderbaren maschinellen und Handbetrieb bauen, letzteren durch Übertragen vom Langsamen ins Schnelle.

Abb. 32 zeigt eine derartige durch Preßluft getriebene Maschine.

Für Bohren von über Tage aus, für welches auch stärkere, schwere Maschinen dieser Art gebaut werden, welche bis zu 1000 m Tiefe und darüber hinaus bohren können, wird natürlich stets ein Bohrgerüst oder Bohrturm

notwendig. Derartige Schurfbohrmaschinen werden dann vielfach fahrbar, teilweise, für mittlere Tiefen, sogar selbstfahrend ausgeführt in Art der Abb. 9.

B. Stoßbohrung.

Die Stoßbohrung (Meißelbohrung) arbeitet mit bedeutend geringerem Nutzeffekt als die Drehbohrung, hat jedoch ihr gegenüber den Vorteil allgemeiner Anwendbarkeit, mit allerdings bis jetzt engerer Tiefengrenze. Diese kann für Gestängestoßbohrung auf 1200—1500 m gestellt werden, wenn diese vereinzelt auch schon erheblich überschritten worden ist. Nur die Seilbohrung kann diese Grenze bedeutend überschreiten und hat zur Zeit schon Tiefen bis über 2800 m erreicht.

Das Werkzeug der Stoßbohrung ist der aus härtbarem Spezialstahl geschmiedete Bohrmeißel; seine in der Regel horizontale Hauptschneide ist meistens mit Peripherieschneiden verbunden, die der Kreislinie des Bohrloches entsprechen. Auf den Meißel ist zur Vergrößerung des Schlaggewichtes die Schwerstange aufgesetzt.

Die Wirkung des Meißelschlages, als diejenige der lebendigen Kraft, wächst im einfachen Verhältnis mit dem Schlaggewicht und im quadratischen mit der Aufschlaggeschwindigkeit.

Als Ersteres kommt außer dem Gewicht von Meißel und Schwerstangen nur ein Teil desjenigen der unteren Gestänge in Betracht, da die lebendige Kraft des übrigen Gestänges größtenteils zur Stauchung in sich selbst aufgebraucht wird.

Die größte hier theoretisch erreichbare Geschwindigkeit ist diejenige des freien Falles, welche aber in dem engen mit Wasser gefüllten Bohrloch einen großen Teil seines theoretischen Wertes (des Falles im freien, luftleeren Raum) verliert. Sie wird hier selten über 2,5 m in der Sekunde hinauskommen, denn die Geschwindigkeit eines im Bohrloch niederfallenden Gegenstandes verwandelt sich aus einer beschleunigten bald in eine gleichmäßige. Deshalb gelangen auch im Bohrloch abstürzende Geräteteile meist wenig oder gar nicht beschädigt zur Bohrlochsohle.

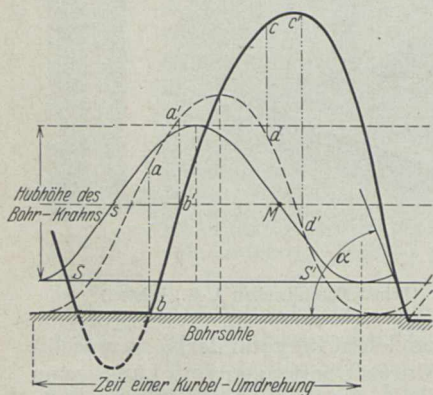


Abb. 33. Zeit-Weg-Kurve eines Meißelschlages.

Es ist darum auch erklärlich, daß in härterem Gestein in kleinem Durchmesser, unter etwa 80 mm, stoßend nicht mehr mit nennenswertem Erfolg zu bohren ist. Es fehlt dann an der Voraussetzung der Unterbringung des erforderlichen wirksamen Schlaggewichtes und seines genügend raschen Falles im engen Bohrloch.

Solange, wie bisher, nicht nur der Bohrer sondern auch das lange Gestänge bei jedem Stoß auf und nieder bewegt werden muß kann dem Bohrer eine, z. B. durch Preßluft erteilte, erhöhte Stoßkraft, wie wir sie bei den

Gesteinsbohrmaschinen kennen, nicht übermittelt werden. Wolskis eingangs (S. 3) erwähnter, vor Ort wirkender, hydraulischer Bohrwidder war hierauf, und zwar auf dem System des Wasserschlages eines hydraulischen Widders, aufgebaut. Obwohl nun dieser genial erdachte Apparat bei einer Anzahl von Tiefbohrungen teilweise sehr günstige Resultate aufwies, vermochte er doch nicht sich den Gestängebohrapparaten gegenüber dauernd durchzusetzen, so daß die Praxis damals, wenigstens bis auf weiteres, leider auf seine Anwendung zu Tiefbohrungen zunächst noch verzichten mußte.

Bei einer einzigen der bestehenden Stoßbohrmethoden, bei der Freifallbohrung, ist die Stoßkraft jedes einzelnen Meißelschlages unabhängig vom Schlagtempo sondern wird nur durch Fallhöhe und Schlaggewicht bestimmt. Bei allen anderen wird sie nach den Gesetzen der Dynamik bestimmt, deren erste klare Erkenntnis ihren wissenschaftlichen Ausdruck durch eine Studie Wolskis im Jahre 1894 gefunden hat.

Abb. 33 veranschaulicht in Zeit-Weg-Kurven den Bewegungsvorgang. Die dünne einfache Linie bezeichnet die Bewegung des Angriffspunktes der Kraft am Bohrapparat über Tage. Wird diese Kraft durch eine gleichmäßig umlaufende Kurbel ausgeübt so ergibt sich die gezeichnete Sinuslinie. Im Ruhezustand hängt demnach der Bohrer in Höhe der Linie SS' , also in gewissem Abstand über der Bohrsohle. Die gestrichelte Linie zeigt die Bewegung des Schwerpunktes von Gestänge oder Bohrseil. Durch die dicke Linie endlich ist die Bewegung des Bohrmeißels gekennzeichnet. Die große Abweichung der beiden letzteren Kurven gegen die erstgenannte wird sowohl durch die Elastizität des Gestänges als auch durch die Trägheit der bewegten Massen, besonders derjenigen des Bohrzeuges im engeren Sinne (Meißel und Belastungsgewicht) hervorgerufen. Die dicke Linie stellt also die Bewegung eines Gewichtes (Schlaggewicht) dar, das an einem elastischen Verbindungsstück (Gestänge oder Seil) hängt, dessen oberes Ende in regelmäßig auf- und abgehende Bewegung versetzt wird. Die Elastizität des Verbindungsstückes und die Trägheit der Massen bewirken ein Zurückbleiben gegen die Bewegung des Antriebspunktes (Kurbel) und die dadurch hervorgerufene Spannungsvergrößerung im elastischen Verbindungsstück einen Aufwurf der Masse, der die Hubvergrößerung des Gewichtes bewirkt, und zwar nach beiden Seiten der horizontalen Mittellinie der Schwingung. Das Ausschwingen nach unten wird durch die Bohrlochsohle begrenzt, andernfalls würde es im Sinne der gestrichelten Ergänzungslinie der dick gezeichneten Meißelkurve stattfinden.

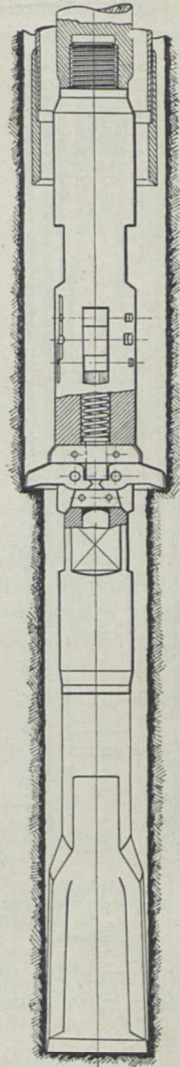


Abb. 34. Faucks Erweiterungsböhrer, mit Böhrmeißel.

Aus dieser Darstellung läßt sich die Kennzeichnung jedes Stoßbohrverfahrens ableiten.

Das stoßende Bohren ruft mehr Nachfall aus den Bohrlochwänden hervor als die Drehbohrung und erzeugt darum erhöhtes Bedürfnis nach Tiefersetzen, bzw. Nachführen eingebauter Verrohrungen. Es ist darum von großem Wert, daß wir über verlässliche Erweiterungsbohrer (Nachnahmbohrer) für Stoßbohrung verfügen, welche gestatten auch durch härtere Gesteinslagen hindurch das Bohrloch unter der Verrohrung soweit zu erweitern, daß diese anstandslos nachgeführt werden kann.

Abb. 34 und 35 zeigen den bekanntesten, allgemein verbreiteten, Erweiterungsbohrer von Fauck. Mit zusammengedrückten Schneidbacken wird er, wie Abb. 35 zeigt, durch die Verrohrung eingebracht und unterhalb derselben angelangt werden die Schneidbacken durch die starke Innenfeder in ihre Arbeitsstellung gedrückt und in dieser erhalten, während sie sich beim Ausziehen durch die Rohrtour automatisch wieder schließen. Die Abbildungen zeigen die allgemein gebrauchte Anordnung mit zwei Paar kreuzweise übereinander angebrachten Schneidbacken. Für Spülbohrung sind Spülkanäle, meist in Form eines zentral angeordneten Spülrohres, vorgesehen. Der Erweiterungsbohrer wird zwischen Schwerstange und Bohrmeißel eingesetzt und arbeitet am zweckmäßigsten und verlässlichsten mit letzterem zusammen (Abb. 34), so daß gleichzeitig vorgebohrt und erweitert wird.

In mildem Gebirge ist unter hierfür günstigen Bedingungen der einfache, Bohrmeißel und Erweiterungsbohrer vereinigende, Exzentermeißel das zweckmäßigste Bohrstück um gleichzeitig zu bohren und unter der Verrohrung zu erweitern.

Abb. 36 stellt seine meist verbreitete, auf den Ölfeldern, besonders Galiziens und Rumäniens, allgemein angewendeten Form dar. In kleineren Bohrrohren als 15 cm innerem Durchmesser arbeitet aber der Exzentermeißel nur noch ausnahmsweise genügend verlässlich und es muß dann zum überall anwendbaren Erweiterungsbohrer gegriffen werden.

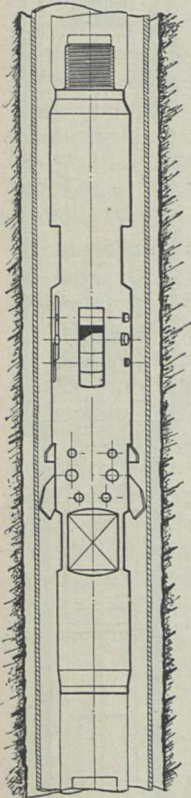


Abb. 35.
Erweiterungsbohrer
Abb. 34, die Rohrtour
passierend.

Das Stoßbohren am Seil.

6. Die pennsylvanische Seilbohrung.

Die Seilbohrung ist wohl die älteste aller Bohrmethoden und wurde bereits von den Chinesen in alter Zeit angewendet. Ihre charakteristischen Kennzeichen sollen an Hand der Hauptausführungsform, der, ebenso wie später das „Rotary“bohren, in den Vereinigten Staaten von Nord-

amerika entstandenen und ausgebildeten pennsylvanischen Seilbohrung besprochen werden.

Durch einen einfachen, vielfach aus Holz gebauten Antriebsmechanismus, der in Abb. 37 schematisch dargestellt ist, wird ein entsprechend starkes Drahtseil (für geringere Tiefen auch ein 2—3" starkes Hanfseil), an dem das Bohrzeug hängt, bewegt, während eine Schlammbüchse an einem zweiten dünneren Seil die Reinigungsarbeit besorgt. Bei dieser Bohrmethode tritt in noch schärferer Weise als in Abb. 33 dargestellt ist, der dort veranschaulichte Vorgang infolge der viel größeren Elastizität des Seiles ein. Infolgedessen entsteht bei entsprechendem Hub und Schlagtempo eine freifallartige Wirkung, jedoch mit viel größerer Fallhöhe als dem Initiativhub entspricht. Hieraus erklärt sich die große Schlagwirkung der Seilbohrung, welche sie zur wirksamsten Stoßbohrmethode für hartes Gestein macht. Da ferner durch das Seil eine außerordentliche Schnelligkeit im Ziehen und Einlassen des Bohrers erzielt wird und das zu bewegende Gewicht gegenüber der Gestängebohrung sehr verringert ist, vermag der Seilbohrung in hartem Gebirge keine andere Bohrmethode, auch nicht die besteingerichtete Spülbohrung, gleichzukommen. Der durch die Spülung erzielte Zeitgewinn geht nämlich beim Gestängestößbohren in hartem Gestein mehr und mehr dadurch verloren, daß der Meißelabnutzung wegen häufig gezogen werden muß, was beim Gestängebohren das Vielfache an Zeitaufwand gegenüber dem Seilbohren erfordert. Daraus geht auch hervor, daß beim Seilbohren der Einfluß der großen Tiefen weit weniger fühlbar wird als beim Gestängebohren und dies erklärt die großen Tiefen bis zu denen die pennsylvanische Seilbohrung bereits vorgezogen ist.

Abb. 38 zeigt einen amerikanischen Seilbohrmeißel, Abb. 39 die sog. Rutschschere, welche sich oberhalb der Schwerstange befindet. Sie besteht aus zwei langen, ineinander hängenden Kettengliedern. Sie dient vor allem dazu bei Klemmungen den Meißel durch nach oben gerichtete Schläge der oberen gegen die untere Scherenhälfte unter geringerer Gefahr des Seilreißen lösen zu können. Zu diesem Zweck und auch um das Seil während des Aufwurfes besser gespannt zu halten, wird oft auch oberhalb der Rutschschere

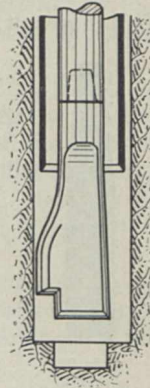


Abb. 36.
Exzentermeißel
nach Mac Garvey.

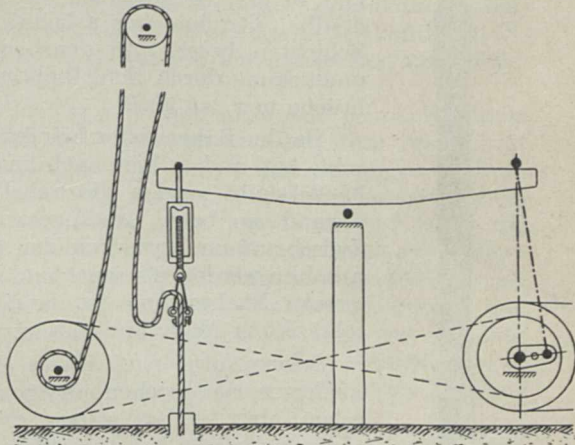


Abb. 37. Schematische Darstellung der pennsylvanischen Seilbohrung.

dem dazu bei Klemmungen den Meißel durch nach oben gerichtete Schläge der oberen gegen die untere Scherenhälfte unter geringerer Gefahr des Seilreißen lösen zu können. Zu diesem Zweck und auch um das Seil während des Aufwurfes besser gespannt zu halten, wird oft auch oberhalb der Rutschschere

eine zweite kurze Schwerstange angebracht. Das Seil ist in der sog. Seilmuffe (Rope socket) befestigt, welche das Kopfende des Seilbohrgerätes bildet. Ein Seilbohrgerät kleinen Kalibers ist in Abb. 9, am Bohrseil hängend, ersichtlich.

In hartem Gestein wird mit möglichst großem, bis zu $1\frac{1}{2}$ m gehendem Hub und mit, je nach Tiefe, etwa 50—25 minutlichen Schlägen gebohrt. In milden Schichten muß langsamer geschlagen und oft sogar die Meißelschneide absichtlich stumpf gehalten werden, damit der Bohrmeißel nicht zu tief in die Bohrsohle eindringt und durch Klemmung zu leicht Seilbrüche hervorruft.

Für Bohrungen in abgelegenen, unbewohnten Gegenden ist es oft von nicht zu unterschätzendem Vorteil, daß die Seilbohrung je Arbeitsschicht nur zwei Mann erfordert, die allerdings erfahrene Seilbohrleute sein müssen.

Handbetrieb ist beim Seilbohren im Hinblick auf die nötige minutliche Umdrehungszahl und den erforderlichen großen Hub ausgeschlossen.

Abb. 38.
Amerik.
Seilbohrmeißel.
(A. Wirth & Co.,
Erkelenz/Rhld.)



Außer der amerikanischen „Standard“-Bohreinrichtung (Abb. 37) gibt es noch eine Fülle, meist ebenfalls aus Amerika stammender, mobiler und fahrbarer Seilbohranlagen, auch selbstfahrende, von welchen Abb. 9 einen Typ leichtester Art zeigt, die vor allem zum Bohren nach Wasser verwendet werden.

Trotz ihres guten Wirkungsgrades ist jedoch die Seilbohrung, die von allen Bohrsystemen die größte Erfahrung und Geschicklichkeit in der Handhabung erfordert und die am besten in 5—10" Durchmesser arbeitet, auf nicht stark einfallende Schichten beschränkt denn sonst ist die Gefahr der Verunglückung durch Schiefbohren, durch Verklemmungen, Seilbrüche usw. zu groß.

Da der Bohrmeister hier keinerlei Fühlung mit der Bohrsohle hat und es hier auch kein regelmäßiges Umsetzen des Meißels gibt werden die Bohrlöcher hier auch viel leichter unrund als beim Gestängestoßbohren. Darum müssen die Zwischenräume zwischen den Rohrtauren hier auch größer gehalten werden als sonst und eine Erweiterung unter ihnen, zwecks Nachsetzens, ist beim Seilbohren nur in sehr beschränktem Maße anwendbar.

Abb. 39.
Rutschschere.



Seiner Natur nach ist es also keineswegs ein Universalsondern ausgesprochen ein Spezialbohrsystem. Seine Vorteile geben aber, selbst seinen großen Nachteilen gegenüber, vielfach derartig den Ausschlag, daß auch unsere europäische Bohrtechnik gut tun wird sich mehr als bisher mit ihm zu befassen. Voraussetzung dafür ist aber die Heranbildung und Erhaltung eines genügenden Stammes geübter und erfahrener Seilbohrleute. Sein Hauptarbeitsgebiet bleibt das Bohren nach Erdöl, bei dessen kurzer Besprechung (S. 48) noch ergänzende Kennzeichnungen des Seilbohrens Raum finden.

Das Gestängestoßbohren.

Die einfachste Form des Gestängestoßbohrens besteht darin, das Gestänge und den Bohrer von Hand, meist unter Zuhilfenahme eines Schwengels, anzuheben und frei fallen zu lassen.

Auf geringe Tiefen ist dieses steife Handstoßbohren unbedenklich und wird daher auch heute noch vielfach, in Verbindung mit Handdrehbohrung (s. Bohrmeth. 1 und 2) angewendet.

Ist jedoch die Sohle härter, so daß nur ein Teil der lebendigen Kraft des Schlages durch Eindringen der Meißelschneide in das Gebirge vernichtet werden kann, so setzt sich der verbleibende Rest in Rückprall des Bohrers um. Die Folge ist, namentlich bei längerem, beim Stoß sich selbst überlassenen, Gestänge ein Brechen desselben. Anders verhält sich dies bei der ebenfalls mit steifem Gestänge arbeitenden, weiter unten behandelten, Schnellschlagbohrung.

Die Wirkung des Rückpralls hat dahin geführt, das leichte und bruchgefährliche Bohrgestänge von der Wirkung desselben zu befreien durch Einschalten eines Zwischengliedes zwischen Gestänge und Schlaggewicht. So entstand das

I. Gestängestoßbohren mit Schere.

Die erste und einfachste Form der Bohrschere war die von Oeynhausens gegen Mitte des vorigen Jahrhunderts in Deutschland erfundene, in Abb. 39 abgebildete, Rutschschere. Etwa zu gleicher Zeit entstand sie auch, aber, wie vorstehend ausgeführt, anderen Erwägungen entspringend, beim Seilbohren in Amerika.

Ihre Hauptanwendung, abgesehen von der Seilbohrung, fand die Rutschschere durch etwa vier Jahrzehnte bei dem auf den nordamerikanischen Ölfeldern entstandenen, sodann aber vor allem auf dem galizischen ausgebildeten Kanadischen Bohrsystem.

Diese maschinelle Trocken-Schwengelbohranlage, wie die pennsylvanische ursprünglich zum größten Teil aus Holz gebaut, arbeitete zuerst mit Eschenholzgestänge, durch angenietete eiserne Verschraubungen verbunden, welches aber später vollständig durch Rundeisengestänge ersetzt wurde. Das Bohrzeug soll dasselbe wie beim Seilbohren, nur fehlte die Schwerstange oberhalb der Rutschschere. Es hatte sich durch seine allgemeine Anwendbarkeit und besonders gute Anpassung an die Anforderungen des Ölbohrbetriebes zur typischen Bohreinrichtung auf den galizischen und rumänischen Erdölfeldern ausgebildet und verbreitete sich von dort aus über viele andere Erdölgebiete. In Boryslaw-Tustanowice (Galizien) ist es bis zu 1800 m Tiefe vorgedrungen, allerdings dauerte eine derartige Bohrung 2—3 Jahre.

Im Laufe des letzten Dezenniums wurde es aber, teils infolge der wachsenden Tiefen der Erdölbohrungen, vor allem aber durch das Rotarybohrsystem, derartig verdrängt, daß es gegenwärtig wohl nur noch in Galizien anzutreffen sein dürfte. Damit sei aber noch nicht gesagt, daß seine Existenzberechtigung für die Erdölgewinnung völlig verschwunden sei. Als Bohrsystem von einiger Bedeutung kann es aber zur Zeit nicht mehr angesprochen werden.

7. Die Freifallbohrung.

Die Rutschschere wurde, abgesehen von ihrer Verwendung beim Seil- und kanadischen Bohren, alsbald durch die Freifallschere verdrängt.

Das in Deutschland erfundene, sodann besonders auch in Frankreich und Rußland stark weiter ausgebildete, Freifallinstrument (oder Freifallschere) hat den Zweck das Schlaggewicht im Punkte des höchsten Anhubes von seiner Verbindung mit dem Gestänge zu lösen und frei zur Sohle fallen zu lassen. Am unteren Hubende wird das abgefallene Schlaggewicht (Bohrer, Schwerstange und der mitabgefallene untere Teil der Schere) selbsttätig wieder „eingeschert“ und neuerdings angehoben.

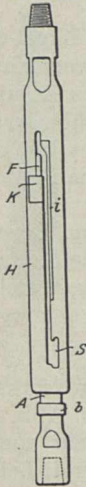


Abb. 40.



Abb. 40 a.

Abb. 40 u. 40 a.
Freifallinstrument
Fabian-Fauck.
(Aus Bansen,
Tiefbohrwesen.)

Es gibt Konstruktionen von Freifallinstrumenten, bei welchem auch das Abwerfen des Schlaggewichtes selbsttätig vor sich geht und diese wurden namentlich in Frankreich und Rußland durchgebildet. Sie konnten aber nicht zu ähnlich allgemeiner Anwendung gelangen als das meistverwendete Fabiansche Freifallinstrument, welches in den Abb. 40 und 40 a, in seiner durch Fauck ausgebildeten Form, dargestellt ist. Seine Hülse *H* besitzt zwei diametral angeordnete, der Hubhöhe entsprechende Schlitze, die oben zu Sitzen für den Fangkeil *F* erweitert sind. Letzterer ist in der in der Hülse gleitenden Abfallstange *A*, die das Schlaggewicht mit Bohrer trägt, befestigt und schiebt sich selbsttätig durch eine Abschrägung am oberen Ende des Schlitzes über den Fangsitz, wenn die Hülse in ihrer tiefsten Lage über das nach dem Abwurf auf der Sohle aufstehende Schlaggewicht niedergleitet. Dadurch wird dieses beim Anhub mit gehoben. Fangkeil, Keilsitze *k* und Schlitzschienen *i* sind auswechselbar. Das Abwerfen erfolgt durch einen scharfen Ruck des Schlüsselführers am Gestänge über Tage.

Es wird meist mit 0,5—0,8 m Hub, bzw. Fallhöhe gebohrt, mit 40 bis 25 minutlichen Schlägen; bei Handbohrung wird die Fallhöhe möglichst bis zu $1\frac{1}{4}$ m gesteigert, bei 8—12 minutlichen Schlägen.

Bei der Freifallbohrung ist die Schlaggeschwindigkeit und damit der Effekt nicht wie bei den anderen Stoßbohrsystemen eine Funktion der Tourenzahl, sondern nur eine solche der Hubhöhe. Jeder Schlag stellt eine bestimmte, von der Schlagzahl unabhängige Leistung und zugleich die volle Verwertung der zum Anheben des Schlaggewichtes geleisteten Arbeit dar. Infolgedessen ist die Freifallbohrung die einzige Bohrmethode, die bei allen Gebirgsverhältnissen universelle Verwendung finden kann. Sie dient auch zur Herstellung jeder Art von Bohrlöchern, von den größten Schachtbohrungen bis zum kleinsten, für Stoßbohrung noch in Betracht kommenden Durchmesser. Sie erlaubt ferner die rationelle Anwendung des Handbetriebes, mit dem man mittels freien Falles schon wiederholt bis in eine Tiefe von 500 m und darüber gelangt ist. Maschinelle Freifallbohrungen sind in Deutschland schon bis zu ca. 1400 m Tiefe gelangt. Zahlreiche sehr tiefe

artesische Brunnen, bis zu einem Meter Durchmesser, wurden, besonders in verschiedenen Ländern Europas, mittels Freifalltrockenbohrung hergestellt.

Hauptschwierigkeit, also Hauptnachteil beim Gebrauch des Freifallinstrumentes, ist die mit wachsender Tiefe steigende Schwierigkeit des Abwerfens des Schlaggewichtes von über Tage. Bei Handbetrieb hilft hiergegen kräftiges Aufschlagen des Hinterendes des stets verwendeten Bohrschwengels auf einen Prellbock. Bei Dampfbetrieb geschah dies früher ebenfalls, auch durch Köbrich, mittels Antrieb des Schwengels durch einen Schlagzylinder mit direkter Dampfwirkung und automatischer Steuerung. Seit langem aber ist man, zuerst auf Initiative von Fauck, zum maschinellen Kurbelantrieb des Freifallbohrschwengels übergegangen, weil der Aufwurf von Schlaggewicht und Gestänge beim oberen Hubwechsel (s. Abb. 33), bei etwas rascherem Schlagtempo das Abwerfen am fühlbarsten erleichtert. Trotzdem wird dieses schon über 6—700 m hinaus sehr anstrengend und unsicher und damit auch die Anwendung des Fabianschen Freifallinstrumentes.

In großem Umfang wurde früher die Freifallbohrung mit Wasserspülung vereinigt, seit Dezennien aber ist dieser Spülfreifall, der früher, besonders in Deutschland, ausgebreitete Anwendung fand, vollständig durch die Spülschlagbohrung verdrängt und das Arbeitsgebiet des Freifallinstrumentes auf die Trockenbohrung beschränkt.

Als solche ist sie in hartem Gestein und größerem Durchmesser jeder anderen derzeit bestehenden stoßend wirkenden Bohrweise überlegen, mit Ausnahme der Seilbohrung. Dieser gegenüber behauptet sie aber, besonders bei stärkerem Schichteneinfallen, die Überlegenheit weit größerer Sicherheit.

Die Freifalltrockenbohrung eignet sich darum besonders auch für Durchbohrung harten Gesteins in großem Durchmesser auf nicht zu große Tiefen und sie ist außerdem, wie keine andere Bohrmethode ein Universalbohrsystem, geeignet für Fälle in welcher keinerlei Anhaltspunkte über die Bodenverhältnisse vorliegen.

II. Stoßbohren am steifen Gestänge.

8. Handbohrung am steifen Gestänge.

Diese wird trocken, also ohne Spülung, regelmäßig in Verbindung mit der Handdrehbohrung (s. Bohrmethode 1) innerhalb geringer Tiefen angewendet.

In milden Schichten und mit Spülung kann am Hohlgestänge stoßend von Hand aus in kleinem Durchmesser sogar auf größere Tiefen vorteilhaft gebohrt werden. Es ist das die in Frankreich entstandene, nach ihrem Erfinder die Fauvelle'sche genannte, Bohrweise. Es wird dabei mit 15—30 cm Hubhöhe gearbeitet. Zahllose Erdölbrunnen im Elsaß und in Holländisch-Indien wurden nach diesem Wasserspülbohrsystem niedergebracht; ebenso findet es auch häufig bei leichteren Schürfböhrungen, namentlich auf Braunkohle, erfolgreiche Anwendung. Im günstigsten milden Braunkohlengebirge z. B. sind bei 10—13 cm Durchmesser Stundenleistungen bis zu 8 m erreicht worden. Ferner gelangt sie, wie bereits früher bemerkt, in Verbindung mit dem Spüldrehbohren (s. Bohrmethode 2) in regelmäßigen

Gebrauch. Über 300 m Tiefe hinaus wird die Fauvellesche Handbohrung gegenwärtig nur noch selten verwendet.

9. Die Schnellschlagbohrung.

Diese in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts, und zwar ebenfalls in Deutschland, entstandene Bohrmethode arbeitet stoßend mit Spülung am steifen Gestänge und hat einen außerordentlichen Fortschritt und Aufschwung der Tiefbohrtechnik, insbesondere für Schürfbohrungen, hervorgerufen. Sie wurde zuerst in großem Maßstab von ihrem Erfinder Raky angewendet; um ihre weitere Ausbildung hat sich besonders auch Fauck verdient gemacht.

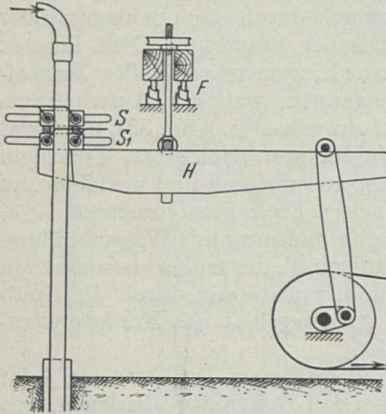


Abb. 41. Schematische Darstellung der Schnellschlag-Bohranlage System Raky.

Die Schnellschlagbohrung unterscheidet sich vom Bohrsystem Fauvelle dadurch, daß das Gestänge beim Schlag nicht freigegeben und den Wirkungen des Rückpralles überlassen wird, sondern daß es auch während des Schlages gespannt bleibt. Gleichzeitig wirkt durch sehr rasches Schlagen (anfänglich 80—150 Schläge in der Minute) bei möglichst kleinem Hub (80—150 mm) jeder Einzelschlag außerordentlich kräftig, wodurch im

Sinne des Diagrammes der Abb. 33 die sonst nicht zu erklärenden guten Leistungen auch in härterem Gestein sich ergeben. Die günstige Wirkung wird hierbei durch die bis zur Sohle gelangende Spülung wesentlich erhöht. Die früher verwendete Spülfreifallschere war, im Gegensatz hierzu, stets mehr oder weniger Durchlaßstelle von nicht zur Sohle gelangendem Spülwasser.

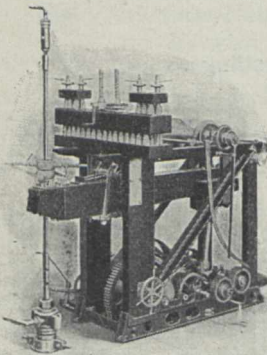


Abb. 41a. Rakys Schnellschlagbohrkran.
(A. Wirth & Co., Erkelenz/Rhld.)

Die Linien des Diagrammes Abb. 33, die ungefähr den Verhältnissen der Schnellschlagbohrung entsprechend eingezeichnet sind, veranschaulichen den Vorgang. Man ersieht daraus, daß im Moment des Meißelschlages das Gestänge bereits wieder im Anhub begriffen ist, so daß die in der rechten unteren Ecke angedeutete strichpunktierete Linie des Meißelrückpralles bei harter Sohle hinter der Weglinie des Gestänges herläuft, ohne sie zu schneiden, ohne daß also eine Stauchung

eintritt. Natürlich ist die gestrichelte Gestängebewegungslinie nur symbolisch. Das unterste Gestänge macht annähernd die Bewegung des

Bohrers, das oberste diejenige des Antriebsorganes mit, so daß man sich den ganzen Raum zwischen Bohrzeug- und Gestängekopfbewegungslinie durch Kurven ausgefüllt zu denken hat, die die Bewegung der aufeinanderfolgenden Gestängestücke darstellen.

Diese Gespanntheit wird durch elastische Aufhängung des Hohlgestänges erreicht. Mit wachsender Tiefe wird diese jedoch immer mehr durch dessen Eigenelastizität übernommen. Die ganze Kunst des Schnellschlagbohrens besteht im richtigen Nachlassen. Hierfür gibt das Bohren am steifen Gestänge jedoch dem Schlüsselführer bestmögliche Fühlung mit der Bohrlochsohle. Der Bohrmeißel trifft erst bei Erreichung einer gewissen Schlagzahl mit kurzem, elastischem Schlag die Bohrsohle, wodurch eben der Stoßrückprall mit seiner Bruchgefahr für das Gestänge auf ein Mindestmaß zurückgeführt wird. Andererseits vergrößert die Stangenelastizität den Aufwurf des Bohrers und damit seine Schlagkraft.

Abb. 41 und 41a veranschaulichen den Raky-Schnellschlagbohrkrahnschematisch, bzw. in photographischer Aufnahme. Raky hält das Gestänge dadurch gespannt, daß er den Bohrschwengel H an eine Federbatterie F hängt und durch Vermehrung der Zahl der Federn bei wachsender Tiefe das Maß der Federung gleichmäßig erhält. Das Nachlassen des Gestänges erfolgt durch die am Kopfende des Schwengels gelagerten 2—3 „Sprungschlüssel“ S und S_1 , an denen das Gestänge abwechselnd hängt. Die Sprungschlüssel sind so eingerichtet, daß sie durch einen kräftigen Hebeldruck am Gestänge festgeklemmt werden oder dieses freigeben. Sobald der untere Schlüssel festgeklemmt, der obere aber freigegeben wird, schiebt sich letzterer durch zwischenliegende Feder- oder Exzenterwirkung um ein kleines Stück am Gestänge aufwärts und wird in dieser Lage neuerdings festgeklemmt. Beim Lösen des unteren Schlüssels sinkt nun das Gestänge um das Maß des Abstandes beider Schlüssel, worauf wiederum der untere angezogen und der obere gelüftet wird usw. Die starke Federung im Antriebsorgan, verbunden mit den Sprungschlüsseln ist typisch für eine Reihe anderer ähnlicher deutscher Schnellschlageinrichtungen geworden, die sich vor allem durch die Art der Federung unterscheiden.

Diese Federschnellschläge geben bis zu 6—700 m Tiefe sehr große Bohrleistungen, z. B. im Kreidemergel bis über 10 m in der Stunde. Darüber hinaus jedoch vermindern sich diese rasch und vermehren sich die Gestängebrüche. Auch die Handhabung der Sprungschlüssel wird dann immer schwieriger und unsicherer.

Fauck ging von der Federlagerung ganz ab und hing das Bohrzeug mittels Drahtbandseil an die bewährte, auch beim Freifallbohren meist verwendete, Nachlaßvorrichtung, die durch Schneckengetriebe selbstsperrend ist, und die gestattet, das Gestänge ganz genau millimeterweise nachzulassen und auch während des Bohrens wieder anzuheben. Den beiden Fauckschen Bohrsystemen „Rapid“ und „Expreß“ ist außer der Gestängeaufhängung auch die Verdopplung des von der antreibenden Exzenterwelle gegebenen Hubes gemein. Abb. 42 von Faucks „Expreß“ zeigt auch eine teilweise Gestängegewichtsausgleichung durch mit Handrad r einstellbare Federbatterie, die durch die dynamische Art ihrer Wirksamkeit, bei Vermeidung jedweden bewegten Gewichts, besonders zweckmäßig ist.

Die Fauckschen Schnellschlagapparate weisen anfänglich nicht die gleich große Durchschlagskraft auf als die Federschnellschläge nach Raky, halten dagegen gleichmäßiger und unter geringerer Gestängebeanspruchung in der großen Tiefe durch. In zahllosen Fällen wurden 12 bis 1400 m, vereinzelt sogar 1500 m Tiefe damit erbohrt, mit Höchsttagesleistung von 120 m.

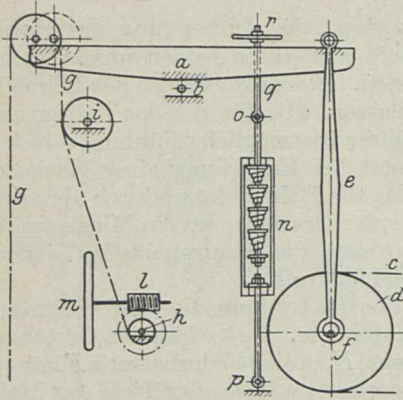


Abb. 42. Schemat. Darstellung von Faucks Express-Schnellschlag-Bohrsystem.

Die Fauckschen Schnellschläge gestatten auch Handbetrieb, wobei mittels Zahnradvorgelege vom langsamen auf schnellen Gang übersetzt wird und womit zahlreiche Bohrungen bis über 300 m Tiefe hinaus auch in härterem Gebirge vorteilhaft und verhältnismäßig rasch niedergebracht werden konnten.

Gegenwärtig ist jedoch das sog. Seilschlagbohren zum größten Teil an die Stelle der vorbeschriebenen Anordnungen der Schnellschlagbohrung getreten. Hierbei hängt das Hohlgestänge an einem langen, einfach oder über Flaschenzugrolle über den Turmkopf geführten Drahtseil, welches das erforderliche elastische Zwischenmittel abgibt. Der hier auch der ganzen dynamischen Beanspruchung des Stoßbohrers ausgesetzte Bohrturm wird in entsprechend verstärkter Ausführung gebaut.

Gegenwärtig ist jedoch das sog. Seilschlagbohren zum größten Teil an die Stelle der vorbeschriebenen Anordnungen der Schnellschlagbohrung getreten.

Die erste leistungsfähige maschinelle Seilschlagbohrereinrichtung war Pattberg's schwingende Seiltrommel.

Abb. 43 (s. Tafel am Schluß) stellt eine moderne derartige Bohranlage dar und zwar kombiniert für Schnellschlag- und Rotationskernbohrung.

Abb. 44 gibt ein deutlicheres Bild der dabei verwendeten Seilschlagbohrwinde (A_1 in Abb. 43) in anderer Ausführung.

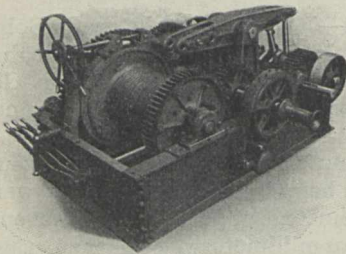


Abb. 44. Seilschlagbohrwinde. (A. Wirth & Co., Erkelenz/Rhld.)

Das Seilschlagbohren, als neuere Abart der Schnellschlagbohrung, arbeitet meist mit größerer Hubhöhe, dafür aber in etwas langsamerem Schlagtempo als die anderen Schnellschlagapparate. Da das lange Bohrseil, meist zugleich auch Förderseil, die Hauptstoßbeanspruchung aufnimmt, kann die dadurch geschonte Bohrwinde (Bohrkrah) durch schwereres, also stärkeres, demnach auch bruchsicheres Gestänge belastet werden.

Auch die Anwendung größerer Bohrhöhe, also die gute Kombination mit Trockenbohrung, ist hier erleichtert, was z. B. für die Anwendung auf Erdölfeldern von Wichtigkeit ist. In großen Tiefen überschreiten die Bohr-

leistungen der Seilschlagbohrung diejenigen der anderen Schnellschläge, in geringeren bleiben sie etwas hinter ihnen zurück.

In primitiver Ausführung wurde sie schon lange vorher und wird sie auch noch gegenwärtig regelmäßig verwendet, vor allem in Niederländisch-Indien. Es ist dies die sog. „indische“ oder „Yerkline“ Bohrweise. Abb. 45 zeigt sie in technische etwas vollkommenerer Ausführung in Ver-

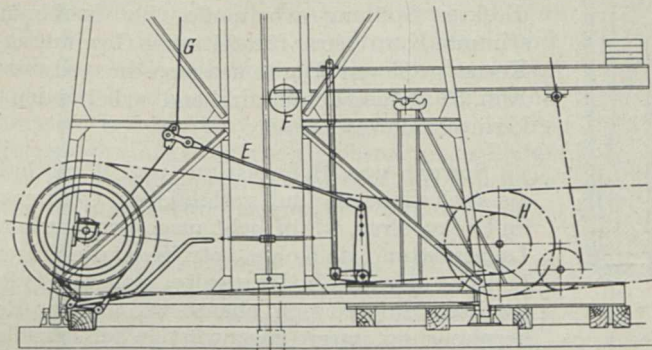


Abb. 45. Indisches oder Yerkline-Stoßbohren. (Werk Conrad, Tiefbohr-Abt., Haarlem/Holland.)

bindung mit einem Universal-Schwengelbohrkrahne. Das Bohrdrahtseil *G*, welches über die Turmkopffrolle läuft, das Hohlgestänge trägt und an der, der pennsylvanischen Seilbohrung entnommenen, Seiltrommel (Bull wheel) hängt, wird durch ein zweites, seitlich angreifendes Seil *E*, der „Yerkline“, abwechselnd angezogen und losgelassen. Meist wird dieses direkt vom Kurbelzapfen des Bohrkrahnes aus bewegt. Die Seiltrommel wird an ihrer Bremse festgehalten und an dieser wird das Gestänge nachgelassen. In mildem Gebirge und bis etwa 700 m Tiefe erzielt man auf diese einfache Art durchaus befriedigende Leistungen und hat damit auf rumänischen Ölfeldern günstiger Bodenbeschaffenheit sogar schon 1300 m Tiefe erreicht. Die Hubhöhe ist durch Verkürzung der Yerkline leicht zu vergrößern, die minutliche Schlagzahl muß aber bei dieser primitiven, das Seil auch stark verschleißenden, Arbeitsweise erheblich geringer bleiben als sonst und damit auch die Schlagwirkung in härterem Gebirge.

Eine sehr wertvolle Vervollkommnung erhielt das Schürfen mit Schnellschlag durch Fauck's Stoßkernbohrung. Diese gestattet bei umgekehrter Spülung nicht nur größere Gesteinsproben sondern vollständige Kernstücke während des Bohrens zutage zu bringen. Wie aus Abb. 46 ersichtlich, kommen hier Meißel mit zentraler Bohrung zur Anwendung, die einen Kern von etwas geringerem Durchmesser als der lichten Weite des Hohlgestänges stehen lassen. Infolge der Erschütterungen beim Stoßen brechen diese Kerne in kürzeren oder längeren Stücken oder Scheiben von selbst während des Bohrens ab und gelangen mit dem Spülstrom durch das Hohlgestänge zutage. Die auf- und abgehende Bewegung des Gestänges verhindert, wie die Erfahrung bestätigt, vollständig eine Verklemmung der Kernstücke im Innern der Gestängerohre.

Besonders bei Wechsellagerungen läßt sich auf diese Art schon während des Bohrens ein getreues geognostisches Gebirgsbild entwickeln, und nicht oder nur schlecht kernfähige Lagerstätten, wie Kohle, lassen sich mittels dieser Stoßkernbohrung oft sogar verlässlicher als durch Rotationskernbohrung feststellen.

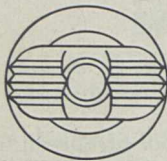
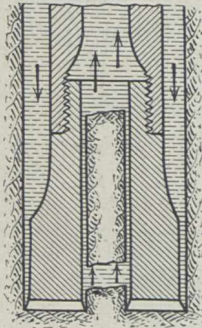


Abb. 46. Faucksche Stoßkernbohrung.

Es gibt jedoch außerdem noch besondere, mit direkter Spülung arbeitende, für Stoßbohrung bestimmte Kernbohrer für zeitweise Gewinnung längerer Kerne größeren Durchmessers, die teilweise den in Abb. 31 dargestellten, drehend arbeitenden, Doppelkernrohrbohrern ähneln.

Sowohl was Bohrleistung und Wirtschaftlichkeit als auch sicheren und verlässlichen Gebirgsaufschluß im Deckgebirge, wie in nicht ausgesprochen kernfähigen Lagerstätten, wie Kohle, betrifft, ist die Schnellschlagbohrung darum als der zweite, sichere Pfeiler zu betrachten, auf den sich, ebenso wie auf der Rotationskernbohrung, unsere gegenwärtige Schurftiefbohrtechnik aufbaut. Nur die große Tiefe steckt ihr eine vorläufige Grenze, welche aber noch außerhalb derjenigen unseres gegenwärtigen Bergbaues liegt. Sie ist außerdem, ihrer geringen Lotabweichungen wegen, die geeignetste Bohrmethode für Niederbringung der Bohrlöcher zum Gefrierschachtabteufen. Auch beim Bohren

nach Erdöl findet sie ein ausgedehntes, ihr durchaus gebührendes, Feld.

Es ist ein Zeugnis für die Einseitigkeit der sonst so hoch entwickelten amerikanischen Tiefbohrtechnik, daß sie sich diesem Bohrsystem, ebenso wie der Freifallbohrung, gegenüber bis auf den heutigen Tag vollkommen ablehnend verhalten hat. Man kennt in der Schurftbohrtechnik in Amerika nur die Rotationskernbohrung.

V. Bohrlochverrohrung, Zementierung und Abdichtung.

1. Bohrlochverrohrung.

Jede Rohrtour reicht aus guten Gründen bis zutage. Die sog. „verlorenen“, d. h. teleskopartig ineinander steckenden Rohrtouren sind so gut als verschwunden.

Die früher viel verwendeten, durch Vernietung verbundenen, genieteten Blechrohre werden nur noch sporadisch, in den größten Durchmessern, verwendet.

Sonst werden nur gewalzte, durch Verschraubung verbundene, nahtlose Stahlrohre gebraucht, in den größten Abmessungen auch überlappt, autogen oder elektrisch geschweißt. Ihre fast durchgängig schwach konisch, also

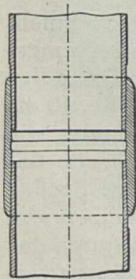


Abb. 47. Muffenbohrrohr (Type V).

bleibend wasserdicht, schraubenden Verbindungen werden in verschiedenen Typen ausgeführt, von welchen Abb. 47—49 die meist verwendeten darstellen.

Die Muffenrohr-Verbindung Abb. 47 ist die stärkste und verlässlichste und wird immer mehr zur Normal-Bohrrohrverbindung auf den Erdölfeldern. — Bei Rotationskernbohrungen herrscht die eingezogene (außen glatte) Rohrverbindung Abb. 48 vor. — Wo Wert auf innen glatte Verrohrung gelegt wird, besonders dann, wenn die Rohrtour mit Erweiterungsbohrer tiefer geführt („mitgenommen“) werden soll, ist es sehr zweckmäßig, den unteren Teil des Rohrstranges aus den im Gebirge besser nachfolgenden aufgemufften Bohrrohren, Abb. 49, den oberen, in der vorhergehenden Rohrtour verbleibenden, aus den stärkeren und hierfür geeigneteren Muffenrohren zu bilden.

Bei der Wahl der Wandstärke kommt bei Wasserabsperrung vor allem auch die Widerstandsfähigkeit gegen zu erwartenden Außendruck in Betracht. Wo der Wasserabschluß nicht in hierfür geeigneten Schichten in natürlicher Weise gesichert werden kann, dort wird er in der Regel durch zweckentsprechendes Zementieren der Rohrtour erreicht, deren sachgemäße Ausführung, als Grundlage für die Herstellung jeder Gewinnungsbohrung, sorgfältigst, meist gebührendlich, überwacht werden muß.

2. Wiedergewinnung von Bohrrohren.

Auch bei im Gewinnungsbetrieb verbleibenden Erdöl- und anderen Bohrungen werden die für diesen nicht notwendigen Teile der eingebauten Verkleidungsrohre nach Möglichkeit wiedergewonnen, weil die Bohrrohre einen großen Teil der Gesamtkosten der Bohr-
 X
 löcher darstellen. Diese Arbeit erfolgt, soweit die Rohrtour im Gebirge festsetzt, durch Rohrzieher, welche die Rohrtour in ihrem unteren Teil von innen fassen und an besonders zugkräftigen Stangen oder Rohren (meist Fanggestänge, s. folg. Abt.) wirken. Diese Apparate müssen lösbar, also zurückziehbar sein, um ausgezogen werden zu können, wenn der Rohrstrang zu fest sitzt um vollständig wiedergewinnbar zu sein, und heißen deshalb auch Rohrkrabbe. — Die Rohrtour wird sodann, oder wenn ihr im Gebirge befindlicher Teil sitzen bleiben soll, entsprechend höher mittelst besonderer Innenrohrschneidinstrumente abgeschnitten.

Zur Überwindung von Gebirgs-widerstand beim Rohrziehen gelangen, ebenso wie bei Fangarbeiten, auch starke Zugschrauben, oder hydraulische Hebezeuge zur Anwendung. Beide sind manchmal auch zum Einpressen der Rohrtour eingerichtet, doch dieses, sowie etwaiges Rammen derselben von Tage aus, nützt nur auf sehr geringe Tiefe, während es auf größere Tiefe nicht nur wirkungslos bleibt, sondern Knickung oder Zerstörung des

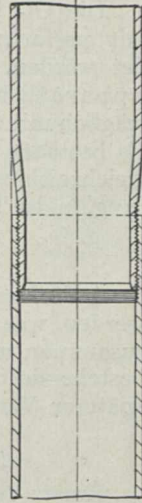


Abb. 48. Außen
glattes
(eingezogenes)
Bohrrohr
(Type II).

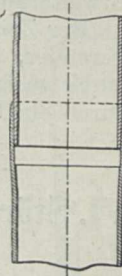


Abb. 49.
Aufgemufftes
Bohrrohr
(Type I).

Rohrstrangs herbeiführen kann. Etwas anderes ist es mit der neuerdings in Amerika aufgekommenen Innendruckwirkung auf das untere Ende der Rohrkolonne.

3. Filterrohre und Perforierung.

Die Öl- bzw. Wasserführung von Gewinnungsbohrlöchern muß meist mit perforierten Filterrohren verschiedenster Ausführungsart ausgekleidet werden. Es können aber auch durch besondere Innenperforierapparate höher liegende, bereits verrohrte, produktive Horizonte nachträglich mit dem Bohrloch in Verbindung gebracht und ausgebeutet werden. Es bestehen sogar Instrumente dieser Art mit welchen zu diesem Zweck gleichzeitig zwei Rohrtouren, einschließlich zwischensitzender Zementdichtung, in der Tiefe von innen aus perforiert werden können.

4. Bohrlochverfüllung.

Aufzulassende Bohrlöcher müssen in der Regel sorgfältig verfüllt werden, was zweckmäßigerweise ebenfalls unter bergbehördlicher Aufsicht, zusammen mit dem Rohrziehen, erfolgt. Sowohl auf Erdölfeldern als für bestehende oder künftige Bergbaubetriebe ist dies schon für Vermeidung späterer Verwässerung notwendig.

5. Verrohrungersatz durch Zementierung.

Ersatz für Bohrlochverrohrung kann unter Umständen zum Teil auch durch Zementierung nachfallender Teile der Bohrlochwand gefunden werden. Oberbergrat Jaeger des preußischen Bergfiskus berichtete über auf diese Art ausgeführte Solbohrungen, bei welchen vielfach untereinander eingebrachte Zementfüllungen ausgebohrt und dadurch übereinander liegende rohrartige Zementkörper im Bohrloch gebildet wurden, welche es ermöglichten, den Lochdurchmesser auf eine lange Strecke unverändert zu erhalten und dadurch den gewünschten Enddurchmesser auch ohne Erweiterungsarbeit zu sichern.

Der Zement wird mittelst eigener, sich erst in gewünschter Tiefe entleerer, Zementlöffel, oder auf andere Art eingebracht, besonders durch geeignetes Einpumpen, bzw. Eindrücken in abgemessenen Mengen, durch ein Hohlgestänge.

VI. Störungen im Bohrbetrieb und deren Behebung.

1. Fangarbeiten.

Unfälle bei der Bohrarbeit, die durch Brüche im Bohrmaterial, durch Nachfall, Klemmungen usw. hervorgerufen werden, lassen sich durch Wahl zweckmäßiger Apparate und sachkundige vorsichtige Arbeit sehr einschränken, aber nicht gänzlich vermeiden. Meist lassen sie sich mittels des Bohrgestänges selbst beseitigen unter Anwendung von Fängern, die zum Teil von vornherein vorgesehen werden müssen, zum Teil in der Bohrschmiede anfertigbar sind. Reicht das Bohrgestänge nicht mehr aus, so

wird ein besonderes Fanggestänge erforderlich, das sowohl Anwendung großer Zugkraft durch Flaschenzug oder Hebewinden gestattet, als starker Verdrehung gewachsen sein muß, um Gestänge, Bohrstücke usw. im Bohrloch abschrauben zu können. Es besteht aus starken massiven oder hohlen, verschraubten Stangen, deren Verschraubungen häufig gesichert werden, um nach beiden Richtungen damit drehen zu können.

Abb. 50 zeigt das am meisten verbreitete, von Fauck geschaffene, Fanggestänge der letzteren Art, mit Dreh-sicherung und Überwurfmutter.

Die Bohrgeräte werden vielfach mit besonderen Bunden (Wülsten) oder Rillen versehen, um ihr Fangen im Bohrloch zu erleichtern, so daß z. B. Glückshaken (Abb. 51), Klappenfänger (Abb. 52) und andere Fanggeräte sicher greifen können.

Man unterscheidet lösbare Fänger, welche sich lösen, bzw. abschrauben lassen, wenn das Bruchstück zu fest sitzt um gezogen werden zu können, und unlösbare (Bulldog-)Fänger, welche um so fester greifen je stärker gezogen wird.

Lösbare Fänger sind auch diejenigen, die sich selbst ein Fanggewinde auf dem Bruchstück schneiden, wie der Fangdorn (Abb. 53) als Innen-, und die Fangglocke (Abb. 54) als Außenfänger.

Erwähnt seien auch die sog. Universalfänger zum sicheren Fassen glatter Stangen oder Rohre in der Art von Abb. 55, welche übrigens teilweise auch als lösbare Fänger konstruiert worden sind.

Auch die Spülung kann vorteilhaft mitwirken um verklemmte Bohrstücke durch Umspülung mittelst sog. Umspülrohre, welche am Hohlgestänge hängend, über das verklemmte Bohrzeug niedergebracht werden, frei zu machen. In schwierigem Gebirge ist es darum sehr angebracht, bei Wahl des Bohrzeugdurchmessers die Möglichkeit zu berücksichtigen, ein Umspülrohr über das Bohrzeug einbringen zu können.

Ein oft erfolgreich angewendetes Mittel ist kräftiges, nötigenfalls andauerndes, Schlagen nach oben mittelst einer Rutschschere. Hierfür bestehen auch besondere sog. Schlag- oder Fangrutschscheren, mit besonders großem Hub. Dieses Mittel wird besonders bei der Seilbohrung verwendet, welche den Gebrauch von Schraubfängern nicht gestattet, sondern vorwiegend von Bulldogfängern Gebrauch machen muß.

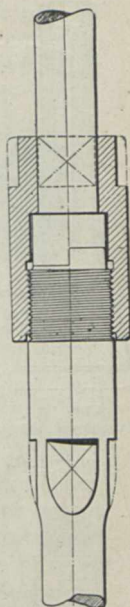


Abb. 50. Faucks Fanggestänge zum Rechts- u. Linksdrehen.

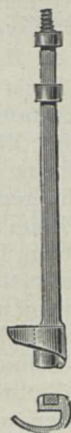


Abb. 51. Glückshaken. (A. G. Trauzlwerk, Wien.)

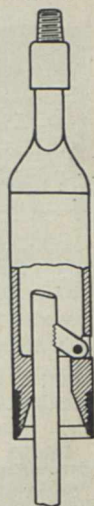


Abb. 52. Klappenfänger. (Aus Bansen, Tiefbohrwesen.)

Umfangreicher Gebrauch, besonders beim Rotationskernbohren, wird vom Fräsen im Bohrloch gemacht. Abb. 56 zeigt zwei verschiedene Formen derartiger Bohrlochfräser.

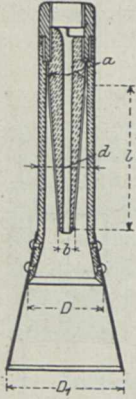


Abb. 53.
Fangorn. (Aus
Bansen,
Tiefbohrwesen.)

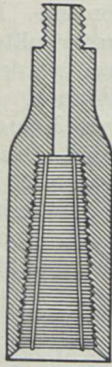


Abb. 54.
Fanglocke.
(Aus Bansen,
Tiefbohrwesen.)

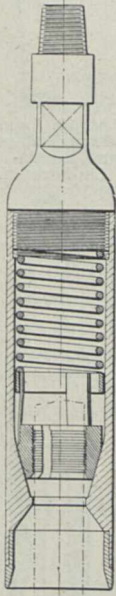


Abb. 55.
Universalfänger.
(Werf Conrad,
Haarlem/Holland.)

Häufig wird übrigens an steckengebliebenen Bohrstücken, die sich nicht oder nur mit großem Zeitaufwand wiedergewinnen ließen, unter Beobachtung besonderer Maßnahmen, erfolgreich vorbeigebohrt (s. auch Abb. 58).

In schwierigen Fällen wird auch manchmal mittelst einer mit Wachs gefüllten, nach unten offenen Blechbüchse, ein sog. Wachsabdruck des Bruchstückes genommen, um darnach die weitere Fangarbeit zu ermitteln.

Ein letztes Mittel zur Beseitigung von Hindernissen zum Weiterbohren ist das Torpedieren, d. h. Sprengen im, auf größere Länge unverrohrten, Bohrloch. Dieses muß aber als letzter Versuch vor Aufgabe des Bohrloches gelten, denn bei seinem Mißgelingen kann der Zustand des Bohrloches leicht hoffnungslos werden. — Zur Beseitigung, resp. Verkleinerung harter Findlinge usw. dagegen, besonders bei Flachbohrungen in weichem oder lockerem Boden, wird regelmäßig und meist erfolgreich gesprengt.

Auch die bloße Aufführung der Hauptgebiete der Behebung von Bohrunfällen ist mit vorstehendem noch keineswegs erschöpft. Ebenso wie die Vermeidung ist aber auch besonders die Behebung von Bohrunfällen eine Sache, deren rasche und erfolgreiche Durchführung fast ganz von der Erfahrung, Kunst und Geschicklichkeit des Bohrmeisters abhängt.

2. Richtungsabweichungen der Bohlöcher.

Es ist ein sehr seltener Zufall, wenn ein einigermaßen tiefreichendes Bohrloch vollständig gerade, bzw. lotrecht verläuft. Eine Garantie für die Lage des Endpunktes einer Bohrung gegenüber dem Ansatzpunkt kann darum auch nicht gegeben werden.

Beim Stoßbohren sind die Lotabweichungen weit geringer als beim Drehbohren. Dafür treten sie bei ersterem leicht unvermittelt, knickartig, auf und können dann durch Klemmungen und Brüche schwere Störung oder Gefährdung der Bohrung herbeiführen. Die geringsten Lotabweichungen zeigt die Schnellschlagbohrung, die weitaus größten, unter den Stoßbohrsystemen, die Seilbohrung. Besonders beim Stoßbohren am Gestänge wird aber das Krummwerden des Bohrloches alsbald bemerkt und es kann noch durch Anfüllen mit hartem Material bis über die Knickstelle und sorgfältiges Neubohren Geraderichtung stattfinden.

Beim Drehbohren findet das Abweichen vom Lot meist allmählich statt, stört darum den Bohrbetrieb gewöhnlich gar nicht und wird meist gar nicht bemerkt, kann aber leicht ungeahnte Abmessungen annehmen. Zum erstenmal hat Köbrich schon etwa 1890 durch den Zufall einer Schacht-abteufung über einem Diamantbohrloch gefunden, daß dieses in Form einer langgestreckten archimedischen Spirale verlief und 7,65 m Abweichung auf 406 m Tiefe aufwies, obwohl beim Bohren nicht das geringste davon zu merken gewesen war. Etwa 20 Jahre später wurden, im südafrikanischen Goldbergbau, zuerst durch Anfahrung von ausgeführten, unverrohrten, Diamantbohrlöchern von 50—57 mm Durchmesser, dann durch deren Ablotung, Durchschnittsabweichungen von 453 m bei durchschnittlicher Größtneigung von $47\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen das Lot in 1220 m Tiefe ermittelt (Höchstmaß 685 m bzw. 66°).

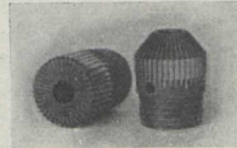


Abb. 56. Zylindrischer und konischer Bohrlochfräser. (Werk Conrad, Haarlem/Holland.)

Später wurde in 1980 m Tiefe sogar 1100 m Abweichung gefunden, so daß das Bohrloch tatsächlich nur 1550 m tief war. Auch hier wies während der Bohrarbeit nichts auf diese enormen Abweichungen hin.

Den ganz ähnlich großen Lotabweichungen bei den amerikanischen „Rotary“-Bohrungen ist zuerst A. Anderson, zugleich Erfinder seines dabei verwendeten Lotapparates, nachgegangen. Als Durchschnittsmaß aus hunderten von Bohrlöchern fand er in 1250 bzw. 1850 m Tiefe 74 resp. 190 m Abweichung, als Höchstmaße 365 bzw. 680 m und die Neigungswinkel gegen das Lot stiegen hier sogar bis zu 73° . Durch Einrichtungen zur besseren Regelung des Bohrerdruckes auf die Sohle und durch vorsichtigeres Bohren konnte man aber in kurzer Zeit eine durchschnittliche 40—50proz. Verringerung dieser enormen Abweichungen erreichen.

Bei Geneigt- und Horizontaldrehbohrungen kommt zu dieser Abweichungsneigung noch die Einwirkung der Schwerkraft, aber merkwürdigerweise zeigt sich hier trotzdem eine gewisse, dieser entgegengesetzte, Tendenz zum Aufwärtssteigen.

Bei Schurfbohrungen können diese Richtungsabweichungen zu schwerwiegenden Fehlschlüssen über Tiefe, Mächtigkeit und Neigungswinkel der angebohrten Schichten, weiter auch über den geologischen Aufbau und dessen Störungen, über die Lage von Antiklinalensätteln auf Erdölfeldern usw., führen.

Bei Gewinnungs-, insbesondere bei Erdölbohrungen kommt noch die Gefahr schwerer Schädigung im Gewinnungsbetriebe aus krummen Brunnen dazu, z. B. durch Durchreibung wasserabsperrender Rohrtouren durch Schöpfseile. Vor allem aber können sie hier zu Vergrößerung des Raubbaues führen, wegen der ganz veränderten Lage der Ölentnahmestellen in der Tiefe gegenüber den Ansatzpunkten der Brunnen an der Oberfläche.

Die Notwendigkeit der regelmäßigen Ablotung aller tieferen Drehbohrungen wird darum immer allgemeiner anerkannt und daraus entstand das Bedürfnis nach geeigneten Bohrlochlotapparaten.

Die alte, einfachste Methode der mit Flußsäure teilweise gefüllten Flasche, die ihren Spiegel im Ruhezustand in die Flaschenwand ätzt,

wird u. a. auch bei den amerikanischen Erdölbohrungen noch vielfach verwendet (Acid bottle method), gibt genügende Orientierung über den Neigungswinkel, jedoch keine solche über die Abweichungsrichtung.

Vollkommener ist der in Abb. 57 dargestellte, bei den unverrohrten südafrikanischen Diamantbohrungen früher meistverwendete elektrische Marriott'sche Lotapparat. Er wird am Kabel eingelassen, das eingefüllte Paraffin an der Meßstelle elektrisch verflüssigt und gibt sodann, durch Stromausschaltung wieder zum Erstarren gebracht, den Neigungswinkel an, während die gleichzeitig dadurch arretierte, kardanisch aufgehängte Magnetnadel, allerdings weit minder verlässlich, die Abweichungsrichtung zeigt.

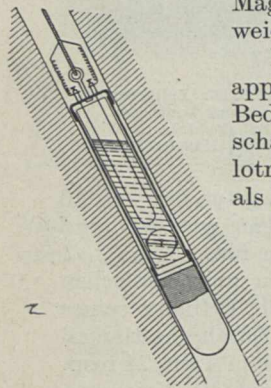


Abb. 57. Marriotts elektrischer Bohrlochlotapparat. (Aus Bansen, Tiefbohrwesen.)

Die Schaffung vollkommenerer und vollkommener Lotapparate erfolgte vor allem in Deutschland und entsprang dem Bedürfnis der genauen Kontrolle der Vertikalität der Gefrierschachtbohrlöcher. Handelte es sich hier auch um am meisten lotrecht bleibende Schnellschlagbohrungen, von selten mehr als höchstens 500 m Tiefe, so sind dafür hier nur sehr kleine Lotabweichungen zulässig, wenn man nicht das Gelingen der ganzen Arbeit gefährden will.

Es entstand eine Anzahl hierfür bewährter, meist elektrischer Lotapparate, die auf Lot- und Pendelmärkierungen auf automatisch bewegten Papierstreifen, teilweise auch mit fotografischer Aufnahme verbunden, beruhen und aufeinanderfolgende Lotungen, ohne Herausziehen des Apparates, in kurzen Tiefen abständen gestatten. Die Richtungsorientierung erfolgt teilweise durch Kompaßwirkung, meist aber durch Einbau an unverdrehbarem Lotgestänge, welches für die hier bestehende mäßige Tiefengrenze noch als zulässig erscheint.

Vervollkommnet wurde diese Kontrolle aber erst durch die beiden elektrisch betätigten Neigungsmesser von Dr. Martienssen und Dr. Anschütz in Deutschland, welche die Magnetnadel durch den Gyroskopkompaß (Kreiselkompaß) ersetzen und den Apparat dadurch sowohl von der Verwendung der im Bohrloch unverlässlichen Magnetnadel als vom Gebrauch als unverdrehbar geltender Einbaugestänge befreien. Sie geben, ebenfalls bei einer Anzahl unmittelbar aufeinanderfolgender Messungen, gleichzeitig Maß und Richtung der Abweichungen. Die kleinsten dieser Apparate von nur 92 mm Durchmesser stellen wahre mechanische Kunstwerke dar. Über ihre Anwendung in sehr großen Tiefen liegen z. Z. noch nicht viele Erfahrungen vor, während sie ihre Verlässlichkeit in Ablotung der Gefrierbohrlöcher schon vollständig erwiesen haben. Ihr Gebrauch erfordert jedoch eine besondere Apparatur und ein mit ihr vertrautes Personal, so daß hierin die Nachahmung des amerikanischen Beispiels, derartige Messungen durch besondere Unternehmer vornehmen zu lassen, durchaus empfohlen werden kann.

Auch auf den amerikanischen Erdölfeldern ersetzt man die Acid-Bottle-Methode immer mehr durch vollkommener Apparate von der Art derjenigen für die deutschen Gefrierschachtbohrlöcher, will aber dabei, auch

noch in Tiefen von 2000 m, teilweise auf dem System der unverdrehbar eingebauten Gestänge beharren und macht dadurch die erzielten Richtungsangaben zum mindesten sehr problematisch. Aber auch dort scheint der Gyroskop-Lotapparat seinen Einzug zu beginnen.

Auch hier kann die bisherige Aufführung noch keineswegs die Typen der bestehenden brauchbaren Lotapparate, bzw. Neigungsmesser, erschöpfen.

Durch Anfüllen des krumm gewordenen Bohrloches bis über die Abweichungsstelle und sorgfältiges Neubohren von hier ab gelingt es nicht selten wieder in die gerade Richtung zurück zu kommen. Ist die Abweichungsrichtung genügend genau bekannt, so kann bei nicht allzugroßer Tiefe ein sog. Richtkeil sorgfältig und annähernd drehungslos eingebaut werden. Am besten wird dies erreicht wenn dieser Richtkeil zugleich das Fußstück einer zu diesem Zweck neu eingebauten Rohrtour bildet.

Abb. 58 zeigt eine derartige Rohrtour mit Fußstück-Richtkeil in dem, im Raum *C* angefüllten, abgewichenen Bohrloch und der begonnenen Neu-Gradbohrung. — Umgekehrt kann auch an einem festgeklemmten Bohrer durch Darübersetzen eines ähnlichen Richtkeiles seitlich vorbei gebohrt werden.

Vorbeugend gegen Krummbohren wirkt beim Rotationskernbohrer Vergrößerung der Kernrohrlänge, bei allen Drehbohrverfahren Mäßigung im Spüldruck, vor allem aber im Druck des Bohrers auf die Sohle und außerdem in der gewissenhaften Vornahme stetigen Nachlotens.

VII. Über Bohrpersonal, Normalisierung, Stratigraphen, Stratametern und über Bohrlochwärmemessung.

1. Bohrpersonal.

Es gibt bei Flachbohrungen viele Fälle in welchen günstige Bodenverhältnisse es jedem technisch tüchtigen und geschickten Mann möglich machen bei Verwendung eines geeigneten Bohrapparates, eventuell nach kurzer Anleitung, Bohrungen erfolgreich auszuführen.

In allen andern Fällen aber ist für die Wahl der in jedem Falle anzuwendenden Bohrmethode außer den vorstehend angegebenen Kriterien noch ein Umstand von hervorragender Wichtigkeit, nämlich das Erfordernis eines mit der Bohrweise vollständig vertrauten Personals. Das Bohren besonders unter schwierigen Verhältnissen bleibt trotz aller Vervollkommnung der Einrichtungen immer noch so sehr Kunst und Handwerk, und es hängt in jedem Falle das sichere Erreichen des Bohrzweckes so sehr

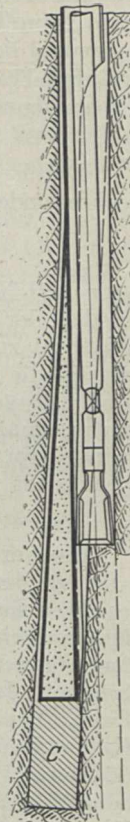


Abb. 58.
Rohrschuh-
Richtkeil zur
Bohrlochgrad-
richtung.

von der Erfahrung, Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit des Bohrmeisters ab, daß die Unterschiede in der Güte des Personals wohl auf keinem Gebiete der Technik eine so ausschlaggebende Rolle spielen wie beim Tiefbohren. In der Rücksichtnahme auf ein eingeübtes Arbeitspersonal liegt auch wohl meist der Grund für das besonders in Ölgebieten häufige Festhalten an einmal eingeführten Bohrmethoden gegenüber neueren überlegenen Verfahren.

Durch das Amerikanische Petroleuminstitut wurde eine stetig fortschreitende großzügige

2. Normalisierung des Tiefbohrmaterials

(die API-Normalien) ins Leben gerufen, welche sich allerdings auf den Bedarf der Erdölfelder, also auf das Rotary- und Seilbohrsystem sowie das Material zur Erdölgewinnung, beschränkt. — In Deutschland ist gegenwärtig die Schaffung von „DIN“-Normalien im Zuge, zunächst für Bohr- und Gestängerohre. Für Tiefbohrtechnik und Erdölgewinnung ist dies naturgemäß von großem Wert, besonders die Schaffung einheitlicher Gewinde, woran schon seit Dezennien, allerdings bisher mit nur wenig Erfolg, gearbeitet worden ist.

3. Stratigraphen.

Ein wertvolles Hilfsmittel zur Kontrolle der Bohrarbeit, außerdem aber auch zu derjenigen des Gebirgsprofils, sind die Stratigraphen.

Dies sind Apparate, die in Verbindung mit dem Bohrapparate stehen und auf einem sich bewegenden Papierstreifen die Raschheit des Bohrfortschrittes, ebenso wie die Zeitdauer der Stillstände zum Ausdruck bringen. Je größer die Bohrleistung ist, desto steiler wird die gezeichnete Linie. Verschieden harte Schichten kennzeichnen ihre Mächtigkeit durch Knicke in dieser Linie, was besonders zur Kontrolle durchbohrter Kohlenflöze wichtig ist, hauptsächlich bei Rotationsbohrung, bei welcher die beim Schnellschlagbohren vorhandene physische Fühlungnahme des Bohrführers mit der Bohrsohle fehlt. Die meisten Stratigraphen (Jahr, Breslau; Lapp, Aschersleben usw.) sind darum nur für das Rotationsbohren konstruiert, eine derartige auch für Meißelbohrung geeignete Einrichtung hat Thumann, Halle, geschaffen.

4. Stratameter.

Diese bezwecken die für den durch eine Bohrung gegebenen geologischen Aufschluß so ungemein wichtige Richtungsorientierung der gewonnenen Bohrkerne. In Ermangelung dessen ist verlässliche Orientierung über die Richtung des Schichteneinfallens nur durch vergleichende Beurteilung aus mehreren Bohrlöchern erreichbar. — Trotzdem wurde bisher von den Stratametern ein nur sehr geringer Gebrauch gemacht. Sie beruhen nämlich bisher sämtlich auf Anwendung der im Bohrloch, selbst im unverrohrten, bekanntlich unverlässlichen Magnetnadel und außerdem orientieren sie, mit Ausnahme des ältesten, aber im Gebrauch sehr zeitraubenden, von Köbrich, nicht den Kern sondern das Kernrohr.

Köbrich markierte nämlich den noch mit dem Gebirge im Zusammenhang stehenden Kern durch einen Meißelschlag und orientierte sodann diese Marke durch einen mit dem Meißel undrehbar verbundenen Kompaß, worauf, nach Ausholen des Meißels der Kern in gewöhnlicher Art drehend mit der Bohrkrone abgebohrt und gezogen wurde.

Die anderen Stratameter, von Dr. Meine, Gothan, Thumann usw. setzen aber voraus, daß das Kernrohr sich beim Abreißen nicht gegen den Kern verdreht und außerdem noch, daß dieser sich noch in fester Verbindung mit der Bohrsohle befand. Das Zutreffen beider Voraussetzungen ist aber in der Regel nicht nachweisbar.

Erst die Anwendung des Kreiselkompasses gibt gute Aussicht hier Abhilfe zu schaffen. Martienssen hat nämlich mit seinem Gyroskoplotapparat eine kleine elektrische Bohrmaschine verbunden, die ein kleines exzentrisch gestelltes Loch in der Bohrlochsohle bohrt. Gleichzeitig stellt der Kreiselkompaß den Bohrer in die Nordstellung und wenn der Kern daraufhin ausgebohrt und gezogen wird, so kann er bei erkennbarer Markierungsbohrung und unter Berücksichtigung der durch den Lotapparat gegebenen Richtungsorientierungen über Tage in genau dieselbe Stellung gebracht werden, die er im Bohrloch eingenommen hatte. Es ist darum zu hoffen, daß die Kernorientierung in tiefen und tiefsten Bohrlöchern sich dadurch auf gutem Weg zu ihrer Lösung befindet.

Auch Stratameter und Stratigraphen sind deutsche Schöpfungen.

5. Geothermische Messungen.

Zum Schlusse sei noch der Geothermischen (Wärme-)Messungen im Bohrloch Erwähnung getan. Hierfür bestehen besondere Maximumthermometer welche in sorgfältig wasserdicht und drucksicher verschlossene Stahlhülsen auch in größte Tiefen, eingelassen werden können. Wenn auch Vorsicht bei Beurteilung der dadurch ermittelten Temperaturen geboten erscheint, nicht nur wegen des Grades der Verlässlichkeit der Bohrlochthermometer, sondern auch wegen Beeinflussung der Temperatur durch das Bohrlochwasser, durch eventuelle Verrohrung, durch die Wärmeentwicklung durch die Bohrarbeit usw., so können derartige Temperaturmessungen doch wertvolle Orientierungen liefern. Ursprünglich dienten sie nämlich nur wissenschaftlichen Zwecken, neuerdings aber haben sie auch praktischen Wert erhalten, besonders bei Bohren nach Erz- oder Erdöllagern, in geringerem Maße auch bei solchen nach Kohle. Während nämlich die vielen vorgenommenen Messungen eine durchschnittliche annähernde Übereinstimmung mit der bisher angenommenen durchschnittlichen geothermischen Tiefenstufe von 30—35 m/1° C. ergeben haben, wurden andererseits Grenzwerte von 8—123 m dafür ermittelt. Am kleinsten, nämlich nur 8—11 m sind sie bei Erzen und Erdöl, während sie bei Kohle mit 25—30 m immer noch etwas unter dem Durchschnitt bleiben. Systematische Wärmemessung kann also bei Annäherung an Lagerstätten vorverfrühter Aufgabe des Bohrloches schützen.

In diesem Sinn gehört sie auch zu demjenigen Teil der geophysikalischen Untersuchungen, welche noch während des Bohrens zur Ausführung gelangen, zum Unterschied von den anderen derselben, welche,

als zu den Voruntersuchungen gehörend, der Vornahme von Bohrarbeiten vorausgehen.

Im übrigen ist die Geophysik — ebenfalls aus deutscher Forschung (zuerst von Dr. Leimbach-Göttingen) hervorgegangen — eine bereits unentbehrlich gewordene Wegmacherin für die Aufsuchung unserer Bodenschätze geworden, in Verbindung mit der Geologie. Sie besitzt bereits eine große, rasch wachsende, Literatur.

Erwähnt sei endlich hier noch, daß bei den neuesten, tiefsten amerikanischen Erdölbohrungen sich zum erstenmal Schwierigkeiten für die Bohrarbeit selbst aus der in sehr großer Tiefe gestiegenen Bohrlochtemperatur ergeben haben. Der zum Abdichten der Rohrtour eingeführte Zement wollte nämlich nicht mehr abbinden und man war genötigt zur Abhilfe große Eismengen in das Bohrloch einzuführen. Es wurde demnach nötig eine Zementart herzustellen, die auch bei dieser erhöhten Temperatur mit Erfolg abbindet.

VIII. Über Erdölbohren und Erdölgewinnung.

1. Bohrtiefen und Bohrsysteme.

Durch das enorme Anwachsen der Welt-Erdölgewinnung (binnen 8 Jahren Verdoppelung, binnen 30 Jahren Verzehnfachung) ist die Erdölbohrtechnik zur überragenden Stelle in der Tiefbohrtechnik gelangt und nötigt dazu ihr hier einen besonderen Abschnitt einzuräumen. Gegenüber ihrer einschlägigen, ausgebreiteten Sonderliteratur, namentlich in englischer Sprache, kann er sich hier allerdings nur auf schlagwortartige Kennzeichnungen beschränken.

Was gegenwärtig über etwa 500 m Tiefe hinaus gebohrt wird gilt größtenteils, was tiefer als etwa 2000 m reicht fast ausschließlich der Aufsuchung und Gewinnung von Erdöl und Erdgas.

Allein auf vier bekannten großen Erdölfeldern Kaliforniens betrug 1930 die durchschnittliche Bohrtiefe 2200 m, während die größte bis August 1931, wie eingangs bereits mitgeteilt, 3228 m, bei produktiven Brunnen 2720 m erreicht hatte.

Auf den Erdölfeldern der Vereinigten Staaten, welche gegenwärtig immer noch etwa $\frac{2}{3}$ der Weltproduktion liefern, dominiert das Rotarybohrsystem. Der Rest fällt fast vollständig auf das frühere „Standard“-Bohrsystem, die Seilbohrung („Standard“-System ist darum auch die in den Vereinigten Staaten übliche Bezeichnung für die Seilbohrung). Diese dient besonders zur Ausführung der (Öl-) Schürf- (Wild cat) Bohrlöcher und beim Durchbohren von hartem Gestein sowie der Ölführung, obwohl der Rotary auch in letzterer bereits in steigender Verwendung ist, allerdings oft unter Hinwegsetzung über fraglos berechnete Bedenken. Von Nordamerika nahmen beide ihren Siegeszug über die anderen großen Ölfelder der Erde, vor allem Mexiko, Südamerika und Asien, zuletzt auch Rußland und Rumänien. In letzterem Land war bereits 1930 durch das Rotarysystem die dortige Rekordtiefe von 2000 m erreicht und überschritten worden.

Neuerdings wird in Amerika zur Voruntersuchung in großem Umfang

auch Diamant-Rotationskernbohrung angewandt. Wo nämlich in geringerer Tiefe eine für die Erdölführung orientierende Leitschicht vorhanden ist wird deren Verlauf durch regelmäßig angesetzte Kernbohrungen kleinen Durchmessers festgestellt und darnach die Verteilung der großen und tiefen Gewinnungsbohrungen vorgenommen.

Die deutschen Erdölfelder hat die Schnellschlagbohrung mit Erfolg zum weit überwiegenden Teil behauptet, ebenso zum großen Teil die elsässischen, argentinischen und andere Erdölgebiete. Die rumänischen gingen ihr erst in den letzten Jahren an die Rotarybohrung größtenteils verloren.

2. Bergmännische Erdölgewinnung.

Ihrer Natur nach ist die ganze Erdölgewinnung durch Bohrlöcher Raubbau, denn es bleiben auch bei sachgemäßer Abbohrung nach bisherigen Schätzungen 75—90% der vorhandenen Ölmengen im Boden zurück.

Deutschland begann 1916, auf Initiative Nöllenburg's auch hier, und zwar im Elsaß, darin vorangehend, den größeren Teil des verbleibenden Restes durch bergmännische Gewinnung herauszuholen, setzte dies später in Wietze-Hannover fort, und anderwärts begann man diesem Beispiel zu folgen. — Die Art der Erdölablagerungen jedoch, als sekundäre Imprägnierung und nicht als Flöze oder Gänge, ferner besonders auch die hier vervielfachten Gefahren durch Wasser- und besonders Gaseinbrüche beschränken diese Gewinnungsart z. Z. auf gasarme Erdöllager in mäßigen Tiefen und auch dort erst nach genügender Abzapfung durch Bohrlöcher.

3. Anbohren der Ölführung, Regelung selbsttätigen Öl- und Gas-Ausflusses.

Als Regel galt es bisher die Spülbohrung nur in aufgeschlossenen Ölfeldern und auch dort größtenteils bloß im Deckgebirge der Ölführung anzuwenden, obwohl letztere mit verlässlichem, hierfür geschultem Bohrpersonal auch ebenso sicher mit (Reinwasser-)Spülung aufgeschlossen werden kann. Dickspülung aber muß bei Anbohrung der Ölführung so weit als nur irgend möglich vermieden werden, wenn der Gasdruck, der das Öl dem Bohrloch zutreibt, geringer ist als der hydraulische Druck der im Bohrloch befindlichen Wassersäule, denn sonst können gewinnungsfähige Ölschichten zu leicht überbohrt werden. Dies gilt also insbesondere auch beim Schürfen nach Erdöl in unbekanntem Gebirge.

Bei den hohen Gasdrücken jedoch, welche in großen Bohrlochtiefen immer häufiger werden, wird leicht das Gegenteil notwendig. Dann ist sogar oft künstlicher hydraulischer Überdruck im Bohrloch nötig, um die Bohrung überhaupt bis in die Ölführung fortzusetzen zu können und dann ist auch schwerste Baryt- oder Hämatitdickspülung nicht nur unbedenklich, sondern notwendig. Dann besteht bei sachgemäßer Bohrung aber auch keine Gefahr das Öl zu überbohren.

Am vorteilhaftesten bohrt man stark eruptierende Erdöllager mit Seilbohrung an, allein schon deshalb, weil das Bohrzeug dann in einem Zuge aus dem eruptierenden Bohrloch herausgeholt werden kann und dieses dadurch für die Öllieferung frei gehalten bleibt.

Dem Streben nach raschem und billigem Bohren kann in aufgeschlossenen Ölfeld beim Durchbohren des Deckgebirges voll Rechnung getragen

werden. Ihm entspricht auch die Anwendung des Rotarybohrsystems, soweit die Natur der Deckschichten sie als angemessen erscheinen läßt. — Beim An- und Durchbohren der Ölführung dagegen muß Sorgfalt und Vorsicht, also ständige genaue Kontrolle, an erster Stelle stehen, weil dies bestimmend ist für Maß und Dauer der Ergiebigkeit des Ölbrunnens.

Von allergrößtem Werte ist nun die durch die Amerikaner, die Lehrmeister in der Erdölindustrie, geschaffene Arbeitsweise der Zurückhaltung der Ölgase im Boden, nötigenfalls sogar deren künstliche Erneuerung durch Einpressen von Gas oder Luft, manchmal sogar von Wasser (Gas- und Air lift, bzw. Water drive). — Die Bohrlöcher werden rechtzeitig mit besonderen, schweren Abschlußköpfen versehen, welche den Bohrer passieren lassen, und durch Leitungsabzweigungen (in Amerika Christmas-tree genannt) wird für Ab- bzw. Zuleitung von Gas und Erdöl gesorgt. Sowohl die Gas- als die Öllieferung kann nach Belieben vermindert oder ganz eingestellt werden, kurz, die Ölbrunnen kommen unter vollständige Kontrolle. Dadurch entfallen auch die früheren Gas- und Ölausbrüche mit allen ihren Gefahren, Verwüstungen, Bohrlochverstopfungen sowie Verlusten an Öl und Gas. Die Ölfelder gewinnen dadurch auch ein ganz anderes Aussehen, man sieht oder riecht jetzt weder Gas noch Öl.

Die hierdurch geschaffene ruhige Ölentnahme erhält die Brunnen auch viel länger selbstfließend. Durch diese grundlegende Umgestaltung wird auch das Maß des bisherigen Raubbaues bei der Erdölgewinnung aus Bohrlöchern bedeutend vermindert.

4. Ölförderung aus der Tiefe.

Fließt das Erdöl nicht mehr aus eigenem Druck so wird es durch Bohrgestängepumpen gepumpt oder mittelst Preßluft oder Preßgas gehoben. Das sog. „plungern“ des Öles, mittelst durch die Rohrtour gezogener, verschieden gedichteter, Plunger, welches in Boryslaw-Galizien entstand und dort der großen Tiefen wegen bei vielen, besonders älteren, Brunnen teilweise heute noch unersetzlich ist, wird sonst nur noch in beschränktem Maße verwendet. Noch weniger jedoch das früher in Baku und Rumänien allgemein angewendete Schöpfen des dort sehr sandhaltigen Erdöles in sog. Schöpflöffeln, am Seil, welches große Enddurchmesser der Bohrlöcher, von 200—300 mm, nötig machte.

Gegenwärtig liefern Ölbrunnen von 100—150 mm innerem Durchmesser der, meist unten perforierten, Gewinnungsröhrtour, schon die größten Ölmengen, naturgemäß hat aber hier Durchmesservergrößerung seinen großen Wert. — Tiefe Ölbohrungen werden meist mit 400—600 mm weiten Bohrrohren begonnen.

Wo harter Kalk- oder Sandstein der Ölträger ist, wie in den pennsylvanischen Ölfeldern, welche ihr Öl aus Silur- oder Devonschichten holen, läßt sich nachlassende Ölergiebigkeit durch Torpedierung mittelst mit Sprenggelatine gefüllten Blechbüchsen oft erfolgreich auffrischen. Es gilt darum auf derartigen amerikanischen Ölfeldern selbst als Regel, ergebnislos gebliebene Bohrlöcher vor ihrer Aufgabe noch zu sprengen, um etwa benachbarten Ölführungen Zutritt ins Bohrloch zu verschaffen.

Sachverzeichnis.

(T = auf der Tafel am Schlusse)

- Air- (ferner Gas- und Wasser-) Lift
zur Erdölgewinnung 50
Antrieb von Bohrapparaten 3
A.P.I.-Normalien in Amerika 46
- Banka-Handbohrer 12
Bergmännische Gewinnung von Erdöl 49
Bohrdiamanten 20
Bohrkronen mit Stahlschneiden 22
Bohrlochlotung 43
Bohrlochs-Verfüllung 40
Bohrmeißel 26, 30
Bohrrohre 38
— Wiedergewinnung der — 39
Bohrschappe (Schappe) 11
Bohrtürme 7
Bohrwagen für Rotationsbohrung
18, 19, T
Bohrwidder von Wolski 3, 27
Bohrwinden (Hebwerke) 8
Bulldogfänger 41
- Calyxdrillbohrer 22
Craelius-Kleinbohrmaschine 25
- Diamanten für Bohrzwecke 20
Dickspülung 5, 15
DIN-Normalien für Bohrungen 46'
Diskenbesatz von Bohrkronen 20
Doheny-Rotary-Bohranlage 16
Doppelkernrohr-Bohrer 23
Drehtisch für Rotarybohrung 14, T
Durchmesser der Bohrlöcher 1, 2
Dynamik des Stoßbohrers 27
- Erdölförderung aus Bohrlöchern 50
Erweiterungsbohrer, drehend 12
— stoßend 28
Exzenterbohrmeißel 28
Expreschnellschlag von Fauck 35
- Fabiansche Freifallschere 32
Fangarbeiten 40
Fangdorn 41
Fanggestänge von Fauck 41
Fangglocke 41
Fang-(Schlag-)Rutschschere 41
Faucks Schnellschläge „Rapid“ und
„Expreß“ 35
- Faucks Stoßerweiterungsbohrer 28
— Stoßkernbohrung 37
Fauvellesche Spülhandbohrung 33
Filterrohre 40
Fischschwanzbohrer (fishtailbit) 13
Fräsen im Bohrloch 42
Fräsender Steinbohrer (Rock cone bit) 14
Freifallinstrument 32
- Gasdruck- (Luft-, Wasserdruck-) Erd-
ölgewinnung 50
Geophysikalische Untersuchungen 47
Geothermische (Wärme-) Messungen 47
Gewinnungsbohrungen 1
Glückshaken 41
Gyroskop — Lotapparate 44
- Hartmetall — Bohrkronen 21
Hebwerke (Bohrwinden) 8
Hilfsbohrungen 2
Huegenin — Dreherweiterungsbohrer 12
- Indirekte (umgekehrte) Spülung 5
Indische (Jerkline-)Stoßbohrung 37
Innen-Perforierer für Bohrrohre 40
Innen-Rohrschneider für Bohrrohre 39
- Jerkline- (Indisches) Stoßbohren 37
- Kanadisches Bohrsystem 31
Kiespumpe 4
Klappenfänger 41
Kombinierung von Bohrverfahren 9
Kraftantrieb von Bohrungen 3
- Lotung von Bohrlöchern 43
Luftdruck-(Gas-, Wasserdruck-)Erd-
ölgewinnung 50
- Mariotts Lotapparat 44
Martienssens Lotapparat 44
Mobile Bohranlagen 8
- Nachnahmbohrer (Erweiterungsbohrer) 28
- Obertägige Bohranlagen 7
- Pensylvanische Seilbohranlage 29
Pionier, Handbohranlage 11
Plungern zur Erdölförderung a. B. 50

- Rakys Schnellschlagbohrereinrichtung 35
 Reed Roller Bit Rotarybohrer 16
 Richtkeile zur Bohrlochgradrichtung 45
 Richtungsabweichungen des Bohrloches 42
 Rock Core Bit (Fräsender Steinbohrer) 14
 Rohrkrebse (Rohrzieher) 39
 Rotary-Dampfbohranlage 14, T
 — -Drehtisch 14, T
 — -Hebewerk 14, T
 Rotations-Bohrwagen 18, 19, T
 — -Kernbohrereinrichtung, obertägige 18, T
 — —, Geräte 18
 — -Schurfbohrmaschinen 24
 Rutschschere 29, 31

 Sackbohrer 11
 Schappe (Bohrschappe) 11
 Schlag-(Fang-)Rutschschere 41
 Schlammöffel (Schlammbüchse) 4
 Schöpfen des Erdöls aus Bohrlöchern 50
 Schrotbohrgerät 23
 Schurfbohrungen 1
 Schwerstangen 26
 Seilschlag-(Schnellschlag-)Bohrung 36, T
 Spiralbohrer 11
 Spülbohrung 4
 — -Freifallbohrung 33
 — -Pumpen 4
 — -Schappe 12

 Spülung beim Bohren 4
 Stahlbohrkronen 22
 Stelliteüberzug auf Bohrer 13, 22
 Stoßkernbohrung von Fauck 37
 Stratameter 46
 Stratigraphen 46

 Tiefen der Bohrlöcher 1, 2
 Torpedieren 42, 50
 Trockenbohrung 4
 Turbinenbohrer Kapeljuschnikoff 3

 Umgekehrte (indirekte) Spülung 5
 Universalfänger 41
 Umspülrohre 41

 Ventilbohrer 4, 11
 Ventildrehbohrer 11
 Verrohrung 38

 Wachsabdrücke im Bohrloch 42
 Wärme- (geotherm.-) Messungen 47
 Wasserdruck- (Gas-, Luft-) Erdöl-gew.
 (Water-, Gas- und Air-Lift) 50
 Wiedergewinnung von Bohrrohren 39
 Wolskis Dynamik der Stoßbohrung 27
 — Hydraulischer Bohrwidder 3, 27

 Zementierungen im Bohrloch 39, 40



Abb. 20 a.
Grundriß der Rotary-Bohranlage Abb. 20.

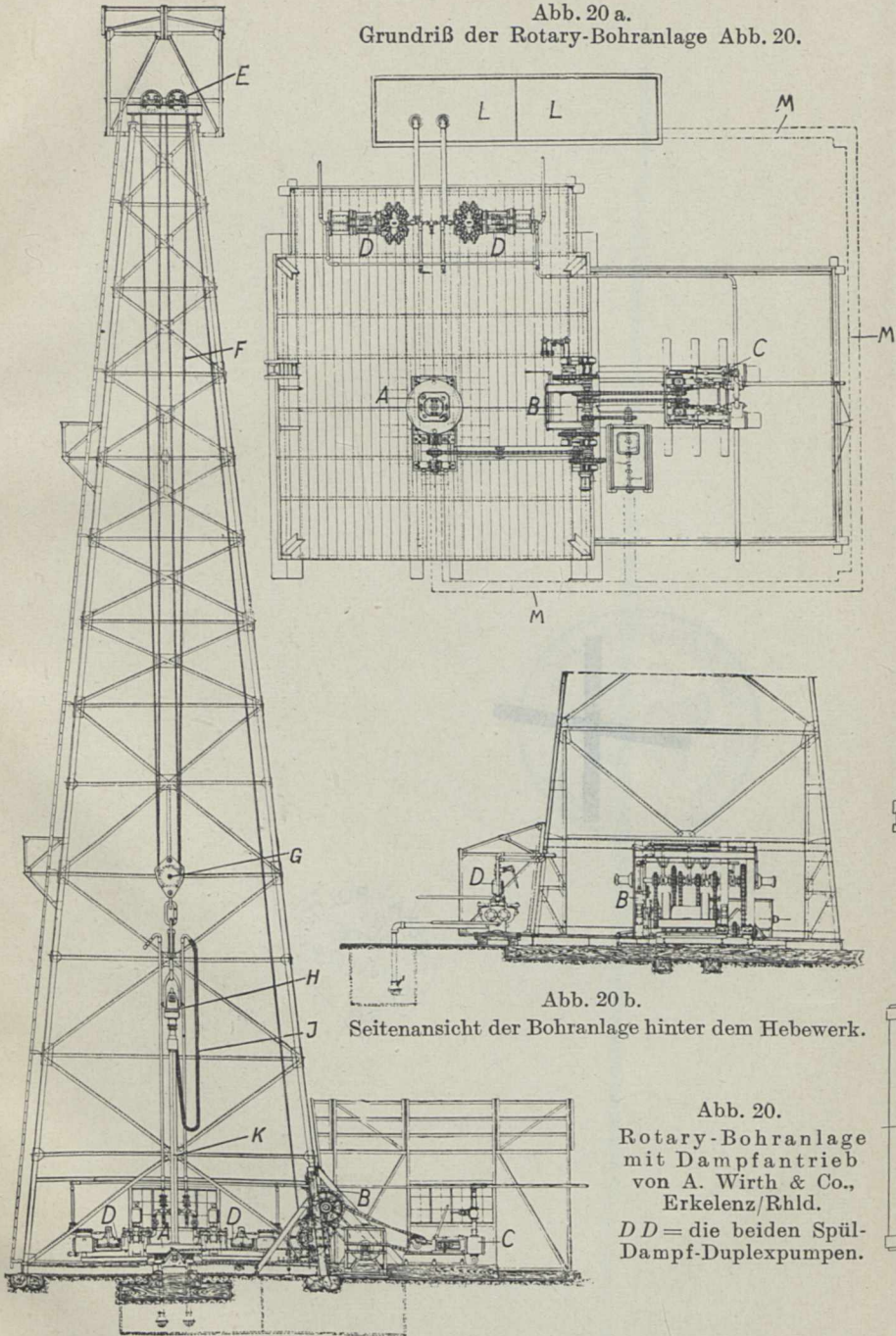


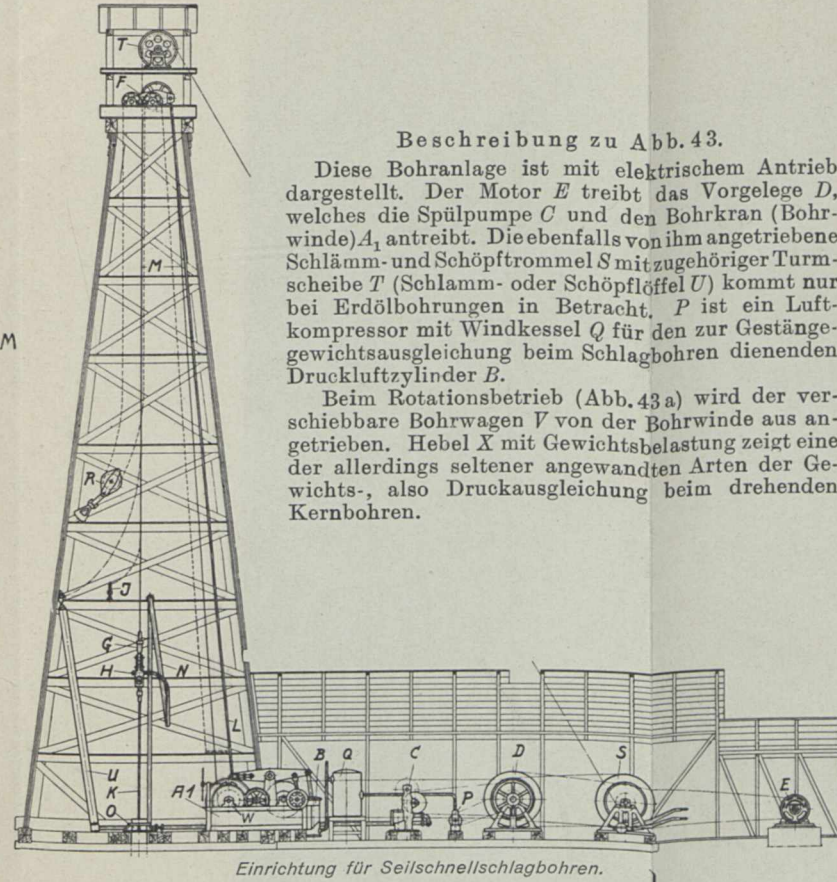
Abb. 20 b.
Seitenansicht der Bohranlage hinter dem Hebewerk.

Abb. 20.
Rotary-Bohranlage
mit Dampfantrieb
von A. Wirth & Co.,
Erkelenz/Rhld.
DD = die beiden Spül-
Dampf-Duplexpumpen.

Beschreibung zu Abb. 43.

Diese Bohranlage ist mit elektrischem Antrieb dargestellt. Der Motor *E* treibt das Vorgelege *D*, welches die Spülpumpe *C* und den Bohrkran (Bohrwinde) *A*₁ antreibt. Die ebenfalls von ihm angetriebene Schlamm- und Schöpftrommel *S* mit zugehöriger Turmscheibe *T* (Schlamm- oder Schöpflöffel *U*) kommt nur bei Erdölbohrungen in Betracht. *P* ist ein Luftkompressor mit Windkessel *Q* für den zur Gestängegewichtsausgleichung beim Schlagbohren dienenden Druckluftzylinder *B*.

Beim Rotationsbetrieb (Abb. 43 a) wird der verschiebbare Bohrwagen *V* von der Bohrwinde aus angetrieben. Hebel *X* mit Gewichtsbelastung zeigt eine der allerdings seltener angewandten Arten der Gewichts-, also Druckausgleichung beim drehenden Kernbohren.



Einrichtung für Seilschnellschlagbohren.

Abb. 43.

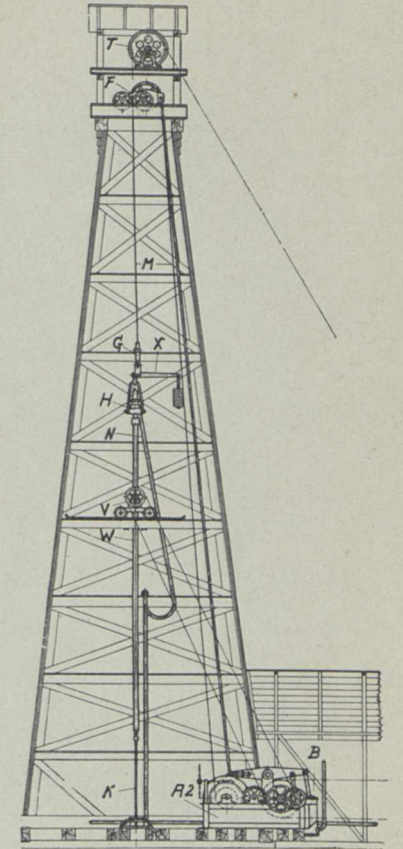


Abb. 43 a.
Einrichtung für Kernbohren.

Kombinierte Bohranlage
für
Seilschnellschlag- und
Rotations-Kernbohrung
(auch mit dem Rotary-Bohrsystem
kombinierbar)
von Haniel & Lueg, Bergbaul. Untern.
u. Einrichtg., Düsseldorf.



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

350343L/1