

## A. Abbohren in standhaftem Gebirge.

**§ 3. Methoden.** Man bohrt entweder mit kleinem Durchmesser vor und stellt dann mit einem Nachnahme- oder Erweiterungsbohren das volle Schachtprofil her — Methode von Kind-Chaudron —, oder man bohrt gleich von vornherein mit großem Bohrer den Schacht in der Weite ab, die er endgültig erhalten soll — Methode von Lippmann. Bei beiden Methoden wird stoßend gebohrt und nach erfolgtem Abbohren des Schachtes eine Auskleidung, die sogenannte Cuvelage, in denselben eingehängt. Diese muß so eingerichtet sein, daß sie beim Erreichen der in Wasser nicht durchlassenden Gebirgsschichten stehenden Schachtsohle einen dichten Abschluß hervorbringt, damit nach Entfernung des Wassers aus der Auskleidung des Schachtes letzterer trocken bleibt.

### I. Verfahren von Kind-Chaudron.

**§ 4. Allgemeines.** Das Abbohren wird verschiedenartig ausgeführt; entweder bohrt man hintereinander mit kleinem Durchmesser bis zu den Wassertragenden Gebirgsschichten vor und erweitert dann erst auf das größere, dem Schacht endgültig zu gebende Profil, oder man unterbricht das Vorbohren in verschiedenen Zeiträumen und erweitert in der Weise, daß die Sohle des engen Schachtes derjenigen des weiten Schachtes stets um mindestens 10—15 m voran ist. Das erstere Verfahren bietet den Vorteil, daß man die Gebirgsschichten schon vor der Erweiterung des Schachtes kennen lernt.

Ist das zu durchbohrende Gebirge sehr fest, so erweitert man den engen Schacht nicht mit einem Male, sondern allmählich, indem man zwei bis drei Erweiterungsbohrer mit zunehmender Schneidenbreite benutzt.

Hat man Schächte von höchstens  $2\frac{1}{2}$  m Durchmesser abzubohren, so braucht man gar nicht vorzubohren, da sich diese Weite noch mit dem von Kind-Chaudron angewandten Meißelbohrer herstellen läßt. Die Erweiterung findet meistens nur bis zu 4,5 m Durchmesser statt, für weitere Schächte sind große Schwierigkeiten bei Herstellung der Cuvelage zu überwinden<sup>12)</sup>.

Bei dem Kind-Chaudron'schen Verfahren des Schachtabbohrens sind vier Perioden zu unterscheiden:

- a) das Vorbohren;
- b) das Erweitern;
- c) das Einhängen der Schachtauskleidung;
- d) die Fertigstellung des Schachtes.

#### a. Das Vorbohren.

**§ 5. Die Vorbereitungen zum Bohren.** Sie bestehen, wie dies in Fig. 39 und 40, Taf. XVII, angedeutet worden ist, in dem Niederbringen eines Vorschachtes bis zum Wasserspiegel, nach einer der gewöhnlichen Methoden des Abteufens. Diesem Vorschacht gibt man zweckmäßig mindestens eine Tiefe, welche der Länge

<sup>12)</sup> Zu Huttington in North-Staffordshire, England, ist der bis jetzt weiteste Schacht von 4,908 m Durchmesser abgebohrt worden. — Serlo. Leitfaden der Bergbaukunde. 4. Aufl. Bd. I. S. 775.



der anzuwendenden Bohrer entspricht, weil man, besonders beim Bohren mit Dampfkraft, die erforderlichen Bohrmaschinen nicht gern in großer Höhe über der Tagesoberfläche aufstellt. Je tiefer der Vorschacht ist, desto vorteilhafter arbeitet man später beim Einhängen der Schachtauskleidung; ist es irgendwie zu ermöglichen, so sollte man den Vorschacht wenigstens 10 m tief herstellen.

Sein Durchmesser ist so groß als möglich zu machen; mit circa 6 m Weite wird man in allen Fällen auskommen. Niemals sollte der Durchmesser des Vorschachtes so klein genommen werden, daß der ringförmige Raum zwischen seinen Stößen und der später einzuhängenden Schachtverkleidung nicht noch Platz für eine freie Bewegung der Arbeiter übrig ließe. In den Vorschacht baut man dann die sogenannte Arbeitsbühne, *b* in Fig. 39 und 40, ein, deren Lage vom Stande des Wassers abhängig ist. Es empfiehlt sich, wegen der Einbringung der Schachtverkleidung diese Bühne möglichst tief anzulegen.

Nach Herstellung des Vorschachtes errichtet man die Bohrhütte, wozu man für größere Anlagen zweckmäßig Eisen verwendet. Für die Einrichtung und Konstruktion der Bohrhütte sind dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie für die Errichtung der in Kapitel VII dieses Werkes beschriebenen Bohrtürme bei Tiefbohrungen, worauf hier verwiesen werden muß. Für größere Ausführungen hat sich die in Fig. 39 und 40 abgebildete Konstruktion einer Bohrhütte bewährt. Zum Schutze gegen die Witterung ist letztere stets abzudecken.

Zur Aufnahme des Bohrschlammes ist ein Schlammsumpf, *t* in Fig. 40, auszusachten. Wird mittels Dampfkraft gebohrt, so ist auf die Anlage von Dampfkesseln Rücksicht zu nehmen.

Beispiele über die Kosten der Vorbereitungen zum Bohren. Soweit diese Kosten die Anlage der Bohrhütte, der Maschinen- und Kesselgebäude, der Maschinenfundamente, der Schmiede, Magazine, Büreaus und die Herstellung des Vorschachtes betreffen, betragen dieselben auf Schacht

Dahlbusch II in Westfalen . . . . .	15 000 M.
„ III „ „ . . . . .	26 250 „
„ IV „ „ . . . . .	26 250 „
L'Escarpelle I in Belgien . . . . .	19 292 „
L'Hôpital I in Lothringen . . . . .	22 641 „
L'Hôpital II „ „ . . . . .	38 361 „

**§ 6. Der eigentliche Bohrapparat.** Derselbe besteht aus dem sogenannten kleinen Bohrer, welcher durch Zwischenstücke (vergl. § 29, Kap. VII) mit dem Gestänge verbunden wird. Letzteres hängt, wie aus Fig. 39 auf Taf. XVII ersichtlich ist, an dem kleineren Hebelarme des Bohrschwengels *s*, durch welchen die Auf- und Niederbewegung des Bohrers erfolgt. Außer diesem Bohrapparat müssen noch Vorrichtungen zum Einlassen und Aufheben des Bohrers, zur Entfernung des Bohrschmandes und Apparate zur Beseitigung von Betriebsstörungen vorhanden sein.

**§ 7. Der kleine Bohrer** ist ein Meißelbohrer, dessen Schneide aus mehreren kleinen Schneiden zusammengesetzt ist. Er besteht, wie Fig. 8 und 9 auf Taf. XVII erkennen lassen, aus dem Blatte *b*, mit welchem der Meißelträger *a* durch Keile verbunden ist. In den Meißelträger sind die einzelnen kleinen Meißel *s* mittels konischer Zapfen eingesetzt, welche durch Schließbolzen festgehalten werden. An jedem Ende des Meißels sind zwei Schneiden *c* eingesetzt, welche



nach dem Umfang des Bohrloches gekrümmt sind. Oberhalb des Blattes *b* sind an einer Traverse die Nachschneiden *n* angebracht.

Der Schaft des Vorbohrers trägt noch die Führung *l*. Mit der Breite des Meißels geht man in neuerer Zeit bis  $2\frac{1}{2}$  m. Mit Ausnahme der aus Stahl hergestellten Schneiden bestehen alle Teile des Meißels aus Schmiedeisen. Sein Gewicht schwankt zwischen circa 4000 und 9000 kg.

**§ 8. Zwischenstücke.** Als solche benutzt man entweder die Rutschschere (vergl. § 30 und 31, Kap. VII) oder Freifallapparate, von welchen letzteren fast ausschließlich der in Fig. 10 und 11 auf Taf. XVII dargestellte Apparat in Anwendung steht. Derselbe ist dem sogenannten Kind'schen Freifallinstrumente für Tiefbohrungen (vergl. § 32, Kap. VII) durchaus ähnlich und besteht aus dem beweglichen Teile *i*, der Zunge oder dem Abfallstück, an welchem der Bohrer befestigt wird, und dem festen, mit dem Gestänge verbundenen Teile *a*, welcher den sogenannten Greif- oder Zangenapparat trägt. Zu letzterem gehören die beiden um die Bolzen *d* drehbaren Zangenschenkel *g*, welche sich öffnen und schließen können. Letzteres geschieht beim Aufgange des Gestänges; die unteren Arme der Zangenschenkel, die Zangenhaken, ergreifen dann das Köpfchen *i* der Zunge und der Meißel geht mit dem Gestänge hoch.

Beim Beginn des Niederganges öffnen sich die Zangenhaken, lassen das Köpfchen *i* los; die Zunge nebst Bohrer fällt frei nieder und kommt in die in Fig. 10 punktiert gezeichnete Lage. Beim Niederfallen findet die Zunge durch den in den Schienen *a* befestigten Keil Führung. Behufs Schließens und Oeffnens des Zangenapparates gehen die Schenkel *c* der Zange durch die Kulisse, welche mittels zweier Zugstangen *z* mit dem an der Stange *m* verschiebbaren hölzernen Fallschirme *h* verbunden sind. Beim Niedergange des Gestänges wird nun der Fallschirm *h* durch das Wasser hoch gedrückt, die Kulisse *e* geht mit hoch, folglich öffnen sich die Zangenhaken *g*. Beim Aufgange des Gestänges drückt das Wasser indes den Fallschirm nieder, die Zangenhaken werden sich also schließen.

**§ 9. Das Gestänge.** Es besteht bei größeren Bohrausführungen in der Regel aus Holz, doch ist die Verwendung von Eisen nicht ausgeschlossen. Das Gestänge wird aus einzelnen Stangen zusammengesetzt, welche, bestehen sie aus Holz, in der in Fig. 12 und 13 auf Taf. XVII abgebildeten Weise bis 18 m lang hergestellt werden. Jede Stange trägt an dem oberen Ende eine Vaterschraube, am unteren Ende eine Mutterschraube. Unter der Vaterschraube befindet sich ein Bund zum Abfangen beim Einlassen und Aufholen des Gestänges; vergl. § 23—27, Kap. VII.

Für die Konstruktion des eisernen Gestänges gelten dieselben Grundsätze wie für Gestänge, das zu Tiefbohrungen benutzt wird; vergl. § 24, Kap. VII. Für größte Ausführungen beim Schachtabbohren erhalten die einzelnen quadratischen Bohrstangen 80—100 mm Seite und 8—9 m Länge. Zum An- und Abschrauben der einzelnen Stangen bedient man sich der Schrauben- oder Stangenschlüssel, von denen einige Formen in den Textfiguren 45—47 des Kap. VII abgebildet sind.

**§ 10. Der Schwengel.** Derselbe besteht meistens aus Holz. Beim Bohren mit Dampfkraft wird der Schwengelbock, welcher das Lager des Drehzapfens trägt, fest mit einem gemauerten Fundament verbunden, wie dies aus Fig. 39, Taf. XVII, ersichtlich ist. Der Kraftarm des Schwengels schlägt bei höchster und



tiefster Stellung gegen die mit  $r$  und  $p$  bezeichneten Prellvorrichtungen. Ueber die Einrichtung der Bohrschwengel für Handbetrieb und über den Zweck der Prellvorrichtungen sind § 40 und 41 des Kap. VII zu vergleichen.

**§ 11. Die Verbindung des Schwengels mit dem Gestänge** erfolgt durch die sogenannte Bohr- oder Stellschraube und den Gestängewirbel; vergl. § 39, Kap. VII. Die Bohrschraube dient zur allmählichen Verlängerung des Gestänges mit dem Tieferwerden des Schachtes. Unterhalb derselben, über dem Gestängewirbel, ist das in Fig. 39, Taf. XVII, mit  $c$  bezeichnete Bohrkrüchel angebracht, welches von den Arbeitern behufs Umsetzung des Bohrers gedreht wird. Man benutzt auch die Stangenschlüssel zum Umsetzen.

**§ 12. Bewegung des Schwengels.** Für kleine Schachtdurchmesser und geringe Teufen kann man hierzu Menschenkraft benutzen. An dem Kraftarm des Schwengels wird ein sogenannter Druckbaum angebracht (vergl. § 40, Kap. VII), welchen die Arbeiter auf und nieder drücken. Muß man für größere Ausführungen Dampfkraft benutzen, so verbindet man am zweckmäßigsten den Kraftarm des Schwengels durch eine Laschenkette mit der Kolbenstange der Dampfmaschine, wie dies in Fig. 39, Taf. XVII, angedeutet worden ist. Die Kolbenstange erhält in einem auf den Dampfcylinder  $a$  gesetzten Schlitten vertikale Führung. Die Dampfmaschine ist einfach wirkend; Dampf wird nur zum Niederdrücken des Kolbens gebraucht, dessen Hochgang das Uebergewicht des niedergehenden Bohrers veranlaßt. Man wird in den meisten Fällen mit einem Durchmesser des Dampfcylinders von 0,6—0,7 m auskommen. Die Umsteuerung geschieht von Hand.

**§ 13. Vorrichtungen zum Einlassen und Aufholen des Gestänges.** Sie bestehen in einer Treibmaschine, die zur Auf- und Abwicklung des das Gestänge beim Aufholen und Einlassen tragenden Seiles dient, in dem Bohrgestüst mit der Seilscheibe und verschiedenen Hilfsgeräten.

Die Treibmaschine kann, wenn man Handbetrieb eingerichtet hat, ein gewöhnlicher Haspel sein. Bei größeren Anlagen wendet man Dampfhaspel, siehe Fig. 39, Taf. XVII, von circa 25 Pferdekräften an, und dienen zur Aufwicklung des Seiles größere Seilkörbe. In allen Fällen muß die Treibmaschine mit einer zuverlässigen Bremse versehen sein. Als Seile werden vorwiegend solche aus Drähten benutzt; die Stärke desselben berechnet sich aus der zu tragenden Last. Das Seil wird über eine Seilscheibe  $d$ , siehe Fig. 39, Taf. XVII, geführt, deren Verlagerung im Bohrgestüst erfolgt. Das untere Ende des Seiles trägt eine Vorrichtung zum Greifen der Bohrstangen, welche durchaus derjenigen ähnlich ist, die bei Tiefbohrungen angewendet wird; vergl. § 45, Kap. VII. Als Hilfsgeräte müssen Abfanggabeln, Stangenrechen und Wagen zum Aufhängen der Bohrapparate vorhanden sein. Eine Abfanggabel zeigen Fig. 22 und 23, Taf. XVII; sie wird, wenn der Bund einer Bohrstange über die Bohrbühne gehoben worden ist, unter denselben geschoben und trägt dann das im Schacht befindliche Gestänge beim Ab- und Anschrauben der einzelnen Bohrstangen. Zum Aufhängen letzterer sind bei  $e e$  in Fig. 39 sogenannte Stangenrechen angebracht, über deren Einrichtung § 47, Kap. VII, das Nähere bringt.

Statt der Stangenrechen benutzt man neuerdings auch Wagen der in Fig. 21, Taf. XVII, abgebildeten Konstruktion; für diese Wagen wird dann im oberen Teile des Bohrgestüsts eine Schienenbahn angelegt. Die Bohrer werden in kleinen vier-rädrigen Wagen,  $w$  in Fig. 39 und 40, mittels Abfanggabeln aufgehängt.



**§ 14. Vorrichtungen zum Löffeln.** Der beim Bohren entstehende Schmand wird durch den in Fig. 16—18, Taf. XVII, abgebildeten zweiklappigen Löffel aus dem Bohrloche entfernt. Zum Einlassen in letzteres und Wiederaufholen aus demselben dient die bereits beschriebene Treibmaschine, wenn mit dem Bohrgestänge gelöffelt wird. Zur Beschleunigung der Arbeit kann man auch eine besondere maschinelle Einrichtung treffen und am Seile löffeln. Den gefüllten Löffel hängt man in der in Fig. 40 angedeuteten Weise auf, fährt ihn bis kurz vor die Schlammgrube, schlägt den Bolzen *a*, siehe Fig. 16 und 17, heraus und kippt sein oberes offenes Ende nach unten, um den Schmand in die Grube fließen zu lassen. Das Umkippen des Löffels wird dadurch ermöglicht, daß er um zwei Zapfen *o* in einer Gabel drehbar ist.

**§ 15. Apparate zur Beseitigung von Betriebshindernissen.** Betriebshindernisse entstehen insbesondere durch Brüche am eigentlichen Bohraparate, dessen Teile im Bohrschafte stecken bleiben. Zur Entfernung letzterer benutzt man Fanginstrumente. Man kommt in den meisten Fällen mit dem sogenannten Glückshaken und der Fallfangschere aus, bezüglich deren Konstruktion und Handhabung in § 56, Kap. VII, das Erforderliche gesagt ist.

Schwere Eisenteile, welche infolge von Brüchen auf die Schachtsohle gefallen sind, werden mit dem in Fig. 14 und 15, Taf. XVII, abgebildeten Klauenfänger entfernt. Derselbe besteht aus zwei eisernen Rechen *k*, welche, wenn der Apparat mittels des Gestänges bis zur Schachtsohle eingelassen worden ist, sich schließen und das Bruchstück zwischen sich fassen. Zum Schließen dient ein Zugseil, welches durch zwei Ringe mit den Schienen *a* und dem Parallelogramm *i h i' h'* in Verbindung steht. Die Schienen *a* und die Stangen *i i'* des Parallelogramms sind so schwer, daß die Rechen *k*, hat man sie durch Ziehen am Seile geschlossen, sich wieder öffnen, wenn man das Seil nachläßt.

**§ 16. Das Bohren.** Bohrt man mit der Rutschschere, was bis 200 m Tiefe unbedenklich geschehen kann, so muß man, um große Bohreffekte zu erzielen, schwerere Meißel anwenden, als wenn man mit dem Freifallapparat bohrt. Bei Benutzung des letzteren fällt nämlich der Meißel mit einer seinem Gewicht entsprechenden Beschleunigung nieder, während beim Bohren mit der Rutschschere der Meißel keine größere Geschwindigkeit als die des Gestänges annehmen kann. Auch leidet letzteres bei Anwendung des Freifallapparates weniger als beim Bohren mit der Rutschschere, da beim Anheben des Meißels das Gestänge fast gar keinen Erschütterungen ausgesetzt ist; man kann daher bei Anwendung des Freifallapparates die Hubzahl größer nehmen und mit größerem Hube bohren als bei Benutzung der Rutschschere.

Die Hubhöhe wechselt nach der Beschaffenheit des zu durchbohrenden Gebirges; man nimmt sie bei hartem Gestein geringer, bei weichem größer; sie schwankt zwischen circa 0,15—0,75 m. Die Zahl der Schläge ist circa 10—25 in der Minute; je größer der Hub, desto kleiner wird die Hubzahl. Bei jedem Anhube wird der Bohrer mittels des Bohrkrückels (Hebels) *c*, siehe Fig. 39, Taf. XVII, gedreht (umgesetzt). Der Umsetzungswinkel schwankt zwischen 2 und 36°. Je weniger fest das Gestein ist, mit einem um so größeren Umsetzungswinkel kann man bohren. Das Umsetzen besorgt bei geringen Schachtdimensionen und Tiefen ein Mann; bei großen Schachtdurchmessern und Tiefen können hierzu bis vier Arbeiter erforderlich werden. In der Regel bohrt man circa 3—4 Stunden hintereinander und löffelt



dann, doch kommt es auch wohl vor, daß man 10—12 Stunden hintereinander bohrt.

Bei größeren Ausführungen sind in der zwölfstündigen Bohrarbeit 10) Mann beschäftigt, nämlich: 1 Bohrmeister oder Vorarbeiter, 1 Maschinist, 1 Heizer, 1 Schreiner, 1 Schmied, 4 Mann zur Bedienung der Werkzeuge, 1 Arbeiter zur Aushilfe bei verschiedenen Arbeiten.

Beispiele. 1. Zu Ghlin in Belgien<sup>13)</sup> bohrt man seit 1874 zwei Schächte, über 300 m tief, vorwiegend in der Kreideformation ab. Der Vorschacht erhielt 1,4 m Durchmesser. Das Gewicht des kleinen Bohrers betrug beim Bohren mit der Rutschschere 9000 kg, beim Bohren mit dem Freifallapparate, in 206—293,4 m Tiefe, nur 4000 kg. Der Bohreffekt war im letzteren Falle 2,2mal größer als im ersteren, nämlich 0,78 m gegen 0,31 m in der zwölfstündigen Schicht. Der Hub wurde bei Anwendung der Rutschschere 0,3—0,5 m, bei Benutzung des Freifallapparates 0,7 m groß genommen; die Zahl der Hübe in der Minute betrug in ersterem Falle circa 9, in letzterem circa 14.

2. Zu Marsden in England<sup>14)</sup> wurden in den Jahren 1877—81 zwei Schächte abgebohrt; die dabei erzielten Resultate und sonstigen hier interessirenden Verhältnisse sind im folgenden zusammengestellt worden:

	Schacht I	Schacht II
Durchmesser des Vorbohrschachtes . . . . .	1,49 m	2,0 m
Gewicht des kleinen Meißels . . . . .	7000 kg	7000 kg
Hub . . . . .	0,15—0,45 m	0,15—0,45 m
Umsetzungswinkel . . . . .	2—4°	2—4°
Hubzahl . . . . .	9—18	9—18
Ueberhaupt gebohrt im Dolomit . . . . .	55,31 m	67,837 m
„ „ „ Kohlengebirge . . . . .	22,68 m	24,944 m
Durchschnittlicher Bohreffekt in 12stündiger Schicht im Dolomit . . . . .	0,387 m	0,2666 m
Durchschnittlicher Bohreffekt in 12stündiger Schicht im Kohlengebirge . . . . .	0,527 m	0,411 m
Durchschnittliche reine Bohrzeit pro Schicht . . . . .	8 Std. 18 Min.	8 Std. 44 Min.
Zeitaufgang zum Aufholen, Einlassen und Auswechseln des Meißels pro Schicht . . . . .	1 Std. 16 Min.	1 Std. 11 Min.
Zeitaufgang für das Löffeln pro Schicht . . . . .	1 Std. 1 Min.	52 Min.
Rauminhalt des Löffels . . . . .	3 cbm	3 cbm

In der Regel wurde 3 Stunden gebohrt und dann gelöffelt.

3. Ueber erzielte Bohrfortschritte bringt noch nachstehende Tabelle Angaben:

Bezeichnung der Schächte	Des Vorbohrschachtes		Durchschnittliche tägliche Bohrleistung m	Bezeichnung der vorwiegend durchbohrten Gesteine
	Durchmesser m	Tiefe m		
L'Hôpital I in Lothringen . . . . .	1,37	165	0,42	Sandstein
„ II „ „ . . . . .	1,37	170,8	0,63	Desgl.
St. Vaast in Belgien . . . . .	1,37	135	0,81	Kreidemergel
L'Escarpelle I in Belgien . . . . .	1,37	115	1,32	Kreide
Dahlbusch III in Westfalen . . . . .	1,46	102,5	1,85	Feste Mergel
„ IV „ „ . . . . .	1,46	102	2,3	Desgl.

<sup>13)</sup> Bautier et Mativa. Notice sur quelques faits relatifs aux fonçages des puits à niveau plein. Rev. univ. d. mines. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 103.

<sup>14)</sup> Daglish. On the sinking of two shafts at Marsden. Minutes of proceedings of the institution of civil engineers. 1883. Bd. 71. S. 191.



**§ 17. Das Verrohren.** Trifft man beim Bohren auf rollige Gebirgsschichten, so muß man den Bohrschacht an solchen Stellen sicher verwahren. Man hängt zu diesem Zwecke einen Senkeylinder in denselben ein von circa 3—4 m größerer Höhe, als der Mächtigkeit dieser rolligen Schichten entspricht. Dieser Cylinder wird aus einzelnen Blechtafeln zusammengenietet; die Köpfe der Nieten sind zu versenken.

Zwischen den äußeren Wandungen dieses Cylinders und den Schachtstößen darf nur ein Zwischenraum von 2—3 cm bleiben. Seine Wandstärke richtet sich nach dem Schachtdurchmesser. Ist der Cylinder bis zur Schachtsohle eingehängt, so sucht man mit einem Bohrer das Gebirge etwas zu lockern und mit dem Löffel zu Tage zu bringen. Sinkt der Cylinder nicht, so belastet man ihn mit einer genügenden Anzahl von Cuvelageringen und wird ihn dann immer niederbringen.

**Beispiele.** 1. Den Schacht No. 2 der Grube *Midi de Mons* bei Ghlin<sup>15)</sup> verrohrt man von 291 m Teufe an mittels eines Senkeylinders von 4,36 m lichter Weite und 17 m Höhe. Er war aus zwei ineinander gesteckten und miteinander vernieteten Eisenblechcylindern von je 15 mm Wandstärke hergestellt worden. Jeder dieser Cylinder bestand aus mit alternirenden Fugen zusammengenieteten Blechtafeln. Um den oberen Rand dieses Senkeylinders wurde ein eiserner Ring von 0,015 m Dicke und 0,2 m Höhe gelegt, der untere Rand dagegen mit einem Stahlring von 0,2 m Höhe versehen, der in eine Schneide auslief. Das Gewicht des Senkeylinders betrug 55 600 kg. Er wurde mittels sechs Schrauben und Anker bis zu der oben gedachten Tiefe niedergelassen und die Anker dann vom Cylinder gelöst. Ueber die näheren, für das Einlassen des letzteren zu treffenden Einrichtungen ist § 26 zu vergleichen. Die sechs Ankerschrauben hatten ein Gewicht von 30 000 kg. Um den Senkeylinder bis 304 m Tiefe durch weiche, von Rollkieseln durchzogene Thonschichten niederzubringen, bedurfte es einer schließlichen Belastung von 170 000 kg, zu welcher die gußeisernen Ringe für die spätere Schachtverkleidung benutzt wurden.

2. In den Schacht *St. Barbe* in Belgien<sup>16)</sup> brachte man zur Sicherung gegen eine 8 m mächtige Sandschicht bei 75,65 m Tiefe eine Verrohrung von 4,16 m äußerem Durchmesser ein. Sie war aus 32 Blechtafeln von je 2 m Höhe, 1,8 m Länge und 0,015 m Dicke zusammengesetzt worden, welche durch von außen über die Stoßfugen genietete Blechstreifen verbunden wurden. Diese Röhre wog 12 000 kg. Die Wandstärke dieser Verrohrung war offenbar zu schwach, denn man fand dieselbe später etwas oval gedrückt.

#### b. Das Erweitern.

**§ 18. Der Erweiterungsbohrer;** siehe Fig. 1—3, Taf. XVII. In den Meißelträger *a* sind die einzelnen Schneiden in derselben Weise eingesetzt wie beim kleinen Bohrer. Die Mitte des Meißelträgers erhält indes keine Schneiden, diese Lücke entspricht dem Durchmesser des vorgebohrten Schachtes. Von dem Vorböhrer unterscheidet sich der Erweiterungsbohrer noch dadurch, daß die Enden des Meißelträgers mit je vier Schneiden *c* von der in umstehenden Holzschnitten Fig. 1—5 dargestellten Form armirt sind, während ersterer nur je zwei besitzt. Eine der mit *s* bezeichneten Mittelschneiden zeigen die folgenden Fig. 6—8. Das Gewicht des Erweiterungsbohrers für Schächte von 3—4,5 m schwankt zwischen 15 000 und 20 000 kg.

<sup>15)</sup> Annales des travaux publics de Belgique. 1883. Bd. 40. S. 194 und 424.

<sup>16)</sup> Lévy. Le fonçage des puits de mines. Bull. min. 1868/69. Serie I. Bd. 14. S. 635.



**§ 19. Das Löffeln.** Steht die Sohle des vorgebohrten Schachtes der des Erweiterungsbohrers nur um 10—15 m voran, so erfolgt das Löffeln auf die bereits beschriebene Weise. Sollte sich etwa der Bohrschmand in dem vorgebohrten Schachte so fest zusammengesetzt haben, daß der Löffel nicht in denselben eindringen kann, so rührt man mittels des kleinen Bohrers den Schmand wieder auf und löffelt dann erst.

Ist das kleinere Bohrloch bereits bis zu den Gebirgsschichten niedergebracht worden, in denen später der wasserdichte Abschluß des Schachtausbaues stattfinden soll, so hängt man wohl zur Vereinfachung des Löffelns, wie in Fig. 26, Taf. XVII, angegeben, einen Löffelcylinder in den vorgebohrten Schacht. Um demselben eine sichere Auflage zu geben, stellt man durch eine geringere Erweiterung des Schachtes um circa 20—25 cm eine Brüstung her, auf welche der mit *b* bezeichnete eiserne Ring zu liegen kommt. Ist der Löffel voll, so zieht man denselben mittels des in Fig. 27 abgebildeten Glockenfängers heraus. Die Mutterschraube desselben paßt genau über die Vaterschraube *a* des Löffels; siehe Fig. 28.

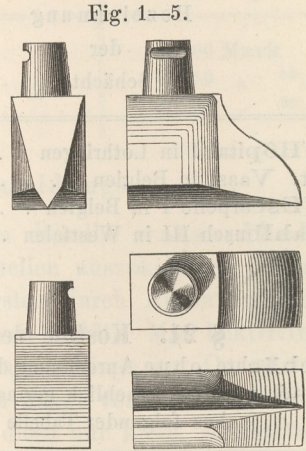


Fig. 1—5.

**§ 20. Die Arbeit mit dem Erweiterungsbohrer** erfolgt in derselben Weise wie mit dem kleinen Bohrer, nur gibt man eine kleinere Hubzahl, 10—20 in der Minute. Als Zwischenstücke werden bei geringen Tiefen die Rutschschere, bei größeren Tiefen der oben beschriebene Kind'sche Freifallapparat oder der in Fig. 6 und 7, Taf. XVI, abgebildete Freifallapparat angewendet, dessen Beschreibung in § 37 erfolgen wird.

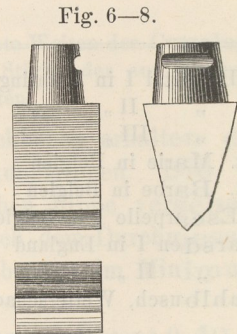


Fig. 6—8.

Beispiele. 1. Die bereits in § 16 erwähnten beiden Schächte bei Ghlin in Belgien wurden von 1,4 m auf 4,4 m erweitert. In einem der beiden Schächte bohrte man mit dem Freifallapparat unter Benutzung eines 15 000 kg. schweren Meißels; die Bohrleistung betrug 0,28 m in der vollständigen Schicht. In dem andern Schachte erzielte man beim Erweitern unter Anwendung der Rutschschere und eines 19 000 kg. schweren Meißels nur einen Bohrfortschritt von 0,17 m pro Schicht.

2. Ueber die Erweiterung der beiden in § 16 erwähnten Bohrschächte bei Marsden in England liegen folgende Resultate vor:

	Schacht I	Schacht II
Durchmesser des erweiterten Schachtes . . . . .	4,3 m	4,5 m
Gewicht des großen Bohrers . . . . .	16 000 kg	16 000 kg
Durchschnittliche Bohrleistung in 12stündiger Schicht im Dolomit . . . . .	0,196 m	0,21 m
Durchschnittliche Bohrleistung in 12stündiger Schicht im Kohlengebirge . . . . .	0,209 m	0,23 m
Durchschnittliche reine Bohrzeit pro Schicht . . . . .	7 Std. 31 Min.	6 Std. 3 Min.
Zeitaufgang zum Aufholen, Einhängen und Auswechseln des Bohrers pro Schicht . . . . .	1 Std. 40 Min.	1 Std. 1 Min.
Zeitaufgang zum Löffeln pro Schicht . . . . .	1 Std. 37 Min.	2 Std. 3 Min.



3. Über die Leistung bei der Erweiterung einiger der in § 16 unter 3 angeführten Schächte gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

Bezeichnung der Schächte	Des erweiterten Schachtes		Durch- schnittliche tägliche Bohrleistung m	Bezeichnung der vorwiegend durch- bohrten Gesteine
	Durch- messer m	Tiefe m		
L'Hôpital I in Lothringen . . . . .	2,5	136,6	0,43	Sandstein
St. Vaast in Belgien . . . . .	4,25	98	0,32	Kreidemergel
L'Escarpelle I in Belgien . . . . .	3,85	104	0,83	Kreide
Dahlbusch III in Westfalen . . . . .	4,3	88,2	0,65	Feste Mergel
„ IV „ „ . . . . .	4,9	75,0	0,6	Desgl.

**§ 21. Kosten des Abbohrens.** Die Kosten des eigentlichen Abbohrens der Schächte, ohne Anrechnung der Ausgaben für die Anschaffung der Bohrgeräte, Maschinen u. s. w., sind meistens erheblich geringer als die Kosten für die wasserdichte Schachtauskleidung.

Aus folgender Tabelle läßt sich eine Vorstellung über diese reinen Bohrkosten gewinnen.

Bezeichnung der Schächte	Durchmesser des cuvelirten Schachtes	Gesamt- Kosten des Abbohrens	Kosten pro Meter des cuvelirten Schachtes
	m	Mark	Mark
L'Hôpital I in Lothringen . . . . .	1,8	74 410	516 <sup>17)</sup>
„ II „ „ . . . . .	3,4	113 327	792 <sup>18)</sup>
„ III „ „ . . . . .	2,5	60 404	384
St. Marie in Belgien . . . . .	1,93	14 864	240
St. Barbe in Belgien . . . . .	3,5	18 830	342
L'Escarpelle I in Belgien . . . . .	3,2	22 174	220
Marsden I in England . . . . .	3,84	74 340	876
„ II „ „ . . . . .	4,17	59 280	681
Dahlbusch, Wetterschacht, in Westfalen . . . . .	1,9	29 997	197

**§ 22. Kosten der maschinellen Einrichtungen.** Eine Uebersicht derselben, soweit sie die Bohrgeräte, die Bohrmaschine, den Dampfhaspel, die Kessel und die Apparate für die Einlassung der Cuvelage und Betonirung betreffen, ist für einige größere Ausführungen im folgenden gegeben. Für kleinere Ausführungen werden sich diese Kosten erheblich reduzieren, besonders in den Fällen, in welchen nicht mit Maschinen gebohrt wird.

Bezeichnung der Schächte	Kosten der maschinellen Einrichtungen
L'Hôpital I in Lothringen . . . . .	29 860 Mark
L'Hôpital II in Lothringen . . . . .	46 295 „
Meurchin I in Nord-Frankreich . . . . .	52 000 „

<sup>17)</sup> Die verhältnismäßig hohen Kosten beim Schacht L'Hôpital I rühren daher, daß dieser der erste gewesen ist, welcher in sehr festem Gebirge abgebohrt wurde, wofür Erfahrungen noch nicht vorlagen.

<sup>18)</sup> Dieser Schacht wurde zuerst von 1,37 auf 2,5 m und dann auf 4,10 m erweitert.



Bezeichnung der Schächte	Kosten der maschinellen Einrichtungen
Dahlbusch II in Westfalen . . . . .	26 000 Mark
Dahlbusch III und IV in Westfalen je . . . . .	83 250 „ 19)
Marsden I und II in England je . . . . .	41 200 „ 20)

### c. Das Einhängen der Schachtauskleidung.

§ 23. Die Schachtauskleidung (Cuvelage). Da dieselbe wasserdicht sein muß, so sucht man mit möglichst wenig Dichtungsstellen auszukommen. Aus diesem Grunde stellt man die Cuvelage am zweckmäßigsten durch Aufbauen von eisernen Cylinder-Ringen her, die aus einem Stück gegossen sind<sup>21)</sup>. Man bekommt auf diese Weise nur so viele horizontale Dichtungsflächen, als Ringe zur Cuvelage verwendet werden. Die Konstruktion der einzelnen Ringe hängt von dem Schachtdurchmesser und dem auszuhaltenden Drucke ab. Sind diese nur klein, so genügt es, den am äußeren Umfange stets glatten Ringen oben und unten eine Flansche zu geben, in welcher sich Löcher zur Aufnahme von Schraubenbolzen befinden; durch letztere werden die Ringe nach eingelegtem Dichtungsmaterial untereinander verbunden.

Die Zahl der je zwei Ringe verbindenden Bolzen beträgt für lichte Weiten der Cuvelage von 1,8 m zwanzig, für Weiten von 3,5—4 m fünfzig bis sechzig. Die Stärke der aus bestem Eisen hergestellten Schraubenbolzen braucht 0,03 m nicht zu überschreiten.

Bei größerem Schachtdurchmesser und erheblichen Druckhöhen erhalten die Ringe an der Innenseite noch eine oder mehrere Verstärkungsrippen. Die in Fig. 30, Taf. XVII, angegebenen Ringe sind mit einer solchen Rippe versehen.

Die Höhe eines Cuvelageringes richtet sich ebenfalls nach dem Durchmesser des Schachtes; sie nimmt mit der Größe desselben ab und beträgt im Minimum 2,5 m; für kleine Schachtdurchmesser geht man bis 2 m.

Den äußeren Durchmesser des Cuvelageringes macht man mindestens 0,40 m kleiner als den Durchmesser des abgebohrten Schachtes. Man kann die Cuvelageringe auch aus einzelnen Segmenten von schmiedeisernem Blech herstellen. Die Segmente werden mittels angenieteter Flanschen durch Schraubenbolzen miteinander verbunden. Man erhält auf diese Weise allerdings sehr viele Dichtungsflächen; da aber Cuvelageringe nicht gut von größerem Durchmesser als 4,5 m gegossen und per Eisenbahn transportiert werden können, so ist man, soll der Schacht einen größeren Durchmesser als 4,5 m erhalten, zur Anwendung solcher aus Schmiedeeisen hergestellter Ringe gezwungen.

Holz für die Cuvelage zu verwenden, wie dies früher wohl geschah, hat sich für größere Druckhöhen des Wassers nicht bewährt<sup>22)</sup>.

19) Ohne die Kosten des großen Meißels.

20) Ohne die Kosten der Kessel.

21) In Deutschland ist es besonders die Firma Haniel u. Lueg in Düsseldorf, welche sich in der Herstellung großer Cuvelageringe Ruf erworben hat.

22) Hölzerne Cuvelage wandten Mulot u. Kind an. Die betreffenden Beschreibungen finden sich bei: Lévy. Description du procédé employé par M. Mulot. Bull. min. 1861/62. Serie I. Bd. 7.



Als Dichtungsmaterial legt man zwischen die Flanschen zweier Ringe 2—3 mm dicke Bleiringe ein, welche etwas breiter sind wie die Flanschen der Cuvelageringe. Nach dem Zusammenschrauben letzterer wird das herausgepreßte Blei von außen in die Dichtungsfugen gestemmt.

Um die Stellen, wo die Schraubenbolzen durch die Flanschen gehen, dicht zu bekommen, läßt man Mutter und Kopf des Bolzens nicht direkt gegen die Flanschen drücken, sondern man legt gegen letztere zunächst breitere Ringe aus bestem Kupferblech von 2 mm Dicke an; darüber kommt noch ein Eisenring von 5 mm Dicke und dann erst die Mutter, beziehentlich der Kopf des Bolzens zu liegen. Für nicht sehr hohen, von der Cuvelage auszuhaltenden Druck genügt es, den Schraubenbolzen unterhalb des Kopfes und der Mutter mit Hanf zu umwickeln, der vorher mit einer Mischung von Mennige und Bleiweiß mit Leinöl getränkt worden ist. Beim Anziehen der Mutter preßt sich dann der Hanf in die etwa vorhandenen Fugen.

Vor dem Einhängen ist jeder einzelne Cuvelagering einer Druckprobe zu unterwerfen<sup>23)</sup>. Ferner muß man sich davon überzeugen, daß die einzelnen Ringe genau aufeinander passen, insbesondere ist zu prüfen, ob die Löcher für die Schraubenbolzen miteinander korrespondiren; eventuell ist nachzubohren. Jenen Löchern ovale Formen zu geben ist verwerflich. Vor dem Einhängen endlich ist jeder Ring noch mit einem Menniganstrich zu versehen.

**§ 24. Wandstärke der Cuvelage.** Dieselbe nimmt von unten nach oben ab. Zur Berechnung der Wandstärken gußeißerner Cuvelageringe dient die von Chaudron gegebene Formel:

$$\delta = 0,02 + \frac{p \cdot R}{500},$$

in welcher  $\delta$  die gesuchte Wandstärke, in Metern ausgedrückt,  $p$  den Druck in kg pro qcm der äußeren Wandfläche,  $R$  den Halbmesser in m und 500 die zulässige Belastung in kg pro qcm bedeuten.

Beispiele über Wandstärken werden in § 27 (S. 327) gegeben werden.

**§ 25. Der Boden der Cuvelage.** Alle Methoden des Einhängens der Cuvelage in den abgebohrten Schacht beruhen darauf, dieselben im Wasser des letzteren schwimmend zu erhalten. Die Cuvelage muß deshalb einen Boden, auch falscher Boden genannt, bekommen. Durch das Schwimmenderhalten der Cuvelage wird man allein Herr über das große Gewicht derselben für tiefe Schächte, das bis 600 000 kg und höher steigen kann. Da eine Cuvelage so viel an Gewicht im Wasser verliert, als sie verdrängt, so wird sie, bis zu einer gewissen Tiefe eingelassen, überhaupt nicht mehr sinken. Um das Einsinken zu ermöglichen, muß man dann Wasser in den Cuvelageschacht treten lassen. Hierfür gibt es zwei Mittel.

Wendet man die von Chaudron erfundene Gleichgewichtsröhre  $g$ , siehe Fig. 30, Taf. XVII, an, so kann man durch Hähne, welche an dieser Röhre angebracht sind, so lange Wasser aus derselben in den schwimmenden Cuvelagecylinder

S. 322. — Ponson. *Traité de l'exploitation des mines de houille*. 1. Aufl. Bd. I. S. 452. — Beer. *Erdbohrkunde*. S. 360. — Haardt. *Beschreibung des nach Kind'scher Bohrmethode niedergebrachten und wasserdicht verzimmerten Schachtes auf der Steinkohlenmutung König Leopold*. Preuß. Zeitschr. 1858. Bd. 6. S. 167.

<sup>23)</sup> Ueber die Vorrichtungen zu dieser Prüfung vergl. H. Lueg. *Ueber Schachtbohrungen*. Oesterr. Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenw. 1876. Bd. 24. S. 198.



treten lassen, bis er zu sinken anfängt. Benutzt man diese Gleichgewichtsröhre nicht, wie es bei dem von Bourg angewandten System der Einbringung der Cuvelage der Fall ist, so hat man einen vollen Boden, wie in Fig. 24, Taf. XVII, angegeben, und muß man dann von oben Wasser in den Cuvelagecylinder gießen oder durch ein Rohr einleiten, wozu man zweckmäßig einen Heber anwendet, dessen einer Schenkel zwischen Cuvelage und Schachtstoß eingeführt wird.

§ 26. Das Senkzeug dient dazu, die Cuvelage in den Schacht zu senken. Es wird auf den abgestrebten horizontalen Balken montirt, welche die Schienenbahn für die in Fig. 39 und 40 mit  $w$  bezeichneten Wagen tragen. Das Senkzeug besteht in der Regel aus sechs 8—10 cm starken Schrauben; für Schächte bis 1,8 m Weite genügen auch deren vier. Jede dieser in Fig. 37 und 38, Taf. XVII, mit  $s$  bezeichneten Schrauben geht durch eine bronzene Mutter, auf deren Nabe ein konisches Zahnrad  $r$  gekeilt ist. In dieses Zahnrad greifen zwei kleinere konische Räder  $c$  ein, deren Axen die Handkurbeln  $k$  tragen. Die Lagerböcke dieser Axen sind durch eine gußeiserne Fundamentplatte miteinander verbunden. Jede Senkschraube steht mit den Senkstangen, welche an der Cuvelage befestigt werden, durch drehbare Bügel, welche eine Mutterschraube tragen, in Verbindung.

§ 27. Das Einsenken der Cuvelage. Methode Chaudron mit Abdichtung durch Moosbüchse. Die Moosbüchse besteht, wie aus Fig. 29 und 30, Taf. XVII, zu ersehen ist, aus einem gußeisernen Ringe  $c$ , dessen obere, mit Löchern versehene Flansche nach innen, dessen untere Flansche aber nach außen steht. Diese letztere geht fast bis an die Schachtstöße; der Zwischenraum beträgt nur 2—4 cm. Ueber diesen Ring  $c$  ist ein anderer  $b$ , die Moosbüchsenbrille, von gleicher Form wie jener, geschoben, nur daß dessen obere Flansche ebenfalls Löcher besitzt. Durch diese gehen lose die in Fig. 30 mit  $a$  bezeichneten Anker, an welche der untere Ring der Moosbüchse gehängt wird.

Zum Einsenken<sup>24)</sup> der Cuvelage müssen nun zunächst die Senkzeuge in der Weise montirt werden, daß die Schrauben in gleichen Längen niederhängen;; alsdann wird der die Schachtöffnung schließende Arbeitsboden entfernt und (durch zwei starke Balken ersetzt, auf welche man zunächst die Moosbüchse stellt. Alsdann wird der Mantel (Brille) der Moosbüchse aufgesetzt; diesem folgt der erste Cuvelagering. Die Dichtung geschieht in beschriebener Weise. Nachdem nun die Anker angebracht sind, welche die Moosbüchse mit dem Mantel verbinden, wird der Boden an die Mittelrippe des Ringes angeschraubt und verdichtet.

Der nächstfolgende Ring trägt die Augen für die Befestigung der Senkstänge  $bb$ ; siehe Fig. 30, Taf. XVII. Diese werden nunmehr mit den Senkschrauben verbunden und die, wie beschrieben, zusammengestellten drei Ringe mittels des Senkzeuges gehoben. Da die Anker der Moosbüchse lose sind, so bleibt diese letztere auf der Bühne stehen. Die beiden Flanschen der Moosbüchse werden nun mit Weidenbrettchen von 2 cm Dicke armirt und zunächst Brettchen von Flansche zu Flansche auf die ebenerwähnten Brettchen festgenagelt; dann wird der Raum zwischen dieser provisorischen Wand und der Büchse mit gut geklopftem Waldmoos so fest wie möglich ausgestopft. Nunmehr entfernt man die Verschalung wieder und die Garnirung der Moosbüchse ist vollendet. Zum Schlusse wird

<sup>24)</sup> B. Schulz. Das Schachtabbahren nach dem System Kind-Chaudron. Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27 B. S. 43.



das Moospolster, um es vor Beschädigungen beim Passiren der Schachtwände zu schützen, mit einem starken Fischernetze umzogen. Hiermit sind die Vorbereitungen zum Niederlassen der Cuvelage beendet; die zusammengestellten Ringe werden mittels der Senkzeuge gelüftet und nach Entfernung der Bühnenbalken bis zum Wasserspiegel niedergelassen.

Nunmehr werden die Senkgestänge auf sechs über die Schachtöffnung gelegten Balken mittels der früher beschriebenen Abfanggabeln abgefangen, die Senkstangen abgeschraubt, ein neuer Ring auf die Bühnhölzer gesetzt, die Senkstangen wieder mit dem Senkzeuge verbunden und der Ring mittels der Kabelmaschine nach Entfernung der Balken niedergelassen, um mit den bereits im Schachte hängenden Cuvelagen verschraubt zu werden. Die Bleidichtung wird hier von außen verstemmt, wie dies bereits früher erwähnt wurde.

Mittlerweile wird das in der Mitte der Cuvelage befindliche Gleichgewichtsrohr verlängert und durch Holzstücke festgespreizt. Die Cuvelagesäule wird nun um die Höhe eines Ringes abgesenkt und dann, wie oben beschrieben, ein neuer Ring u. s. f. aufgesetzt. Alsbald wird die Cuvelage ein geringeres Gewicht haben als die verdrängte Wassersäule und wie ein Schiff im Wasser schwimmen; man öffnet dann einen der in der Gleichgewichtsröhre angebrachten Hähne, um Wasserballast zufließen zu lassen und zwar ein solches Quantum, daß eine jede der sechs Senkstangen auf einen bestimmten, vorher berechneten Zug in Anspruch genommen wird. Der Bohrmeister handelt dabei in der Regel nach dem Gefühl, indem er die Stangen mit der Hand seitlich hin und her bewegt und nach dem Widerstande auf die ungefähre Inanspruchnahme schließt.

Sobald die Flansche der Moosbüchse die Sohle des Schachtes berührt, läßt man das ganze Gewicht der Cuvelagesäule auf das Moospolster niedersinken; unter dieser großen Belastung wird dasselbe auf ganz geringe Höhe zusammengedrückt und bewirkt auf diese Weise einen vollkommen dichten Abschluß.

Man kann annehmen, daß in den bisherigen Ausführungen die Moosbüchse durchschnittlich bis auf  $\frac{1}{10}$ — $\frac{2}{10}$  ihrer ursprünglichen Höhe zusammengedrückt wird und der Druck pro qcm Moos-Ringfläche 30—40 kg beträgt.

Unter normalen Verhältnissen ist es möglich, vier Ringe täglich einzuhängen.

Beispiele für die Cuvelage nach Chaudron'schem System und Kosten finden sich in umstehender Tabelle übersichtlich zusammengestellt.

**§ 28. Methode von Bourg, ohne Gleichgewichtsrohr und ohne Moosbüchse**<sup>25)</sup>. Bourg nietet an den Boden der Cuvelage, wie Fig. 24, Taf. XVII, zeigt, ein Führungsstück *c* an, das aus vier starken, übers Kreuz gestellten, nach unten umgebogenen U-Eisen besteht<sup>26)</sup>. Dieses Führungsstück hat den Zweck, die Cuvelage bei Erreichung der Schachtsohle in genaue lotrechte Stellung zu bringen. Um dies zu erzielen, ist der Schacht unter seiner Sohle noch einige Meter tiefer mit einem Durchmesser abgebohrt worden, der einige Centimeter größer ist als derjenige des Führungsstückes, sodaß letzteres in diesem kleinen Vorschacht Platz hat.

<sup>25)</sup> Bautier u. Mativa; a. a. O. S. 118.

<sup>26)</sup> In Fig. 24 ist irrtümlicher Weise statt dieser vier U-Eisen ein Cylinder gezeichnet worden.



Bezeichnung der Schächte.

	L'Hôpital in Lothringen		St. Barbe in Belgien	L'Escarpelle in Belgien		Marsden in England		Dahlbusch in Westfalen	
	Schacht I	Schacht II		Förder- schacht	Wetter- schacht	Schacht I	Schacht II	Wetter- schacht	Schacht II
Höhe der Cuvelage . . . . .	144 m	143 m	55 m	101 m	102 m	85 m	87 m	99 m	103 m
Lichte Weite der Cuvelage . . . . .	1,8 m	3,4 m	3,5 m	3,2 m	2,2 m	3,84 m	4,17 m	1,9 m	3,65 m
Höhe eines Cuvelageringes . . . . .	2,0 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m	2	1,5 m	1,5 m	2,0 m	1,5 m
Breite der Flanschen . . . . .	0,07 m	0,08 m	?	0,08 m	0,080 m	0,090 m	0,090 m	0,090 m	0,08 m
Dicke der Flanschen . . . . .	0,03 m	0,04 m	?	0,04 m	0,040 m	0,050 m	0,050 m	?	0,04 m
Zahl der Verstärkungsrippen . . . . .	2	2	2	1	1	2	2	?	1
Breite der Verstärkungsrippen . . . . .	0,025 m	0,04 m	?	0,08 m	0,080 m	?	?	?	?
Dicke der Verstärkungsrippen . . . . .	0,04 m	0,04 m	?	0,04 m	0,040 m	?	?	?	?
Anzahl der Cuvelageringe . . . . .	80	94	34	67	51	57	58	48	68
Kleinste Wandstärke der Ringe . . . . .	0,028 m	0,028 m	0,030 m	0,030 m	0,030 m	0,025 m	0,035 m	Mittel	0,030 m
Größte Wandstärke der Ringe . . . . .	0,046 m	0,26 m	0,040 m	0,045 m	0,036 m	0,040 m	0,047 m	0,030 m	0,048 m
Zahl der Wandstärken-Stufen . . . . .	7	9	3	?	3	?	?	?	7
Zunahme der Wandstärke pro Stufe . . . . .	0,003 m	0,004 m	0,005 m	?	0,003 m	?	?	?	0,003 m
Gewicht der ganzen Cuvelage inkl. Schrauben- bolzen und Dichtung . . . . .	258000 kg	635000 kg	200000 kg	355379 kg	230000 kg	406000 kg	457000 kg	192000 kg	462474 kg
Kosten der ganzen Cuvelage . . . . .	63662 M	135376 M		70318 M	?	98960 M	120820 M	55049 M	117248 M
Kosten pro steigendes Meter . . . . .	444 M	946 M	51794 M	696 M	?	1164 M	1388 M	556 M	1138 M
Kosten der Betonirung im ganzen . . . . .	9448 M	12000 M	?	7309 M	?	?	?	8190 M	11313 M
Kosten pro steigendes Meter . . . . .	65 M	82 M	?	72 M	?	?	?	84 M	110 M
Kosten der Herstellung des Fußes der Cu- velage (Picotage) . . . . .	4807 M	8000 M	?	8000 M	?	?	?	5464 M	11313 M



Im übrigen verfährt Bourg beim Einsenken, wie in § 23 beschrieben, nur daß er in Ermangelung der Gleichgewichtssäule Wasser in die Cuvelage gießt oder durch ein Rohr von oben hereinführt. Ferner benutzte er zum Senken nur ganz kurze Ankerstangen, die nicht verlängert werden, da dieselben die Cuvelage in der Weise tragen, daß ihr unteres umgebogenes Ende unter die oberste Flansche des vorletzten Cuvelageringes greift. Der Zwischenraum zwischen der Außenwandung der Cuvelage und den Schachtstößen beträgt bei diesem Verfahren 25 cm.

**§ 29. Methode von Chavatte, ohne Moosbüchse, aber mit Gleichgewichtsrohr**<sup>27)</sup>. Chavatte gibt der Cuvelage den in Fig. 33, Taf. XVII, angegebenen Abdichtungsring (Schuh). Die Flanschen desselben schneiden nach innen bündig mit der Flansche des auf diesen Abdichtungsring gesetzten untersten Cuvelageringes ab. An der Außenseite ist ersterer im oberen Teile cylindrisch, im unteren konisch geformt und zwar aus folgenden Gründen: Der Schacht wird, wie Fig. 34, Taf. XVII, für einen Stoß (linke Seite) zeigt, nicht mit vollem Durchmesser bis zur Sohle abgebohrt, beziehentlich erweitert; es werden vielmehr durch Ausschaltung der äußersten Schneiden des Bohrers zwei Strossen von 4—8 cm Breite und 0,35 m Höhe hergestellt. Beim Einsenken der Cuvelage soll nun der Abdichtungsring diese Strossen wegsprengen, zermalmen und auf diese Weise ein wasserdichtes Anschließen der cylindrischen Teile des Schuhs gegen die Schachtstöße erzielt werden. In Fig. 33 sind die vom Abdichtungsringe weggesprengten Strossen gestrichelt angegeben.

In der That ist es Chavatte gelungen, nach der beschriebenen Methode in einem Schachte einen wasserdichten Abschluß der Cuvelage zu erzielen; zwischen den Außenwandungen letzterer und den Schachtstößen blieb ein 14½ cm weiter Raum für die Betonirung.

**§ 30. Betonirung des Raumes zwischen Cuvelage und Schachtstößen.** Die Betonfüllung zwischen Cuvelage und Gestein hat bei dem Kind-Chaudron'schen Verfahren nicht nur den Zweck, den durch die Moosbüchse erzielten Wasserabschluß zu vervollständigen, sondern sie dient außerdem zum Schutze und zur Verstärkung der Cuvelage. Bei den Verfahren von Bourg und Chavatte ist der Hauptzweck der Betonfüllung indes die Erzielung völliger Wasserdichtigkeit am Abschlußringe der Cuvelage.

Zur Betonirung werden in der Regel besonders konstruirte Löffel benutzt, die, wie aus Fig. 31 und 32, Taf. XVII, zu entnehmen ist, aus zwei nach den Wandungen der Cuvelage gebogenen Blechen bestehen, welche seitlich durch Holzleisten oder starke Flacheisenstäbe geschlossen sind. Der Boden wird durch zwei Klappen verschlossen gehalten, von denen die eine die andere trägt. An erstere ist ein dünnes Seil befestigt, das durch die Greifzange *a b* straff gehalten wird. Letztere hängt an der Platte *z* und diese mittels eines Wirbels am Löffelseile. Wird der mit Beton gefüllte Löffel eingelassen und setzt auf die Schachtsohle auf, so öffnet sich beim weiteren Nachlassen des Seiles die Greifzange *a b*, diese läßt das zur Klappe führende Seil fahren, die Klappe öffnet sich und der Beton kann auslaufen. Letzteres wird durch Anheben des Löffels noch befördert.

Die beschriebene, von Chavatte erfundene Löffelkonstruktion ermöglicht es, mit nur einem Seile zu operiren, während man sonst deren zwei dazu nötig hat. Zum Einlassen und Heraufholen der Löffel dient ein Haspel. Wendet man

<sup>27)</sup> Chavatte. Creusement du puits de Quièvrechain. Bull. min. 1882. Serie II. Bd. 11. S. 781.



den beschriebenen Löffel an, so genügt ein Haspel für zwei Löffel; während der eine eingelassen wird, kommt der andere herauf. Man kann auf diese Weise noch einmal so schnell betoniren, wie mit Löffeln, zu deren Handhabung zwei Seile erforderlich sind. Auch spart man die Hälfte der Bedienungsmannschaften.

Für große Schachtdimensionen benutzt man vier Löffel. Es ist gut, mit dem Löffel den eingebrachten Beton von Zeit zu Zeit einzustampfen.

Zur Einbringung des Betons kann man statt der Löffel auch circa 125 mm weite Gasröhren benutzen, welche oben mit einem Trichterstück versehen werden. Diese Röhren werden hinter der Cuvelage eingesenkt und in dem Maße, wie der Betonmantel höher wird, emporgezogen und abgeschraubt. Was die Leistungen beim Betoniren anlangt, so kann man unter Anwendung von durch zwei Seile und Haspel gehandhabten Löffeln nur 2—4 m täglich betoniren; benutzt man die Chavatte'schen Löffel, so gelingt die Betonirung von 10 m, beim Gebrauch von Röhren sogar von 20 m täglich.

**§ 31. Betonmischungen.** Es gilt als zweckmäßig, den Cementzusatz von der Tiefe nach oben hin abnehmen zu lassen.

Chavatte benutzte folgende Mischungen in Tiefen von

	137—135 m	135—120 m	120—70 m
Portlandcement. . . . .	6 Teile	2 Teile	1 Teil
Romancement . . . . .	— „	1 „	1 „
Traß . . . . .	1 „	1 „	1 „
gepulverten hydraulischen Kalk	1 „	1 „	1 „
zweimal gewaschenen Sand . . .	1 „	1 „	1 „

Kind-Chaudron wenden folgende Mischung an: 3 Teile gepulverten hydraulischen Kalk, 3 Teile Andernacher Traß, 3 Teile Sand, 1 Teil Portlandcement.

Ueber die Höhe der Kosten von Betonirungen gibt die am Schlusse des § 27 befindliche Zusammenstellung Aufschluß. Diese Kosten schwanken zwischen 65 und 110 Mark pro steigendes Meter.

d. Die Fertigstellung des Schachtes.

**§ 32. Das Ausziehen des Wassers.** Nach der Erhärtung des Betons, wozu man ihm 1—2 Monate Zeit lassen sollte, zieht man die Wasser in doppelkonischen Tonnen aus Eisenblech, die am unteren Ende durch ein Tellerventil geschlossen sind. Diese Tonnen werden mittels der Treibmaschine an einem genügend starken Seile gehandhabt. Mit dem Fallen des Wasserspiegels werden, falls man unter Anwendung eines Gleichgewichtsrohres gesenkt hat, die einzelnen Stücke desselben ausgebant. Ist der Boden erreicht, so kann derselbe nur dann ohne weiteres ausgebant und zu Tage gehoben werden, wenn man ein Gleichgewichtsrohr benutzte, weil man dann am Stand des Wassers in letzterem erkennen kann, ob der wasserdichte Abschluß gelungen ist.

Senkt man die Cuvelage nach der Methode von Bourg ein, also ohne Gleichgewichtsrohr, so kann man sich davon, ob unter dem Boden kein unter Druck stehendes Wasser vorhanden ist, nur dadurch überzeugen, daß man eine enge Verbindung zwischen Cuvelageraum und Schachtsohle herstellt. Bourg erreicht diesen Zweck auf folgende Weise<sup>28)</sup>: Eine der Schrauben, welche, siehe Fig. 25,

<sup>28)</sup> Edm. Bautier et H. Mativa. Notices sur quelques faits relatifs aux fonçages de puits à niveau plein. Revue univ. d. mines. 1879. Serie II. Bd. 5. S. 121.



Taf. XVII, den Boden mit dem untersten Cuvelagering verbindet, ist in der in Fig. 25 a angegebenen Weise durchbohrt. Löst man nun die Mutter dieser Schraube, so wird, falls der Wasserabschluß nicht geglückt ist, am Umfange des Schraubenbolzens Wasser dauernd herausspritzen.

**§ 33. Fuß der Cuvelage.** Damit beim Weiterabteufen des Schachtes die Cuvelage nicht etwa abrutsche, muß man ihr einen sicheren Fuß geben. Zu dem Ende teuft man den Schacht ohne Schießarbeit 3—4 m ab, bei unsicherem Gebirge am besten in einzelnen Strossen, wie in Fig. 36, Taf. XVII, angegeben worden ist. Auf die geebnete Schachtsohle legt man dann einen Kranz aus Eichenholz, den man fest gegen die Schachtstöße verkeilt. Auf diesen Kranz kommen, wie aus Fig. 35 und 29 zu erkennen ist, zwei gußeiserne, aus einzelnen Segmenten zusammengeschaubte Kränze zu liegen, die ebenfalls gegen die Schachtstöße verkeilt werden. Der obere dieser beiden Kränze dient als Träger für eine Anzahl von Kränzen, welche die eigentliche Anschlußcuvelage gegen die Moosbüchse, beziehentlich den Abdichtungsring des Cuvelageschachtes bilden. Diese Kränze bestehen aus einzelnen Segmenten, die miteinander verschraubt werden. Auch die horizontalen Flanschen der einzelnen Kränze verbindet man wohl durch Schraubenbolzen.

Bevor der letzte dieser Kränze unter dem Cuvelageschacht eingebracht wird, betonirt man hinter denselben aus. Der oberste Kranz erhält nach hinten einen Ansatz, damit er beim Picotiren des zwischen ihm und der Moosbüche, beziehentlich dem Abdichtungsringe des Cuvelageschachtes eingebrachten Holzkranzes nicht ausweichen kann.

Ueber die bei der Herstellung des Fußes der Cuvelage in einigen Fällen erwachsenen Kosten siehe die § 27 beigefügte Zusammenstellung.

**§ 34. Gesamtkosten und Leistungen.** Ueber dieselben gibt folgende Tabelle Aufschluß. Die Zahlen, welche die Kosten der Schächte angeben, enthalten nur 33% der Ausgaben, welche durch Anschaffung der Bohrgeräte und Maschinen erwachsen sind, da letztere in den meisten Fällen wieder zu 67% ihres Anschaffungspreises verwertet werden konnten.

Bezeichnung des Schachtes	Kosten des Schachtes		Durchmesser d. Schachtes		Tiefe des cuvelirten Schachtes m	Dauer der Schacht- herstellung Monate	Durch- schnittliche Leistung im Monat m	Bezeichnung des durchsunkenen Gebirges
	m ganzen M	pro Meter M	ge- bohrt m	licht m				
L'Hôpital II in Lothringen	321497	2248	4,25	3,4	143	36	4,42	Sandstein
L'Hôpital I „ „	292145	1335	2,5	1,8	144	42	3,97	Desgl
St. Vaast in Belgien . .	167481	2480	4,25	3,65	98	29	3,38	Kreide-Mergel und Sand
Liévin III im Departement Pas-de-Calais . . . . .	158400	1780	4,3	3,65	89	12	7,41	Kreide, Thon
L'Escarpelle I, Departement du Nord, Frankreich	140035	1384	3,2	2,2	101	11	9,9	Sand und Kreide
St. Barbe in Belgien . .	120356	2201	4,25	3,5	55	18	5,03	Mergel, Thon, Sand
St. Marie in Belgien . .	51566	829	2,32	1,82	105	13	8,09	„ „ „
Dahlbusch in Westfalen, Wetterschacht . . . . .	126537	1252	2,52	1,9	99	24	4,2	Mergel
Dahlbusch Schacht III . .	501770	3078	4,3	3,65	88	10,5	9,5	„
Dahlbusch Schacht IV . .			4,3	3,65	75	10,7	7,5	„
Schacht I } der Whithorn	338240	3980	4,3	3,84	85	20	4,2	} Vorwiegend Do- lomit
Schacht II } Kohlengesell- schaft bei Marsden, Engl.	298340	3430	4,5	4,17	87	23	3,7	



## II. Verfahren von Lippmann<sup>29)</sup>.

**§ 35. Allgemeines.** Mit einem Bohrer, welcher beim Kind-Chaudron'schen Verfahren benutzt wird, der also einen aus vielen einzelnen Schneiden hergestellten Meißelbohrer mit gerader Schneide vorstellt, ist es durchaus unvorteilhaft, einen Schacht von mehr als  $2\frac{1}{2}$  m Durchmesser abzubohren. Um die beim Umsetzen wegzusprengenden Gesteinsstrossen an der Peripherie des Schachtes nicht zu groß werden zu lassen, müßte der Umsetzungswinkel so klein genommen werden, daß der Arbeitseffekt ungemein herabgezogen würde. Der kleine Umsetzungswinkel hätte ferner ein Abrutschen des Meißels zur Folge, was von schädlichem Einfluß auf die Form des Schachtes wäre. Endlich würde ein so großer einschneidiger Meißel beim Gebirgswechsel und geneigter Schichtenstellung verschieden tief eindringen, eine schiefe Lage annehmen und der Bohrschacht vom Lote abweichen.

Um mit einem Bohrer Schächte von größerem Durchmesser als  $2\frac{1}{2}$  m abzu- bohren zu können, mußte also ein mehrschneidiger Meißel konstruirt werden, was auch dem französischen Ingenieur M. E. Lippmann gelungen ist. Der größere Durchmesser des abzubohrenden Schachtes bedingte auch eine andere Löffelform. Wird endlich noch darauf hingewiesen, daß das Lippmann'sche Verfahren die Anwendung der Gleichgewichtsröhre umgeht und man bei demselben zur Bewegung des Bohrschwengels eine rotirende Dampfmaschine benutzt, die gleichzeitig den Kabel betreibt, so wären damit die principiellen Unterschiede zwischen diesem Verfahren und demjenigen von Kind-Chaudron erschöpft. Darauf, daß Lippmann beim Bohren eisernes Gestänge und einen besonderen Freifallapparat benutzt, kommt um so weniger etwas an, als die Anwendung des ersteren und letzteren bei dem Kind-Chaudron'schen Verfahren nicht ausgeschlossen ist. Ebenso wenig ist das Fehlen des Gleichgewichtsrohres dem Lippmann'schen Verfahren allein eigentümlich.

**§ 36. Der Bohrer;** siehe Fig. 4 und 5, Taf. XVII. Die Schneiden dieses Bohrers bilden ein doppeltes Y ( $\succ\prec$ ); sie sind in dem Meißelträger  $e$  mittels Doppelkeilen befestigt und ist die mittlere große Schneide  $u$  konvex gekrümmt, während die Schneiden  $s$  eine geradlinig verlaufende Schärfe besitzen. Die Endschneiden  $e$  sind nach dem Radius des Bohrloches gebogen. Durch den Schaft des Bohrers geht die Traverse  $a$ , welche zur Führung beim freien Fall des letzteren dient. Das Gewicht des Bohrers beträgt circa 20 000 kg. Die Kosten desselben einschließlich des noch zu beschreibenden Freifallapparates wurden im Jahre 1874 zu 48 000 M angegeben.

**§ 37. Der Freifallapparat;** siehe Fig. 6 und 7, Taf. XVII. Dieser von Degoussée u. Laurent erfundene Apparat besteht aus zwei Greifhebeln  $d$ , welche in der gezeichneten Stellung den Kopf  $o$  des Bohrschaftes  $p$  festhalten. Dies ist die Stellung beim Aufgange des Bohrers. Wird derselbe so weit gehoben, daß die Klinken  $c$  und  $c'$  gegen die fest im Bohrschacht stehenden Stifte  $ss$  stoßen, so werden sie nach unten gedrückt und lösen die Greifhebel  $d d$  aus, welche nun

<sup>29)</sup> Bautier et Mativa; a. a. O. S. 194. — H. Lueg. Schachtabbohrungen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876. Bd. 20. S. 449. — A. Demmler. Boring shafts etc. in Westfalia. Transactions of the Manchester geological society. 1878.

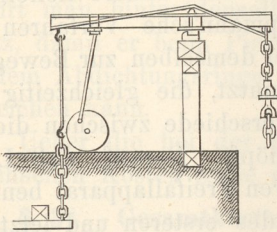


den Kopf *o* des Bohrers fahren lassen müssen, da diesen sein Eigengewicht niederzieht. Beim Nachsenken des Gestänges ziehen die Federn *f* die Klinken *c c'* wieder in die gezeichnete Lage und stützen die Greifhebel, welche ebenfalls durch Federn stets in die angegebene Stellung gedrückt und sich nur öffnen werden, wenn sie beim Niedergange den Kopf *o* des nun auf der Schachtsohle aufruhenden Bohrers wieder fangen.

Um die Anschlagstifte *s* im Bohrloche festzuhalten, wenn sie von den Klinken *c c'* getroffen werden, sind sie in den Schlitz einer Röhre befestigt, welche mit dem Querarm *a* (in Fig. 7 mit *d* bezeichnet) verbunden ist. Von diesem Arme aus gehen zwei Stangen bis auf die Schachtsohle und ruhen dort auf. Beim Umsetzen des Bohrers müssen sie sich mit diesem drehen, wie aus ihrer Montirung an letzterem folgt; sie bleiben aber stets auf der Schachtsohle stehen, folglich befinden sich auch die Auslösungsstifte *s* immer in derselben Höhe über letzterer. Das Gewicht dieses Freifallapparates beträgt circa 3500 kg.

**§ 38. Der Bohrschwengel.** Wie aus nebenstehender Fig. 9 ersichtlich, wird der Schwengel nicht direkt durch die Dampfmaschine, in der Regel 30—40 Pferde stark, bewegt, sondern durch Vermittelung einer Kurbelscheibe und einer um diese gelegten Treibkette, welche über eine von der Maschine mittels Vorgelegten gedrehte Treibscheibe geht. Die hierdurch erzielten ruhigen Schwingungen des Bohrschwengels würden sich für die Benutzung des Kind'schen Freifallapparates beim Bohren nicht als zweckmäßig erweisen, da dieser Apparat nur dann gut funktioniert, wenn beim Hubwechsel ein starker Schlag erfolgt. Man bohrt mit 6—8 Schlägen in der Minute und gibt einen Hnb von 0,4—0,5 m.

Fig. 9.



**§ 39. Der Löffel** besteht aus einem großen dreiteiligen Kasten aus Eisenblech, dessen schmale Wandungen, wie aus Fig. 20 auf Taf. XVII hervorgeht, nach dem Radius des Bohrschachtes gebogen sind. Im Boden des Kastens sind zahlreiche Tellerventile angebracht, deren mit Handgriffen versehene Stangen durch Führungen gehen. Man löffelt mit dem Bohrgestänge. Ist der Löffel zu Tage gehoben, so wird er zum Schlammsumpf gefahren und dort durch Aufziehen der Ventilstangen entleert.

Die Dreiteilung des inneren Raumes des Löffels hat den Zweck, das gänzliche Auslaufen desselben zu verhindern, falls ein Ventil undicht schließen sollte.

Ein Löffel von 4,2 m Durchmesser wiegt leer 5000 kg, mit Bohrschlamm gefüllt 18000 kg.

**§ 40. Das Einlassen der Cuvelage.** Da kein Gleichgewichtsrohr benutzt wird, so ist eine Vorrichtung nötig, welche beim Aufsetzen und Zusammendrücken der Moosbüchse dem unter dem falschen Boden eingeschlossenen Wasser den Ausweg gestattet. Diese Vorrichtung besteht in einem mit Hahnverschluß versehenen kurzen Rohrstützen, der in derselben Weise, wie das Gleichgewichtsrohr, mit dem falschen Boden der Cuvelage verbunden wird. Der Hahn kann von Tage aus mittels zweier Seile geöffnet und geschlossen werden. Die gedachte Vorrichtung wird endlich auch dazu benutzt, um sich von dem Gelingen des Wasserabschlusses zu überzeugen.



Beispiel<sup>30)</sup>. Für den im Jahre 1877 cuvelirten Schacht der Grube Königsborn bei Unna in Westfalen bestand die 182 m hohe Cuvelage aus 123 Ringen von je 1,5 m Höhe. Sie wurde in 36 Schichten zu 14 Stunden durch 24 Mann eingebaut, somit pro Tag durchschnittlich 3,3 Ringe.

Die ganze Cuvelage wog . . . . . 924 000 kg.  
 Davon kommen auf  
 123 Ringe mit falschem Boden . . . 901 100 kg  
 7600 Schrauben . . . . . 10 700 „  
 Dichtungsblei . . . . . 4 200 „

§ 41. Resultate und Kosten. Es liegen nur die folgenden aus Westfalen vor:

	Schacht II der Grube Rheinelbe	Schacht der Grube Königsborn
Totale Kosten . . . . .	405 456 M	405 284 M
Kosten pro Meter . . . . .	5 344 „	2 227 „
Durchmesser des gebohrten Schachtes . .	4,3 m	4,3 m
Tiefe des cuvelirten Schachtes . . . . .	74 „	182 „
Dauer der Fertigstellung . . . . .	13 Monate	?
Durchschnittliche Leistung pro Monat . .	6 m	?
Um ein Meter im Mergel abzubohren, waren erforderlich an totaler Betriebszeit . . .	?	139 Std.

Die Kosten für den 1874/75 abgebohrten Schacht der Grube Rheinelbe verteilen sich folgendermaßen:

	Gehalte, Löhne etc.	Materialien	Summe
Die Bohrhütte . . . . .	—	20865	20865
Bohrapparate und Gerätschaften für die Herstellung der Cuvelage . . . . .	—	139493	139493
Dampfmaschinen und Rohrleitungen . . . . .	—	19160	19160
Bohrkosten . . . . .	45112	17859	62970
Cuvelage . . . . .	5230	99604	104834
Betonirung . . . . .	2063	8495	10558
Gehälter, Reisekosten und Prämie an den Unternehmern . . . . .	47575	—	47575
	99980	305476	405456

Die Kosten der Cuvelage dürften sich bei den jetzigen Eisenpreisen erheblich niedriger gestalten.

## B. Abbohren in rolligem Gebirge.

§ 42. Einleitung. Während man beim Abbohren eines Schachtes in standhaftem Gebirge fast stets des Erfolges sicher sein kann, stellen sich dem Abbohren eines Schachtes in rolligem Gebirge nicht selten unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, sodaß man es aufgeben muß, denselben nach dieser Methode nieder-

<sup>30)</sup> Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879. S. 225.