



DIE ENTWICKELUNG  
DES  
NIEDERRHEINISCH-WESTFÄLISCHEN  
STEINKOHLN-BERGBAUES  
IN DER  
ZWEITEN HÄLFTE DES 19. JAHRHUNDERTS.

Die Entwicklung  
des  
Niederrheinisch - Westfälischen  
Steinkohlen - Bergbaues

in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Herausgegeben vom

Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund  
in Gemeinschaft mit der Westfälischen Berggewerkschaftskasse  
und dem Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikat.

III.

Stollen, Schächte.

Mit 374 Textfiguren und 8 Tafeln.

1903  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-642-98924-7      ISBN 978-3-642-99739-6 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-642-99739-6

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1903

# Inhaltsverzeichnis.

## I. Abschnitt: Stollen.

	Seite
I. Geschichtliches . . . . .	3
II. Geographische Verbreitung der Stollen . . . . .	8
III. Niveauverhältnisse . . . . .	9
IV. Stollenquerschnitt . . . . .	10
V. Stollenausbau . . . . .	11

## II. Abschnitt: Schächte.

### 1. Kapitel: Schächte im allgemeinen.

I. Geschichtliches . . . . .	15
II. Statistisches . . . . .	17
III. Die Schachtscheibe	
1. Schächte mit viereckigem Querschnitt . . . . .	21
2. Schächte mit kreisrundem Querschnitt . . . . .	25
IV. Der Schachtausbau	
1. Hölzerner Ausbau . . . . .	30
2. Mauerung	
a) Die Form der Mauerung . . . . .	32
b) Die Steine . . . . .	33
c) Der Mörtel . . . . .	35
d) Die Herstellung der Mauerung . . . . .	36
3. Gusseiserne Cuvelage	
a) Englische Tubblings . . . . .	51
b) Deutsche Tubblings . . . . .	56
c) Ganze Schachtringe . . . . .	65
4. Schmiedeeiserner Ausbau . . . . .	66

<b>V. Die Einstriche, Fahrten und Fahrbühnen</b>	Seite
1. Die Einstriche	
a) Hölzerne Einstriche . . . . .	71
b) Eiserne Einstriche . . . . .	77
2. Die Fahrten und Fahrbühnen . . . . .	81
 <b>2. Kapitel : Herstellung der Schächte.</b> 	
<b>I. Allgemeines . . . . .</b>	<b>81</b>
<b>II. Das Schachtabteufen von Hand</b>	
1. Abteufen ohne Benutzung von Aufbrüchen	
a) Einrichtungen für das Abteufen . . . . .	84
b) Abteufarbeit . . . . .	86
c) Förderung (Fördergerüst, Förderkübel, Führungsschlitten, Führungsseile, Gestellwagen, Abteuffördermaschine) . . . . .	93
d) Wasserhaltung (Wasserförderung durch Kübel, Pulsometer, Duplexpumpen, Strahlapparate, Hebepumpen, Druckpumpen, Tomsonsche Wasserziehvorrichtung, Abführung der Wasser durch Bohrlöcher) . . . . .	107
e) Wetterführung . . . . .	140
f) Beleuchtung . . . . .	141
g) Führung . . . . .	143
h) Leistungen . . . . .	146
i) Kosten . . . . .	148
2. Abteufen unter Benutzung von Aufbrüchen . . . . .	154
3. Weiterabteufen in Betrieb befindlicher Schächte ohne Benutzung von Aufbrüchen . . . . .	158
4. Weiterabteufen in Betrieb befindlicher Schächte unter Anwendung von Aufbrüchen . . . . .	168
<b>III. Das Schachtbohrverfahren in festem Gebirge</b>	
1. Verfahren von Heyn . . . . .	170
2. Verfahren von Kindermann . . . . .	172
3. Verfahren von Honigmann und Rossenbeck . . . . .	177
4. Verfahren von Kind . . . . .	179
5. Verfahren von Kind-Chaudron	
a) Allgemeines . . . . .	182
b) Einrichtungen und Apparate: Bohrgerüst; Bohrbühne; Bohr- vorrichtung; Bohrer; Gestänge; Gestängewagen; Rutschschere und Freifallapparat; Kabelmaschine; Löffelmaschine; Schlamm- löffel; Bohr- und Löffelwagen; Betonlöffel; Senkwinden; Senk-	

	Seite
gestänge; Fanggeräte; Sonstige Einrichtungen; Kosten der Einrichtungen und Apparate . . . . .	184
c) Cuvelage . . . . .	216
d) Bohrarbeit . . . . .	229
e) Einlassen der Cuvelage . . . . .	237
f) Betonieren . . . . .	243
g) Freilegen der Schachtsohle . . . . .	248
h) Weiterabteufen des Schachtes und Herstellung der Anschluss- cuvelage . . . . .	249
i) Leistungen . . . . .	252
k) Kosten . . . . .	253
l) Die einzelnen Bohrungen (Dahlbusch, Wetterschacht; Dahl- busch II; Dahlbusch III; Dahlbusch IV; Gneisenau I; Gneisenau II; Preussen I, Schacht I; Westhausen II; Victor II; Adolf von Hansemann III; Preussen II, Schacht I; Preussen II, Schacht II; Scharnhorst I) . . . . .	263
<b>6. Verfahren von Lippmann</b>	
a) Einrichtungen und Apparate: Bohrerüst, Bohrer, Freifallapparat, Schlammlöffel . . . . .	290
b) Cuvelage . . . . .	294
c) Herstellung der Bohrschächte . . . . .	294
d) Die einzelnen Bohrungen . . . . .	297

**IV. Das Senkschachtverfahren**

1. Allgemeines . . . . .	299
2. Einrichtungen über Tage . . . . .	300
3. Der Vorschacht . . . . .	310
4. Die Senkkörper . . . . .	310
a) Senkmauern (Senkschuh, Mauerung, Verankerung, Mauermantel, Einbau der Senkmauern) . . . . .	311
b) Gusseiserne Senkcylinder (Senkschuh, Cuvelage, Einbau der Senkcylinder) . . . . .	326
c) Senkcylinder aus Gusseisen und Mauerung . . . . .	351
d) Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech . . . . .	353
e) Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech und Gusseisen . . . . .	356
5. Das Niederbringen der Senkkörper . . . . .	357
a) Die Arbeit auf der Sohle . . . . .	358
α) Senkarbeit unter Hebung der Wasserzuflüsse (Abteufarbeit, Förderung, Wasserhaltung, Fahrung) . . . . .	359
β) Senkarbeit unter Zurückdrängung der Wasserzuflüsse mittels Pressluft (Rheinpreussen I, Sterkrade, Reckling- hausen I/II) . . . . .	365

	Seite
b) Die Arbeit im toten Wasser . . . . .	372
α) Kleiner Sackbohrer . . . . .	372
β) Grosser Sackbohrer . . . . .	373
γ) Rührbohrer . . . . .	385
δ) Greifbagger . . . . .	394
ε) Becherwerk . . . . .	403
ζ) Stossbohrer und sonstige Werkzeuge (Stossbohrverfahren von Pattberg) . . . . .	406
6. Mittel zur Beförderung des Einsinkens der Senkkörper	
a) Gewichte . . . . .	422
b) Pressen . . . . .	423
α) Einrichtungen für das Pressen . . . . .	424
β) Niederpressen des ersten Senkcyinders . . . . .	430
γ) Niederpressen der folgenden Senkcyinder . . . . .	431
c) Sonstige Mittel . . . . .	439
7. Anschluss an das feste Gebirge	
a) Bei geringer Teufe . . . . .	441
b) Bei grösserer Teufe . . . . .	442
8. Nebenarbeiten	
a) Geraderichten aus dem Lote geratener Senkkörper . . . . .	443
b) Ausbesserung von Beschädigungen der Senkkörper . . . . .	446
c) Aufräumungsarbeiten unter Wasser . . . . .	450
9. Leistungen . . . . .	454
10. Kosten . . . . .	457
11. Die wichtigeren Senkarbeiten (Java, Medio-Rhein, Ruhr und Rhein, Jacobine, Rheinpreussen I, Rheinpreussen II, Deutscher Kaiser I, Deutscher Kaiser II, Westende II, Deutscher Kaiser III, Rheinpreussen III, Neumühl I, Hugo bei Holten alter Schacht, Neu- mühl II, Sterkrade, Osterfeld II, Deutscher Kaiser IV, Hugo bei Holten neuer Schacht, Concordia IV, Auguste Victoria I und II, Trier I und II, Rheinpreussen IV, Rheinpreussen V, Deutscher Kaiser V, Sterkrade II) . . . . .	466
<b>V. Die Abtreibearbeit</b>	
1) Als selbständiges Abteufverfahren . . . . .	504
a) Abtreibearbeit im allgemeinen . . . . .	505
b) Einzelne besondere Arbeiten (Wetterschacht der Zeche ver. Sellerbeck, Ruhr und Rhein, Rheinpreussen I) . . . . .	505
2. Abtreibearbeit in Verbindung mit der Senkarbeit . . . . .	513

<b>VI. Das Gefrierverfahren</b>	Seite
1. Allgemeines . . . . .	513
2. Einrichtungen und Apparate	
a) Kältemaschinen . . . . .	515
b) Vorkühler und Kondensatoren . . . . .	517
c) Verdampfer . . . . .	518
d) Gefrierrohre nebst Zubehör . . . . .	521
e) Sonstige Einrichtungen . . . . .	522
3. Herstellung der Bohrlöcher . . . . .	525
4. Gefrieren . . . . .	527
5. Abteufen . . . . .	530
6. Leistungen . . . . .	533
7. Kosten . . . . .	533
8. Die einzelnen Gefrierschächte (Auguste Victoria I und II, Prosper I, Wetterschacht) . . . . .	535
9. Vergleich mit anderen Verfahren . . . . .	536

### 3. Kapitel: Schachtreparaturen.

<b>I. Laufende Unterhaltung</b> . . . . .	538
<b>II. Aenderungen des Ausbaues</b>	
1. Nachträgliche Ausmauerung . . . . .	541
a) Zollverein I und II . . . . .	541
b) Centrum I. . . . .	541
c) Carolus Magnus, Wetterschacht . . . . .	542
d) Graf Beust II . . . . .	542
e) Graf Beust I. . . . .	543
2. Ersatz hölzerner Geviere durch schmiedeeiserne	
a) Ver. Wiesche I . . . . .	543
b) Hagenbeck I. . . . .	544
c) Centrum II . . . . .	545
<b>III. Reparaturen an gusseiserner Cuvelage</b>	
1. Gewöhnliche Cuvelage . . . . .	545
a) Hannover II . . . . .	545
b) Hansa I . . . . .	546
c) Hansa II . . . . .	547
d) Kölner Bergwerksverein, Wetterschacht der Schachtanlage Anna . . . . .	548
2. Kind-Chaudron-Cuvelage	
a) Gneisenau I . . . . .	550
b) Adolf von Hansemann III . . . . .	554

<b>IV. Aufwältigungsarbeiten</b>	Seite
1. In Betrieb befindliche Schächte . . . . .	557
a) Tremonia I . . . . .	557
b) Steingatt, Schacht Laura . . . . .	558
c) Borussia II . . . . .	559
d) Victoria Mathias, Schacht Gustav . . . . .	559
e) Ver. Bonifacius II . . . . .	563
2. Im Abteufen begriffene Schächte	
a) Adolf von Hansemann III . . . . .	564
b) Zollern II . . . . .	566
c) König Wilhelm, Schacht III . . . . .	566
3. Verlassene Schächte	
Ver. Bickefeld Tiefbau, Kunstschacht bei Hörde . . . . .	567

## Verzeichnis der Tafeln.

	zu Abschnitt
Tafel	I. Verlagerung eiserner Einstriche bei Cuvelageausbau . . . . . II
	II. Provisorisches Fördergerüst nebst einfach und direkt wirkender Wasserhaltung für das Abteufen des Schachtes Bertha der Zeche Helene und Amalie . . . . . II
	III. Tomsonsche Wasserziehvorrichtung für den Schacht I der Zeche Werne . . . . . II
	IV. Becherwerk zur Förderung bei der Senkarbeit auf der Sohle für Wilhelmine Victoria III . . . . . II
	V. Senkarbeit unter Zurückdrängung der Wasserzufüsse mittels Pressluft auf Recklinghausen I/II . . . . . II
	VI. Gefrieranlage auf Auguste Victoria . . . . . II
	VII. Gefrieranlage auf Prosper I . . . . . II
	VIII. Aufwältigungsarbeiten auf Steingatt, Schacht Laura . . . . . II

**Benutzte Litteratur.**

- Ponson, Traité de l'exploitation des mines de houille. Liège et Paris 1852—1854.
- Berggeist.
- Karstens Archiv für Mineralogie, Geognosie, Bergbau und Hüttenkunde.
- Bulletin de la société de l'industrie minérale.
- Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen i. Pr. St.
- Berg- und Hüttenmännische Zeitung.
- Glückauf.
- Mulvany, On shaft sinking in the Westphalien district. (In Davey. On mining machinery. London 1882.)
- Reuss, Mitteilungen aus der Geschichte des Königl. Oberbergamtes zu Dortmund und des niederrheinisch-westfälischen Bergbaus.
- Karstens Archiv für Bergbau und Hüttenkunde.
- Annales des mines de Belgique.
- Annales des mines de France.
- Annales des travaux publics de Belgique.
- Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.
- Chaudron, Le système Kind et Chaudron. Brüssel 1878.
- Transactions of the geological society 1878.
- Revue universelle des mines et de la métallurgie.
- Chaudron, Le système Kind et Chaudron pour le fonçage des puits. Brüssel 1889.
- Bergbau.
- Tomson, Notice sur les charbonnages Gneisenau et Preussen. Dortmund 1893.
- Tecklenburg, Handbuch für Tiefbohrkunde.
- Rierner, Das Schachtabteufen in neuerer Zeit. Düsseldorf 1896.
- Rierner, Das Schachtabteufen zur Zeit der Düsseldorfer Ausstellung 1902.
- Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron.
- Engineering.
-

# Stollen.

Von Bergassessor Schulz-Briesen.

## I. Geschichtliches.

Eine Geschichte des Stollenbaues im Ruhrkohlenbecken schreiben, hiessé eine Geschichte des hiesigen Bergbaues schreiben; denn der Stollenbau ist die erste Form eines rationellen Bergbaubetriebes im Ruhrbezirk gewesen. Das primitivste Stadium, die Gewinnung des Ausgehenden mittelst »Pützen« durch den Eigentümer des Grund und Bodens, auf welchem ein Flötz zu Tage ausging, dürfte im 14. und 15. Jahrhundert die einzige Form des Bergbaues gewesen sein. Die Notwendigkeit, bei einer gewissen Teufe und Ausdehnung der Baue den zusitzenden Wassern einen Abfluss zu verschaffen, führte im 16. Jahrhundert zur Anlegung von »Ackeldruften«, niedrigen, dürftig verbauten Stollen, welche meist im Streichen des Flötzes an einem Thaleinschnitt zu Tage ausgingen.

Im Folgenden sollen einige Angaben über die Entwicklung des Stollenbaues in den einzelnen Bergwerksdistrikten gemacht werden.

### Stift Essen.

Die erste Nachricht von einem ordentlich geführten Stollenbau giebt die »Ordnung, Verkörnung und Contract« der Societät der Köhlers auf der Goiss vom 15. April 1575. Es ist dies die spätere Zeche Hagenbeck bei Essen. Alle im Jahre 1750 zu dieser Zeche gehörigen Flötze waren durch den bei Herbrügge angelegten »Hostenkämper Stollen« gelöst. 1775 ward ein tieferer Stollen, »die neue Hagenbecker Adit«, angesetzt.

Auch die benachbarte Zeche Sälzer und Neuack wird schon früh erwähnt, nämlich 1623, in welchem Jahre die Aebtissin zu Essen das Treiben eines »Aquadukts« »an der Barmühlen oder selbig Mühlenbeck« gestattete. Seit 1767 wird die Sälzer oder Devens Aack betrieben, die im Jahre 1797 durch die »Neue Aack« abgelöst wurde. 1804 vereinigten sich die durch beide Stollen gelösten Zechen zur Zeche »ver. Sälzer und Neuack«. Im Jahre 1802 bei der Besitznahme des Stiftes Essen durch Preussen wird als tiefster Stollen der Stollen von Schölerpad, der bei Borbeck angesetzt war, genannt.

## Stadt Essen.

Im Jahre 1765 legt Zeche Herkules einen Stollen bei Hugenburgs Mühle an.

## Rellinghausen und Stift Werden.

Im Jahre 1764 wird der Stollen der Zeche Kunstwerk angehauen.

1751 erfolgte Konzession für den Stollen von Maassbeck und Richradt.

1796 gab es 10 tiefste, in der Höhe des Ruhrspiegels angesetzte Stollen.

In dem ganzen Gebiete gab die Schiffbarmachung der Ruhr Ende der 70er Jahre des 18. Jahrhunderts den Anstoss zu zahlreichen Stollen, die aber nicht in gutem Zustande erhalten wurden.

In dem Bericht des Kriegs- und Domänenrats Liebrecht vom Jahre 1802 nach der Besitzergreifung durch Preussen heisst es: »Im ganzen Essendischen ist kein einziger offener Stollen, sondern nur einige wenige wieder zugedeckte und mehrenteils verstopfte Ackeldruffte oder Wasserabzüge, und von den vielen Flötzen sind nur noch 2 vorhanden, auf welchen noch etwa 3—4 Jahre Kohlen über der Stollensohle anstehen, die übrigen werden sämtlich geunterwerkt. Man findet auf jeder Zeche 12, 18 bis 24 Pumper, welches aber um so mehr schadet, als hier so ausserordentlich fette Kohle vorhanden.« Liebrecht schlug vor, einen tiefen Stollen von der Emscher her zur Lösung der Essenschen Gruben heranzubringen. Es wurde in den nächsten Jahren die gegenseitige Höhe der Stollen durch Nivellement ermittelt und die Frage erwogen, ob von den tieferen Ruhrpunkten her durch Stollen eine Lösung der Gruben dieses wie auch des Märkischen Bezirks bewirkt werden könne. Trotzdem sah man sich mit Beginn des vorigen Jahrhunderts fast allgemein genötigt, zu wirklichen Tiefbauanlagen überzugehen.

## Herzogtum Berg.

Im Jahre 1750 wurde für das Bergwerk »Das ver. Feld« bei Kettwig ein tiefer Stollen angelegt, der 1764 eine Länge von 85 Lchtr. hatte.

## Herrschaft Broich.

Im Mülheimschen wurden um 1730 die über den grossen von der Ruhr her eingebrachten Stollen der Zechen Wiesche, Kinderberg, Sellerbeck, Leybank anstehenden Kohlen schon im wesentlichen abgebaut und es wurde bis zu erheblicher flacher Teufe »geunterwerkt«. Im Jahre 1817 war der Betrieb auf den zehn Gruben im Mülheimschen, unter denen nur Wiesche, Rosendelle und Caroline von Bedeutung waren, nach Angabe der Beamten des Essen-Werdenschen Bergamtes sehr schlecht. Ein Grubenbild existierte nur auf Rosendelle. Die Stollen, welche überhaupt nur aus

zugedeckten Wasserrinnen bestanden und oft auf Gesenken lagen, waren sämtlich verbrochen und liessen nur in seltenen Fällen noch die Wasser durch, sodass manche Grube dadurch zum Ersaufen gekommen war. Im Jahre 1862 wurde der 1857 ins Freie gefallene Wiescher Erbstollen wieder aufgenommen und zwar wesentlich zur Lösung des 1861 konsolidierten »Broicher Eisensteinbergwerks«.

#### Grafschaft Dortmund.

Im Osten des Kohlenreviers werden im Gebiet der Grafschaft Dortmund zuerst im Jahre 1724 »Acken« erwähnt. Der natürliche Ansatzpunkt für diese Gegend war das Emscherthal bei Hörde. Im Jahre 1803 waren die meisten durch Stollen von der Emscher gelösten Gruben schon längst abgebaut, nur die Zechen Sonnenblick und Brautkammer in Betrieb. Grössere Stollenteufen waren nicht mehr einzubringen, daher wurde die Anlage eines gemeinsamen Wasserhaltungsschachtes geplant. Die Ausführung dieses Projekts scheiterte aber am Widerstand der Gruben. Erst 1815 wurden die Zechen Sonnenblick, Brautkammer, Ambusch und (später) Sümpfgen als Zeche »Friedrich Wilhelm« konsolidiert und es wurde eine Dampfmaschine aufgestellt.

#### Grafschaft Mark.

Am frühesten ward ein regelrechter Bergbau in der Grafschaft Mark geführt und zwar infolge der Errichtung des Märkischen Bergamts zu Bochum und der Einführung der Cleve-Märkischen Bergordnung im Jahre 1737 durch Friedrich den Grossen.

Nach den Berichten des Kriegs- und Domänenrats Richter über die im Jahre 1734 stattgefundene Revision der Märkischen Steinkohlenbergwerke waren »die Schächte, Strecken und Stollen oder Ackeldrüften nicht erfordertermassen verzimmert, die Schächte nicht nach einem proportionierlichen Viereck abgeteuft, sondern in einer Circul-Runde gleich einem Brunnen gegraben und ringsum mit Reiss-Holz ausgeflochten.«\*)

In den Strecken und Stollen bestand die Zimmerung auch zum Teil aus Reissholz; statt der Stempel wurden starke Stangen zwischen das Hangende und Liegende getrieben. Da diese die Last des Gebirges nicht tragen konnten und Bergvesten selten stehen gelassen wurden, so war baldiges Zubruchegehen natürlich. Die Stollen oder Ackeldrüften waren »wenig frequent«, zu niedrig und nur auf den Kohlen-Bänken fortgeführt. Bei den leicht eintretenden Brüchen mussten die Werke versaufen. Der Bergmeister Decker aus Wettin sagt in seinem Bericht an das Berliner

---

\*) S. Achenbach, Cleve-Märkische Bergordnung, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw., 1869, S. 192.

Direktorium über den Bergbau in der Mark vom Jahre 1735: »Findet sich zuweilen eine Gewerkschaft, so einen Stollen treibt und an die Bank bringt, so hat er wenig Teuffe, kann auch nicht befahren und repariret werden, besteht in einem 6 Zoll hohen und 5 Zoll weiten Gerinne, und weil der Raubbau auf denen Kohlen-Bänken eingeführet, und nicht lange dauert, so bedienen sie sich auch keiner durabelen Stollen.«

Von dem Inkrafttreten der neuen Bergordnung an datiert ein unter Aufsicht der Bergbehörde geführter rationeller Stollenbetrieb. Die Anforderungen an die Eigenschaften eines Erbstollens, wie sie in den Kapiteln XIII bis XXVI der revidierten Bergordnung vom 29. April 1866 niedergelegt sind, geben einen Begriff von der Beschaffenheit der im 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufgefahrenen wichtigeren Stollen und mögen daher auszugsweise wiedergegeben werden.

Das Wesen und die Bedeutung der Stollen in der damaligen Zeit kann nicht besser charakterisiert werden, als durch den § 1 des Caput XIII: »Von Erbstollen, ihrer Gerechtigkeit und Erb-Teuffe«, welches lautet:

»Die Stollen sind die Schlüssel zu den Gebürgen, und darinnen befindlichen Bergwerken, vermittelt welcher dieselben aufgeschlossen und die in der Erde verborgene Gänge, Klüfte, Flötze und Bänke, und deren mit sich führende Schätze entdeckt, die mangelnde Wetter ein und die der Arbeit hinderliche Wasser ab und zu Tage ausgeführt werden und dahero dieselbe auch bei allen Bergwerken zum beständigen Fortbau, mit besonderen Gerechtigkeiten, wenn sie die Erb-Teuffe erlangt haben, versehen sein.« Nach § II »soll eines Erb-Stollens seine Erb-Teuffe, vom Rasen und nicht von der Hängebank nieder, Zehen Lachter, und eine Spanne sein.« »Es soll ein jeder Erbstollen (Caput XIV) etwas über 21 m mit seiner Wasser-Seige so getrieben werden, dass er in hundert Lachter Länge nicht über ein Viertel Lachter anlaufe, und Rösche kriege, aber keinem gestattet werden, darinnen Gesprenge zu machen . . . .« Letzteres ist nur ausnahmsweise zur Lösung von Zechen, die des Stollens nötig bedürfen, und nur mit behördlicher Genehmigung gestattet.

»Sobald ein Stöllner (Caput XV) mit seiner Wasser-Seige unterkrochen, dieselbe ausgezimmert und Treck-Bretter darüber geschlagen, folglich sich gelagert hat, dem soll ohne Zulassung keineswegs gestattet werden, seine Wasser-Seige, weder inner- noch ausserhalb des Mundloches zu lenken, oder tiefer zu holen . . . . ., auf dass die Stollen, welche darüber oder darunter angefangen, an ihrer Erb-Teuffe und Gerechtigkeit, wider die Billigkeit, nicht zu kurz kommen.«

„Ein jeder Stöllner (Caput XVI) soll seinen Stollen mit dem Mundloch und sonst allenthalben bis auf die Haupt-Oerter offen und die Gerinne und Wasser-Seige also halten, dass man der Nothdurft nach, bis

vor Ort fahren, und die Wasser weg und zum Mundloch herausgehen können. . . .«

»Ein jeder Stollen (Caput XVII) welcher Sieben-Lachter-Seiger gerade Teuffe unter den anderen einbringet, Wasser benimmt, und Wetter bringet, der soll den anderen enterben und das Neunte erlangen.«

Ferner schreibt ein Ministerialerlass an das Märkische Bergamt vom 24. März 1783 u. a. vor, es solle »ratione der Stollen« nicht gestatten, »dass selbige unnöthiger Weise eingesetzt und also dem tiefen Erb-Stollen, Schaden zugefügt werde.« Ferner muss das Bergamt darauf sehen und halten, dass die Stollen nicht verkürzt, die Haupt-Erb-Stollen aber »ununterbrochen und dauerhaft fortgeführt, auch nöthigenfalls in Maurung gesetzt, wenigstens solche an den druckhaftesten Stellen angebracht werde.«

Aus sonstigen bergbehördlichen Vorschriften über die Anlage von Stollen ist hervorzuheben, dass sie mindestens  $\frac{1}{4}$  Lacht r über dem höchsten Stand der Ströme angesetzt und durchaus söhlig betrieben werden, 4 Fuss weit und 7 Fuss hoch, wenn sie zur Förderung bestimmt waren, sogar 5 Fuss breit und 7 bis 8 Fuss hoch sein mussten. An Stelle der früheren Stollen-Zimmerung wurde um 1790 fast überall die Herstellung einer besonderen Stollen-Mauerung vorgeschrieben und durchgeführt. Die Stollen-Mundlöcher mussten dauernd offen erhalten, die Stollen regelmäßig gereinigt werden u. s. w. Diese im Vergleich zu den früheren, oben geschilderten Zuständen weitgehenden Anforderungen bildeten die Grundlage eines rationellen Betriebes. Als sodann in den 70er Jahren des 18. Jahrhunderts durch die Schiffbarmachung der Ruhr der Bergbau an ihren Ufern neue Lebenskraft erhielt, begann allenthalben eine rege Inangriffnahme von neuen, meist im Ruhrthal angesetzten Stollen.

Schon anfangs der 80er Jahre waren fast alle passenden Punkte mit tiefen Stollen belegt, von denen hervorzuheben sind: Der tiefe Trapper, der Stock- und Scherenberger, der Scheller, der Generaler, der Windmühler, der St. Mathias Stollen, ferner, aus dem Emscherthal bei Hörde angesetzt, der Felicitas, Glückauf und Louise Stollen. Noch bis in die dreissiger Jahre des neunzehnten Jahrhunderts behielt der Stollenbau seine Bedeutung.

Kurz vor oder während der 20er Jahre traten zu den angegebenen Stollen noch hinzu: Der Herzkämper, der St. Johannes Erbstollen, der Rombergs-Stollen, der Hasenwinkel-Himmelskroner, der Horster, Himmelsfürsten, Generaler und Erbstollen u. a. m.; ferner im Essen-Werdenschen der Glückauf-Erbstollen der Zeche Steingatt und der Gerhardt-Stollen der Zeche Pörtingsiepen. Gegen Mitte des Jahrhunderts sinkt die Bedeutung der Stollen rasch und zwar einerseits infolge des Verhiebtes über der Stollen - Sohle bei der Unmöglichkeit des Anlegens tieferer

Stollen, andererseits infolge der Ausdehnung des Bergbaues auf den nördlicheren Teil des Bezirks und der verminderten Bedeutung des Kohlentranportes zu Wasser durch den Bau von Eisenbahnen. Im Jahre 1850 waren an richtigen tiefen Stollen nur noch der Eintrachter, Horster, Hasenwinkel-Himmelskroner, St. Mathias, Egmont, General-Erbstollen, sowie der 1842 als Fortsetzung des Trapper oder Schlebuscher Erbstollens begonnene Dreckbänker Erbstollen in Betrieb. Im Bergamtsbezirk Essen büssten die Stollen noch früher ihre Bedeutung ein; im Jahre 1854 waren hier nur noch der Pauliner und der Schwarze Adler-Erbstollen und im Jahre 1856 nur der Himmelskroner Erbstollen zur Lösung der Zeche Treue-Freundschaft in Betrieb. Im Jahre 1859 wird ein ganz im Kreidegebirge aufgefahrener Stollen der Zeche Carlsglück erwähnt. Der Erbstollen Bergmann wurde 1862 gestundet, im Jahre 1863 der Edeltrauter und der St. Johannes Erbstollen weiter aufgefahren, 1864 der Friderica Erbstollen gestundet, 1865 der Laurentius Erbstollen, der Edeltrauter Erbstollen und der Broicher Erbstollen erlängt. Ausser diesen Stollen wurde der oben erwähnte Dreckbänker Erbstollen fast ununterbrochen bis in die siebziger Jahre fortgeführt; dieser längste und wichtigste, auch heute noch benutzte Stollen des Ruhrbezirks wird weiter unten noch näher besprochen werden. Erst in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde infolge der erhöhten Absatzbarkeit der mageren Kohle dem Stollenbetrieb im engeren Ruhrgebiete ein neuer Anstoss gegeben und infolgedessen die Aufwältigung einiger alten und die Auffahrung neuer Förderstollen in Angriff genommen, deren Aufzählung im einzelnen später erfolgen soll.

## II. Geographische Verbreitung der Stollen.

Wie es in der natürlichen Terrainbeschaffenheit begründet ist, weist das Ruhrthal bei weitem die meisten Ansatzpunkte für wichtige Stollen auf. Vom Broicher Erbstollen bei Mülheim im unteren bis zum Trapper Erbstollen bei Oberwengern im oberen Ruhrthal findet sich kaum ein grösseres Stück des Stromlaufes, dessen Gehänge nicht Gelegenheit zur Anlage mehr oder minder bedeutender Stollen gegeben hätte.

In zweiter Linie hat der Oberlauf der Emscher in der Gegend von Hörde Ansatzpunkte wichtiger Erbstollen aufzuweisen.

In dritter Reihe kommen dann die Seitenthäler der Ruhr hinzu.

Der westlichste Stollen des Bezirks ist nächst dem mehrfach erwähnten Broicher Erbstollen der tiefe Stollen der Zeche Erbenbank bei Kettwig, der östlichste der von »Frohe Ansicht« bei Langschede, der südlichste der Stollen von Stöckerdreckbank bei Herzkamp, der nördlichste der Rombergs Erbstollen bei Massen, welcher zum Teil im Kreidemergel aufgefahren ist.

### III. Niveauverhältnisse.

Die Hauptanforderung an einen brauchbaren Stollen ist die, dass er eine gewisse Teufe an der zu lösenden Zeche einbringt. Diese Teufe ist abhängig von der Höhe des Mundlochs über NN, dem Ansteigen der Stollensohle und der aufgefahrenen Länge; diese Eigenschaften eines Stollens müssen daher zusammen betrachtet werden.

Die geringste Höhe über NN dürfte der Stollen der Zeche ver. Wiesche bei Mülheim a. d. R. besitzen, dessen Mundloch nach Dechen 96 Par. Fuss oder rd. 31 m über NN liegt.

Die höchste Höhe besitzt dagegen ohne Zweifel der südlichste Stollen des Reviers, der Stöckerdreckbank-Stollen der Zeche Neu-Herzkamp, dessen Mundloch bei Wallbruchbach südwestlich von Herzkamp in etwa 210 m Höhe liegt. Trotz dieser ausserordentlichen Verschiedenheit der Höhenlage bringen übrigens beide Stollen die gleiche Seigerteufe von 60 m ein, ersterer, weil sich das Gelände im Felde der Zeche Wiesche auf höchstens 100 m Höhe erhebt, letzterer weil seine eigene bedeutende Höhenlage die Einbringung grösserer Teufen hindert; es mag hier bemerkt werden, dass das Gelände innerhalb der produktiven Steinkohlenformation des Ruhrgebietes sich nirgends mehr als 300 m über den Meeresspiegel erhebt.

Das Ansteigen der Stollensohle beträgt bei den alten Erbstollen gemäss der oben angeführten Vorschrift der Cleve-Märk. Bergordnung höchstens 1:400. Bei diesen und den nur zur Wasser- und Wetterlösung dienenden Stollen sinkt das Gefälle bis 1:1200 (Friderica Erbstollen), d. h. die Stollen sind nahezu söhlig aufgefahren. Bei den neueren, vorwiegend der Förderung dienenden Stollen pflegt das Gefälle erheblich stärker zu sein und bis 1:100 zu betragen. Von alten Stollen hat das stärkste Ansteigen der 1843 begonnene Stollen von Bergmann (1:50), von neuen der 1897 angelegte Stollen der Zeche Urban und Maximus (1:42).

Die Längen der Stollen sind natürlich sehr verschieden. Als die kürzesten sind, abgesehen von kleinen Schürfstollen, vielleicht der Wetterstollen der Zeche Glückswinkelburg (52 m im Flötz) und der Bergetransportstollen derselben Zeche (72 m im Gestein) zu nennen. Bei weitem die grösste Länge besitzt der Trapper oder Schlebuscher Erbstollen mit seiner Fortsetzung, dem Dreckbänker Erbstollen, nämlich über 15 km, wovon allerdings nur etwa der fünfte Teil im Gestein aufgefahren ist. Die grösste querschlägige Länge besitzt der Herzkämper Erbstollen (rund 3,7 km). Sehr ausgedehnte Stollen sind u. a. der Generaler Erbstollen mit 5800 m, der Friderica Erbstollen mit 4000 m, der Jäger-Stollen der Zeche Blankenburg mit fast 3700 m, und der Hasenwinkel-Himmelskroner Erbstollen mit rund 3000 m Länge.

Die Saigerteufe, welche ein Stollen von gegebener Höhenlage des Mundlochs, gegebenem Ansteigen der Sohle und gegebener Länge einbringt, hängt naturgemäss auch noch von der Höhenlage des Schachtes der gelösten Zeche ab. So bringt z. B. der Dreckbänker Erbstollen in seinem Verlaufe am Schachte Beust der Zeche Stock & Scherenberg, dessen Hängebank 222,5 m über NN liegt, 139,5 m, am Schachte Voerster der Zeche Trappe (Hängebank + 226,6 m) und am Schachte Rudolph der Zeche Deutschland (Hängebank + 224 m) je 135 m, am Schachte Harkort der letzteren Zeche (Hängebank + 263,5 m), 173 m, endlich am Schachte Hövel der Zeche Herzkämper Mulde (Hängebank + 267 m) 175 m Saigerteufe ein. Dies ist die grösste Saigerteufe, welche von einem Stollen im Ruhrkohlenbergbau eingebracht wird, wie auch die angegebene Höhe der Hängebank des Schachtes Hövel die grösste im Bezirk vorhandene ist. Diese Zahl bleibt hinter der grösstmöglichen Saigerteufe, welche ein Stollen im Ruhrbezirk rechnungsmässig einbringen kann, nur wenig zurück. Erwägt man nämlich, dass, wie oben erwähnt, das Gelände sich innerhalb des produktiven Carbons nicht über 300 m erhebt, dass der Ansatzpunkt im oberen Ruhrthal nicht unter + 70 m herabgehen kann, und dass durch das notwendige Ansteigen der Stollensohle auf die bedeutende Länge, die ein solcher Stollen erhalten müsste, die eingebrachte Teufe entsprechend vermindert wird, so erscheint es nicht möglich, an irgend einem Punkte des Ruhrgebietes eine Saigerteufe von wesentlich mehr als etwa 200 m einzubringen. Die Mindestteufe ergibt sich aus der oben angezogenen Bestimmung der Cleve-Märk. Bergordnung für Erbstollen zu rund 22 m.

#### IV. Stollenquerschnitt.

Die Höhe der bedeutenderen Stollen liegt zwischen 1,5 und 2,5 m, übersteigt aber selten 2 m. Die Breite ist bei den gewöhnlichen einspurigen Stollen 0,9 bis 2,2 m und beträgt in der Regel 1 bis 1,5 m. Bei den doppelspurigen Förderstollen liegt sie zwischen 2,25 m und 3,50 m (Neuer Förderstollen der Zeche Steingatt).

Die Wassersaige nimmt bei den alten, in erster Linie der Wasserlösung dienenden Erbstollen fast stets den ganzen unteren Teil des Stollenquerschnitts bis zu 1 m Tiefe ein; über ihr sind die Schwellen für die Förderbahn oder, wo eine solche nicht vorhanden ist, die Laufbretter in die Stösse eingebüht. Bei den hauptsächlich zur Förderung dienenden Stollen liegt sie meist an einem Stoss neben, seltener zwischen den Gleisen und hat die üblichen Abmessungen.

**V. Stollen-Ausbau.**

Der Ausbau der Stollen hängt naturgemäss von der Gebirgsbeschaffenheit ab. Das Mundloch und der ihm zunächst liegende Teil stehen bei den grösseren Stollen gewöhnlich in Mauerung. Desgleichen werden Stollen in gebrächem Gestein ausgemauert, während die Stollen in festem Sandstein ohne jeden Ausbau stehen. Die im Flötze aufgefahrenen Teile erhalten in der Regel ganze, seltener halbe Thürstockszimmerung. Vereinzelt findet sich auch eiserner Streckenausbau. Die Mauerung ist ihrer Form nach teils Scheibenmauer mit Firstengewölbe, teils elliptische oder eiförmige Mauerung, dem Material nach gewöhnlich Ziegel, in manchen Fällen auch trockene Bruchsteinmauerung. Im übrigen unterscheidet sich der Stollenausbau in nichts von dem der Querschläge, welcher bereits in Band II beschrieben ist, weshalb sich ein näheres Eingehen auf diesen Punkt an dieser Stelle wohl erübrigen dürfte.

# Schächte.

Von Bergassessor L. Hoffmann.

## 1. Kapitel: Schächte im allgemeinen.

### I. Geschichtliches.

Die ersten Schächte im Ruhrbezirk waren brunnenartige runde Löcher, welche im südlichen Teile des Gebietes durch die dünne Ueberdeckung des Steinkohlengebirges — mochte diese nun von Ackererde, Lehm oder Kies gebildet werden — bis auf das Ausgehende des Flötzes niedergebracht und mit Reisig verbaut wurden. Hatte man mit diesen Reifenschächten oder »Pützen«, wie sie genannt wurden, das Flötz erreicht, so wurde von der Kohle soviel als möglich geraubt und dann an einer anderen Stelle ein neues Schächtchen abgeteuft. Diese primitive als Duckelbau zu bezeichnende Art der Gewinnung erhielt sich bis in das 18. Jahrhundert hinein. Noch im Jahre 1734 berichtete der Kriegs- und Domänenrat Richter, welcher den Auftrag erhalten hatte, die märkischen Steinkohlenbergwerke zu besichtigen: »Die Schächte sind nicht nach einem proportionierlichen Viereck abgeteuft, sondern in einer Zirkelrunde gleich einem Brunnen gegraben.«

Im Laufe des 18. Jahrhunderts gelangten die Stollen zur Herrschaft. Doch werden aus dieser Zeit auch schon vielfach Förder- und Kunstschächte erwähnt, welche aber immer mit einem Stollen zur Abführung der Wasser in Verbindung standen. Nach mündlichen Ueberlieferungen ist in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts auf der Zeche Steingatt ein Schacht unter Anwendung von Feuer sieben Jahre lang abgeteuft worden. Ferner wird aus dem Jahre 1750 von einem »Pumpschacht« der Zeche Clefflappen und später von zwei Förderschächten der Zeche Trappe und Dickebeckerbank berichtet.

In dem Reichsstift Werden war vor der Besitzergreifung durch Preussen im Jahre 1802 die Schachtförderung schon fast allgemein. Die meisten Schächte der damaligen Zeit waren tonnläufig oder gebrochen. Die Förderung geschah durch Handhaspel, hier und da auch durch »Rosskünste«.

Der lichte Querschnitt der Schächte musste in der Grafschaft Mark bei etwa 30—35 m Teufe  $1,5 \times 0,75$  m und bis zu etwa 60 m Teufe  $1,90 \times 1,0$  m betragen.

Gegen Ende des Jahrhunderts waren in einem grossen Teile des Gebietes die Kohlen oberhalb der Stollensohle fast gänzlich verhauen und vielfach fand schon Unterwerksbau statt. Immer dringender wurde daher das Bedürfnis, zu Tiefbauanlagen und zur Wasserhebung und Förderung mittels Dampfmaschinen überzugehen. Den Anfang hiermit machte man auf Zeche Vollmond, wo im Jahre 1800 westlich von Langendreer ein 46 m tiefer saigerer Schacht niedergebracht und mit der ersten Dampfmaschine ausgerüstet wurde, die auf westfälischen Gruben zur Verwendung kam.

Es folgten alsdann u. a. der 42 m tiefe Förder- und Pumpenschacht Josina der Gewerkschaft Sälzer & Neuack (1806) sowie je ein Schacht der Zechen Ver. Wiesche (1809), Ver. Sellerbeck (1814) und Friedrich Wilhelm bei Dortmund (1815).

Im Jahre 1893 standen im Bezirk des Essen-Werdenschen Bergamts 20 und in dem des Märkischen schon 28 Tiefbauzechen in Betrieb. Ein grosser Teil dieser Zechen hatte noch tonnlägige Schächte und auch in den fünfziger und sechziger Jahren wurden da, wo das Steinkohlengebirge zu Tage ausging, noch vielfach tonnlägige Schächte den saigeren vorgezogen.

Im Jahre 1839 wurde zum erstenmale auf Graf Beust mit dem jetzigen Schacht I dieser Zeche die Mergelüberlagerung durchteuft und von nun ab treten die saigeren Schächte in den Vordergrund.

Die Form des Schachtquerschnitts blieb lange Zeit die eckige und erst zu Beginn der siebziger Jahre wandte man sich allgemein der runden Form zu. Letztere, gegen deren Anwendung man wegen des für die Ausnutzung der Schachtscheibe ungünstigen Querschnitts anfangs eine grosse Abneigung hatte, scheint von den Franzosen eingeführt worden zu sein, welche um das Jahr 1840 im Felde der Zeche Ver. Petersburg drei rund ausgemauerte Schächte niederbrachten.

Die grösste Schachtteufe unter der Hängebank betrug im Jahre 1858 300 m (Zeche Gewalt), 1886 624 m (Ewald I) und ist bis zum Ende des verflossenen Jahrhunderts auf 774 m (Monopol, Schachtanlage Grimberg, Schacht I und II), gestiegen.

Wesentlich zu dieser Zunahme der Teufe hat das allmähliche Vorrücken des Bergbaues nach Norden beigetragen, wo die Mächtigkeit des Deckgebirges immer grösser wird.

## II. Statistisches.

Die Anzahl der im Ruhrbezirk in Betrieb befindlichen Schächte beträgt 422, während 56 Schächte im Abteufen begriffen sind. In diesen Zahlen sind die zur Fahrung oder Wetterführung dienenden Tagesüberhauen von weniger als 1,5 qm Querschnitt, wie sie auf den nicht unter dem Mergel bauenden Zechen oft in grösserer und häufig wechselnder Anzahl vorhanden sind, nicht enthalten. Im Jahre 1885 waren 253 Schächte in Betrieb, sodass sich deren Zahl demnach in 14 Jahren um 169 oder 66,8 % vermehrt hat, während die Förderung in dem gleichen Zeitraum von 28,97 Millionen Tonnen auf 54,64 Millionen, das ist um 88,61 % gestiegen ist. Von den 422 in Betrieb befindlichen Schächten sind 279 Förderschächte, d. h. solche, welche hauptsächlich zur Förderung und nur nebenbei zu anderen Zwecken benutzt werden. Hundert und neun und dreissig müssen, da ihr Hauptzweck die Wetterführung bildet, als eigentliche Wetterschächte bezeichnet werden und nur 4 sind lediglich Fahr-schächte. Schächte, die nur zur Wasserhaltung dienen, giebt es überhaupt nicht. 367 Schächte sind saiger, 36 tonnläufig und 19 gebrochen. Unter den tonnläufigen Schächten befinden sich 10 Förderschächte, nämlich diejenigen der Zechen Ver. Adolar, Bergmann, Glückswinkelburg, Hoff-nungsthal, Langenbrahm, Neuglück, Paul, Pauline, Rabe und Victoria. Mit Ausnahme der Zeche Langenbrahm, welche im Jahre 1898 rund 266 000 t und der Zeche Victoria, welche gegen 111 000 t förderte, sind dies Gruben mit einer Förderung von weniger als 100 000 t.

Von 273 Schächten ist der Kreidemergel durchteuft worden. Die grösste Teufe bis zur Erreichung des Steinkohlengebirges bei diesen Schächten betrug 453 m (Monopol, Schachanlage Grimberg, Schacht I und II), die durchschnittliche Teufe 128 m.

Im Anschluss hieran sei erwähnt, dass z. Zt. 6 Schächte im Abteufen begriffen sind, welche das Steinkohlengebirge erst bei über 500 m Teufe erreichen werden, nämlich Trier I und II (520 m), Werne I und II (580 m) und Auguste Victoria I und II (ca. 600 m). Der älteste Schacht ist der im Jahre 1814 in Angriff genommene Förderschacht Emilie I der Zeche ver. Wiesche. Alsdann folgen der Fahrschacht Constanz-August der Zeche Hasenwinkel (1832), der Wetterschacht der Zeche Ver. General und Erb-stollen (1834), sowie mehrere Schächte aus dem Jahre 1836, darunter der Förderschacht Müller der Zeche Ver. Sellerbeck. In welcher Weise sich die Schächte nach ihrem Alter auf die einzelnen Jahrzehnte verteilen, zeigt die nachfolgende Tabelle 1, in welcher auch die im Abteufen be-griffenen Schächte berücksichtigt sind.

Tabelle 1.

Beginn des Abteufens in den Jahren		Anzahl der Schächte
von	bis	
1810	1819	1
1820	1829	—
1830	1839	9
1840	1849	24
1850	1859	84
1860	1869	39
1870	1879	84
1880	1889	47
1890	1899	186
Jahre des Abteufens unbekannt		4
zusammen		478

Es ergeben sich hieraus 3 Perioden grösster Thätigkeit, nämlich die Zeit von 1850 bis 1859 und diejenige von 1870 bis 1879 mit je 84 Schächten, sowie die Zeit von 1890 bis 1899 mit 186 Schächten.

Für das letztgenannte Jahrzehnt findet sich in Tabelle 2 die Verteilung der Schächte auf die einzelnen Jahre angegeben.

Tabelle 2.

Beginn des Abteufens im Jahre	Anzahl der Schächte
1890	18
1891	15
1892	12
1893	17
1894	12
1895	28
1896	12
1897	17
1898	29
1899	31
zusammen	186

Die grösste Seigerteufe von 774 m haben, wie schon erwähnt, die beiden Schächte der Schachanlage Grimberg der Zeche Monopol aufzu-

weisen. Diesen am nächsten kommen General Blumenthal II mit 758 m und Ewald I mit 742 m.

Eine Teufe von über 700 m besitzen ausserdem noch Hansa II mit 720 m, Schlägel und Eisen II mit 710 m und Wilhelmine Victoria III mit 706 m.

Sämtliche Schächte, deren Teufe 700 m übersteigt, gehören Gas- oder Fettkohlenzechen an, welche unter einer Mergelüberlagerung von über 140 m Mächtigkeit bauen. Unter den Schächten der im Süden des Bezirks gelegenen Magerkohlenzechen, bei denen das Steinkohlengebirge nicht vom Mergel überdeckt ist, befinden sich nur zwei von 600 m Teufe und mehr, nämlich der Förderschacht Wilhelm der Zeche Hamburg und Franziska mit 604 m, sowie derjenige der Zeche Ver. Schürbank und Charlottenburg mit 600 m Teufe.

Im Jahre 1885 betrug der Durchschnitt aus den von den einzelnen Schächten erreichten grössten Teufen 342 m. Stellt man dieselbe Ermittlung für das Jahr 1899 an, so erhält man einen Durchschnitt von 430 m, d. h. 88 m oder 25 % mehr als im Jahre 1885.

Die durchschnittliche Schachtteufe bei den unter dem Mergel bauenden Zechen berechnet sich zu 421 m, die der übrigen zu 249 m.

In Tabelle 3 sind die Schächte nach ihrer Teufe in Gruppen zusammengefasst.

Tabelle 3.

T e u f e		A n z a h l der Schächte
von	bis	
0	100	47
101	200	50
201	300	59
301	400	81
401	500	99
501	600	55
601	700	24
701	800	7

Die grösste Anzahl der Schächte, nämlich 99, weist die Gruppe mit einer Teufe von 401—500 m auf; 266 oder 63 % aller Schächte besitzen eine Teufe von über 300 m und 86, d. i. 20 %, eine solche von über 500 m.

Von den im Abteufen begriffenen Schächten sollen 49 der Förderung und sonstigen Zwecken, 7 der Bewetterung dienen. Von den letzteren ist der Wetterschacht II der Zeche Ver. Pörtingssiepen tonnläufig, die übrigen Schächte sind saiger. Die geringe Anzahl der eigentlichen Wetterschächte erklärt sich daraus, dass man im nördlichen Teile des Gebietes, wo die Kosten des Schachtabteufens infolge der zunehmenden Mächtigkeit des Deckgebirges immer grösser werden, mehr und mehr dazu genötigt ist, jeden Schacht auch zur Förderung zu benutzen.

### III. Die Schachtscheibe.

Form und Flächeninhalt der Schachtscheibe sind bei ein und demselben Schacht nicht immer überall gleich. Zuweilen, wie z. B. bei Friederika I und Centrum II, ist der Schacht anfangs mit rechteckigem Querschnitt niedergebracht worden, während man später beim Weiterabteufen zur kreisrunden Form überging. Hier und da, so bei Ver. Constantin der Grosse II und Neu-Iserlohn II, ist auch das Umgekehrte der Fall. Der Grund hierfür liegt dann gewöhnlich darin, dass man im Deckgebirge kreisrunde Mauerung oder Cuvelage anwandte, im Steinkohlengebirge aber den Schacht mit Holz verzimmerte, z. B. Oberhausen I, Ver. Hannibal II. Ferner ist mehrfach der in Aussicht genommene Durchmesser in einem Teile des Schachtes dadurch verringert worden, dass daselbst mächtige Schichten lockeren Gebirges zu durchsinken waren, oder dass der Schacht abgebohrt wurde. In dem einen Falle ist die Verengung durch das Ineinandersetzen mehrerer Senkcylinder verursacht worden, z. B. auf Rheinpreussen I und II, in dem anderen durch die Anwendung ganzer Schachtringe, deren lichter Durchmesser wegen des Eisenbahntransportes 4,40 m nicht übersteigen durfte (z. B. auf Victor II und Adolf von Hanse-mann III).

Aus der Schlusstabelle 57 ergibt sich, dass die Anzahl der Schächte mit viereckigem Querschnitt 189 und die der runden Schächte 238 beträgt. Nur ein Schacht, nämlich der Fahrschacht Constanz-August der Zeche Hasenwinkel besitzt elliptischen Querschnitt. In die Zahl der Schächte mit viereckigem Querschnitt sind auch diejenigen eingerechnet, welche einen von vier flachen Mauerbögen begrenzten Querschnitt haben.

Der Gesamtflächeninhalt aller Schächte Westfalens berechnet sich zu 5770 qm, sodass auf den einzelnen Schacht im Durchschnitt 13,67 qm entfallen, was dem Durchmesser eines runden Schachtes von 4,18 m entsprechen würde.

Fasst man die Schächte nach ihrem Hauptzweck zusammen, so erhält man folgende Zahlen:

Tabelle 4.

Hauptzweck der Schächte	Gesamt- querschnitt qm	Durchschnittlicher Querschnitt qm
Förderung . .	4853,68	17,39
Wetterführung .	897,53	6,54
Fahrung . . .	18,68	4,00

Der geringe Querschnitt der Wetterschächte findet seine Erklärung durch die oft grosse Anzahl von Wetterschächten mit geringem Querschnitt bei den im Süden des Bezirks gelegenen Magerkohlenruben, sowie andererseits durch die Thatsache, dass bei den nördlichen Ruben vielfach Förderschächte zum Ausziehen der Wetter benutzt werden.

### 1. Schächte mit viereckigem Querschnitt.

Den geringsten Querschnitt unter den viereckigen Wetterschächten besitzen die gebrochenen Schächte der Zeche Hamburg und Franziska, nämlich Borbecker Mulde mit  $1 \times 1,8 = 1,8$  qm und Wallfisch I und II mit je  $1 \times 2 = 2$  qm, sowie ferner der saigere Wetterschacht von Altendorf, nördliche Mulde, mit ebenfalls  $1 \times 2 = 2$  qm Querschnitt.

Den grössten Querschnitt und zwar nicht nur unter den rechteckigen Schächten, sondern unter sämtlichen Schächten überhaupt, weist der Förderschacht der Zeche Hasenwinkel mit  $5 \times 7 = 35$  qm auf. Sodann folgen die Förderschächte Ver. Bonifacius II mit  $5,33 \times 5,90 = 31,76$  qm, Friedrich Joachim der Zeche Königin Elisabeth mit  $5,2 \times 6,1 = 31,72$  und Eintracht Tiefbau I mit  $4,52 \times 6,44 = 29,17$  qm.

Förderschächte von dem geringsten Querschnitt sind die tonnlägigen Schächte Ver. Adolar mit  $1,5 \times 2,5 = 3,75$  qm, Paul mit  $2 \times 2,2 = 4,40$  qm und Rabe mit  $2 \times 3 = 6$  qm, während von saigeren der Schacht Beust der Zeche Ver. Stock und Scherenberg mit  $1,83 \times 2,83 = 5,17$  qm und der Förderschacht von Freie Vogel und Unverhofft mit  $1,64 \times 4,76 = 7,80$  qm zu nennen sind.

Bei den tonnlägigen Schächten liegen die Trumme in der Streichrichtung nebeneinander (Fig. 1). Infolgedessen besitzt die Schachtscheibe eine sehr langgestreckte Form. Auch bei den ältesten saigeren Schächten hat man letztere beibehalten (Fig. 2), jedoch die grössere Seite des Vierecks der Druckverhältnisse wegen gewöhnlich senkrecht zum Streichen der Gebirgsschichten angeordnet. Die Länge der Schachtscheibe übersteigt bei diesen Schächten sogar nicht selten 8 m; die grösste Länge von 8,47 m finden wir bei dem saigeren Schachte I von Altendorf, südliche Mulde.

Zeichenerklärung:  
*Fa* = Fahrtrumm      *P* = Pumpentrum  
*F* = Fördertrumm      *W* = Wettertrumm  
*R* = Reservetrumm.

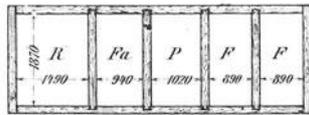
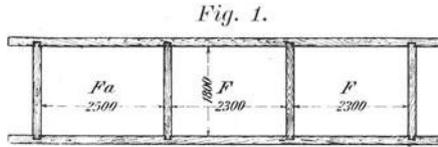


Fig. 2.

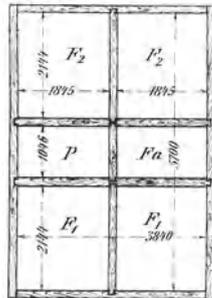


Fig. 4.

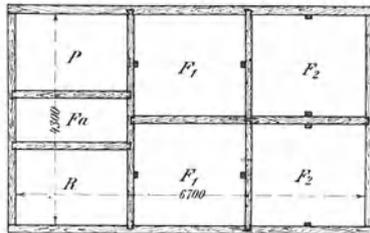


Fig. 6.

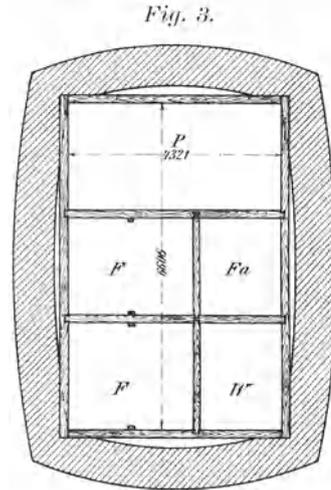


Fig. 3.

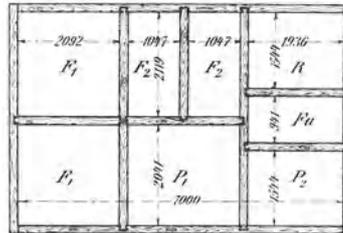


Fig. 5.

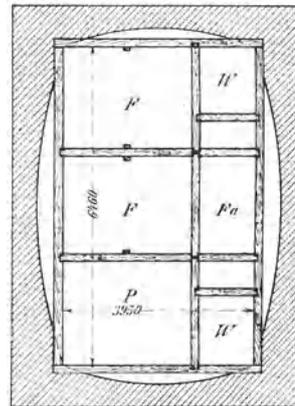


Fig. 7.

Fig. 1 — 7.

Schachtquerschnitte.

- Fig. 1. Zeche Victoria.      Fig. 4. Zeche Neu-Iserlohn, Schacht I.  
 „ 2. „ Louise und Erbstollen.      „ 5. „ Hasenwinkel „ I.  
 „ 3. „ Caroline bei Harpen.      „ 6. „ Ver. Hagenbeck „ I.  
 Fig. 7. Zeche Heinrich-Gustav, Schacht Arnold.

Wegen der verschiedenen Nachteile, die sich aus einer langgestreckten Form der Schachtscheibe ergeben, ist man später bei den saigeren Schächten fast allgemein dazu übergegangen, die Trumme nicht nur neben-, sondern auch hintereinander zu legen. Hierbei erhält man entweder eine Form, bei der beide Dimensionen der Schachtscheibe wesentlich von einander abweichen, oder eine solche, bei der sie ganz oder nahezu gleich sind.

Fig. 8.

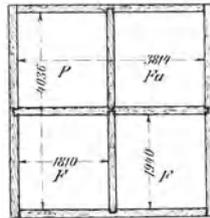
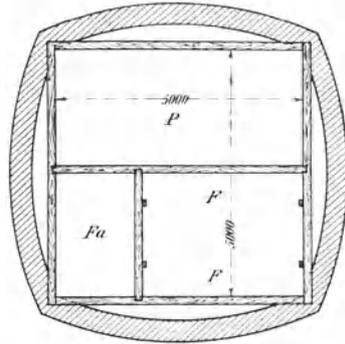


Fig. 9.

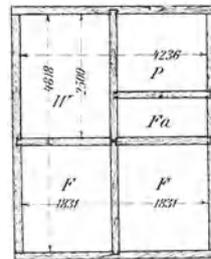


Fig. 10.

Fig. 8 — 10.

Schachtquerschnitte.

Zeichenerklärung siehe Seite 22.

- Fig. 8. Zeche Massener Tiefbau, Schacht I.  
 „ 9. „ Ver. Hannibal; „ I.  
 „ 10. „ Concordia, „ I.

Im ersteren Falle findet, wenn der Schacht nur eine Förderung aufweist, meist eine Einteilung in drei Hauptabschnitte statt (Fig. 3). Von diesen bildet einer das Pumpentrum, während die beiden anderen Abschnitte nochmals je in ein grösseres und ein kleineres Trumm geteilt werden. In den grösseren Trummen bewegen sich alsdann die Fördergestelle mit meist zwei Wagen nebeneinander, während die kleineren als

Fahr- und Wettertrum dienen. Tritt bei dieser Schachtform zu der ersten noch eine zweite Förderung, bei der dann gewöhnlich nur ein Wagen auf jeder Etage des Fördergestells steht, so wird die Schachtscheibe meist durch einen Längs- und zwei Quereinstriche in sechs Trumme getrennt. Von letzteren werden vier Trumme zur Förderung, die beiden anderen

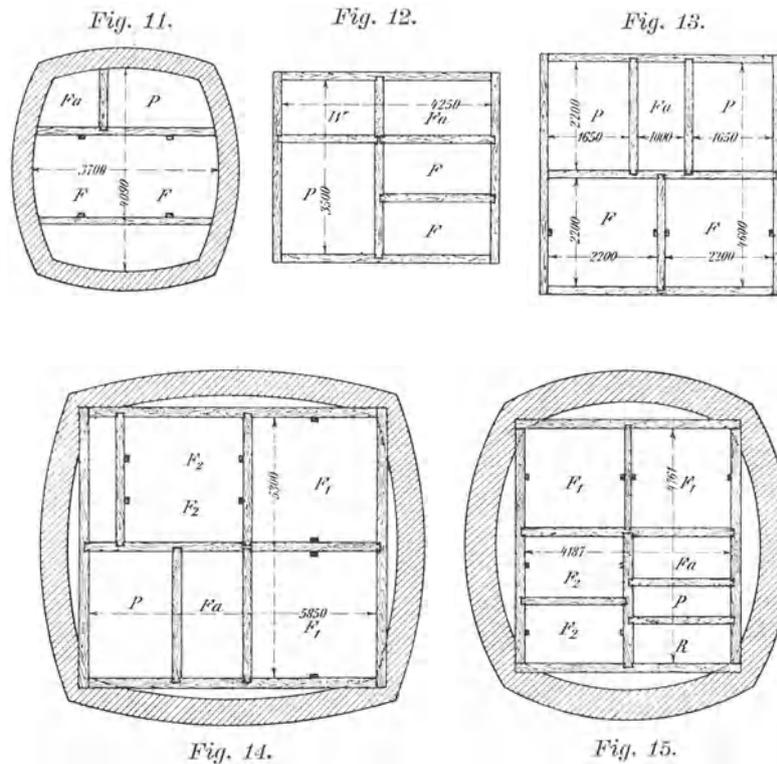


Fig. 11 — 15.

## Schachtquerschnitte.

Zeichenerklärung siehe Seite 22.

- Fig. 11. Zeche Alstaden. Fig. 13. Zeche Humboldt, Schacht Franz.  
 „ 12. „ Caroline bei Holzwickede. „ 14. „ Prosper, Schacht I.  
 Fig. 15. Königin Elisabeth, Schacht Wilhelm.

als Fahr- und Pumpentrum benutzt (Fig. 4). Weitere Einteilungen sind in den Figuren 5 bis 7 zur Darstellung gelangt.

Sind die beiden Dimensionen der Schachtscheibe ganz oder annähernd einander gleich und ist wiederum nur eine Förderung vorhanden, so ist die Einteilung der Schachtscheibe häufig die, dass ein von Stoss zu Stoss reichender Einstrich den Schacht in zwei Hauptabschnitte trennt, von

denen der kleinere zur Wasserhaltung, der grössere dagegen zur Förderung und Fahrung dient (Fig. 8). Vielfach wird der Schacht durch zwei sich kreuzende Einstriche in vier gleich grosse Abschnitte zerlegt, von welchen zwei die Fördertrumme, die beiden anderen das Fahr-, Pumpen- oder Wettertrum bilden (Fig. 9). Zuweilen wird auch von dem einen Abschnitt noch ein fünftes Trumm abgetrennt (Fig. 10). Andere Einteilungen geben die Figuren 11 bis 13 wieder. Ist noch eine zweite Förderung vorhanden, so entstehen Einteilungen, wie sie die Figuren 14 und 15 zeigen.

## 2. Schächte mit kreisrundem Querschnitt.

Die geringste Dimension unter den Schächten mit kreisrundem Querschnitt und gleichzeitig unter allen Schächten überhaupt weisen die aus früheren Jahren stammenden Wetterschächte Best der Zeche Ver. Bommerbänker Tiefbau, der Wetterschacht I der Zeche Caroline bei Holzwickede, sowie der Schacht Westfeld der Grube Margaretha auf. Der Flächeninhalt der Schachtscheiben beträgt hier 1,76 qm, entsprechend einem Durchmesser von 1,5 m. Es folgen alsdann der Wetterschacht der Zeche Baaker Mulde mit 1,75 m Durchmesser und 2,4 qm Querschnitt, sowie der Wetterschacht der Zeche Dahlbusch mit 1,90 m Durchmesser und 2,83 qm Querschnitt. Bei den in den letzten Jahren abgeteuften Wetterschächten hat man meist einen Durchmesser von mehr als 3 m gewählt. So besitzen die beiden in den neunziger Jahren niedergebrachten Wetterschächte der Zeche Ver. Rhein-Elbe und Alma 3,65 m bzw. 4,50 m Durchmesser und der Schacht IV der Zeche Shamrock III/IV sogar 5 m Durchmesser.

Von den kreisrunden Schachtscheiben besitzt der Förderschacht der Zeche Fröhliche Morgensonne mit 34,09 qm Flächeninhalt mit 6,59 m den grössten Durchmesser. Diesem am nächsten kommen die Förderschächte Carl Friedrich Erbstollen mit 30,96 qm Querschnitt und 6,28 m Durchmesser, Fürst Hardenberg II mit 28,26 qm Querschnitt und 6 m Durchmesser, sowie Neumühl I und II mit je 26,41 qm Flächeninhalt bei einem Durchmesser von 5,80 m. Unter den im Abteufen begriffenen Förderschächten befindet sich ein Schacht, nämlich Gladbeck I, mit 6,60 m Durchmesser, während die drei Schächte, Deutscher Kaiser IV, Ver. Gladbeck IV und Nordstern III einen Durchmesser von 6,50 m erhalten werden.

Ist nur eine Förderung vorhanden, und steht auf jeder Etage des Fördergestells nur ein Wagen, so beträgt der Durchmesser eines Förderschachtes durchschnittlich 4,25 m. Hierbei ist die Einteilung der Schachtscheibe gewöhnlich die, dass die Fördertrumme auf drei Seiten von anderen Trummen (Pumpentrumm, Fahr- und Reserve- oder Rohr- oder Wettertrum) umgeben sind, auf der vierten dagegen von dem Schachtstosse be-

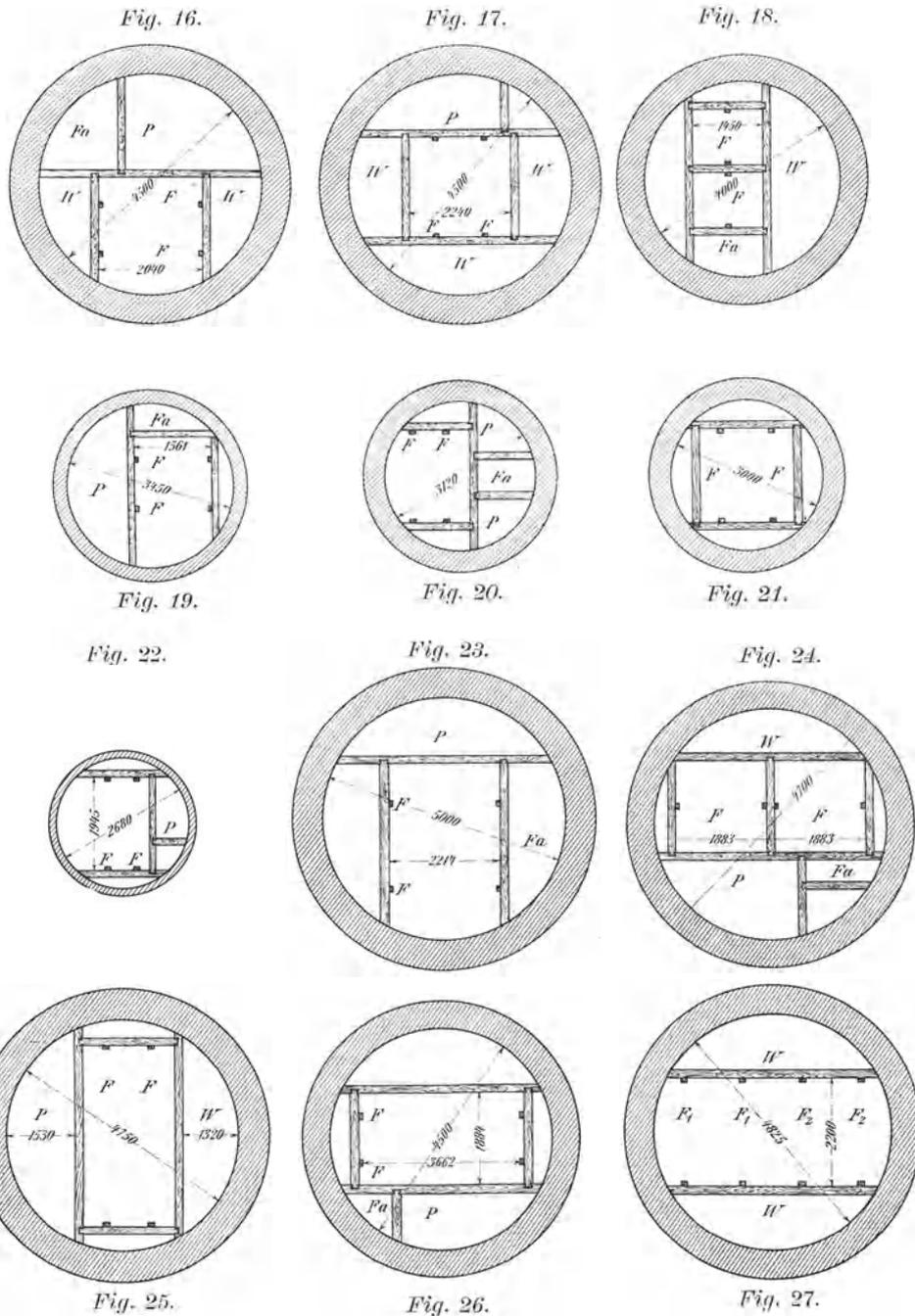


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 16 – 27.

Schachtquerschnitte.

Zeichenerklärung siehe Seite 22.

- |          |                                |                    |          |                                 |
|----------|--------------------------------|--------------------|----------|---------------------------------|
| Fig. 16. | Zeche Kölner Bergwerksverein,  | Schacht Emscher I. | Fig. 22. | Zeche Rheinpreussen, Schacht I. |
| „ 17.    | „ Deutscher Kaiser, Schacht I. |                    | „ 23.    | „ Schlägel u. Eisen, „ I.       |
| „ 18.    | „ Rhein-Elbe, „ II.            |                    | „ 24.    | „ Consolidation, „ II.          |
| „ 19.    | „ Julia, „ II.                 |                    | „ 25.    | „ Victor, „ I.                  |
| „ 20.    | „ Shamrock, „ II.              |                    | „ 26.    | „ König Ludwig, „ III.          |
| „ 21.    | „ Dahlbusch, „ I.              |                    | „ 27.    | „ Holland, „ III.               |

Fig. 28.

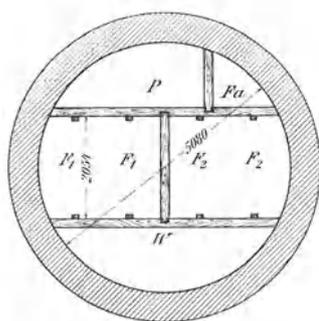


Fig. 29.

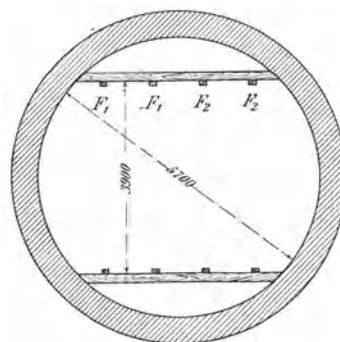
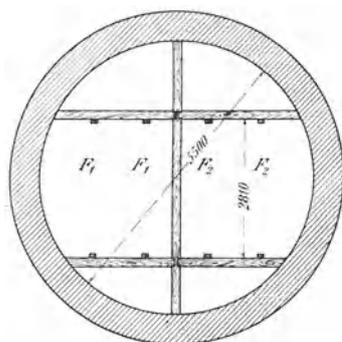
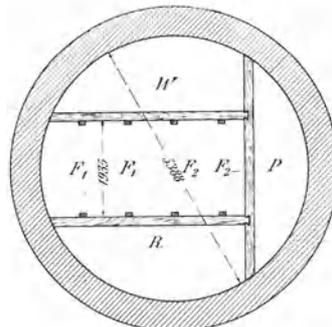


Fig. 30.

Fig. 31.

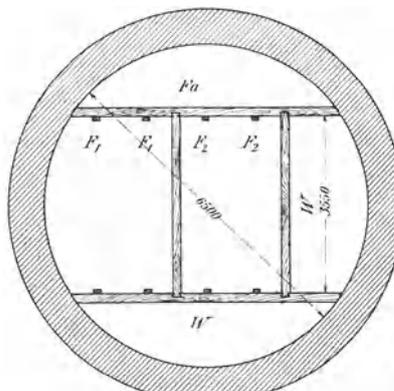
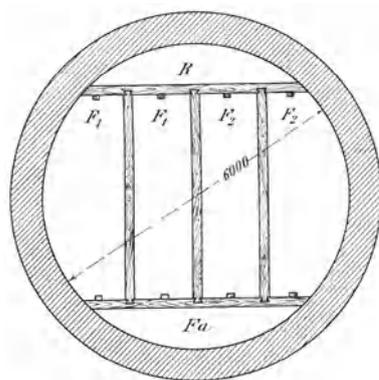


Fig. 32.

Fig. 33.

Schachtquerschnitte.

Zeichenerklärung siehe Seite 22.

- Fig. 28. Zeche Graf Bismarck, Schacht II. Fig. 31. Zeche Königsborn, Schacht III.  
 „ 29. „ Zollverein, „ III. „ 32. „ Fürst Hardenberg, „ II.  
 „ 30. „ Wilhelmine Victoria, „ III. „ 33. „ Nordstern, „ III.

grenzt werden (Fig. 16). Sonstige Einteilungen siehe Figuren 17 und 18. Bei einem Durchmesser von 3,50 m und weniger wird es schon schwierig, ausser den Fördertrumm und den Fahrtrumm noch Raum für ein anderes Trumm zu gewinnen. Wie man bei den Schächten Julia I mit 3,45 m und Shamrock II mit 3,12 m Durchmesser dieser Aufgabe gerecht geworden ist, zeigen die Figuren 19 und 20. Förderschächte von noch geringerem Durchmesser als Shamrock II sind Dahlbusch I (Fig. 21) und

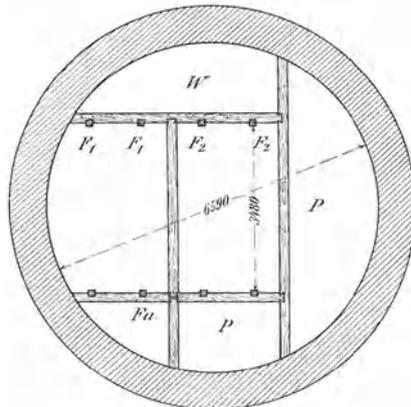


Fig. 34.

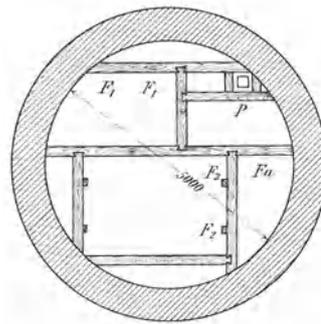


Fig. 35.

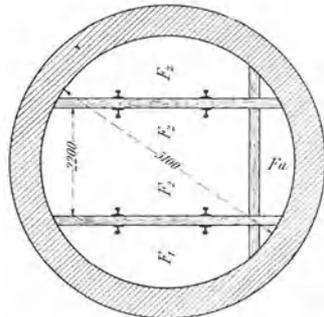


Fig. 36.

Fig. 34—36.  
Schachtquerschnitte.

Zeichenerklärung siehe Seite 22.

- Fig. 34. Zeche Fröhliche Morgen Sonne.  
„ 35. „ Alma, Schacht I.  
„ 36. „ Preussen I, Schacht II.

Victoria Mathias I mit je 3 m Durchmesser. Bei dem Schacht Rheinpreussen I (Fig. 22) sinkt der Durchmesser auf einer Stelle auf 2,68 m herab, sodass hier die sonst 0,97 m voneinander entfernten Spurlatten auf 0,51 m genähert werden mussten. Trotzdem ist es gelungen, in dem Schachte ausser den Fördertrumm noch ein Pumpentrum und ein Fahrtrumm unterzubringen.

Stehen, wenn der Schacht nur eine Förderung aufweist, auf den Fördergestellen 2 Wagen neben- oder hintereinander, so steigt der Durchmesser auf 4,75 m. Die hierbei gebräuchlichen Einteilungen stellen die Figuren 23—26 dar.

Schächte, welche 2 Förderungen enthalten, bei denen 1 Wagen auf jeder Etage steht, besitzen einen Durchmesser von durchschnittlich 5,25 m. Die 4 Fördertrümme liegen bei einem solchen Schachte gewöhnlich nebeneinander, damit die Wagen durchgeschoben werden können. Hierbei wird die Schachtscheibe entweder durch 2 Einstriche in 3 Hauptabschnitte geteilt, deren mittleren die Fördertrümme einnehmen (Fig. 27 und 28), oder die Einteilung ist die aus Figur 29 ersichtliche.

Bei 2 Förderungen und 2 Wagen hintereinander reicht, wenn die Wagen nicht lang sind, schon ein Durchmesser von 5,5 m aus (Fig. 30).

Meistens muss man jedoch über dieses Mass hinausgehen. So haben Consolidation VI und der im Abteufen begriffene Schacht Königsborn III (Fig. 31) 5,7 m und Fürst Hardenberg II (Fig. 32) sogar 6,00 m Durchmesser. Soll der Schacht genügend Raum für die übrigen Trümme bieten, so ist man sogar genötigt, einen Durchmesser von etwa 6,50 m zu nehmen (Figur 33 und 34).

Verhältnismässig selten ist der Fall, dass, wie z. B. bei Alma I und Preussen I, Schacht II, in einem Schachte 2 Förderungen vorhanden sind, von denen die eine 2, die andere nur 1 Wagen auf jeder Etage trägt (Fig. 35 und 36). Bei dem Schacht Alma I ist die letztere Förderung nur eintrümmig und ein Gegengewicht vertritt die Stelle des zweiten Fördergestells. Auf Preussen I Schacht II bewegen sich die Fördergestelle mit einem Wagen auf jeder Etage zu beiden Seiten einer Förderung mit 2 Wagen hintereinander, eine Ausnutzung der Schachtscheibe, wie sie besser wohl kaum gedacht werden kann.

#### IV. Der Schachtausbau.

Bei den älteren Schächten im südlichen Teile des Bezirks, wo das Steinkohlengebirge zu Tage ausgeht, besteht der Ausbau noch ganz oder überwiegend aus Holz. Einige saigere Schächte sind, um die Tagewasser abzuhalten, bis zu einer Teufe von etwa 30 m mit vierböiger Mauerung versehen. Auch bis in die neueste Zeit hinein hat man in diesem Teile des Gebietes noch häufig die Schächte mit Holz ausgezimmert. Bei mehreren tonnlägigen Schächten, wie z. B. bei den Förderschächten der Zechen Ver. Adolar (1898) und Neuglück (1896), welche keine grosse Lebensdauer zu besitzen brauchen, erscheint dies vollauf gerechtfertigt, während man sonst wohl besser durchweg Mauerung angewendet hätte. Von neueren Schächten im südlichen Teile des Bezirks, welche von Tage bis zur Schachtsohle kreisrund ausgemauert sind, seien die Förderschächte Kaiser Friedrich II (1895) und Friederika III (1898) erwähnt. Bei dem in der Nähe der Ruhr gelegenen Schacht Karl Funke der Rheinischen Anthracitkohlenwerke (1896) hat man von 22 bis 47 m Teufe sogar Tubblings eingebaut.

Im mittleren und nördlichen Teile des Bezirks, wo das Steinkohlengebirge von Mergel überdeckt wird, ist bis gegen Ende der sechziger Jahre im Steinkohlengebirge ebenfalls noch meist hölzerner Ausbau zur Anwendung gekommen, während man den Schacht im Mergel oder schwimmenden Gebirge mit vierböiger, seltener kreisrunder Mauerung und vom Jahre 1855 ab bei grossen Wasserzuflüssen auch mehrfach mit Cuvelage versah. Später ist die Verwendung kreisrunder Mauerung und Cuvelage, welche in gewissen Schichten des Mergels und bei grösseren Senkarbeiten benutzt wird, allgemein geworden.

Ausbau aus schmiedeeisernen Ringen und Gevieren kommt nur in untergeordnetem Masse, und zwar nur im Steinkohlengebirge vor.

Näheres über die Häufigkeit der einzelnen Ausbauarten ist aus Tabelle 5 zu ersehen.

Tabelle 5.

Art des Ausbaues	Anzahl der Schächte	Laufende Meter saigerer Schachtteufe	Prozent der gesamten Teufe
Mauerung . . . . .	357	86 076	57,65
Holz . . . . .	168	46 017	30,82
Gusseiserne Cuvelage . . . . .	144	10 766	7,26
Schmiedeeisen . . . . .	31	5 574	3,72
Ohne Ausbau . . . . .	—	836	0,55
Zusammen . . . . .		149 269	100%

Dass 836 m Schacht nicht ausgebaut sind, rührt daher, dass man bei manchen Schächten den Schachtsumpf nicht mit definitivem Ausbau versehen hat. Letzterer fehlt ausserdem bei einigen kleineren Wetterschächten, soweit diese Schächte in festem Sandstein stehen, wie Karl und Wilhelm der Zeche Ver. Trappe und Süd-Ostfeld der Zeche Margaretha.

Bei sieben Schächten besteht der Ausbau nur aus Schmiedeeisen, bei 51 nur aus Holz; 117 Schächte sind von Tage bis zur Schachtsohle mit Mauerung ausgekleidet, während bei 107 Schächten die beiden letzteren Ausbauarten zusammen vorkommen und weitere 135 teilweise in Tubbing, zum grössten Teile aber in Mauerung stehen.

### 1. Hölzerner Ausbau.

Der hölzerne Ausbau besteht bei den saigeren Schächten fast ausschliesslich aus eichener Bolzen-Schrotzimmerung mit Verzug aus

eichenen oder hier und da auch tannenen Brettern. Die Hölzer der Geviere sind scharfkantig zugeschnitten, an den Enden überblattet und besitzen einen Querschnitt von  $15 \times 30$  cm. Der Abstand der Geviere beträgt in der Regel 1 m, geht aber im druckhaften Gebirge auf etwa 30 cm herab. An den Ecken und dort, wo Einstriche eingezapft sind, werden die Geviere durch Bolzen gegeneinander verstrebt und meist mit diesen durch eiserne Klammern verbunden. In Abständen von 5 bis 10 m liegen gewöhnlich Traggeviere, deren Hölzer in die Stösse eingebüht sind.

Die Kosten der Bolzen-Schrotzimmerung betragen beispielsweise bei dem im Jahre 1890 abgeteuften Förderschachte der Zeche Deutschland, welcher einen lichten Querschnitt von  $3,9 \times 4 = 15,60$  qm besitzt,

an Materialien . . . . .	110 M.
an Löhnen . . . . .	42 „
zusammen . .	152 M. je m.

Ganze Schrotzimmerung wendet man bei grossem Druck und insbesondere an Stellen an, wo Verwerfungen den Schacht durchsetzen oder Brüche stattgefunden haben. So ist dieselbe u. a. auf Wilhelmine Victoria I von 145 bis 300 m Teufe eingebaut worden, nachdem in diesem Schachte beim Abteufen infolge einer Verwerfung ein Bruch entstanden war.

In den ersten Jahrzehnten, nachdem man begonnen hatte, den Mergel zu durchteufen, ist auch zuweilen der Versuch gemacht worden, den Holz- ausbau zur wasserdichten Auskleidung der Schächte zu benutzen, so Ende der fünfziger Jahre bei dem Schachte I der Zeche Hannover, wo man in einer Teufe von 102 m im Mergel eine Wasserader angehauen hatte, welche dem Schachte 4,2 cbm Wasser je Minute zuführte. Der Holz- ausbau wurde hier aus 45 cm hohen Gevieren von Tannenholz hergestellt und erstreckt sich von 102 bis 71 m Teufe aufwärts. Die Geviere waren auf der Ober- und Unterseite mit Nuten versehen, die mit getheerter Leinwand ausgefüllt wurden. Die Abdämmung des Wassers gelang jedoch nur teilweise und man hat daher später diesen Ausbau durch Tubblings ersetzt.

Von der Holzcuvelage, welche im Jahre 1855 bei dem von Kind abgebohrten Schachte Dahlbusch I zur Anwendung gekommen ist, wird weiter unten im Kapitel 2 ausführlicher berichtet werden.

Bei den tonnlägigen Schächten mit Holz- ausbau besteht letzterer teils aus Bolzen-Schrotzimmerung (Förderschächte der Zeche Glückswinkelburg und Victoria), teils und zwar meist bei flacher Lagerung aus Thürstock- zimmerung (Förderschächte der Zechen Ver. Adolar und Rabe).

## 2. Mauerung.

### a) Die Form der Mauerung.

Die Form der Mauerung ist bei den meisten Schächten die kreisrunde. Ausserdem ist eine grössere Anzahl fast ausschliesslich aus älterer Zeit stammender Schächte ganz oder teilweise mit vierböiger Mauerung ausgekleidet. Schliesslich findet sich bei einigen die elliptische Form oder Streckenmauerung. Genauere Angaben enthält die nachstehende Zusammenstellung in Tabelle 6.

Tabelle 6.

Form der Mauerung	Anzahl der Schächte	Laufende Meter saigerer Schachttiefe
Kreisrunde Mauerung . . .	269	75 165
Vierböige „ . . .	97	9 778
Streckenmauerung . . . . .	6	997
Elliptische Mauerung . . . .	4	136

Die kreisrunde Form der Mauerung, deren erste Anwendung wahrscheinlich in das Jahr 1840 fällt, ist heute sowohl im Deckgebirge als auch im Steinkohlengebirge die allgemein gebräuchliche.

Bei den meisten Schächten mit vierbogiger Mauerung ist dieser Ausbau nur im Deckgebirge oder im oberen Teile des Steinkohlengebirges vorhanden, wo die zuzitenden Wasser durch die Mauerung abgeschlossen werden sollen. Nur 5 Schächte, darunter der Schacht II der Zeche Courl und der Wetterschacht der Zeche Ver. Helene und Amalie sind von der Hängebank bis zum Schachttiefsten mit vierbogiger Mauerung versehen. Die Bogen der Mauerung sind meist flach (vergl. Fig. 3 und 14 Seite 22 und 24); das Verhältnis der Bogenhöhe zur Sehnenlänge schwankt zwischen 1 : 7 und 1 : 14 und beträgt im Mittel 1 : 12. Schächte, bei denen sich die vierbogige Form ausnahmsweise der kreisrunden nähert, sind z. B. Zollverein I und II. Die Mauerstärke liess man früher vielfach nach den Widerlagern hin wachsen und erreichte dies dadurch, dass man der Mauerung nach aussen hin eine rechteckige Form gab (vergl. Fig. 7 S. 22). Oft liess man die Verstärkung auch weg oder wählte hier und da für die äussere Begrenzung der Mauer eine sechseckige Form.\*)

Heute gelangt die vierböige Form fast nur noch bei nachträglicher

\*) Karst. Arch. f. Miner. Geogn. Bergb. u. Hüttenk., 1853, S. 55.

Ausmauerung (z. B. Zollverein I und II, Graf Beust I) oder beim Weiterabteufen (z. B. Prinz von Preussen, Schacht Oeynhausen, und Holland II) alter rechteckiger Schächte zur Anwendung. Doch geht man in letzterem Falle, wenn es Form und Einteilung der Schachtscheibe irgend zulassen, zum kreisrunden Querschnitt über (z. B. Friederika I, Centrum II). Der einzige neue Schacht, den man in den letzten Jahren mit vierböiger Mauerung ausgekleidet hat, ist der im Jahre 1896 abgeteufte Förderschacht der Zeche Sprockhövel, welcher von Tage an bis 21 m Teufe ausgemauert ist, von da abwärts aber in Bolzenschrotzimmerung steht.

Die Streckenmauerung findet sich bei einigen tonnlägigen Schächten, unter denen der mit  $38^\circ$  Einfallen abgeteufte Schacht I der Zeche Langenbrahm (Fig. 37), sowie der Wetterschacht der Zeche Johann Deimelsberg genannt werden mögen.

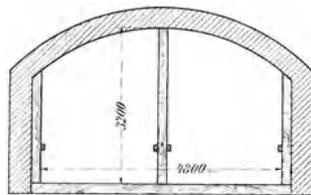


Fig. 37.

Schachtscheibe des Schachtes I der Zeche Langenbrahm.

Mit elliptischer Mauerung versehen sind ausserdem der schon erwähnte Fahrschacht Constanz-August der Zeche Hasenwinkel und drei Schächte der Zeche Ver. Stock und Scherenberg, nämlich die Förderschächte Beust, Hövel und ein zu dem letzteren gehöriger Wetterschacht.

Bei den nachfolgenden Ausführungen über das Material und die Herstellung der Mauerung sind die Senkmauern nicht berücksichtigt, da auf diese wegen des engen Zusammenhangs mit der Senkarbeit besser erst bei der Beschreibung dieses Verfahrens selbst eingegangen wird.

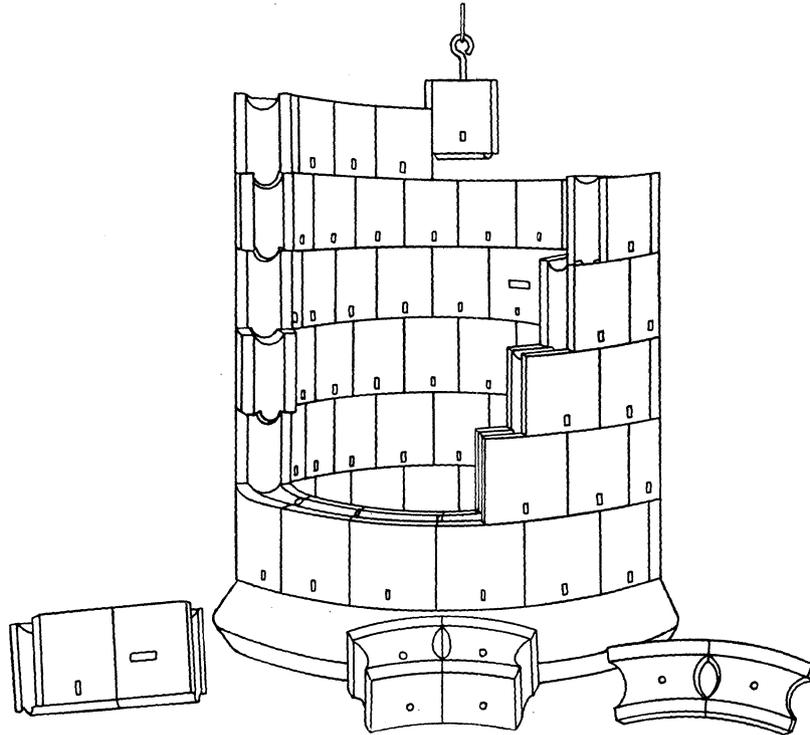
#### b) Die Steine.

Die bei der Schachtmauerung benutzten Steine sind seit den ältesten Zeiten fast ausschliesslich Ziegelsteine gewesen. Ursprünglich bezog man dieselben aus anderen Gegenden, wie z. B. 1842 für den Tiefbauschacht der Zeche Mathias aus Cleve\*) und 1853 für die beiden Schächte der Zeche Westfalia aus Holland.\*\*\*) Später lernte man es jedoch, die

\*) Karst. Arch. f. Miner. Geogn. Bergb. u. Hüttenk. 1853, S. 20.

\*\*) Der Berggeist, 1858, S. 189.

Steine aus dem im Ruhrbezirk in grosser Menge vorkommenden Lehm zu brennen und heute verwendet man ausserdem vielfach Ziegelsteine, welche aus dem in der Grube gewonnenen Thonschiefer hergestellt sind. Letztere sind zwar den Lehmsteinen wegen ihrer grösseren Festigkeit vorzuziehen, geben aber ein weniger dichtes Mauerwerk als diese, da der Mörtel sich wegen der geringen Porosität der Thonschiefersteine nicht so innig mit denselben



*Fig. 38.*

Cementformsteine nach Patent Möhle.

verbindet. Sind Wasserzuflüsse vorhanden, so empfiehlt sich daher die Verwendung von Lehmsteinen, während sonst die Thonschiefersteine vorzuziehen sein dürften.

Das Format der Steine ist fast überall das gewöhnliche ( $25 \times 12 \times 6,5$  cm). Bei den Schächten Ewald II und Holland IV hat man ausnahmsweise Radialsteine benutzt. In dem letzteren Falle hatten dieselben 30 cm Länge, 6,5 cm Höhe und 12,5 bzw. 14 cm Breite.

Mit Cementformsteinen nach Patent Mühle\*) (Fig. 38), ähnlich denen, welche seinerzeit bei dem Kirschheck-Schachte III im Saarrevier zur Verwendung gelangten\*\*), hat man im Mergel den im Jahre 1892 abgeteuften Wetterschacht der Zeche Roland ausgemauert. Diese Steine besitzen Segmentform, haben 30 cm Wandstärke und sind 1 m hoch und breit. Oben und an den beiden Seiten sind runde Rinnen und auf den unteren Seiten ein Wulst angebracht. Die seitlichen Rinnen und der Zwischenraum zwischen Wulst und Rinne in den Horizontalfugen werden mit Cement ausgegossen. In senkrechter und wagerechter Richtung gehen durch die Steine zwei sich kreuzende Löcher, welche beim Einlassen mittelst des Förderseiles in der vorgezeichneten Weise benutzt werden. Das wagerechte Loch hat ausserdem den Zweck, bei der Herstellung des Ausbaues die zuzitenden Wasser durchzulassen. Der lichte Durchmesser der Mauerung auf Roland beträgt 2,85 m, die Teufe bis zum Steinkohlengebirge 42 m. Die zuzitende Wassermenge von 300 l je Minute soll vollständig abgeschlossen worden sein. Eine weitere Anwendung hat diese Art des Ausbaues nicht gefunden.

Schächte, deren Mauerung aus Bruchsteinen besteht, giebt es nur ganz wenige. Unter denselben seien der Beust-Schacht der Zeche Ver. Stock und Scherenberg und der schon mehrfach genannte Fahrschacht Constanz-August der Zeche Hasenwinkel erwähnt.

### c) Der Mörtel.

Der Mörtel bestand bei der früheren sogenannten wasserdichten Schachtmauerung aus gewöhnlichem Kalk und Trass und zwar meist im Verhältnis 1:3.\*\*\*) Hier und da ersetzte man den Trass auch zum Teil durch Sand, Ziegelmehl oder Steinkohlenasche. Die Bezugsquellen waren für die beiden Hauptbestandteile des Mörtels schon dieselben wie heute. Der Kalk wurde aus dem im Süden des Ruhrbezirks auftretenden devonischen Elberfelder Kalkstein oder dem in der Gegend von Ratingen und Rath gewonnenen Kohlenkalk hergestellt und der Trass aus dem Bröhl- und Nettethal bezogen.

In einigen Fällen hat man auch aus gebranntem Kreidemergel hergestellten hydraulischen Kalk angewandt, ohne dass dieses Material sich jedoch dauernd Eingang verschafft hätte. Die Benutzung von Cement wird zwar schon aus dem Jahr 1843†) (Präsident I) mitgeteilt, doch scheint derselbe erst seit Anfang der achtziger Jahre grössere Verbreitung gefunden zu haben.

\*) Glückauf 1893 S. 883.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1895 S. 10.

\*\*\*) Karst. Arch. f. Miner., Geogn., Bergb. u. Hüttenk. 1853 S. 7.

†) Karst. Arch. f. Miner., Geogn., Bergb. u. Hüttenk. 1853 S. 5.

Der heutige Mörtel zeigt zwar eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung, doch lassen sich für dieselbe verschiedene Mittelwerte angeben. Reinen Luftmörtel findet man nur in den seltensten Fällen und nur da, wo das Gebirge vollständig trocken ist. Das Mischverhältnis ist meist: 1 Teil gewöhnlicher Kalk und 2 oder 3 Teile Sand. Sonst bedient man sich überall des hydraulischen Mörtels, welcher bei Trockenheit oder ganz geringem Wasserzufluss meist aus 1 Teil gewöhnlichem Kalk, 1 Teil Trass und 1 bis 3 Teilen Sand besteht. Im obersten Teile einer Mauerung, wo es sich darum handelt, die Tagewasser abzuhalten und überhaupt überall da, wo der Wasserzufluss mehrere Liter übersteigt, wird der Zusatz von Trass meist etwas erhöht, oder noch Cement hinzugefügt. Ausserdem tritt dann vielfach an die Stelle des gewöhnlichen Kalks der Wasserkalk. Reiner Cementmörtel, aus 1 Teil Cement und 2 bis 3 Teilen Sand bestehend, wird meist bei einem Wasserzufluss von mehreren hundert Litern oder im Gebirge von geringer Widerstandsfähigkeit benutzt.

In der nebenstehenden Zusammenstellung (Tabelle 7), bei welcher die verschiedenartigsten Verhältnisse berücksichtigt wurden, ist die Zusammensetzung einer Reihe von hydraulischen Mörteln angegeben, die in den letzten Jahren bei Schachtmauerungen Verwendung gefunden haben.

#### d) Die Herstellung der Mauerung.

Die Herstellung der Schachtmauerung erfolgte früher, so lange dieselbe noch zum Abschluss der im Mergel zuzitenden Wasser dienen sollte, in der Weise, dass man erst bis zum Steinkohlegebirge abteufte und dann von diesem aus bis zu Tage in einem Stück aufmauerte. Hierbei liess man die Wasser mit dem Fortschreiten der Mauerung allmählich aufgehen und sumpfte sie erst nach einigen Monaten wieder, damit der Mörtel bei ausgeglichenem Druck erhärten konnte.

Seitdem aber fast allgemein an die Stelle der sogenannten wasserdichten Mauerung die gusseiserne Cuvelage getreten ist, und man nur noch verhältnismässig geringe Wassermengen durch die Schachtmauerung abzuschliessen sucht, hat man das frühere Verfahren verlassen und mauert absatzweise aus. Die Höhe der einzelnen Absätze ist je nach der Widerstandsfähigkeit des Gebirges verschieden. Sie beträgt im Mergel im allgemeinen weniger, als im Steinkohlegebirge und bei diesem wiederum im Sandstein mehr als im Thonschiefer. Als Durchschnitt kann man im Sandstein etwa 60 m, im Thonschiefer 50 m und im Mergel 40 m annehmen. In dem sehr weichen Mergel auf Osterfeld II\*) war man genötigt, auf  $\frac{1}{2}$  m herunterzugehen, während man beim Abteufen der Schächte

---

\*) Glückauf 1900 S. 168.

Tabelle 7.

Zeche und Schacht	Jahr	Ge- wöhn- licher Kalk	Wasser- Kalk	Trass	Cement	Ge- wöhn- licher Sand	Rhein- Sand	Schlacken- Sand	Wasserzufluss und sonstige Verhältnisse
Ver. Rhein - Elbe u. Alma, Wetter- schacht Bulmke	1899	2	—	2	—	7	—	—	trockenes Ge- birge
Mont Cenis II . .	1897	1	—	1	—	—	—	1	Wasserzufluss wenige Liter
Dahlbusch VI . . .	1895	2	—	7	—	3	—	—	Wasserzufluss bis 70 l
Mont Cenis II . . .	1896	—	2	2	—	—	—	1	von 0-6 m Teufe
Centrum IV . . . .	1899	—	4	4	1	—	4	—	Wasserzufluss wenige Liter
Ver. Rhein - Elbe u. Alma, Wetter- schacht Bulmke	1899	2	—	2	1	7	—	—	Wasserzufluss bis 70 l
Ver. Wiesche . . .	1896	1	—	2	1	4	—	—	Wasserzufluss bis 200 l
Neumühl II . . . .	1897	—	—	—	1	—	5	—	Wasserzufluss bis 300 l, zum Teil wenig widerstands- fähiges Ge- birge
Hugo, neuer Schacht . . . . .	1899	—	—	—	1	—	4	—	trockenes, wenig wider- standsfähiges Gebirge
Osterfeld II . . . .	1898	—	—	—	1	—	3	—	trockenes, wenig wider- standsfähiges Gebirge

Minister Achenbach I und Grimberg II in sehr festem weissem Mergel Absätze bis zu 80 m nehmen konnte.

Der Mauerfuss erhält bei festem Gebirge eine einfach keilförmige, in weicherem Gestein dagegen eine doppelkeilförmige Gestalt. Die Höhe des Fusses schwankt zwischen 1 und 2 m. Als Unterlage für die Mauer benutzt man einen Holzkranz, hier und da auch, wenn es sich um den Abschluss von Wasser handelt, einen gusseisernen Keilkranz, der regelrecht pikotiert wird. Viele lassen jedoch die Unterlage ganz weg.

Unter der Mauer bleibt anfänglich eine Gesteinsbrust stehen, welche später beim Anschluss des unteren Maueratzes an den oberen durch Wegspitzen oder mittelst kleiner Schüsse beseitigt wird. In festem Sandstein

oder Konglomerat kann man aber auch, wie dies z. B. bei dem Schacht Colonia III des Steinkohlenbergwerks Mansfeld geschehen ist, von dem Stehenlassen einer Gesteinsbrust absehen, da bei festem Gebirge die Mauer genügenden Halt an den Vorsprüngen der Schachtstösse findet.

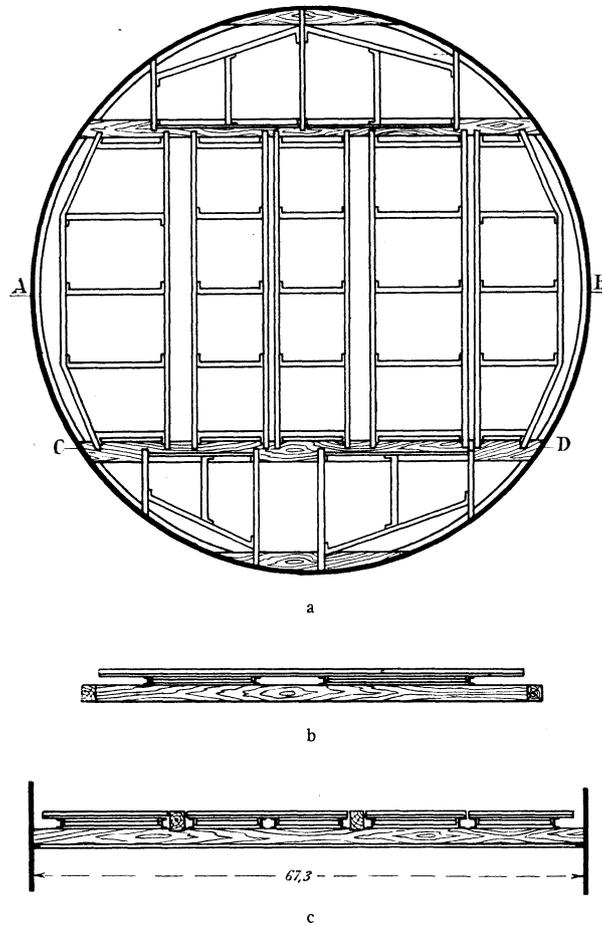
Die Mauerstärke beträgt  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Steine, nur bei den obersten 5 bis 20 m, wenn durch die Mauer Tagewasser zurückgehalten werden sollen, sowie bei Mauerfüssen, erhöht man dieselbe auf  $2\frac{1}{2}$  bis  $3\frac{1}{2}$  Steine. Man mauert bis an den Stoss heran und lässt Läufer- und Binderschichten miteinander abwechseln. Wo Quellen auftreten, bringt man Rohrstützen an, welche die Wasser in den Schacht ausgiessen lassen und nach dem Erhärten des Mörtels mit einem Holzpfropfen oder einem Blindflansch verschlossen werden. Manchmal führt man auch die Zuflüsse mehrerer Quellen durch senkrechte oder wagerechte Kanäle, die in der Mauer ausgespart werden, ein und demselben Rohre zu. Beträgt bis zu ungefähr 30 m Teufe der Wasserzufluss mehr als etwa 200 l und bei grösserer Teufe mehr als etwa 100 l, so dürfte an Stelle der Mauerung die gusseiserne Cuvelage anzuwenden sein, da man immer und immer wieder die unangenehme Erfahrung machen muss, dass ein vollständiger Abschluss grösserer Wassermengen durch Mauerung auf die Dauer nicht zu erreichen ist. Einer der wenigen Schächte, bei denen man in der neuesten Zeit auch bei einer grösseren Menge der zusitzenden Wasser die Abdichtung derselben durch Mauerung versucht hat, ist der im Jahre 1898 durch 69 m Deckgebirge niedergebrachte Schacht IV der Zeche Holland, wo der Wasserzufluss bis zu 3 cbm betrug. Die Mauer bestand daselbst aus einer Stossmauer von  $1\frac{1}{2}$  Steinen gewöhnlichen Formats, welche als Ausfütterung eine Lage der oben beschriebenen Radialsteine erhielt. Zwischen Stoss- und Futtermauer blieb ein Raum von 15 cm Breite, welcher mit festgestampftem Beton ausgefüllt wurde. Die Mauer ist nicht vollständig dicht geworden.

Bei der gewöhnlichen Art des Mauerns ruht die Arbeit auf der Sohle.

Das Mauern geschieht entweder von einer festen oder schwebenden Bühne aus.

Die feste Bühne wird auf den Einstrichen, welche man in diesem Falle schon beim Mauern einbaut, oder auf Hölzern, welche provisorisch in eingemauerte gusseiserne Schuhe gelegt werden, verlagert und beim Vorrücken der Mauerung gehoben. Man setzt die Bühne entweder aus einzelnen Brettern oder aus Segmenten, die aus hölzernen Balken und Brettern bestehen, zusammen. Statt der hölzernen Balken hat man bei den vier Schächten der Zeche Ver. Gladbeck  $\square$  und  $\perp$  Eisen genommen. (Fig. 39a—c). Vielfach bedient man sich zweier Bühnen, welche abwechselnd verschoben werden.

Das Verlegen fester Bühnen ist ziemlich zeitraubend. Ausserdem ist es möglich, dass man beim Abteufen im Mergel infolge unvorhergesehener grosser Wasserzuflüsse in die Lage kommt, abbohren zu müssen, wobei dann die Einstriche oder Mauerschuhe das Abbohren sehr erschweren

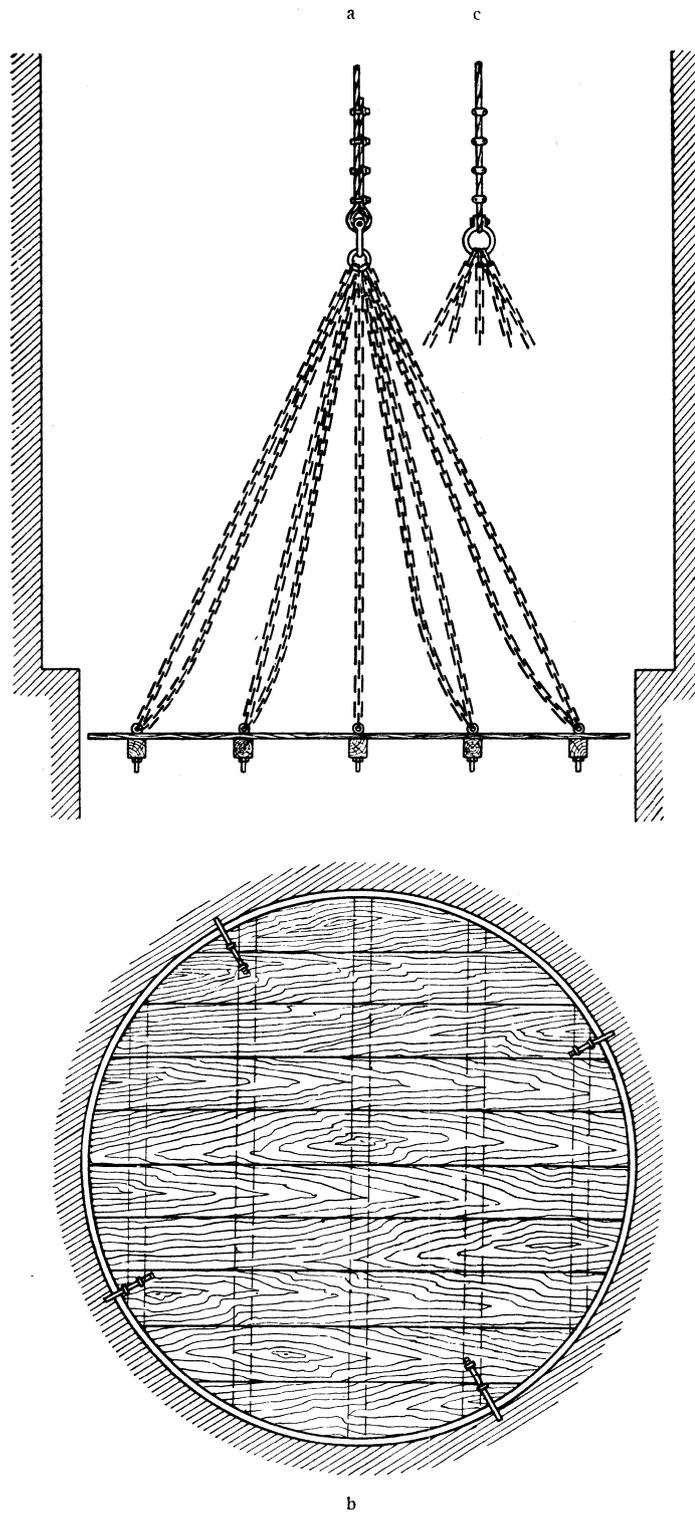


*Fig. 39.*

Feste Bühne für den Schacht Ver. Gladbeck IV.

können. In neuerer Zeit geht man daher immer mehr dazu über, schwebende Bühnen zu verwenden und die Einstriche nachträglich einzubauen.

Die schwebende Bühne wird wie die feste entweder ganz aus Holz (Fig. 40a—c) oder aus einem Gerippe von  $\square$  und  $\Gamma$  Eisen mit Bretterbelag

*Fig. 40.*

Schwebende Bühne für den Schacht Zollern II.

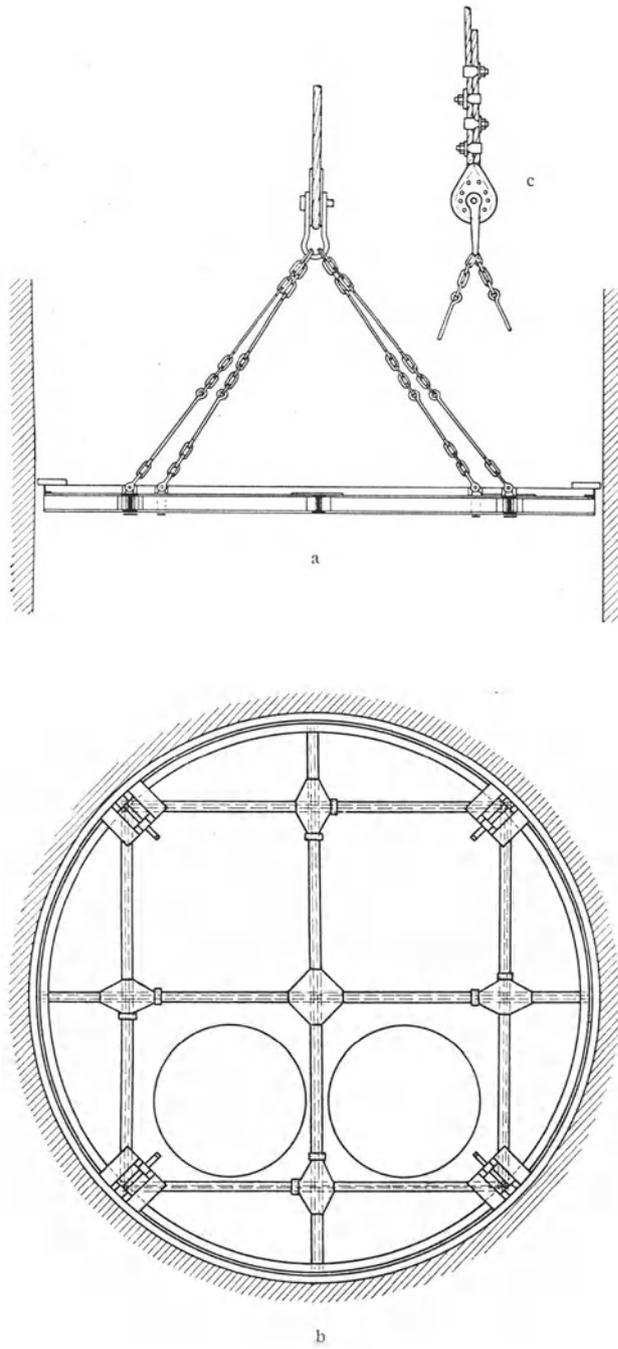


Fig. 41.

Schwebende Bühne für Minister Achenbach.

(Fig. 41a—c) hergestellt. Der letzteren Art giebt man wegen des geringeren Gewichts und der grösseren Tragfähigkeit meist den Vorzug.

Hier und da findet man auch Bühnen, deren Unterbau sowohl aus eisernen, als auch aus hölzernen Balken besteht (Fig. 42a—c).

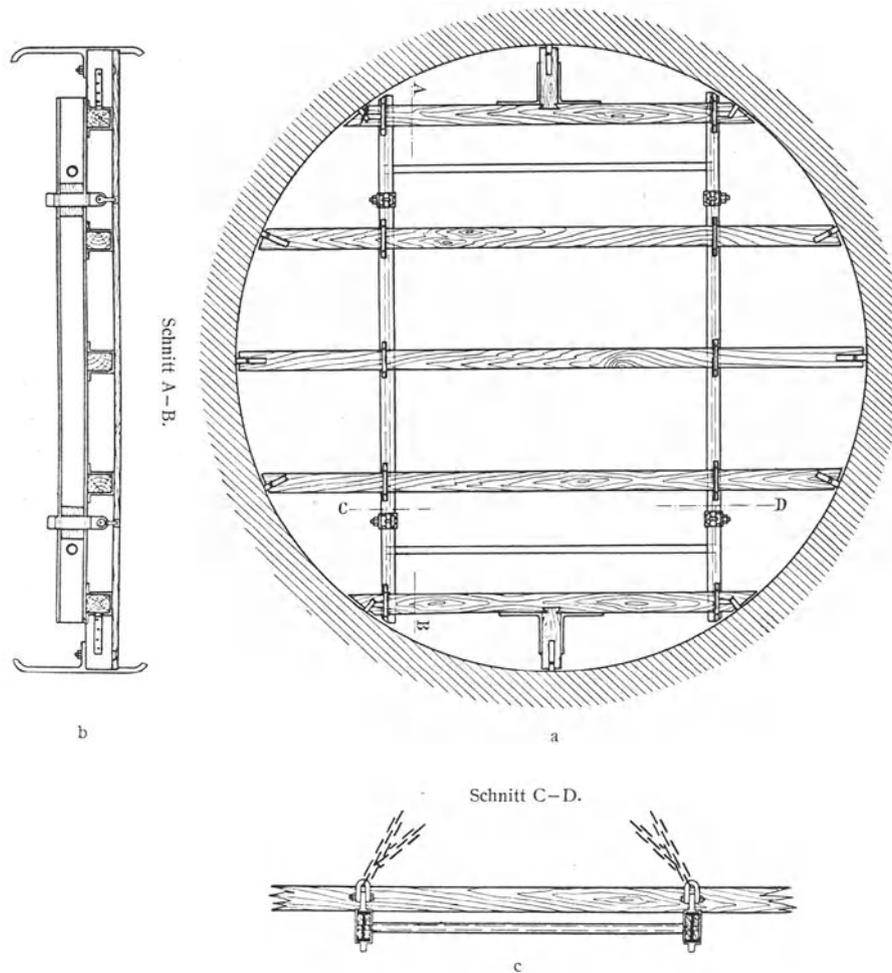
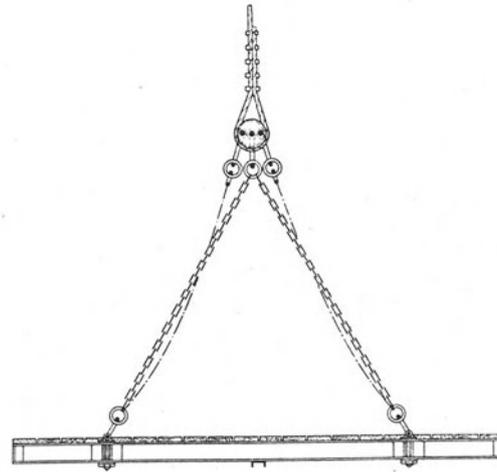


Fig. 42.

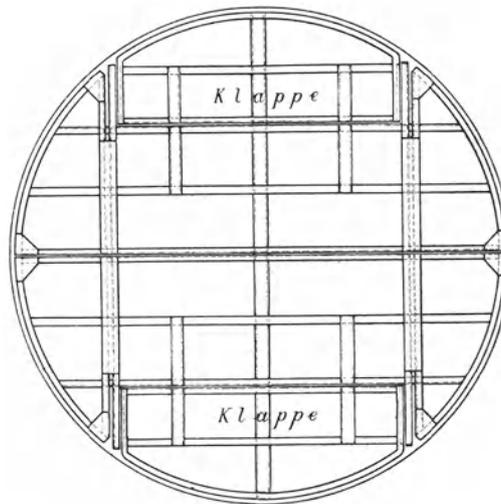
Schwebende Bühne für die Schächte Hugo und Sterkrade.

Durch vier Doppelketten wird die schwebende Bühne an einem Seile aufgehängt, welches mittelst eines Dampfkabels bewegt wird. Zum Festlegen während des Mauerns dienen eiserne Riegel, welche man in Löcher der Mauer schiebt. Nach Beendigung der Mauerung wird die

Bühne um  $90^\circ$  um ihre Axe gedreht oder zusammengeklappt, damit sie bei der Bergförderung nicht im Wege ist. Eine zusammenklappbare Bühne stellt Figur 43a und b dar.



a



b

Fig. 43.

Schwebende Bühne für den Schacht Recklinghausen II/II.

Die Dampfkabel, welche zur Bewegung der schwebenden Bühnen benutzt werden, haben 15 000 bis 30 000 kg Tragkraft. Sie sind meist

mit Hand- und Trittbremse versehen. Die Kraftübertragung von den Kolbenstangen der beiden Cylinder auf die Seiltrommel geschieht durch doppelte Zahnradgetriebe. Ausserdem ist zweckmässiger Weise zum genauen Einstellen der schwebenden Bühnen noch ein Schneckenradgetriebe vorhanden, welches auf die Antriebswelle wirkt und von Hand bewegt wird. Der Preis eines Dampfkabels schwankt je nach der Tragkraft zwischen 8 000 und 12 000 M.

Wo man es sehr eilig hat, findet das Mauern zweckmässigerweise gleichzeitig mit dem Abteufen statt. Zum ersten Male ist dieses Verfahren im Jahre 1885 von Tomson beim Abteufen des Schachtes I der Zeche Gneisenau angewandt worden.\*) Die Mauerarbeit geschah von einer schwebenden Bühne aus (Fig. 44 a und b), welche mit zwei Oeffnungen für den Durchgang der Förderkübel versehen war. Um die Kübel bei dem Durchgang zu führen, und die Maurer vor dem Hineinfallen in die Oeffnungen zu schützen, waren letztere mit oben und unten erweiterten Blechcylindern umgeben. Neben der Bergförderung war eine besondere Förderung für das Mauermaterial vorhanden. Die Rahmen zur Befestigung der Führungsseile, von denen derjenige für die Materialförderung in einiger Entfernung über den Maurern und der für die Bergförderung in einiger Entfernung über den Schachthauern angebracht war, dienten gleichzeitig als Schutz Bühnen für die unter ihnen beschäftigten Leute. Der Zwischenraum zwischen der Bühne und Schachtmauer wurde mit segmentförmig geschnittenen Brettern zugedeckt.

Von den wenigen Schächten, bei denen das Verfahren später noch zur Anwendung gelangt ist, mögen Schlägel und Eisen II (1891), Rheinpreussen III (1895), Preussen II/II (1897), Königsborn III (1900), sowie Werne I und II (1900) genannt werden. Das Mauern geschah hierbei in 2 sechstündigen Schichten, da die Mauerarbeit viel rascher vorrückt als das Abteufen, bei dem wie gewöhnlich in 4 Schichten gearbeitet wurde. Die Höhe der einzelnen Absätze betrug beispielsweise auf Preussen II/II 40 bis 45 m und auf Werne 50 bis 60 m. Im ersteren Falle waren bei einem lichten Durchmesser des Schachtes von 5,25 m mit dem Mauern und den damit in Verbindung stehenden Arbeiten einschliesslich der Maschinenführer 18 Mann, darunter 12 Maurer, und im letzteren Falle bei einem lichten Durchmesser des Schachtes von 5,80 m 28 Mann, darunter 14 Maurer, beschäftigt.

Das Verfahren ist bei grosser Mächtigkeit des Deckgebirges sehr zu empfehlen, da bei seiner Anwendung der Fortschritt wesentlich höher als bei der gewöhnlichen Methode ist. Allerdings ist dasselbe trotz aller Vor-

---

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 12.

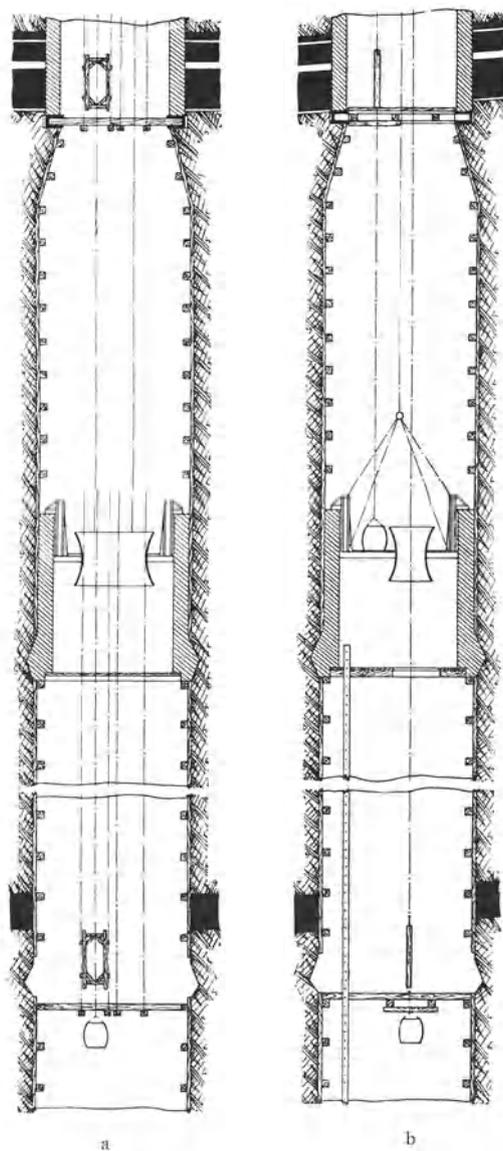


Fig. 44.

## Gleichzeitiges Abteufen und Mauern auf Gneisenau I.

sichtsmassregeln mit grosser Gefahr für die auf der Sohle beschäftigten Leute verbunden.

Zu einer eigentümlichen und sehr bemerkenswerten Art der Schachtmauerung hat man im Jahre 1895 bei dem Schachte Osterfeld II seine

Zuflucht genommen,\*) woselbst von 32 bis 72 m Teufe, sowie von 193 bis 218 m und von 232 bis 238 m Teufe sehr wenig widerstandsfähige Grünsand- und Mergelschichten zu durchteufen waren. Bei dem in den Jahren 1875 und 1876 niedergebrachten Schacht Osterfeld I hatte man Unterhängetubbings angewandt. Wegen der zu erwartenden geringen Wasserzuflüsse glaubte man jedoch bei Schacht II, welcher einen lichten Durchmesser von 4,50 m erhielt, den billigeren Ausbau mittels Mauerung wählen zu sollen und verfuhr in der Weise, dass man von einem in der Mitte hergestellten Einbruche aus segmentweise das Gebirge hereingewann und jedes ausgehauene Segment sofort mit Mauerung versah (Fig. 45). Hierbei

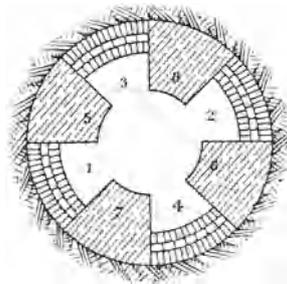


Fig. 45.

Segmentweises Mauern auf Osterfeld II.

unterfing man zuerst die schon fertige Schachtmauer durch einige Pfeiler und füllte dann die Zwischenräume zwischen denselben ebenfalls mit Mauerwerk aus. Die einzelnen Mauersegmente erhielten eine Stärke von 2 Steinen und wurden auf beiden Seiten sowie innen mit Verzahnung versehen. Je nach der Festigkeit des Gebirges betrug die Höhe der Mauersätze 0,50 bis 2 m und die Anzahl der Segmente vier bis vierzehn. Die Verzahnung nach innen diente zur Herstellung eines besseren Verbandes mit der später aufzuführenden 1 Stein starken Futtermauer, welche bis zu Tage reichte. Die Teilung der Mauer in Stoss- und Futtermauer geschah einmal, um in der Futtermauer die Einstriche verlagern, dann aber auch, um mit derselben etwaige Unregelmässigkeiten der segmentweisen Mauerung, welche wegen der geringen Widerstandsfähigkeit des Gebirges sehr rasch hergestellt werden musste, ausgleichen zu können.

Dieselbe Art der Mauerung ist fast gleichzeitig bei dem benachbarten Schachte Oberhausen III und sodann auch beim Niederbringen der Schächte Ver. Gladbeck I und III in sehr weichen thonigen Schichten des Bund-

\*) Glückauf 1900 S. 168.

steins, welcher hier zum ersten Male im Ruhrbezirk durchteuft wurde, zur Anwendung gekommen. Ausserdem hat man sich des Verfahrens u. a. noch auf Hugo, neuer Schacht, und Sterkrade bedient.

Die Herstellung der Schachtmauerung geschieht gewöhnlich im Schichtlohn, da es hier mehr auf sorgfältiges Arbeiten als auf eine möglichst grosse Leistung ankommt. Der Fortschritt beträgt im Durchschnitt etwa 2,5 m je 24 Stunden, kann aber, wenn man gelernte Maurer verwendet und denselben Gedinge giebt, bis auf 5 m (Werne I und II) gesteigert werden. Auf Werne, wo die Maurer bei 5,80 m lichtigem Durchmesser des Schachtes 35 M. je laufendes Meter erhielten, hat sich übrigens gezeigt, dass man auch bei der Arbeit im Gedinge, wenn hinreichende Aufsicht vorhanden ist, eine allen Ansprüchen genügende Mauerung herstellen kann.

Aus den Angaben über etwa 50 in den letzten 10 Jahren abgeteufte Schächte liess sich feststellen, dass die Kosten für die Herstellung der gewöhnlichen Schachtmauerung bei einem Durchmesser von 3 bis 6 m zwischen etwa 125 und 225 M. für das laufende Meter schwanken, wovon etwa 90 bis 165 M. auf die Materialien und 35 bis 60 M. auf die Löhne entfallen. Rechnet man eine durchschnittliche Mauerstärke von 2 Steinen, so stellt sich das cbm Schachtmauerung auf durchschnittlich 23 Mk. Bei einer Zunahme des Durchmessers um je 0,5 m betragen die Mehrausgaben für Materialien durchschnittlich je 15 M., für Löhne je 5 M.

Nähere Angaben enthält Tabelle 8.

Tabelle 8.

Lichter Durchmesser des Schachtes in m		Kosten je laufendes Meter Schachtmauerung		
von	bis	Materialien M.	Löhne M.	Zusammen M.
3,0	3,5	91	35	126
3,5	4,0	106	40	146
4,0	4,5	118	44	162
4,5	5,0	135	49	184
5,0	5,5	151	55	206
5,5	6,0	167	60	227

### 3. Gusseiserne Cuvelage.

Bei den 144 Schächten mit gusseiserner Cuvelage besteht diese teils aus englischen Tubblings, d. i. Segmenttubblings mit Aussenflanschen, teils aus deutschen Tubblings, welche aus einzelnen Segmenten mit Innenflanschen zusammengesetzt sind, und zu einem kleinen Teile schliesslich aus ganzen Schachtringen.

Ueber die Verbreitung dieser einzelnen Arten von Tubblings giebt Tabelle 9 Auskunft.

Tabelle 9.

Art der Tubblings	Anzahl der Schächte	Laufende Meter saigerer Schachtteufe
Englische Tubblings .	89	5534
Deutsche Tubblings .	55	4212
Ganze Schachtringe .	13	1020

Auch bei den nachstehenden Ausführungen über das Material und die Herstellung der gusseisernen Cuvelage sind die Senkcylinder aus dem schon angegebenen Grunde nicht berücksichtigt. Aus demselben Grunde wird auch die Cuvelage der Bohrschächte erst bei der Beschreibung des Schachtbohrens selbst behandelt werden.

#### a) Englische Tubblings.

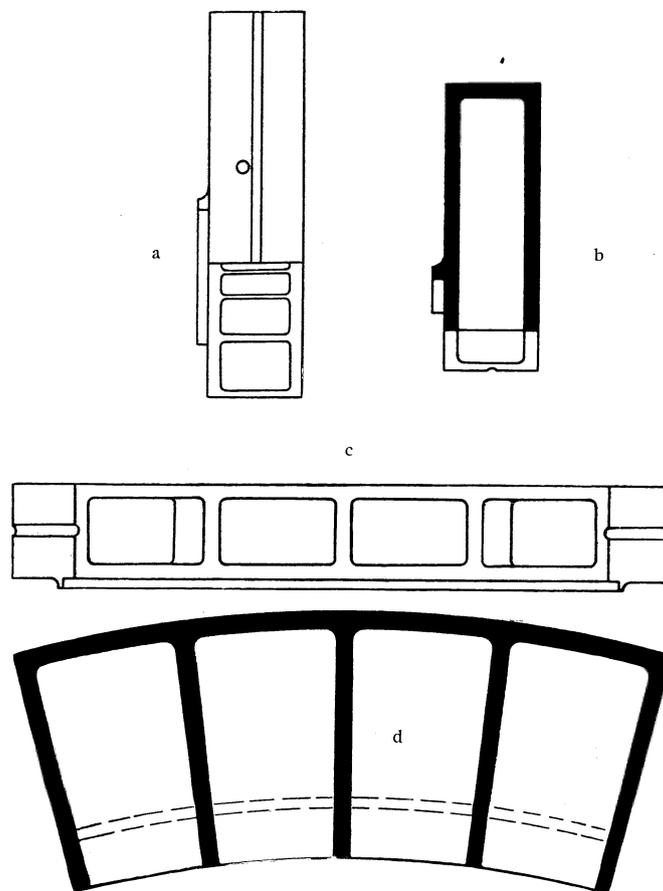
Die englischen Tubblings wurden im Jahre 1855 von dem Irländer Wm. T. Mulvany eingeführt,\*) welcher im Auftrage einer irländischen Gesellschaft die jetzigen Schächte Hibernia I und II niederbrachte und hierbei das in Westfalen damals noch unbekanntes englische System des Abteufens in wasserführendem Gebirge zur Anwendung brachte. Statt wie bisher den Mergel in einem Stück bis zum Steinkohlengebirge zu durchteufen und dann von hier aus bis zu Tage eine Mauer aufzuführen, brachte Mulvany den Schacht in einzelnen kleinen Absätzen nieder und schloss hierbei jeden grösseren Wasserzufluss für sich durch Tubblings ab. Der Vorteil des neuen Verfahrens bestand einmal darin, dass man nunmehr imstande war, den Schacht vollständig wasserdicht auszukleiden, dann aber auch darin, dass man nicht mehr genötigt war, bis zur Erreichung des Steinkohlengebirges die Gesamtmenge der im Mergel erschrotene Wasser zu Tage zu heben.

Später hat Mulvany das Verfahren noch bei den Schächten Shamrock I und II (1857 bzw. 1862), Erin I und II (1866), Hansa I (1866 bzw. 1871) sowie Zollern I (1868) angewandt.

Der erste von Deutschen mit englischen Tubblings ausgekleidete Schacht dürfte wohl der im Jahre 1858 in Angriff genommene Schacht II der Zeche Ver. Constantin der Grosse sein.

\*) Mulvany in Daweys »On mining machinery«, S. 335.

Die Form der Tubblings hat sich seit ihrer Einführung in Westfalen kaum verändert. Die Höhe der Keilkränze (Fig. 46a—d), welche gewöhnlich nach innen offen und mit mehreren senkrechten Verstärkungsrippen versehen sind, beträgt 150 bis 300 mm, die Breite 400 bis 750 mm und das Gewicht beispielsweise bei einem lichten Durchmesser von 5 m je nach



*Fig. 46.*

Keilkranz für englische Cuvelage.

der Wandstärke und Höhe 7000 bis 12 000 kg. Auf der Oberseite befindet sich eine Leiste, vor der die Aufsatzkränze aufgebaut werden. Zur festen Verbindung der einzelnen Segmente, deren Zahl je nach dem Durchmesser des Schachtes zwischen 6 und 12 schwankt, dienen an den Seitenwänden derselben angebrachte, sich zu runden Löchern ergänzende Nuten, in

die Holzpflocke eingetrieben werden. Die Dichtung der Fugen geschieht durch Tannenholzbrettchen, welche man durch Keile von Pitchpineholz pikotiert. In neuerer Zeit legt man gewöhnlich zwei Keilkränze aufeinander, von denen der obere um 10 bis 20 cm breiter als der untere ist, sodass er diesen überragt. Der obere Keilkranz, an welchen der nächst tiefere Tubbingssatz angeschlossen wird, nimmt den Druck auf, der beim Pikotieren der Anschlussfuge auf den oberen Tubbingssatz ausgeübt wird. Auf diese Weise erreicht man, dass durch das Pikotieren der Anschlussfuge die feste Verlagerung des unteren Keilkranzes, welcher den wasserdichten Abschluss nach unten bewirkt, nicht gefährdet wird.

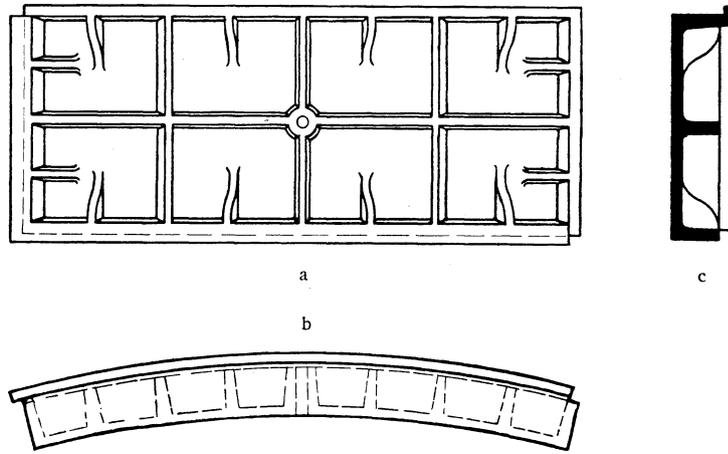
Das Keilkranzbett wird mit Keilhaue und Spitzeisen genau horizontal ausgearbeitet und mit dünnen Tannenholzbrettchen belegt. Da sich im Mergel eine ebene und glatte Fläche sehr leicht herstellen lässt, kann man eine gemauerte Unterlage für den Keilkranz entbehren. Die Herstellung derselben empfiehlt sich nur dann, wenn der Fuss der Cuvelage ausnahmsweise in das Steinkohlengebirge verlegt werden muss.

Den Raum hinter dem Keilkranz füllt man mit Tannenbrettchen aus, die zuerst mit Keilen aus Pitchpineholz und sodann noch mit Stahlkeilen pikotiert werden. Für das Ausspitzen des Keilkranzbettes sind je nach der Festigkeit des Gebirges 1 bis 4, sowie für das Verlegen und Pikotieren des Keilkranzes durchschnittlich zwei Arbeitstage erforderlich.

Die Aufsatzkränze sind 600 bis 700 mm hoch. Ihre Wandstärke beginnt gewöhnlich mit 25 mm; die Anzahl der Segmente ist dieselbe wie bei den Keilkränzen. Das Gewicht der Ringe beträgt bei 25 bis 40 mm Wandstärke und einem Durchmesser von 4 m etwa 3000 bis 4600 kg und bei 5 m Durchmesser etwa 4000 bis 6500 kg.

Die einzelnen Segmente sind aussen mit ringsherum laufenden Flanschen, sowie mit einer Horizontal- und drei Vertikalrippen versehen (Fig. 47 a—c und 48). Zur Unterstützung der Flanschen sind an dieselben kleine Ansätze angegossen. In der Mitte eines jeden Segmentes befindet sich eine Oeffnung, welche während der Abdichtung der Cuvelage das Wasser durchlassen soll. Dieselbe wird später durch einen Holzpfropfen geschlossen. Damit keine fortlaufenden Vertikalfugen vorhanden sind, werden die Tubbinge so eingebaut, dass die Vertikalfugen zweier übereinander liegenden Ringe immer um die halbe Segmentbreite versetzt sind.

Die Höhe eines Tubbingssatzes nimmt man nicht über 25 m, weil sonst das von einem Keilkranz aufzunehmende Gewicht zu gross wird. Im übrigen hängt dieselbe davon ab, ob man eine wassertragende und zur Anbringung des Keilkranzes geeignete Schicht antrifft oder nicht. Ausserdem wird man die Sätze um so grösser nehmen können, je geringer die Menge der zusitzenden Wasser ist.

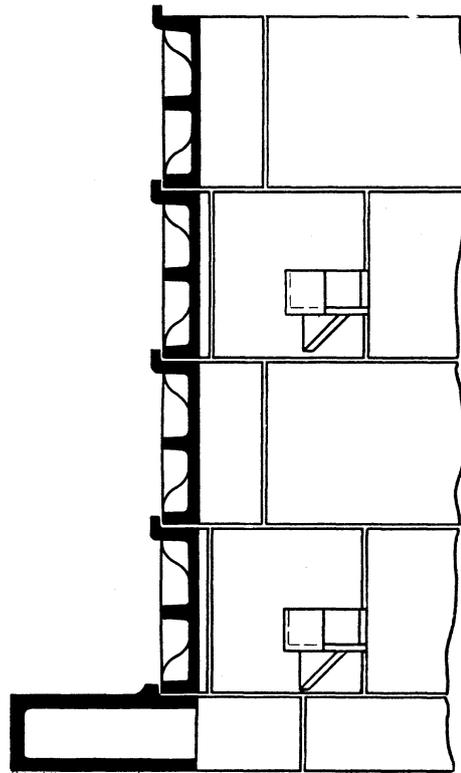


a

c

b

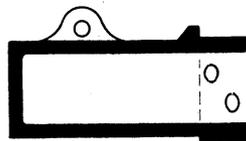
*Fig. 47.*  
Aufsatzkranz für englische Cuvelage.



*Fig. 48.*  
Englische Cuvelage.

Der Raum hinter den untersten Tubblings eines jeden Satzes wird mit Beton, welcher meist aus einem Teil Cement und zwei bis drei Teilen Rheinsand besteht, ausgefüllt. Zur Hinterfüllung der oberen Tubblings benutzt man Berge oder Ziegelschrott, seltener Beton, obgleich letzterer wegen eines etwaigen Bruches von Tubblingssegmenten zweckdienlicher ist.

Zur Abdichtung der Cuvelage werden in die Vertikal- und Horizontal-fugen zwischen den einzelnen Segmenten der Aufsatzkränze Weiden- oder Kiefernholz Brettchen von etwa 10 cm Breite, 10 bis 20 cm Länge und 7 bis 15 cm Dicke gelegt, welche man später mit Pitchpine-Keilen pikotiert. Da die Segmente niemals gleich hoch, sowie meistens mehr oder weniger windschief sind, und die Oberfläche der Flanschen uneben ist, so erfordert der Einbau der Tubblings und insbesondere das Einpassen



*Fig. 49.*

Keilkranz einer aus unbearbeiteten deutschen Tubblings bestehenden Cuvelage.

der Dichtungsbrettchen verhältnismässig viel Zeit. Der durchschnittliche Fortschritt beim Einbau einschliesslich des Hinterfüllens beträgt je Arbeitstag etwa 4 m.

Nachdem ein Satz Tubblings eingebaut ist, erfolgt das Pikotieren und zwar zuerst von unten nach oben fortschreitend mit Flachkeilen von etwa 10 cm Länge, 4 cm Breite und 6 mm grösster Dicke. Sodann treibt man, abermals von unten anfangend, Spitzkeile von etwa 10 cm Länge und 8 mm grösster Stärke ein. Damit hierbei die Dichtungsbrettchen nicht nach aussen ausweichen, sind an den Tubblingssegmenten oben und auf einer Seite Leisten angegossen (Fig. 49).

Das Pikotieren eines Tubblingsatzes von 25 m Höhe dauert durchschnittlich etwa sieben Arbeitstage, sodass sich hieraus je Tag ein Fortschritt von etwa 3,5 m ergibt.

Beim Einbau und Pikotieren der Tubblings benutzt man wie beim Mauern feste oder schwebende Bühnen. Die ersteren werden an den Einstrichen oder an Schuhen befestigt, welche zu diesem Zwecke an die Tubblings angegossen sind (Fig. 48). Noch mehr als beim Mauern sind hier schwebende Bühnen den festen vorzuziehen, da beim Einbau und Pikotieren der Tubblings der Weg vom unteren bis zum oberen Ende eines

Satzes mindestens dreimal zurückgelegt werden muss und hierbei durch das Verlegen fester Bühnen viel Zeit verloren geht.

Die einzelnen Segmente der Keil- und Aufsatzkränze werden am Seil mittels der Fördermaschine oder eines Dampfkabels eingelassen. Zum Anschlagen der Keilkranzsegmente an das Seil dienen Ketten, welche an den Seitenwänden der Segmente befestigt werden (Fig. 50), während bei den Aufsatzkränzen Bügel in der aus Figur 51 ersichtlichen Weise benutzt werden.

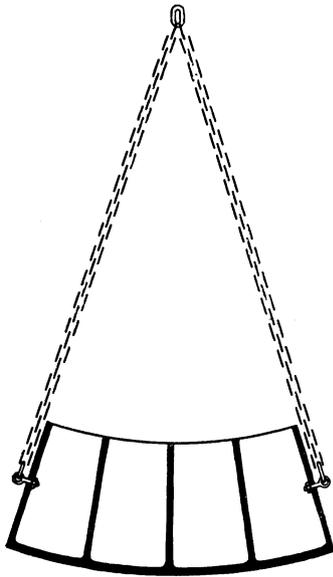


Fig. 50.

Vorrichtung zum Einhängen von  
Keilkranzsegmenten.



Fig. 51.

Vorrichtung zum Einhängen von  
Tubblings.

Sogenannte Kastentubblings mit nach innen gekehrten Nischen zur Verlagerung der Pumpensätze sind im Ruhrbezirk nur ganz selten, wie beispielsweise von Mulvany auf Hibernia I, angewandt worden. Sie sind zu entbehren, da man die Einrichtung auch so treffen kann, dass die Pumpenlager in der über oder unter der Cuvelage befindlichen Mauerung angebracht werden können.

Der Anschluss eines Tubbingssatzes an einen oberen wird durch einen sogenannten Passring bewirkt, welcher nach Mass bestellt wird, wenn man sich beim Einbau der Tubblings dem oberen Satze nähert und daher die erforderliche Höhe des Ringes feststellen kann. Auch wählt man gern von vornherein die Lage des Keilkranzes so, dass man voraussichtlich mit

Tubbings von gewöhnlicher Höhe auskommt. Dieses Verfahren ist jedoch nicht empfehlenswert; die Abmessungen der Tubbings sind nämlich nicht immer genau gleich, sodass eine genaue Vorherbestimmung des notwendigen Abstandes kaum möglich ist, und man sich unter Umständen schliesslich doch noch zur Bestellung eines Passringes entschliessen muss, oder aber eine sehr starke, schwer abzudichtende Pikotagefuge erhält.

Wo der Tubbingausbau sich an eine Senkmauer anschliesst, lässt man denselben ein Stück in die Mauer hineinreichen und füllt dann den Zwischenraum zwischen beiden mit Beton aus. In derselben Weise verfährt man auch beim Anschluss an eine gewöhnliche Mauer, wenn man nicht die Mauer gleich von vornherein in ihrem unteren Teile soweit zurückspringen lässt, dass die Cuvelage ohne Verminderung des Schachtdurchmessers in die Mauer hineinragen kann (Graf Waldersee I u. II). Am besten wird die Mauer auf einen Keilkranz gesetzt und dann der Tubbingssatz wie an jeden anderen Keilkranz angeschlossen (Minister Achenbach I). Der Fortschritt bei der Herstellung der aus englischen Tubbings bestehenden Cuvelage schwankt zwischen 0,6 und 1,8 m für den Tag und kann im Durchschnitt zu 1,2 m angenommen werden.

Ein Bild von Gewichten je laufenden Metern mögen die nachstehenden von dem Schalker Gruben- und Hüttenverein zur Verfügung gestellten Zahlen geben (Tabelle 10).

Tabelle 10.

Teufe	Wandstärke	Gewicht der Tubbings je	
		lfd. Meter Cuvelage	
		bei einem lichten Durchmesser von	
m	mm	4 m kg	5 m kg
20—36	25	5140	6660
36—52	28	5625	7470
52—68	31	6105	8270
68—84	34	6595	9060
84—100	37	7150	9835

Die Kosten der Cuvelage stellen sich bei einem lichten Durchmesser von 4 bzw. 5 m und einer Teufe von 0 bis 100 m durchschnittlich etwa, wie folgt (Tabelle 11):

Tabelle 11.

Gegenstand	Kosten je lfd. Meter Cuvelage bei einem lichten Durchmesser von	
	4 m	5 m
	M.	M.
Tubbings . . . . .	735	965
Dichtungsbrettchen und Keile . . . . .	7	10
Beton . . . . .	30	40
Löhne der unmittel- bar mit der Her- stellung der Cu- velage beschäf- tigten Arbeiter . . . . .	160	200
Zusammen	932	1215

Für die Tubbings ist ein Preis von 125 M. je 1000 kg zu Grunde gelegt.\*) Bei der Feststellung der übrigen Kosten wurden die Angaben für eine Anzahl Schächte benutzt, die in den letzten zehn Jahren abgeteuft worden sind.

Die englische Cuvelage hat den Nachteil, dass sie auf die Dauer nicht immer vollständig dicht zu halten ist. Es hat sich dies beispielsweise im Laufe der letzten Jahre bei den 30 bis 40 Jahre alten Schächten Hannover II (58 bis 81 m Teufe), Hansa I (90 bis 105 m Teufe) und Hansa II (100 bis 105 m Teufe) gezeigt. Hier war man genötigt, in den angegebenen Teufen die englischen Tubbings durch deutsche zu ersetzen oder diese vor die englischen vorzubauen. Ausserdem erfordert die Herstellung der Cuvelage viel Zeit und die Kosten sind, wie später gezeigt werden wird, höher als bei den deutschen Tubbings. Trotzdem hat man sich in den letzten Jahren noch bei einer ganzen Anzahl von Schächten der englischen Cuvelage bedient, da noch vielfach die Ansicht herrscht, dass dieselbe billiger sei, als die deutsche. Nur da, wo ein Schacht durch ein Gebirge niedergebracht wird, das sich durch die Einwirkungen des Abbaues in Bewegung befindet, wird auch heute noch die Anwendung englischer Cuvelage zu empfehlen sein, weil diese infolge der elastischen Pikotage ohne Gefährdung des ganzen Ausbaues den Gebirgsbewegungen zu folgen vermag, während dies bei den deutschen Tubbings ihrer starren Verbindung wegen nicht möglich ist. Von dieser Erwägung ausgehend, hat man u. a. im Jahre 1890 den Schacht Dahlbusch V mit englischen statt mit bearbeiteten deutschen Tubbings ausgekleidet.

\*) Preisnotierung zu Anfang des Jahres 1901.

### b) Deutsche Tubblings.

Bei den deutschen Tubblings, welche die Rippen und Flanschen auf der Innenseite tragen, ist zu unterscheiden, ob sie auf den Stossflächen unbearbeitet oder bearbeitet sind.

Die unbearbeiteten deutschen Tubblings wurden früher fast ausschliesslich bei der Senkarbeit und als sogenannte Unterhängetubblings beim Abteufen auf gewöhnliche Weise zur Sicherung der Stösse in wenig widerstandsfähigem Gebirge angewendet. Bei der Senkarbeit finden wir sie zum ersten Male im Jahre 1858 auf der Zeche Rheinpreussen I und als Unterhängetubblings im Jahre 1862 auf der Zeche Ruhr und Rhein.

Bei den Unterhängetubblings werden die Tubblingssegmente, nachdem jedesmal für eines derselben der erforderliche Raum im Gebirge

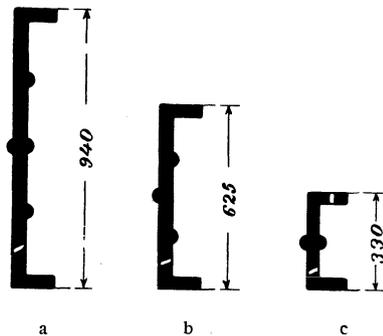


Fig. 52.

Unterhängetubblings für Deutscher  
Kaiser I.

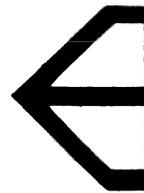


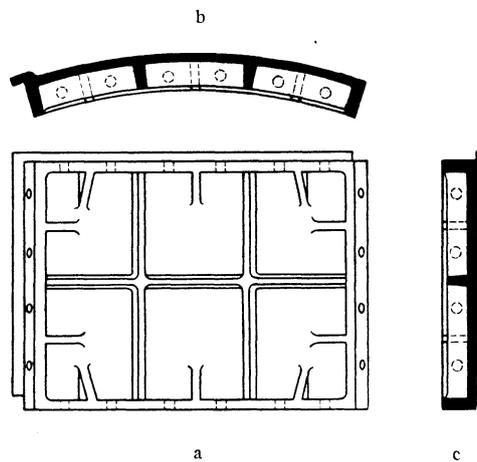
Fig. 53.

Widerlagertubblings für Deutscher  
Kaiser I.

hergestellt ist, einzeln eingebaut und durch Schrauben untereinander und mit dem nächst höheren Ring verbunden. Zur Dichtung der Fugen benutzte man auf Ruhr und Rhein und später auch auf Rheinpreussen II, Deutscher Kaiser I, II und III, sowie Westende Brettchen von Pitchpine-Holz. Die Höhe der Ringe betrug bei diesen Schächten je nach der Widerstandsfähigkeit des Gebirges 0,32 bis 1 m. Auf der Innenseite waren die Tubblings mit einer oder mehreren Horizontalrippen versehen (Fig. 52a—c). Ausserdem hatte man, um die Reibung an den Stössen möglichst zu erhöhen, auch auf der Aussenseite eine solche Rippe angegossen. In gewissen Abständen baute man als Widerlager dienende Tubblings mit einfach oder doppelkeilförmigem Querschnitt ein (Fig. 53). Zur Hinterfüllung der Ringe diente Cement, welcher mittels einer Spritze durch eine in jedem Segment befindliche Oeffnung eingespritzt wurde.

Eine besondere Art unbearbeiteter deutscher Tubblings hat man ferner auf Rheinpreussen I beim Weiterabteufen unterhalb des letzten Senkcylinders benutzt. Die einzelnen Ringe, welche mit dem Fortschreiten des Abteufens segmentweise untergebaut wurden, waren 0,39 m hoch, und je zwei ergänzten sich zu einem Widerlagertubbing von einer der oben beschriebenen ähnlichen Form. Da der Durchmesser des Schachtes allmählich von 2,68 auf 4,16 m erweitert werden sollte, liess man den Durchmesser der Tubblings von Ring zu Ring um 6 cm wachsen. Eine Verschraubung der einzelnen Ringe untereinander fand nicht statt.

Während neuerdings an Stelle der unbearbeiteten deutschen Tubblings fast allgemein bearbeitete getreten sind, hat man die ersteren ausnahms-



*Fig. 54.*

Aufsatzkranz der aus unbearbeiteten deutschen Tubblings bestehenden Cuvelage von Carolus Magnus II.

weise wieder auf Carolus Magnus II (1892), Friedrich Ernestine II (1898) und Victoria Mathias II (1898) beim Abteufen im festen Mergel, sowie auf Victoria Mathias I bei der Wiederaufwältigung dieses Schachtes nach dem im Jahre 1898 erfolgten Zusammenbruch angewendet. Die Keilkränze bei der Cuvelage dieser Schächte haben eine ähnliche Form wie diejenigen bei der englischen Cuvelage. Die einzelnen Segmente sind zu ihrer Verbindung untereinander auf den Seiten mit je zwei Schraubenlöchern und ausserdem mit je einem nach oben vorstehenden Auge versehen. Durch zwei benachbarte Augen wurde beim Einbau ein Stahlkeil geschoben, um die Segmente beim Einbau sofort in die richtige Lage zueinander zu bringen.

Die Aufsatzkränze (Fig. 54a—c) sind auf Carolus Magnus II 1 m und bei den übrigen Schächten 1,5 m hoch. Die einzelnen Segmente und Ringe

wurden beim Einbau durch Schrauben, welche man später wieder entfernte, miteinander verbunden und in die Fugen Pitchpinebrettchen gelegt. Nach dem Einbau eines Satzes wurden die Fugen pikotiert. Wie bei den englischen Tubblings sind auch hier an jedes Segment oben und an einer Seite Leisten angegossen, um ein Ausweichen der Brettchen beim Pikotieren zu verhindern. Die Hinterfüllung der Ringe geschah mit Beton, zu welchem Zwecke auf Victoria Mathias I an jedem Segment zwei Fülllöcher angebracht waren. Auf Friedrich Ernestine II und Victoria Mathias II besitzt jedes Segment zwei horizontale Rippen, während bei den beiden anderen Schächten ausser einer bzw. zwei Horizontalrippen noch Vertikalrippen vorhanden sind. Die Flanschen sind wie bei den englischen Tubblings durch angegossene Ansätze verstärkt. Bei den Arbeiten auf Victoria Mathias I wurden die Ringe wegen des schlechten Gebirges untereinander gehängt, bei den übrigen Schächten dagegen von unten nach oben aufgebaut.

Der Fortschritt bei der Herstellung der Cuvelage betrug durchschnittlich 1,5 m für den Tag.

Die Gewichte für das laufende Meter einer aus unbearbeiteten deutschen Tubblings von 1,50 m Höhe bestehenden Cuvelage sind für eine Teufe von 20—100 m und einen Durchmesser von 4—5 m nach den Angaben des Schalker Gruben- und Hüttenvereins in Tabelle 12 mitgeteilt.

Tabelle 12.

Teufe	Wandstärke mm	Gewicht je lfd. Meter Cuvelage bei einem lichten Durchmesser von	
		4 m kg	5 m kg
20— 40	25	4225	5264
40— 60	30	4886	6074
60— 80	35	5548	6883
80—100	40	6210	7693

Vergleicht man diese Zahlen mit den in Tabelle 10 Seite 54 für englische Cuvelage angegebenen, so findet man, dass dort die Gewichte nicht unerheblich höher sind. Es rührt dies daher, dass bei der englischen Cuvelage auf das laufende Meter eine viel grössere Flanschenlänge entfällt.

Die Verwendung von unbearbeiteten deutschen Tubblings ist, da bei ihnen wie bei den englischen Tubblings der Einbau und die Abdichtung viel Zeit erfordert, wenig zu empfehlen. Insbesondere sind dieselben da

nicht am Platze, wo die Fugen zum Abschluss grösserer Wassermengen pikotiert werden müssen, weil bei den Tubblings mit Innenflanschen der durch das Pikotieren hervorgerufene Druck hauptsächlich auf die Flanschen ausgeübt wird. Letztere werden infolge desselben leicht rissig. Das Pikotieren muss daher mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden. Dies ist auch wohl der Grund, weshalb die Arbeiten bei der Herstellung der Cuvelage nicht viel schneller fortschreiten, als bei den englischen Tubblings, trotzdem bei diesen die Höhe der Aufsatzkränze in der Regel um mehr als die Hälfte geringer ist als bei den deutschen Tubblings. Die Kosten für das laufende Meter der aus unbearbeiteten deutschen Tubblings von 1,50 m Höhe bestehenden und durch Pikotieren abgedichteten Cuvelage sind für eine Teufe von 0—100 m und einen Durchmesser von 4 bzw. 5 m in Tabelle 13 näher angegeben.

Tabelle 13.

Gegenstand	Kosten je lfd. Meter Cuvelage bei einem lichten Durchmesser der Ringe von	
	4 m	5 m
	M.	M.
Tubblings . . . . .	653	849
Dichtungsbrettchen und Keile .	7	10
Beton . . . . .	30	40
Löhne der unmittelbar mit der Herstellung der Cuvelage be- schäftigten Arbeiter . . . .	120	160
Zusammen . . . .	810	1059

Für die Tubblings ist hier ein Preis von 140 M.\*) je Meter angenommen. Bei den Angaben der sonstigen Kosten sind die auf Carolus Magnus, Friedrich Ernestine und Victoria Mathias gemachten Erfahrungen zu Grunde gelegt.

Die Gesamtkosten im Betrage von 810 bzw. 1050 M. je Meter sind um rund 120 bis 160 M. niedriger als bei der englischen Cuvelage (vergl. Tabelle 11 S. 55).

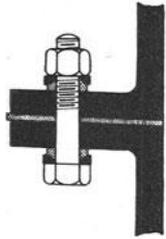
Bearbeitete deutsche Tubblings sind zum ersten Male im Jahre 1883 auf den Vorschlag von Generaldirektor Schulz-Briesen beim Abteufen des Schachtes König Ludwig I zur Anwendung gelangt.

Die Dichtung der Fugen erfolgte bei diesen Tubblings durch Bleistreifen von 2 bis 3 mm Stärke, welche durch Verschraubung der einzelnen

\*) Preisnotierung zu Anfang des Jahres 1901.

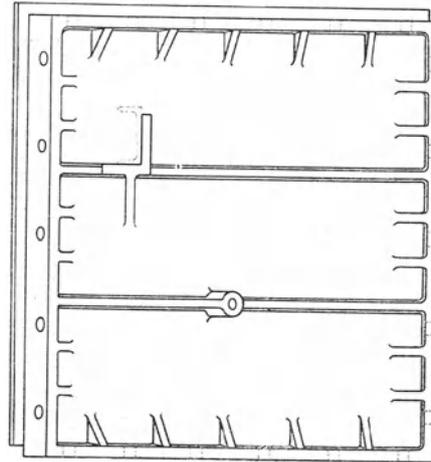
Ringe und Segmente zusammengepresst wurden. Auch die Schrauben, welche wie die Stossflächen der Ringe an den Anlageflächen der Muttern und Köpfe bearbeitet sind, werden abgedichtet, indem man unter die Muttern und Köpfe hohle eiserne Scheiben legt, in die Bleiringe eingepasst werden (Fig. 55).

Die Keilkränze sind ungefähr dieselben wie bei der aus unbearbeiteten deutschen Tubblings bestehenden Cuvelage. Die Stossfläche für die Aufsatzkränze (Fig. 56) ist meist etwas erhöht. Auch hier legt



*Fig. 55.*

Schraubenverbindung  
der Tubblings.



*Fig. 56.*

Aufsatzkranz der aus unbearbeiteten deutschen  
Tubblings bestehenden Cuvelage von Victoria  
Mathias II.

man vielfach 2 Keilkränze übereinander, von denen der obere den unteren (Fig. 57) überragt.

Die je nach dem Durchmesser aus 6 bis 12 Segmenten bestehenden Aufsatzkränze (Fig. 58a und b) sind gewöhnlich 1,5 m hoch und mit zwei Horizontalrippen versehen. Unter den oberen und unteren Flanschen sind zur Verstärkung derselben kleine Ansätze angegossen. In der unteren Horizontalrippe befindet sich eine Oeffnung zum Durchlassen des Wassers während des Einbaues. Beim Einbau verwendet man auch hier teils feste, teils schwebende Bühnen. Das Einlassen der Ringe sowie deren Hinterfüllung geschieht in gleicher Weise, wie bei den englischen Tubblings. Auch die Höhe der Sätze ist dieselbe, wie dort. Will man an einer Stelle die hinter den Tubblings zusitzenden Wasser abführen, um sie zu irgend welchen Zwecken zu benutzen, so lässt man daselbst die Hinterfüllung

weg und bringt wie bei dem Schachte Bertha der Zeche Ver. Helene und Amalie an den Tubbing's Rohrstützen an (Fig. 57).

Zum Anschluss an einen oberen Tubbing'satz benutzte man früher Passringe, welche unten bearbeitet und mit Schraubenlöchern versehen waren, während die obere Fläche zum Pikotieren rauh gelassen wurde. Da man den Anschluss aber gern möglichst rasch bewirkt, die Herstellung solcher teilweise bearbeiteter Passringe aber verhältnismässig viel Zeit erfordert, nimmt man heute nur noch unbearbeitete Ringe und pikotiert

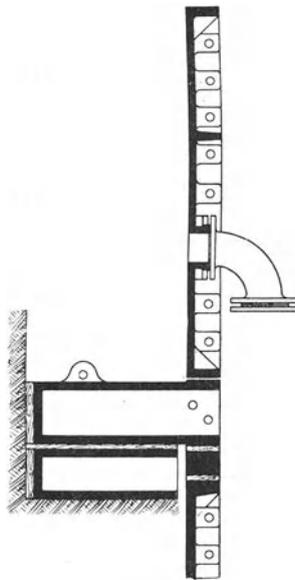


Fig. 57.

Aus bearbeiteten deutschen Tubbing's bestehende Cuvelage.

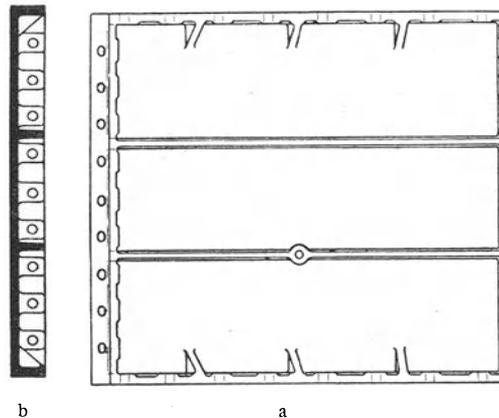


Fig. 58.

Aufsatzkranz der aus bearbeiteten deutschen Tubbing's bestehenden Cuvelage.

sowohl die untere wie die obere Fuge (Fig. 57). Bezüglich des Anschlusses an eine Senkmauer oder die Schachtmauerung gilt das bei den englischen Tubbing's Gesagte.

Die Wandstärke der Ringe lässt man mit der Teufe in Absätzen von je 25 m um 5 mm steigen. Von etwa 400 m Teufe ab wird die Wandstärke bei der bis jetzt üblichen Cuvelage so gross, das die Gussspannung zu sehr wächst. Man wird alsdann besser zwei konzentrische Cuvelagesäulen von geringerer Wandstärke einbauen und den Zwischenraum zwischen denselben mit Beton ausfüllen.

Das Gewicht der Tubbing's-Ringe schwankt bei 30 bis 80 mm Wandstärke und einem Durchmesser von 4 m zwischen etwa 7 000 und 17 000 kg

und bei einem Durchmesser von 5 m zwischen 8 500 und 21 000 kg. Nach den Angaben des Schalker Gruben- und Hüttenvereins stellen sich bei einer Teufe von 20 bis 295 m die Gewichte der Tubblings nebst zugehörigen Schrauben und Dichtungen für das laufende Meter Cuvelage wie folgt:

Tabelle 14.

Teufe	Wandstärke	Gewicht für das lfd. m Cuvelage bei einem Durchmesser der Tubblingsringe von			
		4 m		5 m	
		Gusseisen kg	Schrauben und Dichtung kg	Gusseisen kg	Schrauben und Dichtung kg
20— 45	30	4 570	220	5 680	275
45— 70	35	5 235	225	6 510	280
70— 95	40	5 900	230	7 345	285
95—120	45	6 560	235	8 160	295
120—145	50	7 225	240	8 985	300
145—170	55	7 890	305	9 815	365
170—195	60	8 630	310	10 635	370
195—220	65	9 215	320	11 465	375
220—245	70	9 875	410	12 290	460
245—270	75	10 540	425	13 120	480
270—295	80	11 205	440	13 940	495

Vergleicht man diese Gewichte mit den in Tabelle 10 Seite 54 und Tabelle 12 Seite 58 angegebenen, so stellt sich heraus, dass bei gleicher oder annähernd gleicher Wandstärke die bearbeiteten deutschen Tubblings ein weit niedrigeres Gewicht aufweisen, als die anderen. Es hat dies vor allem darin seinen Grund, dass bei den bearbeiteten Tubblings die Flanschenstärke etwas geringer genommen werden kann, da die Fugen nicht pikotiert werden; dann aber kommt gegenüber den englischen Tubblings noch in Betracht, dass erstere weniger Flanschen besitzen, als letztere.

Der Fortschritt beim Einbau, Verschrauben und Hinterfüllen der Aufsatzkränze beträgt durchschnittlich 6 m und bei der Herstellung der Cuvelage überhaupt 4 m für den Arbeitstag.

In den letzten Jahren sind die bearbeiteten deutschen Tubblings auch zum Unterhängen benutzt worden und zwar bei dem Schacht Neumühl II und dem zu Bruche gegangenen Schacht Hugo bei Holten. Letzterer Schacht wurde von 20 bis 81 m Teufe unter Auskleidung der Stösse mit Unterhängetubblings niedergebracht. Die Tubblings hatten 1 bzw. 1,5 m

Höhe, 50 mm Wandstärke und 6,72 m Durchmesser. Die einzelnen Ringe bestanden aus je 12 Segmenten und waren mit je zwei horizontalen und einer vertikalen Rippe versehen. Durch die in den einzelnen Segmenten vorhandenen Oeffnungen wurde von Tage her durch ein Gasrohr Beton hinter die Ringe gegossen. Der oberste Ring wurde mittels Schrauben an einem Druckring aufgehängt, welcher auf der bis zu 20 m Teufe nieder-

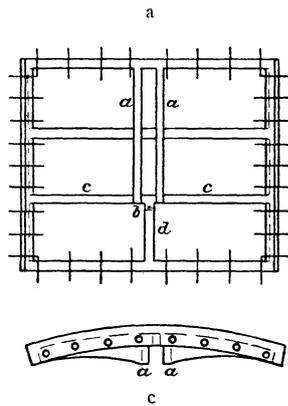


Fig. 59.

Aufhängeringe für das Unterhängen von Tubbingen auf Hugo bei Holten, alter Schacht.



b

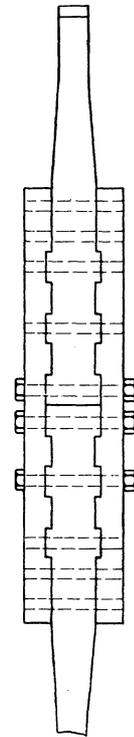


Fig. 60.

Stangen zum Aufhängen von Tubbingringen.

gebrachten Senkmauer ruhte. Bei 37,5 und 75 m Teufe schaltete man sogenannte Aufhängeringe ein (Fig. 59a—c), welche durch 6 schmiedeeiserne Stangen von 100 mm Seitenlänge des quadratischen Querschnitts ebenfalls mit dem Druckring verbunden wurden. Die Aufhängeringe bestanden aus sechs gewöhnlichen Segmenten und sechs anderen, welche mit Vorsprüngen aa versehen waren. Die Stangen waren unten rechtwinklig umgebogen, gingen zwischen diesen Vorsprüngen hindurch und fassten mit den umgebogenen Enden unter die Horizontalrippe c, sowie vermittelst eines Schlitzes um die Vertikalrippe d. Die einzelnen Stücke,

aus denen die Stangen zusammengesetzt waren, hatte man in der aus Figur 60 ersichtlichen Weise durch Schrauben und seitlich angebrachte Laschen miteinander verbunden.

Die Vorzüge der deutschen bearbeiteten Tubblings vor den übrigen bestehen hauptsächlich in der rascheren und bequemerer Herstellung der Cuvelage und der besseren Abdichtung. Da die horizontalen und vertikalen Flanschen der Aufsatzkränze genau senkrecht aufeinanderstehen und vollkommen eben abgedreht sind, macht das Aneinanderpassen der Segmente und Ringe nicht die geringsten Schwierigkeiten und die Bleistreifen liegen überall fest an. Dazu kommt noch gegenüber den englischen Tubblings der Vorteil, dass man auf den Innenrippen der deutschen Tubblings die Einstriche verlagern kann und daher das Angiessen von Schuhen für diesen Zweck meist nicht erforderlich ist.

Bei einem Durchmesser von 4 bzw. 5 m und einer Teufe bis zu 100 m berechnen sich die Kosten der aus bearbeiteten deutschen Tubblings bestehenden Cuvelage für das laufende Meter in der aus Tabelle 15 ersichtlichen Höhe.

Tabelle 15.

Gegenstand	Kosten der Cuvelage je lfd. Meter bei einem Durchmesser	
	4 m M.	5 m M.
Tubblings . . . . .	805	994
Schrauben und Dichtung .	100	120
Beton . . . . .	30	40
Löhne der unmittelbar mit der Herstellung der Cu- velage beschäftigten Ar- beiter . . . . .	42	50
Zusammen	977	1 204

Die Kosten für die Tubblings sind unter Zugrundelegung eines Preises von 160 M.\*) je 1000 kg berechnet, während für Schrauben und Dichtung ein Preis von 0,45 M. je Kilogramm angenommen wurde. Die übrigen Kosten stellen Mittelwerte aus den Angaben für eine Reihe von Schächten dar, die in den letzten zehn Jahren niedergebracht worden sind.

Vergleicht man die ermittelten Gesamtkosten je Meter mit denjenigen für 1 m englischer Cuvelage (Tabelle 11, Seite 55), so findet man, dass bei

\*) Preisnotierung zu Anfang des Jahres 1901.

beiden Arten der Schachtauskleidung kein wesentlicher Unterschied in den Kosten besteht. Dagegen ergibt eine Gegenüberstellung mit den Kosten der aus unbearbeiteten deutschen Tubblings hergestellten Cuvelage (Tabelle 13, Seite 59), dass diese durchschnittlich etwa 150 M. je Meter weniger kostet, als die aus bearbeiteten Tubblings bestehende Cuvelage. Berücksichtigt man nun aber, dass ausser den angegebenen Kosten je Tag durchschnittlich etwa 180 M.\*) an Löhnen der Tagesarbeiter und Gehältern der Aufsichtsbeamten, sowie für die Dampferzeugung verausgabt werden, wovon entsprechend einem Fortschritt von 1,2, 1,5 und 4 m für den Tag (vergleiche Seite 54, 58 und 52) auf das laufende Meter bei der englischen Cuvelage 150 M., bei den unbearbeiteten deutschen Tubblings 120 M. und bei den bearbeiteten nur 45 M. entfallen, so erhält man die in Tabelle 16 aufgeführten Zahlen:

Tabelle 16.

Art der Cuvelage	Kosten je lfd. Meter bei einem Durchmesser	
	4 m M.	5 m M.
Englische Cuvelage . . . . .	1 082	1 365
Aus unbearbeiteten deutschen Tubblings bestehende Cuvelage . . . . .	930	1 189
Aus bearbeiteten deutschen Tubblings bestehende Cuvelage . . . . .	1 022	1 249

Die englische Cuvelage stellt sich somit am teuersten und die aus unbearbeiteten deutschen Tubblings bestehende am billigsten. Der Kostenunterschied zwischen der letzteren und der aus bearbeiteten deutschen Tubblings hergestellten Cuvelage beträgt jedoch nur etwa 60 bis 90 M., sodass bei den Vorteilen, welche die bearbeiteten deutschen Tubblings vor den unbearbeiteten voraus haben, kein Zweifel darüber herrschen kann, welcher von beiden Arten der Schachtauskleidung der Vorzug zu geben ist.

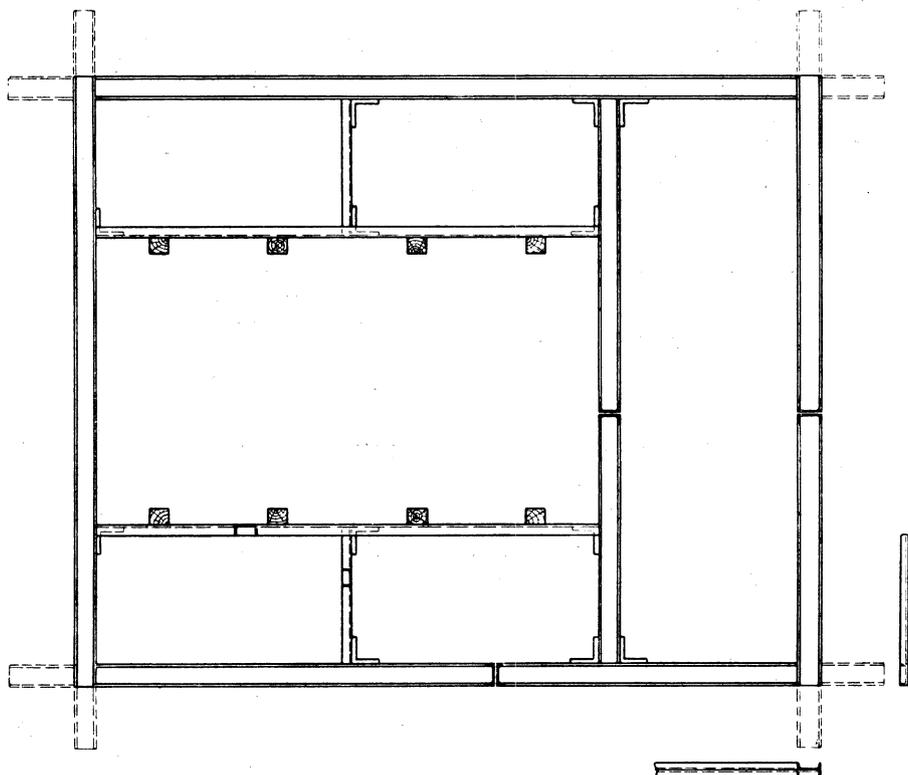
### c) Ganze Schachtringe.

Da ganze Schachtringe fast ausschliesslich beim Schachtbohren und ausserdem noch vereinzelt bei der Senkarbeit zur Anwendung kommen, so siehe hierüber bei der Beschreibung dieser Verfahren.

\*) Ermittelt aus den Angaben von etwa 80 in den letzten zehn Jahren abgeteufte Schächten.

#### 4. Schmiedeeiserner Ausbau.

Unter den 31 Schächten, bei welchen schmiedeeiserner Ausbau angewandt ist, befinden sich nur sieben, darunter die Förderschächte I der Zeche Margaretha und Mathilde der Zeche Siebenplaneten, welche diesen Ausbau von der Hängebank bis zur Sohle aufweisen. Bei acht Schächten besteht der schmiedeeiserne Ausbau aus Gevieren und bei 22 aus Ringen,



*Fig. 61.*

Schmiedeeiserner Ausbau des Schachtes Centrum II.

während wir bei einem, nämlich dem tonnlägigen Wetterschacht der Zeche Friedlicher Nachbar beide Formen gleichzeitig finden.

Bei der grösseren Zahl der Schächte mit schmiedeeisernen Gevieren hat man mit der Anwendung von Schmiedeeisen den Zweck verfolgt, schadhaft gewordene Holzzimmerung durch einen Ausbau von grösserer Dauerhaftigkeit zu ersetzen.

Zwei dieser Schächte, Centrum II und Ver. Wiesche I, befinden sich zur Zeit noch in Umbau. Ausser diesen mögen noch Ver. Hagenbeck I, Friederika II und Ver. Bonifacius II besonders hervorgehoben werden.

Der Schacht Centrum II steht von Tage bis 120 m Teufe in kreisrunder Mauerung und von da bis 417 m Teufe in Bolzenschrotzimmerung, an deren Stelle nach und nach unter Aufrechterhaltung der Förderung in Abständen von je 1 m eiserne Geviere eingebaut werden sollen. Die Jöcher und Kappen dieser Geviere bestehen aus je 2 flachliegenden  $\sqsubset$  Eisen NP 18, welche in  $\mp$  Form aneinander genietet sind (Fig. 61). Die Verbindung an den Ecken erfolgt durch Verschraubung der abwechselnd übereinander greifenden  $\sqsubset$  Eisen in der durch die Zeichnung veranschaulichten Weise. Alle 10 m legt man Traggeviere, deren Enden 50 cm tief in den Stoss eingebüht werden. Verzug und Bolzen sind von Eichenholz. Die Kosten dieses Ausbaues stellen sich bei einem lichten Querschnitt des Schachtes von  $4,4 \times 5,5$  m einschliesslich der für die Entfernung der Holzzimmerung gezahlten Löhne für das laufende Meter Schacht

auf 227 M. für das eiserne Gevier,  
 „ 90 „ „ Bolzen und Verzug,  
 „ 88 „ „ Löhne,

---

oder auf 405 M. insgesamt.

Bei dem Schachte I der Zeche Ver. Hagenbeck, welcher einen lichten Querschnitt von  $1,84 \times 5,62$  m besitzt, werden die Jöcher von je zwei ebenfalls in  $\mp$  Form aneinander genieteten, aber hochkant gestellten  $\sqsubset$  Eisen NP 12 gebildet, während die Kappen aus zwei flachliegenden  $\sqsubset$  Eisen von demselben Profil zusammengesetzt sind, welche die Enden der Jöcher zwischen sich nehmen und ausserdem durch schmale  $\sqsubset$  Eisenbolzen gegeneinander verstrebt sind (Fig. 62a—c). Ein Gevier kostete 107 M.

Aehnlich ist der eiserne Ausbau des Schachtes I von Ver. Wiesehe, dessen lichter Querschnitt  $1,84 \times 5,44$  m beträgt. An Stelle des Verzuges werden hier hinter den Gevieren 1—2 Steine starke Scheibenmauern aufgeführt.

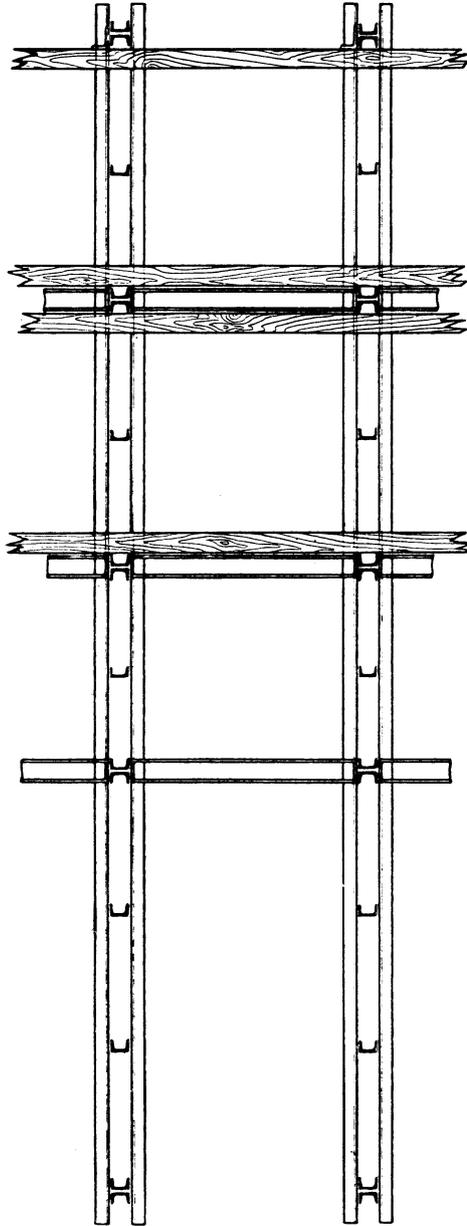
Die Kosten dieses Ausbaues sind für das laufende Meter Schacht nachstehend angegeben:

1. Eisernes Gevier . . . . .	91 M.
2. Löhne für den Einbau . . . . .	25 „
3. Materialien für die Mauerung . . . . .	91 „
4. Löhne für die Mauerung . . . . .	50 „
Zusammen . . . . .	257 M.

Bei dem Schachte Friederika II bestehen die Geviere aus flachliegenden  $\mp$  Eisen, welche durch Eisen miteinander verbunden sind. Der Raum zwischen den Gevieren ist mit Mauerwerk von halber Steinstärke ausgefüllt.

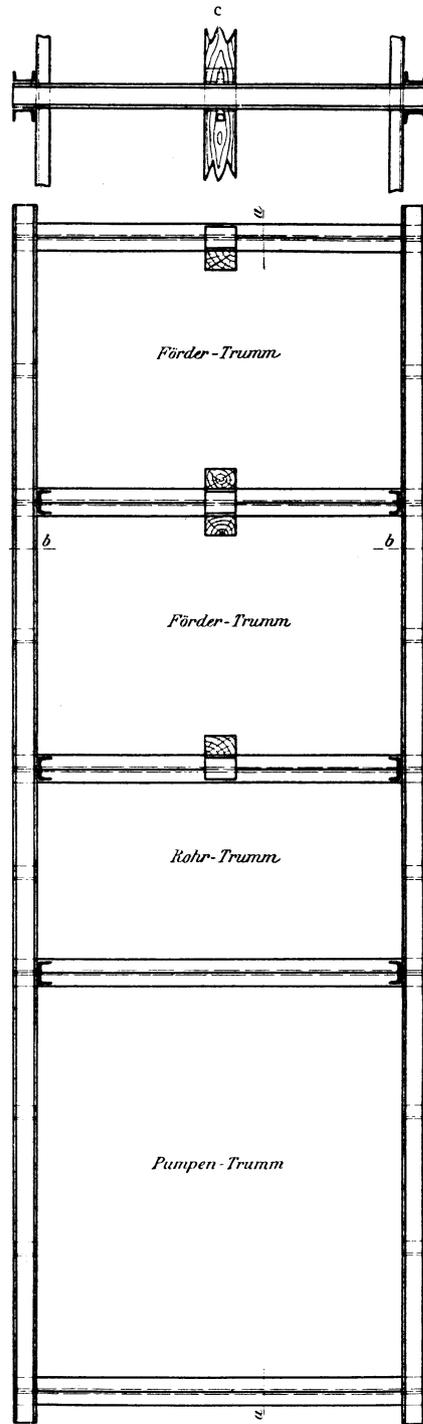
Fig. 62.

Schmiedeeiserner Ausbau des  
Schachtes Ver. Hagenbeck I.  
Schnitt a-a.



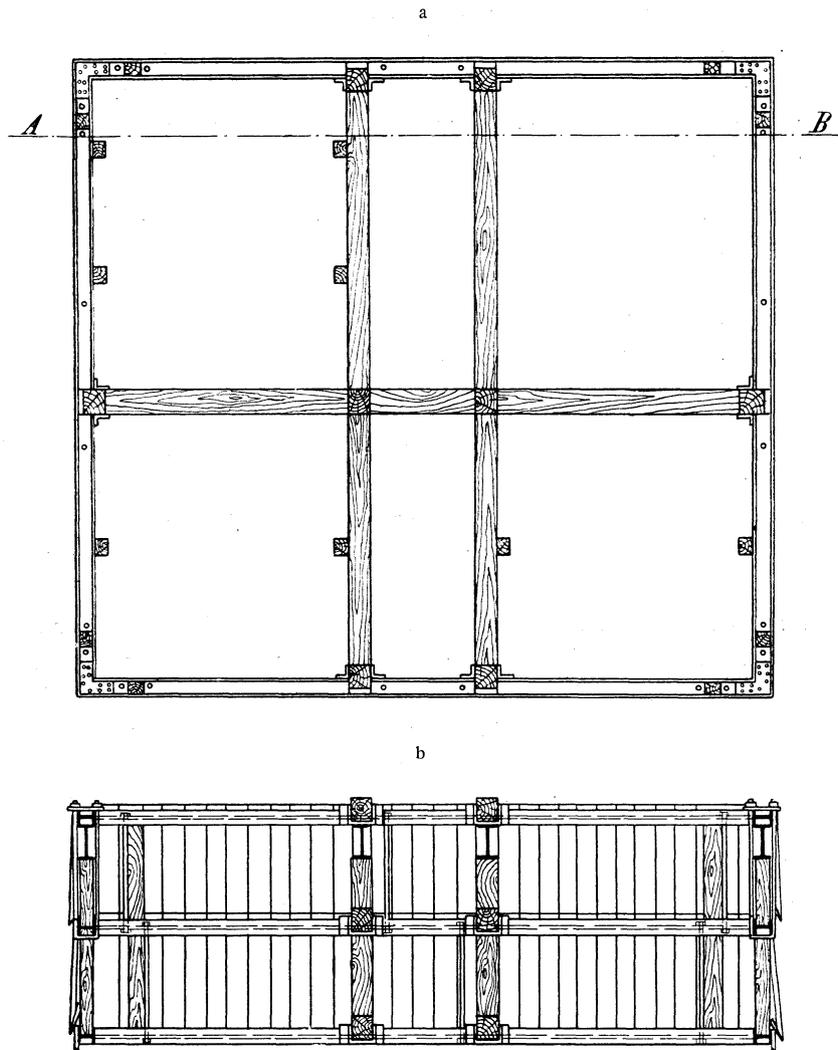
a

Schnitt b-b.



b

Der Schacht II der Zeche Ver. Bonifacius ist im Jahre 1897 teilweise zusammengestürzt und dann bis 57 m unter Tage zugefüllt worden. Bei der sodann in Angriff genommenen Aufwältigung benutzte man als Ausbau



Schnitt A—B.

*Fig. 63.*

## Schmiedeeiserner Ausbau des Schachtes Ver. Bonifacius II.

an Stelle der bisherigen Bolzenschrotzimmerung Geviere aus  $\Gamma$  Eisen NP 15 von 5,33 m Breite und 5,96 m Länge im Lichten (Fig. 63a und b), welche durch je 14 Rundeisenstangen miteinander verbunden und durch

hölzerne Bolzen gegeneinander verstrebt wurden. Die Verbindung der Jöcher und Kappen in den Ecken geschah durch angeschraubte Flacheisenwinkel. Alle 10 m, und zwar abwechselnd in der Streich- und Fallrichtung legte man eiserne, tief in die Stösse eingebühte Träger NP 30, an welchen die Geviere aufgehängt wurden. Als Verzug wurden eichene Bretter verwandt, welche am oberen Rande mit einer vorspringenden Leiste versehen waren und durch Keile festgetrieben wurden.

Der Ausbau kostete für das Meter Schacht mit Ausschluss der Löhne 492 M., welche sich folgendermassen verteilten:

1. Eisernes Gevier . . . . .	225 M.
2. Einstriche und Bolzen . . . . .	121 „
3. Rundeisenstangen . . . . .	21 „
4. Träger . . . . .	27 „
5. Verzug . . . . .	98 „
Zusammen . .	492 M.

Die schmiedeeisernen Ringe, welche man schon beim Abteufen, und zwar diesem unmittelbar folgend, eingebaut hat, bestehen meist (z. B. Prinzregent I und II, Bruchstrasse I) aus  $\square$  Eisen NP 15 bis 25. Die einzelnen Segmente dieser Ringe werden mittelst angeschraubter  $\square$  oder  $-$  Eisenlaschen zusammengehalten.

Ringe aus  $\Gamma$  Eisen finden sich bei dem Schacht Mathilde der Zeche Siebenplaneten, sowie dem Wetterschachte der Zeche Ver. Bonifacius; solche aus  $\perp$  Eisen bei dem Wetterschachte der Zeche Carl Friedrich Erbstollen, sowie dem Ende der fünfziger Jahre von Engländern abgeteufte Schacht III der Zeche Ver. Maria, Anna und Steinbank. Der letztgenannte Schacht dürfte wohl der erste im Ruhrbezirk gewesen sein, bei dem Schmiedeeisen zum Ausbau benutzt wurde.

Die Stösse sind hinter den Ringen mit Holz verzogen und diese durch hölzerne Bolzen gegeneinander verstrebt oder mittelst eiserner Haken oder Stangen aneinander gehängt. Nur in einigen Fällen, wie beispielsweise bei dem Wetterschacht der Zeche Carl Friedrich Erbstollen und dem Schachte Mathilde der Zeche Siebenplaneten, hat man die Zwischenräume zwischen den Ringen mit Mauerwerk ausgefüllt.

Bei dem Schachte Prinzregent II, welcher einen lichten Durchmesser von 3,50 m besitzt, betragen die Kosten des aus  $\square$  Eisenringen mit Bretterverzug bestehenden Ausbaues beispielsweise 121 M. für das Meter. Von dieser Summe wurden 101 M. für Materialien und 20 M. für Löhne aufgewandt.

Die Geviere und Ringe werden zweckmässig mit einem Anstrich von Bleimennige versehen, welcher sie jedoch, besonders bei salzhaltigem Wasser, auf die Dauer nicht genügend vor dem Verrosten schützt.

Die Erfahrungen, welche bei den Schächten des Ruhrbezirks mit dem schmiedeeisernen Ausbau gemacht worden sind, gehen dahin, dass derselbe in Bezug auf Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Druck der Mauerung wesentlich nachsteht. Als Beispiele hierfür seien die Schächte Dannenbaum I und II nebst Wetterschacht, Friederika I und II sowie Prinzregent I und II der Aktiengesellschaft Differdingen-Dannenbaum erwähnt, bei welchen der schmiedeeiserne Ausbau wegen der grossen Kosten, welche die Instandhaltung dieser Schächte verursachte, nach und nach vollständig durch Mauerung ersetzt werden soll. Zweckmässig dürfte die Anwendung von Schmiedeeisen nur bei alten rechteckigen Schächten sein, bei welchen an die Stelle des bisherigen Holzausbaues ein anderer von grösserer Dauerhaftigkeit treten soll, wo aber, wie auf Ver. Hagenbeck I und Ver. Wiesche I, eine nachträgliche Auskleidung mit vierböiger Mauerung wegen zu grosser Länge der Schachtscheibe nicht angebracht erschien.

## V. Die Einstriche, Fahrten und Fahrbühnen.

### 1. Die Einstriche.

Die Einstriche bestanden früher ganz allgemein aus Eichenholz und auch heute noch werden sie grösstenteils aus Holz hergestellt. Doch scheint es, als wenn sich die Verwendung von Schmiedeeisen, welches sich für diesen Zweck bei etwa 30 Schächten findet, immer mehr einbürgern wollte.

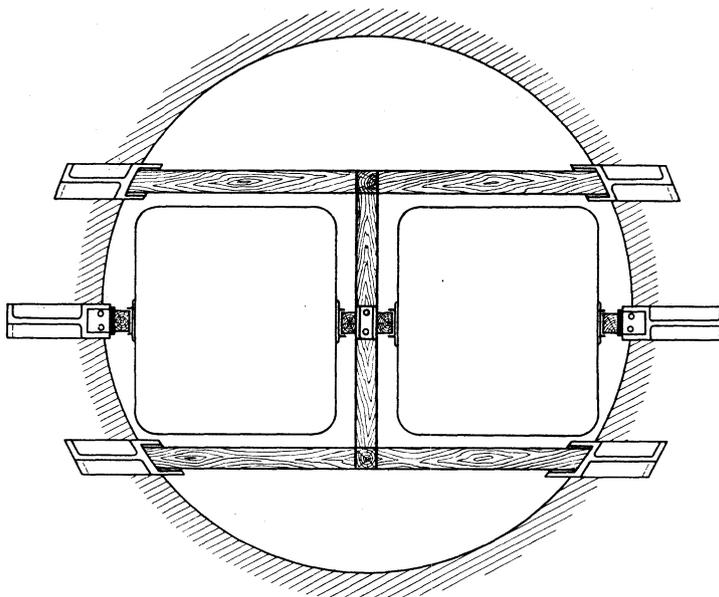
Der Einbau der Einstriche, deren Abstände voneinander gewöhnlich 1—1,50 m, seltener, wie auf Preussen I, Schacht I und II, bis zu 6 m betragen, geschieht entweder gleichzeitig mit der Herstellung des Schachtausbaues oder nach Beendigung desselben. Das letztere Verfahren erleichtert die Benutzung schwebender Bühnen und ist insbesondere dann zu empfehlen, wenn die Gefahr besteht, dass man während des Abteufens zum Schachtbohren übergehen muss, vor dessen Anwendung die Einstriche erst wieder beseitigt werden müssen.

#### a) Hölzerne Einstriche.

Die hölzernen Einstriche, deren Querschnitt zwischen  $12 \times 15$  cm und  $22 \times 25$  cm schwankt und gewöhnlich etwa  $18 \times 22$  cm beträgt, werden beim hölzernen Ausbau schwalbenschwanzartig in die Jochhölzer eingezapft. In derselben Weise erfolgt auch die Verbindung der Einstriche untereinander. Die Stellen, wo diese eingezapft sind, unterstützt man durch Bolzen, welche mittelst eiserner Klammern mit den Einstrichen verbunden werden.

Besteht der Schachtausbau aus Mauerung, so mauert man die Einstriche entweder schon von vornherein ein, was jedoch aus den oben

angegebenen Gründen im allgemeinen nicht anzuraten ist, oder man legt sie nach Fertigstellung des Ausbaues in später eingespitzte Bühnlöcher (z. B. Minister Achenbach I und II, Königsborn III) oder auch in von vornherein eingemauerte gusseiserne Schuhe (z. B. Holland IV, Carolus Magnus III). Die nachträgliche Verlagerung in Bühnlöchern, welche nach dem Einbau der Einstriche mit Cement vergossen werden, hat den Vorteil, dass die Schachtscheibe beim Abteufen frei bleiben kann. Beim Einmauern



*Fig. 64.*

Verlagerung der Einstriche in eingemauerten gusseisernen Schuhen auf Carolus Magnus III.

gusseiserner Schuhe (Fig. 64) ist dies nur in beschränktem Masse der Fall, die vorstehenden Teile der Schuhe verhindern, dass beim Abbohren der Bohrer in jeder Stellung eingelassen werden kann, und ausserdem wird durch dieselben der Durchmesser der einzulassenden Kind-Chaudron-Cuvelage unter Umständen verringert. Ferner hat man bei einer ganzen Reihe von Schächten die Erfahrung gemacht, dass die Einstriche in den Schuhen, an denen man sie durch Schrauben oder durch hölzerne Keile befestigt, sehr leicht locker werden. Dagegen ermöglichen die Schuhe ein rasches und bequemes Auswechseln der Einstriche. Den verschiedenen Nachteilen gegenüber kommt letzteres jedoch wenig in Betracht, weshalb im allgemeinen die Verlagerung in nachträglich hergestellten Bühnlöchern vorzuziehen sein dürfte.

Falls man sich dennoch zur Anwendung gusseiserner Schuhe entschliessen sollte, werden solche zu empfehlen sein, bei welchen, wie auf Holland IV (Fig. 65a und b), die Auflagefläche der Einstriche durch einen Steg unterstützt wird, welcher die Widerstandsfähigkeit gegen ein etwaiges Abbrechen erhöht. Eine Form, bei welcher dieser Steg fehlt, stellt Figur 66a und b dar.

An der englischen Cuvelage wurden die Einstriche früher vielfach dadurch angebracht, dass man sie in Wandruten verlagerte, die an der Pikotage angenagelt waren. Auch kam es vor, dass die Einstriche an schmiedeeisernen Ringen befestigt wurden, welche man gegen die Cuvelage verkeilte. Die erstere Art der Anbringung hat sich auch bis heute noch

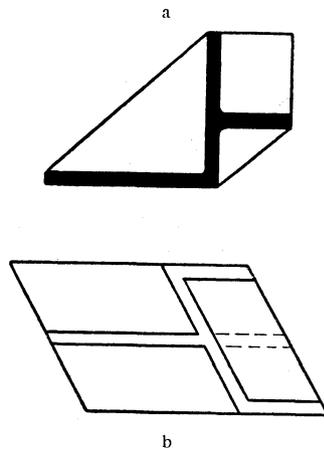


Fig. 65.

Mauerstuh auf Holland III.

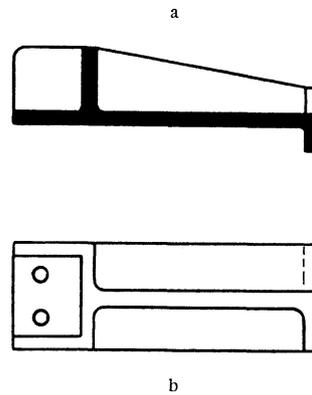


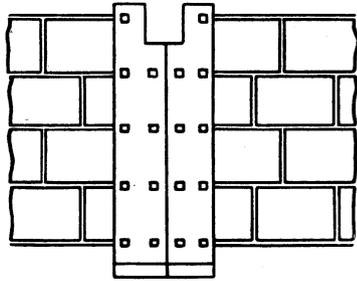
Fig. 66.

Mauerstuh zur Verlagerung der Einstriche.

auf Rhein-Elbe I (Fig. 67), die letztere auf Hibernia II und Shamrock II erhalten. Später benutzte man zur Verlagerung allgemein an die Tubblings angegossene Schuhe (Fig. 68). Da diese aber, wie mehrfach erwähnt, beim etwaigen Abbohren hinderlich sein können, hat man bei dem Schachte V der Zeche Dahlbusch in sehr zweckmässiger Weise jeden zweiten Ring auf der Innenseite mit einer 6 cm breiten angegossenen Rippe versehen und an dieser die Einstriche durch Schrauben befestigt.

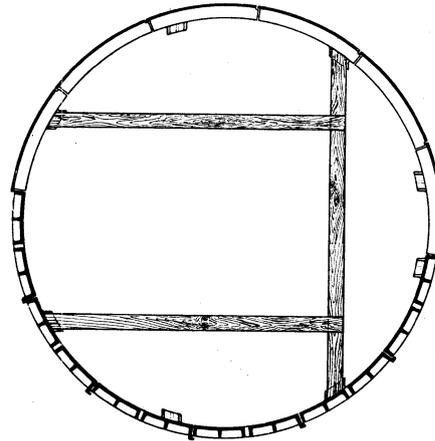
Bei der aus deutschen Tubblings und ganzen Schachtringen bestehenden Cuvelage werden in der Regel die Innenrippen und Flanschen der Tubblings zur Anbringung der Einstriche benutzt. Die Befestigung geschieht auch hier entweder mittelst Schrauben, indem man sich dabei wenn möglich der schon vorhandenen Schraubenlöcher in den horizontalen

Flanschen bedient, oder man schlägt zwischen die schräg abgeschnittenen Enden der Einstriche und die Tubbingwandung Keile, oder verstrebt schliesslich die Enden gegen benachbarte Rippen oder Flanschen ver-



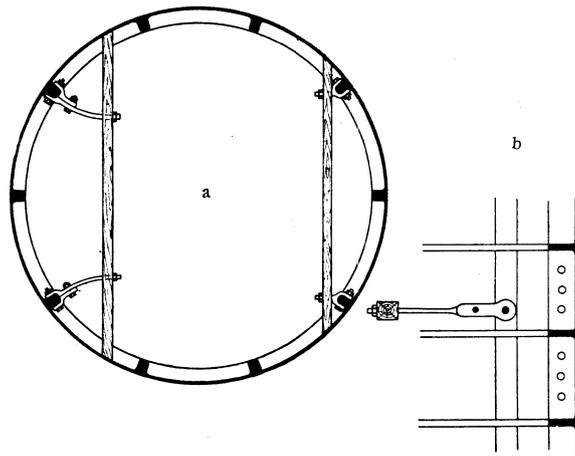
*Fig. 67.*

Wandruten zur Verlagerung der  
hölzernen Einstriche in der englischen  
Cuvelage auf Rhein-Elbe I.



*Fig. 68.*

Verlagerung hölzerner Einstriche in  
englischer Cuvelage.



*Fig. 69.*

Befestigung hölzerner Einstriche an der deutschen Cuvelage auf Alma III.

mittelst kurzer hölzerner Bolzen. Bei dem Schacht Alma III der Zeche Ver. Rhein-Elbe und Alma wurden die Einstriche in der aus Figur 69 a und b zu ersiehenden Weise an den vertikalen Flanschen angebracht,

während man auf Rhein-Elbe III an die horizontalen Flanschen Wandruten angeschraubt hat, mit denen die Einstriche durch Schrauben verbunden wurden (Fig. 70a und b). Bei der aus unbearbeiteten deutschen Tubblings bestehenden Cuvelage auf Carolus Magnus III hat man ausnahmsweise angegossene Schuhe benutzt. Am zweckmässigsten dürfte man wohl die Befestigung der Einstriche an den deutschen Tubblings in

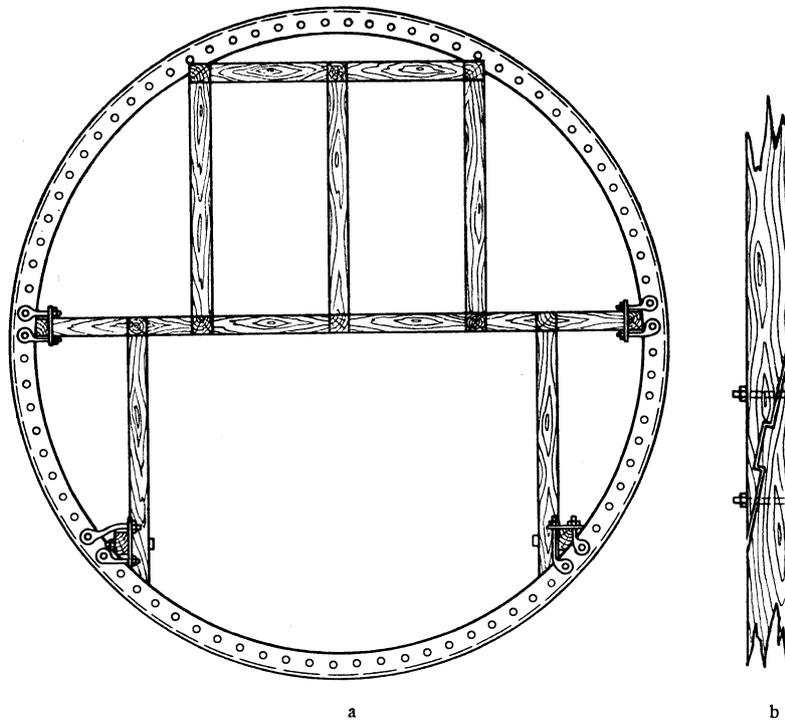


Fig. 70.

Befestigung hölzerner Einstriche in der deutschen Cuvelage auf Rhein-Elbe III.

der Weise vornehmen, dass man sie an den beiden Enden an einen horizontalen Flansch anschraubt.

Bei dem Ausbau aus schmiedeeisernen Gevierten des Schachtes Ver. Bonifacius II liegen die hölzernen Einstriche in Schuhen (Fig. 71), welche aus Stahlguss gefertigt und an den Gevierten angeschraubt sind.

Die Materialkosten für Einstriche schwanken bei einem saigeren Abstände derselben von 1 bis 1,50 m und einem Durchmesser des Schachtes von 3 bis 6 m für das laufende Meter Schacht durchschnittlich zwischen 25 und 50 M. Hierbei ist ein Preis von 90 M. für das Kubikmeter Eichenholz zu Grunde gelegt. Die nachträgliche Herstellung eines Bühnlochs in

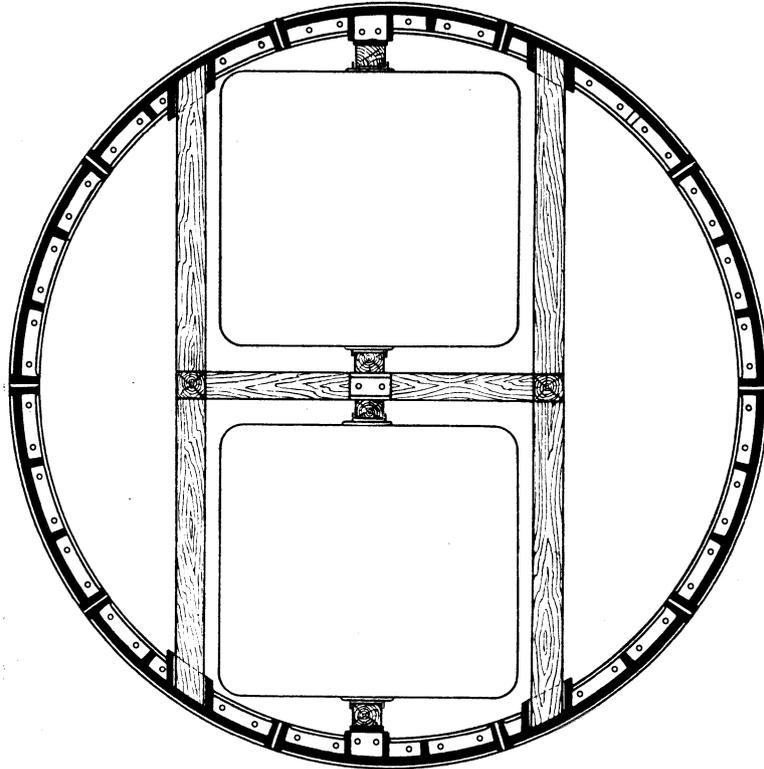


Fig. 71.

Verlagerung hölzerner Einstriche in der deutschen Cuvelage auf Carolus Magnus III.

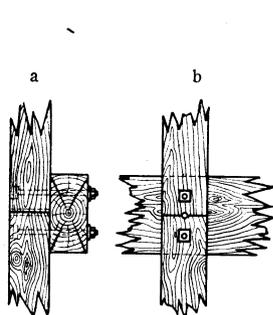


Fig. 72.

Befestigung der Spurlatten an  
hölzernen Einstrichen.

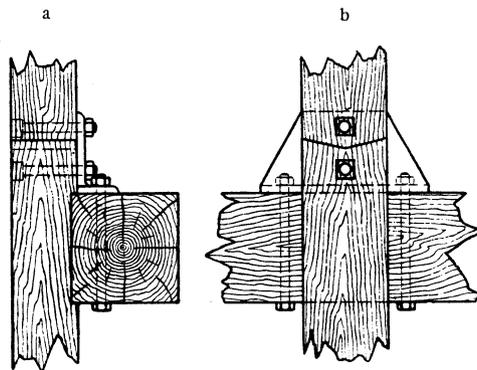


Fig. 73.

Befestigung der Spurlatten an hölzernen  
Einstrichen.

der Schachtmauerung kostet etwa 2 bis 3 M. und ein Mauerschuh 4 bis 5 M. Für den Einbau der Einstriche sind, falls sie nicht schon von vornherein eingemauert wurden, für das laufende Meter Schacht etwa 3 bis 5 M. an Löhnen zu rechnen.

Die Befestigung der fast allgemein aus Holz bestehenden Schachtführungen (Spurlatten) an den Einstrichen wird entweder unmittelbar durch Schrauben mit versenkten Köpfen bewirkt (Fig. 72 a und b) (siehe auch Band V Förderung, Seite 327 f.) oder mit Hilfe eiserner Winkel, welche an den Einstrichen angeschraubt werden (Fig. 73 a und b). Die letztere Befestigungsart dürfte vorzuziehen sein, da hierbei das Auswechseln der Spurlatten bequemer zu bewerkstelligen ist. Auf Carolus Magnus III hat man bei seitlicher Führung der Fördergestelle die äusseren Spurlatten mittels eiserner Winkel an gusseisernen Schuhen befestigt, die in die Schachtmauerung eingemauert bzw. an den Tubblings angegossen sind.

#### b) Eiserne Einstriche.

Für die eisernen Einstriche, welche einen Anstrich von Bleimennige erhalten, wählt man  $\perp$  oder  $\sqsubset$  Eisen von NP 14 bis 22 oder nicht selten, wie u. a. auf Gneisenau I und II, Preussen I, Schacht I und II,

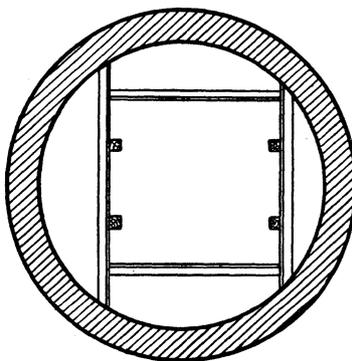


Fig. 74.

Einstriche aus Eisen auf Friederika III.

auch  $\perp$  Eisen.  $\perp$  Eisen sind auf Friederika III (Fig. 74) und dem Schachte Eulenbaum der Zeche Dannenbaum zur Anwendung gekommen,  $\sqsubset$  Eisen dagegen auf Ver. Wiesche II, Ver. Rosenblumendelle II (Fig. 75 a—d) und Victoria Mathias II. Bei den beiden letzteren Schächten wird die Schachtscheibe durch 2 parallele Einstriche NP 22 in drei Abschnitte geteilt, in deren mittlerem sich die Fördergestelle bewegen. An 2 Stellen ist jeder

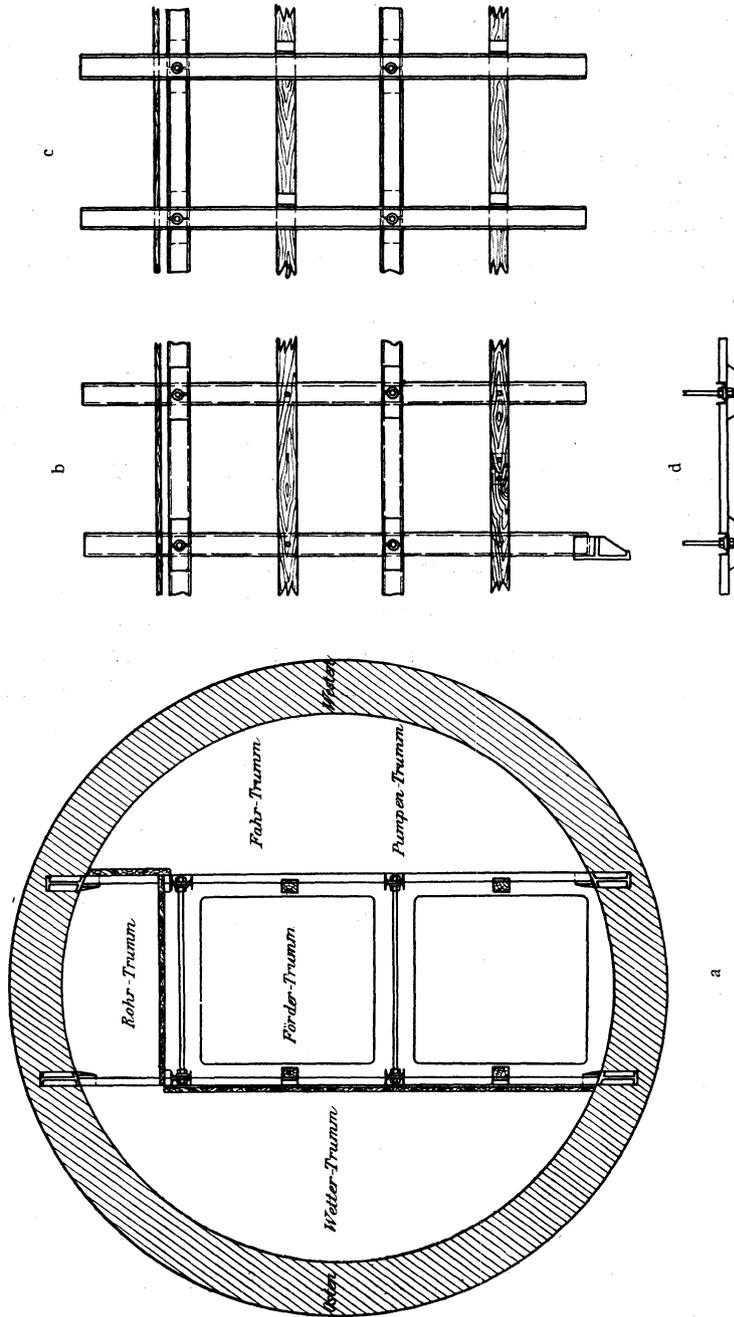


Fig. 75.

Einstriche aus  $\sqsubset$  Eisen auf Ver. Rosenblumendelle II.

Einstrich durch Bolzen aus  $\sqsubset$  Eisen unterstützt, welche durch Laschen von gleichem Profil an demselben befestigt sind. Ausserdem wird jedes Paar Einstriche durch zwei Spannschrauben verbunden. Die Laschen sind an

den Bolzen angenietet und mit den Einstrichen verschraubt. Die ganze Anordnung erscheint sehr zweckmässig und nachahmenswert.

Einstriche, von denen ein Teil aus L Eisen und ein Teil aus  $\Gamma$  Eisen besteht, finden sich beispielsweise auf Centrum III (Fig. 76).

Bei Schächten mit hölzernem Ausbau sind eiserne Einstriche nicht vorhanden.

In der Schachtmauerung werden die eisernen Einstriche wie die hölzernen entweder sofort eingemauert (Schacht I von Altendorf, südliche Mulde, und Vollmond II), oder, wie bei den Schächten I und II der Zechen

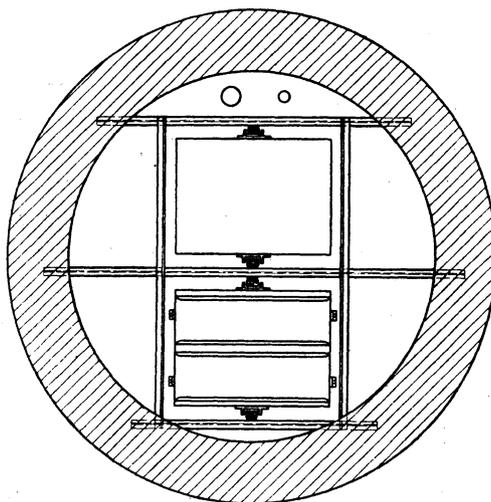


Fig. 76.

Einstriche aus L und  $\Gamma$  Eisen auf Centrum III.

Gneisenau und Preussen I, in später ausgespitzte Bühnlöcher gelegt. Auf Preussen I hat man an den Enden der 320 mm hohen  $\Gamma$  Eisen-Einstriche kleine L Eisen angebracht, damit die Einstriche in der Cementsausfüllung der Bühnlöcher fester haften. Die Verwendung von Schuhen, wie beispielsweise bei dem Schachte Ver. Rosenblumendelle II, findet man verhältnismässig selten. Auch hier gilt bezüglich der Schuhe das bei den hölzernen Einstrichen Gesagte.

Wo der Ausbau aus schmiedeeisernen Ringen besteht, werden die Einstriche auf diesen verlagert und durch Schrauben befestigt (z. B. Friederika I, Prinz Regent II).

Bei den Schächten Ver. Hagenbeck I und Ver. Wiesche I, deren Ausbau von schmiedeeisernen Gevieren gebildet wird, liegen die Einstriche zwischen den beiden  $\Gamma$  Eisen, aus denen die Kappen zusammen-

gesetzt sind. Eine Verbindung mittels L Eisen-Laschen hat man bei den Gevieren auf Friederika II und Centrum II gewählt.

In der englischen Cuvelage auf Preussen I und II wurden die eisernen Einstriche in den Einschnitten von Wandruten verlagert, welche an der Pikotage festgenagelt sind (Tafel I, Fig. 1 a—e).

Bei der deutschen Cuvelage auf Victoria Mathias II werden die Einstriche von angegossenen Schuhen getragen, während auf Preussen I/II zur Verlagerung Holzstücke dienen, die man an den Rippen der Tubblings befestigt hat (Tafel I, Fig. 2) (a und b).

Die Einstriche unmittelbar auf den Rippen oder Flanschen zu verlagern, erscheint bei der schmalen Auflagefläche und der geringen Reibung von Eisen auf Eisen nicht angängig. Die sehr zweckmässige Befestigung der Einstriche an den ganzen Schachtringen der Kind-Chaudron-Cuvelage auf Preussen I/II, wie sie sich auch bei der deutschen Cuvelage empfehlen dürfte, stellt Tafel I, Fig. 3 a—c dar.

Die Verbindung der Einstriche untereinander geschieht entweder durch Umbördelung an den Enden oder mittelst eiserner Winkel.

Wo nicht zu befürchten ist, dass ein Schacht in Druck gerät, dürften die eisernen Einstriche den hölzernen wegen ihrer grösseren Dauerhaftigkeit vorzuziehen sein. Sie haben ausser der letzteren den grossen Vorzug, dass sie brandsicher sind, und schliesslich beanspruchen sie weniger Raum als hölzerne Einstriche, eine Thatsache, welche für die Wetterführung nicht ohne Bedeutung ist.

Die Kosten sind kaum höher als bei der Verwendung von Holz. Auf Ver. Rosenblumendelle II berechnen sich z. B. die Materialkosten der eisernen Einstriche nebst Zubehör bei einem Schachtdurchmesser von 5,5 m, wie folgt:

	M.
1. 3 Einstriche von je 5,90 m Länge, □ Eisen NP 22 . . . . .	38,30
2. 4 Bolzen » » 1,28 m » □ Eisen nebst Laschen NP 20	18,40
3. 2 Spannschrauben von je 2,18 m Länge und 40 mm Stärke . .	10,50
	Zusammen 67,20.

Da die Einstriche 1,5 m auseinanderliegen, entfallen auf das laufende Meter Schacht  $\frac{67,20}{1,50} = 44,14$  M. Bei der Anwendung von Holz würden die Ausgaben etwa 40 M. für das Meter betragen haben.

Zur Befestigung der Spurlatten an den eisernen Einstrichen dienen mit denselben verschraubte L Eisen. Die Führungen aus Vignol-Schienen bei den Schächten der Zeche Preussen (Tafel I) sind durch stählerne Klauen an den Einstrichen befestigt. Figur 2 dieser Tafel stellt die Anordnung bei einem Einstrich dar, auf dessen beiden Seiten Schienen angebracht sind, während in den beiden anderen Figuren die Führungen nur auf einer Seite liegen.

Verlagerung eiserner Einstriche

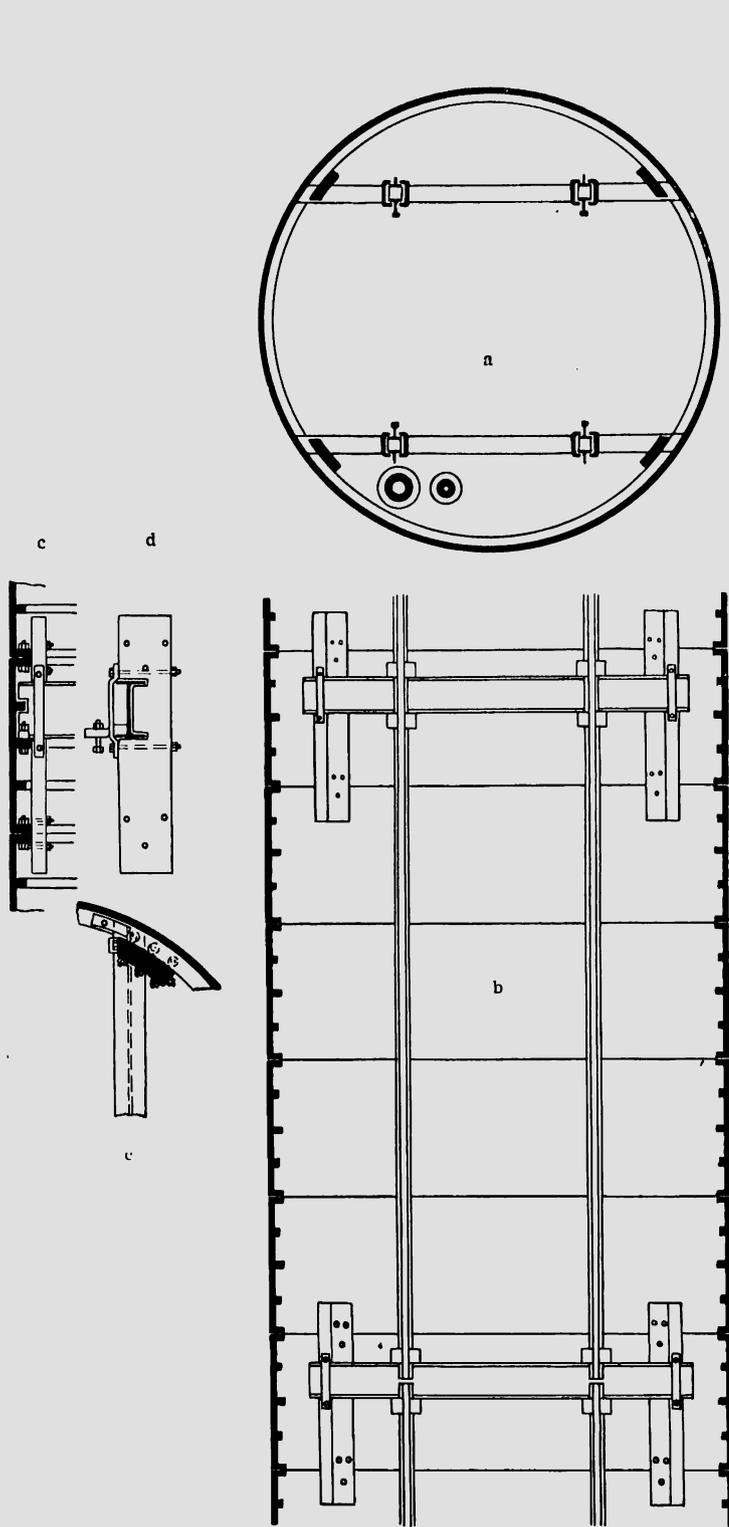


Fig. 1.

Verlagerung eiserner Einstriche in der aus ganzen Schachtringen bestehenden Cuvelage auf Preussen I.

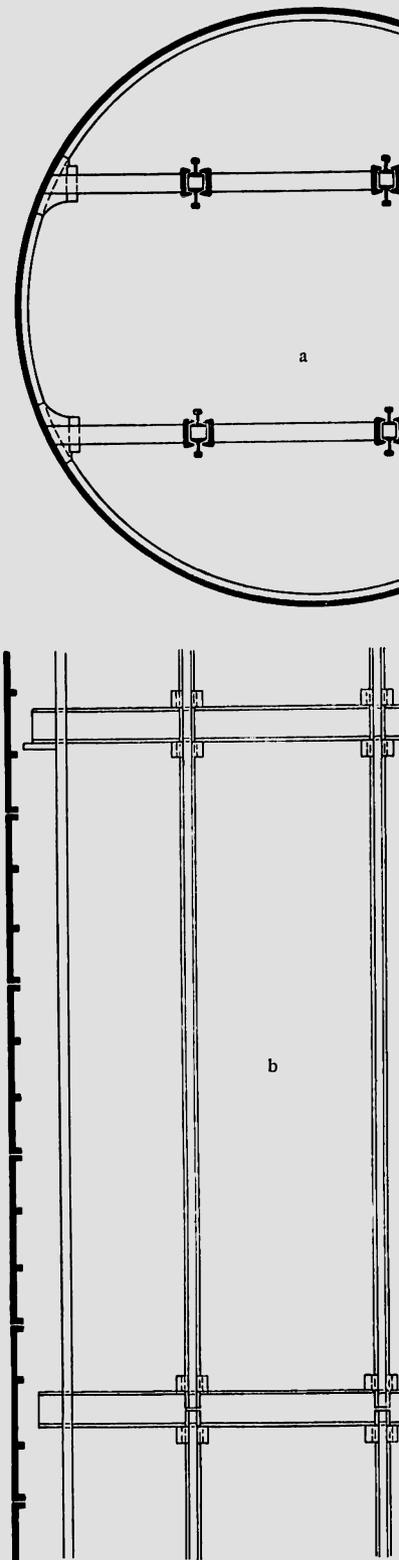


Fig. 2.

Verlagerung eiserner Einstriche in der aus Schachtringen bestehenden Cuvelage auf Preussen I/II.

bei Cuvelageausbau.

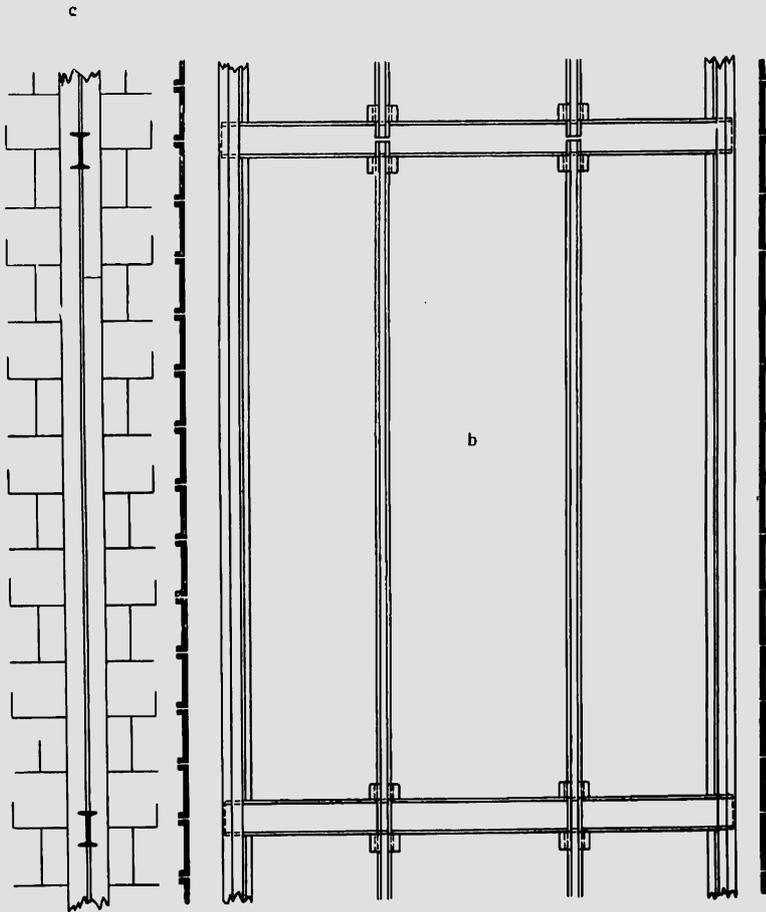
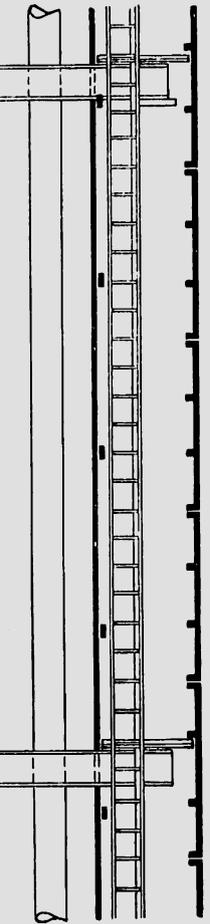
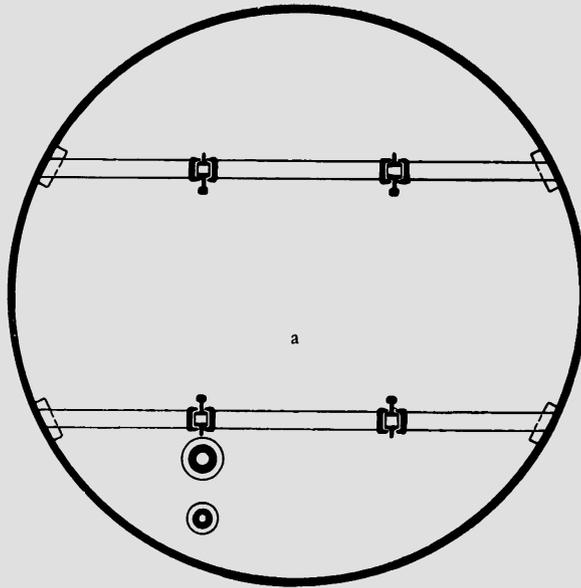
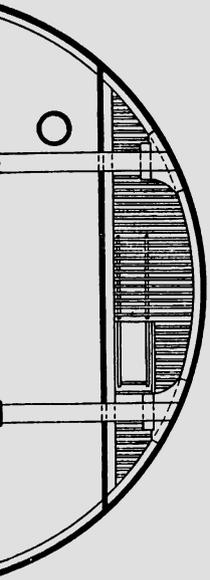


Fig. 3.

Verlagerung eiserner Einstriche in der englischen Cuvelage auf Preussen I/L.

der deutschen Cuvelage

## 2. Die Fahrten und Fahrbühnen.

Bei den Fahrten sind sowohl die Schenkel wie die Sprossen meist von Holz. Letztere beschlägt man gewöhnlich mit Eisenblech, um sie vor allzugrosser Abnützung zu schützen. Neuerdings wendet man vielfach auch Sprossen an, die aus Rundeisen bestehen, oder stellt die Fahrten ganz aus Eisen her, was sich wegen der hierdurch rzielten Brandsicherheit unbedingt empfiehlt. Für die Schenkel wählt man bei diesen Fahrten — oder L Eisen, für die Sprossen Rundeisen. Nach bergpolizeilicher Vorschrift darf die Neigung der Fahrten gegen die Horizontale 75° nicht übersteigen.

Die Fahrbühnen werden durch einige kurze Balken von Holz oder seltener Schmiedeeisen gebildet. Die Balken verlagert man auf der einen Seite in den Ausbau und auf der anderen auf einen Einstrich. Hier und da hat man den Belag auch aus geriefeltem Eisenblech (z. B. Vollmond II), oder aus durchlochtem Blech (z. B. Consolidation VI) hergestellt, was allgemeine Nachahmung verdient. Die Entfernung der Bühnen voneinander beträgt 4 bis 6 m.

Die Materialkosten der Fahrten und Fahrbühnen stellen sich für das laufende Meter Schacht bei der Verwendung von Holz durchschnittlich auf 4,50 M. und bei der Verwendung von Eisen auf 6,50 M. Ausserdem kommen hierzu noch je etwa 2,50 M. an Löhnen, sodass sich die Kosten insgesamt auf 7 bzw. 9 M. für das Meter belaufen.

## 2. Kapitel: Herstellung der Schächte.

### I. Allgemeines.

Das Abteufen der Schächte geschieht im Steinkohlengebirge und dem dasselbe überlagernden Kreidemergel, sowie den unmittelbar unter der Tagesoberfläche liegenden wenig mächtigen Schichten von Mutterboden, Lehm, trockenem Sand oder Kies meist in der Art, dass der Schacht unter Sumpfung der Wasser in einzelnen Absätzen niedergebracht und mit Ausbau versehen wird.

Die Menge der zusitzenden Wasser beträgt im Steinkohlengebirge selten mehr als einige hundert Liter. Wo ausnahmsweise grössere Zuflüsse auftreten, entstammen dieselben fast nie dem Steinkohlengebirge, sondern werden durch Klüfte von Tage her oder aus dem Deckgebirge zugeführt. Die grösste Wassermenge im Steinkohlengebirge ist wohl bei

dem in den letzten Jahren niedergebrachten Förderschachte der Zeche Schnabel ins Osten angetroffen worden. Derselbe wurde etwa 15 m über der Sohle eines sehr wasserreichen Thales angesetzt. Die Zuflüsse begannen bei 30 m Teufe und nahmen bis 110 m unter Tage bis auf 3 cbm zu, um unter allmählicher Abnahme bei 170 m wieder zu verschwinden. Auch auf Deutscher Kaiser II musste beim Abteufen im Steinkohlengebirge von 233 bis 271 m unter Tage ein Wasserzufluss von etwa 2 cbm je Minute gehoben werden.

Im Mergel treten hauptsächlich zwei wasserreiche Schichten auf, bei deren Durchteufung die Schächte daher häufig mit gusseiserner Cuvelage ausgekleidet werden müssen.

Die eine Schicht wird von dem zerklüfteten oberen Teil des Emscher- oder grauen Mergels gebildet und ist durchschnittlich 60 m mächtig. Die hier zusitzenden Wasser rühren aus den den Mergel überdeckenden diluvialen Ablagerungen her. Die zweite wasserreiche Schicht beginnt ungefähr 20 m oberhalb des oberen Grünsandes (Turon, Zone des *Spondylus spinosus*) und gehört in der Hauptsache dem sogenannten weissen Mergel des Turon an und endigt über dem Essener- oder Grünsand (Tourtia). Die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt bis zu 80 m. In der oberen Partie ist der Wasserreichtum fast allgemein, jedoch meist nicht so gross, dass man abbohren muss.

Mit sehr erheblichen Wasserzuflüssen hatten hier die von Hand abgeteufte Schächte Rhein-Elbe III — 13 cbm bei 29 m Teufe — und General Blumenthal IV — 14 cbm bei 35 m Teufe — zu kämpfen. Die untere Schicht führt grössere Wassermengen zwar weniger häufig, dann aber in fast unbegrenzter Masse, weshalb hier auch in einer ganzen Reihe von Fällen das Schachtbohren zur Anwendung gekommen ist. Dabei ist die Wasserführung an zwei nahe beieinander liegenden Punkten oft gänzlich verschieden, wie sich dies z. B. bei den Schachtanlagen Preussen I und Scharnhorst gezeigt hat, wo die mit No. I bezeichneten Schächte teilweise abgebohrt werden mussten, während die nur 50 bis 60 m von diesen entfernten Schächte No. II ohne sehr erhebliche Wasserzuflüsse von Hand niedergebracht werden konnten. Den grössten Wasserzufluss in der unteren Partie von 34 cbm hatte der Schacht Adolf von Hansemann I aufzuweisen. Dieser im Jahre 1873 in Angriff genommene Schacht musste nach vergeblichen Versuchen, durch das Abteufen von Hand das Steinkohlengebirge zu erreichen, im Jahre 1894 aufgegeben werden, da der Uebergang zum Abbohren wegen mehrerer in dem Schachte festverlagerter Pumpen zu schwierig erschien. Auf Adolf von Hansemann I folgen nach der Wassermenge die Bohrschächte Scharnhorst I mit 30 cbm, Preussen II/II mit 27 cbm, sowie Gneisenau I, Preussen I/I, Victor II und Adolf von Hansemann III mit je 20 cbm.

Als sehr wasserführend hat sich ferner der unterenone Sandmergel erwiesen, welcher im Norden des Bezirks den Emschermergel überlagert und beispielsweise von dem Schachte I der Zeche Graf Waldersee — grösster Wasserzufluss 10,5 cbm je Minute bei 40 m Teufe — in einer Mächtigkeit von etwa 100 m angetroffen wurde. Auch der Buntsandstein, welcher sich im nordwestlichen Teile, sowie an vereinzelt anderen Stellen zwischen Steinkohlegebirge und Kreide einschiebt, ist ziemlich wasserreich. Die einzigen Schächte, welche denselben bisher aufgeschlossen haben, sind die vier Schächte der Zeche Ver. Gladbeck, bei welchen der Buntsandstein von Hand durchteuft worden ist.

Fast überall über dem Mergel und teilweise auch unmittelbar über dem Steinkohlegebirge lagert eine diluviale Schwimmsandschicht, deren Mächtigkeit zwischen wenigen Centimetern und etwa 30 m schwankt. An einigen Stellen des Gebietes, besonders in der Gegend von Langendreer und nordöstlich von Mülheim a. d. Ruhr, treten ausserdem wasserreiche Kiese und Gerölle, ebenfalls diluvialen Alters, auf, welche beispielsweise mit dem Schachte II der Zeche Vollmond bis 28 m unter Tage durchteuft worden sind.

In der Nähe des Rheines folgen unter dem Diluvium Schichten des Tertiärs und der Kreide, welche wiederum aus Schwimmsand, sowie aus weichen, mehr oder minder sandigen Thonen bestehen und nach Norden hin an Mächtigkeit zunehmen. Dieselben sind beim Schachtabteufen durch den zu Bruch gegangenen Schacht Hugo bei Holten bis 175 m Teufe und weiter nördlich an der Lippe durch Tiefbohrungen bis etwa 300 m Teufe aufgeschlossen worden. Das Abteufen in diesen wasserreichen, lockeren Schichten geschieht durch Senkarbeit, sowie ausnahmsweise durch Abtreibearbeit. Das Gefrierverfahren von Poetsch, gegen welches man im Ruhrbezirk eine wohl nicht ganz gerechtfertigte Abneigung besitzt, ist erst in allerjüngster Zeit auf Zeche Prosper I und Auguste Victoria zur Anwendung gekommen bzw. noch in Anwendung. Bei dem im Jahre 1900 in Angriff genommenen Schachte I der Zeche Trier bei Dorsten hat man zwar die Vorbereitungen für die Gefrierarbeit getroffen, dann aber das Weiterabteufen einstweilen aufgegeben.

## II. Das Schachtabteufen von Hand.

Beim Abteufen von Hand ist zu unterscheiden, ob es sich um das Niederbringen eines neuen Schachtes handelt, oder ob man einen schon in Betrieb befindlichen Schacht weiter abteuft. Ausserdem gestalten sich die Arbeiten verschieden, je nachdem man dem Abteufen Aufbrüche entgegenreibt, oder nicht.

## 1. Abteufen ohne Benutzung von Aufbrüchen.

### a) Einrichtungen für das Abteufen.

Die Einrichtungen für das Abteufen eines neuen Schachtes bestehen vor allem aus dem Fördergerüst und der Abteuffördermaschine, welche in 10 bis 25 m Entfernung von dem Fördergerüst aufgestellt wird.

Wo man den Schachtausbau unter Benutzung einer schwebenden Bühne herstellt, ist zur Bewegung letzterer noch ein Dampfkabel erforderlich. Dieses erhält dann entweder seinen Platz vor der Abteufmaschine oder derselben gegenüber auf der anderen Seite des Fördergerüsts. Die erstere Art der Aufstellung bietet den Vorteil, dass beide Maschinen in einem Gebäude untergebracht werden können.

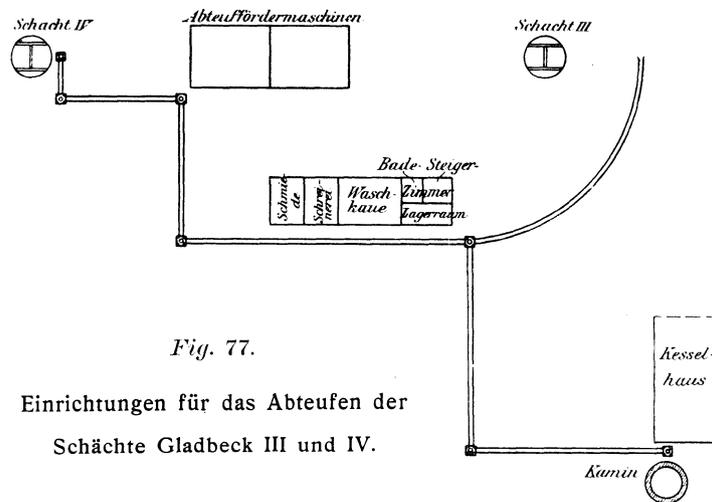


Fig. 77.

Einrichtungen für das Abteufen der  
Schächte Gladbeck III und IV.

Wird der Schacht gleichzeitig abgeteuft und ausgemauert, so kommt noch eine Materialfördermaschine hinzu, welche am zweckmässigsten der Abteuffördermaschine gegenüber verlagert wird.

Auch bei abwechselndem Abteufen und Herstellen des Ausbaues ist, falls der Schacht bis zu grösserer Teufe niedergebracht wird, die Aufstellung einer zweiten Fördermaschine am Platze. Diese Hilfsfördermaschine wird alsdann, wie es auf Rhein-Elbe III und Recklinghausen II/II geschehen ist, zur Unterstützung der anderen Maschine bei der Berge- und Materialförderung, sowie, wenn nötig, zum Wasserfördern benutzt.

Werden gleichzeitig zwei Schächte niedergebracht, so verdoppelt sich die Anzahl der Maschinen. Als Beispiel von Doppelschachtanlagen seien hier Gladbeck III und IV, sowie Werne I und II herausgegriffen.

Bei den ersteren (Fig. 77) liegen in der Mitte zwischen den beiden Schächten in einem gemeinschaftlichen Gebäude die Abteuffördermaschinen. Auf Werne I und II (Fig. 78) sind in der Mitte bei den Materialfördermaschinen und vor diesen je ein Dampfkessel aufgestellt, während sich auf der entgegengesetzten Seite eines jeden Schachtes die Abteuffördermaschinen befinden. Die Materialfördermaschinen hatte man von vornherein so stark gewählt, dass dieselben erforderlichenfalls zur Wasserhebung mittelst der Tomsonschen Wasserziehvorrichtung benutzt werden konnten. Für den Fall, dass die Menge der zuzutenden Wasser 3 bis 4 cbm überstieg, war noch je eine zweite Wasserfördermaschine vorgesehen. Beim etwaigen Abbohren sollten zwischen den Fördergerüsten und den Abteuffördermaschinen die Bohrvorrichtungen zur Aufstellung gelangen.

Erfolgt das Abteufen nicht in unmittelbarer Nähe einer schon bestehenden Schachanlage, so sind an sonstigen Einrichtungen über Tage eine Kesselanlage, Schreinerwerkstätte, Schmiede, Waschkäue, ein Lageraum, sowie Bureaus für die Beamten (Fig. 77 und 78) erforderlich.

Vielfach ist ausserdem noch eine Anlage zur Erzeugung elektrischen Lichts vorhanden, was sich wegen der Nacharbeiten allgemein empfehlen dürfte. Abgesehen von der Kesselanlage werden alle diese Einrichtungen am besten in einem Gebäude untergebracht. Die Kesselanlage wird häufig von vornherein schon so hergestellt, dass sie auch für den späteren Betrieb benutzt werden kann und zu diesem Zwecke nur erweitert zu werden braucht. In der

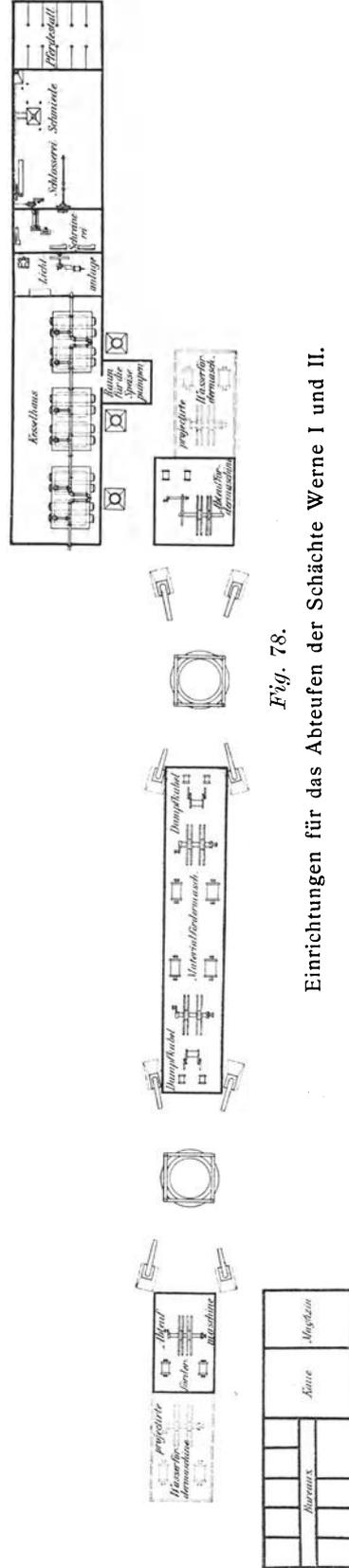


Fig. 78.

Einrichtungen für das Abteufen der Schächte Werne I und II.

Regel genügen für das Abteufen eines Schachtes zwei Kessel von 100 qm Heizfläche, von denen einer zur Reserve dient. Beim gleichzeitigen Mauern und Abteufen wird meist noch ein dritter Kessel notwendig sein. Auf verschiedene Einzelheiten, sowie einige besondere Einrichtungen, wie Pumpen u. s. w., wird weiter unten noch näher eingegangen werden.

Die Kosten der Einrichtungen für das Abteufen sind bei einem Schachte, bei welchem der Ausbau unter Benutzung einer schwebenden Bühne hergestellt wird und die Wasserhebung keine besonderen Schwierigkeiten verursacht, durchschnittlich etwa folgendermassen zu veranschlagen:

	M.
1. Schachtgerüst . . . . .	8 000
2. Abteuffördermaschine (altgekauft) nebst Gebäude und Fundamentierung . . . . .	18 000
3. Dampfkabel (altgekauft) nebst Gebäude und Fundamentierung . . . . .	7 000
4. Schwebende Bühne . . . . .	2 000
5. Kübel, Seilscheiben, Seile u. s. w. . . . .	7 000
6. Pumpen . . . . .	10 000
7. Kesselanlage nebst Zubehör . . . . .	25 000
8. Werkstätten, Bureaus u. s. w. . . . .	15 000
9. Verschiedenes und zur Abrundung . . . . .	8 000
Zusammen	100 000.

Von dieser Summe sind jedoch nur etwa 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, also 30 000 M., als wirkliche Ausgabe zu rechnen, da ein Teil der Einrichtungen, wie z. B. die Kesselanlage, nach Beendigung des Abteufens noch weiter benutzt werden kann, und anderes, wie z. B. die Fördermaschine, bei späteren Abteufarbeiten wieder zu verwenden ist. Für gleichzeitiges Abteufen und Mauern erhöhen sich die Gesamtkosten der Einrichtungen um etwa 25 000 M. und bei gleichzeitigem Abteufen zweier Schächte um ungefähr 75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> auf 175 000 M. bzw. 220 000 M.

#### b) Die Abteufarbeit.

In den Schichten von Mutterboden, Lehm, trockenem Sand oder Kies, deren Mächtigkeit selten 10 m übersteigt, geschieht die Hereingewinnung mittelst Hacke, Spaten und Schaufel. Beim Abteufen im Mergel wird in den ersten 10 bis 20 m mit Keil, Treibfäustel und Keilhaue gearbeitet, da hier das Gestein gewöhnlich verwittert und aufgeweicht ist. Sodann beginnt die Schiessarbeit. Nur in der Nähe des Rheines besitzt

auch bei grösserer Teufe der Mergel vielfach noch so geringe Festigkeit, dass er ohne Schiessarbeit durchteuft werden kann (z. B. Deutscher Kaiser, Oberhausen III, Osterfeld II und Sterkrade).

Die Bohrlöcher werden fast ausschliesslich durch gewöhnliches Handbohren hergestellt. Hierbei benutzt man den Meisselbohrer, in dem weichen grauen Mergel wohl hier und da auch den Schlangenbohrer. Während im Mergel und Thonschiefer die Löcher einmännisch gebohrt werden, und zwar bis zu geringer Tiefe mit dem Fäustel und bei grösserer Tiefe durch einfaches Stossen, gelangt im Sandstein und Konglomerat vielfach auch das zweimännische Bohren zur Anwendung. Beim Stossen werden die Bohrer, um das Gewicht derselben zu erhöhen, nicht selten am oberen Ende noch beschwert.

Der maschinelle Bohrbetrieb, welchen wir beim Schachtabteufen zum erstenmal im Jahre 1876 bei dem Förderschachte Südliche Mulde I der Zeche Altendorf angewandt finden, hat sich bisher keinen dauernden Eingang verschaffen können, da die Aufstellung der Maschinen im allgemeinen so viel Zeit erfordert, dass man im Mergel und Thonschiefer mit dem Handbohren einen grösseren Fortschritt erzielt. Günstige Erfahrungen hat man allerdings in neuerer Zeit beim Abteufen des Schachtes Rheinpreussen III (1895) und beim Weiterabteufen des Schachtes Deimelsberg der Zeche Johann Deimelsberg (1897) gemacht. In beiden Fällen bestand das durchteufte Gebirge fast ausschliesslich aus Sandstein. Wenn ein grösserer Teil des Schachtes durch Sandstein oder Konglomerat niederzubringen ist, dürfte demnach der maschinelle Betrieb wegen der grösseren Leistungen dem Handbohrbetrieb vorzuziehen sein.

Auf Zeche Altendorf arbeiteten die Bohrmaschinen noch mit Dampf. Bei dem Schachte Rheinpreussen III, wo man beim Abteufen ohne Herstellung des definitiven Ausbaues einen monatlichen Fortschritt von 45 m erzielte, waren 3 auf Dreibeinen stehende Maschinen in Thätigkeit, welche vor dem Wegthun der Schüsse mittelst Handkabel auf eine Sicherheitsbühne emporgezogen wurden. Die Kosten waren etwas höher als beim Handbetrieb.

Die Tiefe der Bohrlöcher beträgt durchschnittlich etwa 1,25 m. Auf Werne stieg dieselbe bis auf 3 m. Bei einem Schachte von 5 m lichtigem Durchmesser kommen auf 1 bis 1,5 m Schachtteufe je nach der Art des Gesteins ungefähr 20 bis 40 Schüsse, von welchen etwa 8 bis 15 auf den Einbruch entfallen.

Als Sprengmaterial verwendet man fast ausschliesslich Gelatine-Dynamit. Der durchschnittliche Sprengstoffverbrauch für das laufende Meter Schacht ist aus Tabelle 17 ersichtlich.

Tabelle 17.

Art des Gesteins	Durchschnittlicher Sprengmaterialverbrauch für das laufende Meter Schacht in kg
grauer Mergel .	9
weisser Mergel .	14
Thonschiefer . .	16
Sandstein . . . .	22
Konglomerat . .	35

Bei der Zündung der Schüsse wird wasserdichte Zündschnur benutzt. Elektrische Zündung ist bis jetzt nur vereinzelt, z. B. auf Rhein-Elbe III und Eiberg II, zur Anwendung gelangt. Häufig hat man sie, da infolge der Schwierigkeit der Isolirung gegen die Nässe Versager vorkommen, wieder aufgegeben.

Vor der Herstellung der definitiven Schachtauskleidung werden die Stösse mit einem provisorischen Ausbau versehen. Früher nahm man hierzu hölzerne Rahmen mit Verzug aus Tannenholzbrettern. Die durch eiserne Haken, Schrauben oder angenagelte Brettstücke aneinander gehängten Rahmen bestanden aus mehreren Stücken, welche durch angenagelte Holzlaschen verbunden wurden.

In den letzten Jahren hat man sich dieses Ausbaus nur noch selten bedient, da der hölzerne Ausbau schwer und unhandlich ist. Allgemein ist man dazu übergegangen, aus — oder  $\square$  Eisen, oder seltener aus Grubenbahnschienen,  $\perp$  oder  $\perp$  Eisen zusammengesetzte Ringe in 1 bis 1,5 m Entfernung voneinander einzubauen. Die einzelnen Ringsegmente, deren Zahl je nach dem Schachtdurchmesser zwischen 3 und 8 schwankt, werden durch eiserne Laschen und Schrauben verbunden.

Bei Flacheisen, dessen Querschnitt gewöhnlich  $80 \times 25$  mm beträgt, wird die Verbindung auch durch Verschraubung der umgebogenen Enden bewirkt. Am meisten Anwendung findet  $\square$  Eisen (NP 12 bis 22), welches dem Flacheisen wegen seiner grösseren Widerstandsfähigkeit bei gleichem Gewicht, und den übrigen Profileisen wegen seiner grösseren Handlichkeit vorzuziehen ist. Die Verlaschung der  $\square$  Eisenringe erfolgt entweder durch je 2 — Eisenstücke, die oben und unten auf die Flanschen gelegt werden, oder durch  $\square$  Eisenstücke auf der Innenseite der Ringe. Statt der Schrauben hat man sich in letzterem Falle beim Abteufen der Schächte Oberhausen III und Osterfeld II konischer Bolzen bedient. Eine derartige Verbindung dürfte aber nur da am Platze sein, wo, wie dies bei

den erwähnten Schächten der Fall war, wenig oder garnicht geschossen zu werden braucht, da die Bolzen sonst beim Schiessen durch umherfliegende Gesteinsstücke leicht gelockert werden können. Der oberste Ring wird mittels eiserner Haken an eisernen Bolzen aufgehängt, welche man in den vorhergehenden Maueratz oder in das Gestein einschlägt. Zur Aufhängung der übrigen Ringe aneinander und an dem oberen Ring dienen ebenfalls Haken. Bei  $\square$  Eisenringen gelangen statt dessen auch Rundeisenstangen zur Verwendung, die mit den Flanschen der Ringe ver-

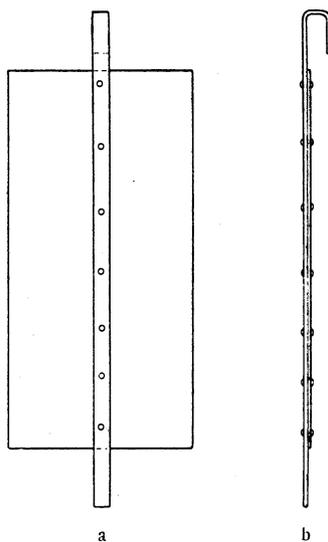


Fig. 79.

Verzugsblech.

schraubt werden. Diese Art der Aufhängung hat zwar den Vorteil grösserer Festigkeit, beansprucht aber mehr Zeit als die gewöhnliche.

Um das Gewicht der Ringe ab und zu auf die Stösse zu übertragen, legt man jeden 5. bis 10. Ring auf eingebühnte Tragehölzer oder in das Gestein eingetriebene eiserne Pflöcke.

Der Verzug besteht auch bei Anwendung eiserner Ringe aus Tannenbrettern, die gegen die Ringe verkeilt werden. Mehr und mehr bürgern sich jedoch Eisenblechstücke ein, welche dauerhafter sind und sich rascher einbauen lassen. Die Blechstücke (Fig. 79a und b) sind bei einer Stärke von 3 bis 5 mm 0,50 bis 0,60 m breit und 1—1,2 m hoch. Auf der Rückseite ist ein Flacheisenstück angenietet, das oben und unten etwas vorsteht. Das obere Ende desselben ist zur Aufhängung an den Ringen zu einem Haken umgebogen, während das untere Ende hinter den nächst

tiefer gelegenen Ring geschoben wird. Bei einem Schachte von 5 m Durchmesser betragen die Anschaffungskosten eines  $\square$  Eisenringes nebst den dazu gehörigen Verzugsblechen durchschnittlich 100 M.

Beim Unterhängen von Tubbingen oder beim segmentweisen Mauern fällt die Herstellung des provisorischen Ausbaues selbstverständlich weg.

In der Regel wird in vier sechsständigen Schichten gearbeitet.

Die Anzahl der gleichzeitig auf der Sohle beschäftigten Schachthauer schwankt je nach dem Durchmesser zwischen sechs und zwölf. Auf Werne I und II arbeiteten bei 5,8 m lichtem Durchmesser in jeder Schicht sogar 15 Mann auf der Sohle.

Die Bezahlung erfolgt gewöhnlich im Gedinge. Nur bei grossen Wasserzuflüssen oder, wenn sonstige Schwierigkeiten eintreten, wird Schichtlohn gezahlt.

Die durchschnittliche Höhe des Gedinges für das laufende Meter Schacht bei den verschiedenen Gesteinsarten ist für einen Schacht von 5 m lichtem Durchmesser in Tabelle 18 näher angegeben. Aus derselben ist gleichzeitig die durchschnittliche Leistung für einen Monat zu ersehen. Die Herstellung des definitiven Ausbaues ist in die Leistung nicht einbegriffen, während

Tabelle 18.

Art des Gesteins	Gedinge je lfd. Meter Schacht in M.	Fortschritt je Monat in m.
Grauer Mergel . . .	140	40
Weisser Mergel . . .	180	34
Thonschiefer . . . .	200	32
Sandstein . . . . .	250	27
Konglomerat . . . .	420	15

in dem Gedingesatz die Kosten für das Sprengmaterial mitenthalten sind.

Prämiengedinge, das bei genügender Aufsicht vor dem gewöhnlichen den Vorzug verdient, findet man ziemlich selten. Auf Werne I und II betrug das Grundgedinge im Mergel, solange noch keine Wasserzuflüsse vorhanden waren, 150—180 M.; ausserdem wurden bei einem monatlichen Fortschritt von über 30 m als Prämie für je 5 m Mehrleistung 500 M. gezahlt. Hierbei erzielte man eine Höchstleistung von 61 m und eine durchschnittliche von 50,6 m, Ziffern, die bisher noch bei keinem Schachtabteufen im Ruhrkohlenbezirk erreicht worden sind. Einen Schichtlohn mit Prämien hat man auf Ewald III und IV (1895/97) gezahlt. Die Schachthauer er-

hielten hier 4,50 M. je Schicht, und wenn der tägliche Fortschritt 1 m überstieg, für je 10 cm Mehrleistung 10 Pf. mehr.

Die Gesamtbelegschaft beim Abteufen eines Schachtes von etwa 5 m Durchmesser beträgt rund 70 Mann, welche sich, wie folgt, verteilt:

Schachthauer . . . . .	$4 \times 10 + 2$
Anschläger und Schlepper . . . . .	$3 \times 4$
Maschinenführer . . . . .	$3 \times 1$
Heizer . . . . .	$2 \times 1$
Kauenwärter, Tagelöhner u. s. w. . . . .	$2 \times 4$
Handwerker . . . . .	3
<hr/>	
zusammen . . . . .	70 Mann.

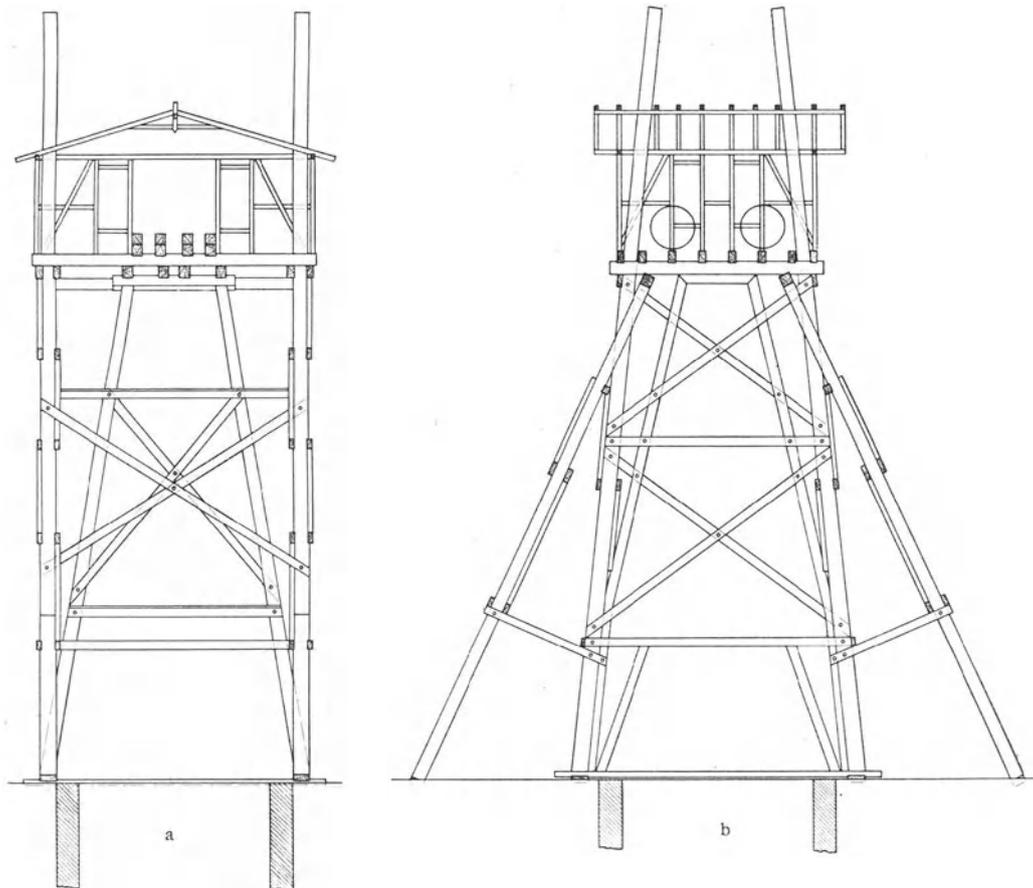


Fig. 80.

Provisorisches Fördergerüst für das Abteufen des Schachtes Königsborn II.

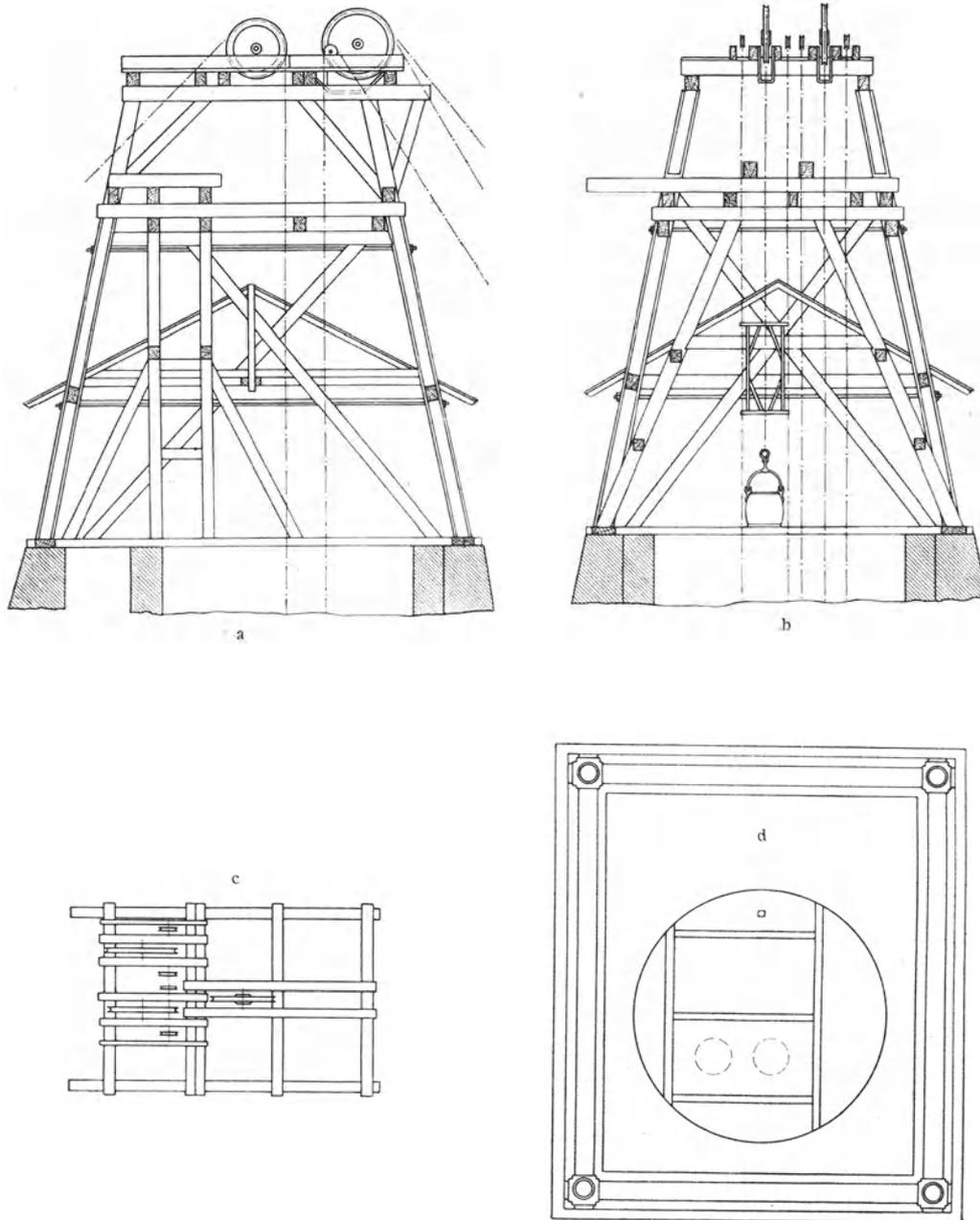


Fig. 81.

Provisorisches Fördergerüst für das Abteufen des Schachtes Ver. Gladbeck II.

Bei gleichzeitigem Abteufen und Mauern treten noch etwa 30 Mann, darunter 14 Maurer, hinzu, sodass sich die Gesamtzahl der Arbeiter auf rund 100 erhöht. Beim Abteufen der Schächte Werne I und II (Durchmesser 5,8 m) waren sogar zusammen 258 Mann beschäftigt.

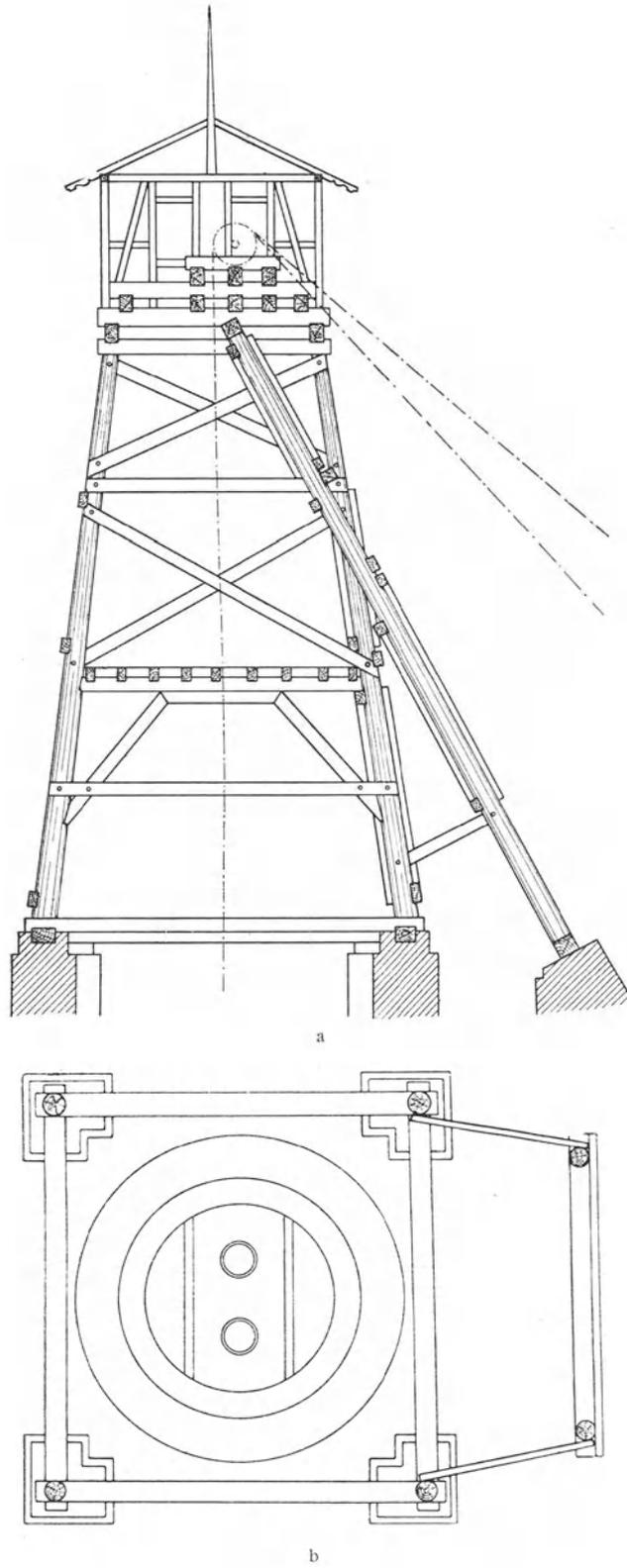
### c) Förderung beim Abteufen.

Während bis zu etwa 4 m Teufe die Berge mittels der Schaufel unter gleichzeitiger Benutzung von Bühnen zu Tage gefördert werden, findet von da ab die maschinelle Förderung statt. Für die Zwecke derselben wird über dem Schachte ein provisorisches Fördergerüst errichtet (Fig. 80–85). Dasselbe ist in der Hauptsache aus vier langen aufrecht stehenden und nach der Schachtmitte zu etwas geneigten tannenen Masten zusammengesetzt, von denen je zwei benachbarte durch gekreuzte Diagonalhölzer gegeneinander verstrebt werden. Die Masten stehen auf einem hölzernen Rahmen, in den sie mit ihrem unteren Ende gewöhnlich eingezapft sind. Den Rahmen legt man entweder unmittelbar auf den Boden, oder man giebt ihm ein Fundament, welches aus zusammenhängendem Mauerwerk oder noch besser aus vier Mauerpfeilern (Fig. 82a und b) besteht. Bei dem provisorischen Fördergerüste des Schachtes Ver. Gladbeck II hat man die vier Hölzer des Rahmens, deren Enden sonst meist überblattet werden, durch gusseiserne Schuhe verbunden und in diese die Masten gestellt (Fig. 81a–d).

Zwischen schweren Balken werden am oberen Ende des Fördergerüsts auf einem von den Masten getragenen Rahmen, welchen man häufig noch durch ein Sprengwerk unterfängt, die Scheiben für die Förder- und Führungsseile verlagert (Fig. 82a). Wo ausser der Abteuffördermaschine noch eine Materialfördermaschine oder ein Dampfkabel in Gebrauch ist, verteilt man die Scheiben auch vielfach auf zwei Rahmen übereinander (Fig. 83a und b).

Entweder ist nur eine Hängebank vorhanden, welche sich unmittelbar an der Schachtmündung befindet, oder man bringt zweckmässiger einige Meter über derselben noch eine zweite an (Fig. 83 und 84). Die untere Hängebank wird alsdann beim Einlassen der Materialien für den Schachtausbau und die obere beim Bergefördern benutzt. Letztere besteht aus einer auf Balken ruhenden Bühne, die an den Gerüstmasten befestigt und vielfach noch durch Pfostenstreben oder ein Sprengwerk unterstützt wird.

Für den Durchgang der Fördergefässe durch die Hängebank dienen zwei durch Klappen (Fig. 85) verschliessbare Oeffnungen. Das Oeffnen der Klappen, welche durch Gegengewichte entlastet werden, erfolgt durch ein Hebelwerk oder mit Hilfe von Handhaben oder auch durch einfaches Ziehen an den Ketten der Gegengewichte. Um zu verhüten, dass beim



*Fig. 82.*

Provisorisches Fördergerüst für das Abteufen der Schächte Ewald III u. IV.

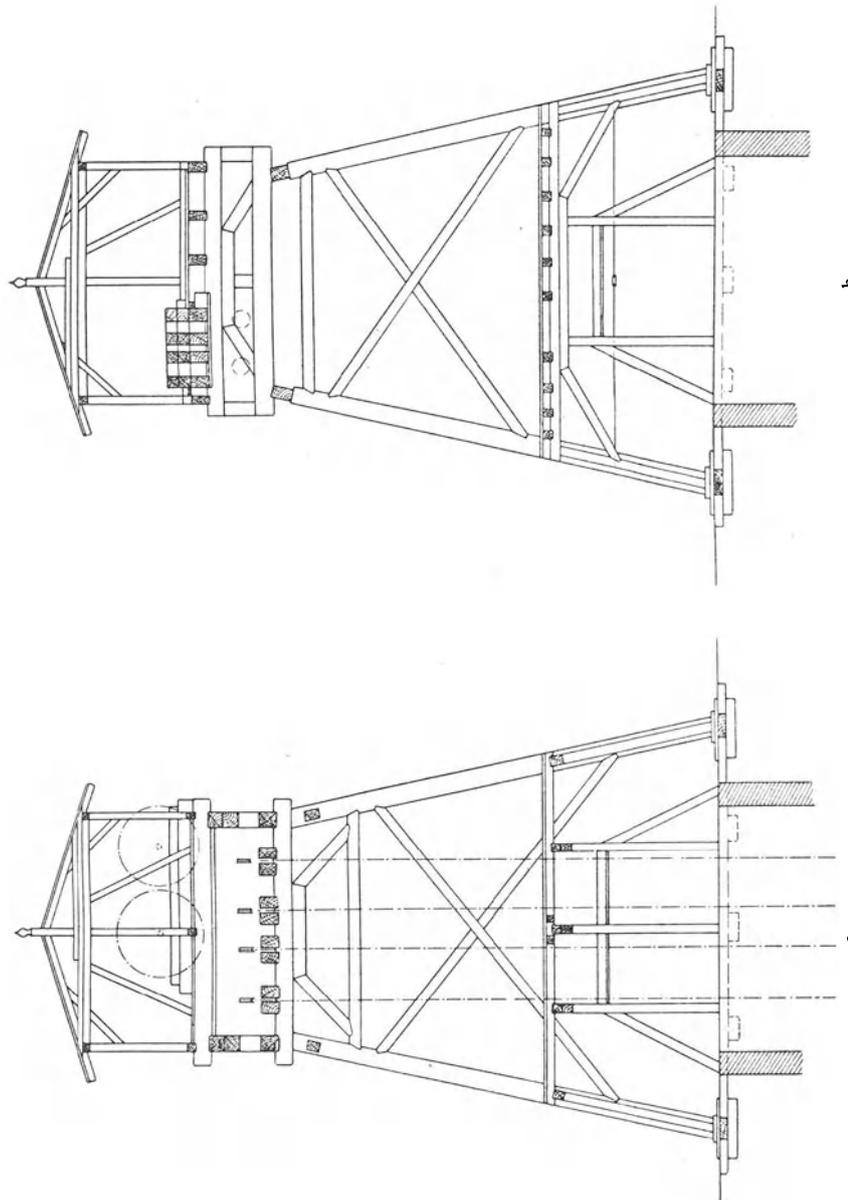
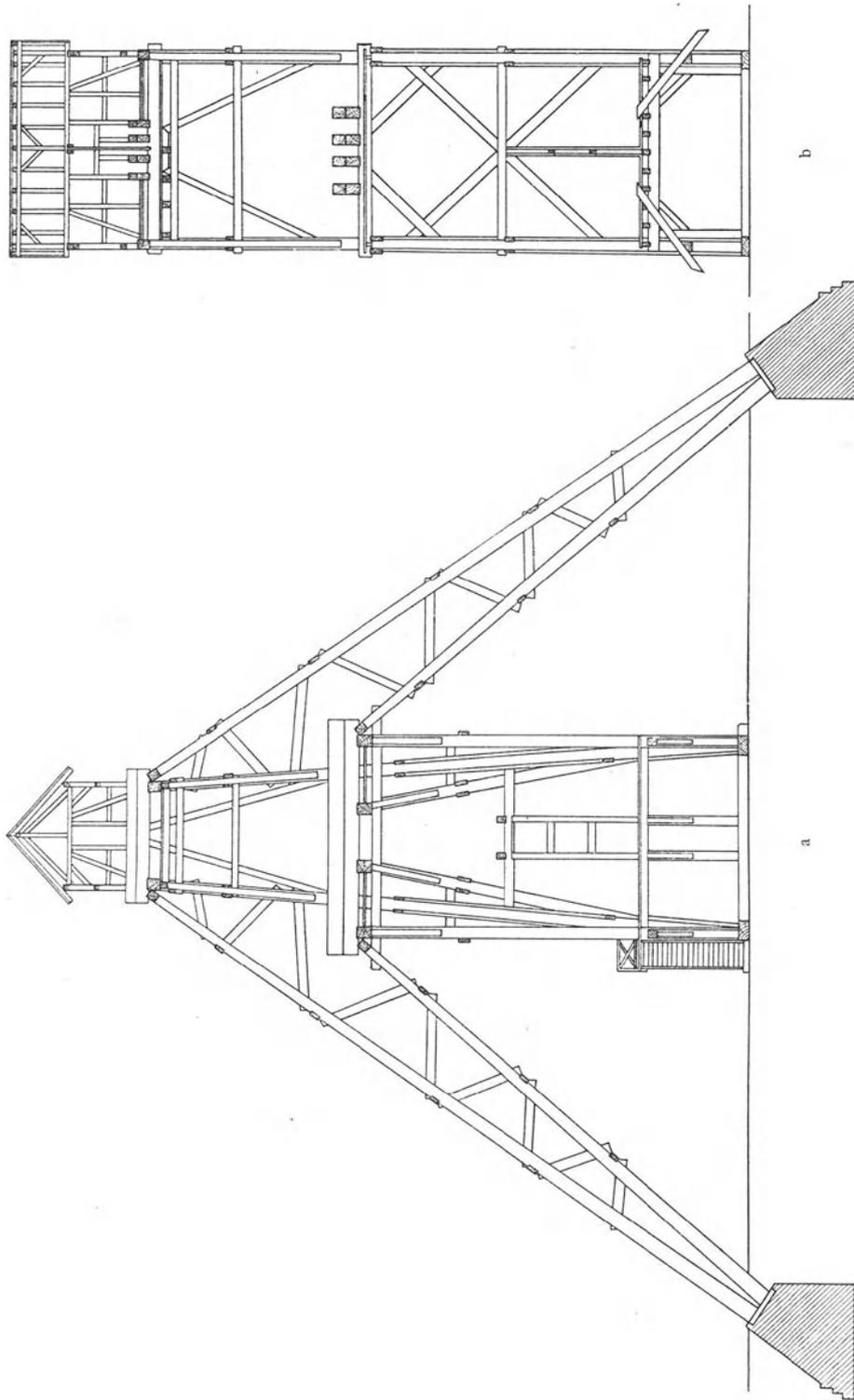


Fig. 83.

Provisorisches Fördergerüst für das Abteufen des Schachtes IV der Zeche Pluto.

Oeffnen der Klappen, oder während diese offen stehen, jemand in den Schacht stürzt, werden hier und da vor denselben in 1 bis 1,25 m Höhe vom Boden verschiebbare Eisenstangen angebracht. In einigen Fällen, wie beispielsweise beim Abteufen der Schächte Eiberg II und Wilhelmine Victoria IV, hat man um die Klappen einen vollständigen Verschlag mit



*Fig. 84.*  
Provisorisches Fördergerüst für das Abteufen der Schächte Werne.

verschiebbaren Gitterthüren hergestellt, was überall geschehen sollte. Die Gitterthüren werden erst dann zur Seite geschoben, wenn die Klappen durch ein Hebelwerk geöffnet sind. Im allgemeinen lässt man jedoch derartige Sicherheitsvorrichtungen weg, indem man die offen stehenden

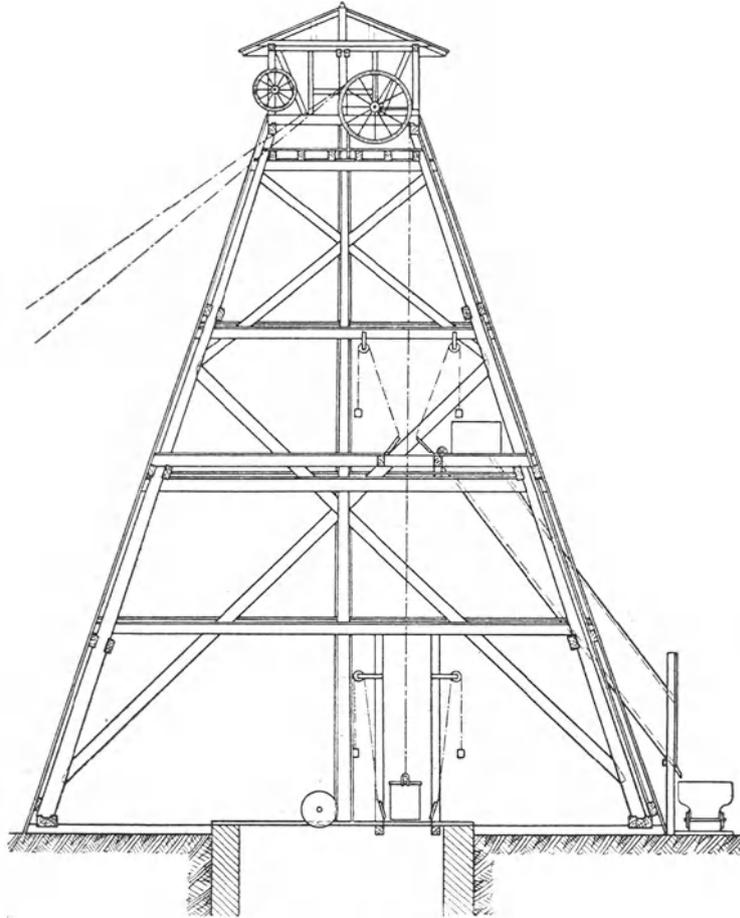


Fig. 85.

Provisorisches Fördergerüst für das Abteufen des Schachtes Recklinghausen I/II.

Klappen und die an denselben befestigten Ketten als ausreichenden Schutz betrachtet.

Die Gerüststreben, welche besonders bei grosser Höhe der Fördergerüste erforderlich sind, stellt man aus zwei durch Diagonalkreuze verbundene Masten her (Fig. 85). Bei den Schächten der Zeche Werne, wo auf beiden Seiten der Gerüste Streben angebracht waren, bestanden

Sammelwerk. III.

diese aus je vier Masten, von denen die oberen unter den Lagerahmen der Seilscheiben für Dampfkabel und Abteuffördermaschine und die unteren unter denjenigen für die Materialfördermaschine fassten. Die Fördergerüste waren von vornherein so konstruiert, dass sie, wenn nötig, durch Verlängerung nach beiden Seiten hin für die Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens umgebaut werden konnten. Dasselbe war u. a. auch bei dem Fördergerüste des Schachtes Königsborn III der Fall.

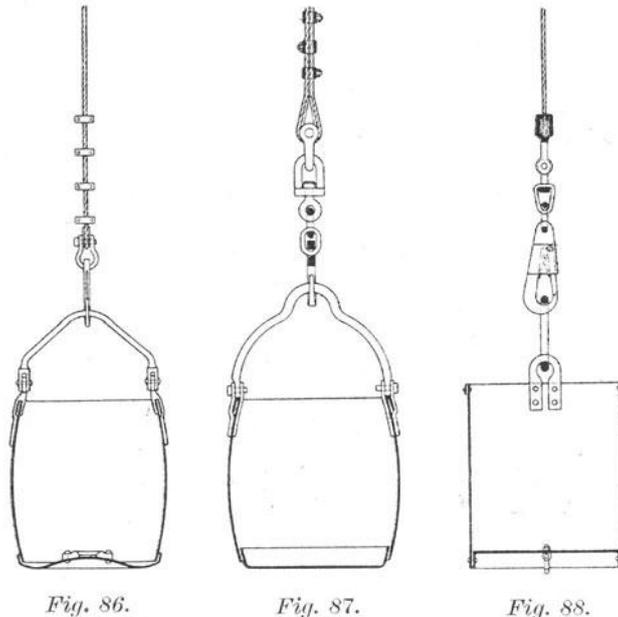


Fig. 86.

Fig. 87.

Fig. 88.

Fig. 86 — 88.

Förderkübel nebst Zwischengeschirr für im Abteufen begriffene Schächte.

Zum Schutze der Arbeiter gegen Witterungseinflüsse wird das Fördergerüst an den Seiten mit Bretterwänden versehen.

Die Höhe der Fördergerüste vom Boden bis zur Mitte der Seilscheiben schwankt zwischen 12 und 23 m. Wo nicht, wie auf Werne (23 m Höhe) und Königsborn, besondere Verhältnisse vorliegen, werden etwa 18 m Höhe vollständig genügen.

Als Fördergefäße dienen Kübel verschiedenster Bauart (Fig. 86 bis 88) von 300 bis 600 l Fassungsraum. Dieselben sind aus Eisenblech konstruiert und tragen zum Anschlag an das Seil einen beweglichen, eisernen Bügel. Der Boden ist umgebördelt und am oberen Rande der Gefäße ein Verstärkungsreifen angenietet.

Die Förderseile sind meist rund und nach dem Kreuzschlag geflochten. Neuerdings (z. B. auf Werne und Minister Achenbach) hat man auch mehrfach Bandseile angewendet. Letztere sind unbedingt vorzuziehen, weil bei ihnen der lästige Drall fehlt und ausserdem infolge der Aufwicklung auf Bobinen eine teilweise Seilausgleichung stattfindet.

Das Zwischengeschirr besteht aus einem Karabinerhaken (Fig. 86 bis 88), einem oder mehreren Kettengliedern, einem Wirbel und schliesslich einem sog. Schäckel, einem Bügel mit Bolzen, welcher durch das

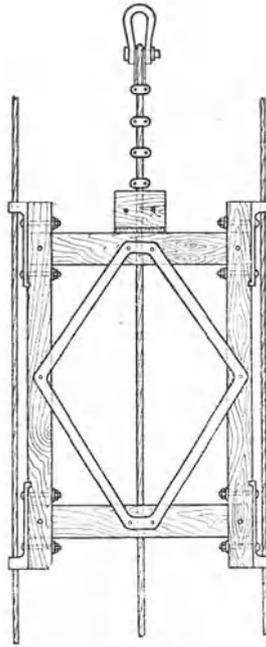


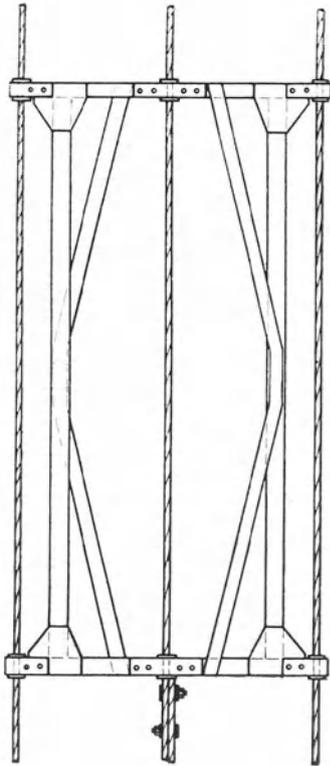
Fig. 89.

Führungsschlitten für den Schacht Wilhelmine Victoria IV.

Auge des Förderseiles gesteckt wird. Der Wirbel wird manchmal auch weggelassen (Fig. 86), da man von der Ansicht ausgeht, dass er ein Zwischenglied mehr bildet, das dem Bruche ausgesetzt ist. Bei der für die Zwischengeschirre bergpolizeilich vorgeschriebenen zehnfachen Sicherheit fällt dies jedoch nicht sehr ins Gewicht. Da der Wirbel ausserdem eine Drehung des Kabels an dem Seile und umgekehrt gestattet, wodurch das An- und Abschlagen sehr erleichtert wird, so sollte er nie fehlen.

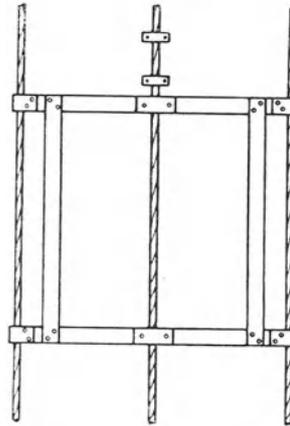
Die Führung des Förderseiles wird durch einen Führungsschlitten bewirkt, der sich zwischen zwei Seilen bewegt und aus Eisen oder seltener aus Holz besteht. Früher benutzte man nur hölzerne Schlitten, welche

jedoch schwerer und weniger dauerhaft als die eisernen sind. Letztere werden aus Flacheisen hergestellt und an beiden Seiten mit je zwei Augen versehen, welche die Führungsseile umfassen, während das Förderseil durch zwei in der Mitte befindliche Augen geht. Um die Abnutzung der



*Fig. 90.*

Führungsschlitten für die Schächte  
der Zeche Gladbeck.



*Fig. 91.*

Führungsschlitten für den Schacht  
Zollern II.

Seile möglichst zu verringern, erhalten die Augen vielfach eine Ausfütterung von Holz oder Messing. Ein zum grössten Teil aus Holz gefertigtes Führungsgestell, welches beim Abteufen des Schachtes Wilhelmine Victoria IV benutzt wurde, zeigt Figur 89, während einige eiserne Schlitten in den Figuren 90 bis 93 dargestellt sind. Die aus den Figuren 90 und 91 ersichtlichen Konstruktionen dürften im allgemeinen den anderen vorzuziehen sein.

Der in Figur 92 abgebildete Schlitten (Zeche Altendorf, südliche Mulde, Schacht II) erfordert zum Kippen des Kübels keine so grosse Höhe des Fördergerüsts. Deshalb ist die Anwendung dieser Schlittenart überall dort angebracht, wo, wie auf Altendorf, wegen besonderer örtlicher Verhältnisse die Hängebank sehr hoch liegt.

Die Führungsseile werden über Tage auf die Trommeln eiserner Winden, welche seitlich des Schachtes stehen, aufgewickelt und können

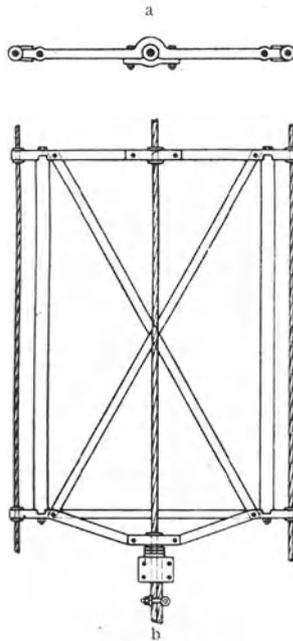


Fig. 92.

Führungsschlitten für Altendorf,  
südliche Mulde, Schacht II.

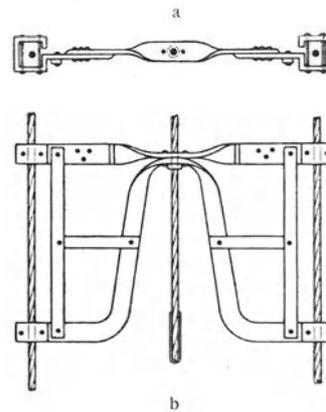
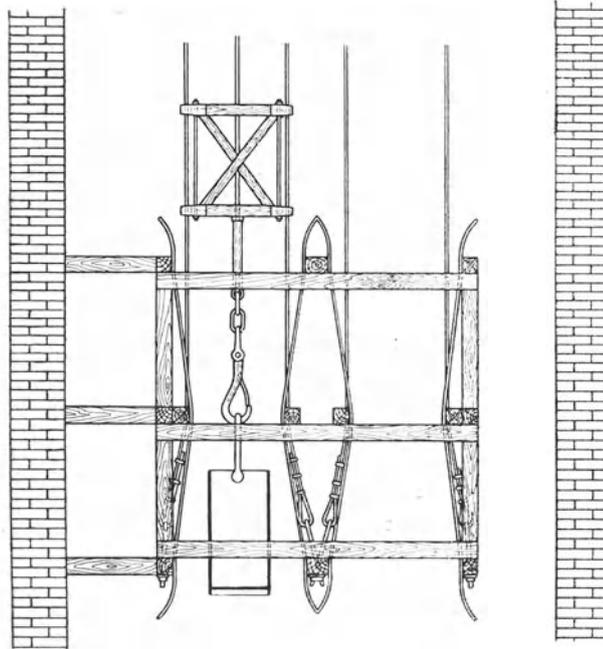


Fig. 93.

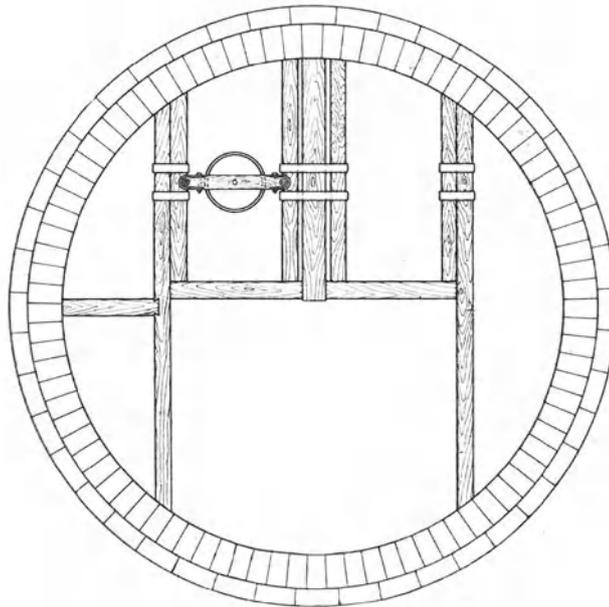
Führungsschlitten für den Schacht  
Schlägel und Eisen III.

mit Hilfe derselben nach Bedarf verlängert werden. Von den Winden führt man die Seile über Rollen, welche im Fördergerüst verlagert sind (vergl. Fig. 83a Seite 95), in den Schacht und befestigt die unteren Enden derselben in etwa 20 bis 40 m Höhe über der Schachtsohle an Hölzern, die mit den Einstrichen verbunden werden (Fig. 94a und b). Sind diese noch nicht eingebaut, so benutzt man zur Befestigung der Seile besondere Rahmen (Fig. 95a und b), deren Hölzer in die Schachtstösse eingebüht werden. Wo zu befürchten ist, dass abgebohrt werden muss, werden die Rahmen, wie zuerst auf Gneisenau II\*) und neuerdings u. a. auch auf

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 11.



a



b

*Fig. 94.*

Befestigung der Führungsseile an den Einstrichen für die Abteufförderung  
auf Hibernia III.

Königsborn III (Fig. 96a und b) in der Mitte mit Scharnieren versehen, sodass sie beim Nachlassen der Seile zusammenklappen, hierdurch aus den Bühnlöchern herausgleiten und dann zu Tage gezogen werden können. An den Hölzern, an welchen die Führungsseile befestigt sind, bringt man vielfach Leitbleche (Fig. 94a) an, um ein Hängenbleiben oder Aufsetzen der Kübel zu vermeiden. Beim Abwärtsgehen der Kübel bleibt der Führungsschlitten auf den Hölzern sitzen und wird später beim Aufgange

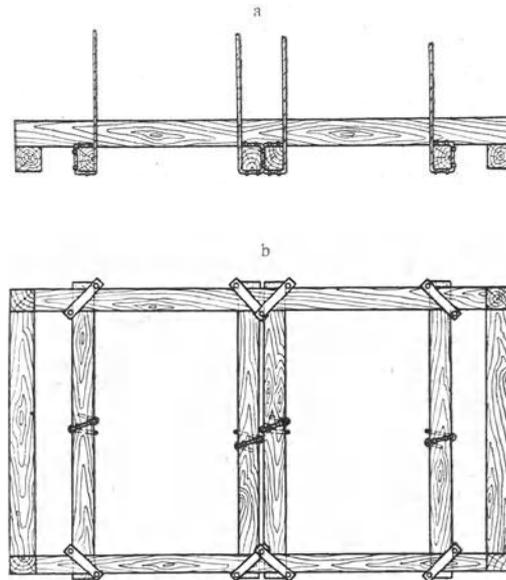


Fig. 95.

Rahmen zur Befestigung der Führungsseile für die Abteufförderung.

vom Seileinband oder einem über demselben befindlichen Holzklotze mitgenommen. Zur Verminderung der hierbei entstehenden Stosswirkung schiebt man zuweilen zweckmässigerweise oberhalb des Einbandes eine oder mehrere Gummischeiben über das Seil (vergl. Fig. 92). Um zu verhindern, dass die Drehung des Seiles, nachdem der Schlitten beim Aufgange des Kübels gefasst worden ist, nach fortduert, hat man hier und da wohl auch eine Art Gabel benutzt, welche an dem Seile befestigt wird und um den unteren Teil des Schlittens greift. Diese Einrichtung erscheint jedoch nicht unbedenklich, da das unterhalb des Schlittens befindliche Seilstück, nachdem die Gabel den Schlitten gefasst hat, sich noch eine Zeitlang weiter dreht und dadurch eine starke Beanspruchung des Seiles auf Torsion stattfindet. Ein vor einigen Jahren auf Victoria Mathias vorgekommener Seilbruch wird hierauf zurückgeführt. Uebrigens genügt

die Reibung des Holzklötzchens oder der Gummischeibe vollständig, um das Seil allmählich zur Ruhe zu bringen.

An der Hängebank angekommen, werden die mit Bergen beladenen Kübel entweder auf einen Wagen mit kippbarem Gestell (Fig. 97) gesetzt,

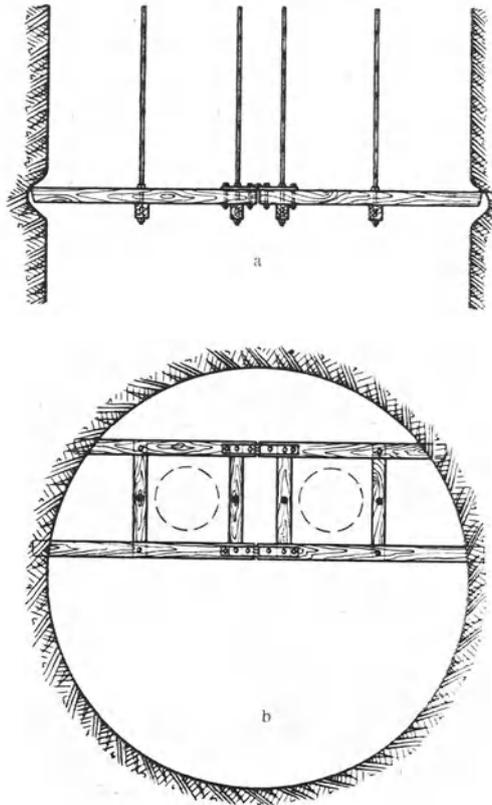


Fig. 96.

Zusammenklappbarer Rahmen zur Befestigung der Führungsseile für die Abteuf-  
förderung auf Königsborn III.

oder am Seil hängend in gewöhnliche Förderwagen, Kippwagen oder eine Rutsche entleert. Die Anwendung der Gestellwagen bei der Bergeförderung ist nicht zu empfehlen, da die Wagen infolge ihrer geringen Stabilität beim Kippen leicht umstürzen. Er wird daher auch immer seltener gebraucht. Auch das unmittelbare Entleeren der Kübel in Förder- und Kippwagen ist nicht zweckmässig, weil häufig Berge über den Wagenrand fallen, welche nachher von Hand wieder eingeladen werden müssen,

was zu Zeitverlusten Veranlassung giebt. Immer mehr bürgert sich daher das Kippen der Kübel in eine Rutsche ein, welche vor den Klappen der Hängebank angebracht wird (Fig. 98 und Fig. 85 Seite 97). Man versieht dieselbe am besten am unteren Ende mit einem Schieber und giebt ihr eine solche Länge, dass man den Inhalt mehrerer Kübel darin aufspeichern kann (Recklinghausen II Schacht II und Zollern II). Etwa vorkommende Stockungen bei der Abfuhr der Berge bleiben dann ohne Einwirkung auf

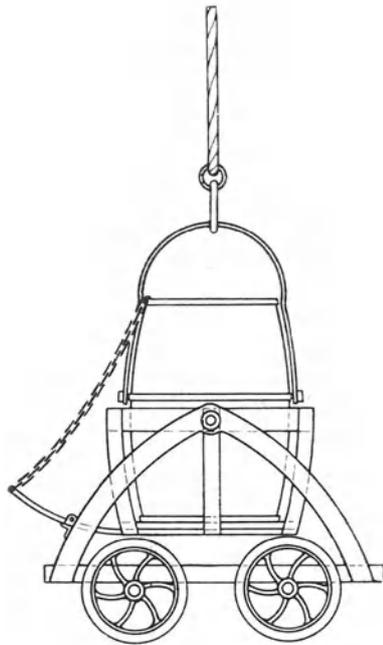


Fig. 97.

Gestellwagen zum Transport von Förderkübeln.

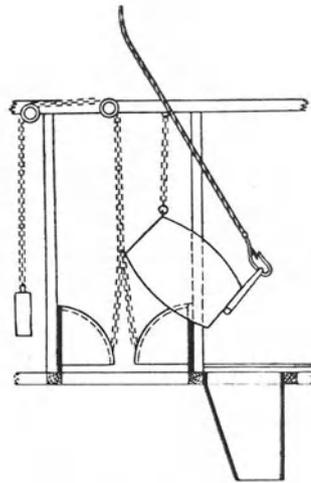


Fig. 98.

Entleerung eines Förderkübels am Seil in eine Rutsche.

die Förderung im Schachte. Um den am Seil hängenden Kübel kippen zu können, wird dieser erst einige Meter über die Hängebank emporgezogen. Hierauf hält man den Führungsschlitten mittels eines durch einen Drahtzug bewegten Hakens fest (Fig. 99), hakt in einen am Boden des Kübels befestigten Ring (Fig. 98) eine Kette ein und lässt das Seil langsam nach, worauf sich der Inhalt in die Rutsche entleert. Auch beim Einlassen des Mauermaterials werden Förderkübel benutzt, der Transport derselben über Tage geschieht in diesem Falle am geeignetsten mittels Gestellwagen, da ein Kippen bei diesen Kübeln nicht erforderlich ist.

Zuweilen, wie z. B. auf Ver. Bonifacius III, wendet man statt der Kübelförderung diejenige mittels Wagen und Fördergestell an. Es hat dieses Verfahren insoweit viel für sich, als ein Umladen der Berge nicht erforderlich ist; es erscheint jedoch deswegen nicht zweckmässig, weil man die Führungen für das Gestell beinahe bis zur Schachtsohle einbauen und vor dem Schiessen den untersten Teil derselben wieder entfernen muss. Auch kann man hierbei nicht, wie dies bei Benutzung von Kübeln der Fall ist, das Fördergefäss nach jeder Stelle der Schachtsohle bringen, sodass, besonders bei Schächten von grossem Durchmesser, das Einladen der Berge erschwert wird.

Beim Abteufen von Rheinpreussen III sind die Wagen unmittelbar an das Seil angeschlagen worden. Das Verfahren hat jedoch wenig Nach-

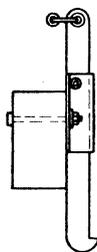


Fig. 99.

Haken zum Festhalten des Führungsschlittens.

ahmung gefunden, weil das An- und Abschlagen der Wagen zu zeitraubend ist.

Die Bewegung der Fördergefässe geschah anfangs durch Handhaspel, an deren Stelle zu Anfang der fünfziger Jahre kleine Dampfhaspel mit einer Leistung von 6 bis 15 PS traten. \*)

Einer der ersten Schächte, bei welchen ein solcher Dampfhaspel zur Anwendung kam, war der Schacht I der Zeche Ver. Constantin der Grosse (1850)\*\*) Die heutigen zur Förderung der Berge und zum Einlassen des Ausbaumaterials dienenden Fördermaschinen sind nach dem Zwillingsystem gebaut und besitzen 50 bis 200 PS. Für Schächte von geringer Teufe benutzt man Maschinen mit Uebersetzung und einer Leistung von 50 bis 80 PS, während bei grösserer Teufe der Schächte wegen der dann erforderlichen höheren Geschwindigkeit in der Regel Maschinen ohne Uebersetzung gewählt werden, deren Leistung 100 bis

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenv. 1854, Bd. I, B S. 144 und 1860, Bd. VIII, S. 177.

\*\*) Ebenda 1854, Bd. I, B S. 145.

200 PS beträgt (siehe Band V, Seite 214 ff. und 417 ff.). Der Preis je Haspel schwankt im ersteren Falle zwischen etwa 8 000 und 12 000 M. und in letzterem zwischen 15 000 und 25 000 M. Meist sind die Maschinen mit Hand- und Fussbremsen versehen. Neuerdings bringt man jedoch nicht selten an Stelle einer dieser Bremsen eine Dampfbremse an, eine Massnahme, welche aus Gründen der Sicherheit überall getroffen werden sollte.

#### d) Wasserhaltung beim Abteufen.

Bei Zuflüssen von nicht mehr als etwa 50 l je Minute werden die Wasser von den Schachthauern durch Schöpfgefässe in die Kübel der Abteufförderung gefüllt und dann zu Tage gehoben.

Ist die Menge der zuzitenden Wasser grösser als 50 l, aber geringer als durchschnittlich 3—4 cbm und beträgt die Teufe nicht mehr als ungefähr 60 m, so benutzt man zur Wasserhebung gewöhnlich Pulsometer, während bei grösserer Teufe meist Duplexpumpen angewendet werden. Wo der Zufluss einige hundert Liter nicht übersteigt, bedient man sich zuweilen wohl auch eines mit Dampf oder Druckwasser betriebenen Strahlapparates, oder fördert die Wasser durch eine besondere Fördermaschine in Kübeln, welche auch hier von Hand gefüllt werden.

Bei einer Wassermenge von mehr als durchschnittlich 3—4 cbm und bis zu einer Teufe von 130 m gelangen in der Regel Hubpumpen zur Anwendung, welche frei schwebend im Schacht aufgehängt und mit dem Fortschreiten des Abteufens allmählich gesenkt werden. In einigen Fällen, wo die Wasser bei einer Teufe von über 130 m zusassen, wurden Druckpumpen im Schachte verlagert und an diese alsdann Hubpumpen angeschlossen.

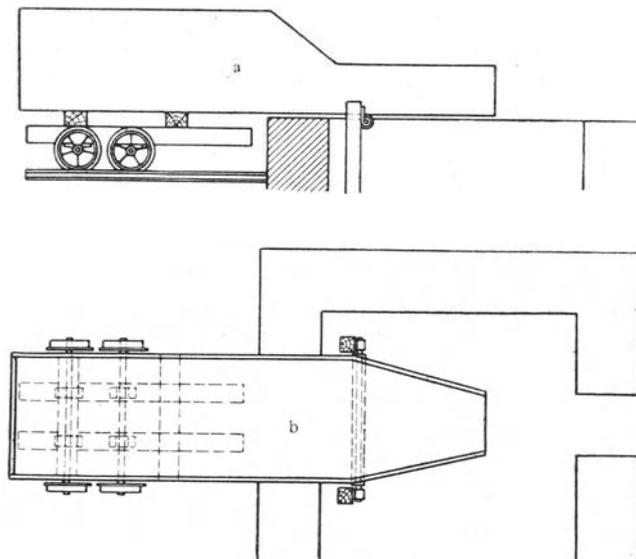
Von etwa 130—150 m Teufe ab ist es kaum mehr möglich, grössere Wasserzufüsse mit Duplex- oder Hubpumpen zu Sumpfe zu halten. Der Einbau im Schachte fest verlagert Druckpumpen hat den Nachteil, dass die Schachtscheibe nicht jederzeit freigemacht werden kann, wodurch später ein Abbohren des Schachtes ganz ausserordentlich erschwert wird. Bei dem heutigen Stande der Technik bleibt daher nur die Wasserhebung durch die Fördermaschine übrig. Da aber bei der gewöhnlichen Kübelförderung, auch wenn hierzu eine besondere Maschine verwendet wird, die Leistung nicht über etwa 500 l je Minute gesteigert werden kann, so lag der Gedanke nahe, bei grösserer Teufe und Zuflüssen von mehr als einigen Hundert Litern die Wasser vermittelst kleiner Wasserhebungsmaschinen in über der Sohle hängende Behälter zu pumpen und aus diesen durch grössere Gefässe zu Tage zu fördern. Mit der auf diesem Prinzip beruhenden Tomsonschen Wasserziehvorrichtung kann eine Leistung

erzielt werden, die bei Teufen von etwa 150—600 m rund 4 cbm beträgt und bei Anwendung von zwei Vorrichtungen sich noch verdoppeln lässt.

Wenn ein Schacht an einer Stelle niedergebracht wird, die ohne Anwendung zu hoher Kosten durch eine Strecke unterfahren werden kann, so bedient man sich zuweilen auch des Mittels, die Zuflüsse durch ein Bohrloch in eine Strecke abzuleiten und die Wasser dann der Wasserhaltung eines schon vorhandenen Schachtes zuzuführen.

#### Wasserförderung mit dem Kübel.

Die Hebung der Wasser mit den Kübeln der Abteufförderung ist bei einem Zuflusse von weniger als 50 l je Minute zweifellos die einfachste und billigste Methode, weil eine derartig geringe Wassermenge den Einbau



*Fig. 100.*

**Wasserwagen, benutzt beim Abteufen des Schachtes Ver. Constantin der Grosse IV.**

einer Pumpe nicht lohnt. Bei grösserer Menge der zuzitenden Wasser wird jedoch die Bergförderung und damit auch der Fortschritt der Abteufarbeit durch das Wasserfördern zu sehr gehemmt. Auch wenn eine besondere Fördermaschine benutzt wird, wie dies u. a. auf Ver. Constantin der Grosse IV, Recklinghausen II/II, sowie Werne I und II der Fall war, ist bei einem Zuflusse von über 50 l die gewöhnliche Kübelförderung nur da am Platze, wo der Zufluss etwa 200 l und die Teufe 150 m nicht überschreitet. Beträgt die Wassermenge mehr als etwa 200 l in der Minute,

so verursacht das Füllen der Kübel von Hand zu hohe Kosten. Es wird alsdann besser zur Anwendung der Tomsonschen Ziehvorrichtung geschritten, welche zwar hohe Anlage-, aber verhältnismässig geringe Betriebskosten erfordert.

Die mit Wasser gefüllten Kübel werden entweder über Tage auf einem Gestellwagen abgefahren oder am Seil hängend gekippt. Das erstere Verfahren ist wenig zweckentsprechend, weil beim Transporte fortwährend Wasser aus den Kübeln herausspritzt, welches die Förderleute benetzt und im Winter durch Eisbildung die Förderung auf den Gleisen behindert. Bei dem Kippen am Seil, welches sich immer mehr Eingang verschafft, lässt man die Kübel entweder in Lutten ausgiessen, welche vor oder neben der Hängebank münden, oder schiebt über letztere, wie dies beispielsweise auf Unser Fritz III und Ver. Constantin der Grosse IV (Fig. 100a und b) geschehen ist, grosse Wagen, aus welchen dann die Wasser durch Lutten oder einen Kanal abfliessen. Auf Recklinghausen II/II wurde in sehr zweckmässiger Weise seitlich der Schachtöffnung ein Gefäss aufgestellt, welches am oberen Rande mit einem runden Ausschnitt zur Aufnahme des Kübels versehen war. Das Gefäss war aus einem Schuss eines Kesselflammrohres hergestellt und mit hölzernem Boden versehen, von welchem eine Rohrleitung nach einem Kanal führte.

#### Pulsometer.

Die Pulsometer werden zumeist von Neuhaus in Luckenwalde, Haas in Sinn und Körting in Körtingsdorf bei Hannover bezogen. Der von der Firma Neuhaus gebaute Pulsometer (Fig. 101 a—d) setzt sich aus zwei Pumpenkammern A und B zusammen, deren Hälse nach oben stark verjüngt sind. An der Vereinigungsstelle der letzteren befindet sich der Dampfkopf P und in demselben das Dampfsteuerungsventil K in Gestalt einer Kugel. Das Ventil verschliesst abwechselnd die Räume A und B. An den Dampfkopf schliesst sich die durch das Ventil V regulierbare Dampfleitung R an. Jede der Pumpenkammern besitzt unten ein Saugventil S und in dem nach dem gemeinschaftlichen Druckkasten U führenden Druckkanal C ein Druckventil D.

In der Vereinigung der beiden Pumpenkammern unterhalb der Saugventile befindet sich das Fussventil und unter diesem der Stutzen für das Saugrohr, während der Stutzen für das Druckrohr DO auf dem Druckkasten angebracht ist. Der Dampfzulass wird durch das Dampfabsperrentil V bewirkt.

Zwischen den beiden Kammerhälsen sitzt ein Windkessel W, der vermittelst eines Kanals mit dem Saugrohr in Verbindung steht, also als Saugwindkessel wirkt. Zur Zuführung der für den gleichmässigen und

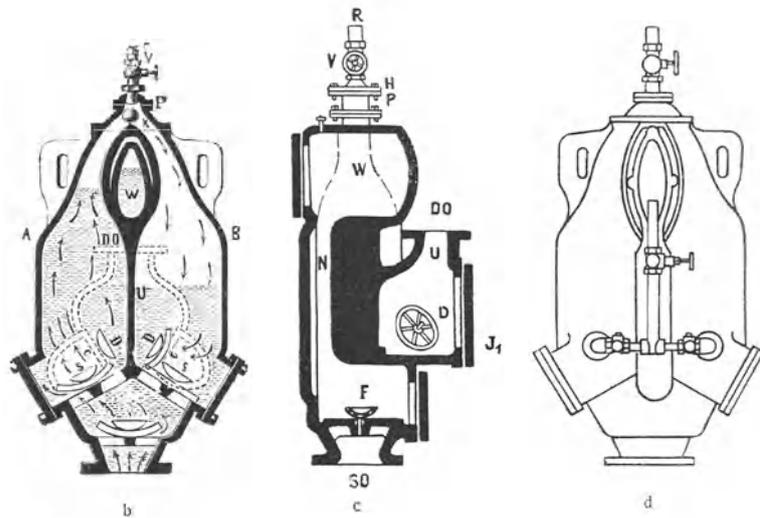
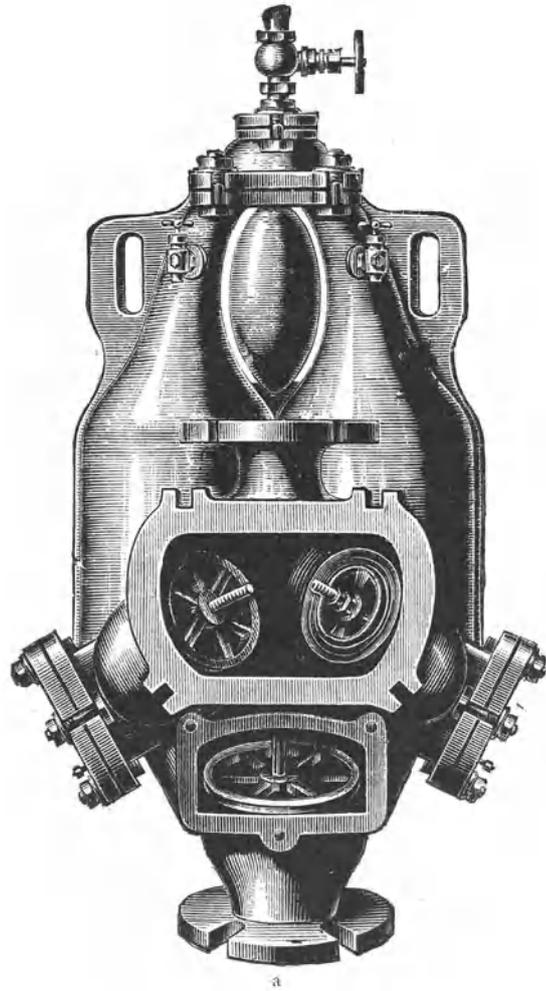


Fig. 101.

Pulsometer von Neuhaus in Luckenwalde.

ruhigen Gang des Pulsometers erforderlichen Luft dienen in die Kammerhäse eingeschraubte Luftventile.

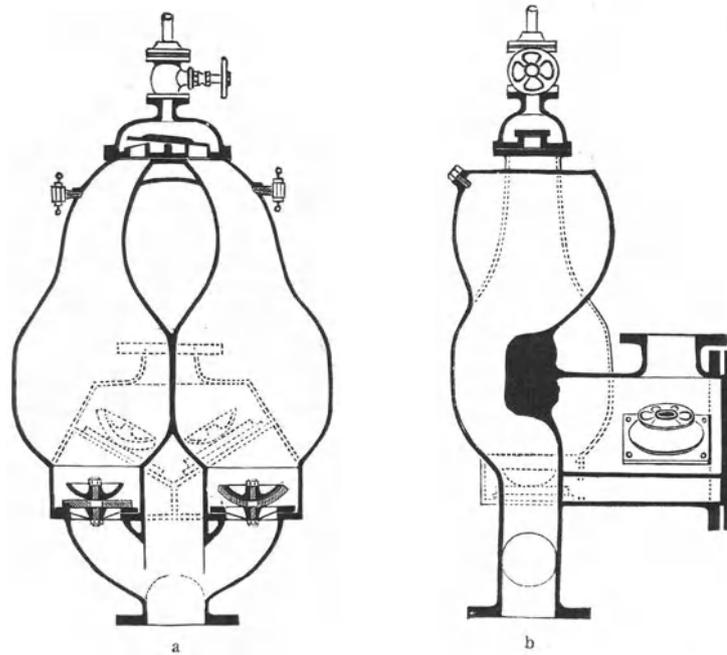
Im unteren Teil beider Pulsometerkammern befinden sich je zwei Injektionskanäle von Kammer zu Kammer, sowie vom Druckkasten nach jeder der Kammern J 1. Erstere dienen dazu, die Kondensation des Dampfes in der Nebenkammer durch Einspritzung von kaltem Wasser zu beschleunigen, letztere, um den Pulsometer zu befähigen, sich vom Druckrohr aus selber wieder anzufüllen, falls er wieder abgelaufen sein sollte.

Der Dampfkopf wird durch die Haube (Dampfkopfdeckel), die Zugänge zu den Druck-, Saug- und Fussventilen durch einen Druckkasten, zwei Seiten- und einen Fussventildeckel geschlossen. Auf der oberen Fläche des Windkessels befindet sich ein Loch mit Gewinde, welches zum Anfüllen des Pulsometers dient und durch die sogen. Füllschraube verschlossen wird. Druckkasten-, Seiten- und Fussventildeckel haben je ein kleines durch die sog n. Frostschraube verschlossenes Loch zum Ablassen des im Pulsometer befindlichen Wassers.

Bevor der Pulsometer in Gang gesetzt wird, müssen beide Kammern mit Wasser gefüllt sein. Nachdem das Dampfventil V geöffnet ist, strömt der Dampf in diejenige Pumpenkammer ein, welche die Steuerungskugel K offen gelassen hat, also in der Zeichnung in B, und drückt das in derselben befindliche Wasser durch das Druckventil D in den Druckkasten U bzw. das Druckrohr DO. In dem Augenblick, in welchem der nachdrückende Dampf den Druckkanal C erreicht hat, tritt infolge Druckverminderung die Umsteuerung der Kugel nach B und sodann unter Mitwirkung der Injektion aus der anderen Kammer die Kondensation des Dampfes, also eine Vakuumbildung ein. Sofort steigt nun durch das Saugrohr SO und Fussventil F, wie Saugventil S neues Wasser in die luftleer gewordene Kammer B ein, während aus der anderen Kammer A das Wasser in das Druckrohr DO gedrückt wird. Dieses wechselseitige Spiel setzt sich regelmässig und ununterbrochen fort, solange Dampf von genügender Spannung und Saugwasser vorhanden ist.

Die von der Firma Haas in den Handel gebrachten Pulsometer (Fig. 102a und b) arbeiten ebenso, wie die Körstingschen Normalpulsometer (Fig. 103) nach gleichem Prinzip wie der vorbeschriebene. Die Unterschiede in der Konstruktion liegen nur in der Anordnung und Anzahl der Ventile und der Verwendung einer Kugel, einer Ventilklappe oder einer Dampfzunge im Dampfkopf.

Wo und wie der Pulsometer auch aufgestellt wird, es muss stets nach vorn und nach beiden Seiten soviel Raum vorhanden sein, dass man die Pulsometerdeckel abnehmen und bequem zu den Ventilen gelangen kann. Bei den kleinen und mittelgrossen Pulsometern genügen je 40—50 cm, bei den grossen 60—80 cm Abstand. Ist dies nicht möglich, dann muss wenigstens

*Fig. 102.*

Pulsometer von Haas in Sinn.



Körting's Normal-Pulsometer.

*Fig. 103.*

Pulsometer von Körting in Körtingsdorf bei Hannover.

dafür gesorgt werden, dass der Pulsometer zur Reinigung oder Revision leicht und schnell losgenommen bzw. heraufgezogen werden kann.

Der Pulsometer bedarf keiner besonderen Fundamentierung und kann auf jeder Brett- oder Balkenunterlage aufgestellt oder auch an Ketten oder Drahtseilen aufgehängt werden. (Fig. 104 bzw. 105.)

Der im Schacht befindliche Teil der Dampfleitung, welche aus patentgeschweissten oder gewöhnlichen schmiedeeisernen Röhren besteht, wird mit dem horizontalen Zuleitungsrohr über Tage durch ein Stopfbüchsenrohr oder einen Schlauch verbunden, um auch während des Betriebes den Pulsometer senken zu können. Zu demselben Zweck lässt man die Steig-

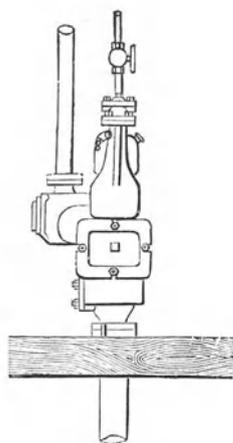


Fig. 104.

An einer Balkenlage befestigter Pulsometer.

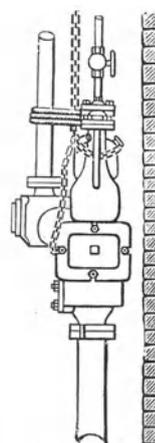


Fig. 105.

In Ketten aufgehängter Pulsometer.

leitung, welche aus gusseisernen Röhren zusammengesetzt ist, in einiger Höhe über einem Holzkasten ausgiessen. Als Saugleitung dient ein festes oder ausziehbares schmiedeeisernes Rohr oder besser ein mit Hanf umwickelter Gummischlauch, welcher innen durch eine eiserne Spirale verstärkt ist. Am unteren Ende der Leitung befindet sich ein gusseiserner Saugkorb.

Die Leistung der Pulsometer schwankt bei einer Förderhöhe von 30 m gewöhnlich zwischen 1 und 3 cbm je Minute, während das Gewicht 500 bis 1800 kg und der Preis etwa 1000 bis 3500 M. beträgt.

Die Vorteile, wegen deren die Pulsometer sich bisher im Ruhrbezirk einer verhältnismässig grossen Beliebtheit erfreut haben, liegen in der Einfachheit ihrer Konstruktion, sowie darin, dass infolge der Kondensation des Dampfes in den Apparaten eine Abdampfleitung oder besondere

Kondensationsvorrichtung nicht erforderlich ist. Dagegen haben die Pulsometer den Nachteil, dass durch Verstopfung der Ventilöffnungen sehr häufig Betriebsstörungen eintreten. Beträgt ferner die Förderhöhe wesentlich mehr als 30 m, so muss man zwei Pulsometer übereinander einhängen, sodass immer einer von dem andern abhängig ist, wodurch sich die Zahl der Betriebsstörungen noch vermehrt. Da schliesslich bei Druckhöhen von über 10 bis 15 m der Dampfverbrauch ganz unverhältnismässig wächst, und die Abhitze der Dampfleitung ausserdem ungünstig auf die Temperatur im Schachte wirkt, so dürfte die Benutzung von Pulsometern nur bis zu einer Teufe von etwa 15 m am Platze sein, während bei grösserer Teufe an deren Stelle die Anwendung von Duplexpumpen vorzuziehen ist. Werden gleichzeitig 2 bis 3 Pulsometer nebeneinander eingebaut, so können bei der geringen Druckhöhe von nicht mehr als 15 m Leistungen von über 10 cbm je Minute erzielt werden.

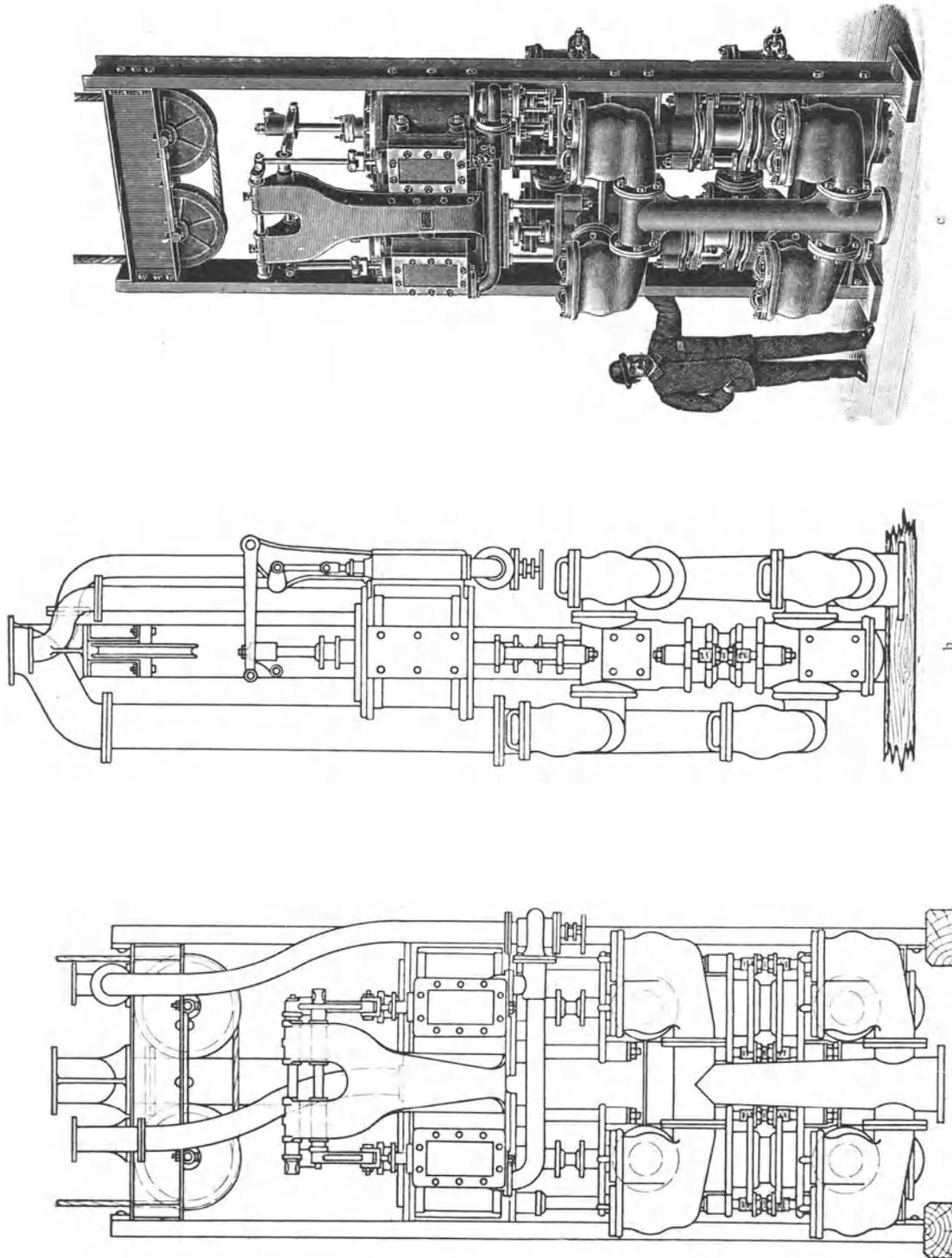
#### Duplexpumpen.

Die Duplexpumpen, durchgängig von Weise & Monski in Halle oder Schwade in Erfurt geliefert, sind vierfachwirkend und entweder nach dem Zwillingssystem (Fig. 106a—c) mit nebeneinander liegenden Cylindern oder seltener nach dem Zwillingstandemsystem (Fig. 107—109) gebaut. Sie werden mit Dampf oder auch wie bei dem ersteren System (z. B. Victor II) mit Druckluft betrieben. Hinsichtlich der Rohrleitungen gilt das bei den Pulsometern gesagte. Den Abdampf führt man durch ein besonderes Rohr zu Tage. Die Anbringung von Kondensationsvorrichtungen hat sich bisher nicht bewährt.

Die Montierung der Pumpen erfolgt in einem aus  $\square$  Eisen starr zusammengefügtten Rahmen, welcher oben mit zwei drehbaren Rollen versehen ist. Diese dienen zur Aufnahme eines Seiles, dessen eines Ende über Tage an einem eisernen Träger befestigt und dessen anderes Ende um die Trommel eines Handkabels geschlungen wird.

Das Gewicht der gewöhnlichen Zwillingspumpen mit nebeneinander liegenden Cylindern, welche der einfachen Konstruktion wegen den anderen vorzuziehen sind, beträgt bei einer Leistungsfähigkeit von 1 bis 3 cbm und einer Förderhöhe von 70 bis 150 m 3000 bis 10 000 l je Minute, während der Preis zwischen ungefähr 5000 und 12 000 M. schwankt. Bei den Tandemaschinen erhöht sich das Gewicht um etwa 20 % und der Preis um 1500 bis 2000 M. Für die Rohrleitungen ist je nach der Hubhöhe und der zu hebenden Wassermenge im Gewicht von 4000 bis 11 000 kg eine Ausgabe von 2500 bis 8000 M. zu rechnen.

Die Vorzüge der Duplexpumpen gegenüber den Pulsometern bestehen, abgesehen davon, dass sie für eine grössere Förderhöhe angewendet werden



*Fig. 106.*  
Duplexpumpe (Zwillingsystem) von Weisse und Monks.

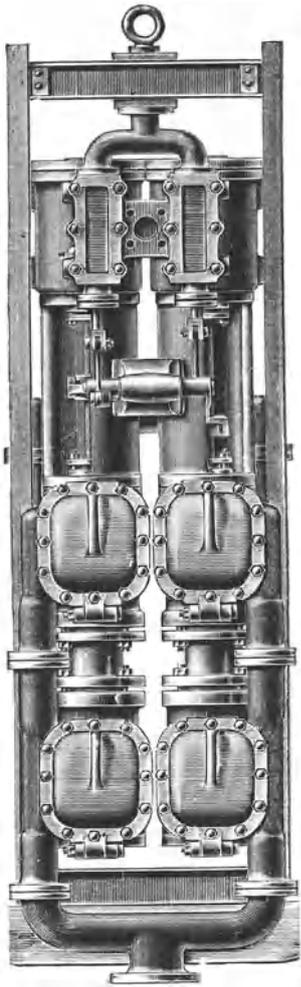


Fig. 107.

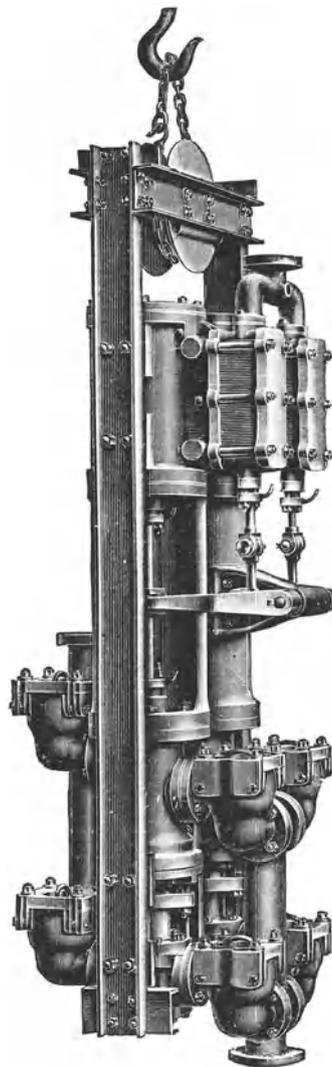


Fig. 108.

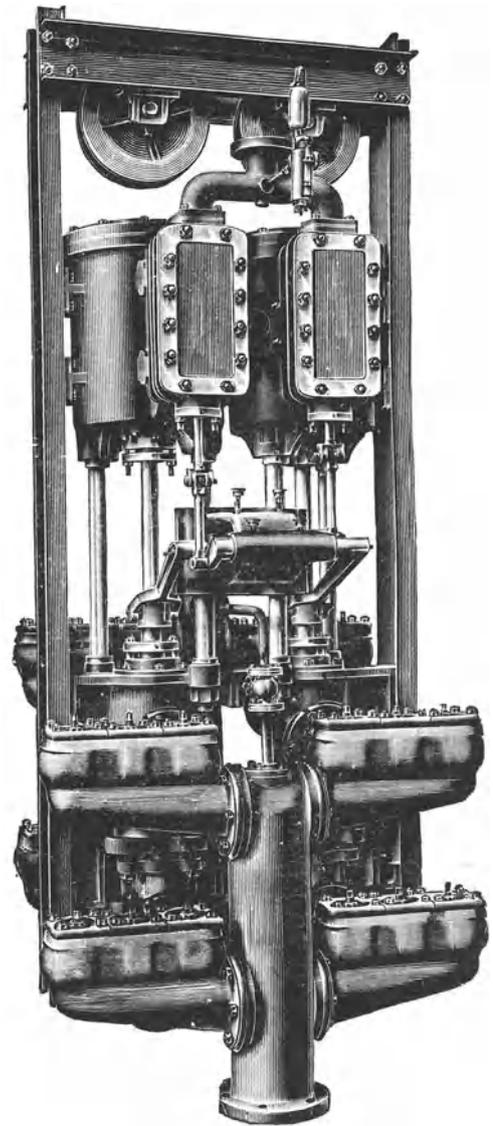


Fig. 109.

Duplexpumpen (Zwillingstandemsystem) von Otto Schwade & Co., Erfurt.

können, in dem niedrigeren Dampfverbrauch und der geringeren Empfindlichkeit.

Auch im Vergleich zu den Hebepumpen und der Tomsonschen Wasserziehvorrichtung haben die Duplexpumpen den Vorteil, dass der Dampfverbrauch geringer ist. Zudem sind sie rascher zu beschaffen und ihre

Inbetriebsetzung erfordert weniger umfassende Vorbereitungen. Ein Nachteil ist allerdings die Temperaturerhöhung der Wetter im Schachte. Letztere können selbst durch die sorgfältigste Isolation der Dampfleitungen nicht auf einem den Anforderungen entsprechenden Niveau gehalten werden.

Der Betrieb mit Pressluft, bei welchem die Wetter im Schachte nicht nur keine Erwärmung, sondern sogar eine Abkühlung erfahren, wird wegen seiner Kostspieligkeit nur bei geringer Hubhöhe oder Wassermenge in Betracht kommen können. Eine unangenehme Beigab ist neben der Unwirtschaftlichkeit das starke Geräusch beim Auspuff der Pressluft, das sich bei Maschinen von höherer Leistung besonders stark bemerkbar macht.

Die grösste Hubhöhe, bei der die Duplexpumpen noch unter einigermaßen günstigen Verhältnissen arbeiten, beträgt etwa 150 m. Ist die Teufe grösser, so tritt die Notwendigkeit ein, zwei Pumpen übereinander einzubauen, was wegen der Abhängigkeit der beiden Maschinen voneinander seine grossen Schattenseiten hat. Bei Zuflüssen, welche je nach der Teufe zwischen 4 und 8 cbm schwanken, werden in der Regel zwei Pumpen nebeneinander eingehängt werden müssen. Für die Mehrzahl der Schächte reicht hierzu jedoch der zur Verfügung stehende Raum im Schachte nicht aus, ganz abgesehen davon, dass alsdann eine sehr starke Erwärmung der Wetter eintreten wird. Aus alledem ergibt sich, dass die Grenzen für die Anwendbarkeit der Duplexpumpen bei einer Teufe von 150 m einerseits und einem Zuflusse von etwa 4 bis 8 cbm andererseits liegen. Sieht man voraus, dass diese Grenzen überschritten werden, so ist es ratsam, je nach der Teufe entweder Hebepumpen oder Tomsonsche Wasserziehvorrichtungen in Anwendung zu bringen.

Der Nachteil der Erwärmung der Luft durch mit Dampf betriebene Duplexpumpen legt die Frage nahe, ob es in vielen Fällen nicht zweckmässiger sein würde, an Stelle derselben mit Druckwasser oder Elektrizität betriebene Pumpen anzuwenden. Der Bau mit Druckwasser betriebener Abteufpumpen ist z. Z. von der Firma Schwartzkopff in Berlin vorgesehen. Es bleibt abzuwarten, wie sich dieselben bewähren werden; die Aussichten hierfür dürften günstig sein. Für den Betrieb mit Elektrizität werden die Hochdruck-Centrifugalpumpen in Betracht kommen, welche neuerdings von den Firmen Sulzer und Ehrhardt & Sehmer für Förderhöhen bis zu 150 m gebaut werden (siehe Bd. IV, S. 332 ff.). Diese Pumpen besitzen vor Plungerpumpen neben grösster Einfachheit den Vorzug, dass sie mit dem Elektromotor direkt gekuppelt werden können. Ein Haupterfordernis für die Anwendbarkeit elektrisch betriebener Pumpen beim Schachtabteufen ist die Anbringung einer sehr dichten Umkapselung des Motors, um denselben vor Nässe zu schützen. Bei der einzigen elektrisch betriebenen Abteufpumpe, welche bisher im Ruhrbezirk zum Abteufen des Schachtes Rhein-Elbe II benutzt worden ist, hat sich leider gezeigt, dass durch die

dichte Umkapselung bei Vollbelastung der Pumpe eine sehr starke Erwärmung des Elektromotors eintritt. Die Folge hiervon ist natürlich, dass sich die Abmessungen und damit auch das Gewicht und die Anschaffungskosten des Motors sehr vergrössern, Nachteile, welche möglicherweise der häufigeren Anwendung elektrisch betriebener Abteufpumpen hinderlich im Wege stehen werden.

#### Strahlapparate.

Die Strahlapparate zeichnen sich durch niedrige Anschaffungskosten, geringe Platzbeanspruchung, sowie grosse Einfachheit aus. In den aufgeführten Beziehungen sind dieselben sogar den Pulsometern noch überlegen. Die Handhabung der Apparate erfordert sehr wenig Aufmerksamkeit; dagegen ist die Leistung verhältnissmässig gering.

Bei den mit Dampf betriebenen Strahlapparaten, welche u. a.

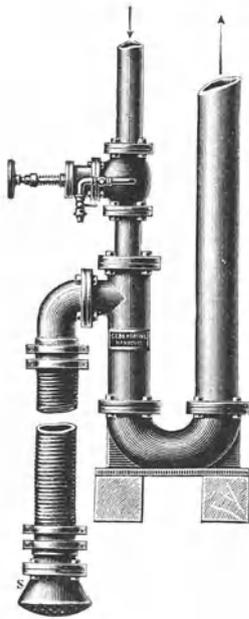


Fig. 110.

Wasserstrahl-Elevator mit Zubehör.

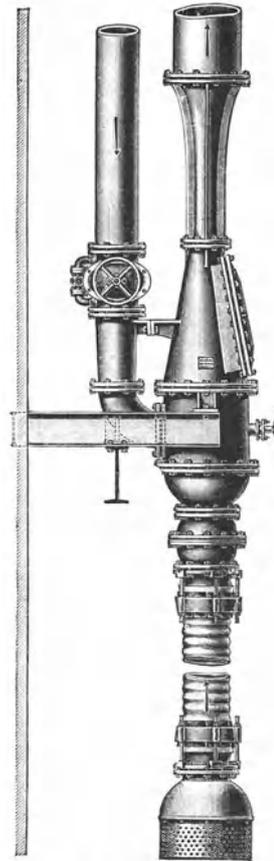


Fig. 111.

Grosser Wasserstrahl-Elevator.

auf Zollverein VI und Minister Achenbach I zur Wasserhebung gedient haben, beträgt die grösste Förderhöhe je nach dem Dampfdruck nur etwa 20 bis 30 m, weshalb dieselben nur aushülfweise Verwendung finden werden. Der Preis einer Körtingschen Dampfstrahlpumpe (Fig. 110) schwankt bei einer Leistung von 100 bis 1000 l und einer grössten Förderhöhe von 30 m zwischen etwa 30 und 160 M.

Die Benutzung der mit Wasser betriebenen Strahlapparate ist in der Regel nur da empfehlenswert, wo ein Schacht bei geringen Wasserzuflüssen unterhalb der Förder- oder Wettersohle eines schon vorhandenen Schachtes niedergebracht wird. Das Betriebswasser wird alsdann einem Behälter über Tage oder der Steigrohrleitung einer Wasserhaltung entnommen und drückt die beim Abteufen erschrotenen Wasser bis zur Förder- oder Wettersohle herauf. Die mit Druckwasser betriebenen Strahlapparate sind den mit Dampf arbeitenden hauptsächlich dadurch überlegen, dass durch sie die Temperatur im Schacht nicht erhöht wird. Da ausserdem der zur Verfügung stehende Wasserdruck gewöhnlich ziemlich hoch ist, kann mit diesen Apparaten auch eine grössere Förderhöhe erreicht werden.

Die Kosten eines Wasserstrahlapparates der Firma Körting von 100 bis 1000 l Leistung bei 80 bis 120 m Förderhöhe (Fig. 111) betragen etwa 400 bis 1300 M.

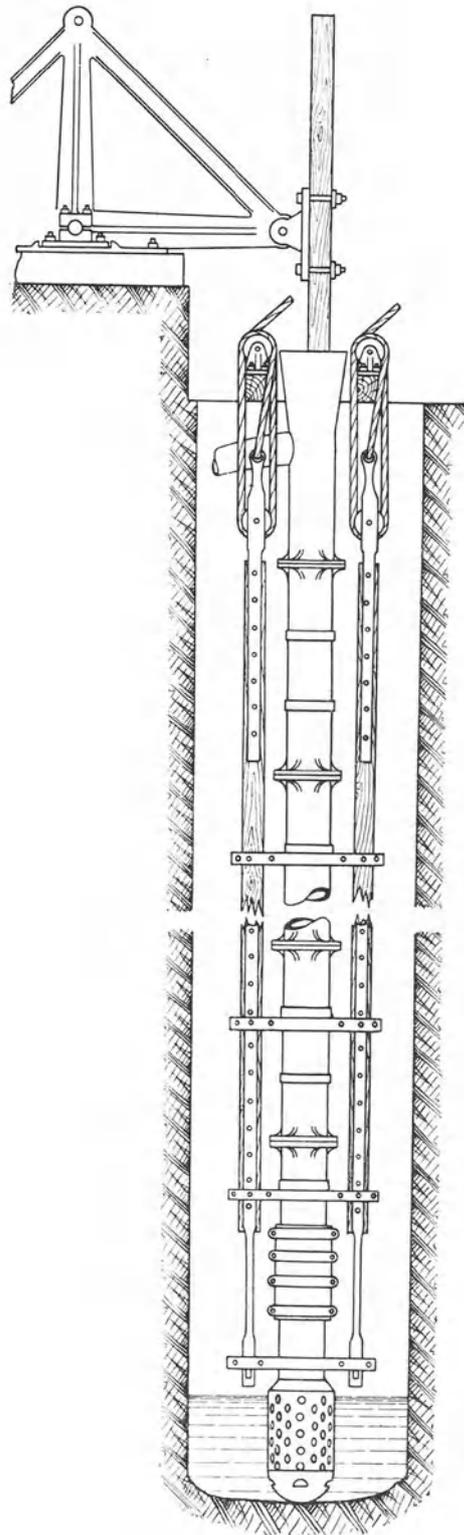
#### Hebepumpen.

Die Hebepumpen, welche man anfangs beim Schachtabteufen benutzte, waren mit ausziehbarem Saugrohr versehen und wurden auf den Einstrichen fest im Schachte verlagert. \*) War das Saugrohr vollständig ausgezogen, so wurde die Steigrohrleitung an ihrem unteren Ende durch Einschieben eines neuen Rohrstückes verlängert. Die Bewegung der Pumpen geschah mittelst Kunstkreuz und Feldgestänge durch seitlich vom Schachte verlagerte Maschinen mit liegenden Cylindern. Nach Beendigung des Abteufens dienten diese Maschinen zur Förderung.

Im Jahre 1855 führte Mulvany beim Abteufen der Schächte I und II der Zeche Hibernia Hebepumpen ein, welche mit dem gusseisernen Saugkorb auf der Schachtsohle standen, ausserdem aber von hölzernen Gestängen getragen wurden (Fig. 112). Letztere hingen oben an Seilen, welche über Flaschenzüge geführt und um die Rundbäume von Erdwinden gewickelt waren. Die Bewegung dieser Winden wurde durch Pferde bewirkt. Das Gestänge war aus Schmiedeeisen, die Steigrohrleitung aus Guss-eisen gefertigt. Aehnliche Pumpen gelangten später auch auf den übrigen

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1855, Bd. II, A. S. 398 und 1860, Bd. VIII, A. S. 185 und 186.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1858, Bd. V, B. S. 73 und Mulvany in Daweys »on mining machinery« S. 361.



*Fig. 112.*

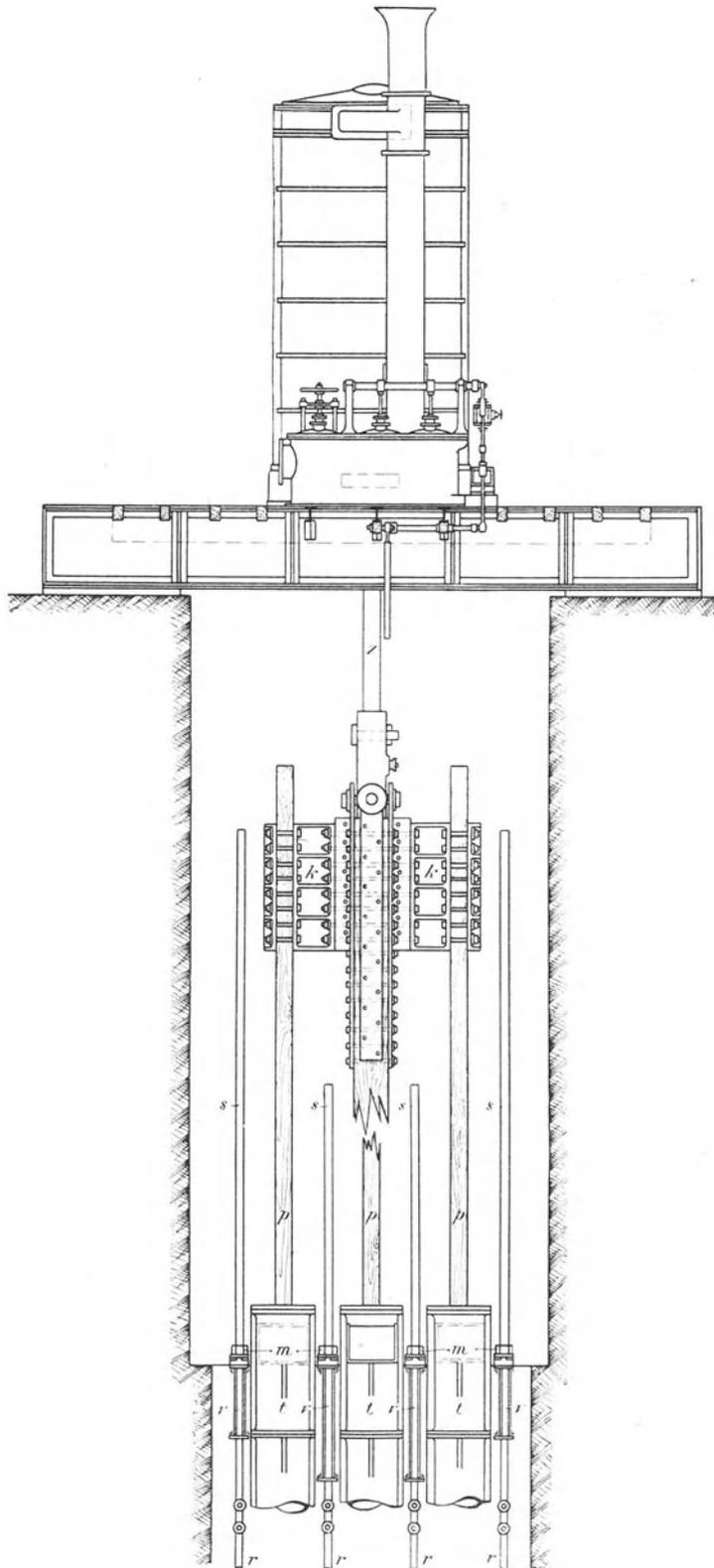
Hebepumpe auf den Schächten Hibernia I und II.

Schächten, welche von Mulvany abgeteuft wurden, zur Anwendung. Der Antrieb erfolgte teils direkt durch Maschinen mit aufrechtstehendem Cylinder, teils durch liegende Maschinen mittels Kunstkreuz und Feldgestänge.

Bei den neueren Hebepumpen besteht das Pumpengestänge p (Fig. 113, 114a—c und 115a u. b) aus Pitchpineholz. Die einzelnen Gestängestücke besitzen quadratischen Querschnitt von 20 bis 30 cm Seitenlänge, sind 6 bis 10 m lang und durch Laschen und Schrauben miteinander verbunden. Der Kolben a (Fig. 114a) wird durch Messingringe gelidert und bewegt sich in einem gusseisernen Kolbenrohr b von 400 bis 650 m/m lichtigem Durchmesser. Unter diesem befindet sich der Kasten c mit dem Saugventil d, worauf alsdann das Saugrohr e mit dem Saugkorb f folgt. Das Saugventil, welches lose in dem Ventilkasten sitzt, und mit dem Gewicht n beschwert ist, kann von Tage her ausgebaut werden. Zu diesem Zwecke ist an dem Ventil ein ovaler Ring l und unter dem Kolben der Knebel i angebracht. Senkt man das Gestänge und dreht es um 90°, so lässt sich das Ventil mit dem Gestänge zu Tage heben. Damit die Pumpe nicht ausser Betrieb gesetzt zu werden braucht, wenn das Saugventil nicht mehr richtig arbeitet, ist in dem Saugkorb noch ein Reserveventil g angebracht. Die Steigrohrleitung t (Fig. 113 und 115) ist aus 7 m langen Stücken von Schmiedeeisenblech zusammengesetzt, welche 6 bis 12 mm Wandstärke besitzen und an den beiden Enden gusseiserne Flanschen tragen. Das oberste Rohr ist mit einem kurzen Stutzen versehen (Tafel II), an welchen ein Lederschlauch angeschlossen wird.

Zur Aufhängung der Pumpen dienen Drahtseile oder Rundeisengestänge. Die Anwendung von Drahtseilen, welche in der aus Figur 116 ersichtlichen Weise an der Pumpe befestigt und über Tage um die Trommeln von Handkabeln gewickelt werden, ist im allgemeinen nicht anzuraten, weil dadurch, dass das Seil beim Auf- und Niedergang des Kolbens infolge seiner Elastizität abwechselnd länger und kürzer wird, ein Hubverlust eintritt, welcher bei schweren Pumpen ziemlich bedeutend sein kann. Zudem hat sich mehrfach gezeigt, dass, wenn Sandkörnchen oder sonstige Gegenstände zwischen Kolben und Kolbenrohr geraten, die ganze Pumpe beim Aufgang ein Stück gehoben wird, um dann plötzlich infolge ihres Gewichts zurückzufallen. Auf Dahlbusch V hatte dies z. Z. zur Folge, dass die Seile rissen und die Pumpe herabstürzte.

In den meisten Fällen und besonders bei schweren Pumpen findet man daher die Aufhängung an Rundeisengestängen r (Fig. 113), von denen immer je vier eine Pumpe tragen. Die einzelnen Stangen, aus denen diese Senkgestänge bestehen, sind 7 m lang und durch Laschen und Bolzen miteinander verbunden (Fig. 117a und b); der Durchmesser beträgt 50 bis 100 mm. Zur Befestigung an der Pumpe dienen zwei Schellenbänder (Fig. 118a und b), welche in einem ringförmigen Einschnitt des Saugrohres an-

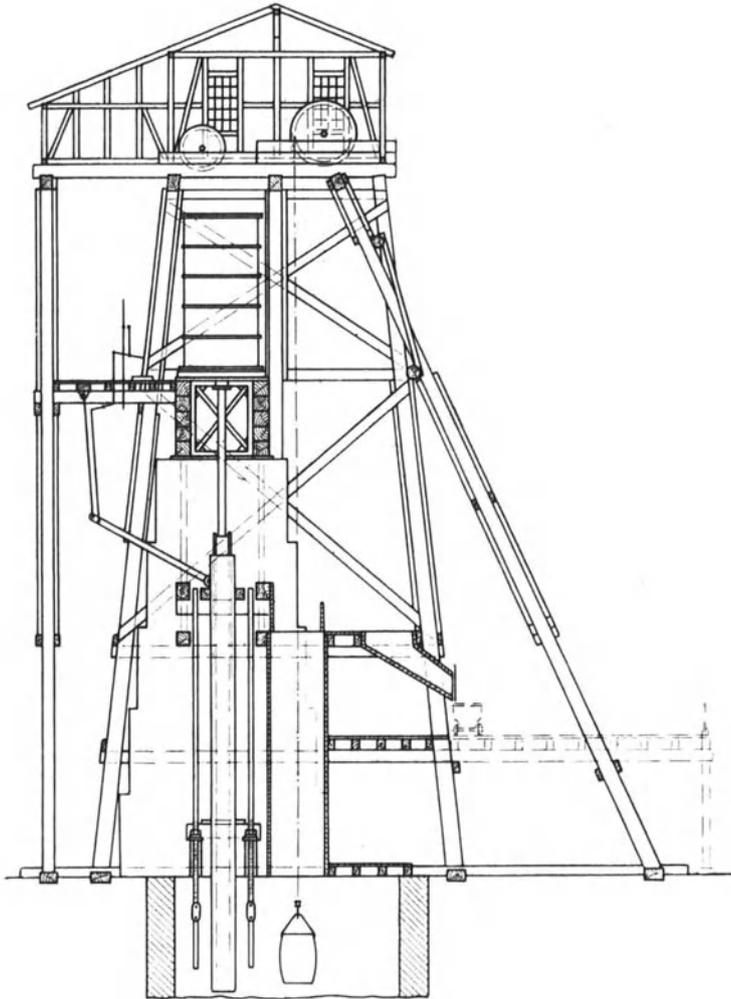


*Fig. 113.*

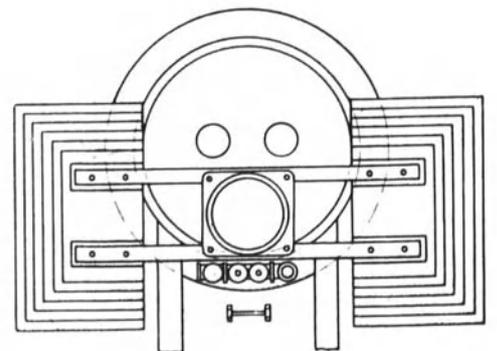
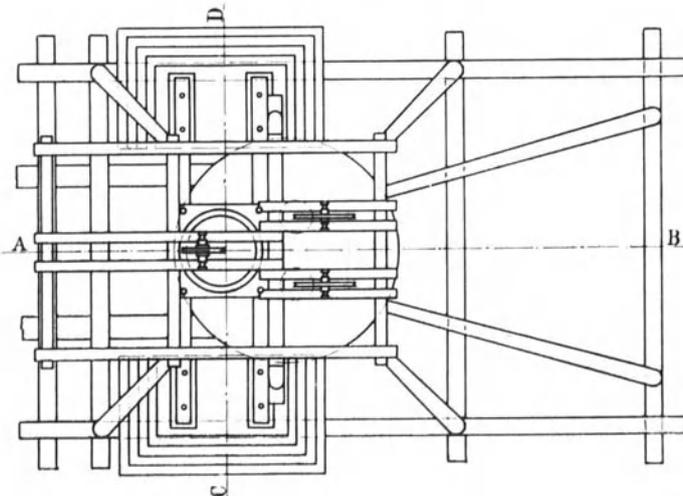
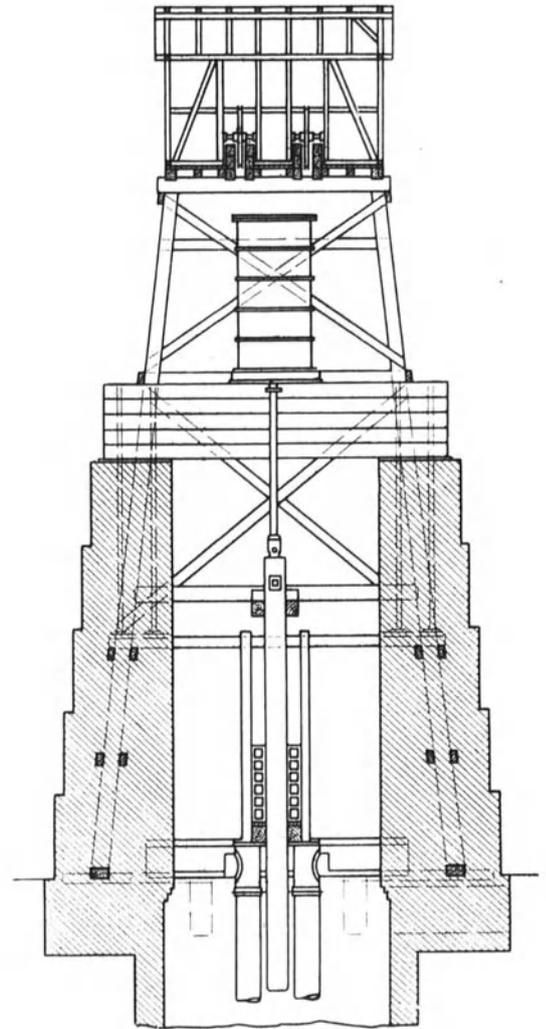
Einfach und direkt wirkende Wasserhaltung mit 4 Hebepumpen für das Sumpfen und Weiterabteufen des Schachtes Hansa II.

Provisorisches Fördergerüst nebst einfach und direkt wirkender Wasserhaltung für das Abteufen des Schachtes Bertha der Zeche Helene und Amalie.

Schnitt A-B.



Schnitt C-D.



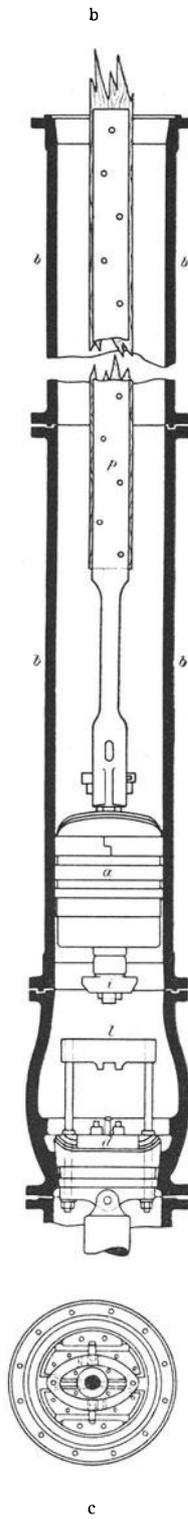
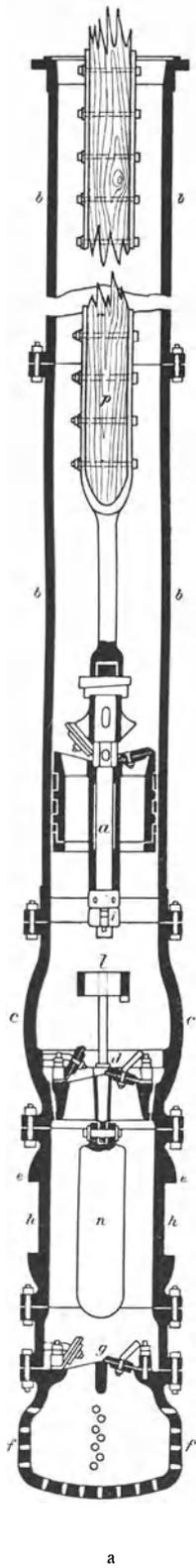


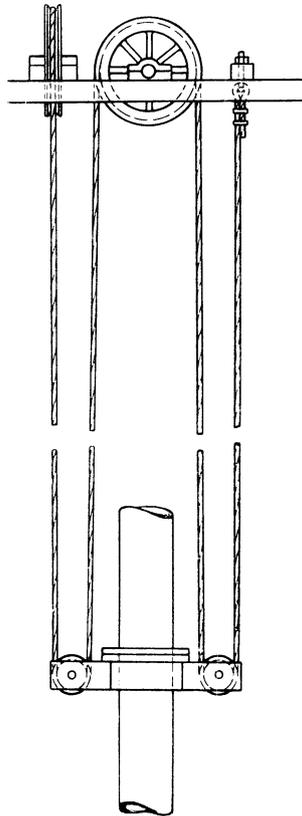
Fig. 114.

Hebepumpe zur Wasserhaltung beim Schacht-  
 abteufen im Ruhrbezirk.

Fig. 115.

Steigrohrleitung für Hebepumpen.

gebracht werden. Ueber Tage hängen die Gestänge an langen Schrauben, deren Muttern auf eisernen Kastenträgern verlagert sind. Durch Drehen dieser Muttern werden die Pumpen gesenkt, ein Verfahren, das zuerst von Wippermann im Jahre 1883 beim Sumpfen der Schächte I und II der damals ersoffenen Zeche Erin angewandt wurde. Zur Entlastung der



*Fig. 116.*

Aufhängung einer Hebepumpe an Drahtseilen auf Zeche Dahlbusch, Schacht V.

Muttern während des Senkens werden die Pumpen zugleich noch an Kabelseilen aufgehängt. Sind die Schrauben abgedreht, so löst man bei zwei gegenüberliegenden Gestängen die Verbindung mit denselben, schraubt die zugehörigen Schrauben wieder in die Höhe und setzt neue Gestängestücke ein. Die gleiche Manipulation wird dann bei den beiden anderen Gestängen vorgenommen.

In den Fällen, in welchen die Hebepumpe an einen Drucksatz angeschlossen wird, werden die Senkgestänge nicht bis zu Tage geführt, sondern

oberhalb der Anschlussstelle in derselben Weise, wie über Tage, auf eisernen Trägern (Fig. 119a und b) abgefangen.

Das Gewicht der von den Senkgestängen zu tragenden Last beträgt bei einer Pumpe von 620 mm Kolbendurchmesser und einer Hubhöhe von 130 m einschliesslich des Eigengewichts der Senkgestänge und der in den Steigrohren befindlichen Wassersäule etwa 90 000 kg. Zum Senken und Einbau einer solchen Pumpe bis 130 m Teufe sind etwa 3 bis 4 Tage erforderlich.

Um ein zu häufiges Senken der Pumpen zu vermeiden, hat man denselben beim Abteufen des Schachtes Bertha der Zeche Ver. Helene und

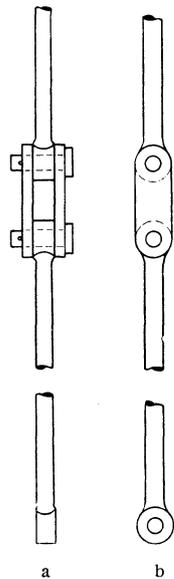


Fig. 117.

Senkgestänge zur Aufhängung einer Hebepumpe.

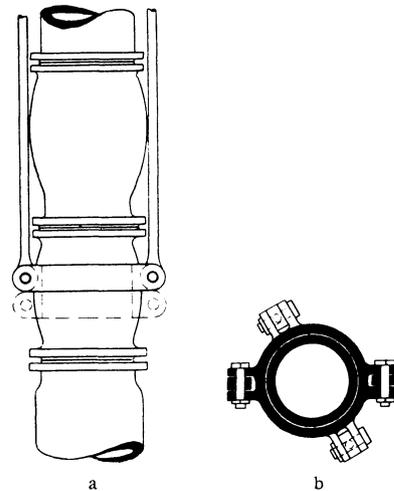
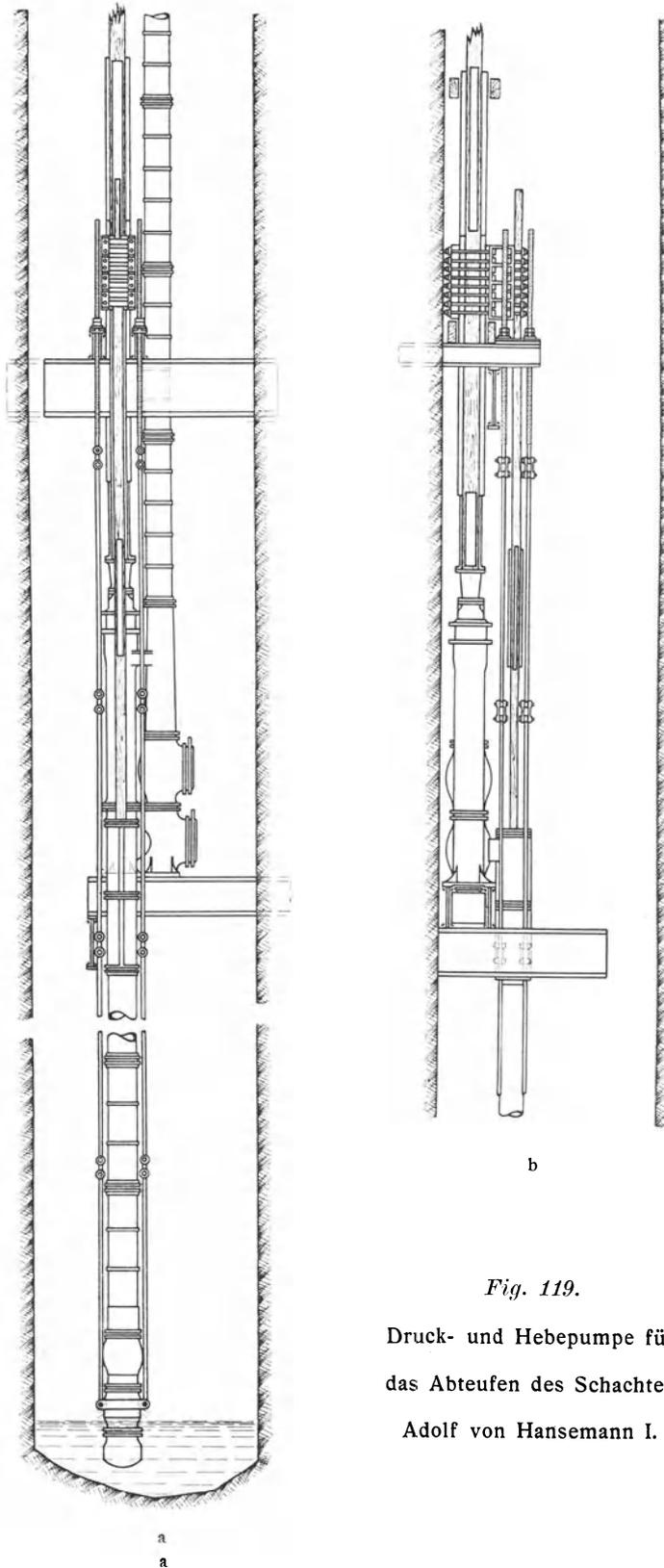


Fig. 118.

Aufhängung einer Hebepumpe an Senkgestängen.

Amalie die Wasser mittels Pulsometer zugehoben, welche über Tage an Seilen aufgehängt waren. Die Pulsometer gossen in Kästen aus, die man durch Ketten an die Kolbenrohre der Pumpen befestigt hatte. Das Verfahren ist bei nicht allzugrossen Wasserzuflüssen zweifellos sehr zu empfehlen; doch dürften statt der Pulsometer zweckmässiger mit Luft betriebene Duplexpumpen anzuwenden sein, weil hierbei die Erwärmung der Wetter im Schachte wegfällt.

Die Bewegung des Pumpengestänges erfolgt durch eine einfach und direkt wirkende Maschine, deren Cylinder auf schweren hölzernen Balken oder eisernen Trägern verlagert ist. Diese ruhen im Innern des



*Fig. 119.*

Druck- und Hebepumpe für  
das Abteufen des Schachtes  
Adolf von Hansemann I.

provisorischen Fördergerüsts auf zwei hohen gemauerten Pfeilern, deren Höhe sich nach der Länge der einzelnen Gestängestücke richtet und 8 bis 12 m beträgt. Die Maschinen sind mit Davyscher Differentialsteuerung versehen und machen 4 bis 6 Hübe in der Minute. Der Anschluss des Pumpengestänges an die Kolbenstange  $z$  (Fig. 113) wird durch gusseiserne Krumse  $k$  und Klemmschrauben bewirkt. Gewöhnlich ist die Einrichtung so getroffen, dass zwei, zuweilen aber auch vier Pumpen gleichzeitig von einer Maschine in Bewegung gesetzt werden können.

Die Wasserhaltungen dieser Art wandern unter Vermittlung der Firmen H. & G. Grossmann und O. Nordhaus in Dortmund von einer Zeche zur anderen. Die grösste, von der Friedrich Wilhelmshütte in Mülheim a. d. Ruhr gebaut, ist in den Jahren 1884—86 beim Sumpfen und Weiterabteufen des versoffenen Schachtes Hansa II zur Anwendung gekommen. Der lichte Durchmesser des Dampfzylinders dieser Wasserhaltung beträgt 2,4 m, derjenige der Kolbenrohre der vier Pumpen 0,612 m und der Hub 4,5 m. Die Maschine war für die Hebung einer Wassermenge von 21,6 cbm aus 145 m Teufe konstruiert, woraus sich eine Leistung von rund 900 eff. PS berechnet. Die grösste Beanspruchung fand bei 118 m Teufe statt, wo ein Wasserzufluss von 19,5 cbm zu bewältigen war. Nach Erreichung einer Teufe von 130 m konnten die Pumpen wieder ausgebaut werden.\*) Später ist die Maschine noch auf Königsborn II und Adolf von Hanseemann II in Betrieb gewesen. Auch war ihre Aufstellung im Jahre 1898 für den Schacht I der Zeche Minister Achenbach geplant, ohne dass sich jedoch ihre Benutzung als notwendig erwiesen hätte.

Eine andere derartige Wasserhaltung ist zuerst auf Adolf von Hanseemann I und sodann u. a. auf General Blumenthal III und Ver. Helene und Amalie, Schacht Bertha (Tafel II, S. 122) und neuerdings beim Abteufen des Schachtes I der Zeche Graf Waldersee benutzt worden. Dieselbe ist bei einem Cylinderdurchmesser von 1,885 m und einem Hub von 3,42 m im Stande, mit zwei Pumpen von 620 mm Kolbendurchmesser 12 cbm aus 120 m Teufe zu heben, was einer Leistung von rund 400 eff. PS entspricht.

Die Kosten dieser Wasserhaltung würden im Falle der Neubeschaffung einschliesslich Montage und Fundamentierung der Maschine rund 165 000 M. betragen. Auf Schacht Bertha wurden bei Benutzung der alten Wasserhaltung insgesamt 76 024 M. verausgabt, wovon jedoch 68 000 M. für den Erlös beim Wiederverkauf abgehen, sodass nur noch 8024 M. als wirkliche Ausgabe verbleiben. Im allgemeinen wird man jedoch mehr, und zwar 25 000 M., rechnen müssen.

---

\*) Nach einer bisher nicht veröffentlichten Arbeit von Bergassessor Winkhaus.

Ueber eine Hubhöhe von 130 m bei den Hebepumpen hinauszugehen ist nicht gut möglich, da sonst die Abdichtung des Kolbens zu unvollständig wird. Auch zwei Sätze von Hebepumpen einander zuheben zu lassen, wie dies bei dem Schachte Adolf von Hanseemann II geschehen ist, erscheint nicht ratsam. Der genannte Schacht ist in den Jahren 1888 bis 1893 bis zu dem bei 256 m unter Tage beginnenden Steinkohlengebirge abgeteuft worden. Hierbei stiegen die Wasser bis 230 m Teufe auf 7 cbm, nahmen dann aber allmählich wieder ab, und betrug bei 250 m Teufe noch 3 cbm in der Minute. Da man mit der Möglichkeit rechnete, abbohren zu müssen, sah man von dem Einbau von Drucksätzen ab. Nachdem unter Anwendung von zwei Hebepumpen eine Teufe von 130 m erreicht war, baute man ausser diesen noch zwei andere ein, welche den ersten Pumpen die Wasser zuhoben und bis 250 m Teufe gesenkt wurden. Die vier Pumpen hingen an eisernen Gestängen, welche am Tage an Senkschrauben befestigt waren. Die beiden oberen waren ausserdem auf hölzernen Balken verlagert, die lose in den Schachtstössen eingebüht waren und mit den Pumpen zu Tage gezogen werden konnten. Zur Bewegung der Pumpen diente die oben erwähnte grosse Maschine von 2,40 m Kolbendurchmesser und 4,50 m Hub. Während die Pumpengestänge sämtlich bis zu Tage gingen, reichten die Steigrohre der beiden unteren Pumpen nur bis etwa 130 m Teufe herauf. Die Arbeiten wurden unter der umsichtigen Leitung des Betriebsführers Becker ausgeführt.

Die Bewegung so langer, nicht geführter Pumpengestänge, wie sie für die beiden unteren Pumpen auf Adolf von Hanseemann II erforderlich waren, sowie die Kontrolle dieser Gestänge und der zugehörigen langen Senkgestänge, bereitet ausserordentliche Schwierigkeiten. Ist an einer der unteren Pumpen eine grössere Reparatur vorzunehmen, und muss die Pumpe deshalb zu Tage gezogen werden, so entstehen infolge der langen Zeitdauer, die der Ein- und Ausbau erfordert, Zeitverluste von mehreren Wochen. Man wird daher in ähnlichen Fällen besser die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung anwenden.

#### D r u c k p u m p e n .

Druckpumpen in Verbindung mit Hebepumpen sind beim Schacht- abteufen auf König Ludwig I (1882/83) und Adolf von Hanseemann I (mit Unterbrechungen von 1874 bis 1894\*) benutzt worden. Der Antrieb geschah in dem ersteren Falle durch eine direkt wirkende Maschine und in dem letzteren durch eine Woolfsche Balanciermaschine. Das Gestänge bestand aus Holz, die Steigrohrleitung aus Gusseisen. Zur Verlagerung

---

\*) Vergl. auch »Der Bergbau« 1893/94 No. 36.

der Drucksätze im Schachte dienten schwere eiserne Träger. Zum Anschluss des Gestänges der Hebepumpen an dasjenige der Druckpumpen eiserne Krumse (Fig. 119). Die Steigrohrleitungen der Hebepumpen waren durch Stutzen unmittelbar mit den Steigrohrleitungen der Druckpumpen verbunden.

Auf König Ludwig I trat beim Abteufen im Mergel bei 250 m Teufe eine Kluft auf, welche 5 cbm Wasser zuführte. Die Zuflüsse erstreckten sich bis 278 m unter Tage und wuchsen bis 272 m auf 10 cbm an. Nachdem man vergeblich versucht hatte, die Wasser allein mittels Hebepumpen zu sumpfen, verlagerte man bei 230 m Teufe zwei Drucksätze und schloss an das Gestänge derselben eine Hebepumpe an. Die Druckpumpen wurden auch bei dem späteren Grubenbetriebe noch zur Wasserhaltung benutzt.

Auf Adolf von Hansemann I, wo das Gebirge von 193 m Teufe ab sehr wasserreich war, standen zwei Druckpumpen bei etwa 110 und 180 m Teufe in Thätigkeit. Jede der beiden Pumpen, welche zusammen 6 cbm in der Minute leisteten, wurde von einer besonderen, direkt wirkenden Maschine in Bewegung gesetzt. Die mit den unteren Drucksätzen verbundenen Hebepumpen reichten zuletzt bis 230 m Teufe hinab, wo das Abteufen aufgegeben werden musste. Ausser den beiden direkt wirkenden Maschinen kam im Jahre 1881 noch eine grosse rotierende Tandemmaschine zur Aufstellung, welche mittelst Kunstkreuz und Feldgestänge zwei Rittinger-Pumpen betrieb, deren Drucksätze bei 115 und 182 m Teufe verlagert waren. Die Kosten dieser Wasserhaltung betrugen 270 000 M., die gelieferte Wassermenge 8 cbm je Minute. Die Erfahrungen, die man mit der rotierenden Maschine gemacht hat, haben gezeigt, dass eine solche für Abteufzwecke nicht geeignet ist, da man die Maschine nicht genügend in der Hand hat.

Im Jahre 1893 wurde der Schacht von dem Schachte II aus unterfahren und durch ein Bohrloch mit der Unterfahrungsstrecke verbunden. Trotzdem man nun die drei Maschinen des Schachtes I durch eine unterirdische und eine oberirdische des Schachtes II von je 10 cbm Leistung unterstützte und im ganzen bis zu 34 cbm Wasser in der Minute gehoben wurden, gelang es doch nicht, das Wasser zu Sumpf zu halten. Es blieb daher nur noch eine Möglichkeit den Schacht niederzubringen, nämlich die Anwendung des Abbohrverfahrens von Kind-Chaudron.

Jetzt aber zeigte sich, wie ausserordentlich gefährlich es ist, beim Abteufen Druckpumpen zur Wasserhebung zu benutzen. Scheute man doch vor den Kosten und Schwierigkeiten, welche der Ausbau der sechs Drucksätze verursacht haben würde, so sehr zurück, dass man es vorzog den Schacht, welcher schon mehrere Millionen gekostet hatte, ganz verloren zu geben.

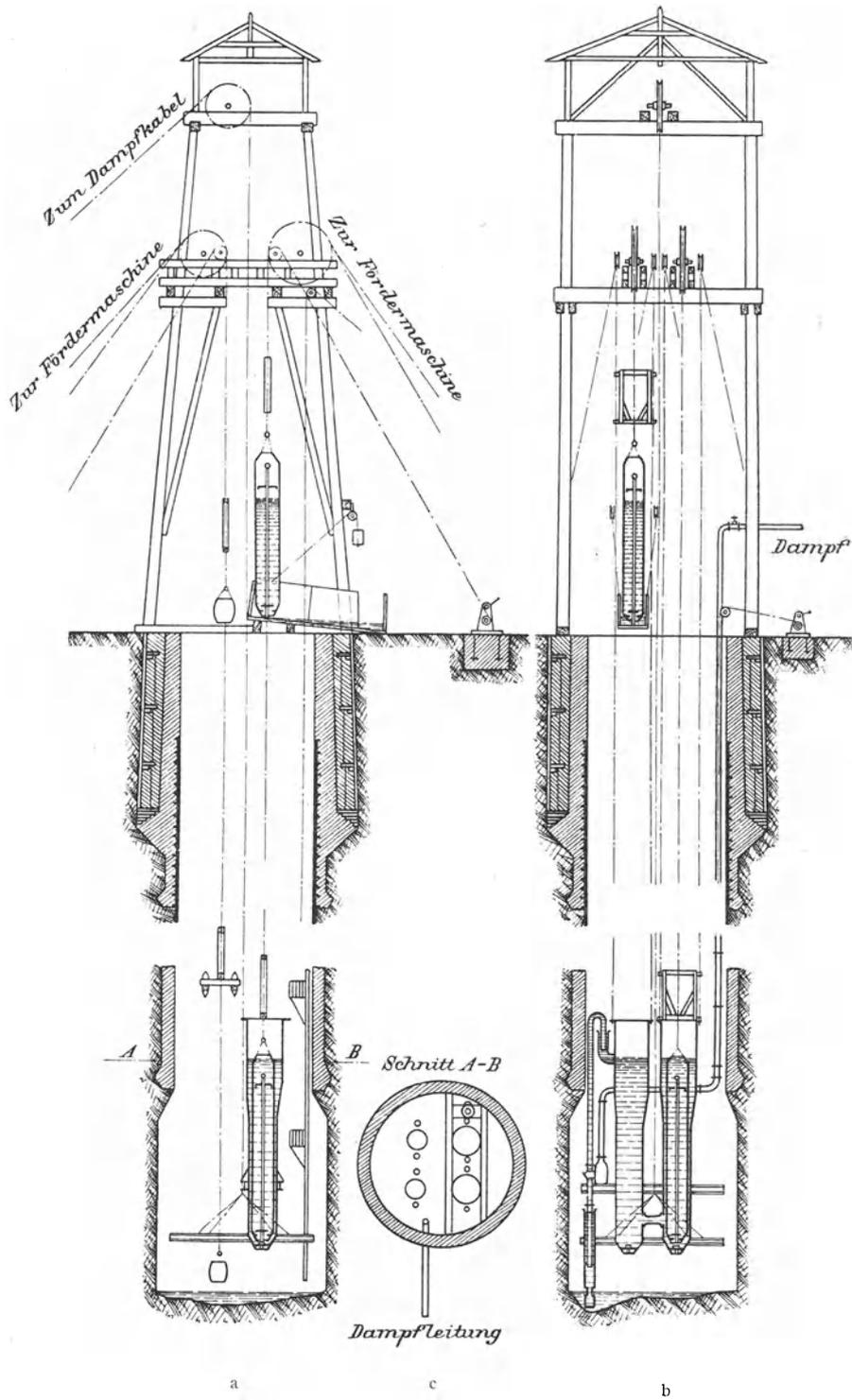


Fig. 120.

Tomsonsche Wasserziehvorrchtung für den Schacht I der Zeche Preussen I.

## Tomsonsche Wasserziehvorrichtung.

Die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung ist zum ersten Male im Jahre 1892 bei dem Schachte I der Zeche Preussen I angewendet worden.\*) Der Schacht war in den Jahren 1873—75 bis 270 m unter Tage abgeteuft, dann aber, als sich grössere Wasserzuflüsse eingestellt hatten, verlassen worden. Um bei einer späteren Wiederaufnahme des Abteufens die Sumpfung des Schachtes zu erleichtern, hatte man vor dem Verlassen desselben bis 225 m unter Tage Beton eingegossen. Nachdem später das Grubenfeld in die Hände der Harpener Bergbauaktiengesellschaft übergegangen war, wurde beschlossen, den Schacht nach dem Kind-Chaudron-Verfahren abzubohren. Bevor man jedoch hiermit begann, sollte der Betonpfropfen, soweit es ging, durch Abteufen auf der Sohle beseitigt werden. Da hierbei zur Hebung der Wasserzuflüsse die Benutzung einer im Schachte fest verlagerten Pumpe ausgeschlossen war, konstruierte Tomson seine Wasserziehvorrichtung, deren Vorteil darin besteht, dass sie jederzeit von Tage her aus dem Schachte entfernt werden kann.

An je zwei Drahtseilen von 20 mm Durchmesser hingen cylindrische Wasserbehälter aus Eisenblech, welche durch eiserne Rahmen zusammengehalten und unten durch ein Rohr verbunden waren (Fig. 120 a—c). In die Behälter wurden die Wasser durch zwei Pulsometer gehoben, welche ebenfalls an Schachtseilen hingen. Die umgebogenen Enden der Steigrohre dieser Apparate tauchten in senkrechte Rohre, welche seitlich an den Behältern angebracht waren und die Wasser denselben zuführten. Auf diese Weise war es möglich, die Pulsometer einige Meter zu senken, ohne dass gleichzeitig ein Senken der Blechzylinder erforderlich gewesen wäre. Die verschiedenen Seile waren über Tage um die Trommeln von Handkabeln gewickelt. Zur Förderung des Wassers dienten zwei cylindrische an Rundseilen hängende Blechgefässe von 6 cbm Inhalt, welche durch abwechselndes Eintauchen in die Behälter gefüllt wurden und zu diesem Zweck mit je einem Bodenventil versehen waren. Die Führung der Gefässe geschah mittelst hölzerner Schlitten, die sich zwischen den Tragseilen der Behälter bewegten. Waren die Gefässe an der Hängebank angekommen, so wurde eine in Scharnieren drehbare Lutte niedergelassen, in die sich das Wasser durch das Bodenventil und eine seitlich angebrachte Klappe entleerte. Die Oeffnung der Klappe wurde durch einen Hebel und eine an derselben befestigte Eisenstange bewirkt. Die zur Wasserförderung benutzte Zwillingfördermaschine hatte 1 460 mm Hub und 730 mm Cylinderdurchmesser. Die grösste gehobene Wassermenge betrug 1,5 cbm in der Minute. Als der Zufluss dieses Quantum überschritt, wurde eine zweite

---

\*) Glückauf 1892, S. 488; Der Bergbau 1891/92, No. 32.

Vorrichtung in Thätigkeit gesetzt, bis man nach Erreichung einer Teufe von 260 m bei einem Zufluss von 2,5 cbm zum Abbohren übergang.

Später ist die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung auch bei dem Abteufen des Wetterschachtes der Zeche Westhausen und des Förderschachtes der Zeche Sprockhövel, sowie auf Preussen II, Schacht I, Scharnhorst I und II und Minister Achenbach I zur Wasserhebung benutzt worden. Ausserdem hatte man neuerdings die Vorkehrungen für ihre Anwendung bei dem Schachte Werne I getroffen. Erfreulicherweise waren daselbst aber die Wasserzuflüsse so gering, dass die Wasser in Kübeln mit der Materialfördermaschine zu Tage gehoben werden konnten.

Bei dem Wetterschachte der Zeche Westhausen, welcher von 141 bis 176 m Teufe abgesetzt worden war, bediente man sich der Tomsonschen Wasserziehvorrichtung während des Ausbaus der Gleichgewichtsrohre und des falschen Bodens, nachdem der Abschluss der Wasser durch die Cuvelage nicht vollständig gelungen war.\*) Mit Fördergefässen von 1,2 cbm Inhalt wurde eine grösste Wassermenge von 0,6 cbm je Minute zu Tage gehoben.

Der Schacht I der Zeche Preussen II war, wie derjenige der Zeche Preussen I, in den 70er Jahren wegen Wasserschwierigkeiten aufgegeben worden, nachdem man bis zu einer Teufe von 233 m gekommen war. Auch hier hatte sich die Harpener Bergbauaktiengesellschaft bei der Wiederaufnahme des Abteufens im Jahre 1897 entschlossen, das Kind-Chaudron-Verfahren anzuwenden. Vor dem Beginn der Bohrarbeit mussten jedoch aus dem Schachte einige Fahrbühnen entfernt werden. Zu diesem Zwecke wurde der Schacht bis 215 m Teufe, wo die Wasserzuflüsse zu gross wurden, unter Benutzung von zwei Wasserziehvorrichtungen gesümpft. Bei der einen Vorrichtung, mit welcher bis 4,5 cbm Wasser gehoben wurden, hatten die Behälter einen unteren Durchmesser von 1 600 mm und einen oberen von 1 800 mm, sowie 8,4 m Höhe. Der Rauminhalt derselben betrug 16,5 cbm und das Gewicht 3 600 kg. Die Behälter hingen mit Hülfe von je zwei, am oberen Ende angebrachten losen Rollen an je zwei 60 mm starken Rundseilen. Das eine Ende der Seile hatte man über Tage an einem eisernen Träger befestigt, während das andere um die Trommel eines Handkabels geschlungen war. Die Füllung der Behälter erfolgte durch Duplexpumpen, welche, um eine Erhöhung der Temperatur im Schachte zu vermeiden, mit Pressluft betrieben wurden. Die Fördergefässe besaßen bei 1,5 m Durchmesser und 6 m Höhe einen Fassungsraum von 10 cbm und ein Gewicht von 2 200 kg. Zur Führung dienten besondere, oben an den Behältern befestigte Seile von 20 mm Stärke. Als Förderseile verwendete man Flachseile, weil bei den runden Seilen infolge des Dralls

---

\*) Glückauf 1893, S. 884.

leicht eine Verwicklung mit den übrigen Seilen eintreten kann. Die Fördermaschine hatte 950 mm Cylinderdurchmesser und 1580 mm Hub. Die Fördergeschwindigkeit betrug durchschnittlich 3 m in der Sekunde. Bei der zweiten Vorrichtung verwendete man Behälter von 10 cbm und Fördergefässe von 3,5 cbm Inhalt. Die grösste mit denselben erzielte Leistung betrug 2 cbm in der Minute. Neuerdings ist diese Vorrichtung nochmals beim Stümpfen der Wasser aus der Kind-Chaudron Cuvelage benutzt worden, nachdem sich noch ein Zufluss von 130 l bemerkbar gemacht hatte. Die grösste Förderteufe betrug etwa 370 m. Die grosse Wasserförderung hat später auch auf Scharnhorst II und die kleine bei dem Schachte I dieser Zeche Verwendung gefunden. Auf Scharnhorst II wurden die Wasser während des Abteufens von 70 bis 136 m Teufe mit der Wasserziehvorrichtung zu Tage gefördert. Der Zufluss war bei 110 m Teufe am grössten und betrug daselbst 4 cbm, nahm dann aber allmählich bis auf 2,2 cbm ab.

Bei dem Schachte Scharnhorst I, wo von 117 bis 139 m Teufe das Kind-Chaudron-Verfahren zur Anwendung gelangt war, diente die Vorrichtung beim Weiterabteufen bis 149 m unter Tage zur Sumpfung des Wassers, welches noch unter der Moosbüchse hervortrat.

Auf Minister Achenbach I hat man sich der Wasserziehvorrichtung beim Abteufen von 320 bis 410 m bedient\*). Dieselbe war zwar für eine Leistung von 3 cbm berechnet, brauchte aber nie mehr als 0,5 cbm zu fördern. Die Behälter fassten 12 cbm und die Fördergefässe 6 cbm. Die Aufhängerweise der ersteren war die gleiche wie auf Preussen II/I. Ebenso waren auch hier besondere Führungsseile vorhanden. Bei den 40 mm starken Förderrundseilen kamen sehr häufig Verschlingungen mit den übrigen Seilen vor, ein Beweis dafür, dass man als Förderseile in solchen Fällen immer Flachseile wählen soll. Zum Heben der Wasser aus dem Schachtsumpf in die Behälter war ursprünglich eine mit Pressluft betriebene Duplexpumpe vorgesehen. Da aber die Maschine zur Erzeugung der Pressluft noch nicht fertig montiert war, und sich die Zuflüsse in mässigen Grenzen hielten, baute man einen Wasserstrahlapparat ein, der sein Druckwasser aus einem Sammelbehälter über Tage erhielt. Der an Seilen aufgehängte Apparat war bei dem zur Verfügung stehenden Druck von etwa 30 bis 40 Atmosphären imstande, 0,5 cbm Wasser 20 m hoch zu heben.

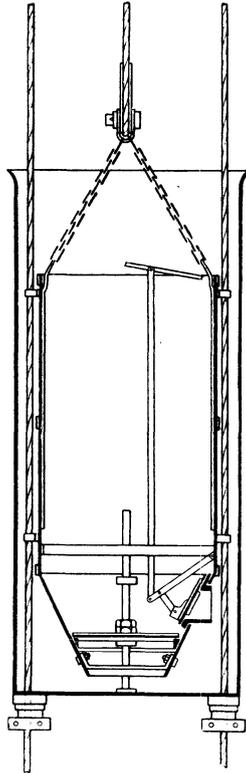
Bei dem Förderschachte der Zeche Sprockhövel\*\*), wurde in einer Teufe von 138 m im Steinkohlengebirge eine Kluft angehauen, die 700 l Wasser zuführte, sodass mit den nicht abgeschlossenen Tage-

---

\*) Glückauf 1899 S. 389.

\*\*) Der Bergbau 1897/98 No. 34 und Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 200.

wassern, welche in einer Menge von 500 l in der Minute zuflossen, im Ganzen 1,2 cbm zu heben waren. Mit mehreren Duplexpumpen war es merkwürdiger Weise nicht gelungen, die Wasser zu sumpfen. Die Aufstellung einer oberirdischen Maschine, welche später dauernd zur Wasserhaltung hätte dienen können, wäre mit grossen Schwierigkeiten verbunden gewesen, da der Platz um den Schacht durch das bereits fertige Schachtgerüst und die Verladehalle versperrt war. Man hielt es daher für das

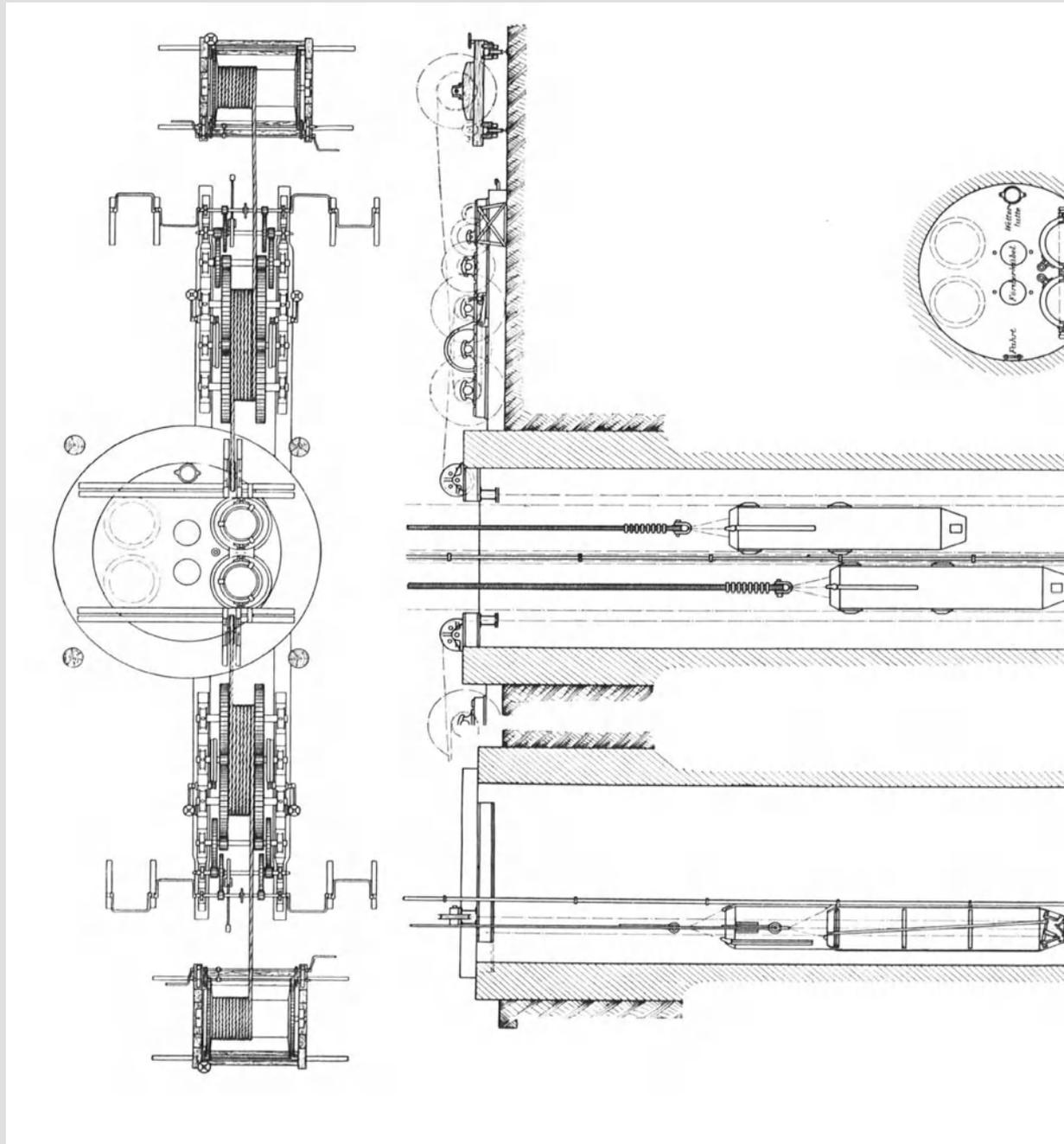


*Fig. 121.*

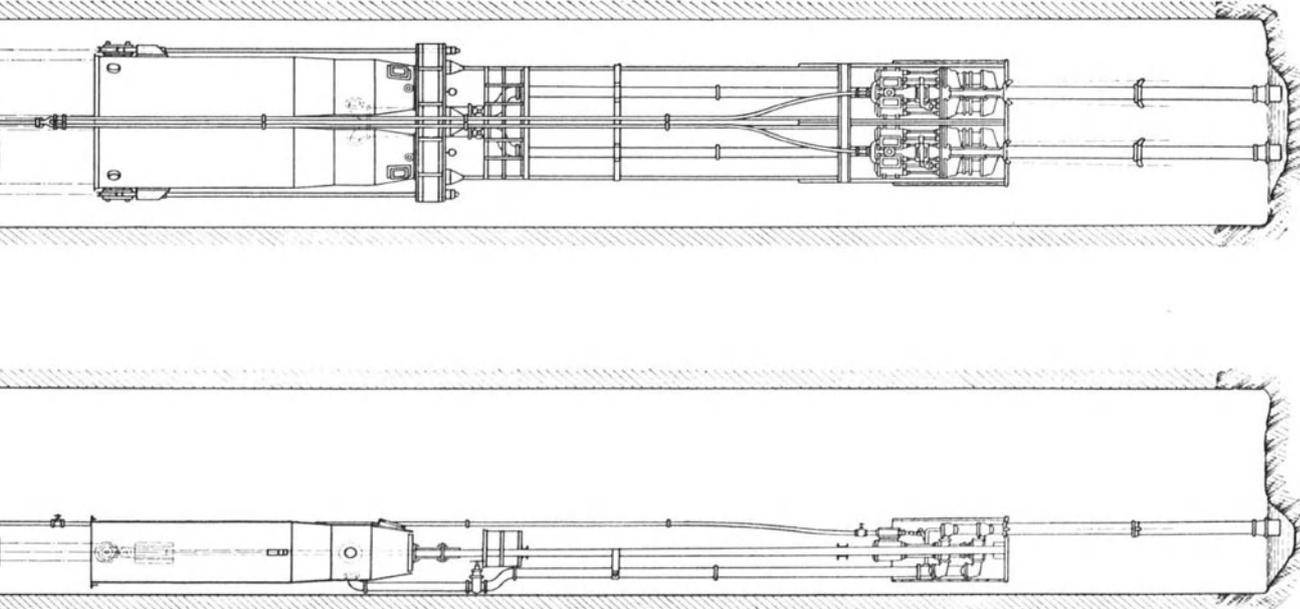
Behälter und Fördergefäss der Tomsonschen Wasserziehvorrichtung für den Förderschacht der Zeche Sprockhövel.

Zweckmässigste, während des Abteufens die Wasser nach dem Verfahren von Tomson zu fördern und später eine unterirdische Wasserhaltungsmaschine einzubauen. Da die definitive Fördermaschine schon stand, so erforderte die Einrichtung ausserdem nur geringe Anlagekosten und liess sich in kurzer Zeit fertigstellen.

Die Behälter hatten hier einen Rauminhalt von 5 cbm und die Fördergefässe einen solchen von 2,6 cbm. Die Einrichtung wies insofern eine



Tomsonsche Wasserzieh-  
vorrichtung für den Schacht I  
der Zeche Werne.



Verbesserung auf, als man die Gefässe nicht durch Schlitten, sondern durch Drahtseile führte, welche durch mit Rotguss gefütterte, unmittelbar an den Behältern angebrachte Augen liefen. Hierdurch wurde mehr als bisher ein Schwanken der Fördergefässe vermieden. Um ausserdem zu verhindern, dass die Gefässe vor dem Eintauchen auf dem Rande der Behälter aufsetzen, liess man die zugleich als Tragseile dienenden Führungsseile im Innern der Behälter bis zum Boden derselben hinabreichen (Fig. 121).

Ganz besondere Beachtung verdient die Wasserziehvorrichtung für den Schacht Werne I, weil es sich hier um eine grösste Förderteufe von etwa 600 m handelte. Die nach jeder Richtung hin auf das sorgfältigste durchdachte Vorrichtung (Tafel III), welche auf die Hebung einer Wassermenge von 3 bis 4 cbm berechnet war, wurde von der Maschinenfabrik H. & G. Grossmann in Dortmund geliefert.

Die Behälter besaßen bei einem oberen lichten Durchmesser von 1 750 mm und einem unteren von 1 200 mm, sowie einer Höhe von 8 m einen Fassungsraum von 16 cbm; sie ruhten auf einem 700 mm hohen Kasten-träger, welcher durch zwei Stahldrahtseile von 70 mm Stärke getragen wurde. Diese Tragseile waren in derselben Weise wie auf Preussen II/I um je eine lose Rolle geschlungen. Die Rollen hatte man jedoch hier nicht an den Behältern angebracht, sondern durch Rundeisenstangen mit dem Träger verbunden. An den letzteren hingen mittels 10 m langen  $\Gamma$  Eisen Duplexpumpen von je 3 bis 4 cbm Leistung, von denen eine zur Reserve diente. Der Antrieb der Pumpen sollte durch Pressluft erfolgen. Das Gewicht der beiden Behälter nebst Inhalt, Pumpen und sonstigem Zubehör, jedoch mit Ausschluss der Seile, betrug rund 70 000 kg.

Die Steigrohre der Pumpen mündeten im unteren Teile der Behälter, welche durch einen kurzen Rohrstutzen untereinander in Verbindung standen. Die Pressluftleitung war in Abständen von 5 m durch eiserne Bänder an zwei Drahtseilen befestigt. Zur Bewegung der Tragseile, dienten zwei Handkabel, welche mit je zwei Trommeln versehen waren und mittels dreifacher Zahnradvorgelege angetrieben wurden. Hinter den Kabeln war je ein Winkelhaspel verlagert, dessen Trommel für die Unterbringung von 1 600 m Seil ausreichte. Die Haspel ruhten auf Rädern, sodass sie beim Auf- und Abwickeln des Seiles seitlich verschoben werden konnten. Zur Drehung des Kabels und Winkelhaspels waren insgesamt 24 Mann erforderlich.

Die Fördergefässe von 7 m Höhe, 1 400 mm Durchmesser und 10 cbm Inhalt hingen an 150 mm breiten Bandseilen und wurden durch je vier mit Rotguss gefütterte Augen an besonderen Seilen von 25 mm Stärke bis in das Innere der Behälter hineingeführt. Für die Füllung der Gefässe waren an denselben zwei Bodenklappen und zum Entleeren zwei Seitenklappen angebracht.

Zur Wasserhebung sollte die bisherige Materialfördermaschine von 950 mm Cylinderdurchmesser und 1570 mm Hub benutzt werden (Fig. 78, S. 85). Als durchschnittliche Fördergeschwindigkeit war eine Geschwindigkeit von 7 m in Aussicht genommen.

Die Kosten der ganzen Anlage beliefen sich auf 175 000 M., wovon 57 000 M. auf die altgekaupte Fördermaschine und 39 000 M. auf die Kabel und Winkelhaspel entfielen. Für den Fall, dass die Zuflüsse 3 bis 4 cbm überstiegen, war die Anwendung einer zweiten Vorrichtung beabsichtigt (Fig. 78 und Tafel III, S. 134).

Bei Teufen von mehr als 130 bis 150 m bildet die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung bis jetzt das einzige in Betracht kommende Mittel, grössere Wassermengen beim Schachtabteufen zu Tage zu heben. Bis zu der angegebenen Teufe sind ihr die übrigen Wasserhebungsapparate jedoch unbedingt vorzuziehen, weil der Betrieb derselben mit weniger Gefahren für die auf der Schachtsohle arbeitenden Leute verbunden ist.

Der Gedanke Tomsons, bei grösserer Teufe die Wasser in über der Sohle angebrachte Behälter zu pumpen und aus diesen in Fördergefässen zu Tage zu heben, ist unter anderem auch bei dem Schachte II der Zeche Deutscher Kaiser und den vier Schächten der Zeche Ver. Gladbeck verwertet worden. Jedoch hat man in diesen Fällen die Behälter fest im Schacht verlagert, da man nicht befürchtete, abbohren zu müssen.

Auf Deutscher Kaiser II setzten von 225 bis 233 m Teufe im Essener Grünsand und bis 271 m Teufe im Steinkohlengebirge etwa 2 cbm Wasser zu, welche durch Pulsometer in einen Holzkasten gehoben und sodann in grossen Kübeln zu Tage gefördert wurden.

Bei den vier Schächten der Zeche ver. Gladbeck war der dort unter dem Kreidemergel lagernde Buntsandstein ziemlich wasserreich. Derselbe wurde auf Schacht I und II von 309 bis 435 m und auf Schacht III und IV von 270 bis 320 m durchteuft und führte bei dem Schachte I bis 1 700 l und bei den anderen Schächten 300 bis 500 l Wasser in der Minute zu. Auf Ver. Gladbeck I verwandte man zum Fördern der Wasser Blechgefässe (Fig. 122a — c) von rechteckigem Querschnitt und etwa 7 cbm Inhalt, welche durch die definitive Fördermaschine bewegt wurden. Die Gefässe waren 780 mm breit, 3 400 mm lang und 3 100 mm hoch und wurden an Spurlatten geführt, welche später für die definitive Schachtförderung benutzt werden sollten. Die Einrichtung war für die Hebung einer Wassermenge von 4 cbm berechnet. Anfangs füllte man die Gefässe dadurch, dass man sie in einen grossen Holzkasten tauchen liess, den man bei 286 m Teufe durch dichte Verschalung der Fördertrümmer hergestellt hatte. Das Wasser drang beim Eintauchen durch die Bodenventile in die Gefässe ein und wurde über Tage durch Oeffnen von Klappen wieder

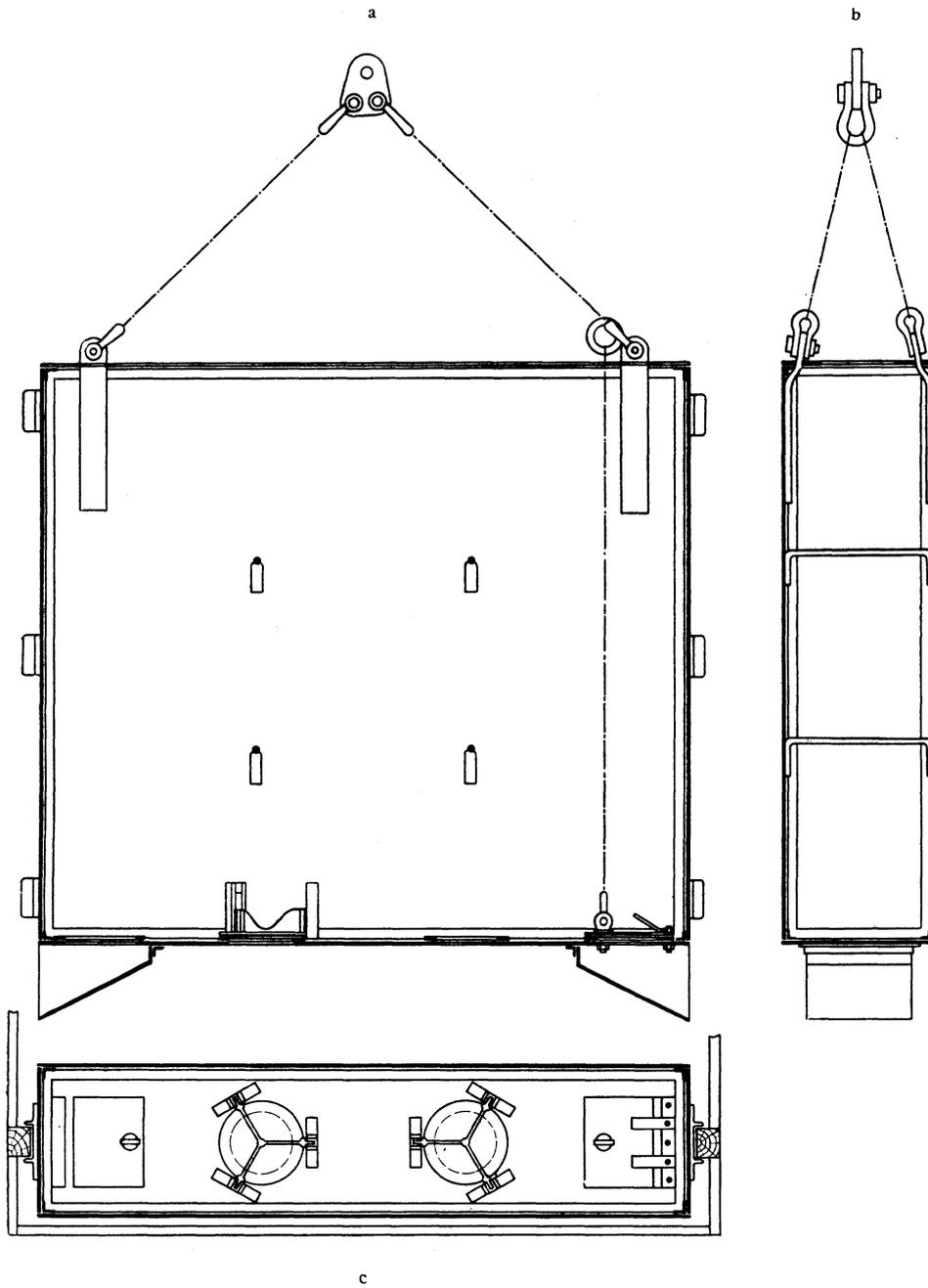
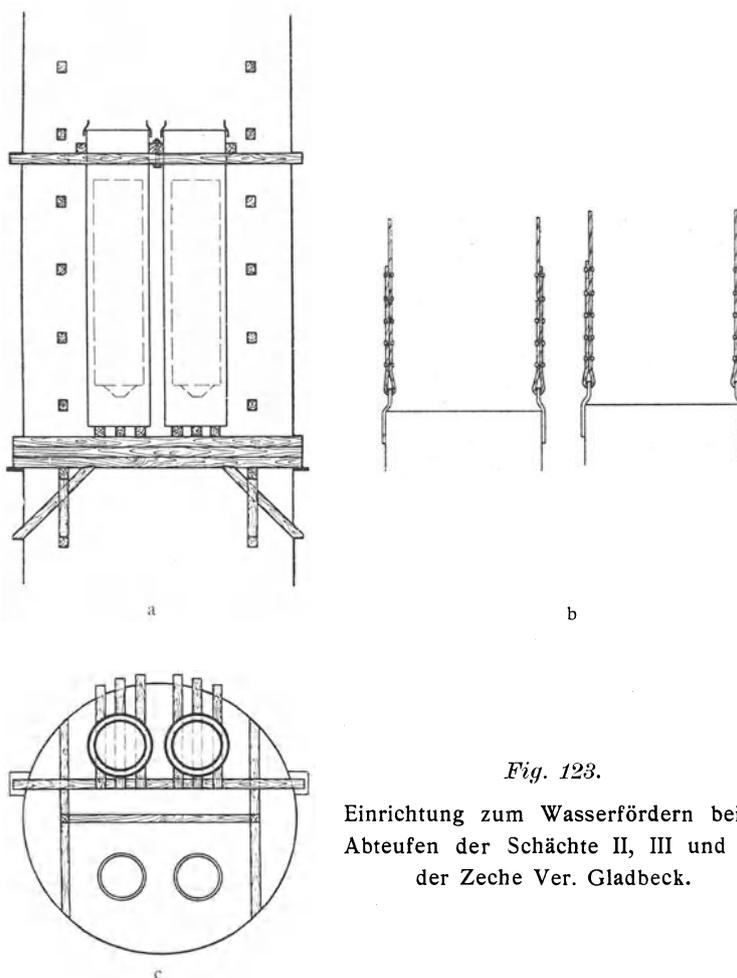


Fig. 122.

Blechgefäß zur Wasserförderung beim Abteufen des Schachtes Ver. Gladbeck I.

abgelassen. In den Holzkasten goss eine mit Pressluft betriebene Duplexpumpe aus. Da beim Fortschreiten des Abteufens die Verlegung d s grossen Holzkastens Schwierigkeiten bereitete, auch der Wasserzufluss nicht die gefürchtete Höhe erreichte, bediente man sich später eines kleineren Kastens, welcher in einem Nebentrumm verlagert und mit Hülfe



*Fig. 123.*

Einrichtung zum Wasserfördern beim  
Abteufen der Schächte II, III und IV  
der Zeche Ver. Gladbeck.

eines Flaschenzuges in Absätzen von 8 m gesenkt wurde. Zur Füllung der Fördergefässe aus diesem Kasten benutzte man nunmehr auch hier einen Schlauch.

Bei den drei anderen Schächten dieser Zeche war eine der Tomson'schen ähnliche Wasserziehvorrichtung getroffen (Fig. 123a—c). Cylindrische Blechgefässe von 3 cbm Inhalt tauchten in ebenfalls cylindrische Behälter

von etwa 8 cbm Fassungsraum. Die Gefässe wurden durch Schlitten an Seilen geführt, die an den Behältern befestigt waren. Letztere waren auf Hölzern über der Sohle verlagert und wurden alle 30 m tiefer verlegt, was mit Hülfe der Führungsseile geschah, die man über Tage um die Trommeln von Handkabeln gewickelt hatte. In die Behälter wurden die Wasser mittels Pulsometer gehoben.

#### Abführung der Wasser durch Bohrlöcher.

Die Abführung der Wasser durch ein Bohrloch ist nur dann ratsam, wenn die Teufe bis zur Unterfahrungsstrecke nicht mehr als etwa 100 m beträgt, da sonst die Gefahr zu gross wird, dass das Bohrloch durch Abweichung von der Senkrechten die Strecke nicht trifft. In vielen Fällen wird man daher den Schacht schon ziemlich tief niedergebracht haben müssen, ehe man mit der Bohrung beginnen kann. Da aber durch die Herstellung des Bohrlochs eine Pause in der Abteufarbeit eintritt, wird das Verfahren nur da von Vorteil sein, wo die Zuflüsse erheblich sind und eine grössere Wasserhaltungsmaschine auf dem im Abteufen begriffenen Schachte noch nicht vorhanden ist. Eine weitere Vorbedingung ist ferner die Leistungsfähigkeit der auf dem anderen Schacht stehenden Wasserhaltungsmaschine.

Der Durchmesser des Bohrlochs beträgt je nach der Wassermenge, welche dasselbe durchlassen soll, 10 bis 30 cm. Die Herstellung erfolgt durch stossendes Bohren und zwar entweder durch Handbetrieb von einer Bühne im Schachte aus oder besser mittelst Dampfbetrieb von Tage aus. Im letzteren Falle wird der freie Teil des Gestänges im Schachte durch eine Rohrleitung geführt. Der Preis für das laufende Meter Bohrloch beträgt nach Angabe der Firma Winter in Camen bei einem Durchmesser von 18 cm im Mergel durchschnittlich 75 M. und im Steinkohlengebirge 100 M.

Gewöhnlich lässt man in dem Bohrloch ein Drahtseil herabhängen, um dasselbe bei Verstopfungen freimachen zu können. Die Unterfahrungsstrecke wird für den Fall, dass der Wasserzufluss zu sehr wächst, durch eine Dammthür geschlossen.

Schächte, bei welchen grössere Wassermengen durch Bohrlöcher abgeführt wurden, sind Adolf von Hanseemann I und III, ferner Victor und König Ludwig II. Bei Adolf von Hanseemann III flossen durch zwei Bohrlöcher von 270 bzw. 220 mm Durchmesser über 15 cbm Wasser in der Minute ab. Hier sowohl wie auf Victor II nahmen die Zuflüsse schliesslich so zu, dass man zum Abbohren übergehen musste. Bei dem Schachte König Ludwig II betrug die Menge der zuzitenden Wasser 4,5 cbm, welche von 246 m Teufe ab dem Schachte I durch zwei Bohrlöcher von 12 cm Durchmesser zugeführt wurden.

### e) Wetterführung beim Schachtabteufen.

Die frischen Wetter fallen meist in den Schacht ein, während die verbrauchten durch eine Luttentour wieder ausströmen. Die Lutten bestehen aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech und besitzen durchgängig 500 mm Durchmesser. Sie werden mit Hülfe von angenieteten Ohren oder Schellenbändern zwischen Traghölzern verlagert oder auch

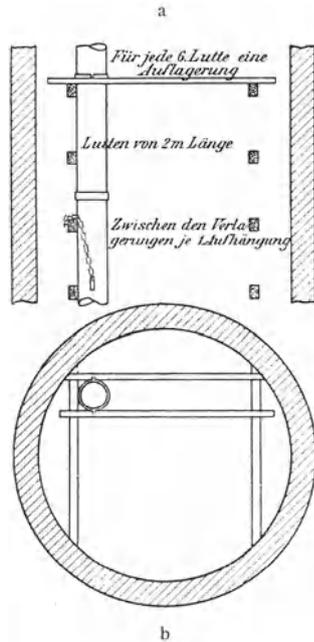


Fig. 124.

Befestigung der Wetterlutten beim Abteufen des Schachtes Wilhelmine Victoria IV.

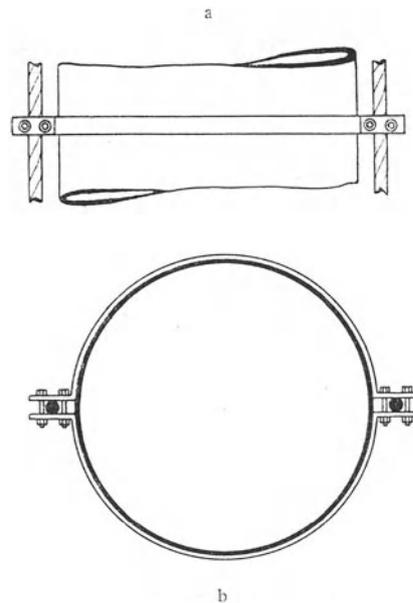


Fig. 125.

Aufhängung von Wetterlutten an Drahtseilen.

mit Haken und Ketten an den Traghölzern aufgehängt (Fig. 124 a und b). Wo Wert darauf gelegt wird, dass die Schachtscheibe jederzeit von Tage her freigemacht werden kann, werden die Lutten nach dem Vorgange von Tomson auf Gneisenau II\*) an zwei Drahtseilen aufgehängt, an welchen sie in gewissen Abständen durch Schellenbänder befestigt werden (Fig. 125 a und b). Die Drahtseile werden über Tage um die Trommeln von Handkabeln gewickelt.

\*) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 11.

Zum Ansaugen der Wetter aus der Luttentour benutzt man fast immer einen kleinen mit Dampf betriebenen Ventilator, meist System Capell oder Pelzer, welcher im Fördergerüst verlagert wird.

In seltenen Fällen verbindet man die Luttentour auch mit einem Kamin oder saugt die Wetter durch einen mit Pressluft oder Dampf gespeisten Strahlapparat an. Kamin und Strahlapparate reichen bei Teufen bis zu etwa 200 m zur Zuführung der gewöhnlich erforderlichen Wettermengen von 20 bis 40 cbm je Minute vollständig aus. Sie haben aber gegenüber den Ventilatoren den Nachteil, dass ihre Leistungsfähigkeit nicht wesentlich gesteigert werden kann, was besonders dann in Betracht kommt, wenn nach dem Abschliessen die Sprenggase möglichst rasch entfernt werden sollen.

Wo der Schacht die Baue einer schon vorhandenen Grube durchteuft, schliesst man denselben wenn möglich an die Wetterführung dieser Grube an.

Im allgemeinen bereitet die Wetterführung keine besonderen Schwierigkeiten. Diese entstehen nur dann, wenn grössere Schlagwettermengen angetroffen werden, was in der Regel nur im Steinkohlegebirge, hier und da aber auch im Mergel (z. B. König Ludwig III und Ewald III) der Fall ist. Meist gelingt es, durch Aufstellung eines grösseren oder zweiten Ventilators und durch Einbau einer zweiten Luttentour die Schlagwetter genügend zu verdünnen.

Ausserordentliche Anstrengungen erforderte ausnahmsweise die Wetterführung beim Abteufen des Schachtes III der Zeche Ewald\*), wo bei 270 m Teufe im Mergel Schlagwetter auftraten, welche sich nach Erreichung des Steinkohlegebirges bei 327 m Teufe und bis 334 m unter Tage so vermehrten, dass die nach und nach in Betrieb genommenen drei kleinen Ventilatoren, welche aus 3 Luttentouren zusammen etwa 240 cbm ansaugten, nicht mehr ausreichten. Man ersetzte daher die kleineren Ventilatoren durch einen grösseren und stellte für diesen im Schachte ein Wettertrum von 1,7 qm Querschnitt her. Dieser Ventilator (System Winter) hatte 3 m Flügelraddurchmesser und war imstande 1800 cbm Wetter je Minute anzusaugen. Mit demselben gelang es denn auch, die Sohle dauernd von Schlagwettern freizuhalten.

#### **f) Beleuchtung beim Schachtabteufen.**

Zur Beleuchtung der Schachtsohle dienten früher die offenen mit Blech- oder Lederschirmen versehenen Lampen der Schachthauer. Als aber die Schächte mit der Zeit tiefer wurden und das Auftreten von

---

\*) Glückauf 1896 S. 893.

Schlagwettern zu befürchten war, ersetzte man dieselben durch Wetterlampen.

Im Jahre 1893 wurden zum ersten Male beim Abteufen der beiden Wetterschächte der Zeche Prosper\*) elektrische Glühlampen benutzt. Ueber Tage war auf einer kleinen Trommel (Fig. 126a und b) ein stahldrahtarmiertes Kabel mit zwei isolierten Litzen aus Kupferdraht befestigt. Die beiden Litzen standen mit zwei seitlich an der Trommel angebrachten Schleifringen in Verbindung, welchen durch Bürsten der elektrische Strom zugeführt wurde. Das Kabel hing frei im Schachte herunter und trug am

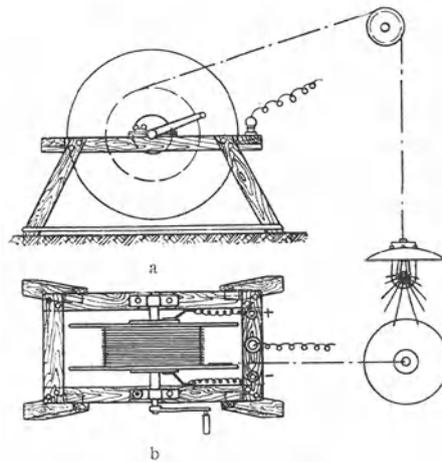


Fig. 126.

Elektrische Abteuflampe mit Kabelwinde.

unteren Ende etwa 6 m über der Schachtsohle unter einem eisernen Schutzschirm, welcher gleichzeitig als Reflektor diente, zwei Glühlampen von je 16 NK. Die Lampen waren von einer Glasglocke umgeben und wurden mit dem Vorrücken des Abteufens durch Abwickeln des Kabels allmählich herabgelassen. Zur Feststellung der Trommel war das eine Lager derselben mit einer Klemmvorrichtung versehen. Diese von der Firma Chr. Weuste in Duisburg gelieferte Einrichtung ist später noch auf einer ganzen Anzahl anderer Schächte angewendet worden und findet immer mehr Verbreitung. Die Vorzüge einer derartigen Beleuchtung liegen klar auf der Hand. Selbstverständlich müssen hierbei für die Ein- und Ausfahrt der Schachthauer immer einige offene oder Wetterlampen zur Verfügung stehen. Ausserdem muss man da, wo Schlagwetter auf-

\*) Glückauf 1894 S. 39.

treten, diese öfters mit einer Wetterlampe abprobieren. An Stelle der Glühlampen hat man auf Schacht Bertha der Zeche Ver. Helene und Amalie eine kleine Bogenlampe benutzt; doch dürften Glühlampen im allgemeinen vorzuziehen sein, weil sie einfacher und leichter auszuwechseln sind.

Auf Ewald III gelangten während des Abteufens in dem schlagwetterreichen Gebirge tragbare Akkumulatorlampen von der Akkumulatorenfabrik in Hagen zur Anwendung\*). Die Lampen wogen 6 kg und brannten bei einer Lichtstärke von 2 NK 8 bis 10 Stunden. Sie wurden an einem Lederriemen getragen und während der Arbeit mittelst eines Hakens an den Ringen des provisorischen Ausbaues aufgehängt. Eine solche Beleuchtung wird sich jedoch nur dann empfehlen, wenn Schlagwetter in so grosser Menge auftreten, dass es gefährlich erscheinen muss, die Schachthauer für die Ein- und Ausfahrt mit Wetterlampen zu versehen.

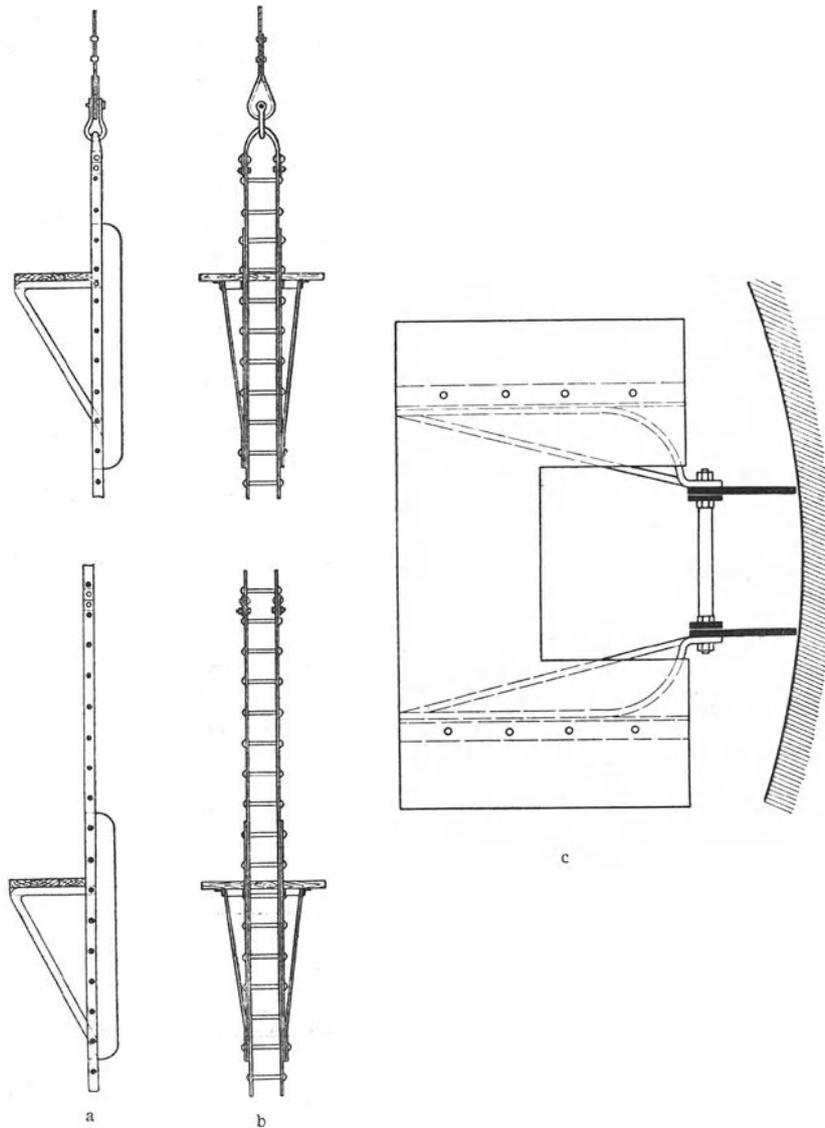
### g) Fahrung beim Schachtabteufen.

Die Fahrung geschieht bei Teufen von mehr als 20 bis 30 m am Seil. Zur Sicherheit wird ausserdem ein Fahrtrumm hergerichtet, welches in Abständen von 6 bis 8 m mit Ruheebenen versehen und nach den Schachtrummen zu mit Brettern verschlagen wird. Die Fahrten bestehen aus Holz oder Eisen; zur Verbindung der untersten Ruheebene mit der Schachtschleife dient eine Strickleiter aus Drahtseilen. Die Hölzer der Ebenen werden im provisorischen Ausbau auf den Ausbauringen verlagert und ausserdem in die Schachtstösse eingebüht. Im definitiven Ausbau ruhen die Ebenen auf den Einstrichen oder da, wo diese erst nachträglich eingebaut werden, auf provisorisch verlagerten Hölzern; im ersteren Falle wird das Fahrtrumm gleich so hergestellt, dass es auch später zur Fahrung benutzt werden kann.

Wo die Gefahr besteht, dass abgebohrt werden muss, ist Vorsorge zu treffen, dass die Fahrten in kürzester Zeit ausgebaut werden können, weshalb man sie alsdann über Tage aufhängt. Zum ersten Male verfuhr man in dieser Weise im Jahre 1883 nach den Angaben von Tomson auf Gneisenau II\*\*). Die einzelnen Fahrten bestanden hier aus Eisen, waren 5 m lang und durch Laschen miteinander verbunden. Sie waren über Tage an starken Balken befestigt und hingen ohne Unterbrechung senkrecht an den Schachtstössen herab. Vor den Fahrten liefen in einer Entfernung von 0,60 m zwei Reihen Flacheisen entlang, welche durch eiserne Ringe miteinander verbunden waren. Die Ringe dienten zur Befestigung leichter Holzlatten, welche ein Gitter um die Fahrten bildeten

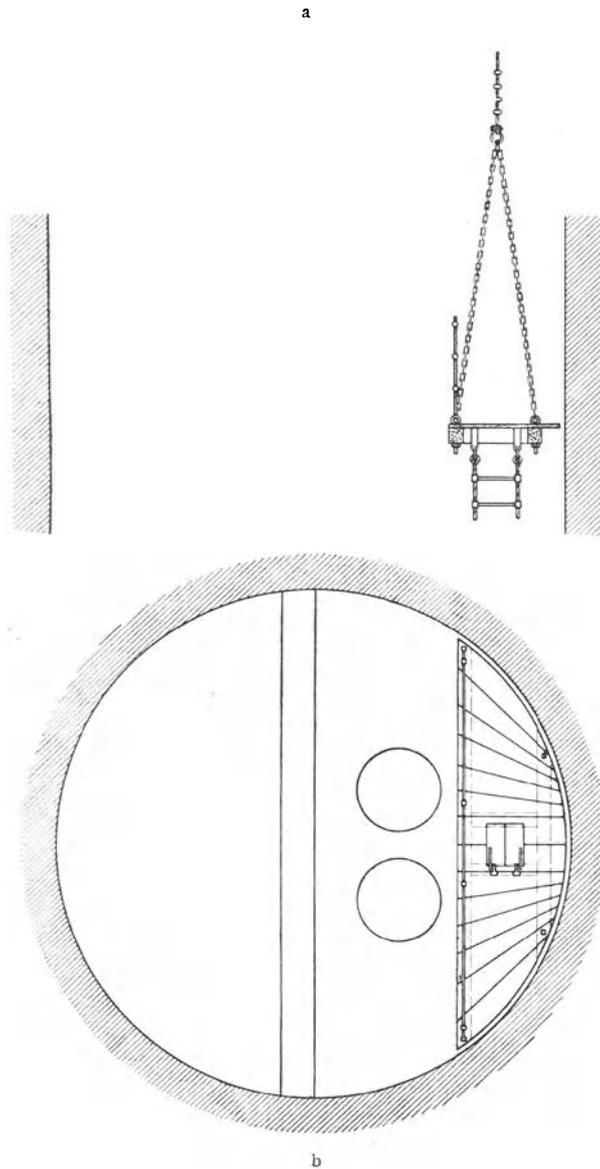
\*) Glückauf 1896 S. 894.

\*\*) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 11.

*Fig. 127.***Sicherheitsfahrt System Tomson.**

und die Arbeiter vor dem Herabfallen schützen sollten. In Abständen von je 5 m waren Sitze zum Ausruhen angebracht.

Später hat Tomson die Einrichtung für die Schächte I und II der Zeche Preussen I dahin abgeändert und verbessert, dass er den Fahrten nur eine Gesamtlänge von etwa 17 m gab und sie an einem starken Drahtseil aufhing, welches über Tage auf die Trommel eines Handkabels auf lief.

*Fig. 128.*

Schwebende Fahrbühne für den Schacht Zollern II.

Diese von ihm als „Sicherheitsfahrt“ bezeichnete Einrichtung (Fig. 127 a—c) trug mehrere mit einem Geländer umgebene Bühnen, welche Platz für je 5 Mann boten. Für den Fall, dass auf der Sohle ein Wasserdurchbruch entstand, konnten sich die Leute auf eine der Bühnen retten und durch das Kabel zu Tage ziehen lassen. Um die Fahrten hierbei an den Schacht-Sammelwerk. III.

stössen zu führen, waren auf der Rückseite derselben, etwa 5 m voneinander entfernt, Flacheisenlaschen angebracht. Die Sicherheitsfahrt ist sodann auch auf Preussen II/II und Scharnhorst II zur Anwendung gekommen.

Wenn der Schachtausbau unter Anwendung einer schwebenden Bühne hergestellt wird, kann man diese den Arbeitern zur Zuflucht anweisen, wie dies z. B. auf Werne I und II geschehen ist. Dasselbst hing während des gleichzeitigen Abteufens und Ausmauerns an einem Drahtseile eine Strickleiter herab, welche durch eine Oeffnung in der schwebenden Bühne geführt war, sodass beide unabhängig voneinander bewegt werden konnten. Um zu vermeiden, dass durch die Oeffnung Gegenstände von der Bühne herabfielen, hatte man erstere mit einem Blechcylinder umgeben.

Auf Zollern II, wo bei der Herstellung des Schachtausbaues feste Bühnen benutzt wurden, hat man sich einer besonderen segmentförmigen Bühne (Fig. 128a und b) bedient, welche von einem Dampfkabel bewegt wurde und nach dem Schachtinnern zu ein Geländer trug. Die Bühne war mit einer Luke versehen, unter der eine Strickleiter angebracht war. Die Einrichtung dürfte bei grosser Teufe und da, wo eine andere schwebende Bühne nicht vorhanden ist, sehr zweckmässig sein. Da das Dampfkabel fortwährend unter Dampf gehalten werden muss, wird es jedoch besser sein, statt dessen ein Handkabel anzuwenden.

#### **h) Leistungen beim Schachtabteufen.**

Die Leistungen beim Abteufen von Hand einschliesslich der Herstellung des definitiven Ausbaues betragen bei 120 in den letzten zehn Jahren niedergebrachten Schächten im Mergel durchschnittlich 22,1 oder rund 22 m und im Steinkohlengebirge 19,65 oder rund 20 m. Der Ausbau dieser Schächte besteht im Mergel teils aus Mauerung, teils aus Mauerung und Cuvelage und im Steinkohlengebirge fast ausschliesslich aus Mauerung. Die Herstellung der letzteren erfolgt abwechselnd mit dem Abteufen. Nicht berücksichtigt sind solche Schächte, bei denen wegen geringer Widerstandsfähigkeit des Gebirges mit Unterhängetubbings oder segmentweisem Mauern vorgegangen werden musste, sowie solche, bei denen die Wasserhebung aussergewöhnliche Schwierigkeiten verursachte.

Die geringe Mehrleistung von nur 2 m beim Abteufen im Mergel gegenüber demjenigen im Steinkohlengebirge ist darauf zurückzuführen, dass im Mergel der Fortschritt durch die zusitzenden Wasser oft gehemmt wird. Während da, wo das Kreidegebirge so trocken ist, dass der Schacht ausgemauert werden kann, ein durchschnittlicher Fortschritt von etwa 25 m je Monat erzielt wird, darf man in den oberen 50 bis 70 m des Mergels bei einem durchschnittlichen Wasserzufflusse von 1 bis 2 cbm je

Minute nur eine Leistung von ungefähr 13 m rechnen, und zwar 10 m bei Anwendung englischer Tubblings und 15 m bei der Auskleidung des Schachtes mit bearbeiteten deutschen Tubblings.

Sehr hohe Leistungen werden beim gleichzeitigen Abteufen und Ausmauern des Schachtes erreicht. So wurden z. B. auf Gneisnau II im Steinkohlengebirge und auf Preussen II/II im Mergel durchschnittlich 32 m bezw. 40 m Schacht im Monat fertiggestellt. Auf Werne I und II, wo das Verfahren im Mergel bis 388 bezw. 346 m Teufe zur Anwendung gelangte, hat man sogar eine Durchschnittsleistung von 49 m und eine Höchstleistung von 60 m erzielt, Leistungen, welche im Ruhrbezirk einzig dastehen.

Wo, wie auf Deutscher Kaiser I, II und III\*) und Hugo bei Holten, alter Schacht, wegen geringer Widerstandsfähigkeit des Gebirges die Stösse mit Unterhängetubblings ausgekleidet wurden, betrug die durchschnittliche Monatsleistung 17 m, während sich beim segmentweisen Ausmauern auf Osterfeld II\*\*) und Oberhausen III ein Fortschritt von etwa 15 m und bei den vier Schächten der Zeche Ver. Gladbeck ein solcher von 18 m je Monat ergab.

Treten beim Abteufen aussergewöhnlich grosse Wasserzuflüsse auf, so gehen die Leistungen, wie Tabelle 19 erkennen lässt, ganz erheblich zurück.

Tabelle 19.

Laufende No.	Schacht	Lichter Durchmesser		Teufe		Mittlere Teufe	Anzahl der laufenden Meter	Grösster Wasserzufluss je Minute	Durchschnittlicher Wasserzufluss je Minute	Dauer des Abteufens in Monaten	Leistung je Monat	Kosten je Meter			
		m	von m	bis m	cbm								cbm	m	M.
1	General Blumenthal IV	5,00	9,4	72	41	62,6	14	6	8,5	7,3	5 246				
2	» » III	5,60	8,0	71	40	63,0	9,4	5	10	6,3	5 036				
3	Adolf v. Hanseman II	5,20	190	256	223	66,0	7	5	13	5,0	10 113				
4	König Ludwig I . . . .	4,50	250	278	264	28,0	10	7	6	4,7	14 714				
5	Hansa II . . . . .	4,40	108	130	119	22,0	19,5	8	6	3,7	8 727				
6	Victor II***) . . . . .	5,20	229	245	237	16,0	21	8	5,5	3,0	5 620				
7	Adolf v. Hanseman I	5,20	193	230	207	37,0	34	15	46	0,8	84 567				

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 76 und 1893 Bd. XLI, B S. 227.

\*\*) Glückauf 1900, S. 168.

\*\*\*) Glückauf 1899, S. 46.

Bezüglich des Schachtes Adolf von Hanseemann I, der das Steinkohlengebirge nicht erreicht hat, sei erwähnt, dass hier die längeren Stillstände, welche zusammen mehrere Jahre ausmachten, in Abzug gebracht sind. Auch während des Abteufens in den oberen 50 m des Mergels waren die Wasserzuflüsse bei diesem Schachte unverhältnismässig grosse. Die Zeitdauer vom Beginn des Abteufens bis zur endgültigen Aufgabe des Schachtes hat nahezu 21 Jahre gewährt.

### i) Kosten des Schachtabteufens.

Die Kosten für die Fertigstellung eines laufenden Meters Schacht, welche im Mergel wegen der Wasserhebung und der teilweisen Auskleidung der Schächte mit gusseiserner Cuvelage höher als im Steinkohlengebirge sind, wurden aus den Angaben für die 120 bei der Feststellung der Leistungen berücksichtigten Schächte je nach dem Durchmesser in der in Tabelle 20 angegebenen Höhe ermittelt.

Tabelle 20.

1.		2.	3.		4.	5.		6.	7.		8.	9.	
Durchschnittskosten in M. je lfd. m fertiger Schacht													
Lichter Durchmesser des Schachtes in m von bis		Einrichtungen für das Abteufen	Reines Abteufen (Löhne der Schachthauer und Sprengmaterialien)		Provisorischer Ausbau	Definitiver Ausbau		Einstriche, Fahrten und Fahrbühnen	Löhne der Tagesarbeiter, Gehälter der Aufsichtsbeamten, sowie Kohlenverbrauch		Verschiedenes	Zusammen	
			im Mergel	im Steinkohlengebirge		im Mergel	im Steinkohlengebirge		im Mergel	im Steinkohlengebirge		im Mergel	im Steinkohlengebirge
3,0	3,5	71	125	162	15	227	126	34	197	158	55	724	621
3,5	4,0	73	146	180	18	265	146	39	221	173	49	808	675
4,0	4,5	76	168	204	22	293	162	44	246	192	68	907	768
4,5	5,0	78	187	221	25	328	184	48	275	209	76	1017	841
5,0	5,5	82	203	245	28	334	206	53	293	226	95	1138	935
5,5	6,0	83	227	265	31	395	227	59	315	239	91	1201	996

Bei der Berechnung ist zur Ermöglichung eines Vergleichs für alle Schächte eine Teufe von 400 m angenommen. Ausserdem sind nur 30% des wirklichen Wertes der Einrichtungen in Anrechnung gebracht, da ein Teil derselben, wie z. B. die Kesselanlage, nach Beendigung des Abteufens noch weiter benutzt werden, und ein anderer, so die Fördermaschine, bei späteren Abteufarbeiten wieder Verwendung finden kann.

Aus der Zusammenstellung geht hervor, dass die Kosten bei einem lichten Durchmesser des Schachtes von 3 bis 6 m im Mergel zwischen rund 700 und 1200 M. und im Steinkohlengebirge zwischen rund 600 und 1000 M. für das laufende Meter schwanken. Bei einer Zunahme des Durchmessers um 0,50 m erhöhen sich die Ausgaben im Mergel durchschnittlich um 100 M., im Steinkohlengebirge um 80 M. für das Meter.

Die Zunahme der in den Spalten 3 bis 6 der Zusammenstellung aufgeführten Kosten ist ohne weiteres erklärlich. Bei den Ausgaben für die Einrichtungen rührt die Erhöhung hauptsächlich von der Benutzung grösserer Abteufmaschinen her, da die Stärke der letzteren mit dem Durchmesser des Schachtes und der dadurch bedingten grösseren Menge von fallenden Bergen wächst. Aus dem gleichen Grunde sind die in Spalte 7 angegebenen Kosten gewachsen. Die Ausgaben für den Kohlenverbrauch belaufen sich im Mergel auf rund 110 bis 160 M. und im Steinkohlengebirge auf 70 bis 100 M. für das laufende Meter Schacht.

In den oberen 50 bis 70 m des Mergels betragen die Kosten bei einem Wasserzufluss von durchschnittlich 1 bis 2 cbm und Herstellung des Ausbaus aus bearbeiteten deutschen Tubblings, je nach dem Durchmesser 1580 bis 2560 M. und bei Anwendung englischer Cuvelage 1625 bis 2690 M. War das Gebirge trocken, sodass der Schacht mit Mauerung ausgekleidet werden konnte, so schwankten die Ausgaben zwischen 550 und 870 M.

Wird der Schacht gleichzeitig abgeteuft und ausgemauert, so sind die Kosten nahezu dieselben wie bei abwechselnder Vornahme dieser Arbeiten. Als ein Beispiel für die Kosten bei dem ersteren Verfahren sei der Schacht Werne I angeführt, bei welchem die Ausgaben für das Meter Schacht sich bei 5,80 m Durchmesser bis 388 m Teufe, wie folgt, stellen:

1. Einrichtungen für das Abteufen . . . . .	189 M.
2. Löhne der Schachthauer . . . . .	174 „
3. Löhne der Tagesarbeiter und Gehälter der Aufsichtsbeamten. . . . .	106 „
4. Kohlenverbrauch . . . . .	66 „
5. Mauerung (Löhne und Materialien). . . . .	179 „
6. Sprengstoffe und sonstige Materialien . . . . .	87 „

Zusammen 801 M.

Rechnet man hierzu noch etwa 55 M. für Einstriche, Fahrten und Fahrbühnen, so erhält man rund 860 M.

Bei dem segmentweisen Abteufen und Ausmauern des Schachtes Osterfeld II entfielen bei 4,5 m Durchmesser auf das laufende Meter Schacht 1 234 M., welche sich auf die einzelnen Arbeiten in folgender Weise verteilen:

1. Einrichtungen für das Abteufen . . . . .	95 M.
2. Reines Abteufen . . . . .	181 „
3. Löhne der Tagesarbeiter, Gehälter der Aufsichtsbeamten, sowie Kohlenverbrauch .	332 „
4. Mauerung (Löhne und Materialien) . . .	533 „
5. Sonstige Kosten . . . . .	93 „

Zusammen 1 234 M.

Sieht man von den Schächten Victor II und Adolf von Hanseemann I ab, welche wegen abnormer Verhältnisse besonders betrachtet sein wollen, so kann man die Kosten bei einem grössten Wasserzufluss von 7 bis 19,5 cbm und einer durchschnittlichen Wasserförderung von 5 bis 8 cbm je Minute bei einer mittleren Teufe von 40 bis 264 m zwischen 5 048 und 14 714 M. je m veranschlagen.

Bei der Mehrzahl der in Tabelle 20 aufgeführten Schächte geschah die Wasserhebung durch oberirdische Maschinen in den Schächten selbst. Nur auf Victor II wurden die Wasser sämtlich und auf Adolf von Hanseemann I zum Teil durch ein Bohrloch abgezapft und den Wasserhaltungsmaschinen eines anderen Schachtes zugeführt. Daraus, dass bei dem erstgenannten Schachte die Kosten für die Wasserhebung nicht berücksichtigt wurden, erklärt sich die Geringfügigkeit der Kosten je m in Höhe von 5 620 M. gegenüber 14 714 M. bei dem Schachte König Ludwig I, wo die mittlere Teufe nur um 39 m grösser und der durchschnittliche Wasserzufluss sogar um 1 cbm geringer war. Bei dem Schachte Adolf von Hanseemann I wurden die Kosten in der Weise ermittelt, dass von der Gesamtsumme der Abteufkosten, welche 3 489 000 M. betrug, je 5 000 M. für die oberen 49 m des Deckgebirges, in welchem ebenfalls grössere Wassermengen zussamen, und je 800 M. für die folgenden im trockenen Mergel niedergebrachten 144 m in Abzug gebracht wurden. Die gewaltige Höhe der Ausgaben von rund 85 000 M. je m erklärt sich einmal durch die ungeheure Wassermenge, welche aus verhältnismässig grosser Teufe zu heben war, sodann aber auch durch die grossen Unterbrechungen, welche man im Schacht-abteufen eintreten lassen musste.

Für einige der Schächte sind die Einzelkosten in Tabelle 21 angegeben.

Tabelle 21.

Schacht	Teufe		Durchschnittlicher Wasserzufluss je Minute cbm	Kosten in M. je lfd. m fertiger Schacht					
	von	bis		Einrichtungen für das Abteufen	Löhne für das reine Abteufen u. den Einbau der Cuvelage	Cuvelage	Löhne der Tagesarbeiter, Gehälter d. Aufsichtsbeamten, sowie Kohlenverbrauch M.	Sonstige Ausgaben	Zusammen
	m	m							
General Blumenthal IV	9,4	72	6	641	883	1302	2229	191	5246
„ „ III	8	71	5	505	960	1280	2227	64	5036
Adolf v. Hanseemann II	190	256	5	1202	1765	1560	5510	76	10113

Lässt man die Schächte Victor II und Adolf v. Hanseemann I wegen der besonderen Verhältnisse, welche dort geherrscht haben, ausser Betracht, so können die bisher gemachten Kostangaben dazu benutzt werden, die Ausgaben je laufendes Meter fertigen Schachtes für Teufen von 50, 100, 150, 200 und 250 m bei einem Wasserzuflusse von 4 und 8 cbm je Minute, etwa, wie nachstehend in Tabelle 22 angegeben, zu veranschlagen.

Tabelle 22.

Mittlere Teufe m	Kosten in M. je lfd. m fertiger Schacht bei einem durchschnittlichen Wasserzufluss von	
	4 cbm	8 cbm
50	5 000	6 000
100	6 300	8 300
150	7 500	10 500
200	8 800	12 800
250	10 000	15 000

In dem einen Falle wachsen die Kosten auf je 50 m Teufe um durchschnittlich 1200 M. je m und in dem anderen um 2200 M. Der Durchmesser spielt bei der Höhe der Gesamtkosten keine wesentliche Rolle mehr.

Von etwa 130 m ab wird man heute beim Abteufen aus den schon erörterten Gründen (vergl. S. 136) die Wasser nicht mehr mit Pumpen, sondern mittelst der Tomsonschen Wasserziehvorrichtung zu Tage fördern. Eine erhebliche Aenderung in den Kosten dürfte hierdurch schwerlich hervorgerufen werden, da nach angestellten Berechnungen beide Arten der Wasserhebung ungefähr dieselbe Kraft erfordern.

Für Teufen von 300, 400, 500 und 600 m werden sich die Kosten voraussichtlich folgendermassen stellen:

Tabelle 23.

1	2	3	4	5	6	7	8
Teufe m	Durchschnittlicher Wasserzufluss je Minute cbm	Einrichtungen für das Abteufen	Kosten in M. je lfd. m fertiger Schacht				Gesamtkosten
			Löhne und Gehälter	Cuvelage	Kohlenverbrauch	Verschiedenes und zur Abrundung	
300	4	1 200	2 200	2 800	3 700	1 100	11 000
	8	2 200	2 700	2 800	8 500	800	17 000
400	4	1 300	2 300	3 800	4 700	900	13 000
	8	2 400	2 900	3 800	10 800	1 100	21 000
500	4	1 400	2 400	4 500	5 900	800	15 000
	8	2 600	3 100	4 500	13 800	1 000	25 000
600	4	1 500	2 500	5 000	7 000	1 000	17 000
	8	2 800	3 300	5 000	17 000	900	29 000

Dabei ist zu bemerken:

Bei einem durchschnittlichen Wasserzufluss von 4 cbm je Minute wird man eine und bei einem solchen von 8 cbm zwei Tomsonsche Wasserziehvorrückungen anzuwenden haben. Die Kosten einer solchen einschliesslich Fördermaschine und allem Zubehör sind je nach der Teufe auf 150 000 bis 175 000 M. zu schätzen. Hiervon sind 30 % in Anrechnung gebracht. Bei Veranschlagung der Kosten der für die Wasserhebung erforderlichen Kesselanlage ist vorausgesetzt, dass auf je 100 PS ein Kessel von 100 qm Heizfläche entfällt. Ausserdem sind noch eine Anzahl Reservekessel vorgesehen. Die Kosten eines Kessels von 100 qm Heizfläche dürften sich nebst allem Zubehör auf 12 000 M. stellen, wovon 15 % auf Zinsen und Amortisation zu rechnen sind. Die Höhe des Schachtteils, auf den sich diese Ausgaben verteilen, wurde zu 50 m angenommen. Für die sonstigen Einrichtungen sind 100 M. je Meter eingesetzt.

Die Belegschaft dürfte sich bei einer mittleren Teufe von 300 m und einem durchschnittlichen Wasserzufluss von 4 cbm aus 48 Schachthauern mit einem Lohne von 6 M. je Schicht und 42 sonstigen Arbeitern mit einem Durchschnittslohn von 3,50 M. zusammensetzen, wozu noch mehrere Aufsichtsbeamte mit einem Gehalte von zusammen etwa 35 M. je Tag kommen. Im ganzen werden sich daher die Ausgaben an Löhnen und Gehältern auf täglich 470 M. stellen. Rechnet man bei einem durchschnittlichen Wasserzufluss von 4 cbm einen monatlichen Fortschritt von 6 m, so entfallen auf das laufende Meter Schacht  $4\frac{1}{2}$  Arbeitstage, wofür  $4,5 \times 470 = 2 045$  M. zu zahlen sind. Da ausserdem für Sonntagsarbeiten noch etwa 150 M. in Anschlag gebracht werden müssen, dürften an Löhnen und Gehältern die Kosten je Meter rund 2 200 M. betragen.

In ähnlicher Weise wurden die Ausgaben bei einem Wasserzufluss von durchschnittlich 8 cbm berechnet. Jedoch wurde hier ein monatlicher Fortschritt von nur 5 m angenommen.

Da mit der wachsenden Teufe der Dampfverbrauch für die Wasserhebung und damit auch die Anzahl der erforderlichen Heizer wächst, so erhöhen sich die Lohnkosten für je 100 m Teufe in dem einen Falle um etwa 100 M. und in dem anderen um 200 M. für das Meter.

Da es sich ausserdem empfehlen dürfte, bei grösserer Mächtigkeit des Deckgebirges den Schächten solche Abmessungen zu geben, dass sie zur Doppelförderung mit Förderkörben, bei denen auf jeder Etage 2 Wagen hintereinander stehen, eingerichtet werden können, so ist ein lichter Durchmesser des Schachtes von 6 m vorausgesetzt.

Bei einer mittleren Teufe von 300 m stellt sich das Gewicht deutscher Tubblings von 6 m Durchmesser einschliesslich der Keilkränze auf durchschnittlich etwa 16 000 kg je laufendes Meter Schacht und das der zugehörigen Schrauben nebst Dichtung auf ungefähr 550 kg. Legt man einen Preis von 160 M. je 1 000 kg Tubblings und 0,45 M. je kg Schrauben und Dichtung zu Grunde\*), so sind die Kosten der Cuvelage bei 300 m Teufe auf rund 2 800 M. für das Meter zu veranschlagen.

Bei einer Zunahme der mittleren Teufe um 100 m erhöhen sich die Kosten der gewöhnlichen Cuvelage um durchschnittlich 700 M. für das Meter. Ausserdem ist jedoch zu berücksichtigen, dass von etwa 400 m Teufe ab zur Vermeidung einer zu grossen Wandstärke und der sich hieraus ergebenden zu hohen Gussspannung die Cuvelage aus doppelten Ringen hergestellt werden muss (vergl. S. 61), sodass bei einer Zunahme der mittleren Teufe von 300 auf 400 m die Erhöhung der Kosten statt 700 etwa 1 000 M. betragen wird.

Die Wasserhebung soll mit Fördergefässen von 10 cbm Inhalt erfolgen, sodass sich für die verschiedenen Teufen eine Fördergeschwindigkeit von 3 bis 6 m ergibt. Der Kraftbedarf beträgt daher bei einem Zufluss von 4 cbm je Minute etwa  $\frac{30\,000}{75}$  bis  $\frac{60\,000}{75} = 400$  bis 800 PS und bei einem Zufluss von 8 cbm, wobei zwei Ziehvorrichtungen zur Anwendung kommen, das doppelte, d. i. 800 bis 1 600 PS.

Nach den Erfahrungen im hiesigen Bezirk sind bei einer gewöhnlichen ohne Kondensation arbeitenden Fördermaschine je Stunde und Pferdekraft 50 kg Dampf bzw. 7 kg Kohlen erforderlich. Nimmt man einen Preis von 10 M. für die Tonne Kohlen an, so stellen sich somit die Ausgaben für den Brennmaterialverbrauch bei der Wasserhebung in dem einen Falle auf 672 bis 1 344 M. und in dem anderen auf 1 344 bis 2 688 M.

\*) Preisnotierung zu Anfang des Jahres 1901.

je Tag. Da die Wasser auch an Sonntagen gefördert werden müssen, sind die erhaltenen Zahlen bei einem monatlichen Fortschritt von 6 m mit 5 und bei einem solchen von 5 m mit 6 zu multiplizieren. Ausser diesen Kosten sind noch etwa 400 bis 500 M. je Meter für den Kohlenverbrauch bei der Bergförderung zu rechnen.

Zu berücksichtigen ist übrigens, dass bei 600 m Teufe der Wasserzufluss nicht über 8 cbm steigen darf, da sonst die Leistungsfähigkeit der beiden Tomsonschen Ziehvorrichtungen voraussichtlich überschritten würde.

Die ermittelten Gesamtkosten je Meter erscheinen zwar ausserordentlich hoch, stehen jedoch ziemlich im Einklang mit den Zahlen, die sich in Wirklichkeit für das Abteufen von Hand bei geringen Teufen ergeben haben. Wie später gezeigt werden soll, stellen sich schon bei verhältnismässig geringen Teufen die Kosten bei Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens niedriger. Trotzdem wird unter Umständen, falls die Wasserzuflüsse über gewisse Grenzen nicht hinausgehen, das letztere Verfahren vorzuziehen sein.

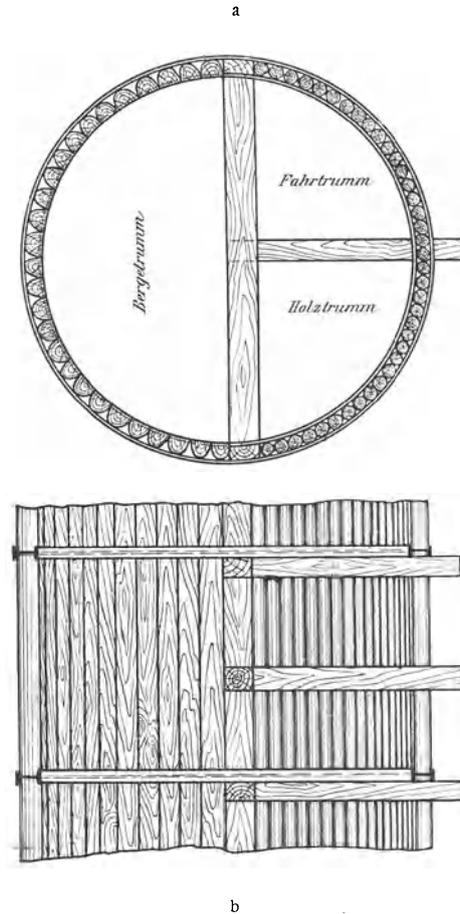
Welchen Einfluss schon verhältnismässig geringe Wasserzuflüsse bei grösserer Teufe auf die Abteufkosten ausüben, hat sich auf Werne I ergeben. Dasselbst sassen von 388 m Teufe bis zur Erreichung des Steinkohlengebirges bei etwa 580 m unter Tage bis zu 0,25 cbm Wasser zu, was zur Folge hatte, dass die Ausgaben je Meter fertiger Schacht von 801 M. auf 1 461 M., d. i. beinahe auf das Doppelte stiegen, obwohl der Schacht auch hier ausgemauert wurde. Auf Ver. Gladbeck I, wo beim Abteufen im Buntsandstein von 309 bis 435 m Teufe bis 1,7 cbm Wasser in der Minute gehoben werden mussten, stiegen die Kosten der Dampferzeugung hierdurch um rund 1 000 M. je laufendes Meter.

## 2. Abteufen unter Benutzung von Aufbrüchen.

Wenn es sich ohne zu hohe Kosten ausführen lässt, unterfährt man auch wohl den Schacht und treibt von der Unterfahrungsstrecke aus dem Schacht einen Aufbruch entgegen, welcher nach erfolgtem Durchbruch von oben her erweitert wird.

Dieses Verfahren wird jedoch nur im Steinkohlengebirge angewandt, da die Herstellung von Aufbrüchen im Mergel wegen der oft geringen Festigkeit des Gesteins und der Möglichkeit plötzlicher Wasserdurchbrüche zu gefährlich ist. Beim Erweitern werden die Berge in den Aufbruch gestürzt und unten abgezogen. Der Hauptvorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass durch den Wegfall der Bergförderung und des Einbruchschliessens beim Abteufen unter gleichzeitiger Verminderung der Kosten die Leistung nicht unbedeutend erhöht wird.

Die Aufbrüche hatten bisher meist quadratischen Querschnitt von 1,5 bis 2,5 m Seitenlänge. Jedoch giebt man ihnen neuerdings auch vielfach eine runde Form, welche zweifellos vorzuziehen ist, da das Aufbrechen und der Ausbau runder Aufbrüche geringere Kosten verursacht. Der Durchmesser der runden Aufbrüche beträgt 1,8 bis 3 m. Den Ausbau



*Fig. 129.*

Ausbau eines Aufbruchs für das Abteufen des Schachtes V der Zeche Consolidation.

bilden bei quadratischem Querschnitt Geviere aus Tannenholz mit Verzug aus Brettern oder Holzpfehlen, während bei rundem Querschnitt statt der Geviere eiserne Ringe angewendet werden. Beim Aufbrechen werden durch zwei Einstriche, welche vor der Erweiterung wieder beseitigt werden, drei Trumme abgeteilt (Fig. 129a und b). Von diesen wird das grössere zum Abstürzen der Berge, die beiden anderen zur Fahrung und zum Her-

aufziehen des Holzes benutzt. Die Trumme werden gegeneinander durch Bretterverschlag abgekleidet.

Verschiebt sich der Ausbau des Bergetrumms durch herabfallende grosse Bergestücke oder wird derselbe beschädigt, sodass sogar einzelne Teile desselben in den Aufbruch hineinragen, so verstopft sich das Bergetrumm leicht. Während des Aufbrechens kann man die Hindernisse von dem Fahrtrumm aus, wenn auch oft mit vieler Mühe, wieder beseitigen; beim Erweitern fehlt diese Möglichkeit jedoch. Vielfach gelingt es zwar, durch Stossen mit langen Stangen oder Einlassen von Wasser die Massen wieder in Bewegung zu bringen; nicht selten sind diese Bemühungen aber ergebnislos und man muss alsdann dazu übergehen, die Berge zu fördern. Um diesen Unannehmlichkeiten zu begegnen, kann man den Ausbau vor dem Erweitern wieder herausnehmen. Da eine solche Arbeit aber nicht ungefährlich ist, sieht man meistens davon ab. Bei dem Schachte VI der Zeche Consolidation hat man sich dadurch zu helfen gewusst, dass man die Aufbrüche in Abständen von 1,40 m mit  $\mp$  Eisenringen auskleidete und zwischen denselben Rund- oder Halbhölzer senkrecht aufstellte (Fig. 129a und b). Da dieser Ausbau keine vorstehenden Kanten aufweist, und seine Widerstandsfähigkeit eine sehr grosse ist, sind Beschädigungen und Verschiebungen desselben fast ganz ausgeschlossen. Thatsächlich hat sich der Ausbau auch sehr bewährt und verdient daher allgemein angewandt zu werden.

Die Höhe der Aufbrüche beträgt selten mehr als 100 m. Höher zu gehen empfiehlt sich nicht, da sonst die Fahrung zu beschwerlich wird und auch das Heraufziehen des Ausbaumaterials zu viel Mühe verursacht. Wenn die Verhältnisse es gestatten, bricht man daher von mehreren Sohlen aus auf, und zwar unter Umständen gleichzeitig.

Das Aufbrechen findet in drei achtstündigen Schichten statt.

Der monatliche Fortschritt schwankt hierbei je nach der Beschaffenheit des Gebirges zwischen 12 und 25 m und beträgt im Durchschnitt etwa 19 m, während sich die Kosten für das laufende Meter einschliesslich des Ausbaues bei rundem Querschnitt und einem Durchmesser von etwa 2,50 m auf ungefähr 80 M. stellen.

Beim Erweitern wird der Schacht mit provisorischem Ausbau versehen und absatzweise ausgemauert. In einigen Fällen hat man auch gleich bis zur nächsten Sohle abgeteuft und sodann die Mauerung in einem Stück aufgeführt. Bei gutem Gebirge und sorgfältiger Herstellung des provisorischen Ausbaues ist dies jedenfalls das praktischste. Der Aufbruch wird während des Bohrens mit Bohlen oder noch besser mit einem eisernen Gitter bedeckt. Letzteres ist deshalb vorzuziehen, weil der Wetterzug durch dasselbe nicht behindert wird. Vor dem Schiessen werden die Bohlen oder das Gitter entfernt, und zwar letzteres durch Anschlagen

an das Förderseil. Während des Aufräumens der Sohle bleibt der Aufbruch unbedeckt. Um jedoch ein Abstürzen der Schachthauer bei dieser Arbeit zu verhüten, bleibt der Aufbruch bis beinahe obenhin gefüllt. Zudem aber werden die Leute zur Vorsicht angeseilt.

Das Material zur Herstellung des Ausbaues wird mit der Kübelförderung anfangs von Tage aus eingelassen, nach Erreichung einer Sohle vielfach auch von dieser.

Bei 38 Schächten, welche in den letzten 10 Jahren niedergebracht worden sind, wurde beim Abteufen unter Benutzung von Aufbrüchen eine monatliche Leistung von 25,89 oder rund 26 m erzielt, d. s. 6 m mehr als bei dem gewöhnlichen Verfahren.

Welchen Einfluss die Anwendung von Aufbrüchen auf die Kosten für das laufende Meter fertiger Schacht ausübt, ergibt sich aus Tabelle 24. In derselben sind neben den Ausgaben für die Herstellung der Aufbrüche nur diejenigen Einzelkosten berücksichtigt, welche bei beiden Verfahren notwendiger Weise eine Verschiedenheit aufweisen müssen.

Tabelle 24.

Lichter Durchmesser des Schachtes in m von bis		Kosten in M. je lfd. m Schacht						Insgesamt beim Abteufen unter Benutzung von Aufbrüchen weniger	Bleibt nach Abzug von 80 M. je lfd. m Aufbruch eine Ersparnis je lfd. m fertiger Schacht M.
		Löhne der Schachthauer und Sprengmaterialien beim Abteufen			Löhne der Tagesarbeiter, Gehälter der Aufsichtsbeamten, sowie Kohlenverbrauch beim Abteufen				
		ohne Benutzung von Aufbrüchen	unter Benutzung von Aufbrüchen	im letzteren Falle weniger	ohne Benutzung von Aufbrüchen	unter Benutzung von Aufbrüchen	im letzteren Falle weniger		
3,0	3,5	162	76	86	158	82	76	162	82
3,5	4,0	180	96	84	173	97	76	160	80
4,0	4,5	204	131	73	192	88	104	177	97
4,5	5,0	221	143	78	209	91	118	196	116
5,0	5,5	245	166	79	226	102	124	203	123
5,5	6,0	266	191	75	239	89	150	225	145

Anmerkung: Die Kosten beim Abteufen ohne Benutzung von Aufbrüchen sind aus Tabelle 20, Seite 148 (Rubrik 3 und 7), entnommen, während die entsprechenden Kosten bei dem anderen Verfahren aus den Angaben für die oben erwähnten 38 Schächte ermittelt wurden.

Die Zusammenstellung lässt erkennen, dass durch die Herstellung von Aufbrüchen eine Ersparnis von 80 bis 145 M. für das laufende Meter erzielt wird, welche im allgemeinen mit dem Durchmesser des Schachtes zunimmt.

Bei dem Wetterschacht der Zeche Ver. Bonifacius und von der Heydt II hat man teilweise in vollem Querschnitt aufgebrochen. Die Höhe des aufgebrochenen Schachtteils betrug im ersteren Falle 95 m, im letzteren 80 m,

der Durchmesser 3,0 bzw. 3,30 m. Auf Ver. Bonifacius ist der aus  $\pi$  Eisen NP. 8 bestehende Ausbau schon beim Aufbrechen hergestellt worden, während man auf von der Heydt II den Aufbruch erst provisorisch mit Eisenringen versehen und dann in einem Stück ausgemauert hat. Bei geringem Schachtdurchmesser ist dies Verfahren wegen der mit demselben verbundenen Kostenersparnis zweifellos ein zweckmässiges, doch muss man den Schacht wie auf von der Heydt nachträglich ausmauern, da der schmiedeeiserne Ausbau weniger dauerhaft ist. Beträgt der Schachtdurchmesser mehr als 3,5 bis 4 m, so dürfte das Aufbrechen in vollen Dimensionen wegen der mit dem Querschnitt des Aufbruchs zunehmenden Gefahr des Steinfalls aus der Firste bedenklich erscheinen.

### 3. Weiterabteufen in Betrieb befindlicher Schächte ohne Benutzung von Aufbrüchen.

Das Weiterabteufen in Betrieb stehender Schächte ohne Benutzung von Aufbrüchen findet in Westfalen weit häufiger Anwendung als ein solches mit Aufbrüchen. Steht doch nur selten ein zweiter Schacht zur Verfügung, von dem aus ersterer ohne Schwierigkeiten unterfahren werden könnte. Eine solche Möglichkeit liegt fast nur dann vor, wenn das Abteufen eines Wetterschachtes oder des einen Schachtes einer Doppelschachtanlage in Frage kommen. Ist es nötig, zur Unterfahrung erst noch ein Abhauen oder einen blinden Schacht niederzubringen, so werden diese Arbeiten nur dann ausgeführt, wenn Abhauen und blinder Schacht ohnehin später hergestellt werden müssen. Dies trifft naturgemäss nur dann zu, wenn die Grube nur einen Förderschacht besitzt und dieser so überlastet ist, dass die Möglichkeit fehlt, von ihm aus eine tiefere Sohle auszurichten.

Beim Weiterabteufen eines Förderschachtes ohne Aufbruch muss man über den Schachthauern zum Schutze derselben eine Bergfeste stehen lassen, oder eine besonders konstruierte Sicherheitsbühne errichten, während bei Wetterschächten eine einfache Bühne aus Bohlen genügt.

Die Bergfeste wird dadurch hergestellt, dass vom Schachtsumpfe aus ein Absinken von geringem Querschnitt, welches mit Fahr- und Fördertrumm versehen wird, 8 bis 15 m tief niedergebracht und dann erst in den Dimensionen des Schachtes weiter abgeteuft wird (Tremonia I und Margaretha). Wo die Raumverhältnisse und die Schachteinteilung es nicht zulassen, dass das Absinken einen für die Unterbringung eines Fahr- und Fördertrumms ausreichenden Querschnitt erhält, wird in einiger Entfernung vom Schacht ein Absinken oder Abhauen hergestellt, von diesem aus der Schacht unterfahren und sodann mit ganz geringem Querschnitt bis zum Schachtsumpfe hochgebrochen. Der Aufbruch dient alsdann zur

Förderung, während das Absinken oder Abhauen zur Fahrung benutzt wird. In dieser Weise wird auch dann verfahren, wenn der Schacht sehr nass ist. Nur wird, wie dies u. a. auf Hamburg und Franziska, Schacht Eleonore, (Fig. 130) und auf von der Heydt I geschehen ist, durch den Aufbruch ein schmiedeeisernes Rohr bis zur Höhe des Füllortes geführt, welches gegen die Stösse des Aufbruchs abgedichtet wird. Durch das Rohr findet die Förderung mittelst Kübels statt.

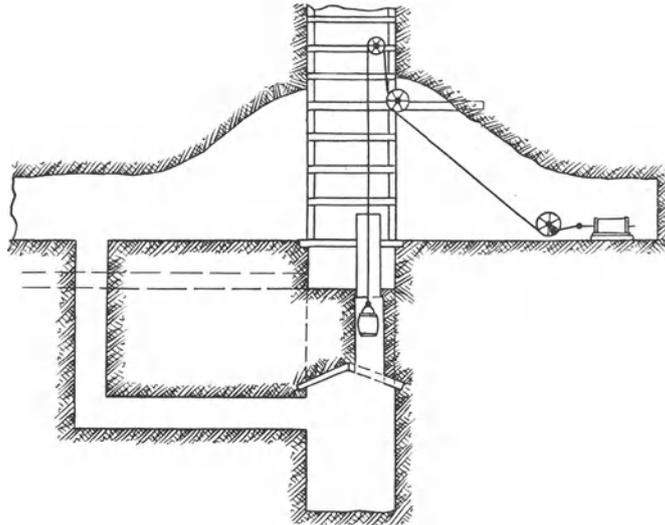


Fig. 130.

Weiterabteufen des Schachtes Eleonore der Zeche Hamburg und Franziska.

Bei dem Förderschacht der Zeche Carl Friedrich Erbstollen war am Füllort kein Platz zur Aufstellung eines Förderhaspels vorhanden. Es wurde deshalb die Bergfeste während des Weiterabteufens überhaupt nicht durchbrochen; die Berge wurden vielmehr mittelst eines Lufthaspels in Kübeln bis zur Unterfahrungsstrecke gefördert, hier in Förderwagen gekippt, und letztere sodann durch einen zweiten Lufthapel in einem Absinken zur Fördersohle heraufgezogen.

Es dürfte jedoch in einem solchen Falle richtiger sein, das Füllort für die Aufstellung eines Förderhaspels hinreichend zu erweitern und die Berge unmittelbar bis zur Sohle zu heben.

Da das spätere Wegnehmen der Bergfeste mit Schwierigkeiten verbunden und ausserdem nicht ungefährlich ist, so bringt man in neuerer Zeit, wo es irgend geht, den Schacht lieber gleich von der Schachtsohle aus in vollen Dimensionen nieder und stellt über den Schachthauern eine

Sicherheitsbühne her. Ist der Schachtsumpf nicht tief genug, um die Bühne schon mit Beginn des Abteufens einbauen zu können, so muss der Schacht erst während des Stillstandes der Förderung bis zur erforderlichen Teufe niedergebracht werden.

Die Sicherheitsbühnen, von denen einige Arten in den Figuren 131—134 dargestellt sind, werden auf eisernen Trägern oder hölzernen Sprengwerken errichtet und bestehen aus mehreren Lagen von Holz oder Eisenbahnschienen mit dazwischen und darüber gelegten Faschinen. Die Enden der eisernen Träger und der Streben der Sprengwerke werden in die Schachtstösse eingebüht. Zuweilen wird über der Bühne noch ein Dach aus Eisenbahnschienen hergestellt (Fig. 132). Eine Verlagerung der Bühnen auf starken eisernen Trägern dürfte einer solchen auf Sprengwerken der grösseren Festigkeit wegen vorzuziehen sein. Die Faschinen sollen in der Hauptsache dazu dienen, die lebendige Kraft eines auf die Bühne aufstossenden oder infolge Seilbruchs herabfallenden Fördergestelles allmählich zu vernichten; die Packung muss daher möglichst hoch genommen werden. Man findet solche von 6 bis 8 m Höhe. Auf den nicht von Schachtstössen begrenzten Bühnenseiten, werden hinter Balken, welche in den Stössen verlagert werden, Verschläge aus Brettern oder Bohlen angebracht.

Zum Fördern der Berge und Einlassen des Ausbaumaterials werden besondere Abteuffördermaschinen benutzt, welche über oder auch unter Tage aufgestellt werden.

Die Aufstellung unter Tage findet bei grösserer Teufe und auch dann statt, wenn die Raumverhältnisse im Schachte es nicht zulassen, dass die Förderseile bis zu Tage geführt werden. Ist am Füllort nicht genügend Platz vorhanden, so schießt man entweder eine besondere Maschinenkammer aus (Margaretha I und Rhein-Elbe II) oder verlagert die Maschine unter Umständen auch einige Meter über der Sohle im Schachte selbst (Ver. Präsident I). Durch die letzterwähnte Art der Aufstellung wird allerdings die Ueberwachung der Maschine und des Maschinenführers wesentlich erschwert, weshalb der ersteren Art der Vorzug zu geben ist.

Als Triebkraft für die unter Tage aufgestellten Abteuffördermaschinen wird meist Pressluft, seltener Elektrizität, Druckwasser oder Dampf benutzt. Dampf ist nur dann in Betracht zu ziehen, wenn eine andere geeignete Betriebskraft nicht zur Verfügung steht und sich in der Nähe des Füllorts schon eine Dampfleitung befindet. Auch Druckwasser, dessen Verwendung für Maschinen mit intermittierendem Betrieb sehr seine Bedenken hat, wird man nur in Ausnahmefällen wählen (Margaretha I). Es bleiben also im allgemeinen nur Elektrizität und Pressluft übrig, von denen die erstere wegen der niedrigeren Betriebskosten unbedingt vorzuziehen ist. Dort, wo Pressluft, jedoch keine elektrische Kraft zur Verfügung steht, wird man jedoch nicht lediglich für die Zwecke des Ab-

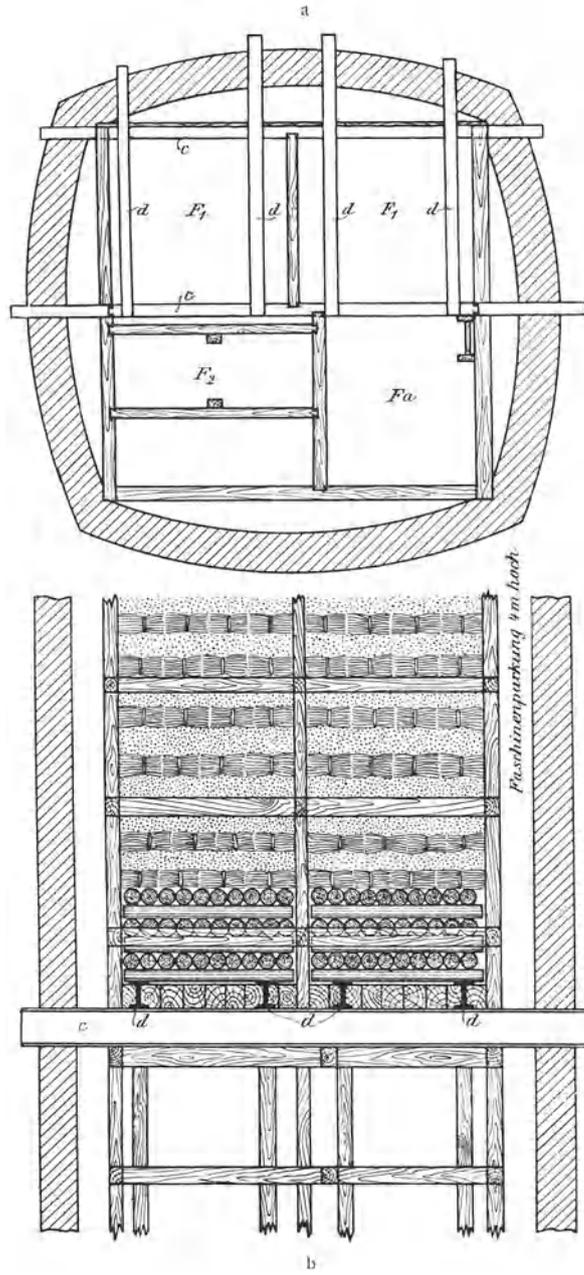


Fig. 131.

Sicherheitsbühne für das Weiterabteufen von Zollverein I und II.

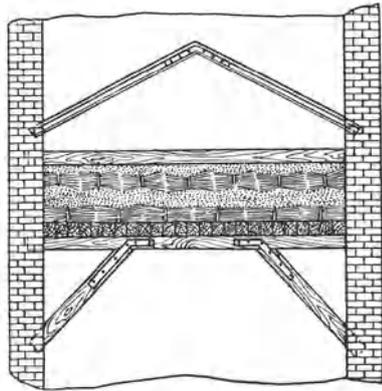


Fig. 132.

Sicherheitsbühne für das Weiterabteufen des Schachtes III der Zeche Shamrock III.

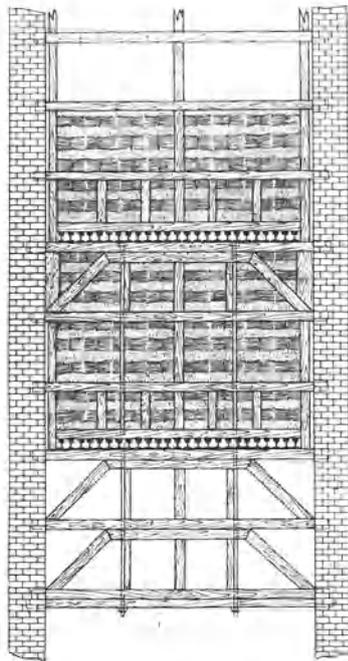
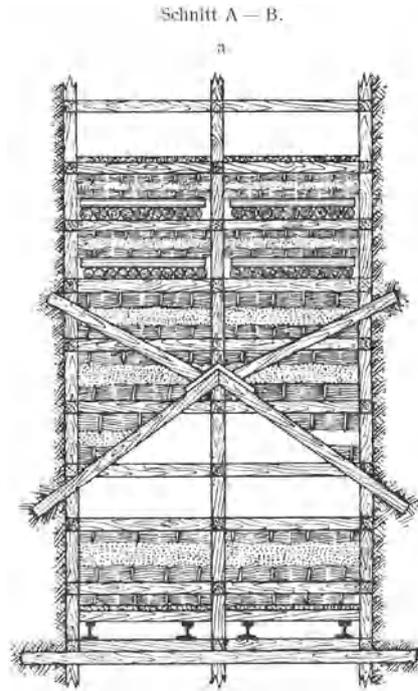


Fig. 133.

Sicherheitsbühne für das Weiterabteufen des Schachtes I der Zeche Friedrich Ernestine.

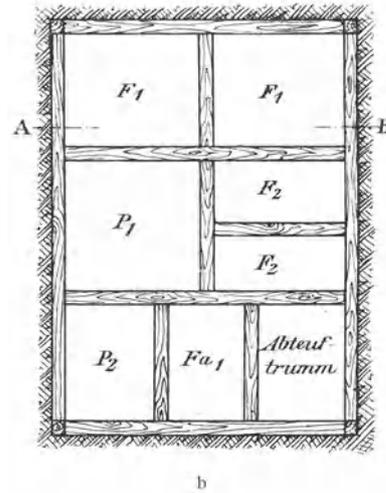


Fig. 134.

Sicherheitsbühne für das Weiterabteufen des Förderschachtes der Zeche Hasenwinkel.

teufens eine elektrische Kraftanlage errichten. Da es erst in den letzten Jahren gelungen ist, elektrisch betriebene Fördermotoren zu konstruieren, die allen Anforderungen des unterirdischen Betriebes genügen,\*) so ist Elektrizität bisher nur in wenigen Fällen zur Anwendung gekommen.

Bei dem Betriebe mit Pressluft werden Zwillings-Vorgelegehaspel (siehe Bd. V Förderung S. 221, Fig. 177) von 30 bis 80 PS benutzt, deren Preis je nach der Leistungsfähigkeit zwischen 3 000 und 8 000 M. schwankt.

Mit einem elektrisch betriebenen Förderhaspel fand die Förderung beim Weiterabteufen des Schachtes Rhein-Elbe II statt.\*\*) Der Haspel (siehe Bd. V, Förderung S. 240) war für eine Fördergeschwindigkeit von 2 m bei einer Nutzlast von 800 kg und für eine Dauerleistung von 41 PS konstruiert, stand auf der III. Sohle und hob die Berge bis zu der bei 388 m Teufe angesetzten IV. Sohle herauf. Den elektrischen Teil hatte die Aktiengesellschaft Helios, den mechanischen Teil die Firma E. Wolff in Essen geliefert. Die Bewegung der Seiltrommeln durch den Elektromotor, welcher mit Gleichstromwicklung versehen war, geschah durch ein doppeltes Vorgelege.

Die Kosten des Haspels betragen einschliesslich des Anlagers und der Schalttafel 12 900 M.

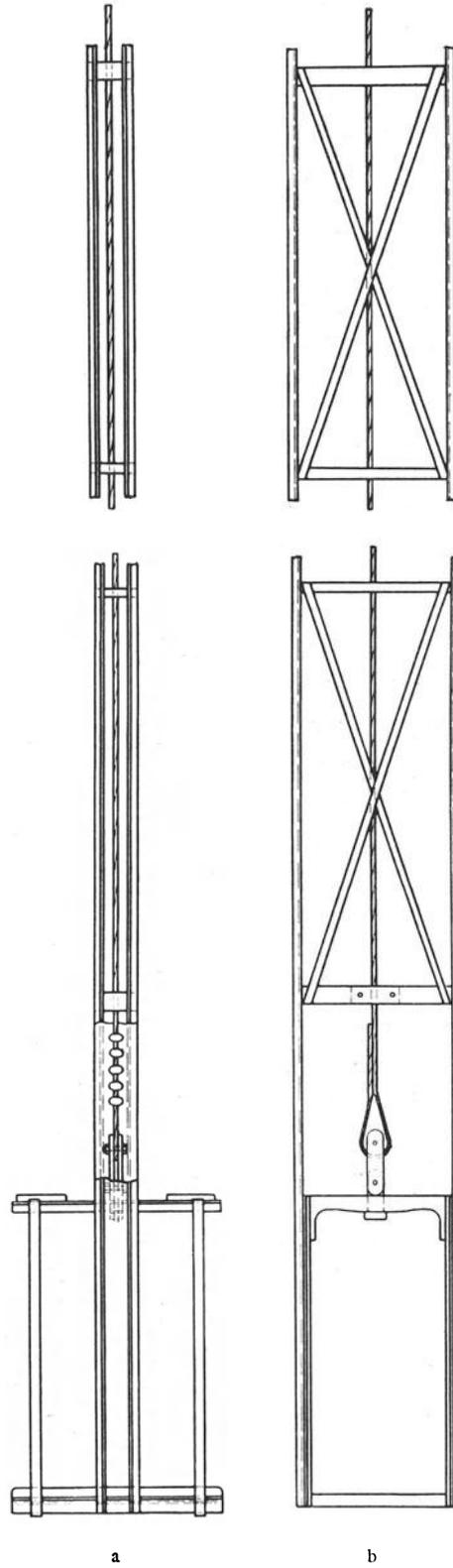
Ein anderer elektrisch betriebener Förderhaspel wird z. Zt. auf Hugo IV beim Weiterabteufen von 594 bis 760 m unter Tage benutzt. Derselbe leistet 50 PS und ist von E. Wolff in Essen und Schuckert in Nürnberg geliefert.

Bei der Aufstellung der Abteuffördermaschine über Tage werden Maschinen benutzt, wie solche auch beim Abteufen neuer Schächte in Gebrauch sind. Die Berge werden entweder, falls im Schachte ein freies Trumm (Abteuf- oder Reservetrumm) zur Verfügung steht, bis zu Tage gefördert, oder aber auf der Sohle, unter welcher abgeteuft wird, abgezogen. Erstere Fördereinrichtung hat den Nachteil, dass die Führungen für die Fördergefässe oder Fördergestelle bis zu Tage eingebaut und da, wo Bergeversatz stattfindet, die Berge wieder eingehängt werden müssen. Bei dem letzteren Verfahren werden diese Nachteile zwar vermieden, dagegen ist es nicht möglich, sich jederzeit über den Zustand der Förderseile genügend zu unterrichten. Meist wird es daher zweckmässiger sein, die Maschine unter Tage aufzustellen.

Als Fördergefässe werden Kübel verwandt, die an Seilen geführt werden. Hierbei bildet der beschränkten Raumverhältnisse wegen die eintrümmige Förderung die Regel. Die Entleerung der Kübel erfolgt durch Kippen in einen Förderwagen.

\*) Glückauf 1900, S. 351.

\*\*) Glückauf 1900, S. 305.



*Fig. 135.*

Fördergestell für das Weiterabteufen des Schachtes Rhein-Elbe II.

Nur selten wird mit Wagen und Gestell gefördert, obgleich dies zweifellos insofern von Vorteil ist, als die Berge sogleich in der Grube wieder versetzt werden können. Da die Fördergestelle jedoch wegen ihrer Schwere nicht wie die Kübel nach jedem Punkte der Schachtsohle gebracht werden können, ist diese Art der Förderung nur bei Schächten von geringem Querschnitt am Platze. Um die zur Führung dienenden Spurlatten nicht bis beinahe zur Schachtsohle einbauen und vor dem Schiessen im unteren Teile des Schachtes wieder entfernen zu müssen, sind auf Rhein-Elbe II, woselbst ausnahmsweise zweitrümmig gefördert wurde, die Gleitschuhe der Gestelle in der aus Figur 135 a und b ersichtlichen Weise nach oben hin verlängert worden. Zur Erleichterung des Füllens der Wagen waren die Förderschalen hier ausserdem nicht verkleidet.

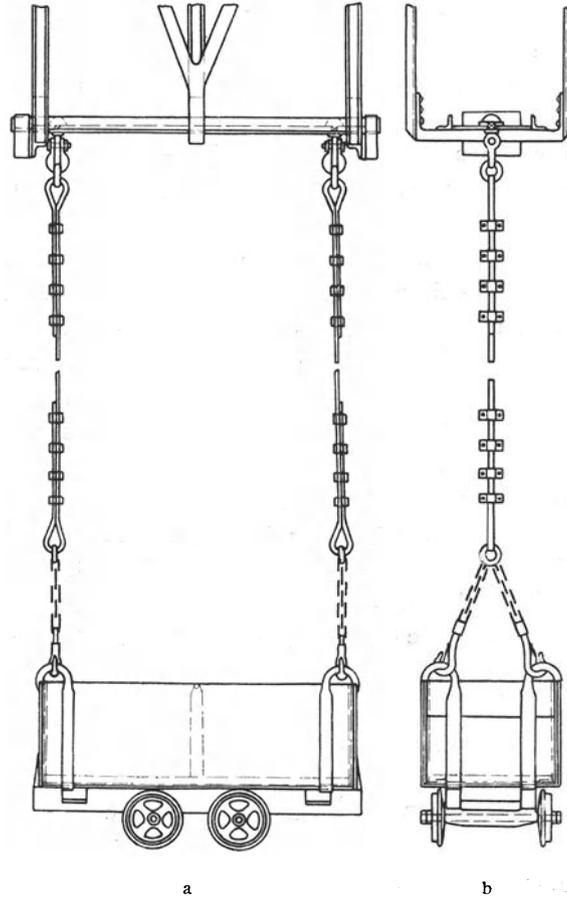
Wenn in einem Schachte eine kleine Hilfsförderung vorhanden ist, wird diese manchmal zum Fördern der Berge benutzt (z. B. General Blumenthal II). Hierbei wird die Gestellförderung beibehalten und die Berge werden, um die Seile besser überwachen zu können, am besten bis zu Tage gehoben. Schliesslich kommt es auch vor, dass die Hauptförderung zum Weiterabteufen benutzt wird. Da sodann aber die Abteufarbeit während der Förderschicht ruhen muss, ist dies nur in Schächten zugänglich, in welchen nur in einer Schicht Kohlen gefördert werden und das Weiterabteufen nicht sehr eilig ist. Nach Beendigung der Kohlenförderung wird an einem der Fördergestelle ein Kübel oder ein kleines Fördergestell oder ein Wagen mittels Förderseils befestigt. Die Hauptfördergestelle bewegen sich alsdann oberhalb der Fördersohle, das an eins derselben angehängte Fördergefäss oder Fördergestell dagegen bis zur Schachtsohle.

Ein kleines Fördergestell hat man auf Centrum II benutzt. Nach Beendigung der Abteufförderung wurde dasselbe jedesmal auf eine unterhalb des Füllorts angebrachte Bühne gestellt, welche zum Durchlass des Gestells mit Klappen versehen war.

Mit angehängten Wagen wurde unter anderem auf den Schächten Emscher I des Kölner Bergwerksvereins\*) und Hubert I der Zeche Königin Elisabeth gefördert. Bei dem ersteren Schachte wurden durch eiserne Beschläge verstärkte gewöhnliche Förderwagen in der aus Figur 136 a und b ersichtlichen Weise an zwei Seilen unter dem Boden des Förderkorbes aufgehängt. Die Maximallänge dieser Seile berechnete sich aus der projektierten Schachtteufe unterhalb der 2. Sohle zu etwa 90 m. Wegen der schwierigen Handhabung so langer Seile während der ganzen Dauer des Abteufens, zog man es aber vor, die Gesamtlänge in zwei Ab-

\*) Glückauf 1899, S. 201.

schnitte von je 45 m Länge zu zerlegen. Zur Führung der Wagen wurde ein mit Brettern ausgekleidetes Trumm hergestellt (Fig. 137), an dessen unterem Ende nach aussen umgebogene Eisenbleche angebracht waren, sodass der Wagen ohne Stoss in das abgekleidete Fördertrumm gelangen



*Fig. 136.*

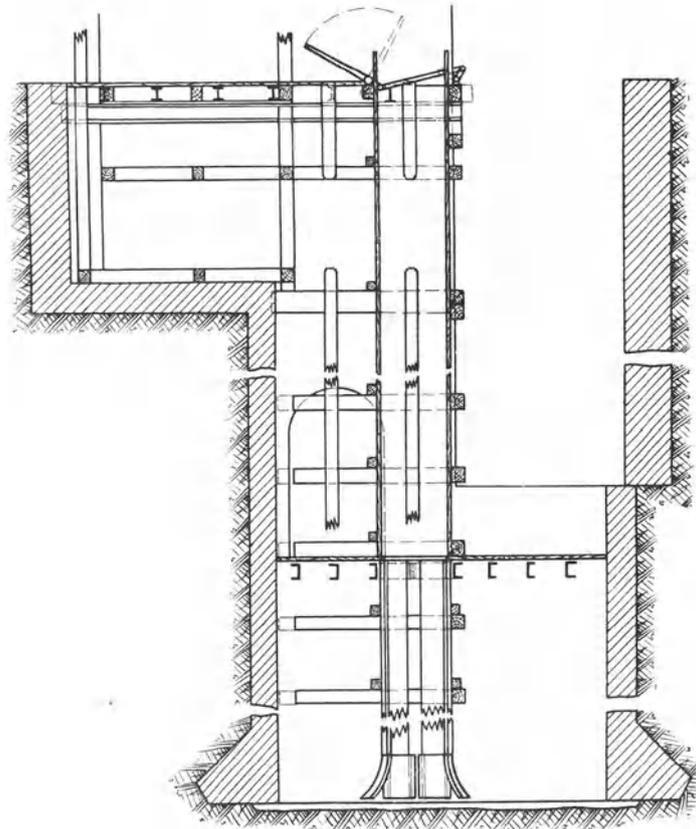
Fördereinrichtung beim Weiterabteufen des Schachtes Emscher I.

konnte. Die vollen Wagen wurden während der Förderung aus dem Abteufen im Füllort aufgestellt und sodann in der Förderschicht zu Tage gehoben.

Auf Hubert I wurden gewöhnliche Förderwagen durch 2 um dieselben geschlungene Ketten an einem Seil befestigt. Dieses war oben mit einem Auge versehen, durch welches ein auf dem Boden des Fördergestells

liegendes Holzstück gesteckt wurde. (Fig. 138.) Auch in derartigen Fällen dürften Kübel meist den Vorzug verdienen.

Zur Wasserhebung benutzt man bei geringen Zuflüssen die Kübelförderung, während man sonst mit Pressluft betriebene Duplexpumpen oder häufiger noch die Körtingschen Wasserstrahl-



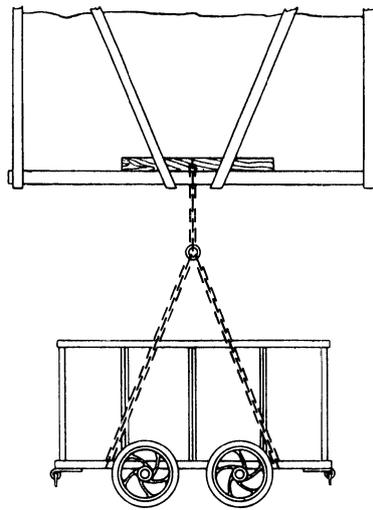
*Fig. 137.*

Fördereinrichtung beim Weiterabteufen des Schachtes Emscher I.

apparate anwendet. Letztere sind, da die Zuflüsse selten mehr als 100 bis 200 l betragen und Druckwasser aus der Steigrohrleitung der Wasserhaltung oder den Berieselungsleitungen fast immer zur Verfügung steht, beim Weiterabteufen der Schächte sehr am Platze.\*) Wegen der raschen Abnutzung der Düsen infolge des sehr hohen Drucks ist jedoch jederzeit ein Reserveapparat bereit zu halten.

\*) Glückauf 1891, S. 253.

Auf Rhein-Elbe II hat man sich neuerdings gleichzeitig mit dem früher erwähnten Förderhaspel einer elektrisch betriebenen Pumpe bedient. (Fig. 139 a und b.) Dieselbe war für eine Förderhöhe von 50 m und einen Wasserzufluss von 0,5 cbm gebaut. Der von der Aktiengesellschaft Helios bezogene Gleichstrommotor war wasserdicht eingekapselt und betrieb mittels doppelten Vorgeleges eine von Paschke in Freiberg gelieferte Differential-Kolbenpumpe, welche 100 Touren in der Minute machte. Die Abteufpumpe, welche sich gut bewährt haben soll, kostete einschliesslich Anlasser 4 950 M.



*Fig. 138.*

Förderung beim Weiterabteufen des Schachtes Hubert I der Zeche Königin Elisabeth.

Die Wetterversorgung erfolgt durch Lutten, welche entweder unmittelbar an den Wetterzug der Grube oder einen mit Pressluft betriebenen kleinen Ventilator angeschlossen werden. Vielfach saugt man die Wetter aus den Lutten auch durch einfache Wasserstrahldüsen an. Wo Pressluft bequem zu beschaffen ist, wird man am besten einen Ventilator aufstellen.

#### 4. Weiterabteufen in Betrieb befindlicher Schächte unter Anwendung von Aufbrüchen.

Ueber die Aufbrüche gilt auch hier das bereits früher Gesagte.

Das Erweitern der Aufbrüche erfolgt in der Regel von oben nach unten, wobei der Schacht absatzweise ausgemauert wird.

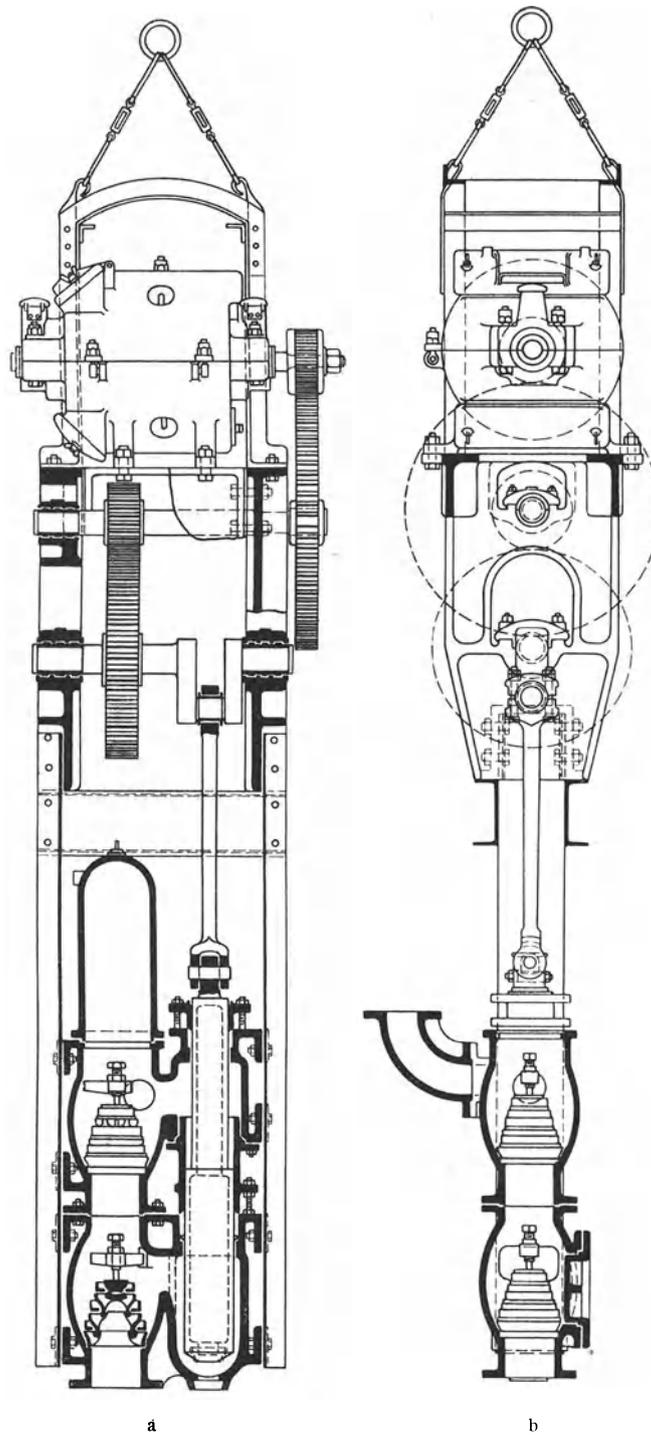


Fig. 139.

Elektrisch betriebene Pumpe für das Weiterabteufen des Schachtes Rhein-Elbe II.

Auch hier arbeiten die Schachthauer unter einer Bergfeste oder Bühne.

Das Ausbaumaterial wird von oben her durch einen unter Tage am Schachte aufgestellten Lufthaspel eingelassen. Zu diesem Zwecke wird die Bergfeste in der Weise durchbrochen, dass entweder der Aufbruch bis zum Schachtsumpf fortgesetzt oder an einer anderen geeigneteren Stelle innerhalb der Schachtscheibe eine Verbindung hergestellt wird. Ist der Raum im Schachte ein sehr beschränkter, so wird der Haspel wohl auch unter der Bergfeste verlagert und das Ausbaumaterial durch den Aufbruch von unten aufgeholt, (Hannover II und Neu-Iserlohn II). Es findet dann auch die Fahrung von unten her statt und die Bergfeste wird nur für die Wetterführung in engen Dimensionen durchbrochen oder durchbohrt.

In einigen Fällen, wie auf Mansfeld I und Courl I sind die Aufbrüche von unten her bis zum vollen Schachtdurchmesser erweitert und gleich darauf ausgemauert und mit Einstrichen versehen worden. Bei Anwendung einer solchen Abteufmethode wirken nicht nur die Schüsse besser, sondern es kann auch von einem provisorischen Ausbau und beim Mauern vom Stehenlassen einer Gesteinsbrust Abstand genommen werden. Leider ist dies Verfahren aber mit grösseren Gefahren für das Leben der Schachthauer verbunden, weshalb die gewöhnliche Methode vorzuziehen sein dürfte.

Auf Herkules wurde Schacht I, welcher  $4,31 \times 5,05$  m lichten Querschnitt besitzt, von der V. nach der IV. Sohle gleich in vollen Dimensionen aufgebrochen und mit hölzernem Ausbau versehen. Aber auch diese Arbeitsweise giebt wegen der grösseren Gefahr des Steinfalls zu Bedenken Anlass.

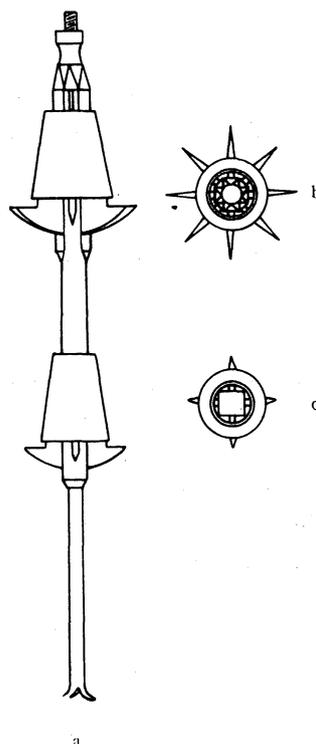
### III. Das Schachtbohrverfahren in festem Gebirge.

#### 1. Verfahren von Heyn.

Die ersten Anfänge des Abbohrens von Schächten reichen bis in das Jahr 1823 zurück, wo auf der Zeche Knappschaft und Vogelsang nach einer von dem Berggeschworenen Heyn in Sprockhövel erdachten Methode ein zur Wetterführung dienendes Bohrloch von etwa 11 m Teufe und 31 cm Durchmesser niedergebracht wurde.\*) Man bohrte hier zuerst in gewöhnlicher Weise ein Loch von 5 cm Durchmesser bis zu einer Strecke ab und erweiterte dasselbe alsdann mit einem Bohrer, der in dem Bohrloch geführt wurde und in einem gewissen Abstand übereinander zwei Meisselkränze trug (Fig. 140a—c). Der verschiedenen Breite der

\*) Karst. Arch. f. Bergb. u. Hüttenw. 1824, Bd. VIII, S. 91 ff.

Meissel entsprechend wurde mit dem unteren Kranze das Bohrloch auf 21 cm erweitert, während gleichzeitig der obere Kranz den Durchmesser auf 31 cm vergrösserte. Durch die Anwendung von 2 Meisselkränzen beabsichtigte Heyn die Bohrarbeit zu erleichtern. Das Heben und Senken des an einem eisernen Gestänge befestigten Bohrers geschah mit Hilfe eines Schwengels, welcher durch einen Arbeiter bewegt wurde. Das Bohrmehl wurde mittels Wasser durch das kleine Bohrloch in die Strecke abgeführt.



*Fig. 140.*

Meisselbohrer von Heyn.

Ein zweites etwa 10 m tiefes Bohrloch wurde nach derselben Methode ein Jahr später auf der Zeche Friederika hergestellt. Dasselbe hatte 47 cm Durchmesser, diente zur Wetterführung und war ausserdem auch zur Fahrung eingerichtet. Da bei der wechselnden Beschaffenheit des Gebirges der obere Meisselkranz die Bohrarbeit des unteren behinderte, wenn dieser sich in einer weichen, jener aber in einer festeren Schicht befand, sah sich Heyn während des Bohrens genötigt, den unteren Meisselkranz zu beseitigen.

In beiden Fällen bestand das durchteufte Gebirge hauptsächlich aus mildem Schieferthon. Dass das Verfahren sich jedoch für hartes Gestein nicht eignete, zeigte ein missglückter Versuch, welcher im Jahre 1825 mit einem Wetterbohrloche von ebenfalls 47 cm Durchmesser auf der Zeche Wülfingsburg bei Vollmarstein vorgenommen wurde.

Heyn, welcher sein Verfahren im Jahre 1824 in Karstens Archiv beschrieben hat, macht am Schlusse seiner Abhandlung Vorschläge zur Verbesserung desselben, welche unter anderem dahin gehen, dass bei Bohrlöchern, die nicht in eine Strecke münden, das Bohrmehl durch einen Löffel entfernt werden solle. Ausserdem spricht er die Hoffnung aus, dass es gelingen möge, auch Schächte, welche zur Förderung benutzt werden können, abzubohren und zwar besonders da, wo das Abteufen von Hand durch grosse Wasserzuflüsse „beinahe“ unmöglich gemacht werde.

## 2. Das Verfahren von Kindermann\*).

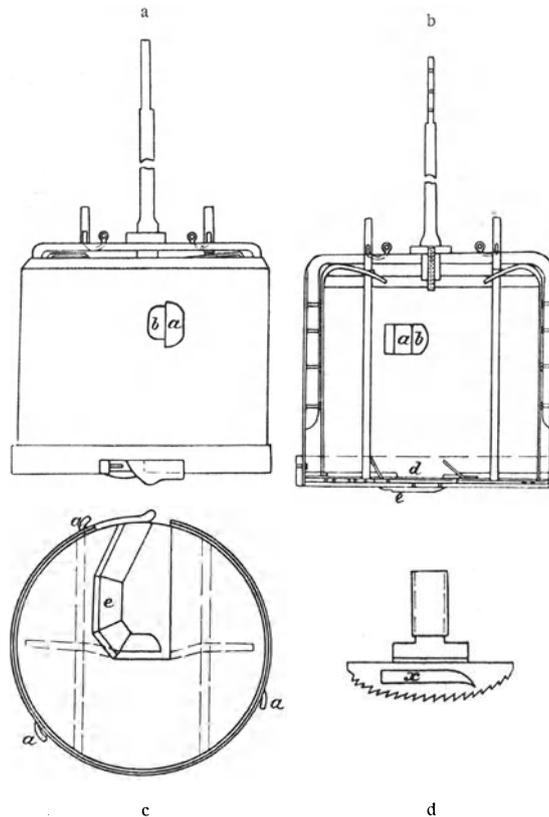
Trotz eifriger Bemühungen der Bergbehörden, die Erfindung Heyns weiter auszubilden, geriet diese doch fast in Vergessenheit, weil zu damaliger Zeit, wo der Bergbau noch nicht unter die Mergelüberlagerung vorgedrungen war, noch kein richtiges Bedürfnis für das Abbohren von Schächten vorlag. Erst beinahe 20 Jahre später wurde der Gedanke von Joseph Kindermann wieder aufgegriffen. Der Schwager desselben, der Brunnenmeister Franz Fleckes in Düsseldorf, hatte im Jahre 1840 ein Patent auf eine Vorrichtung erhalten, welche dazu dienen sollte, Brunnen von 0,5 bis 1 m Durchmesser abzubohren. Nachdem mit dieser Vorrichtung auf Zeche Schöllerpap bei Essen ein Wetterbohrloch von 0,47 m Durchmesser durch Mergel, Sandstein und Schieferthon 40 m tief niedergebracht worden war, übertrug Fleckes sein Patent für den westfälischen Bergbau auf Kindermann. Dieser nahm an den Bohrapparaten bald wesentliche Verbesserungen vor und ersann zudem ein Verfahren „zur Wasserverdichtung weiter Bohrlöcher, um diese dadurch in den fahrbahren Zustand zu setzen“.

Seit 1843, in welchem Jahre Kindermann ein Patent für sein Verfahren erteilt worden war, ist dasselbe, während eines verhältnismässig kurzen Zeitraums im ganzen achtzehnmal und von diesen nur einmal ohne Erfolg zur Anwendung gekommen. Mit Ausnahme eines einzigen hatten die Bohrschächte alle den Zweck, der Bergbehörde einen Kohlenfund auf seiner natürlichen Lagerstätte unmittelbar vor Augen zu führen; denn hiervon hing damals die Verleihung eines Bergwerksfeldes im Ruhrbezirk ab. Da die Schürfarbeiten zu Anfang der vierziger Jahre in denjenigen Teil

\*) Karst. Arch. f. Mineral. u. s. w. 1854, Bd. XXVI, S. 68 ff.

des Bezirks vorgerückt waren, wo dem Abteufen von Schächten von Hand in dem das Steinkohlengebirge überlagernden wasserreichen Mergel grosse Schwierigkeiten entgegenstanden, so gewann Kindermanns Verfahren, welches eine Wasserhaltung nicht erforderte, sehr an Bedeutung.

Es wurden Schächte von geringem Durchmesser bis in das Steinkohlengebirge abgebohrt, mit einer wasserdichten Verrohrung versehen



*Fig. 141.*

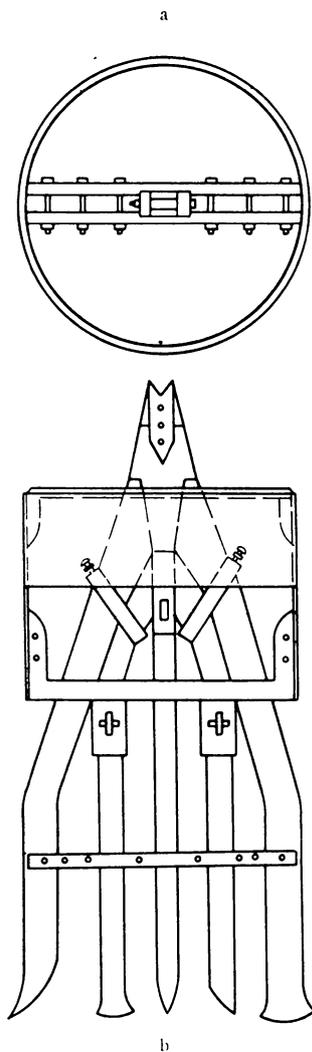
Kesselbohrer nebst Säge von Kindermann.

und nach Sumpfung der Wasser bis zum Flötze weiter abgeteuft. Nach beendeter Fundesbesichtigung wurde die Verrohrung entfernt, um später anderorts wieder verwandt zu werden.

Kindermann bohrte in lockerem Gebirge, sowie im Mergel und Schieferthon mit dem Kesselbohrer, in härterem Gestein dagegen mit dem Meisselbohrer.

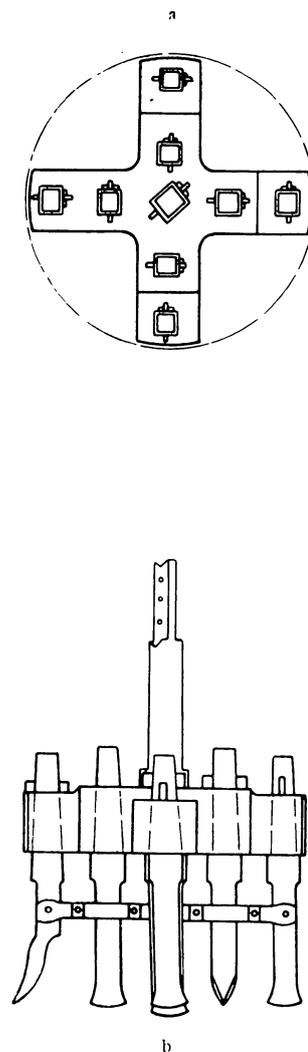
Der Kesselbohrer (Fig. 141 a—d) bestand aus einem Blechcylinder von 10 mm Wandstärke, 0,78 m Höhe und 0,93 m Durchmesser, und

trug an seinem unteren Rande stählerne Sägen (Fig. 141d). In der Wandung des Cylinders befanden sich drei Oeffnungen b, vor welchen je ein Nachschneidemesser a angebracht war. Das von diesen Messern losge-



*Fig. 142.*

Meisselbohrer mit 5 Meisseln.



*Fig. 143.*

Meisselbohrer mit 9 Meisseln.

schnittene Gebirge drang durch die Oeffnungen in das Innere des Bohrers ein, welcher über das sogenannte Bohrgehäuse gestülpt und mit diesem fest verbunden war. Letzteres bildete ein Gestell aus eisernen Stäben, welche senkrecht auf einem Boden aus Eisenblech standen. Durch ein an

dem Boden befestigtes Messer e wurde das von den Sägen an der Peripherie losgeschnittene Gebirge hereingenommen und gelangte durch die mit einer Klappe d bedeckte Oeffnung in das Innere des Cylinders.

Der Meisselbohrer war meist aus fünf oder neun Meisseln zusammengesetzt, die im ersteren Falle in einer Reihe (Fig. 142a und b), im letzteren in Kreuzesform (Fig. 143a und b) angeordnet waren.

Das Gestänge bestand aus 5 m langen Stangen von Quadrateisen, die durch Laschen miteinander verbunden waren.

Der Kesselbohrer wurde mittelst zweier kreuzweise am Gestänge angebrachter Stangen durch sechs bis acht Mann gedreht. Zum Heben des Meisselbohrers benutzte Kindermann drei bis vier Vorgelegehaspel, an denen je vier Mann arbeiteten, während das Niederlassen mittelst der sogenannten Flinte (Fig. 144), einem Hebel, geschah, welcher an einer Kette

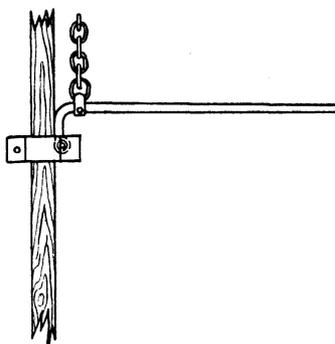


Fig. 144.

Flinte.

befestigt und mit einem Haken versehen war. An diesem Haken wurde das gehobene Gestänge aufgehängt und sodann durch Niederdrücken des Hebels fallen gelassen.

Der Fortschritt der Bohrarbeit betrug innerhalb 24 Stunden im Lehm und Fliess durchschnittlich 4 m, im Mergel dagegen nur etwa 0,5 m. Die grösste Teufe von 60 m wurde bei einem Schachte der Zeche Christine erreicht.

Im lockeren Gebirge wurde eine verlorene Rohrtour aus zusammen-genietetem Eisenblech ingerammt. Der Durchmesser derselben war um 10 cm grösser als der des Bohrschachtes, sodass beim Einrammen ein Gebirgskranz von 5 cm Breite losgeschnitten werden musste. Auf diese Weise wurde erreicht, dass die Rohrtour sehr fest sass und dass der Durchmesser des Bohrschachtes beim Weiterbohren nicht verringert werden musste.

Die zum Abschluss der Wasser dienende Rohrtour war in gleicher Weise wie die verlorene hergestellt. Die Verbindung der einzelnen etwa 6 m langen Teilstücke, welche innen durch Eisenringe verstärkt waren, geschah durch Muffen. Am unteren Ende der Rohrtour war der sogenannte Verdichtungsapparat angebracht (Fig. 145). Dieser setzte sich aus dem konischen und an der Rohrtour angenieteten Eisenblechring a, den beiden Polstern b und c zusammen. Letztere bestanden aus einer mehrfachen Leinwandumhüllung, die mit Letten gefüllt war. Das obere Polster war an dem konischen Ring und das untere an dem Schieber mittels Eisendraht festgenäht, während beide aneinander durch Pechdraht befestigt wurden. War der Verdichtungsapparat beim Einlassen der Rohrtour am Fusse des Bohrschachtes angelangt, so wurde das Polster c infolge des Gewichts der Rohrtour gegen die Schachtstöße gepresst und so die Abdichtung hergestellt, worauf der Schacht mittels eines Kübels oder, wenn der Wasserabfluss nicht vollständig gelungen war, durch Handpumpen gestimpft wurde.

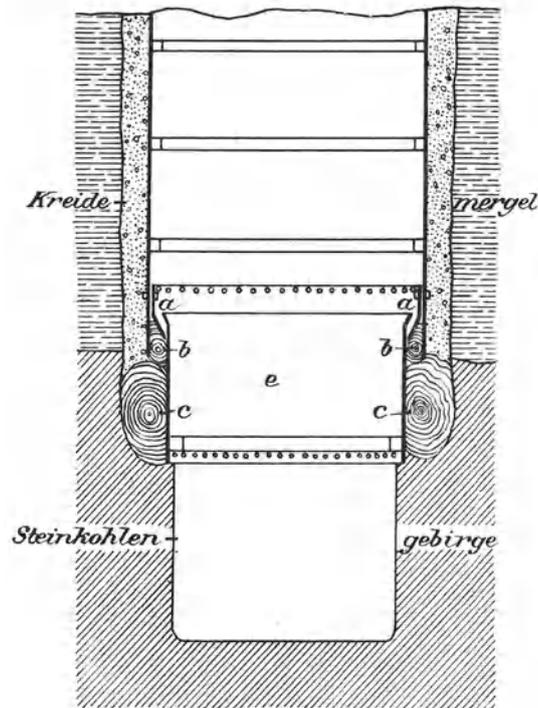


Fig. 145.

Verdichtungsapparat.

dem ebenfalls aus Eisenblech gefertigten Schieber e und den beiden Polstern b und c zusammen. Letztere bestanden aus einer mehrfachen Leinwandumhüllung, die mit Letten gefüllt war. Das obere Polster war an dem konischen Ring und das untere an dem Schieber mittels Eisendraht festgenäht, während beide aneinander durch Pechdraht befestigt wurden. War der Verdichtungsapparat beim Einlassen der Rohrtour am Fusse des Bohrschachtes angelangt, so wurde das Polster c infolge des Gewichts der Rohrtour gegen die Schachtstöße gepresst und so die Abdichtung hergestellt, worauf der Schacht mittels eines Kübels oder, wenn der Wasserabfluss nicht vollständig gelungen war, durch Handpumpen gestimpft wurde.

Das Weiterabteufen auf der Sohle erfolgte mit Schlägel und Eisen, nachdem unter dem Dichtungsring eine Gesteinsbrust stehen geblieben war.

Der Wasserabschluss hat Kindermann bei tieferen Schächten viel Schwierigkeiten bereitet und ist in manchen Fällen nur sehr unvollständig gelungen. Bei einem Bohrschachte im Felde Rudolf bei Bochum (1846) war es sogar nur unter Aufwendung grosser Anstrengungen möglich, die Wasser während der kurzen für die Befahrung notwendigen Zeit zu Sumpfe zu halten. Der Hauptgrund für diese Schwierigkeiten lag darin, dass der in den Leinwandumhüllungen befindliche Letten durch das Wasser sehr bald aufgeweicht und dann wasserdurchlässig wurde.

Der an Kindermann für das laufende Meter Bohrschacht gezahlte Preis schwankte je nach der Teufe zwischen 135 und 450 M. Von den Feldern, in welchen er Schächte abgebohrt hat, seien noch Hochpreussen (1843), Schwerin (1843) und Dorstfeld (1846) erwähnt. Segen hat das Verfahren dem Erfinder nicht gebracht. Bei sehr vielen Bohrungen setzte er Geld zu und ausserdem war er infolge unklarer Verträge häufig in kostspielige Prozesse verwickelt, welche ihn in Schulden stürzten. Er starb 1848, nachdem die Mühen und Sorgen seiner Thätigkeit seine Gesundheit zerrüttet hatten. Der letzte Bohrschacht nach seinem Verfahren ist im Jahre 1850 von seinem Sohne niedergebracht worden.

### 3. Das Verfahren von Honigmann und Rossenbeck.\*)

Wesentliche Verbesserungen hat die Bohrmethode von Kindermann durch den Berggeschworenen Honigmann und den Steiger Rossenbeck erfahren, nach deren Angaben Ende der vierziger Jahre zwei Wetterschächte

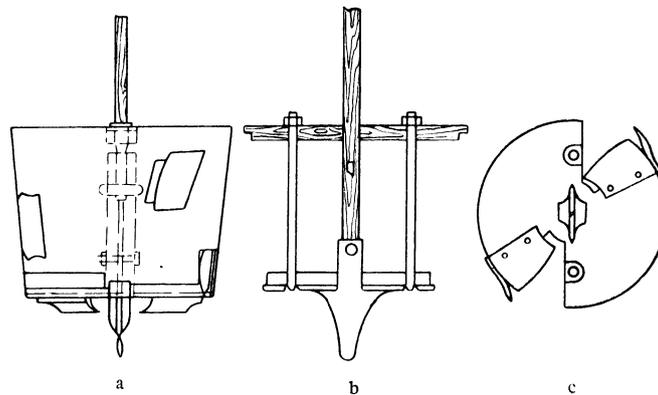


Fig. 146.

Kesselbohrer von Honigmann und Rossenbeck.

\*) Karst. Arch. 1858, Bd. XXVI, S. 71.

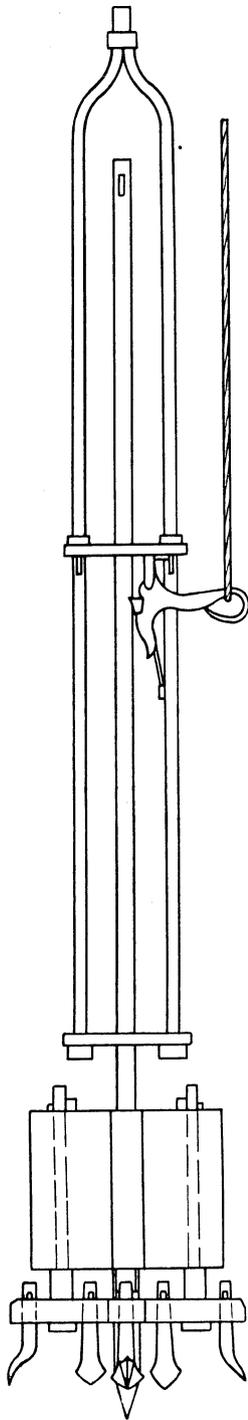


Fig. 147.  
Freifallapparat von Honigmann und Rossenbeck.

der Zeche Victoria Mathias, sowie 1850 bis 1852 ein Wetterschacht auf Graf Beust abgebohrt wurde. Dem Kesselbohrer wurde bei diesen Bohrungen eine konische Form (Fig. 146 a—c) gegeben, um das Eindringen in das Gebirge zu erleichtern. Am Boden trug derselbe zwei Messer sowie in der Verlängerung des Gestänges einen schraubenförmigen Fortsatz. Zum Drehen wurde ein Handhaspel benutzt, der mit mehrfacher Uebersetzung versehen war und meist durch sechs Mann bedient wurde. Beim Bohren mit dem Meisselbohrer wandte man einen Freifallapparat (Fig. 147) an, dessen Bohrer mit Hülfe einer Klinke gefasst und in der höchsten Stellung durch Anziehen eines Seiles wieder losgelassen wurde. Die Hubhöhe schwankte zwischen 0,60 und 0,90 m. Im Lehm und Fliess wurde wie bei dem Verfahren von Kindermann eine verlorene Rohrverkleidung eingebracht. Die Bohrung erstreckte sich bei dem Wetterschachte der Zeche Graf Beust bis zu einer Teufe von 49 m und bei den beiden Wetterschächten der Zeche Victoria Mathias bis zu 62 bzw. 78 m Teufe.

Der Durchmesser der Bohrschächte betrug 0,78 m und der der Verdichtungsrohre im Lichten 0,62 m. Letztere besaßen eine Wandstärke von 10 bis 13 mm, sodass also zwischen der Schachtauskleidung und den Stößen ein ringförmiger Raum von etwa 70 mm Breite verblieb. Die einzelnen Rohre waren etwa 4 m lang und aus 3 bis 4 Ringen zusammengenietet. Zur Verbindung der Rohre untereinander dienten aussen angebrachte Muffen, welche durch horizontale Schrauben an denselben befestigt wurden. Die Verrohrung wurde zuerst bis auf etwa 4 m von der Schachtsohle eingelassen und sodann der Schacht ungefähr 2 m hoch mit hydraulischem Mörtel angefüllt. Hierauf liess man die Verrohrung vollends nieder und hintergoss auch den Raum hinter derselben mit Mörtel. Nachdem der Mörtel nach etwa 5 Wochen Zeit er-

härtet war, wurde der Kern im Innern des Blechcylinders wieder ausgebohrt und bis zu der Strecke, mit welcher eine Wetterverbindung hergestellt werden sollte, ein Bohrloch von 0,22 m Durchmesser niedergebracht, welches man nach dem Sumpfen des Wassers mit Hülfe von Schlägel und Eisen auf 0,62 m Durchmesser erweiterte.

Der hydraulische Mörtel bestand aus Trass, Ziegelmehl und gelöschtem Kalk. Zur Wasserstüpfung wurde ein mit einer Bodenklappe versehener Kübel benutzt.

Die Abdichtung der Bohrschächte ist in der Hauptsache gelungen. Nur bei einem der Wetterschächte auf Victoria Mathias drang unter der Verrohrung aus Klüften des Steinkohlengebirges noch etwas Wasser hervor, welches jedoch später durch ein 90 cm hohes engeres Rohr abgeschlossen wurde.

Die Kosten für das laufende Meter Bohrschacht haben durchschnittlich 225 M. betragen.

Von den Bohrschächten der Zeche Victoria Mathias ist der eine bis zum Jahre 1863 und der andere bis 1887 zur Wetterführung benutzt worden, während derjenige auf Graf Beust im Jahre 1868 aufgegeben wurde.

#### 4. Das Verfahren von Kind.

Im Jahre 1849 wurde dem sächsischen Bergingenieur Karl Gotthelf Kind in Belgien ein Verfahren zum Abbohren und zur wasserdichten Auskleidung von Schächten patentiert.\*) Dasselbe gelangte auch in den Jahren 1849 und 1852 bei zwei Schächten in der Nähe von Stiringen in Lothringen\*\*) zur Anwendung, missglückte aber, weil die aus Holzdauben bestehende Cuvelage nicht dicht wurde. Trotz dieser Misserfolge entschloss man sich jedoch auch in Westfalen zu einem gleichen Versuche, und zwar bei dem jetzigen Schacht I der zum grössten Teil im Besitze von Belgiern befindlichen Zeche Dahlbusch. Das Steinkohlengebirge liegt in diesem Grubenfelde unter einer etwa 100 m mächtigen sehr wasserreichen Mergeldecke.

Die Leitung der Arbeiten\*\*\*), welche im Jahre 1853 begannen, wurden Kind und dem belgischen Ingenieur Chaudron übertragen. Das Bohren geschah stossend mittelst schmiedeeiserner Bohrer, welche von einem hölzernen Gestänge getragen wurden. Dieses hing an dem einen Ende eines hölzernen Schwengels, an dessen anderem Ende die Kolbenstange

\*) Annal. d. trav. publ. 1853/54, Bd. XII, S. 327.

\*\*) Ebenda 1859/60, Bd. XVIII, S. 170.

\*\*\*) Berg- u. Hüttenmännische Zeitg. 1856, S. 174; Berggeist 1856, S. 44, 51 u. 238; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1858, Bd. VII, S. 163 ff. und Ponson, S. 152, 169 und 194.

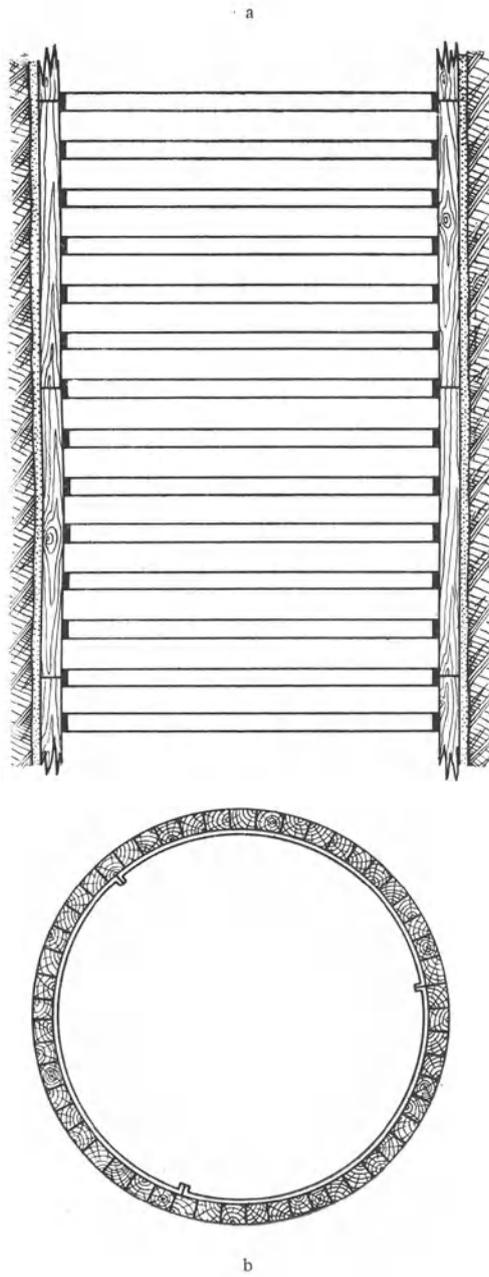
einer aufrechtstehenden eincylindrigen Dampfmaschine von 0,57 m Cylinderdurchmesser angriff. Nachdem etwa 5 m Fliess mit einer Senkmauer durchteuft waren, ward zuerst mit einem Bohrer von 1,37 m Meisselbreite ein Vorschacht hergestellt, mit welchem bei 102 m Teufe das Steinkohlengebirge erreicht wurde. Die Bohrung wurde darauf noch bis etwa 124 m Teufe fortgesetzt und nunmehr der Vorschacht mit einem grösseren Bohrer (siehe Fig. 159a—c; Seite 194) auf 4,35 m Durchmesser erweitert. Der Vorschacht diente bei dieser Arbeit zur Ansammlung des Bohrschlammes und zur Führung des Bohrers. Bei 110 m Teufe wurde die Erweiterung beendigt.

Zum Abschluss der Wasser wurde auch hier wieder trotz der Misserfolge beim Abteufen der Stiringer Schächte hölzerne Cuvelage verwandt, welche aus einzelnen Fässern von 2,5 m Höhe und 3,5 m lichtem Durchmesser bestand (Fig. 148 a und b). Jedes Fass war aus 60 bis 68 keilförmigen eichenen Dauben zusammengesetzt, deren Stärke im unteren Teile des Schachtes 25 cm betrug und sich nach oben hin auf 16 cm verringerte. Die Dauben waren durch je 2 Holzzapfen miteinander verbunden und wurden bei jedem Fass durch 3 eiserne Reifen zusammengehalten. Zwischen die Fässer, welche lose aufeinanderstanden und auf der Ober- und Unterseite etwas eingekerbt waren, wurde geteerte Leinwand gelegt. Zur Verstärkung dienten im Innern der Fässer angebrachte Flacheisenringe.

Auf den Vorschlag Chaudrons wurde die Cuvelage unten mit einer sogenannten Moosbüchse versehen (Fig. 149), welche hier zum ersten Male zur Anwendung gelangt ist. An dem hölzernen Fussring a war der eiserne Cylinder b und über diesem der hölzerne Cylinder b<sup>1</sup> befestigt. Der Fussring hing mit 8 eisernen Stangen d an dem Tragekranz i, welcher in den Mantelring eingelassen war. Dieser bestand aus den beiden Fässern h und h<sup>1</sup> und dem Blechcylinder g. In dem Zwischenraume zwischen Mantel und Fussring befand sich die Moospackung, welche aussen von dem Gewebe f umgeben war. Hatte die Moosbüchse die Schachtsohle erreicht, so wurde die Moospackung durch das Gewicht der Cuvelage zusammengepresst. Hierbei verschoben sich die Stangen d in dem Tragering i. Um das Andrücken der Moospackung an die Stösse zu befördern, hatte man über und unter dieselbe die Federbleche ee gelegt.

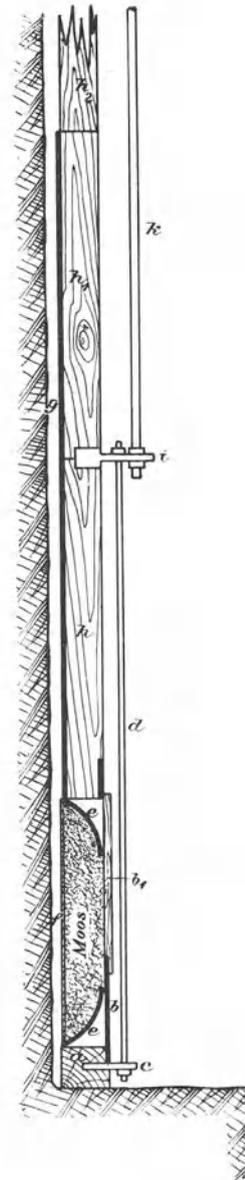
Die Cuvelage wurde an den 8 Senkstangen eingelassen, welche an dem Tragekranz befestigt waren und durch Schrauben gesenkt wurden. Der ringförmige Raum hinter der Cuvelage, dessen Breite 13 bis 23 cm betrug, wurde mit Beton ausgefüllt, der aus Trass, Cement und hydraulischem Kalk zusammengesetzt war.

Die Betonierung war zu Anfang des Jahres 1856 beendigt. Kurz darauf wurde mit dem Sumpfen der Wasser begonnen. Es zeigte sich sehr bald, dass die eisernen Verstärkungsringe nicht widerstandsfähig ge-



*Fig. 148.*

Hölzerne Cuvelage für Dahlbusch I.



*Fig. 149.*

Moosbüchse von Chaudron für Dahlbusch I.

nug waren, indem sie sich bogen und schliesslich rissen. Nachdem man neue Ringe eingewechselt hatte und mit dem Sumpfen bis etwa 60 m Teufe gelangt war, sprangen daselbst 3 Dauben heraus, was zu langwierigen Verdichtungsarbeiten Veranlassung gab. Erst gegen Ende des Jahres 1856 war man endlich bis zur Schachtsohle vorgedrungen und machte hier die unangenehme Entdeckung, dass der Abschluss der Wasser durch die Moosbüchse nicht vollständig gelungen war und unter derselben noch etwa 0,75 cbm Wasser je Minute hervortraten. Man teufte nun mit Schlägel und Eisen 2,5 m weiter ab, legte einen hölzernen Keilkranz und schloss diesen durch sechzehneckige Holzkränze von 30 cm Höhe und 45 cm Breite an die Moosbüchse an. Aber auch so gelang es nicht, den Zufluss zu beseitigen, wesshalb man sich entschloss, die Wasser dauernd zu sumpfen, bis endlich im Jahre 1886 vor die Holzcuvelage bearbeitete deutsche Cuvelage von 3 m lichtigem Durchmesser vorgebaut wurde.

## 5. Das Verfahren von Kind-Chaudron.

### a) Allgemeines.

Das von Chaudron verbesserte Kindsche Verfahren, kurz Kind-Chaudron-Verfahren genannt, ist im Ruhrbezirk zum ersten Male im Jahre 1865 bei dem Wetterschachte der Zeche Dahlbusch\*) zur Anwendung gelangt, nachdem schon vorher in Belgien 3 Schächte nach dieser Methode niedergebracht worden waren\*\*). Der Hauptunterschied gegenüber dem ursprünglichen Verfahren besteht in der Benutzung der zwar schon von Kind vorgeschlagenen, aber erst von Chaudron ausgeführten gusseisernen Cuvelage.

Die Zahl der Schächte, welche bis jetzt in Westfalen nach diesem Verfahren abgeteuft sind, beträgt 13 (vergl. Tabelle 28 auf Seite 253).

Der grösste lichte Durchmesser des abgebohrten Teiles der Schächte beträgt 4,40 m. Den geringsten Durchmesser von 1,90 m weist der erwähnte Wetterschacht der Zeche Dahlbusch auf.

Das Abbohren erfolgt ganz allgemein in der Weise, dass zuerst ein Vorschacht hergestellt und dieser sodann erweitert wird. Den Schacht von vornherein in vollem Durchmesser niederzubringen, wie es in anderen Bezirken mehrfach geschehen ist, erscheint im Ruhrbezirk wegen der Festigkeit des weissen Mergels, in dem die Bohrungen hauptsächlich stattfinden, nicht angängig.

Die Bohrungen beginnen im Mergel bei 8 bis 260 m Teufe und reichen bis höchstens 17 m in das Steinkohlengebirge hinein. Die

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 31.

\*\*) Ann. de trav. publ. 1867, Bd. XXV, S. 45 ff.

grösste Teufe des Erweiterungsschachtes schwankt zwischen 75 m bei dem Schacht IV der Zeche Dahlbusch und 372,82 m bei dem Schacht I von Preussen II. Letzterer Schacht ist bis jetzt zugleich der tiefste Bohrschacht der Welt. Die Höhe des abgebohrten Schachtteiles wechselt zwischen 21,80 m (Scharnhorst I) und 140,57 m (PreussenII/I). Insgesamt sind bisher im Ruhrbezirk 949 m abgebohrt worden.

Grosse Verdienste um die Weiterentwicklung des Verfahrens haben sich Schulz-Briesen sen. und Tomson sowie die Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf-Grafenberg erworben. Unter der Oberleitung Tomsons sind die Schächte Gneisenau I und II, Preussen I/I, Preussen II Schacht I und II, und Scharnhorst I abgebohrt worden.

Die Firma Haniel & Lueg hat für Deutschland die Vertretung der Kind-Chaudron-Gesellschaft in Brüssel übernommen, welcher Chaudron seine jetzt erloschenen Patente übertragen hatte. Die genannte Firma übernimmt gegen eine gewisse Vergütung die Ausführung der Bohrungen und liefert ausserdem die erforderliche Cuvelage.

Von den 13 in Tabelle 28 aufgeführten Schächten wurden 4, nämlich Gneisenau I, Preussen I/I und II/I, sowie Scharnhorst I zu Anfang der 70er Jahre von Hand abgeteuft und später, nachdem sich beim Abteufen im Mergel grössere Wasserzuflüsse eingestellt hatten, verlassen. Vor Beginn der Wiederaufnahme der Abteufarbeiten durch Bohrung mussten aus diesen Schächten erst alle möglichen Gegenstände, wie Einstriche, Fahrten, Werkzeuge, Pumpen u. s. w., beseitigt werden. Auf Gneisenau I\*) und Preussen I/I\*\*) wurde dies dadurch sehr erleichtert, dass hier vor dem Verlassen des Schachtes die Sohle betoniert worden war. Infolgedessen war es nämlich möglich, die Wasser vollständig zu sämpfen. Bei dem bis 233 m Teufe niedergebrachten Schachte I der Zeche Preussen II gelangte man unter Zuhülfenahme von zwei Tomsonschen Wasserziehvorrichtungen bis 215 m unter Tage und nahm bis dahin einige Fahrbühnen weg. Auf der Sohle lagernde Hölzer und Werkzeuge wurden alsdann mit Hilfe von Fangapparaten entfernt. Auf Scharnhorst I waren im Schachte vier Hebepumpen auf Einstrichen fest verlagert. Dieselben wurden zu einer Zeit, als der Wasserspiegel sehr niedrig stand, durch Taucher beseitigt. Letztere arbeiteten, da der Schacht 117 m tief war und die Wasser bis 80 m Teufe leicht zu Sumpfe gehalten werden konnten, zuletzt unter einem Druck von über  $3\frac{1}{2}$  Atmosphären. Schliesslich wurden noch die an den Tubblings angegossenen Schuhe zur Verlagerung der Einstriche von Tage her mit Hilfe eines besonderen Instrumentes (Näheres hierüber siehe S. 287 ff.) unter Wasser weggestossen.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 7.

\*\*) Haniel & Lueg, S. 91.

Bei den übrigen Schächten schloss sich das Abbohren nach kurzer Unterbrechung an das Abteufen von Hand an. Auf Dahlbusch wurde ohne Rücksicht darauf, ob es gelingen werde, das Steinkohlenegebirge durch Abteufen auf gewöhnliche Weise zu erreichen, von vornherein beschlossen, das Kind-Chaudron-Verfahren anzuwenden. Es wurde daselbst sofort zur Bohrarbeit übergegangen, nachdem man durch das überlagernde lockere Gebirge bis zu 12 m Teufe Senkmauerschächte niedergebracht hatte.\*)

Die Schächte Gneisenau II, Adolf von Hansemann III und Preussen II/II wurden so lange auf gewöhnliche Weise abgeteuft, als es ohne zu grosse Anstrengungen möglich war. Hierbei waren jedoch schon insofern Vorbereitungen für das Abbohren getroffen worden, als keine Einstriche eingebaut und alle im Schachte befindlichen Gegenstände so angebracht wurden, dass sie in kurzer Zeit entfernt werden konnten.

Auf Westhausen II\*\*) und Victor II\*\*\*) war mit der Möglichkeit, das Bohrverfahren anzuwenden zu müssen, nicht gerechnet und deshalb die Einstriche, Fahrten und Fahrbühnen fest verlagert worden. Der Ausbau derselben erfolgte bei dem ersten Schachte nach Herstellung eines Betonpfropfens auf der Sohle, während bei dem letzteren Schachte die zusitzenden Wasser, so lange der Ausbau stattfand, durch ein Bohrloch in die Grube abgeführt wurden.

## b) Einrichtungen und Apparate.

### Das Bohrgerüst.

Das Bohrgerüst (Fig. 150 a — c), welches eine Grundfläche von etwa 20 m Länge und 7,5 m Breite bedeckt, ist aus acht kräftigen Masten a a hergestellt, welche durch Querriegel und Diagonalstreben verbunden werden. Im Innern des Gerüsts, an welchem auf den Längsseiten Streben angebracht sind, ist in etwa 13 m Höhe auf den Bühnen b b das Geleise für die Bohr- und Löffelwagen und 5 m höher auf den Bühnen c c dasjenige für die Gestängewagen verlagert. Die Bühnen ruhen auf den Riegeln e e bzw. f f, welche durch die Streben g g bzw. h h unterstützt werden. Zwischen den Schienen eines jeden der beiden Geleise bleibt ein freier Raum, damit die an dem Wagen hängenden Geräte hin- und hergeschoben werden können. Die Höhe des Gerüsts beträgt in der Mitte, wo dasselbe zur Unterbringung der Seilscheiben für die Gestänge- und Löffelmaschine erhöht ist, gewöhnlich 25 m und an den beiden Seiten 21 m. Die Wände sind mit Brettern verschlagen, während das Dach mit Dachpappe belegt ist. Das Geleise für die Bohr- und Löffelwagen steht an den

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 28 ff.

\*\*) Haniel & Lueg, S. 89.

\*\*\*) Glückauf 1899, S. 41.

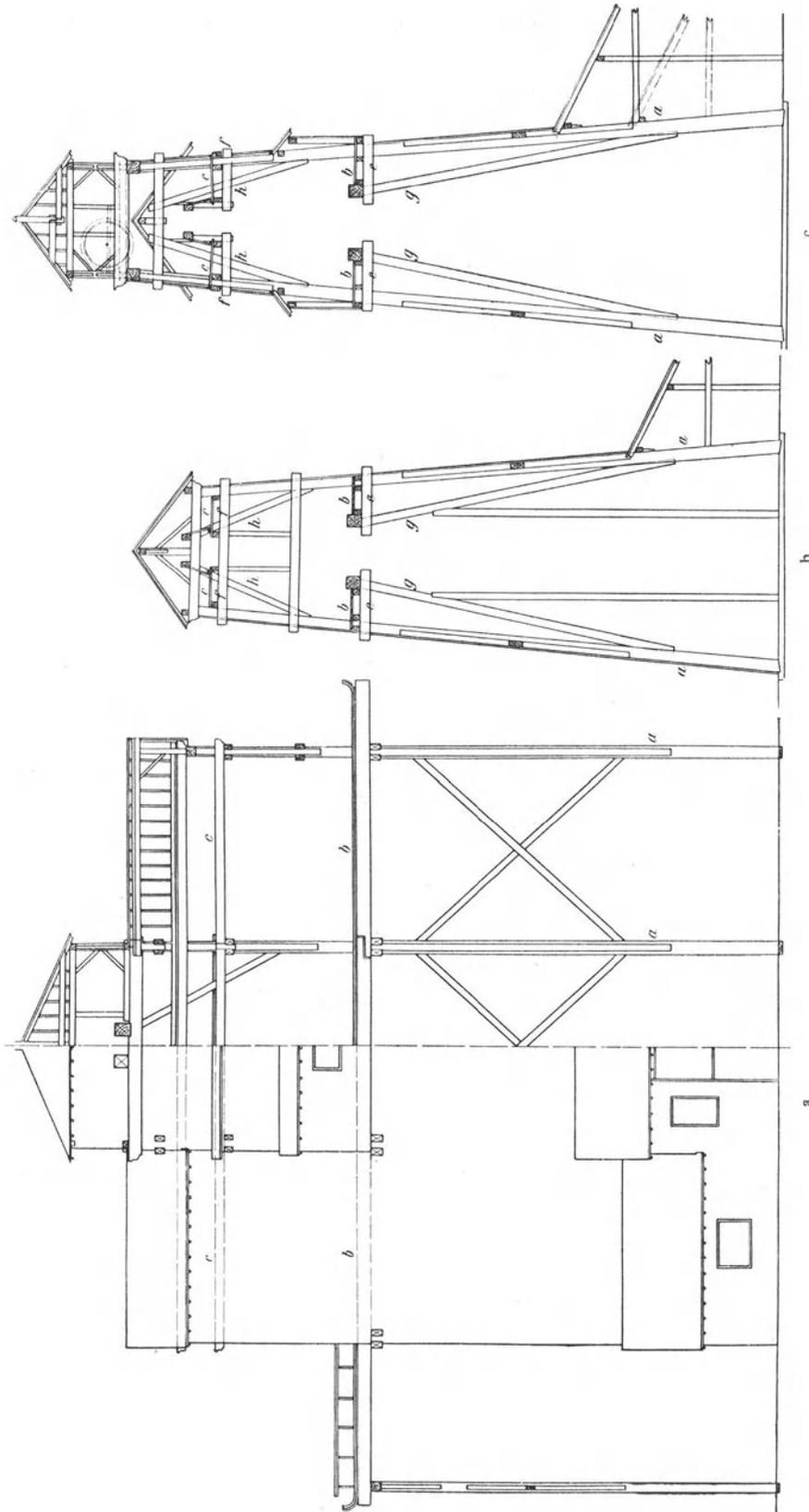
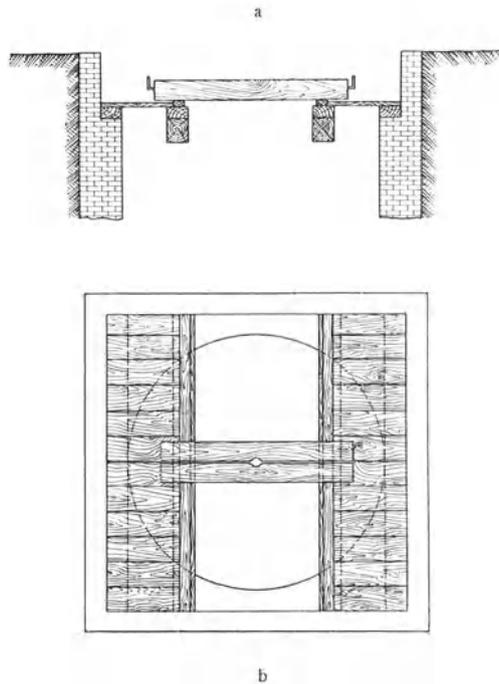


Fig. 150.  
Bohrgerüst für die Schächte I und II der Zeche Preussen II.

beiden Schmalseiten des Gerüsts, welches hier mit zweiflügeligen Thüren versehen ist, etwas vor. Es hat dies den Zweck, dass auf der einen Seite der Löffel behufs Entleerung aus dem Turm herausgefahren und auf der anderen Seite die Bohrer auf einen untergeschobenen Eisenbahnwagen verladen werden können.

#### Die Bohrbühne.

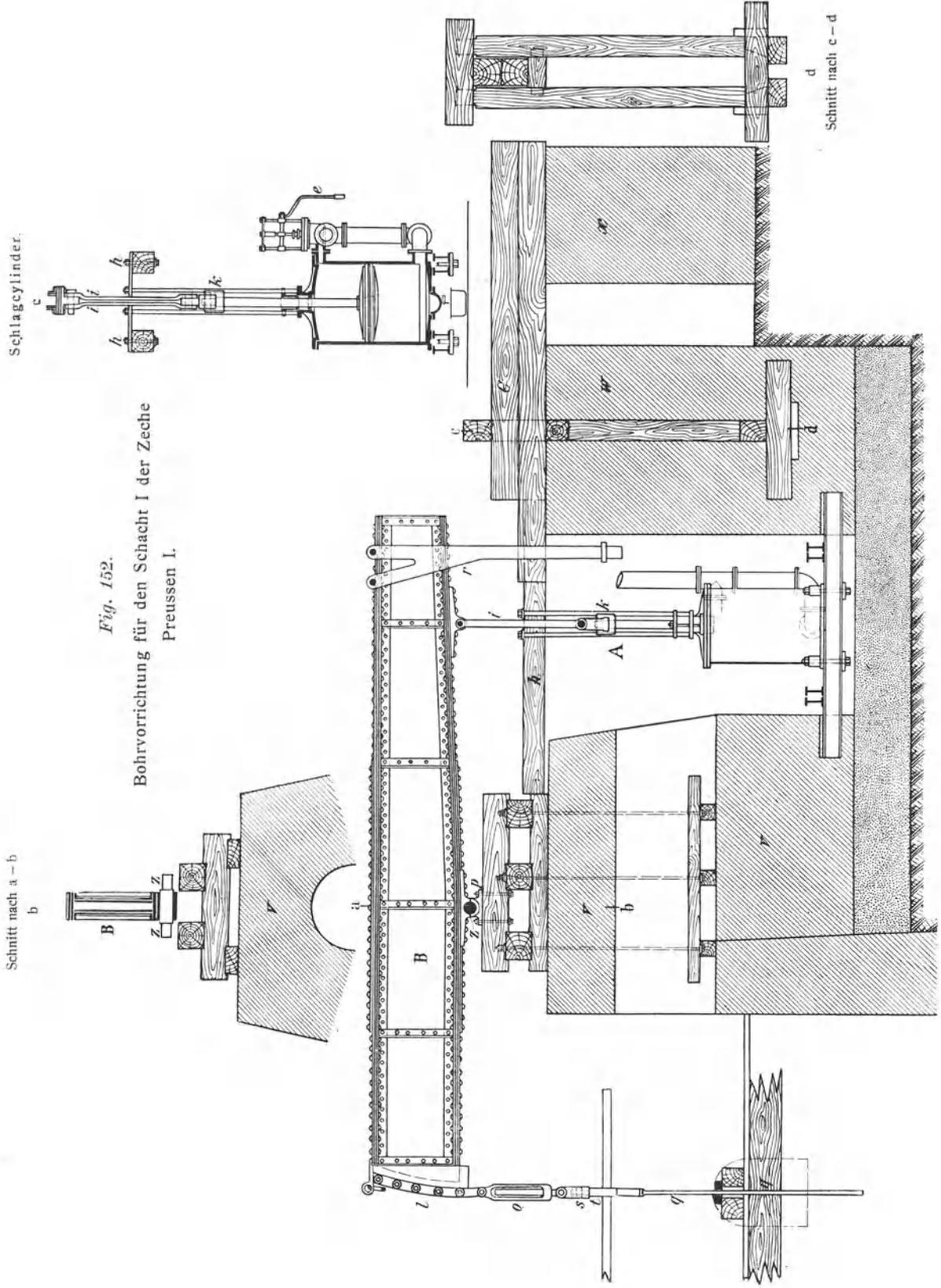
In der Senkmauer von etwa 7 bis 8 m äusserem Durchmesser, mit welcher der Schacht gewöhnlich durch das den Mergel überlagernde lockere Gebirge niedergebracht ist, wird bis etwa 1,5 m Teufe ein Viereck



*Fig. 151.*

Bohrbühne für die Schächte I und II der Zeche Preussen II.

von 5,5 bis 6 m Seitenlänge ausgespitzt (Fig. 151 a und b). Der so gebildete Absatz dient als Auflage für die Bohrbühne, die aus eichenen Balken mit einem Belag von Weidenholzbrettern besteht. In der Mitte der Bühne ist eine 2,5 m breite Oeffnung für den Durchgang des Bohrers beim Einlassen und Aufholen desselben angebracht. Während des Bohrens ist die Oeffnung durch Bretter verschlossen. Zum Abfangen von Bohrer und Gestänge werden zwei Abfangbalken benutzt, welche beim Durchgang des Bohrers durch die Bühne zur Seite geschoben werden.



## Die Bohrvorrichtung.

Auf einer der Längsseiten des Bohrturmes befindet sich in einem besonderen Raum die Bohrvorrichtung (Fig. 152a—d). Diese ist in der Hauptsache aus der Schlagmaschine A, dem Schwengel B und dem Federbalken C zusammengesetzt.

Die Schlagmaschine A besitzt einen aufrecht stehenden Cylinder (Schlagcylinder) (Fig. 152c), welcher auf  $\mp$  Trägern, zwischen den Fundamenten  $v v$  und  $w x$  für das Schwengellager bezw. den Federbalken verlagert ist. Der Cylinderdurchmesser beträgt 1,1 m, die Hubhöhe 1,2 m. Die Kolbenstange wird durch den Kreuzkopf  $k$  und eine vierteilige Gradführung, welche oben an den Balken  $h h$  befestigt ist, geführt. Zur Verbindung mit dem Schwengel dienen die beiden Stangen  $i i$ . Da Zahl und Höhe der Hübe fortwährend geändert werden müssen, wird die Steuerung der Maschine von Hand mittelst des Hebels  $e$  gethätigt.

Der Schwengel B (Fig. 152a und b) war anfangs aus zwei durch Eisenplatten verstärkten Eichenholzbalken zusammengesetzt. Da die Balken aber eine zu geringe Dauerhaftigkeit zeigten, hat Tomson dieselben für den Schacht I der Zeche Preussen I zum ersten Male ganz durch Schmiedeeisen ersetzt, eine Massnahme, welche allgemeine Nachahmung gefunden hat. Der eiserne Schwengel hat einen kastenförmigen Querschnitt, ist 9 m lang und 0,95 bis 1,2 m hoch. Er bewegt sich mit dem Zapfen  $z$  in dem Pfannenlager  $p$ , welches auf einem mit dem Fundament  $v$  durch Schrauben verbundenem Balkengertüst angebracht ist. Der Hub wird durch den Bügel  $r$ , welcher den Stoss auf den Federbalken überträgt, begrenzt.

An dem Kopfende des Schwengels hängt an der Laschenkette  $l$  die Nachlassschraube  $o$ , welche durch den Wirbel  $s$  und die Stange  $t$  mit dem Gestänge  $q$  verbunden wird. Die Stange  $t$  ist mit einem Auge versehen, durch welches der zum Umsetzen dienende Krückel gesteckt wird.

Der Federbalken C besitzt eine Länge von 7 bis 8 m und besteht aus mehreren kantig geschnittenen Eichenholzstämmen von gewöhnlich  $40 \times 40$  cm Querschnitt. An dem Fundament  $w$  ist der Balken durch Schrauben befestigt. Durch die fortwährende Beanspruchung auf Biegung zeigt der vordere Teil des Balkens nach einiger Zeit Risse, worauf man ihn umdreht. Treten auf der anderen Seite dann ebenfalls Beschädigungen auf, so muss eine Erneuerung stattfinden, was früher meist schon nach wenigen Monaten geschah. Auf Preussen II hat man den Balken daher statt aus 2 in der aus Figur 153a—c ersichtlichen Weise aus 6 Stämmen zusammengesetzt und so die Haltbarkeit ganz bedeutend erhöht.

## Die Bohrer.

Beim Abteufen der Schächte von Dahlbusch und Gneisenau waren die Bohrer noch aus Schmiedeeisen gefertigt, während dieselben seitdem auf den Vorschlag von Tomson ganz oder zum grössten Teile aus Stahlfaconguss hergestellt werden. Abgesehen von der grösseren Widerstandsfähigkeit bietet dieses Material den Vorteil, dass den Bohrern eine ge-

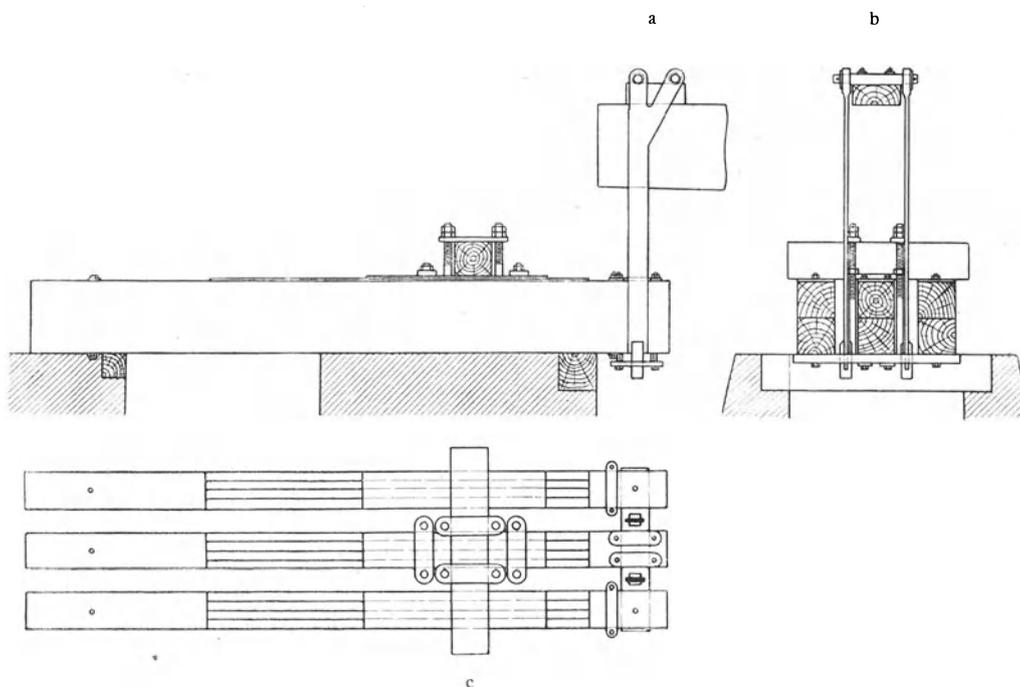


Fig. 153.

Federbalken für die Bohrvorrichtung der Schächte I und II der Zeche Preussen II.

eignetere Form gegeben werden kann. Lieferanten der Bohrer sind das Kruppsche Stahlwerk in Annen, sowie die Maschinenfabrik Haniel & Lueg in Düsseldorf-Grafenberg.

## Der kleine Bohrer.

Der kleine Bohrer, welcher zur Herstellung des Vorschachtes dient, hatte bei den ersten Schächten die aus Figur 154a—d zu ersehende Form\*). Der Schaft a trug an zwei Armen b den Meisselhalter c, welcher mit 8 Zähnen ausgerüstet war. An dem eisernen Querträger d waren

\*) Annal. d. trav. publ. 1859/60, Bd. XVIII, S. 177 u. 1869, Bd. XXVII, S. 139.

zwei Nachschneidezähne angebracht. Ueber denselben befand sich das eiserne Führungskreuz e.

Eine gedrungenerere Form besass der Bohrer, welcher später auf Dahl-

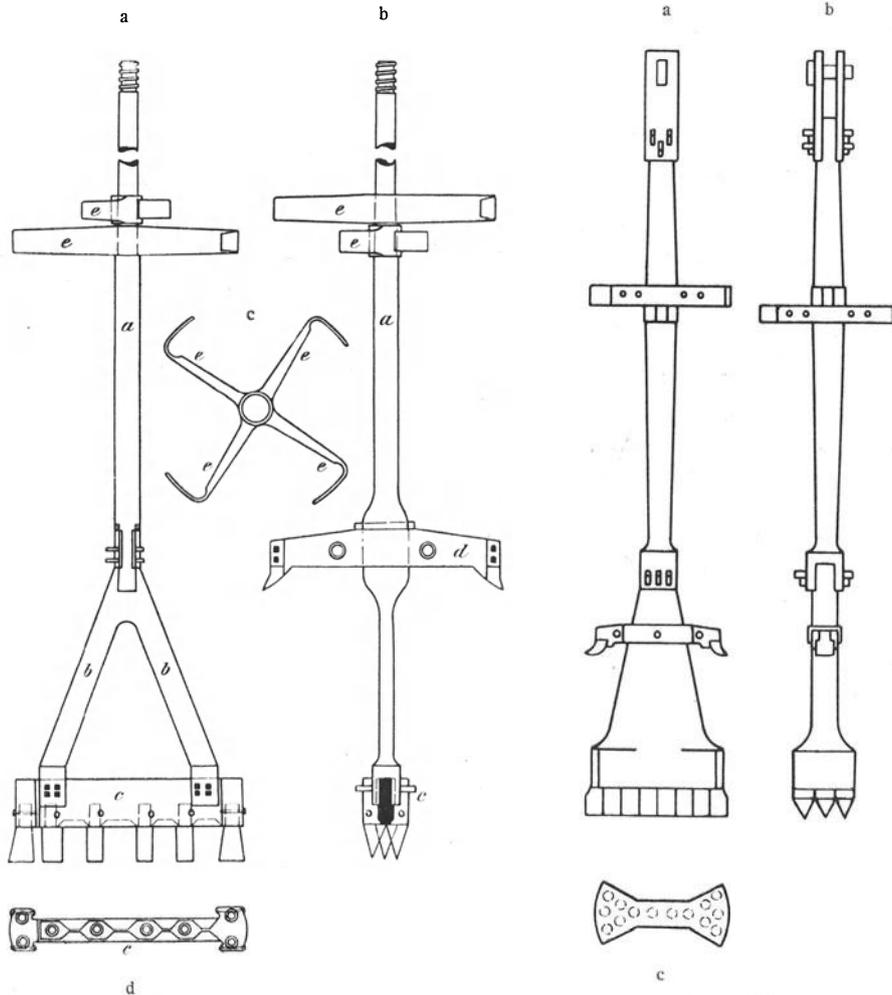


Fig. 154.

Kleiner Bohrer für Dahlbusch II.

Fig. 155.

Kleiner Bohrer für Dahlbusch III und IV.

busch III und IV\*) sowie auf Gneisenau I und II benutzt wurde (Fig. 155a—c).

Den kleinen Bohrer von Preussen I/I stellt Figur 156a—c dar. Der Meisselträger c und der Schaft a waren durch Keile mit einander ver-

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879 Bd. 27 B. S. 37.

bunden und bestanden hier zum ersten Male aus Stahlguss. Um eine bessere Wirkung zu erzielen, hatte man, wie dies jetzt bei allen Bohrern

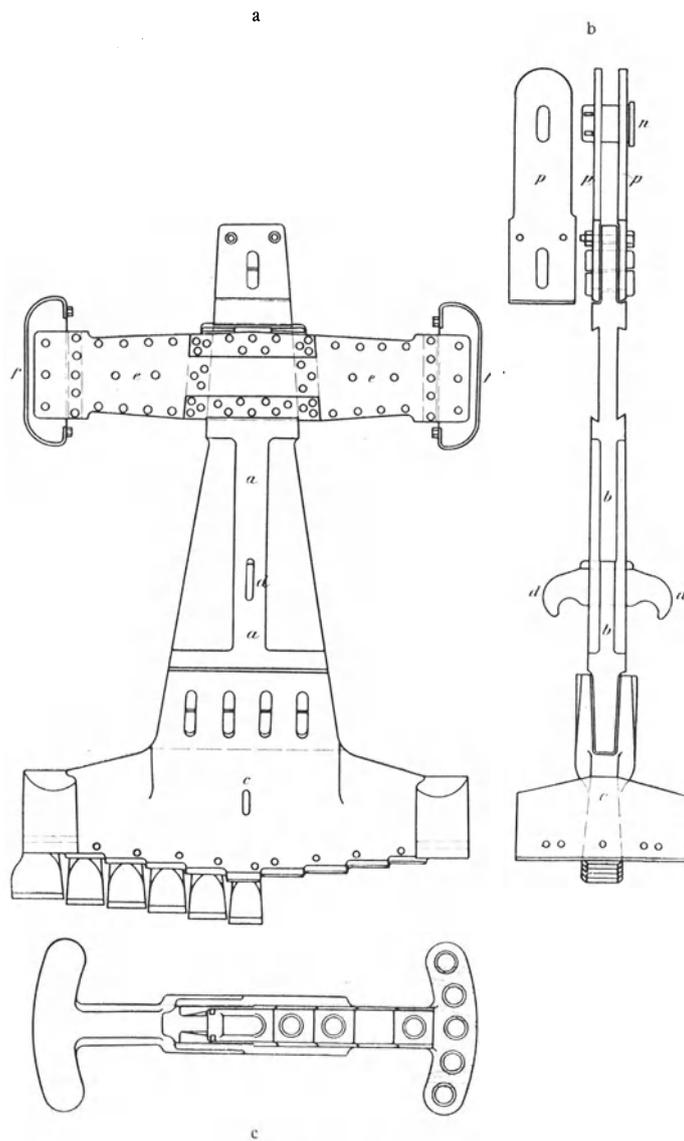
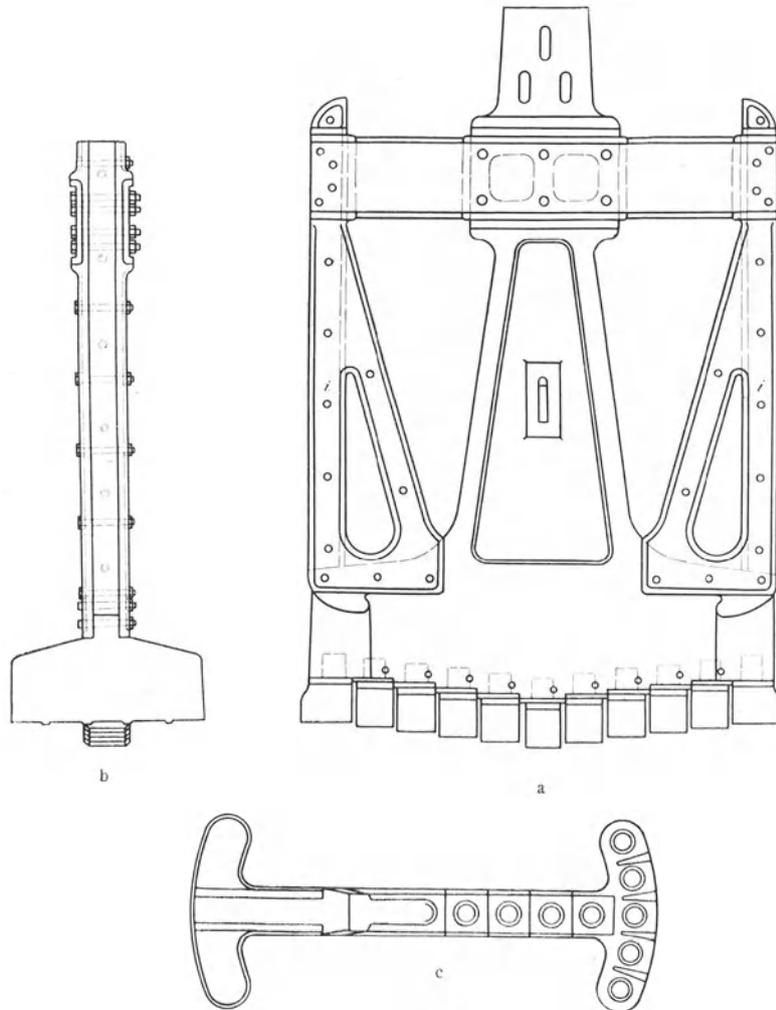


Fig. 156.

Kleiner Bohrer für den Schacht I der Zeche Preussen I.

geschieht, die Schneide nach aussen hin ansteigen lassen. Die schmiedeeiserne Horizontalführung e war mit den hölzernen Wangen f versehen. Die Ansätze d sollten bei Brüchen das Fangen erleichtern.

Da die Horizontalführung sich nicht als ausreichend erwies und sich ausserdem oft lockerte, so hat man den Bohrer neuerdings auch mit Vertikalführungen i (Fig. 157a—c) versehen. Ein solcher ganz aus



*Fig. 157.*

*Fig. 157.*

**Kleiner Bohrer für die Schächte I und II der Zeche Preussen II.**

Stahlguss hergestellter Bohrer ist auf Victor II, Adolf von Hanseemann III und Preussen II, Schacht I und II benutzt worden und hat sich ausgezeichnet bewährt. Schaft und Meisselhalter bilden ein Stück; letzterer trägt bis zu 19 Zähne.

Die Meisselbreite des kleinen Bohrers ist von anfangs 1,35 m allmählich auf 2,60 m bei den neueren Bohrungen erhöht worden, während das Gewicht von 2 400 auf 9 800 kg gestiegen ist. (Tabelle 25, Seite 235).

### Der grosse Bohrer.

Die Konstruktion des grossen Bohrers von Dahlbusch II\*), welcher auch schon bei dem Schachte I dieser Zeche zur Anwendung gelangt ist, zeigt Figur 158a—c. Schaft und Meisselhalter waren durch 3 Arme b mit-

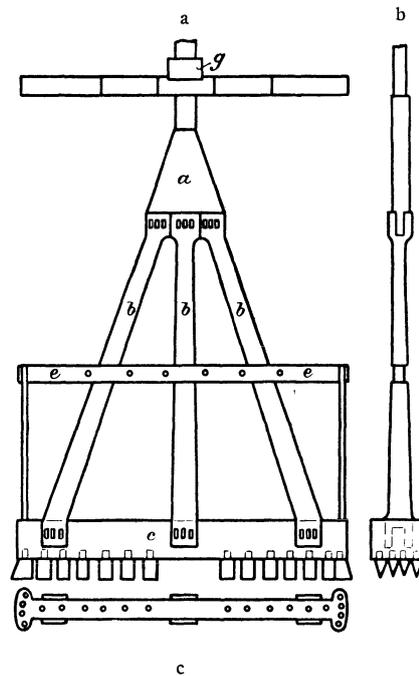


Fig. 158.

### Grosser Bohrer für Dahlbusch II.

einander verbunden. Zur Führung dienten die eiserne Traverse e und das Holzkreuz g. Das Gewicht betrug bei einer Meisselbreite von 4,25 m 8 000 kg.

Eine ähnliche Form hatte der grosse Bohrer, welcher auf Dahlbusch III und IV\*\*) sowie auf Gneisenau I und II benutzt worden ist. (Fig. 159a

\*) Vergl. Annal. d. trav. publ. 1859/60, Bd. XVIII, S. 179 und 1869, Bd. XXVII, S. 139.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 38. Sammelwerk. III.

—c); doch hatte man hier, um die Leistung zu vergrössern, durch kräftigere Gestaltung des Meisselhalters das Gewicht des Bohrers auf 15 000 bis 16 000 kg erhöht.

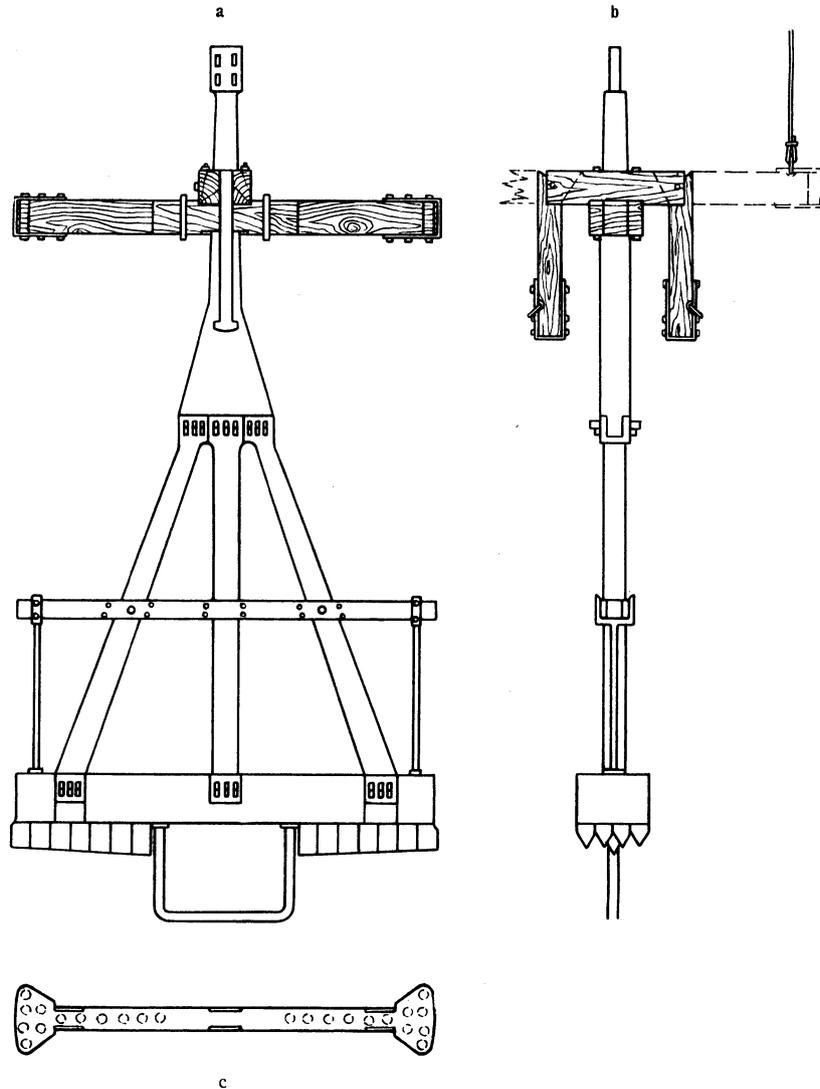


Fig. 159.

Grosser Bohrer für Dahlbusch III und IV.

Der grosse Bohrer von Preussen I, Schacht I, welcher zum grössten Teile aus Stahlguss gefertigt war, ist in Figur 160a und b abgebildet. Nur die Verbindungsstangen h zwischen der Horizontalführung und dem Meisselhalter bestanden hier aus Schmiedeeisen. Die Horizontalführung reichte

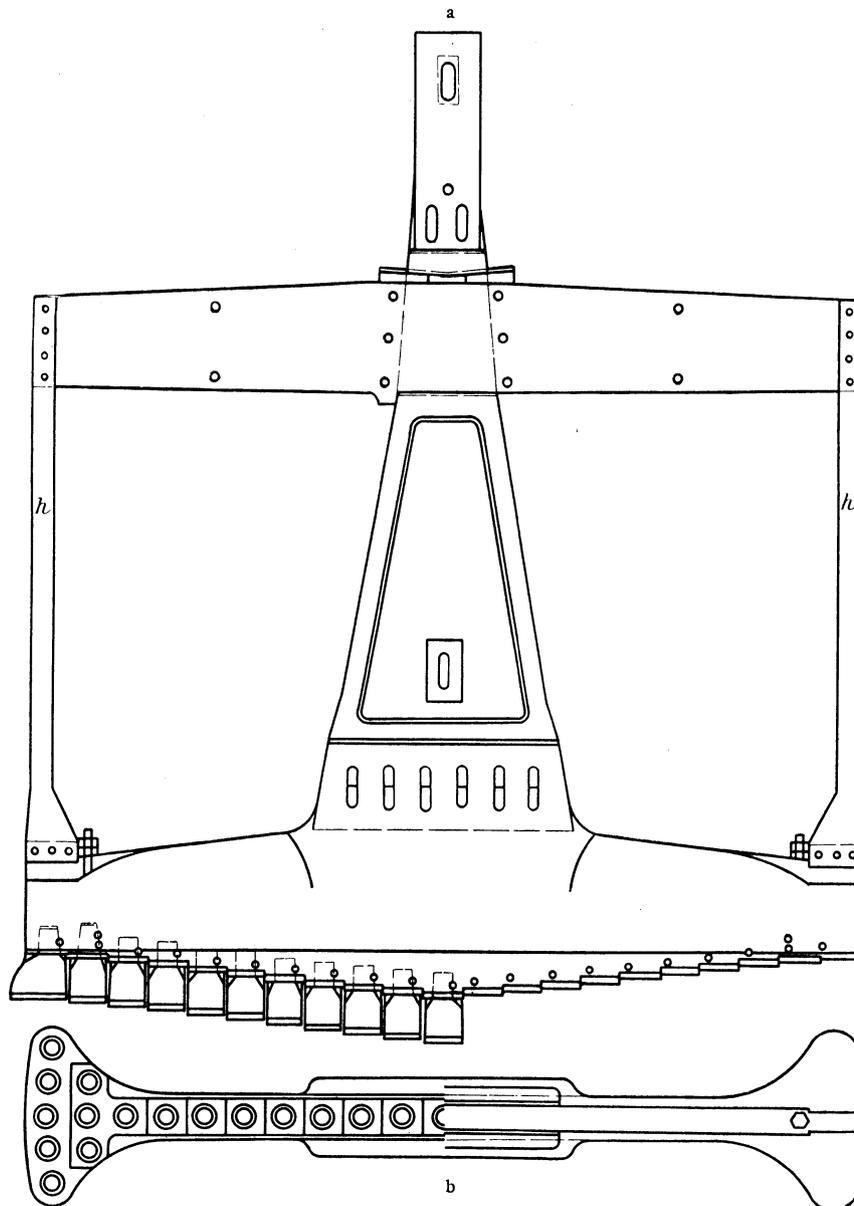
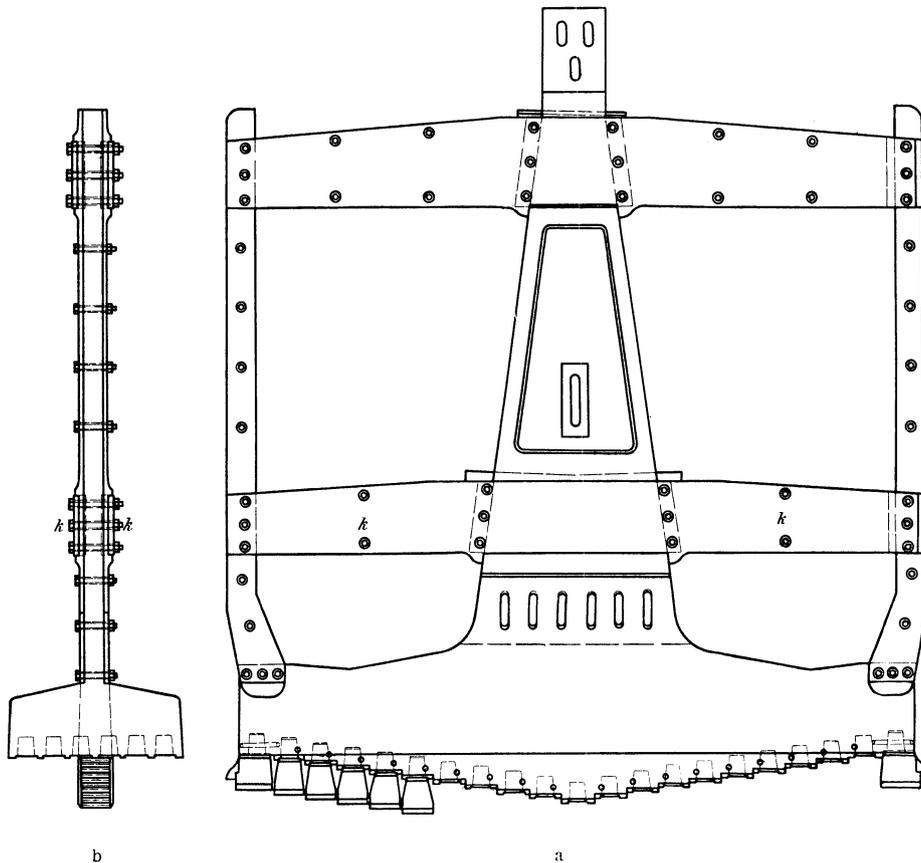


Fig. 160.

Grosser Bohrer für den Schacht I der Zeche Preussen I.

auch in diesem Falle nicht aus und es kamen an dem Bohrer mehrfach Brüche vor, weshalb die Verbindungsstangen später durch kräftige Vertikalführungen aus Schmiedeeisen ersetzt und diese durch Stahlgussplatten k (Fig. 161 a und b) gegen den Schaft des Bohrers verstrebt wurden.

Da die Ecken, in welchen die Vertikalführungen mit der Horizontalführung zusammenstossen, sehr stark auf Druck beansprucht werden, wenn der Bohrer schief aufsetzt, so hat man bei einem Bohrer auf Victor II, welcher später auch auf Adolf von Hansemann II und Preussen II/II benutzt



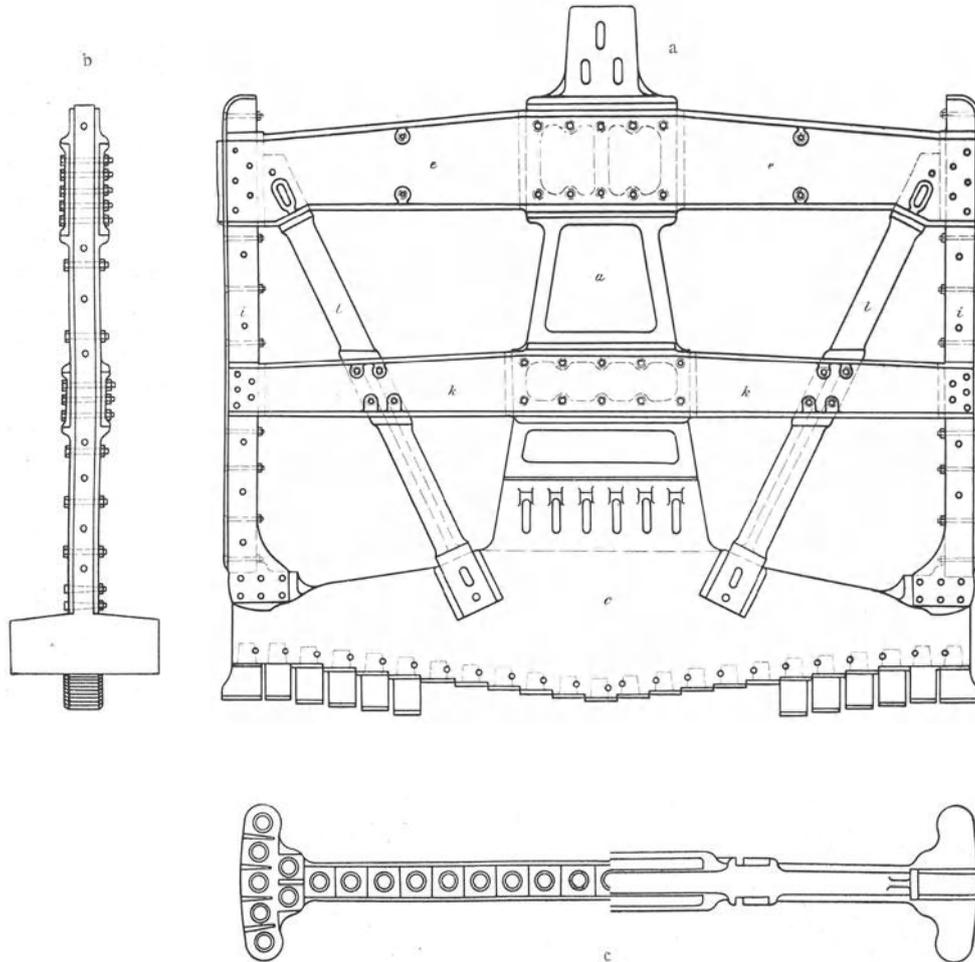
*Fig. 161.*

Abgeänderter Bohrer für Preussen I.

wurde, ausserdem die Diagonalstreben 1 angebracht (Fig. 162 a—c). Die Erfahrungen auf den genannten Schächten haben jedoch gelehrt, dass es zweckmässiger ist, die Streben in der aus Figur 163 ersichtlichen Weise anzuordnen, weil hierdurch am besten Brüche an dem eigentlichen Bohrer vermieden werden, während es weniger darauf ankommt, Beschädigungen an den Führungen zu verhüten, die verhältnismässig leicht wieder auszubessern sind.

Ein derartiger Bohrer ist mit sehr gutem Erfolge auf Scharnhorst I angewendet worden.

Die Vertikalführungen ebenso wie die übrigen Teile des Bohrers aus Stahlguss herzustellen, wie dies bei einem Bohrer von Preussen II/II geschehen ist, hat sich als nicht empfehlenswert erwiesen, da diese Führungen

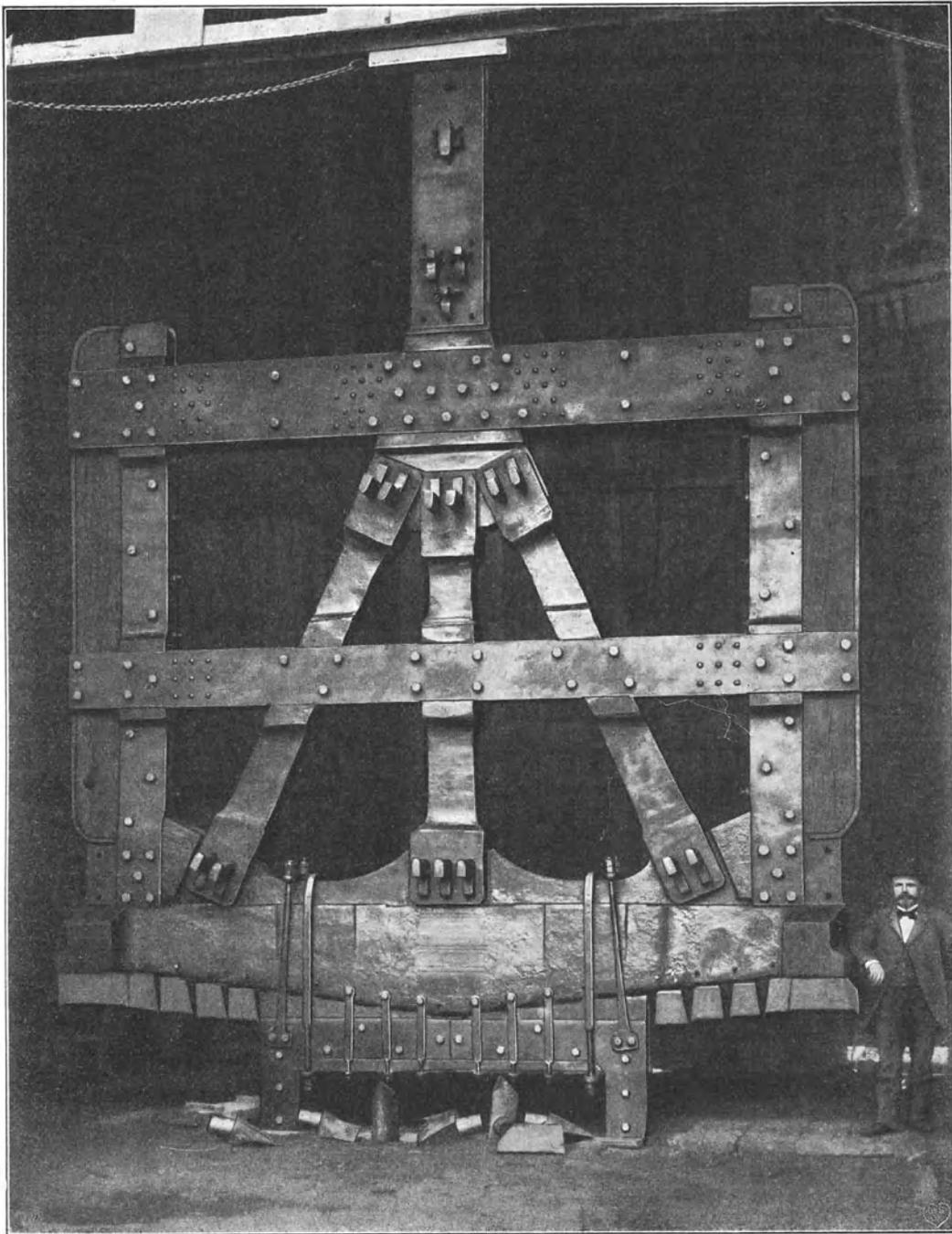


*Fig. 162.*

Grosser Bohrer für den Schacht II der Zeche Preussen II.

häufiger Brüche erleiden als die schmiedeeisernen und schwerer auszubessern sind als diese.

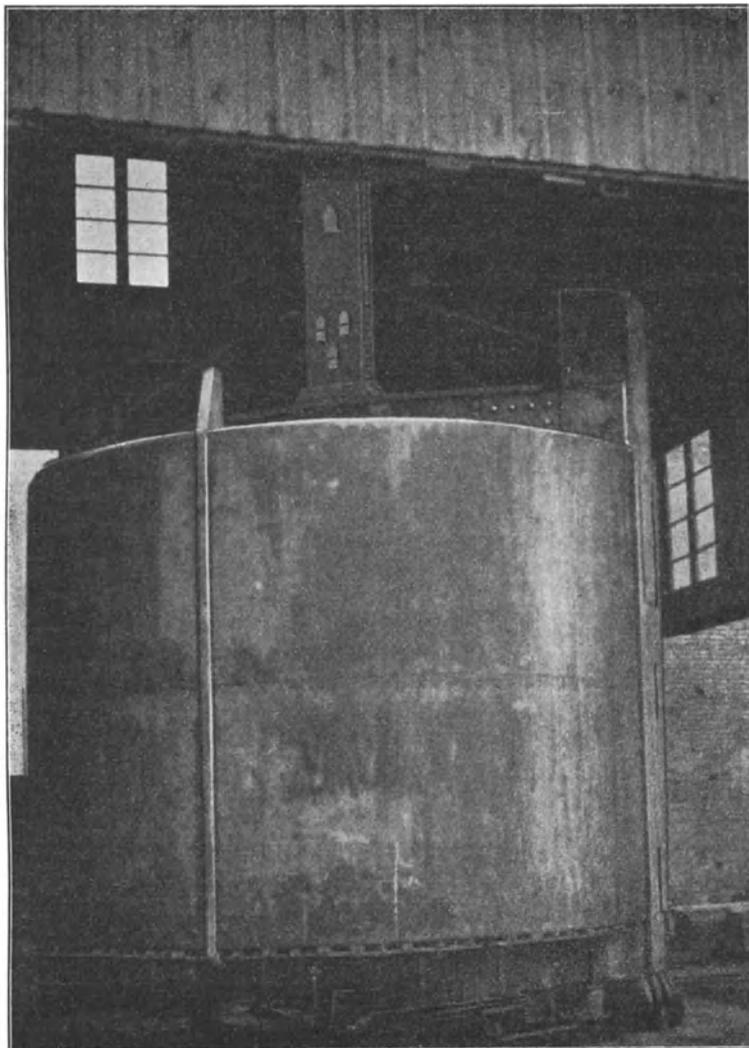
Der Meisselträger des grossen Bohrers ist mit 18 bis 20 Zähnen versehen. In der Mitte, wo die Zähne fehlen, bringt man einen aus hölzernen Balken zusammengesetzten Bügel an, mit welchem der Bohrer in dem Vorschacht geführt wird.



*Fig. 163.*

Neuerer grosser Schachtbohrer auf Scharnhorst I (System Haniel & Lueg).

Die Befestigung der Zähne erfolgt durch eiserne Bolzen. Wenn der Bohrschacht unrund geworden ist, werden die Kopfzähne beim grossen Bohrer durch besondere Schabezähne ersetzt oder der Bohrer mit einem



*Fig. 164.*

Grosser Bohrer mit rundem Führungsmantel und Schrappzähnen am unteren Rande.

runden Führungsmantel umgeben, welcher am unteren Rande mit Schrappzähnen ausgerüstet ist (Fig. 164).

Das Gewicht der neueren Bohrer beträgt bei einer Meisselbreite von 4,83 bis 5,05 m 23 000 bis 26 000 kg.

### Das Gestänge.

Das Gestänge besteht aus hölzernen Stangen von  $22 \times 22$  cm Querschnitt (Fig. 165 a und b). Als Material wurde auf Dahlbusch und anfangs auch auf Gneisenau Rottannenholz verwandt. Bei grösserer Teufe leistet dasselbe aber dem Wasserdruck nicht mehr genügend Widerstand. Auf Gneisenau war bei 200 m Teufe die Wirkung des Wasserdrucks schon so gross, dass die Seitenflächen der einzelnen Stangen eine konkave Form annahmen und das Wasser in grösseren Mengen in das Holz eindrang, um nach dem Aufholen des Gestänges minutenlang in dünnen Strahlen aus demselben wieder hervorzuspritzen. Bei den neueren Bohrungen hat man daher überall das festere Pitchpineholz angewendet, welches bei guter Auswahl keine Formveränderungen erleidet.

Die Länge der Gestängestücke betrug zuerst 14 m\*), ist später aber, um die Zeit für das Einlassen und Aufholen zu verkürzen, auf 18 und zuletzt auf 20 m erhöht worden. An den Enden stecken die einzelnen Stangen in schmiedeeisernen Gabeln und werden mit diesen durch Schrauben und neuerdings auch durch schmiedeeiserne Bänder verbunden. Die Gabeln sind mit Bunden für das Abfangen des Gestänges auf der Bohrbühne versehen und tragen an einem Ende eine Vater-, am andern eine Mutterschraube, durch welche die Stangen aneinandergeschraubt werden. Beim Verlängern des Gestänges benutzt man provisorisch eiserne Teilgestänge q (Fig. 152a). Die Verwendung von Eisen für das ganze Gestänge empfiehlt sich nicht, weil dasselbe alsdann zu schwer wird, während das hölzerne Gestänge eine fast gewichtslose Verbindung zwischen Schwengel und Bohrer bildet.

### Die Gestängewagen.

Zur Aufhängung der einzelnen Gestängestücke im Bohrgestänge dienen eiserne Gestängewagen (Fig. 166), welche auf der oberen Schienenbahn cc (Fig. 150 a — c, S. 185) hin und her bewegt werden können.

### Rutschscheere und Freifallapparat.

Zwischen Bohrer und Gestänge wird entweder eine Rutschscheere oder ein Freifallapparat eingeschaltet. Im ersteren Falle trägt der Bohrer an seinem Kopfe zwei Laschen p (Fig. 156 b, S. 191), welche durch Keile an ihm befestigt werden und zwischen sich die Platte m (Fig. 167 a und b) nehmen. Diese ist am unteren Ende des Gestänges angebracht und mit einem Schlitz t von etwa 40 bis 55 cm Länge versehen, durch welche der die Laschen verbindende Keil n (Fig. 156) gesteckt wird. So lange

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1883, Bd. XXXI, B S. 421.

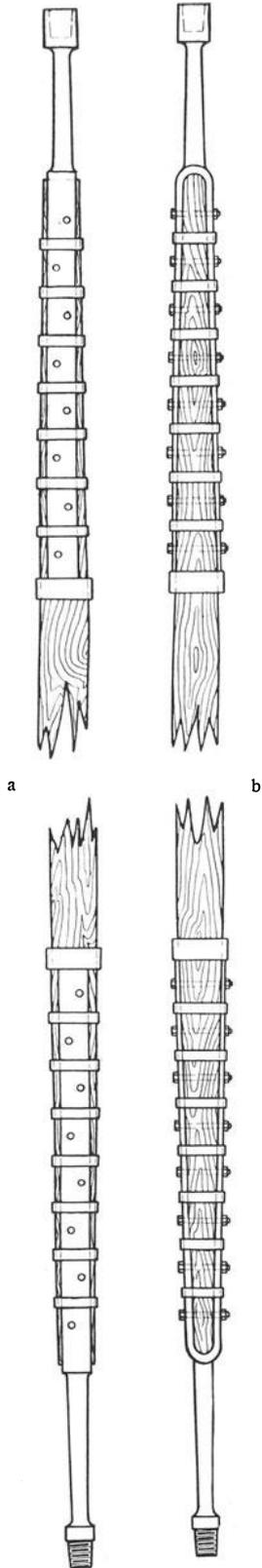


Fig. 165.  
Gestänge für die Schächte  
I u. II der Zeche Preussen II.

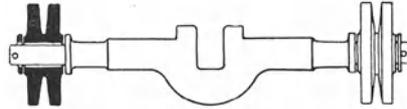


Fig. 166.  
Gestängewagen.

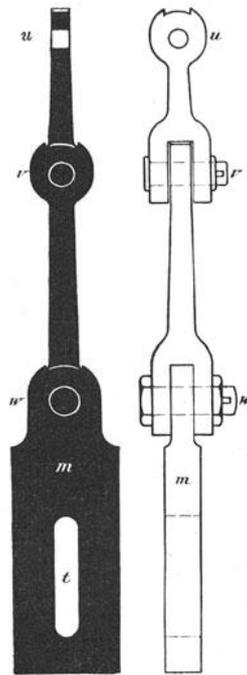


Fig. 167.  
Gelenkstück der Rutscheere für die Schächte  
I und II der Zeche Preussen II.

sich der Bohrer frei im Schachte bewegt, hängt er mittelst des Keiles an dem Gestänge. Berührt er aber die Schachtsohle, so wird das Gestänge entlastet und geht bis zur Begrenzung des Hubes weiter. Es wird dadurch vermieden, dass sich der beim Auffallen des Bohrers entstehende Stoss auf das Gestänge überträgt, andererseits aber eine Stosswirkung auf dieses hervorgebracht, wenn der Bohrer beim Aufgange vom Gestänge wieder gefasst wird. Die Verbindung zwischen der Platte *m* und dem Gestänge bildete früher ein steifes Stück. Da dasselbe aber häufig brach, hat man es neuerdings mit drei Gelenken *u*, *v* und *w* versehen, sodass nach zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen hin eine gewisse Beweglichkeit vorhanden ist (Fig. 167).

Bei dem von Kind erfundenen und von ihm zuerst bei Tiefbohrungen angewandten Freifallapparat (Fig. 168 a—f) wird der Bohrer von einer an dem Gestänge angebrachten Greifzange *CC* bei Beginn des Niederganges frei fallen gelassen und beim Aufgange wieder gefasst. Die beiden Arme der Greifzange drehen sich in den Bolzen *nn*, welche die an dem Gestängestück *T* befestigten Laschen *PP* miteinander verbinden. An dem Gestängestück befindet sich der Fallschirm *R*, welcher sich zwischen dem Ansätze *p* und dem verstellbaren Stücke *p<sub>1</sub>* frei bewegen kann und mittelst der Stangen *HH* die Kulisse *m* trägt. Letztere umgibt mit schrägen Schlitzern die oberen Enden der Greifzange, sodass diese beim Heben des Fallschirms geöffnet und beim Senken geschlossen wird. Zwischen die Laschen *P* schiebt man das Abfallstück *g*, welches mit dem Kopfe *a* und dem Schlitze *r* versehen ist und mit dem Kopfe des Bohrers verbunden wird. Durch die Laschen und den Schlitz *r* wird zur Führung des Abfallstückes der Keil *e* gesteckt.

Während des Niederganges des Gestänges wird der Fallschirm durch den Widerstand des Wassers emporgedrückt, und die Greifzange daher in geöffnetem Zustande erhalten. Gegen Ende des Niederganges schiebt sich dieselbe über den Kopf des Abfallstückes, wird beim Aufgange sodann durch den Druck des Wassers auf den Fallschirm geschlossen und nimmt schliesslich den Bohrer mit empor. Ist der Aufgang beendigt, was plötzlich und mit einem Stosse geschieht, weil der Schwengel gegen den Prellbügel stösst, so bewegt sich der Fallschirm wieder nach oben, öffnet die Greifzange und der Bohrer fällt frei herab. Die Höhe des freien Falles beträgt 25 bis 35 cm.

Um aus demselben Grunde wie bei der Rutschscheere auch hier die Verbindung zwischen Bohrer und Gestänge möglichst beweglich zu machen, bringt man zwischen letzterem und dem Freifallapparat neuerdings ebenfalls zwei Gelenkstücke an, welche ähnlich wie bei der Rutschscheere gestaltet sind.

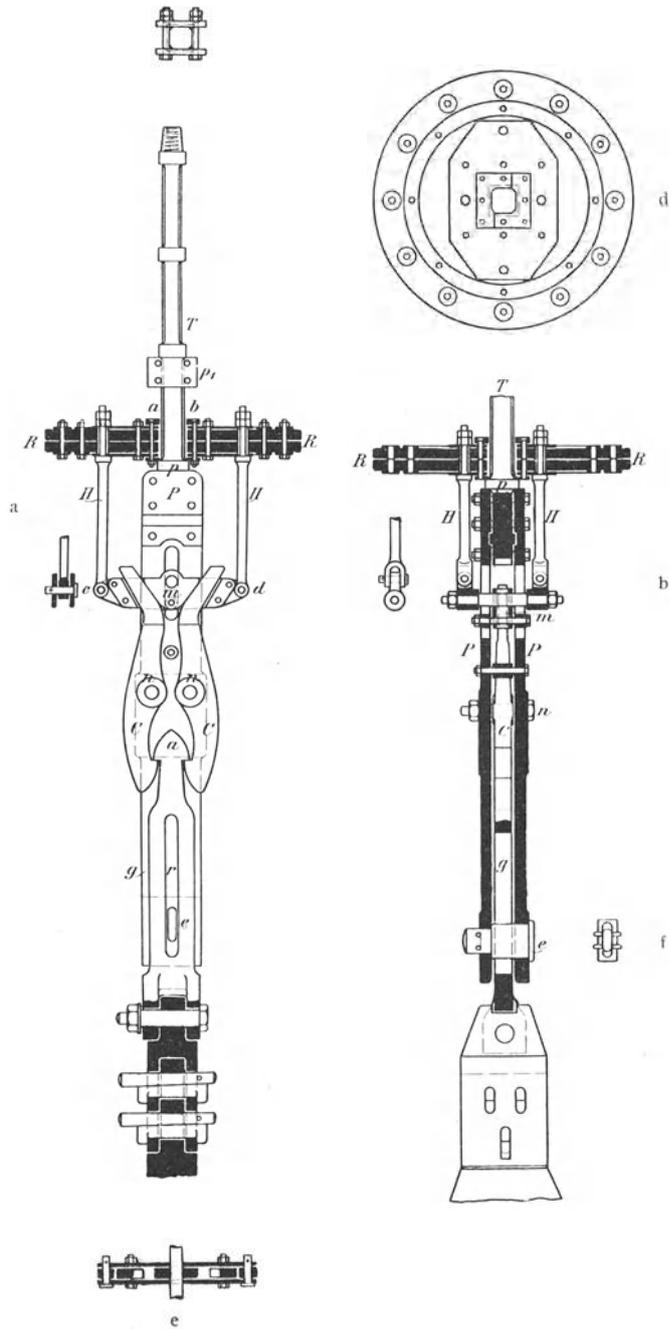


Fig. 168.

Kindscher Freifallapparat.

### Die Kabelmaschine.

Hinter oder gegenüber der Bohrvorrichtung wird in einem Holzgebäude die Kabelmaschine verlagert (Fig. 169 a und b), welche zum Einlassen und Aufholen des Bohrers dient und früher auch zum Löffeln benutzt wurde. Die Maschine war anfangs eincylindrig, hatte 40 bis 50 cm Cylinder-Durchmesser und 80 cm Hub und leistete 30 bis 40 PS. Um das Einlassen und Aufholen des Bohrers möglichst zu beschleunigen, hat Tomson die Leistungsfähigkeit etwa auf das Fünffache erhöht. Man verwendet daher neuerdings Zwillingmaschinen von 150 bis 200 PS, welche vorher meist beim Abteufen auf der Sohle zum Fördern der Berge gedient haben. Dieselben werden mit doppeltem Vorgelege und einer Bobine versehen und müssen eine Tragfähigkeit von etwa 30 000 kg besitzen. Am besten eignen sich Maschinen mit grosser Tourenzahl und geringem Hub.

Am unteren Ende des Alofflachseils von 20 bis 25 mm Stärke und etwa 180 mm Breite, dessen Bruchfestigkeit etwa 180 000 kg beträgt, ist ein Wirbel angebracht, an welchem das Gestänge oder der Bohrer befestigt wird.

### Die Löffelmaschine.

Die Löffelmaschine, für welche etwa 200 bis 300 PS. erforderlich sind, steht der Kabelmaschine gegenüber. Sie ist ebenfalls zweicylindrig und wird meist mit einfachem Vorgelege angetrieben. Wo, wie auf Preussen II/I, vor dem Abbohren die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung zur Anwendung gelangt ist, kann man die hierzu gehörige Maschine benutzen. Bei dem Schachte Victor II hat man sich auch mit gutem Erfolge der schon montierten grossen Schachtfördermaschine bedient. Das Flachseil aus Tiegelgussstahl von etwa  $18 \times 115$  mm Querschnitt besass eine Tragfähigkeit von durchschnittlich 120 000 kg.

### Der Schlammöffel.

Der Schlammöffel hat seit seiner ersten Anwendung Aenderungen in der Konstruktion kaum erfahren. In dem Bügel b (Fig. 170a und b) hängt drehbar der Blechcylinder a, welcher den festen Bügel c trägt. Während des Löffelns sind beide Bügel durch einen Verschluss d miteinander verbunden. Wird derselbe gelöst, so kann der Cylinder gekippt werden. Dieser besitzt gewöhnlich einen Durchmesser von etwa 1,8 m und ist 3,2 m hoch, woraus sich ein Rauminhalt von 8 cbm ergibt. Am Boden sind zwei nach innen sich öffnende Klappen e e angebracht, durch welche beim Füllen der Schlamm eintritt. Damit der Blechcylinder beim Hochziehen sich nicht vollständig entleert, wenn eine der beiden Klappen

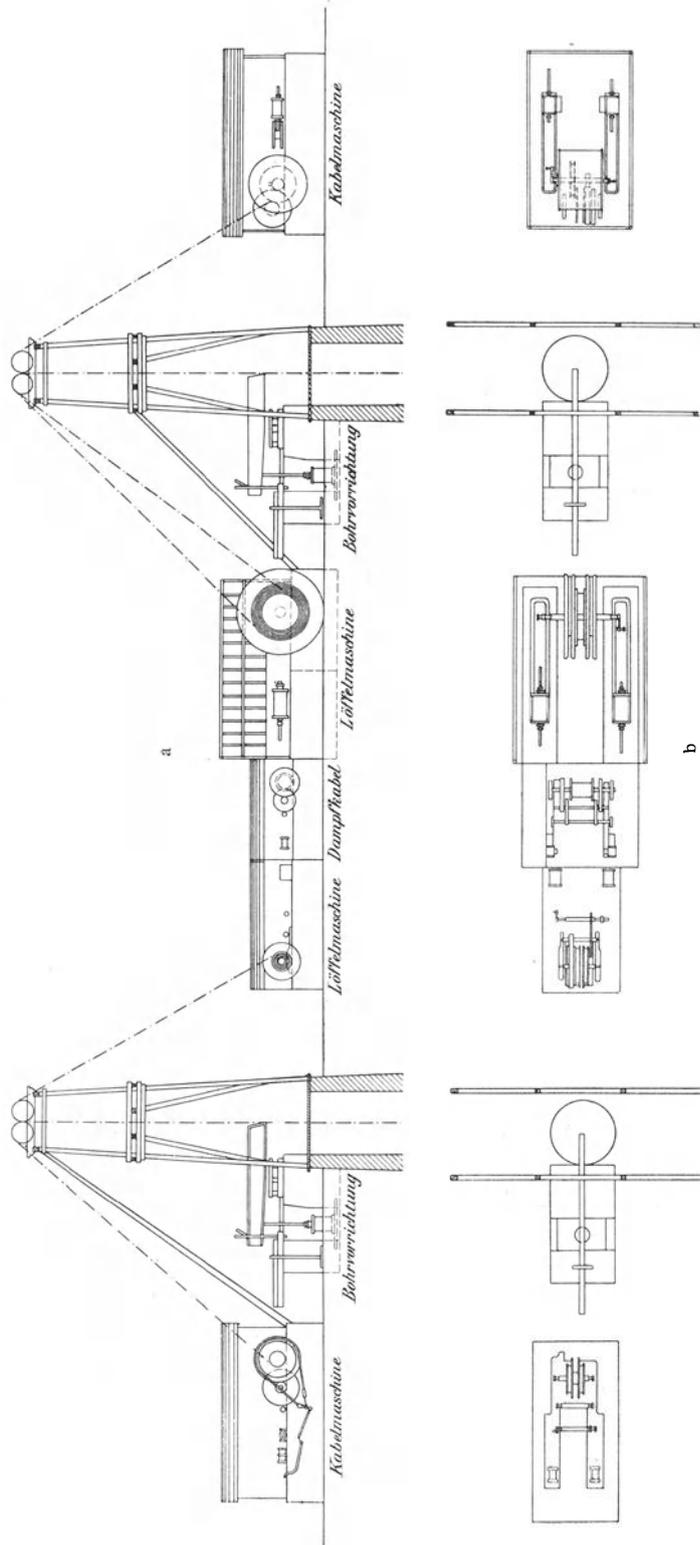


Fig. 169.  
Einrichtungen für das Abbohren der Schächte I u. II der Zeche Preussen II.

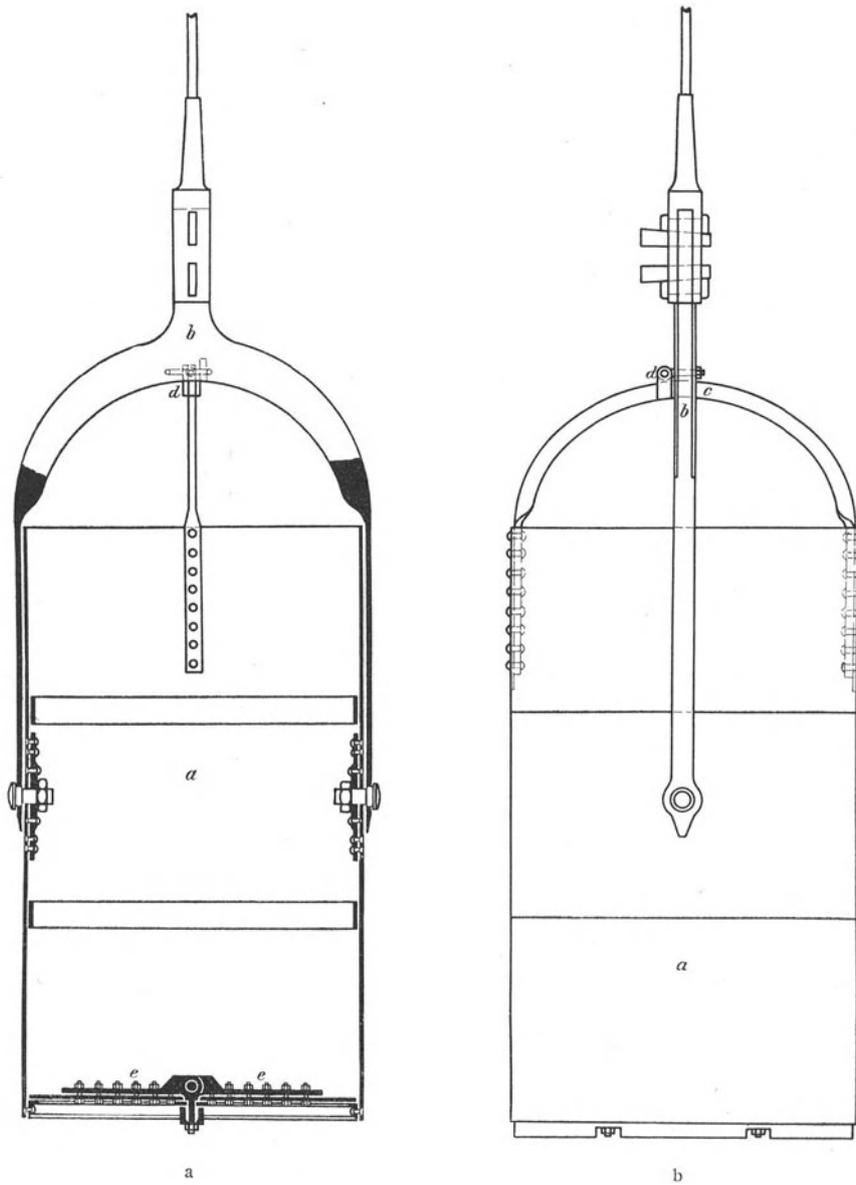


Fig. 170.

Schlammlöffel für die Schächte I und II der Zeche Preussen II.

offenbleibt, wird derselbe häufig durch eine zwischen den Klappen befindliche senkrechte Scheidewand in zwei Hälften geteilt.

Das Leergewicht des Löffels beträgt 4 000 kg, das Vollgewicht bis 16 000 kg.

## Die Bohr- und Löffelwagen.

Die Bohrer sowie der Schlamm­löffel hängen während der Nichtbenutzung an Wagen (Fig. 171a—c), welche auf der unteren Schienenbahn im Bohrgerüst hin- und hergefahren werden können. Die Bewegung erfolgt durch Handkurbeln und Zahnradübersetzung.

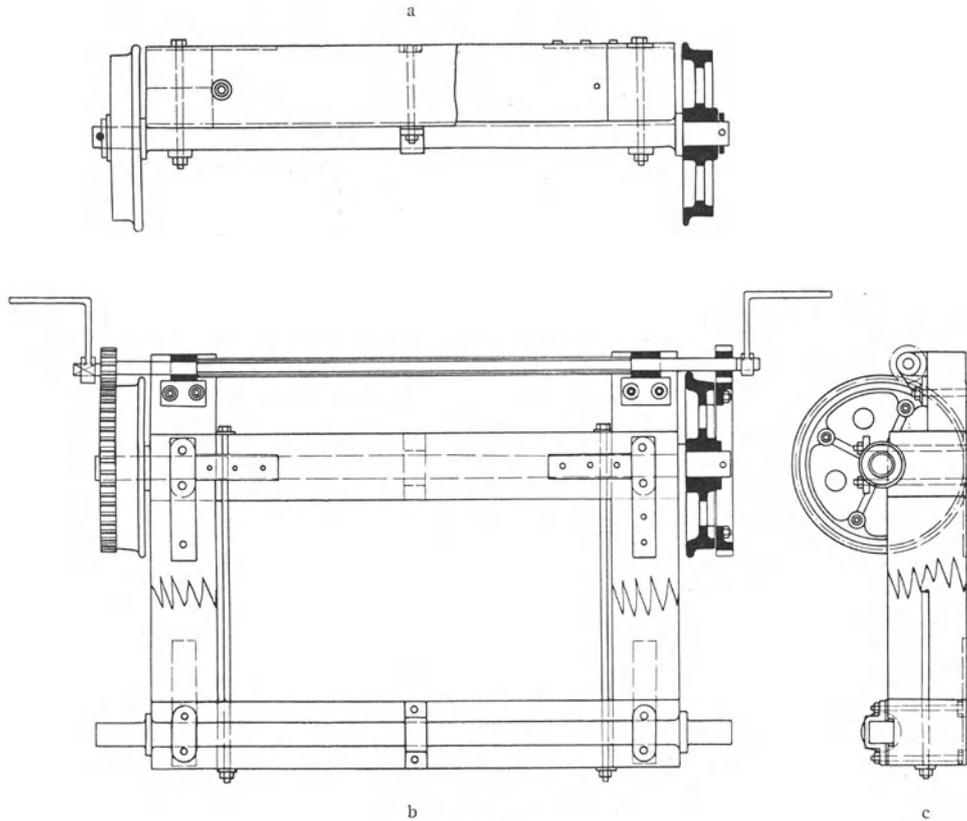


Fig. 171.

Bohr- und Löffelwagen für die Schächte I und II der Zeche Preussen II.

## Der Beton­löffel.

Der Beton­löffel (Fig. 172a—c), welcher dazu dient, den Raum hinter der Cuvelage mit Beton auszufüllen, bildet einen Behälter von etwa 0,3 cbm Inhalt, welcher aus 2 nach der Schachtrundung gebogenen Blechen ll (Fig. 172c) und den Holzleisten kk hergestellt ist. Der Behälter (Fig. 172a) ist unten mit zwei Klappen rr verschlossen, die durch Ketten mit der Stange p in Verbindung stehen. Diese trägt oben einen Ansatz o, welcher in dem Bügel m geführt wird und beim Einlassen des Löffels auf dem

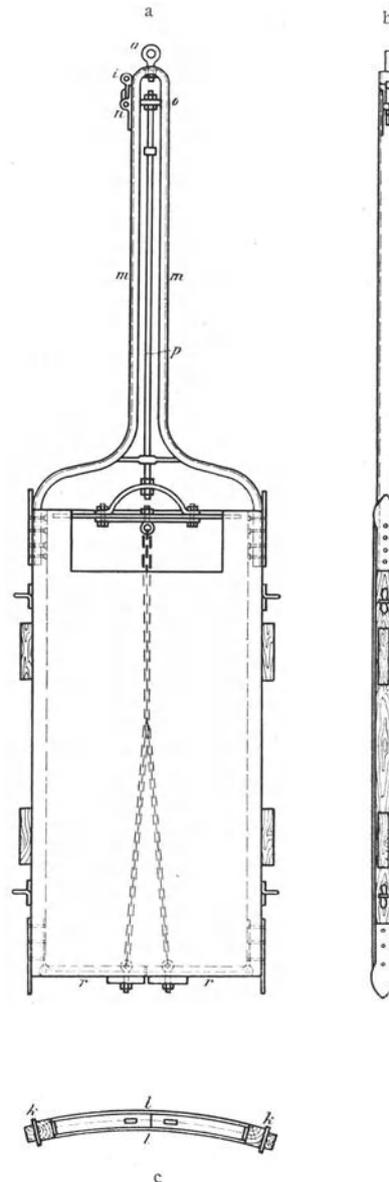


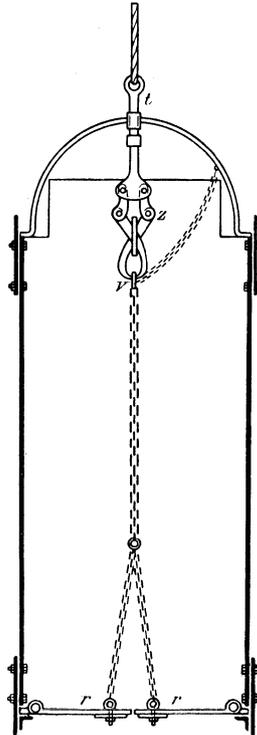
Fig. 172.

Betonlöffel für den Schacht I der Zeche Preussen I.

drehbaren Daumen n ruht. Das Einlassen geschieht mittelst einer Fördermaschine oder eines Dampfkabels an einem Rundseil aus Stahldraht, welches an dem Auge a befestigt wird, während man ein zweites Seil, das um die Trommel eines Handkabels gewickelt ist, mit dem Keil i verbindet.

Ist der Löffel beinahe unten angekommen, so wird das Handkabel angehalten, sodass der Keil aus dem Zwischenraum zwischen dem Bügel m und dem Daumen n herausgezogen wird und letzterer herabfällt. Hierdurch bewegt sich die Stange p nach unten und die Klappen r r öffnen sich.

Auf Preussen II, Schacht I, wurde die Erfahrung gemacht, dass wegen des grossen Gewichts, welches dort die Seile infolge der bedeutenden Teufe



*Fig. 173.*

Betonlöffel für den Schacht II der Zeche Preussen II.

besaßen, nie mit Sicherheit festgestellt werden konnte, ob der Keil schon herausgezogen war oder nicht. Die Vorrichtung zum Oeffnen der Klappen wurde daher für den Schacht II derselben Zeche in der aus Figur 173 ersichtlichen Weise abgeändert, eine Aenderung, welche sich sehr bewährt hat. Das Seil zum Einlassen und Aufholen des Löffels wurde an der Stange t befestigt, welche unten die Scheere z trug. Diese fasste in den Ring v, mit welchem die Ketten für das Oeffnen und Schliessen der Klappen verbunden waren. Während des Einlassens waren die Ketten gespannt und die Klappen geschlossen. Hatte der Löffel die Oberfläche des Betons

erreicht und entstand Hängeseil, so ging die Scheere unten auseinander, sodass der Ring losgelassen wurde und die Klappen sich beim Aufheben des Löffels öffnen konnten.

Betonlöffel einer jetzt veralteten Konstruktion, auf welche daher hier nicht näher eingegangen zu werden braucht, sind s. Z. auf den Dahlbusch-Schächten zur Anwendung gekommen.\*)

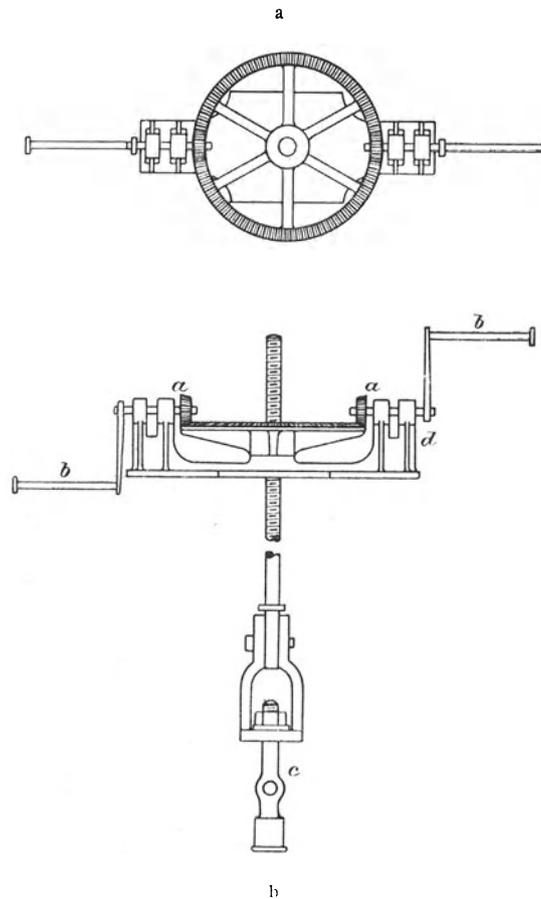


Fig. 174.

Senkwinde für das Einlassen der Cuvelage.

#### Die Senkwinden.

Die Senkwinden, mit welchen die Cuvelage eingelassen wird, bestehen aus Schrauben von 4 m Länge und 8 cm Durchmesser, deren Muttern in die Naben konischer Zahnräder eingekeilt sind (Fig. 174a und b).

\*) Vergl. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 44.

In letztere greifen je zwei konische Ritzel a ein, welche mittelst der Handkurbeln b gedreht werden. Die Achsen der Ritzel ruhen in Lagerböcken d, welche an eine Fundamentplatte angegossen sind. Die Verbindung mit den Senkgestängen wird durch die Wirbel c vermittelt. Zur Bewegung einer Senkwinde sind gewöhnlich 4 Mann erforderlich.



Fig. 175.

Senkgestänge für das Einlassen der Cuvelage.

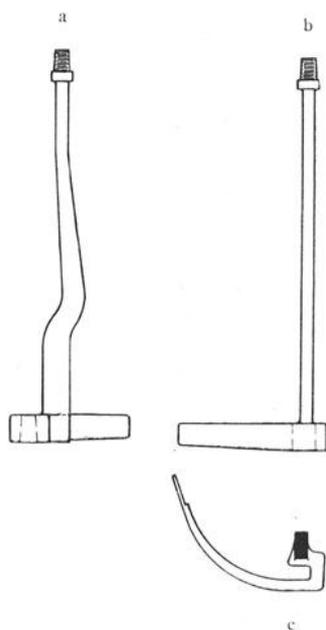


Fig. 176.

Glückshaken.

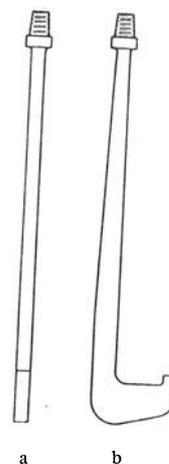


Fig. 177.

Einfacher Fanghaken.

#### Die Senkgestänge.

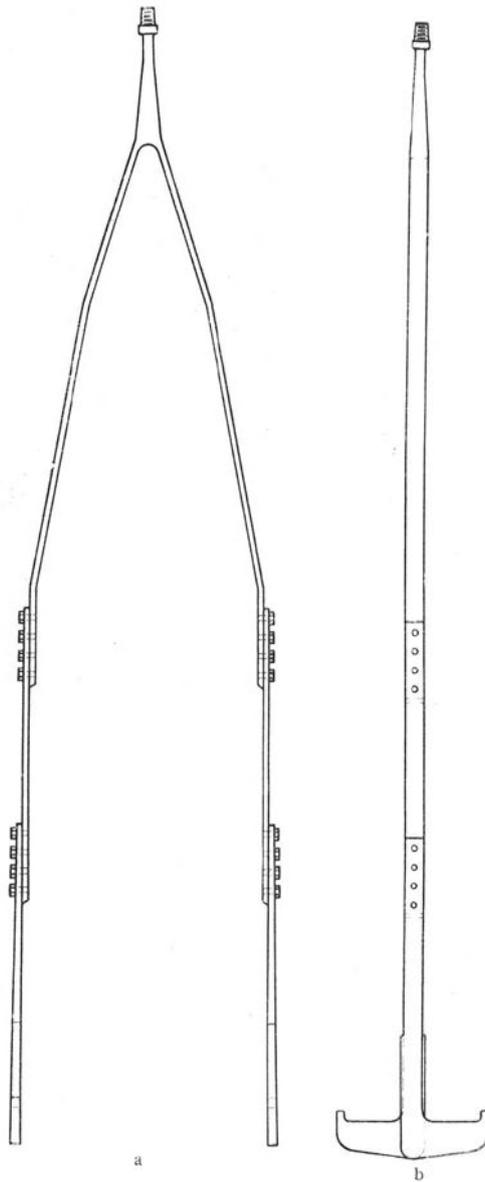
Die Senkgestänge (Fig. 175), sind aus 4 m langen schmiedeeisernen Stangen von  $55 \times 55$  mm Querschnitt zusammengesetzt. Die Stangen werden durch Vater- und Mutterschrauben miteinander verbunden und sind mit Bunden für das Abfangen versehen.

#### Die Fanggeräte.

Die aus Eisen hergestellten Fanggeräte werden gewöhnlich am Bohrgestänge eingelassen und bestehen aus dem Glückshaken, dem einfachen und doppelten Fanghaken, dem Scharnierhaken sowie dem Klauenfänger.

Der Glückshaken (Fig. 176a—c) wird zum Fangen gebrochener Gestänge benutzt und soll das Gestänge unter einem Bunde fassen, sodass dasselbe heraufgeholt werden kann.

Den einfachen Fanghaken (Fig. 177a und b) verwendet man, um bei einem Seilbruch den Schlammloeffel an einem der beiden Bügel fassen zu können.



*Fig. 178.*  
Doppelter Fanghaken.

Der doppelte Fanghaken (Fig. 178a und b) wird zum Fangen des Bohrers gebraucht, indem die umgebogenen Enden des Werkzeugs unter die Horizontalführung oder die Horizontalstreben geschoben werden.

Der Scharnierhaken (Fig. 179a—c) findet zum Heben von Teilen des Bohrgestänges Verwendung, an denen sich kein Bund zum Fangen befindet. Der Apparat besteht aus der Stange *g* und dem Haken *h*, welcher drehbar an der ersteren befestigt ist. Der Haken wird beim Ein-

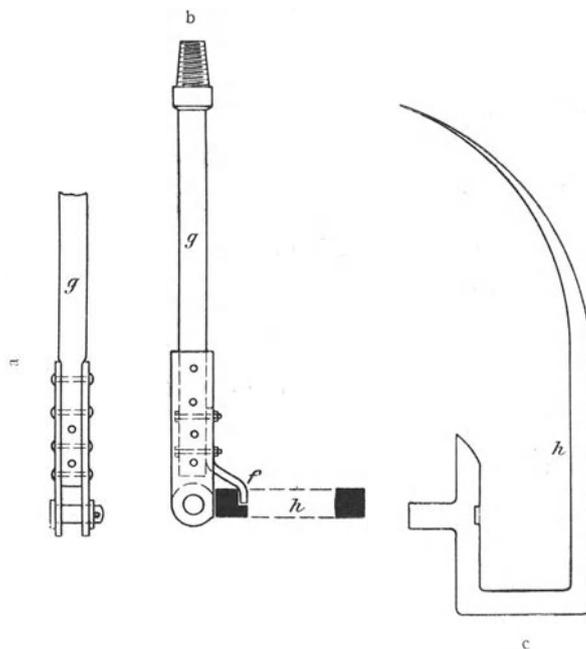


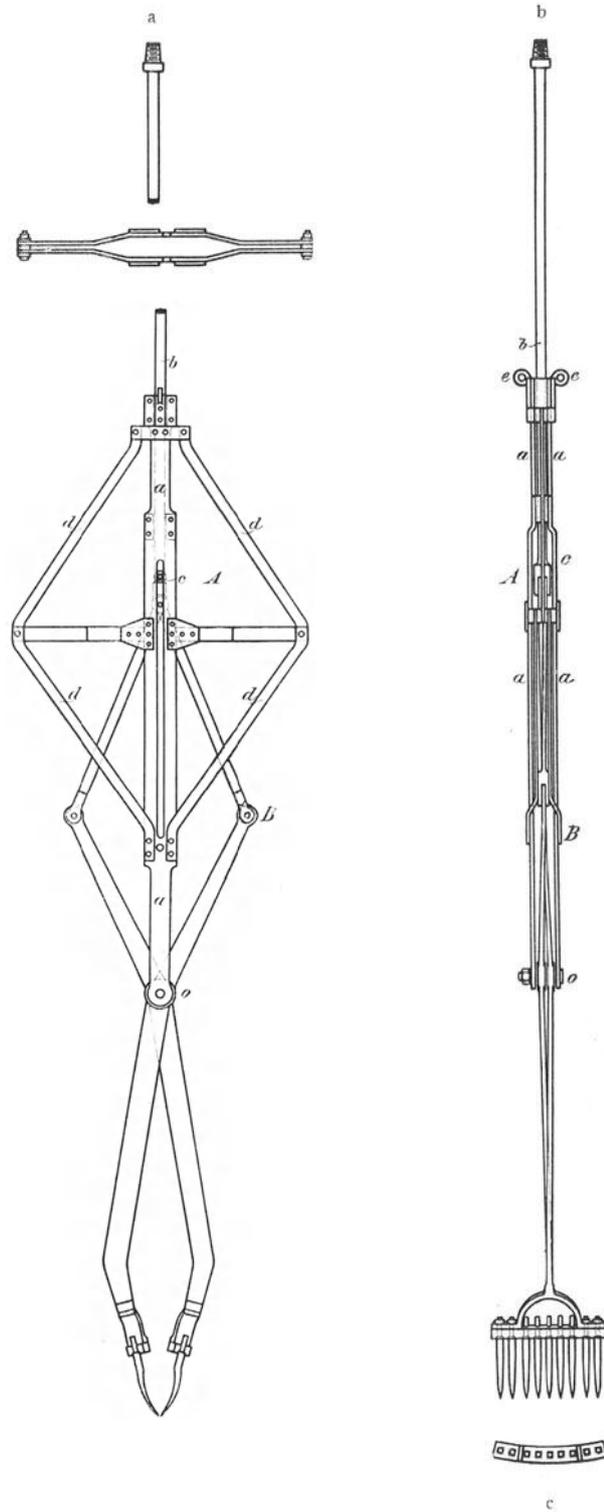
Fig. 179.

Scharnierhaken.

lassen durch die Feder *f* in horizontaler Lage erhalten, klappt aber, wenn der Apparat fest gegen das zu fangende Gestänge gedrückt wird, beim Emporziehen um, sodass sich dieses zwischen die beiden Arme des Hakens klemmt.

Als Klauenfänger oder Krätzer endlich (Fig. 180a—c) bezeichnet man ein Gerät, welches Bohrzähne oder andere kleinere in den Schacht gefallene Gegenstände aus diesem zu entfernen bestimmt ist.

Zwischen dem Schieber A, welcher aus den mit Schlitz versehenen Laschen *aa* besteht, ist bei *o* drehbar die Scheere B angebracht. Dieselbe ist oben mit der Stange *b* verbunden, welche durch einen Bolzen *c* in den Schlitz der Laschen *aa* geführt wird. An dem mit den Oesen *ee*



*Fig. 180.*  
 Klauenfänger oder Krätzer.

versehenen Schieber, welcher durch den Rahmen A verstärkt ist, wird ein Seil befestigt, während die Stange b an das Gestänge angeschraubt wird. Durch Anziehen des Seiles wird der Apparat geöffnet und durch Nachlassen geschlossen. Der Klauenfänger gelangt sowohl im Vorschacht, wie im Erweiterungsschacht zur Anwendung. Im letzteren Falle verschliesst man den Vorschacht mit einem Blechtrichter, dem Kratzlöffel, welcher durch Ketten an dem Fänger befestigt wird.

Sonstige Einrichtungen.

Für den Betrieb der verschiedenen Maschinen ist eine Kesselanlage von etwa 300 bis 400 qm Heizfläche erforderlich. Ferner sind zur Vor- nahme der kleineren Reparaturen und für sonstige Arbeiten eine Schmiede

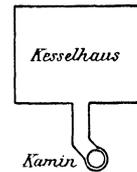


Fig. 181.

Lageplan der Einrichtungen für das Abbohren der Schächte I u. II der Zeche Preussen II.

sowie eine Schreinerwerkstätte zu errichten und für die Herstellung einer elektrischen Beleuchtungsanlage sowie für die Beschaffung von Bureau-, Wasch- und Magazinräumen Sorge zu tragen. Schliesslich muss (Fig. 181) für das Abladen der Cuvelageringe ein Krahn auf- gestellt werden.

Kosten der Einrichtungen und Apparate.

Die Kosten für die Einrichtungen und Apparate sind bei einer grössten Bohrteufe von etwa 350 m nach den im Ruhrbezirk

gemachten Erfahrungen unter den heutigen Verhältnissen auf etwa 275 000 M. zu veranschlagen, welche sich, wie folgt, verteilen:

1. Bohrgerüst nebst Fundamentierung . . . . .	M. 20 000
2. Bohrvorrichtung und Bohrapparate nebst Gestänge und sonstigem Zubehör (teilweise alt gekauft) . . . . .	„ 125 000
3. Kabel- und Löffelmaschine (alt gekauft) nebst Fundamentierung „	70 000
4. Sonstige Einrichtungen . . . . .	„ 60 000
	<hr/>
	zusammen M. 275 000

Für die Schächte I und II der Zeche Preussen II betragen beispielsweise die Kosten der Einrichtungen und Apparate bei einer grössten Bohrteufe von 373 bezw. 368 m zusammen rund 520 000 M., sodass auf jeden Schacht 260 000 M. entfallen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich in diesem Falle die Kosten deshalb etwas niedriger stellen, als oben angegeben ist, weil manche Einrichtungen beiden Schächten gemeinschaftlich dienen.

Da ein Teil der Einrichtungen und Apparate meist schon vorher beim Abteufen von Hand benutzt worden ist und auch nach dem Abbohren gewöhnlich noch weiter verwandt wird, ferner ein anderer Teil wieder verkauft werden kann, so sind von der angegebenen Summe von 275 000 M. etwa 50 % in Abzug zu bringen, sodass noch rund 140 000 M. als wirkliche Ausgabe verbleiben. Es ist dies ein Betrag, der keineswegs als zu hoch gegriffen betrachtet werden darf.

Bei geringerer Teufe nehmen die Kosten ab, wenn auch nicht in sehr erheblichem Masse. Auf Scharnhorst I beliefen sich dieselben bei einer grössten Bohrteufe von 139 m auf über 220 000 M., trotzdem man sich hier einige Beschränkungen in den Ausgaben auferlegt hat.

### c) Die Cuvelage.

Die Cuvelage, mit welcher der Schacht ausgekleidet wird, besteht aus ganzen Schachtringen mit bearbeiteten Flanschen und je 3 horizontalen Verstärkungsrippen.

Eine Zusammensetzung der Ringe aus einzelnen Segmenten ist zu unsicher. Die Ringe werden miteinander verschraubt und die Fugen sowie die Schraubenlöcher in derselben Weise wie bei den bearbeiteten deutschen Tubbing mit Blei-Streifen und Ringen gedichtet.

Der grösste lichte Durchmesser der Cuvelage betrug lange Zeit nur 3,65 m, da sonst bei der üblichen Höhe der Ringe von 1,5 m das Normalprofil der Eisenbahnen überschritten worden wäre. Durch Herabsetzung der Höhe auf 1,2 m gelang es jedoch, den lichten Durchmesser auf 4,10 m bei einem grössten äusseren Durchmesser von 4,55 m zu

vergrössern. Derartige Ringe kamen zum ersten Male im Jahre 1894 bei dem Schachte I der Zeche Preussen I zur Verwendung.\*) Ein weiterer Schritt war die Erhöhung des Durchmessers auf 4,40 m bei dem Schachte Viktor II.\*\*). Es war dies nur durch das Entgegenkommen der Eisenbahnbehörde möglich, welche für den Transport der Ringe unter verschiedenen Ueberführungen die Geleise tiefer legen liess. Ausser Viktor II sind bis jetzt nur die Schächte Adolf von Hansemann III und Preussen II/II mit Ringen von 4,40 m Durchmesser versehen worden. Der grösste äussere Durchmesser dieser Ringe beträgt 4,78 m.

Die Berechnung der Wandstärke der Ringe, welche man mit der Teufe in Absätzen von 10 bis 18 m um je 3 bis 5 mm zunehmen lässt, erfolgt heute meist nach der von Chastelain aufgestellten Formel  $E = 0,009 + 0,000\ 065\ H \cdot D$ , worin E die Wandstärke, H die Teufe und D den Durchmesser in Metern bedeutet.

Bei den 4 Schächten der Zeche Dahlbusch, wo die grösste Teufe, bis zu welcher die Cuvelage hinabreicht, 102,5 m beträgt, ist die Wandstärke von 48 mm nicht überschritten worden.†) Die Ringe der Schächte Gneisenau I und II, welche bis 244 m Teufe abgebohrt wurden, erhielten schon eine grösste Wandstärke von 76 mm††). Auf Viktor II beträgt dieselbe bei einer grössten Teufe von 301 m 90 mm†††) und für den Schacht II der Zeche Preussen II, der bis 368 m Teufe abgebohrt worden ist, gelangten Ringe von 105 mm grösster Wandstärke zur Verwendung. Damit dürfte man aber auch an der Grenze des Erreichbaren angelangt sein, da bei noch grösserer Wandstärke die Gussspannung zu sehr wächst und mit Sicherheit kein dichter Guss mehr zu erzielen ist. Die mehrfach in Anregung gebrachte Herstellung der Ringe aus Stahlguss, wodurch der Preis etwa auf das drei- bis vierfache erhöht würde, hat wenig Zweck, da die Druckfestigkeit von Stahlguss nicht grösser als die von Gusseisen ist.

Es ist daher von Tomson ein Verfahren erdacht und demselben patentiert worden (D. R. P. No. 99 867), nach welchem bei Bohrschächten von grosser Teufe mehrere Cuvelagesäulen von geringem Durchmesser neben- und hintereinander eingebaut und die verbleibenden Zwischenräume zwischen den Cuvelagesäulen, sowie diesen und den Schachtstössen mit Beton ausgefüllt werden sollen. Das Verfahren war für die beiden Schächte der

\*) Haniel & Lueg, S. 93.

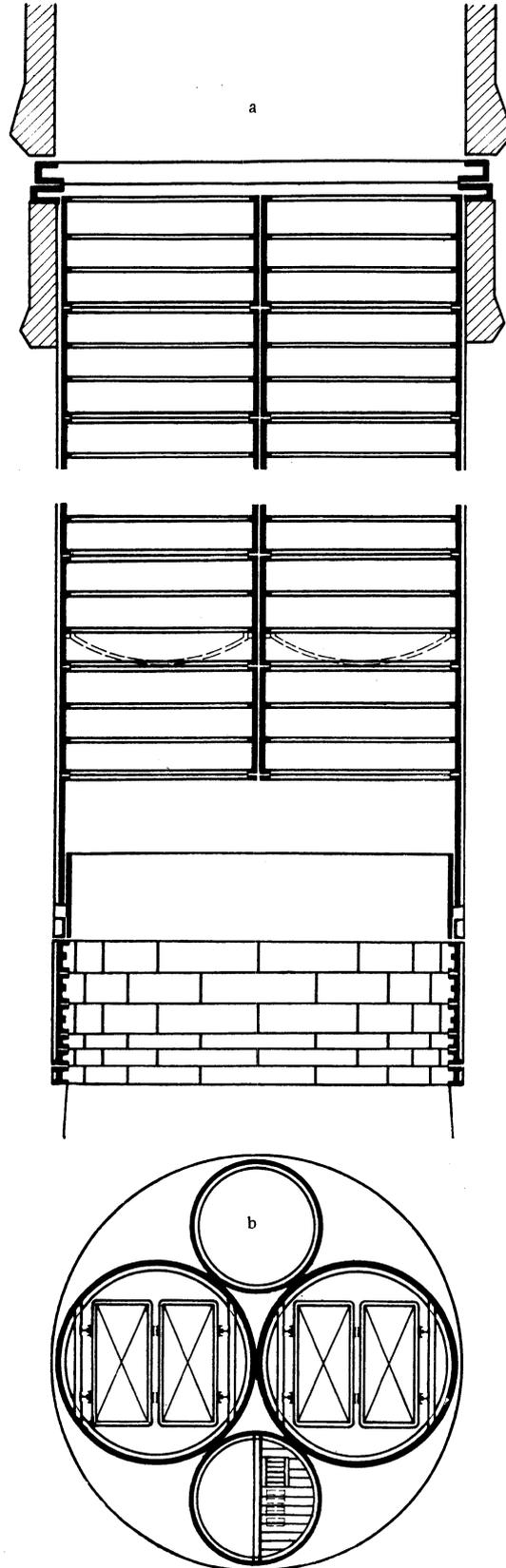
\*\*) Glückauf 1899, S. 44.

\*\*\*) Vergl. auch Glückauf, 1896. S. 705.

†) Annal. d. trav. publ. 1869, Bd. XXVII, S. 145 u. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 43.

††) Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron, Brüssel 1897, S. 5.

†††) Glückauf 1899, S. 45.



*Fig. 182.*

Projektirte Tomsensche Cuvelage für die Schächte I und II der Zeche Werne.

Zeche Werne, welche das Steinkohlengebirge bei etwa 580 m Teufe erreicht haben, vorgesehen, falls man daselbst zum Abbohren hätte übergehen müssen. Die Wasserzuflüsse waren daselbst jedoch beim Abteufen so gering, dass die Schächte von Hand niedergebracht werden konnten. Die Schächte besitzen 5,80 m lichten Durchmesser und es sollten in dieselben 2 Cuvelagesäulen von 2,50 m und zwei andere von 1,65 m Durchmesser eingelassen werden (Fig. 182a und b), von denen die beiden ersteren für je eine Förderung bestimmt waren, während die beiden anderen zur Wasserhaltung, Fahrung sowie zu sonstigen Zwecken dienen sollten.

Ein anderes Verfahren für Schächte von grosser Teufe ist neuerdings von der Firma Haniel & Lueg zum Patent angemeldet worden. Danach soll die erforderliche Wandstärke auf zwei konzentrische Cuvelagesäulen verteilt werden, und der ringförmige Zwischenraum zwischen denselben mit Pressluft, Presswasser oder Beton ausgefüllt werden. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist zweifellos die Verringerung des lichten Schachtdurchmessers durch den Zwischenraum sowie die Flanschen und Rippen der Innencuvelage.

Das Gewicht eines Schachtringes von 3,65 m lichtigem Durchmesser und 1,5 m Höhe für den Schacht II der Zeche Dahlbusch betrug bei 48 mm grösster Wandstärke 7 540 kg,\*) während die 1,2 m hohen Schachtringe für den Schacht II der Zeche Preussen II bei 4,4 m Durchmesser und 75 bis 105 mm Wandstärke 12 650 bis 16 500 kg wogen. Bei dem letzteren Schachte ergibt sich für das laufende Meter Cuvelage mit Ausschluss der Schrauben und des Dichtungsmaterials ein Durchschnittsgewicht von 12 200 kg.

Der Preis der Ringe beträgt etwa 180 M. je 1000 kg.

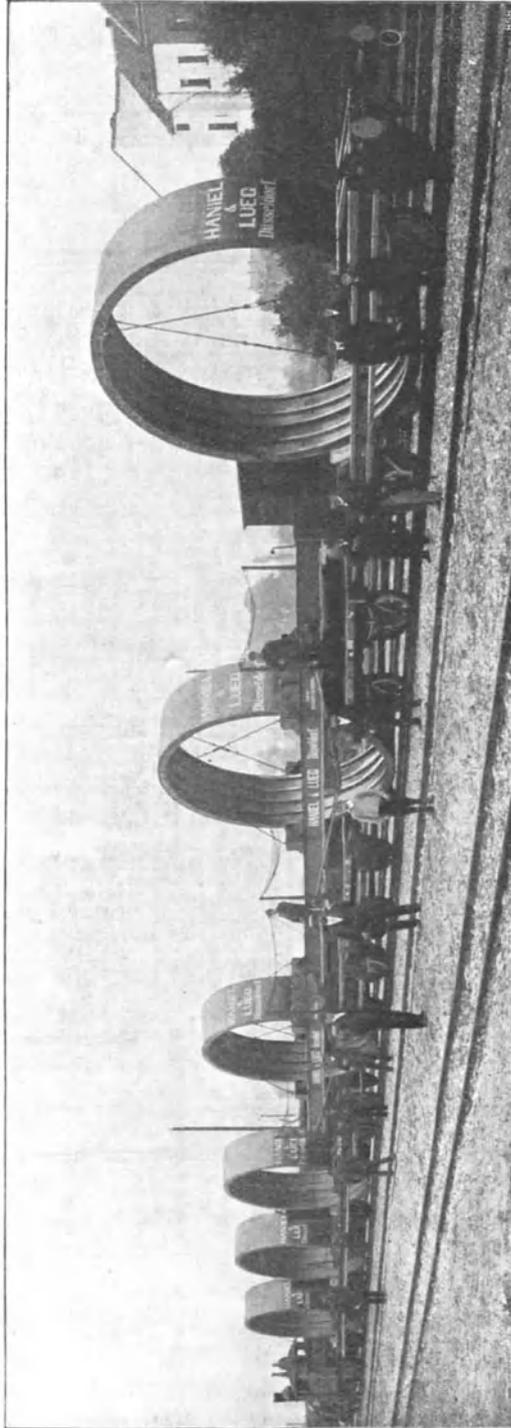
Die Schachtringe für den Wetterschacht und den Schacht II der Zeche Dahlbusch sind von einer Fabrik in Lüttich und diejenigen der Schächte III und IV dieser Zeche von der Firma de Wendel in Hayingen hergestellt. Für alle übrigen Schächte aber hat die Firma Haniel & Lueg die Cuvelage nebst Zubehör geliefert.

Vor dem Versand werden die Ringe einer Druckprobe unterworfen.

Der Transport auf der Eisenbahn erfolgt mittelst besonderer Wagen, zwischen deren Achsen man die Ringe aufhängt (Fig. 183). Je sechs solcher Wagen werden zu Sonderzügen vereinigt, welche nur an Sonn- und Feiertagen fahren dürfen.

Das untere Ende der Cuvelage bildet die Moosbüchse (Fig. 184). Dieselbe besteht aus zwei Ringen, welche sich stopfbüchsenartig ineinander schieben lassen und von denen der innere A mit No. 0 und der äussere B mit No. 1 oder als Mantelring bezeichnet wird. Vor dem Einlassen ver-

\*) Annal. d. trav. publ. 1869, Bd. XXVII, S. 145.



*Fig. 183.*

Transport von Tubings auf der Eisenbahn.

sieht man diese Vorrichtung mit einer 1,20 m hohen Moospackung p. Ist die Cuvelage bis zur Sohle eingehängt, so wird die Moospackung dadurch, dass sich der Mantelring über den Ring No. 0 schiebt, auf etwa 20 bis 40 cm Höhe zusammengepresst und so die Cuvelage nach unten abgedichtet (Fig. 185).

Bei der ursprünglichen Konstruktion der Moosbüchse (Fig. 184), wie sie auf Dahlbusch\*) und Gneisenau zur Anwendung gekommen ist, war der

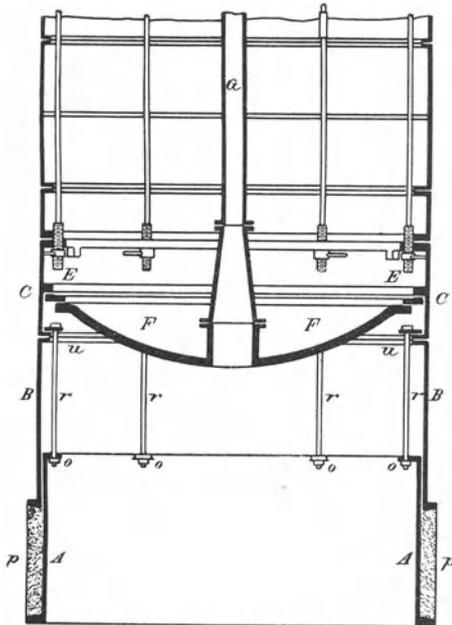


Fig. 184.

Moosbüchse nebst falschem Boden mit Gleichgewichtsröhre für Dahlbusch III und IV.

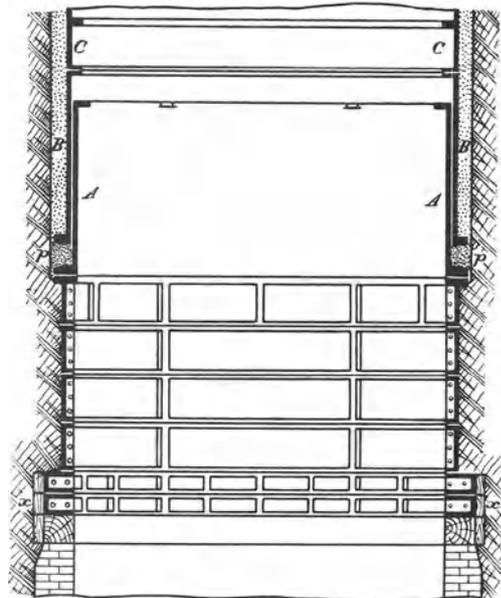


Fig. 185.

Moosbüchse nebst Anschlusscuvelage für Dahlbusch III und IV.

Ring No. 0 mittels eiserner Stangen rr, die an angegossenen Augen oo befestigt waren, an dem unmittelbar über dem Mantelring befindlichen Ring No. 2 (C) aufgehängt. An dem letzteren hatte man zu diesem Zweck eine entsprechende Anzahl Augen uu angebracht, durch welche sich die Stangen, welche nach der Fertigstellung des Schachtes wieder entfernt wurden, beim Zusammenpressen der Moosbüchse hindurchschoben. Da jedoch die Möglichkeit vorlag, dass die Stangen sich verbogen, wodurch der Ring No. 0 in eine schiefe Stellung geraten könnte, so hat man auf

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B. S. 43.

Westhausen II statt der Stangen an dem Ring oben sechs Paar eiserne Winkel  $v v$  (Fig. 186) angeschraubt\*), mittels welcher derselbe beim Einlassen an einem inneren Flansch des Mantelrings hing. Dieser war mit vertikalen Innenrippen  $w w$  versehen, an welchen die Winkel beim Ineinanderschieben der Ringe geführt wurden. Bei neueren Bohrungen, wie

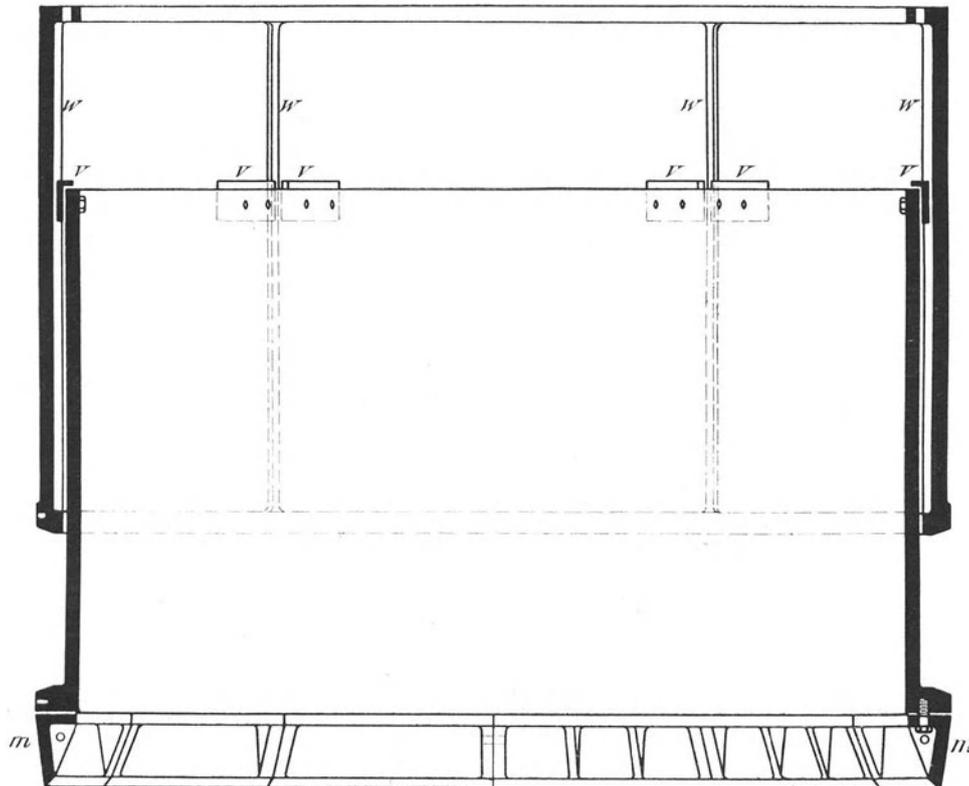


Fig. 186.

Moosbüchse nebst Einführungsring für Westhausen II.

z. B. auf Viktor II, Adolf von Hanseemann II und Preussen II sind die Winkel durch angegossene Vorsprünge  $a$  (Fig. 187) ersetzt, während sich zur Führung derselben im Innern des Mantelringes entsprechende Nuten  $b$  befinden.

Damit der lichte Durchmesser des Schachtes durch den inneren Moosbüchsenring nicht verringert wird, hat man den Ring No. 2 früher

\*) Der Bergbau 1899, No. 30.

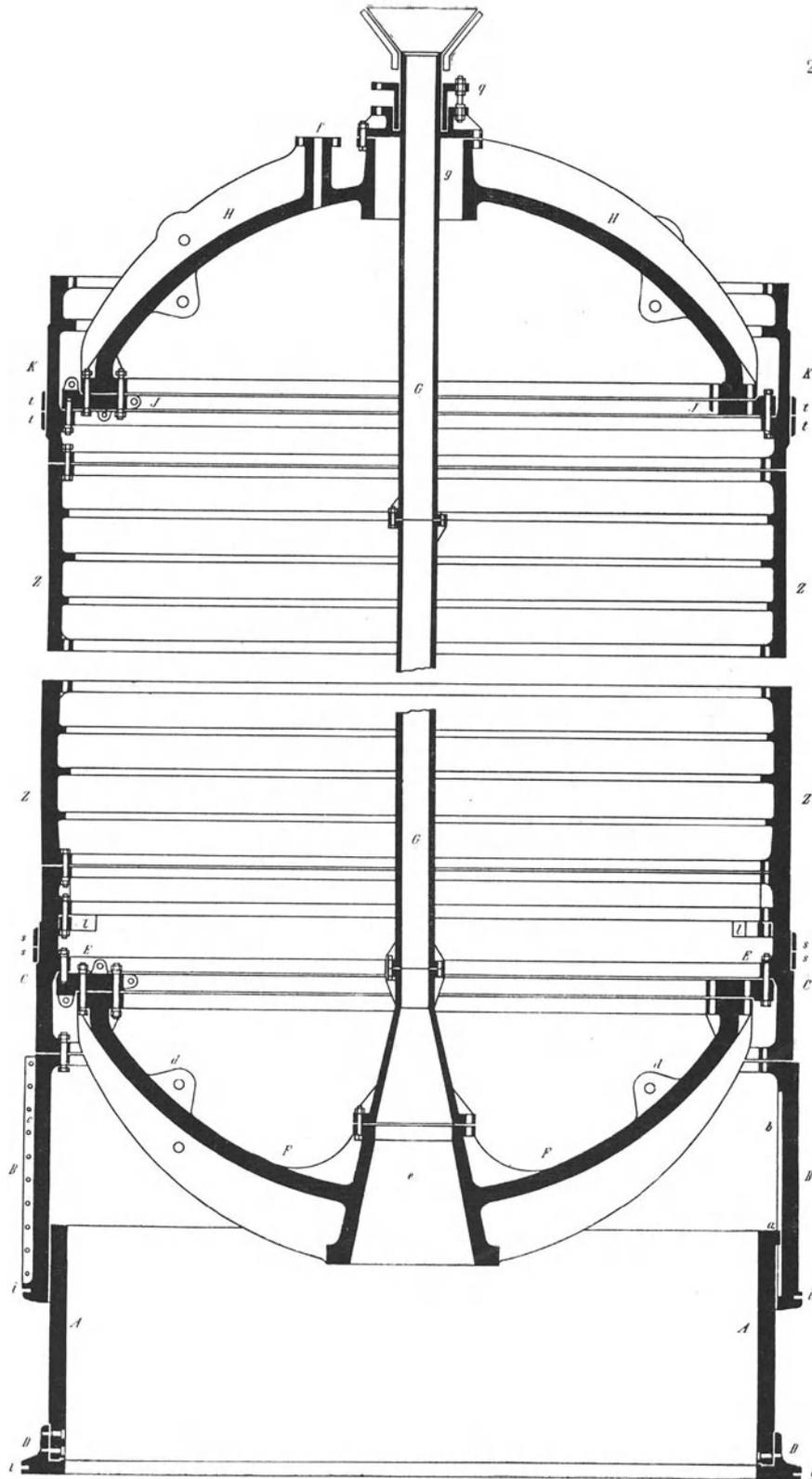
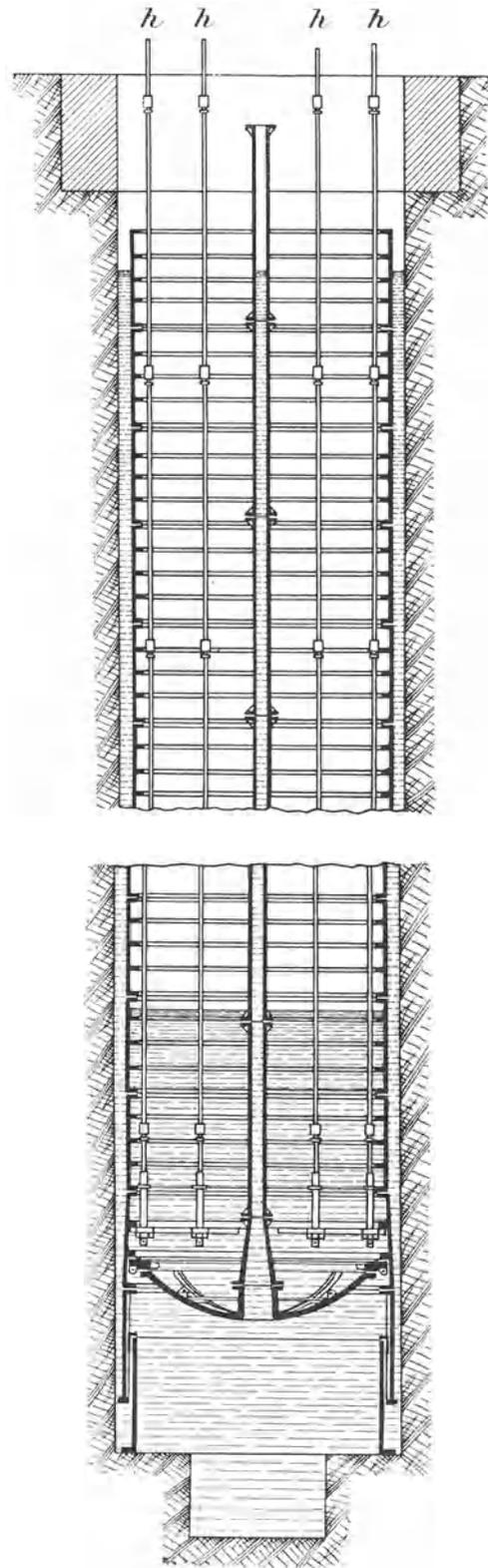


Fig. 187.

Cuvelage nebst Moosbüchse, falschem Boden, Deckel und Gleichgewichtsröhre für den Schacht II der Zeche Preussen II.



*Fig. 188.*

Einlassen der Cuvelage ohne Deckel.

nach unten hin konisch erweitert (Fig. 188). Um diesen jedoch in derselben Weise wie die übrigen Ringe einer Druckprobe unterwerfen zu können, wird ihm neuerdings eine cylindrische Form gegeben. Der untere Teil des Ringes, sowie der Mantelring (Scharnhorst I, Preussen II (Fig. 187) oder auch nur der letztere allein (Victor II, Fig. 189) tritt teilweise nach aussen vor.

Der Mantelring von 1,60 bis 1,80 m Höhe besitzt einen äusseren Durchmesser, welcher etwa 25 cm grösser ist als derjenige der übrigen Ringe. Er bestand früher wie diese aus einem Stück. Durch die Vergrösserung

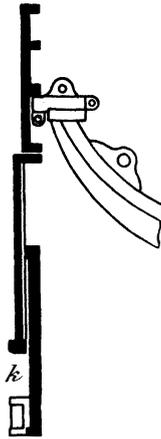


Fig. 189.

Moosbüchse für Victor II.

des lichten Durchmessers der Cuvelage von 3,65 m auf 4,10 m und zuletzt auf 4,40 m wurde es jedoch notwendig den Ring aus einzelnen Segmenten zusammensetzen, da anders ein Transport der Ringe mit der Bahn unmöglich gewesen wäre. Die Segmente waren zum Zwecke der Verschraubung mit vertikalen Aussenrippen c. (Fig. 187) versehen. Zur Erleichterung des Bahntransports wird auch der untere Flansch, welcher früher an den 1,5 bis 1,8 m hohen Ring No. 0 angegossen war (Fig. 186), jetzt weggelassen und statt dessen bei der Zusammensetzung der Cuvelage um den Ring ein mehrteiliger Fussring gelegt. Dieser erhielt zuerst (Preussen I/I) die umgekehrte Form eines Keilkranzes (k, Fig. 189), während man ihn neuerdings (Preussen II/II) ähnlich wie einen angegossenen Flansch (D, Fig. 187) gestaltet, welcher durch Schrauben mit dem Ring No. 0 verbunden wird.

Auf Westhausen II wurde unter dem Ring No. 0 noch ein nach unten sich verzüngender Ring m (Fig. 186) angeschraubt, welcher zur Einführung

in den abgebohrten Schachtteil dienen und das Eindringen in Schlamm oder Nachfall erleichtern sollte, welcher sich während des Einsenkens etwa noch auf der Schachtsohle angesammelt hatte. Bei späteren Bohrungen hielt man diesen Einführungsring, welcher bei der Herstellung der Anschlusscuvelage wieder ausgebaut werden muss, nicht mehr für erforderlich.

An der unteren Rippe des Ringes No. 2, welcher nur zwei Rippen, aussen dagegen zur Verstärkung zwei schmiedeeiserne Schwundringe *ss* (Fig. 187) trägt, wird ein dreiteiliger Ring *E* angeschraubt, der früher ausschliesslich aus Gusseisen bestand, neuerdings bei grösserer Teufe (Preussen II) aber aus Stahlguss hergestellt wird. An diesem Tragering wird der nach unten gewölbte Gleichgewichtsboden *F* mit Schrauben befestigt. Letzterer, aus einem Stück gefertigt, schliesst die Cuvelage beim Einlassen nach unten hin ab und verhindert das Eindringen von Wasser, sodass die Cuvelage schwimmt. Zur Verstärkung ist der Boden mit Rippen versehen, welche sich früher auf der Innenseite befanden, jetzt aber aussen angebracht werden. Zum Anschlag an das Kabelleil beim Ein- und Ausbau werden die Augen *dd* benutzt.

Bisher stellte man den Gleichgewichtsboden, welcher nicht nur auf Druck, sondern auch auf Zug beansprucht wird, aus Gusseisen her, wobei sich z. B. für den Schacht Victor II, der bis 301 m Teufe abgebohrt ist, schon eine Wandstärke von etwa 170 mm bei einem Gewicht von 20 700 kg ergab. Für die beiden Schächte der Zeche Preussen II, deren Cuvelage, wie erwähnt, bis etwa 370 m hinabreicht, erschien die Herstellung der Böden aus Gusseisen daher ausgeschlossen, weshalb man hier Stahlguss anwandte. Die Wandstärke beträgt daselbst bei dem Schachte I 85 bis 110 mm und bei dem Schachte II 95 bis 120 mm.

In der Mitte trägt der Gleichgewichtsboden den Stützen *e* (Fig. 187), auf welchem die Gleichgewichtsröhre *G* aufgebaut wird. Diese wird aus meist 2,4 m langen Stücken von 18 bis 25 cm lichtem Durchmesser zusammengeschaubt und gestattet der beim Zusammenpressen der Moospackung verdrängten Wassermenge den Austritt aus dem unteren Raume des Bodens nach oben hin. Die obere Rippe des Ringes No. 2 wird zur Befestigung der Senkgestänge benutzt, wozu an derselben sechs schmiedeeiserne Augen *ll* angeschraubt werden. Mit diesen werden die Gestänge durch Muttern verbunden, welche mit Linksgewinde versehen sind. Letzteres wird deshalb angewendet, damit die Gestänge sich beim Loslösen nicht auseinanderschrauben.

Bei der ursprünglichen Art des Kind-Chaudron-Verfahrens, welches bei den vier Schächten der Zeche Dahlbusch Anwendung gefunden hat, reichten die Gleichgewichtsröhre und die Cuvelage bis über den Wasserspiegel (Fig. 188), sodass der Cylinder sich nicht mit Wasser füllen konnte.

Da der oberhalb der wasserreichen Schichten befindliche Teil der Cuvelage aber als Schachtauskleidung entbehrlich ist und durch denselben die Kosten des Verfahrens unnötigerweise erhöht werden, so hat Tomson nach dem Vorschlage von Chaudron im Jahre 1885 auf Gneisenau II die Cuvelage oben mit einem Deckel versehen,\*) sodass sie auch unter Wasser eingesenkt werden konnte (Fig. 190). Hierdurch erhielt man eine um etwa 100 m geringere Höhe derselben und sparte so über 150 000 M. Dieses Verfahren des Einsenkens der Cuvelage unter Wasser oder der »cuvelage à tête noyée«, wie es von den Belgiern und Franzosen genannt wird, ist später auch bei allen übrigen Bohrungen im Ruhrbezirk angewandt worden. Nur auf Scharnhorst I hat sich neuerdings die beabsichtigte Anbringung des Deckels als unnötig erwiesen, da der Wasserspiegel während des Einbaus der Cuvelage bedeutend gesunken war. Das Verfahren war von Chaudron zum ersten Male im Jahre 1875 gelegentlich einer Konferenz vorgeschlagen worden, welche das Weiterabteufen des ersoffenen Schachtes I der Zeche Preussen II betraf. Später wurde dasselbe, nachdem schon im Jahre 1880 ein vollständiges Projekt für den Schacht König Ludwig I und im Jahre 1884 für die Zeche Gneisenau vorgelegen hatte\*\*), dem Salzwerk Heilbronn patentiert, welches das Patent sodann an Chaudron abtrat.

Der gusseiserne Deckel H (Fig. 187) wird in ähnlicher Weise wie der Boden mit Hülfe eines Trageringes J, welcher aus Gusseisen und neuerdings auf Preussen II aus Stahlguss gefertigt war, an einem mit No. 3 bezeichneten Ring K befestigt. Er ist wie der Boden mit Rippen, die früher innen angegossen waren, jetzt aber aussen angebracht werden, sowie mit Augen für das Einlassen und Aufholen versehen. Der Ring No. 3 trägt 2 Rippen und ist zur Verbreiterung der Auflagefläche für den Tragering nach aussen etwas ausgebaucht. Ausserdem wird der Ring an der Stelle, wo der Tragering angebracht ist, durch zwei Schrumpfbänder tt verstärkt.

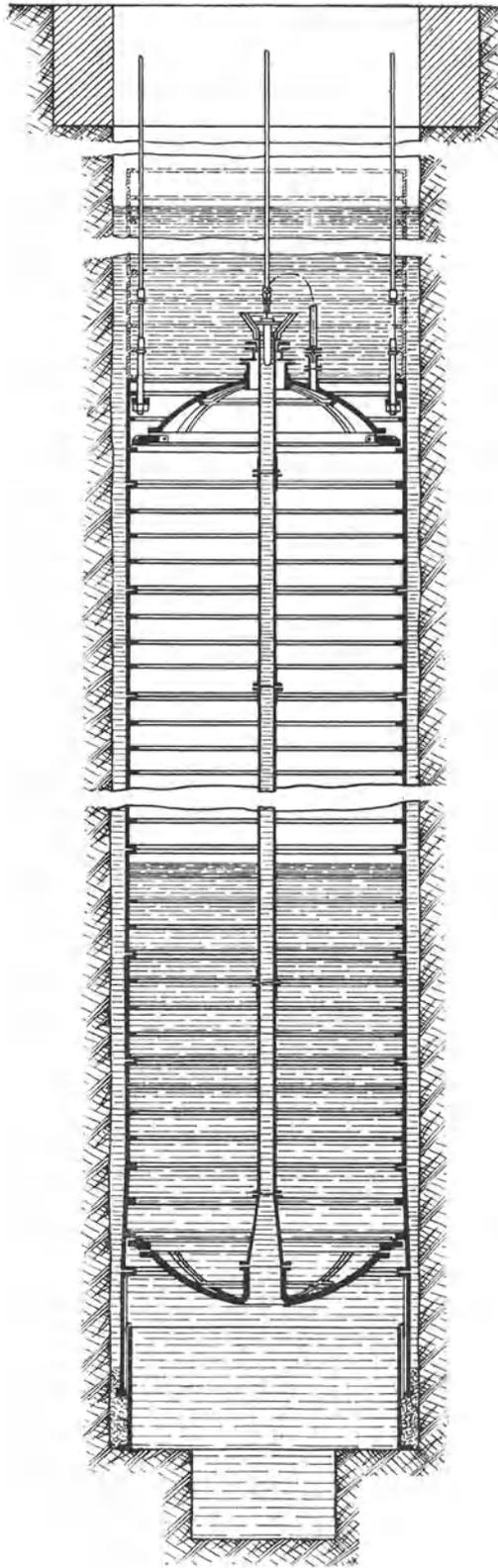
Die Gleichgewichtsröhre führt man durch die Deckelöffnung g und umgibt dieselbe mit der Stopfbuchse q. Die Oeffnung wird dabei so gross gewählt, dass vor Anbringung der Stopfbuchse ein Mann unter den Deckel klettern kann, um die Schrauben zur Befestigung derselben anzuziehen.

Um auf die Moospackung am Schlusse des Einsenkens der Cuvelage einen starken Druck ausüben zu können, wird letztere durch den am Deckel angebrachten Stutzen f, welcher mit einem Ventil versehen ist, mit Wasser gefüllt.

Ein Bild von den Gewichten der Moosbüchse, des Bodens und Deckels, sowie des sonstigen Zubehörs der Cuvelage bei einem Bohr-

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 7 u. 13.

\*\*) Der Bergbau 1889/1890, No. 4 u. 5.



*Fig. 190.*  
Einsenken der Cuvelage mit Deckel.

schachte von 300 bis 400 m Teufe mögen die nachfolgenden Zahlen geben, welche sich auf den Schacht II der Zeche Preussen II beziehen:

Ring No. 0 nebst Fussring .	20 000	kg
Ring No. 1 . . . . .	20 000	„
Ring No. 2 . . . . .	16 500	„
Boden . . . . .	22 000	„
Tragering hierzu . . . . .	5 500	„
Ring No. 3 . . . . .	12 600	„
Deckel . . . . .	16 500	„
Tragering hierzu . . . . .	4 500	„
Sonstiges Zubehör, wie Gleich- gewichtsröhre u. s. w. . . . .	20 900	„
	<hr/>	
	138 500	kg

Die Schachtringe nebst Schrauben und Dichtung wiegen bei 4,40 m lichtigem Durchmesser 1 232 200 kg, sodass sich ein Gesamtgewicht der 118 Meter hohen Cuvelage nebst Zubehör von 1 370 700 kg ergibt, während dasselbe bei dem Schachte I und 152 m Höhe der Cuvelage, aber nur 4,10 m lichtigem Durchmesser, 1 552 100 kg betrug, ein Gewicht, das bis jetzt noch bei keiner anderen Schachtbohrung im Ruhrbezirk übertroffen worden ist.

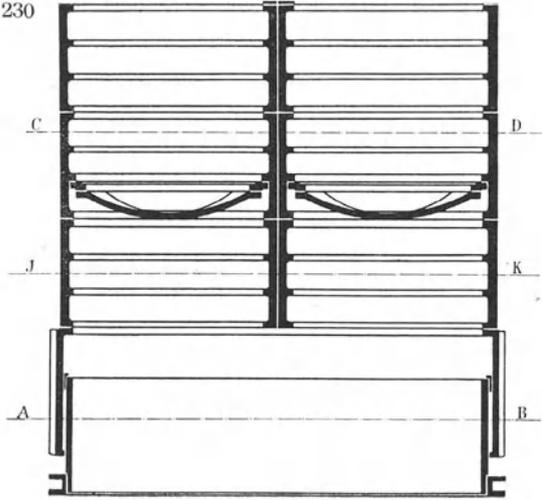
Die Höhe der Cuvelage wird gewöhnlich so gewählt, dass dieselbe sich noch etwa 10 m über die obere Grenze der wasserreichen Schichten hinauserstreckt.

Bei der für die Schächte der Zeche Werne projektierten Tomsonschen Cuvelage sollten sämtliche 4 Cuvelagesäulen auf einer gemeinschaftlichen Moosbüchse ruhen (Fig. 191). Die Ringe No. 0 und No. 1 sind in der aus Schnitt A—B ersichtlichen Weise aus 4 bzw. 6 Segmenten zusammengesetzt. Der Ring No. 2 besteht aus 4 kastenförmigen Segmenten (Schnitt J—K), welche oben teilweise geschlossen und mit kreisförmigen Oeffnungen versehen sind, über welchen sich die Cuvelagesäulen erheben. Diese werden, jede für sich, mit einem besonderen Boden und Deckel versehen. Um beim Zusammenpressen der Moospackung dem verdrängten Wasser einen Ausweg in die Zwischenräume zwischen den Cuvelagesäulen und den Schachtstössen zu öffnen, sind an den Ring No. 2 je zwei Stützen angebracht (Schnitt J—K).

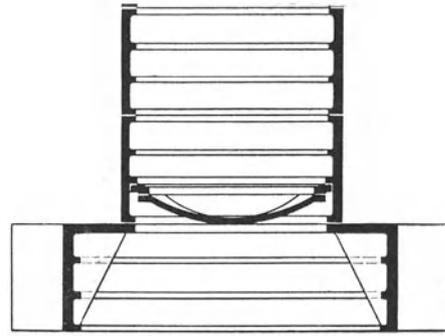
#### d) Die Bohrarbeit.

Die Bohrarbeit beginnt mit dem Einlassen des Bohrers und Gestänges, welche an ein Kabelleil angeschlagen und mit einer Gabel auf der Bohrbühne abgefangen werden. In derselben Weise erfolgt auch das Aufholen des Bohrers. Damit der Schwengel bei diesen Arbeiten nicht

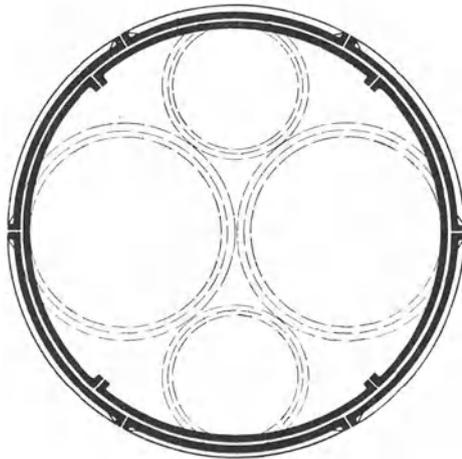
230



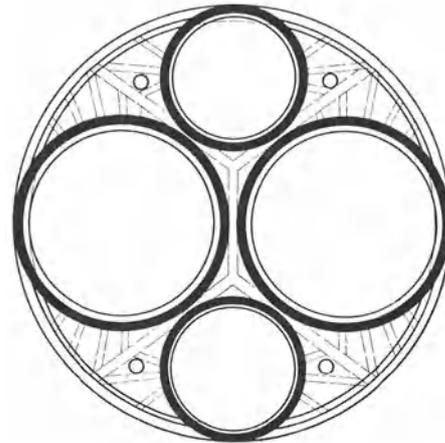
Schnitt A-B



Schnitt C-D



Obere Ansicht.



Untere Ansicht.

Schnitt I-K.

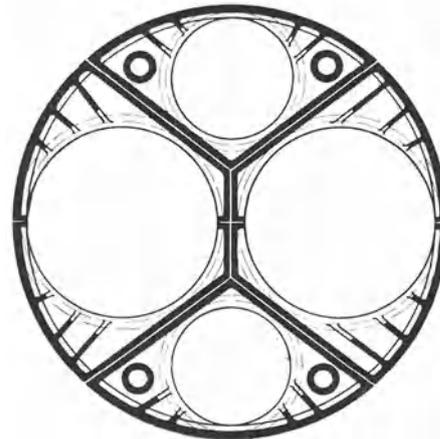


Fig. 191.

Moosbüchse der projektirten Tomsonschen Cuvelage für die Schächte I und II der Zeche Werne.

hindert, wird derselbe vorher zurückgeschoben. Es geschieht dies dadurch, dass man ihn mit der Kabelmaschine aus seinem Lager heraushebt und dann auf einer hinter demselben befindlichen schiefen Ebene zurückgleiten lässt. Das Einlassen und Aufholen des Bohrers dauert bei einer Teufe von 150 bis 350 m je etwa 40 bis 90 Minuten.

Die Anzahl der Hübe je Minute beim Bohren schwankt bei Anwendung der Rutschscheere zwischen 6 und 10 und bei Benutzung des Freifallapparates zwischen 12 und 20, während die Hubhöhe im ersteren Falle 30 bis 40 cm und in letzterem 25 bis 35 cm beträgt. Bei hartem Gestein nimmt man im allgemeinen die Anzahl der Hübe grösser und die Hubhöhe geringer als bei weichem Gestein. Nach einem oder meist mehreren Hüben wird der Bohrer mit Hilfe des Krückels, an welchem drei Mann anfassen, umgesetzt. Die jedesmalige Drehung entspricht  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{20}$  des Kreisumfanges.

Bei den Schächten der Zeche Dahlbusch wurde nur unter Anwendung der Rutschscheere gebohrt,\*) während man sich auf Gneisenau zum ersten Male im Ruhrbezirk auch des Freifallapparates bedient hat. Der Rutschscheere haftet gegenüber dem Freifallapparate der Nachteil an, dass die Geschwindigkeit des auffallenden Bohrers geringer ist, und dass wegen der stärkeren Beanspruchung des Gestänges nicht soviel Hübe gemacht werden können. Dagegen hat der Freifallapparat den Fehler, dass der Bohrschacht beim Auftreten von Klüften, sowie bei wechselnder Härte der Gesteinsschichten und geneigter Lage derselben leichter aus dem Lote gerät, weil der Bohrer infolge schiefen Aufsetzens einseitig gefasst wird. Man hat daher neuerdings, so auf Victor II, Adolf von Hanseman III, Preussen II, bei der Herstellung des engen Vorschachtes, wo Bohrer und Gestänge wenig Spielraum haben, gewöhnlich den Freifallapparat angewendet, während beim Erweitern, bei welchem der Bohrer viel eher schief aufsetzen kann, die Rutschscheere benutzt wurde. Die Nachteile der geringen Geschwindigkeit und Hubzahl wurden in letzterem Falle durch das grössere Gewicht des Bohrers teilweise wieder ausgeglichen.

Den Vorschacht bringt man 5 bis 10 m tiefer als den Erweiterungsschacht und zwar meist bis in das Steinkohlengebirge nieder; derselbe soll hauptsächlich während des Erweiterns zur Ansammlung des Bohrschlammes dienen. Ausserdem hat die grössere Teufe des Vorschachtes den Zweck, die geeignetste Schicht für die Verlagerung der Moosbüchse zu ermitteln und schliesslich soll der untere Teil desselben während des Einlassens der Cuvelage etwaigen Schlamm aufnehmen, der auf die Schachtsohle niedersinkt und das Erhärten des hinter die Cuvelage gegossenen Betons erschweren könnte.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 37.

Die Abbohrung des Erweiterungsschachtes wurde bei den Dahlbusch-Schächten 9 bis 14 m über dem Steinkohlengebirge im weissen Mergel beendet\*), weil dieser sich in der dortigen Gegend wegen seiner dichten Beschaffenheit sehr gut zum Abschluss der Wasser durch die Moosbüchse eignete. Im östlichen Teile des Bezirks ist das Gestein jedoch sehr reich an Klüften, weshalb man später auf Gneisenau sich veranlasst gesehen hat, den Schacht bis einige Meter in das Steinkohlengebirge hinein abzubohren.\*\*) Da dieses aber häufig sehr klüftig ist, so ist neuerdings auf Preussen I/I\*\*\*) , Westhausen II†), Adolf von Hansemann III und Scharnhorst I mit gutem Erfolg der Versuch gemacht worden, die Moosbüchse im Essener Grünsand zu verlagern. Diese Gesteinsschicht liegt in einer Mächtigkeit von meist nur wenigen Metern unmittelbar über dem Steinkohlengebirge und ist wenig wasserdurchlässig. Dagegen war man aus besonderen Gründen auf Victor II wieder genötigt, den Vorschacht bis zur Grenze zwischen Kreide- und Steinkohlengebirge zu erweitern††) und bei den beiden Schächten der Zeche Preussen II mit dem Erweiterungsschacht sogar ein Stück in das Steinkohlengebirge vorzudringen. Der Grund für das abweichende Verfahren in dem ersteren Falle lag darin, dass daselbst früher dem Schachte bis in den Grünsand hinein ein Aufbruch entgegengetrieben worden war und so zu befürchten stand, dass durch diesen das an sich nicht sehr feste Gestein gelockert war. Auf Preussen II wurde beim Bohren mit dem kleinen Bohrer unter dem Grünsand bei etwa 350 m Teufe eine 12 bis 14 m mächtige thonige Buntsandsteinschicht angetroffen, welche sehr geringe Widerstandsfähigkeit zeigte. Wäre die Moosbüchse im Grünsand verlagert worden, so konnte es geschehen, dass beim Weiterabteufen von Hand in dem Buntsandstein die Stösse nachbrachen, wodurch dann auch der Grünsand hätte in Bewegung geraten und der Fuss der Cuvelage hätte gefährdet werden können. Zudem stand zu befürchten, dass die Buntsandsteinschicht stark wasserführend war. Infolgedessen wurde beschlossen, den Erweiterungsschacht bis 373 bzw. 368 m Teufe in das Steinkohlengebirge niederzubringen und in diesem die Moosbüchse zu verlagern.

Mit Ausnahme des Schachtes II der Zeche Dahlbusch ist bei sämtlichen Bohrungen die Erweiterung des Vorschachtes von vornherein bis zum vollen Durchmesser vorgenommen worden. Für das Einschleiben einer Zwischenerweiterung, welche nur bei sehr festem

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 31, 50 und 52.

\*\*) Ebenda, Bd. XXXV, B S. 7 u. 13.

\*\*\*) Haniel & Lueg, S. 93.

†) Ebenda, S. 89.

††) Glückauf 1899, S. 44.

Gestein erforderlich ist, dürfte im Ruhrbezirk keine Veranlassung vorliegen. Auf Dahlbusch II ist der Vorschacht von 1,37 m Durchmesser zuerst auf 2,52 m und dann auf den endgültigen Durchmesser von 4,25 m erweitert worden, weil aus Sparsamkeitsrücksichten der schon auf Dahlbusch I benutzte grosse Bohrer verwendet werden sollte. Die Leistung desselben war bei nur 8000 kg Gewicht eine sehr geringe.

Der Durchmesser des Vorschachtes ist von anfangs 1,35 m auf 2,60 m bei den neueren Bohrungen gestiegen (vergl. Tabelle 25 auf S. 235), während der Durchmesser des Erweiterungsschachtes, entsprechend einem lichten Durchmesser der Cuvelage von 3,65 m zuerst 4,25 bis 4,35 m betrug und zuletzt bei einem Durchmesser der Cuvelage von 4,40 m auf 5,05 m erhöht worden ist.

Bisher stellte man in der Regel zuerst ohne Unterbrechung den Vorschacht her und setzte dann erst den grossen Bohrer in Thätigkeit. Dieses Verfahren hat aber den Nachteil, dass man, falls beim Erweitern eine Reparatur an dem grossen Bohrer erforderlich wird, die Bohrarbeit für einige Zeit einstellen muss, da Bohrer zum Ersatze wegen der hohen Kosten derselben meist nicht vorhanden sind. Bei den beiden Schächten der Zeche Preussen II wurde daher neuerdings in Absätzen von etwa 30 m abwechselnd mit dem kleinen und grossen Bohrer gebohrt. Hierbei muss aber der Vorschacht dem Erweiterungsschacht immer etwa 5 bis 10 m voraus sein, damit man beim Erweitern nicht zu oft zu löffeln braucht.

Das Löffeln geschieht in der Weise, dass der Schlammlöffel am Seil bis zur Sohle des Bohrschachtes niedergelassen, dann längere Zeit wie der Kolben einer Pumpe auf und nieder bewegt und darauf wieder zu Tage gehoben wird. Das Aufholen darf nicht mit zu grosser Geschwindigkeit erfolgen (etwa 1 m je Sekunde), weil durch die Stösse, welche der Löffel an den Schachtwänden erleidet, zu viel von dem Inhalt des Löffels wieder verloren geht. Ueber Tage wird der Löffel an dem Löffelwagen aufgehängt, nach der einen Seite des Bohrgerüsts gefahren und mit Hilfe der Löffelmaschine gekippt, wobei der Inhalt über eine Rutsche in die Schlammgrube fliesst. Bei einer Teufe von 150 bis 350 m erfordert das einmalige Löffeln und Entleeren des Behälters etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Stunde Zeit.

Bei der Herstellung des Vorschachtes muss man den Bohrschlamm jeden Tag mehrere Male entfernen, während dies beim Erweitern nur etwa alle 8 Tage nötig ist. Die Zeitdauer des Löffelns beträgt im ersteren Falle jedesmal etwa  $\frac{1}{2}$  bis 1 Stunde und im letzteren 3 bis 6 Stunden, wobei jedoch die Zeit für das Aufholen und Wiedereinlassen des Bohrers nicht mitgerechnet ist.

Die Bohrarbeit wird nicht selten durch die im weissen Mergel vielfach vorkommenden Feuersteinnieren erschwert, welche eine rasche Abnutzung der Meisselzähne zur Folge haben und daher ein häufiges Auswechseln derselben notwendig machen. Auch hindern zuweilen die den Mergel durchsetzenden Klüfte, indem sich der Bohrer in ihnen festklemmt oder aus der senkrechten Richtung abgelenkt wird, was zu Brüchen an Bohrer und Gestänge führt und unter Umständen auch dazu Veranlassung giebt, dass der Bohrschacht schief oder unrund wird. Die beschädigten Teile müssen alsdann ausgewechselt und häufig sogar noch gefangen werden, während beim Schief- oder Unrundwerden des Bohrschachtes die Stösse mit Schabezähnen nachgearbeitet werden müssen.

Mit Nachfall in grösserem Umfange hatte man bisher nur beim Abbohren der Dahlbuschschächte und zwar insbesondere bei dem des Wetterschachtes\*) und des Schachtes II\*\*) zu kämpfen, wo aus dem oberen zerklüfteten Teile des grauen Mergels Gesteinsblöcke auf die Sohle herabstürzten und vom Bohrer zerstampft werden mussten. Die Anbringung einer verlorenen Verrohrung, wie eine solche beispielsweise bei dem Schachte von Ghlin\*\*\*) in Belgien und mehreren Schächten im deutschen Kaligebiete Verwendung gefunden hat, ist jedoch nicht notwendig gewesen.

Die monatlichen Leistungen bei der Bohrarbeit sind für sämtliche nach dem Kind-Chaudron-Verfahren abgebohrte Schächte des Bezirks in Tabelle 25 zusammengestellt.

Um aus diesen Angaben brauchbare Durchschnittswerte ermitteln zu können, müssen die vier Schächte der Zeche Dahlbusch ausgeschieden werden, weil hier ganz besondere Verhältnisse geherrscht haben. Das durchbohrte Gebirge bestand daselbst im Gegensatz zu den übrigen Bohrungen zum grössten Teile aus aufgeweichtem grauem Mergel; auch der durchteufte weisse Mergel, in dem die Bohrungen sonst hauptsächlich stattfinden und der im allgemeinen eine grosse Härte zeigt, ist in der Gegend der Zeche Dahlbusch so wenig widerstandsfähig, dass man ihn mit dem Messer schneiden kann. Fast ausschliesslich hieraus erklärt es sich, dass bei den Schächten III und IV für die ganze Bohrarbeit sogar Leistungen von 13,48 bezw. 11,66 m je Monat erzielt wurden. Dieselben übertreffen diejenigen bei den meisten übrigen Schächten um das zwei- bis dreifache. Dass bei dem Wetterschacht und dem Schacht II der Zeche Dahlbusch die Leistungen wesentlich geringer als bei den Schächten III und IV gewesen sind, hat im wesentlichen seinen Grund in dem geringen Gewichte der beim Abteufen der beiden ersteren Schächte benutzten

\*) Annal. d. trav. publ. 1867, Bd. XXV.

\*\*) Ebenda. 1869, Bd. XXVII.

\*\*\*) Chaudron, Le système Kind et Chaudron etc. Brüssel 1889.

Tabelle 25.

Lautende Nummer	Name des Schachtes	Durchmesser des Schachtes im Lichten der Cuvelage in m	Bohren mit dem kleinen Bohrer						Bohren mit dem grossen Bohrer						Ganze Bohrarbeit einschliesslich Stillstände			
			Bohrteufe von m bis m	Anzahl der Bohrens in Monaten	Leistung je Monat in m	Durchmesser des Bohrschachtes in m	Gewicht des Bohrschachtes in kg	Bohrteufe von m bis m	Anzahl der Bohrens in Monaten	Leistung je Monat in m	Durchmesser des Bohrschachtes in m	Gewicht des Bohrschachtes in m	Dauer in Monaten	Leistung je Monat in m	Dauer in Monaten	Leistung je Monat in m		
1.	Dahlbusch IV	3,65	12,00	102,00	90,00	1,3	69,23	1,46	5000	12,00	75,00	63,0	4,1	15,36	4,30	15 000	5,40	11,66
2.	Dahlbusch III	3,65	10,00	102,50	92,50	1,6	57,81	1,46	5000	10,00	88,20	78,2	4,2	18,62	4,30	15 000	5,80	13,48
3.	Dahlbusch, Wetterschacht	1,90	8,00	113,45	105,45	4,6	22,92	1,37	2400	8,00	101,00	93,0	6,7	13,88	2,52	6 800	17,20	5,41
4.	Dahlbusch II	3,65	11,80	120,00	108,20	4,7	23,02	1,37	5000	11,80	102,50	90,7	9,7	9,35	4,25	8 000	18,05	5,02
5.	Scharnhorst I	4,10	117,28	142,03	24,75	2,6	9,52	1,97	6000	117,50	139,30	21,8	2,6	8,38	4,75	21 000	7,00	3,10
6.	Westhausen II	2,75	142,25	184,50	42,25	2,5	16,90	1,42	6000	141,60	176,25	34,65	4,5	7,70	3,30	13 000	7,00	4,95
7.	Gneisenau I	3,65	163,00	246,00	83,00	6,4	12,96	1,50	5000	163,00	241,60	78,60	19,7	3,99	4,35	16 000	26,10	3,01
8.	Gneisenau II	3,65	200,00	258,00	58,00	5,2	11,15	2,00	5000	200,00	243,90	43,90	5,0	8,78	4,35	16 000	11,70	3,75
9.	Adolf von Hansemann III	4,40	195,35	257,63	62,28	4,2	14,83	2,60	7500	195,35	253,25	58,65	11,5	5,10	5,05	22 300	15,80	3,71
10.	Victor II	4,40	245,00	297,00	52,00	3,9	13,33	2,60	7000	245,00	301,50	56,50	9,5	5,95	5,05	22 300	14,20	3,98
11.	Preussen I/I	4,10	260,00	356,00	96,00	8,6	11,16	2,60	7400	260,00	341,15	81,15	19,5	4,16	4,88	19 000	27,10	2,99
12.	Preussen II/II	4,40	260,00	377,08	117,08	9,9	11,82	2,60	9800	260,00	368,17	108,17	17,8	6,08	5,05	24 600	30,90	3,50
13.	Preussen II/I	4,10	233,25	378,00	144,75	13,70	10,57	2,60	9800	232,26	372,83	140,57	20,8	6,76	4,83	22 300	36,5	3,85

Bohrer. Ausserdem kommt hier noch hinzu, dass bei dem Wetterschacht durch Steckenbleiben des kleinen Bohrers in dem Vorschachte eine erhebliche Verzögerung verursacht worden ist und dass ferner bei dem Schachte II, wie schon erwähnt, eine zweimalige Erweiterung vorgenommen worden ist, eine Arbeit, welche ebenfalls den Zeitaufwand nicht unwesentlich erhöhte.

Lässt man die vier genannten Schächte ausser Betracht, so erhält man für das Bohren mit dem kleinen Bohrer eine durchschnittliche Leistung von 11,93 m oder rund 12 m je Monat, für das Bohren mit dem grossen Bohrer eine Durchschnittsleistung von 5,62 m oder rund 5,50 m und für die ganze Bohrarbeit einen monatlichen Fortschritt von 3,55 m oder rund 3,5 m. Ferner ergibt sich die beachtenswerte Thatsache, dass eine Abnahme der Leistung mit der Zunahme der Teufe bisher nicht zu verzeichnen gewesen ist.

Die verhältnismässig hohe Leistung von 4,95 m bei der ganzen Bohrarbeit auf Westhausen II bei einer grössten Bohrteufe von nur 139 m hat, wie sogleich gezeigt werden soll, lediglich in dem geringen Durchmesser seinen Grund. Die Erscheinung, dass die Leistungen mit der Teufe bisher nicht abgenommen haben, erklärt sich hauptsächlich durch die fortschreitende Verbesserung der Einrichtungen und Apparate.

Wenn trotzdem bei einem der neuesten Bohrschächte, dem Schachte Scharnhorst I, die Leistung bei der ganzen Bohrarbeit verhältnismässig gering (3,10 m) gewesen ist, so lag dies zum grossen Teil daran, dass man hier am Gestänge gelöffelt hat.

Was die einzelnen Gebirgsschichten betrifft, so beträgt nach den Erfahrungen bei den neueren Bohrungen der Fortschritt je Monat beim Bohren mit dem kleinen Lochbohrer im Grünsand 20 m, im grauen Mergel 15 m und im weissen Mergel 10 m, mit dem grossen Bohrer dagegen 9,0 m bzw. 7,5 m bzw. 4,5 m.

Der Durchschnitt aus den Leistungen sämtlicher Bohrungen berechnet sich für die Herstellung des Vorschachtes zu 15,55 m und für diejenige des Erweiterungsschachtes zu 6,99 m. Stellt man diesen Zahlen die durchschnittlichen Durchmesser von 1,97 bzw. 4,38 m gegenüber, so erhält man das interessante Ergebnis, dass Leistungen und Durchmesser genau im umgekehrten Verhältnis zu einander stehen, indem

$$\frac{15,55}{6,99} = \frac{4,38}{1,97} = 2,22 \text{ ist.}$$

Ermittelt man ferner für sämtliche Schächte mit Ausnahme derjenigen von Dahlbusch und des Schachtes Westhausen II die Durchschnittsleistung bei der ganzen Bohrarbeit, welche sich zu 3,50 ergibt, vergleicht sodann mit dieser den Fortschritt von 4,95 m bei dem zuletzt genannten Schachte,

und berücksichtigt ausserdem, dass im ersteren Falle sich der durchschnittliche Durchmesser des Erweiterungsschachtes zu 4,79 m berechnet, während auf Westhausen II der Durchmesser 3,30 m beträgt, so zeigt sich fast dasselbe Resultat.

$$\text{Es ist hier } \frac{4,95}{3,50} = 1,40 \text{ und } \frac{4,79}{3,30} = 1,45.$$

Die Arbeit beim Abbohren geschieht in zwei zwölfstündigen Schichten je Tag; die Belegschaft besteht ausser aus zwei Bohrmeistern aus etwa 32 Mann, welche sich, wie folgt, verteilen:

2 × 6 Bohrarbeiter
2 × 2 Maschinenführer
2 × 1 Heizer
2 × 2 Schmiede
2 × 1 Schreiner
8 Nebenarbeiter

Zusammen 32 Mann.

Von den sechs Bohrarbeitern und zwei Maschinenführern je Schicht sind immer nur drei bezw. einer gleichzeitig in Thätigkeit, da sie sich innerhalb ihrer Arbeitsschicht stündlich ablösen.

#### e) Das Einlassen der Cuvelage.

Bevor das Einlassen der Cuvelage beginnt, werden im Bohrgerüst auf den Bühnen für die Gestängewagen sechs der bereits beschriebenen Senkwinden, verlagert und an Stelle der Bohrbühne eine Anzahl Balken über den Schacht gelegt. Auf den Balken wird die Moosbüchse montiert, indem der Ring No. 0 auf dieselben niedergesetzt, darüber der Mantelring geschoben und mit diesem sodann der Ring No. 2 verschraubt wird. Hierauf werden an dem letzteren der Deckel und die Senkgestänge befestigt und schliesslich die beiden oberen Ringe mit Hülfe der Gestänge um 1 cm gehoben. Nachdem dies geschehen ist, folgt die Herstellung der Moospackung. Das Moos, welches gut getrocknet sein muss, wird festgestampft und am Ausweichen durch vorgesetzte Bretter, welche nach aussen verstrebt sind, gehindert.

Ist die Moospackung fertiggestellt, so werden die Bretter durch ein starkes Netz ersetzt, welches an Brettchen angenagelt wird, die in ringförmigen Aussparungen *ii* (vergl. Fig. 187, S. 223) an dem unteren Flansch des Mantelringes, sowie dem Fussstück des Ringes No. 0 festgekeilt sind, und nun das Ganze durch die Senkwinden bis zum Wasserspiegel niedergelassen. Hierauf werden die Senkgestänge durch Gabeln auf den Balken über der Schachtmündung abgefangen, der untere Teil der-

selben von dem oberen gelöst und der erste Cuvelagering an das Kabelseil angeschlagen. Sodann schraubt man die Gestänge wieder zusammen und lässt den Ring nach Entfernung der Balken mit der Kabelmaschine nieder, um ihn mit dem Ring No. 2 zu verschrauben.

Nachdem die Bleidichtung zwischen den beiden Ringen von innen und aussen verstemmt ist, wird die Cuvelage mittelst der Winden ein Stück gesenkt, ein neuer Ring eingelassen und so fort. Hierbei wird gleichzeitig die Gleichgewichtsröhre nachgeführt und in Abständen von etwa 4 m durch Hölzer gegen die Schachtringe verstrebt.

Auf Preussen II/I wurden wegen des grossen Gewichts der Cuvelage statt sechs acht Senkgestänge benutzt, von welchen zwei am Gleichgewichtsboden befestigt waren. Die zu den letzteren gehörigen Winden ruhten über den anderen auf den Lagerbalken für die Seilscheiben.

Bei den Schächten der Zeche Dahlbusch war der Wasserstand so hoch, dass die Verschraubung der Schachtringe und das Verstemmen der Bleidichtung zwischen denselben über Tage stattfinden konnte. Auf Gneisenau dagegen befand sich der Wasserspiegel bei etwa 10 m Teufe, auf Westhausen II bei 44 m Teufe\*) und bei den übrigen Schächten noch tiefer, am tiefsten auf Victor II, nämlich bei 129 m unter Tage\*\*). In solchen Fällen müssen diese Arbeiten im Schachte selbst vorgenommen werden. Für das Verschrauben und Verstemmen von innen wird alsdann eine Bühne benutzt, die mit Riegeln auf den Rippen der Schachtringe verlagert und während des Einsenkens an das Seil der Kabelmaschine angeschlagen wird. Das Verstemmen von aussen dagegen erfolgt von einer im Schachte fest verlagerten, ringförmigen Bühne aus. Auf Gneisenau, wo genügend Platz vorhanden war, wurde die Bühne auf eiserne, in die Schachtmauer geschlagene Bolzen gelegt und ausserdem an eisernen Stangen aufgehängt, welche oberhalb an Mauerschuhern befestigt waren. Bei den Schächten Victor II, Adolf von Hanseemann III, Preussen II/I und Preussen II/II jedoch, wo zwischen Cuvelage und Schachtmauer nur ein ringförmiger Raum von etwa 20 cm Breite verblieb, verlagerte man die Bühne in der Schachtmauer, nachdem diese über dem Wasserspiegel teilweise ausgespitzt worden war. Ausserdem wurde in den Schachtstoss ein 2 bis 3 m langes Zufluchtsörtchen getrieben, in das sich die Arbeiter beim Einlassen der Ringe zurückziehen konnten.

Ist das Erweitern nicht möglich, weil der Schachtausbau aus Tubblings besteht, so muss entweder wie bei dem Schachte Westhausen II auf das Verstemmen von aussen verzichtet, oder, falls der erforderliche Raum vorhanden ist, dadurch Hülfe geschafft werden, dass wie auf Preussen I/I und

---

\*) Tecklenburg, Bd. VI, S. 109.

\*\*\*) Glückauf 1899, S. 44.

Scharnhorst I die Cuvelage auf der einen Seite dem Schachtstosse genähert, auf der anderen an derselben mit Haken oder Seilen eine kleine Bühne aufgehängt wird, welche allmählich um die ganze Cuvelage herum verschoben wird.

Auf Victor II und Preussen, Schacht I und II, wurden nicht nur die eigentlichen Schachtringe, sondern auch die Moosbüchse nebst Deckel und Ring No. 2 unter Tage zusammengesetzt, da das Gewicht dieser Teile von im ganzen etwa 70 000 kg (Victor II) bzw. 90 000 kg (Preussen II/II) zu gross war, als dass dieselben mittelst der Senkgestänge bis zum Wasserspiegel hätten niedergelassen werden können.

Nachdem die Cuvelage eine bestimmte Höhe erreicht hat, beginnt dieselbe zu schwimmen, weshalb alsdann nach dem Aufsetzen eines jeden neuen Ringes Wasser eingelassen werden muss, damit der Cylinder weiter einsinkt. Auf Dahlbusch geschah die Zuführung des Wassers mit Hilfe von Hähnen, die in Abständen von 10 m an den Gleichgewichtsröhren angebracht waren. Seitdem wird jedoch das Wasser fast allgemein von Tage her durch eine Rohrleitung (Preussen I/I und Preussen II, Schacht I und II) oder durch einen Schlauch (Adolf von Hanseemann III) zugeführt.

Während bei den Dahlbusch-Schächten die Senkgestänge erst losgeschraubt wurden, nachdem die Moosbüchse die Sohle erreicht hatte, (vergl. Fig. 184 und 185, Seite 224), entfernt man heute die Gestänge, sobald die Cuvelage schwimmt, und lässt dann, solange der Einbau der Ringe noch nicht beendet ist, immer nur soviel Wasser ein, dass die Cuvelage noch einige Meter über den Wasserspiegel hervorragt. Das Losschrauben der Gestänge geschieht von Tage aus durch Rechtsdrehen derselben.

Ist die Cuvelage so hoch montiert, dass ihre Höhe ungefähr derjenigen des auszukleidenden Schachtteils entspricht, so wird der Ring No. 3 aufgeschraubt und an diesem der Deckel befestigt, worauf das Einlassen unter Wasser beginnen kann. Um hierbei die Geschwindigkeit des Einsinkens der Cuvelage in der Hand zu haben, wurde auf Westhausen II und Gneisenau II der Cylinder an 3 bzw. 4 Senkgestängen aufgehängt (vergl. Fig. 190, Seite 228). Bei grosser Teufe ist dieses Verfahren jedoch kaum mehr anwendbar, da alsdann das Gewicht der Gestänge zu gross wird. Auf Preussen I/I, wo dieselben eine grösste Länge von je 249 m und ein Gewicht von je 19 000 kg erhalten haben würden, wurde daher zum Einsenken die Kabelmaschine und das Bohrgestänge benutzt.\*) Zur Verbindung des Gestänges mit der Cuvelage diente hierbei ein besonderer Apparat, der von Chastelain konstruiert, schon im Jahre 1882 bei zwei

---

\*) Haniel & Lueg, S. 94.

Bohrschächten der Grube Ghlin in Belgien zum Einlassen verlorener Rohrtouren benutzt worden ist.\*)

Dieser sogenannte Senkapparat\*\*) besteht in der Hauptsache aus der Stange  $TT_1$  (Fig. 192a—c) und sechs beweglichen Haken  $C$ , welche oben an der Traverse  $M$  befestigt und unten durch die beweglichen Stangen  $N$  mit der Schraubenmutter  $B$  verbunden sind. Die Stange  $TT_1$ ,

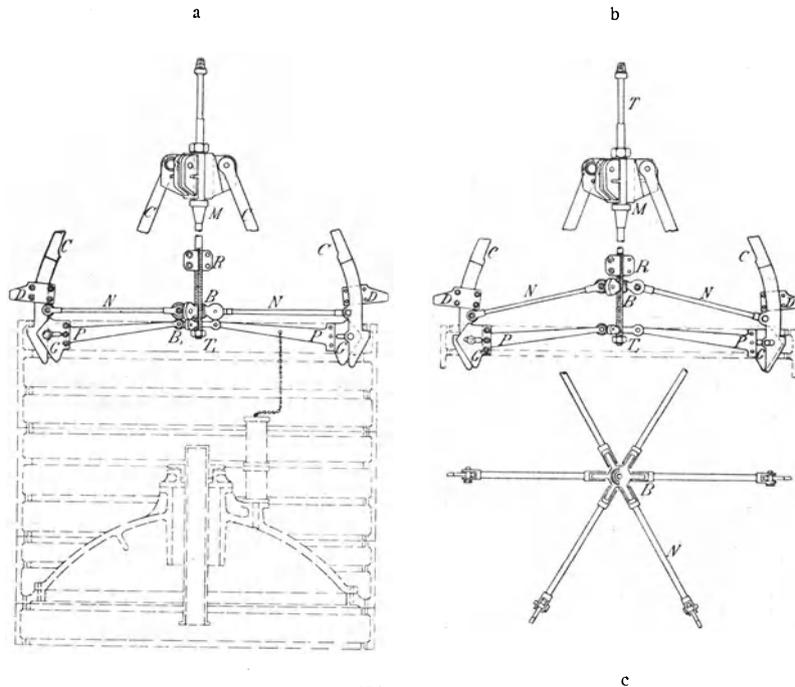


Fig. 192.

Senkapparat.

welche an ihrem unteren Ende mit einem Gewinde versehen ist, kann sich in der Traverse drehen, und trägt unterhalb der Schraubenmutter  $B$  noch den Halsring  $B_1$ , welcher ebenfalls mit 6 Stangen  $R$  mit den Haken  $C$  in Verbindung steht. An letzteren, welche durch Bolzen in den Schlitzen  $G$  geführt werden, sind die verstellbaren Keile  $D$  angebracht. Der Senkapparat wird in der Stellung der Figur  $a$  eingehängt, bis sich die Keile  $D$  auf den obersten Flansch der Cuvelage aufsetzen. Alsdann dreht man mittelst des Gestänges von Tage her die Stange  $TT_1$ , sodass sich die Mutter  $B$  abwärts bewegt, wodurch die Haken auseinandergespreizt werden

\*) Chaudron, Le système Kind et Chaudron etc. Brüssel 1889, S. 17.

\*\*) Vergl. auch Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1895, Bd. XLIII, B S. 193.

und unter den Flansch fassen. Wenn das Einlassen beendet ist, wird die Stange  $TT_1$  nach der entgegengesetzten Richtung gedreht, und so der Apparat von der Cuvelage wieder gelöst, worauf man ihn zu Tage zieht.

Das Verfahren, welches nebenbei noch den Vorteil bietet, dass dasselbe sehr wenig Zeit beansprucht, ist später auch bei allen übrigen Bohrschächten mit Ausnahme des Schachtes Scharnhorst I zur Anwendung gelangt.

Da die Anbringung des Senkapparats an dem Deckelring durch die vorstehende Gleichgewichtsröhre verhindert wird, werden auf denselben gewöhnlich noch 2 andere Ringe aufgeschraubt. Diese Ringe dienen ausserdem zur Aufnahme eines Wasserübergewichtes von mehreren tausend Kilogramm, damit die Cuvelage unter Wasser einsinkt.

Das Zusammenpressen der Moospackung nach dem Einsenken der Cuvelage wurde auf Dahlbusch bei der Cuvelage ohne Deckel dadurch bewirkt, dass die Senkgestänge gelöst und der Cylinder aus der Gleichgewichtsröhre mit Wasser gefüllt wurde.\*)

Auf Scharnhorst I, wo die eingesenkte Cuvelage ebenso wie auf Dahlbusch über den Wasserspiegel hervorragte, hatte man in einen der oberen Ringe ein Loch gebohrt und dieses mit einem an einer Kette befestigten eisernen Pfropfen verschlossen, welcher wie die Wandungen des Lochs mit Schraubengewinde versehen war. Der Pfropfen wurde nach dem Einsenken der Cuvelage, um das Wasser einströmen zu lassen, herausgenommen und später wieder eingesetzt.

Bei der Cuvelage mit Deckel wird das Wasser zum Zusammenpressen der Moosbüchse durch Öffnen des Deckelventils eingelassen.

Es geschah dies auf Gneisenau dadurch, dass das Ventil durch eine mit demselben verbundene Stange aus dem Rohrstutzen (siehe Fig. 190, Seite 228) herausgezogen wurde, während bei späteren Bohrungen das Ventil durch eine Kette an den Senkapparat (Fig. 192) befestigt und mit diesem zu Tage gehoben wurde.

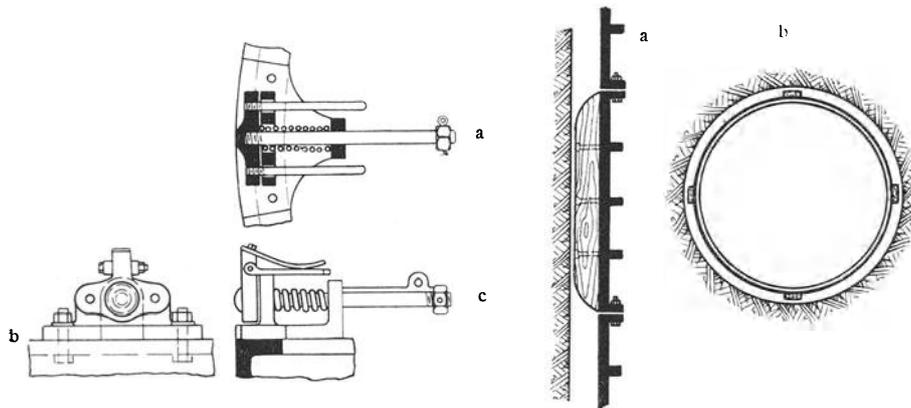
Beide Verfahren haben leider den Nachteil, dass sich das Ventil nicht schon vor der Beendigung des Einsenkens öffnen und dann wieder schliessen lässt, ein Nachteil, welcher sich neuerdings beim Einsenken der Cuvelage auf Preussen II, Schacht I, geltend machte. Bei dem genannten Schachte wollte die Cuvelage, als die Moosbüchse noch etwa 60 m von der Sohle entfernt war, plötzlich nicht mehr sinken, weil das Wasser im unteren Teile des Schachtes salzhaltig und daher spezifisch schwerer war als gewöhnliches Wasser. Man sah sich deshalb genötigt, die Cuvelage mit der Oberkante wieder über den Wasserspiegel empor zu ziehen, ver-

---

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 44.

band das Ventil sodann in geeigneter Weise mit einem Seil, das um die Trommel eines Handkabels geschlungen war, und liess, als die betreffende Stelle im Schacht wieder erreicht war, durch Anziehen des Seiles so lange Wasser ein, bis der Cylinder weiter sank. Die Einrichtung war so getroffen, dass sich das Ventil wieder schloss, wenn man das Seil nachliess.

Damit die Cuvelage vor dem Erreichen der Schachtsohle den richtigen Abstand von den Stössen einhält, wurden auf Westhausen II an den obersten Ring vier mit Federn versehene Führungen (Fig. 193a — c) angeschraubt. Während des Einlassens unter Wasser waren die Federn ge-



*Fig. 193.*

Eiserne Führungen beim Einsenken der Cuvelage.

*Fig. 194.*

Hölzerne Führungen beim Einsenken der Cuvelage.

spannt, sodass die Führungen mit der Aussenfläche der Cuvelage abschnitten. Erst kurz vor dem Aufsetzen der Moosbüchse wurden die Federn mittelst bis zu Tage führender Seile entspannt, worauf die Führungen vorsprangen und die Cuvelage richtig einstellten.

Bei neueren Bohrungen, so bei Victor II, Adolf von Hanseemann III und Preussen II, Schacht I und II, wurden statt dessen etwa an dem 14. Schachtring von oben gerechnet in der aus Figur 194 a und b ersichtlichen Weise vier Holzführungen befestigt. Dieselben besitzen vor den vorher beschriebenen Führungen den Vorzug grösserer Einfachheit.

Die Vorbereitungen für das Einlassen der Cuvelage nach Beendigung der Bohrarbeit erfordern je nach Umständen einen Zeitaufwand von 3 bis 6 Wochen. Das Zusammensetzen der Moosbüchse nebst Deckel und Ring No. 2 dauert allein 8 bis 14 Tage. Bevor die Cuvelage schwimmt, werden durchschnittlich 2 und während des Schwimmens etwa 4 Ringe eingebaut.

Das Einsenken unter Wasser mittels Kabelmaschine und Holzgestänge ist gewöhnlich in 6 bis 12 Stunden geschehen.

Wie sich aus Tabelle 26, in welcher nur die neueren Bohrungen berücksichtigt worden sind, ergibt, beträgt der durchschnittliche Fortschritt des Einlassens vom Beginn der Montierung der Moosbüchse bis zu dem Augenblick, wo dieselbe die Schachtsohle erreicht hat, je Tag etwa 2 m der Cuvelagenhöhe.

Tabelle 26.

Laufende Nummer	Schacht	Höhe der Cuvelage m	Dauer des Einlassens in Tagen	Fortschritt der Cuvelage- höhe in m
1	Scharnhorst I . . . . .	48,95	23	2,1
2	Adolf von Hanseemann III	69,25	54	1,3
3	Victor II. . . . .	74,20	37	2,0
4	Preussen I/I . . . . .	81,84	35	2,3
5	Preussen II/II . . . . .	118,17	42	2,8
6	Preussen II/I . . . . .	152,34	63	2,4

Die Arbeit findet in zwei zwölfstündigen Schichten statt. Die Belegschaft von etwa 32 Mann für die Bohrarbeit muss während des Einlassens mittelst der Senkgestänge um  $2 \times 18$  Mann für die Bedienung der Senkwinden verstärkt werden.

#### f) Betonieren.

Zwischen der Cuvelage und den Schachtstössen verbleibt ein ringförmiger Raum von 20 bis 30 cm Breite, welcher unter Benutzung eines Löffels mit Beton ausgefüllt wird. Die Bewegung der Löffel erfolgte auf Dahlbusch und Gneisenau durch Handhaspel. Bei den Schächten der Zeche Dahlbusch waren 3 Löffel in Thätigkeit\*), von welchen jeder an einem besonderen Haspel hing, während man auf Gneisenau gleichzeitig 4 Apparate benutzte.\*\*\*) Von diesen wurden je 2 von einem gemeinschaftlichen Haspel bewegt und zwar in der Weise, dass der eine Löffel zu Tage gezogen wurde, wenn der andere abwärts ging. Die letztere Art der Betonierung hat später allgemein Anwendung gefunden; doch ersetzte man auf Preussen I/I\*\*\*) und sodann auch bei allen übrigen Bohrungen die beiden Handhaspel durch Dampfmaschinen. Als solche verwendet

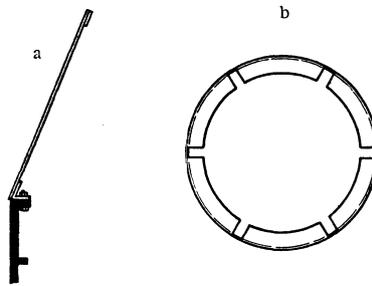
\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 44.

\*\*) Ebenda, 1887, Bd. XXXV, B S. 8.

\*\*\*) Haniel & Lueg, S. 95.

man entweder die Löffel- und Kabelmaschine, wie auf Victor II und Adolf von Hanseemann III, indem man dieselben mit cylindrischen Trommeln versieht, oder auch eine dieser beiden und eine sonst etwa vorhandene Maschine, wie z. B. die nicht mehr in Betrieb befindliche Abteufmaschine eines benachbarten Schachtes (Preussen I/I) oder ein Dampfkabel (Preussen II/I).

Während des Betonierens ist der Schacht mit einer Bühne bedeckt, in der sich, gleichmässig auf den Umfang verteilt, vier segmentförmige Oeffnungen für den Durchgang der Löffel befinden. Die Löffel erhalten eine Führung durch je 2 dünne Rundseile, welche oben um die Trommeln von Handkabeln gewickelt sind. Auf Gneisenau wurden die



*Fig. 195.*

Blechhaube zur Einführung der Betonlöffel.

Seile unten an dem Ring No. 2 und auf Westhausen II an dem obersten Schachtringe befestigt und mit dem Einsenken der Cuvelage allmählich abgerollt. Da bei diesem Verfahren die Seile jedoch während des Zusammensetzens der Cuvelage hinderlich waren, wurden dieselben bei späteren Bohrungen erst nachträglich eingehängt und unten mit Gewichten beschwert, welche in den Beton eingelassen wurden. Letzteres hat leider den Nachteil, dass, wenn Verschlingungen der Führungs- und Förderseile vorkommen, diese oben abgehauen werden müssen. Besser dürfte es daher sein, die Führungsseile, wie auf Preussen II, Schacht I und II, mit dem Fortschreiten des Betonierens allmählich hochzuziehen.

Damit die Löffel nicht auf dem oberen Rande der Cuvelage hängen bleiben, wird letzterer vor dem Einsenken unter Wasser mit einer aus 6 Segmenten bestehenden, etwa 1 m hohen Blechhaube versehen (Fig. 195 a und b). Die zwischen den Segmenten der Haube verbleibenden Zwischenräume dienen dazu, den 6 Armen des Senkapparates beim Aufholen desselben den Durchgang zu gestatten.

Während des Einlassens des Betons geht ein Teil desselben durch zu frühzeitiges Oeffnen der Klappen, sowie dadurch, dass das Wasser

durch den Löffel hindurchstreicht, verloren. Beim späteren Sumpfen des Wassers findet man daher gewöhnlich den Deckel der Cuvelage mehrere Meter hoch mit Beton bedeckt, welcher mit Schlamm vermischt und daher meist nicht erhärtet ist. Um zu vermeiden, dass der Beton auch in die Gleichgewichtsröhre hineinfällt und dieselbe verstopft, wird das obere Ende der Röhre nach dem Einbau des letzten Rohrstücks mit einem Tuch bedeckt (Scharnhorst I) oder vor Beginn des Betonierens an einem Seil ein Hut aus Eisenblech auf die Röhre niedergelassen (Preussen I/I, Preussen II/I). Das Beste ist wohl, die Röhre wie auf Adolf von Hansemann III und Victor II, oben mit einer in Scharnieren drehbaren Klappe auszurüsten.

Der Beton wird am Schacht von Hand gemischt, mit Wasser angefeuchtet und mit Schaufeln in die Löffel gefüllt. Auf Dahlbusch bestand der Beton nach Chaudrons Angaben aus gleichen Raumteilen Wasserkalk, Trass und Sand, sowie einem Cementzusatz, welcher von unten nach oben abnahm und im Durchschnitt etwa  $8\frac{1}{10}$  der ganzen Masse ausmachte.\*) Bei späteren Bohrungen, bei welchen damit gerechnet werden musste, dass die Cuvelage nicht mehr bis beinahe zu Tage reichte, und dass der Wasserdruck wesentlich höher als der war, auf den bei Dahlbusch gerechnet werden musste, erschien ein solcher Beton jedoch nicht widerstandsfähig genug. Es wurden aus diesem Grunde von Tomson auf Gneisenau eingehende Versuche über die geeignetste Zusammensetzung des Betons gemacht.\*\*\*) Verschiedene Mischungen wurden in gusseiserne Röhren gebracht und nach längerer oder kürzerer Bindezeit einem hohen Druck ausgesetzt. Hierbei ergab sich, dass reiner Cement die grösste Dichtigkeit besass. Denselben ohne Zusatz auf die ganze Höhe der Betonierung anzuwenden, verbieten jedoch die hohen Kosten. Es werden daher gewöhnlich nur die unteren 10 bis 20 m und die oberen 5 bis 10 m der Cuvelage mit reinem Cement hintergossen, während der Zwischenraum mit Cement, der mit einem oder zwei Teilen Rheinsand gemischt ist, ausgefüllt wird.

Auf Scharnhorst I war bei einer Höhe der Cuvelage von 49 m die Zusammensetzung der Hinterfüllung beispielsweise die nachstehende:

Reiner Cement . . . . .	von 139 bis 112 m Teufe,
1 Teil „ und 1 Teil Sand „	112 „ 100 „ „ „
Reiner „ . . . . .	„ 100 „ 93 „ „ .

Bei dem Schachte Adolf von Hansemann III bestand das untere und obere Drittel der 58 m hohen Betonierung aus reinem Cement und das mittlere Drittel aus Cement und Rheinsand im Verhältnis 1:2.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 45.

\*\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 8.

Wo die Höhe der Cuvelage mehr als etwa 50 bis 60 m beträgt, stuft man die Mischung von Cement und Sand gewöhnlich noch etwas ab. Für den Schacht I der Zeche Preussen I, bei dem die Höhe der Cuvelage 81 m betrug, war das Bild z. B. folgendes\*):

Reiner Cement . . . . .	von 341 bis 331 m Teufe,
1 Teil „ und 2 Teile Sand „	331 „ 300 „ „ „
2 Teile „ „ 1 Teil „ „	300 „ 271 „ „ „
3 „ „ „ 1 „ „ „	271 „ 258 „ „ „
Reiner Cement . . . . .	„ 258 „ 250 „ „ „

Etwas andere, aber wohl zweckmässigere Abstufungen zeigt die 152 m hohe Betonierung auf Preussen II/I:

Reiner Cement . . . . .	von 373 bis 358 m Teufe,
4 Teile „ und 1 Teil Sand „	358 „ 343 „ „ „
1 Teil „ „ 1 „ „ „	343 „ 321 „ „ „
1 „ „ „ 2 Teile „ „	321 „ 240 „ „ „
4 Teile „ „ 1 Teil „ „	240 „ 228 „ „ „
Reiner Cement . . . . .	„ 228 „ 220 „ „ „

Der Betonverbrauch je m Höhe der Cuvelage schwankt bei den neueren Bohrungen und einem lichten Durchmesser der Cuvelage von 4,10 m je nach dem äusseren Durchmesser derselben durchschnittlich zwischen 2,8 und 3,1 cbm und bei einem solchen von 4,40 m zwischen 2,9 und 3,2 cbm, während die Berechnung etwa 3 bis 6 % weniger ergibt. Auf Preussen II/I berechnete sich die erforderliche Betonmenge im ganzen zu 498 cbm; dagegen betrug der Verbrauch 519 cbm, d. i. 4 % mehr. Die Differenz rührt einerseits von dem Verluste während des Einlassens, dann aber auch davon her, dass die Stösse des Bohrschachtes hier und da kleine Ausbauchungen aufwiesen.

Wesentlich höher als bei den übrigen Schächten stellte sich der Mehrverbrauch an Beton auf Dahlbusch. Hier wurden bei einem lichten Durchmesser der Cuvelage von 3,65 m statt 2,6 cbm rund 3 cbm je m Cuvelagehöhe benötigt.\*\*)

Es wurde dies wohl mit Recht zum grossen Teile darauf zurückgeführt, dass in dem dort sehr weichen Mergel häufig Nachfall eingetreten war, wodurch in den Stössen grössere Auskesselungen entstanden waren.

Wie die nachfolgende Zusammenstellung in Tabelle 27 erkennen lässt, betrug bei den neueren Bohrschächten mit Ausnahme des Schachtes Preussen II/II der tägliche Fortschritt der Betonierung durchschnittlich 3,6 m.

\*) Haniel & Lueg, S. 95.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 95.

Tabelle 27.

Lfd. No.	S c h a c h t	Grösste Bohrteufe	Höhe der Cuvelage	Dauer des Betonierens	Täglicher Fortschritt
		m	m	Tage	m
1	Scharnhorst II . . .	139,30	48,95	9	5,4
2	Adolf v.Hansemann III	253,25	69,25	24	2,9
3	Viktor II . . . . .	301,50	74,20	15	4,9
4	Preussen I/I . . . .	341,15	81,84	31	2,6
5	Preussen II/I . . . .	372,83	152,34	40	3,8

Dagegen hatte auf Preussen II/II, dem neuesten Bohrschachte, die in Figur 173, S. 209 angegebene Verbesserung in der Konstruktion der Betonlöffel eine wesentliche Erhöhung des Fortschrittes zur Folge, weil man beim Einlassen derselben weniger Vorsicht zu beobachten brauchte als bisher. Bei dem genannten Schachte nahm das Betonieren bei einer grössten Bohrteufe von 368 m und einer Höhe der Cuvelage von 118 m nur 16 Tage in Anspruch. Es ergab sich mithin ein Fortschritt von 7,4 m je Tag, d. i. ungefähr doppelt soviel als bei den anderen Bohrschächten.

Bei den Angaben über die Dauer des Betonierens sind die Vorbereitungen für dasselbe, welche etwa 8 bis 14 Tage beanspruchen, nicht mitgerechnet.

Wie bei der Bohrarbeit ist auch hier ein Einfluss der Teufe auf den Fortschritt nicht zu beobachten.

Dem Beton lässt man etwa 6 Wochen Zeit zum Erhärten. Dann erst wird mit dem Sumpfen des Schachtes begonnen. Nur auf Dahlbusch III und IV wurde der Schacht sofort nach dem Betonieren gesumpft, ohne dass sich hieraus Unzuträglichkeiten ergeben hätten. Bei der geringen Teufe war dieser Versuch auch nicht so gefährlich. Es dürfte sich jedoch nicht empfehlen, denselben bei grösseren Teufen zu wiederholen.

Die Belegschaft beim Betonieren, welche in 2 zwölfstündigen Schichten arbeitet, wird auf die einzelnen Arbeiten zweckmässigerweise, wie folgt, verteilt:

$2 \times 8$  Mann zur Bedienung der Löffel,  
 $2 \times 4$  „ zum Mischen des Materials,  
 $2 \times 3$  „ „ Heranschaffen des Materials,  
 $2 \times 2$  „ zur Bedienung der Maschinen

zusammen 34 Mann.

Hierzu kommen noch die schon oben bei der Bohrarbeit (S. 237) aufgeführten 16 Arbeiter (Heizer, Schmiede, Schreiner und Nebenarbeiter), sodass die Belegschaft im ganzen aus 50 Mann besteht.

### g) Freilegung der Schachtsohle.

Zum Sumpfen des Schachtes nach dem Erhärten des Betons werden in der Regel 2 cylindrische, 4 bis 7 m lange Blechgefässe (Fig. 196) von 0,40 bis 0,90 m Durchmesser und 0,75 bis 3,5 cbm Inhalt benutzt, welche zweitrümmig von einer der Maschinen, welche zum Einlassen des Betons gedient haben, bewegt werden. Die Gefässe sind oben und unten verjüngt, damit sie nicht unter die Flanschen der Cuvelage fassen können. Am Boden tragen sie ein Tellerventil a, durch welches das Wasser beim Eintauchen eintritt. Durch die Stange b wird das Ventil gehoben, um über Tage den Inhalt in einen untergeschobenen Wasserwagen oder eine in Scharnieren drehbare Holzlutte abfliessen zu lassen. Die Führung der Gefässe geschieht durch Schlitten an Seilen, welche unten an einem beweglichen Holzrahmen befestigt sind.

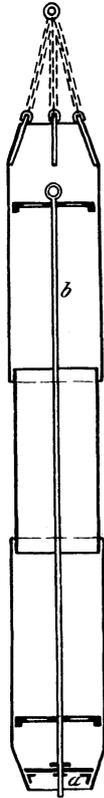


Fig. 196.

Gefäss zum Sumpfen der  
Wasser für die Schächte  
I und II der Zeche  
Preussen II.

Die Vorbereitungen für das Sumpfen werden während der Erhärtung des Betons getroffen.

Mit dem Sinken des Wasserspiegels werden nacheinander der Deckel, die Gleichgewichtsröhre und der Boden ausgebaut und mittelst der Kabelmaschine zu Tage gehoben.

Auf Gneisenau II, Victor II,\*) Scharnhorst I und Westhausen II\*\*) hat die Wassersümpfung nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereitet und zwar auf Gneisenau II, weil das Steinkohlengebirge unterhalb des abgebohrten Schachtteils noch eine grössere Wassermenge zuführte, bei den übrigen Schächten, weil der Abschluss der aus dem Deckgebirge zuzitenden Wasser nur unvollständig gelungen war. Ein geeignetes Mittel zur Sumpfung bot hierbei auf Westhausen II und Scharnhorst I die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung, während man sich bei den Schächten Gneisenau II und Victor II dadurch half, dass man dieselben von den Schächten I aus unterfuhr und durch einen Aufbruch (Gneisenau II) oder ein Bohrloch (Victor II) mit der Unterfahrungsstrecke verband. Es wird hierauf weiter unten bei der Beschreibung der einzelnen Bohrungen (S. 263 ff.) noch näher eingegangen

\*) Glückauf 1899, S. 46.

\*\*) Tecklenburg, Bd. VI, S. 110.

werden. Auch auf Preussen II/I hat sich beim Sumpfen des Schachtes noch ein geringer Wasserzufluss aus dem abgebohrten Teile desselben bemerkbar gemacht, weshalb man auch hier die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung einbaute. In all diesen Fällen ist es übrigens gelungen, die Wasser noch nachträglich abzuschliessen.

Die Dauer der Arbeiten für das Freilegen der Schachtsohle ausschliesslich der Vorbereitungen hierzu richtet sich im allgemeinen nach der Teufe des Schachtes, dem Stande des Wassers in demselben, sowie der Höhe der Cuvelage und schwankt unter gewöhnlichen Verhältnissen zwischen etwa 14 Tagen (Schächte der Zeche Dahlbusch) und etwa 6 Wochen (Preussen I/I). Wo dagegen die Wasserstümpfung Schwierigkeiten bereitet, betrug der Zeitaufwand meist mehrere Monate und auf Victor II sogar beinahe ein Jahr.

Die Arbeit erfolgt in 3 achtstündigen Schichten. Die Grösse der Belegschaft ist dieselbe wie bei der Bohrarbeit.

#### **h) Weiterabteufen des Schachtes und Herstellung der Anschlusscuvelage.**

Ist der Gleichgewichtsboden ausgebaut, so wird der Schacht ohne Schiessarbeit ein Stück weiter abgeteuft. Unter der Cuvelage bleibt zunächst eine Gesteinsbrust stehen. Alsdann wird zur festen Verlagerung der Moosbüchse und zum Abschluss der unterhalb derselben etwa noch zuzitzenden Wasser die sogenannte untere Anschlusscuvelage (Fig. 197 a—c) hergestellt. Letztere erhält eine Höhe von 2 bis 4 m und besteht aus ein oder zwei Keilkränzen  $A_1$  und  $A_2$  und einer Anzahl bearbeiteter deutscher Tubblings BB, welche mit einer Horizontalrippe versehen sind und mit Beton hintergossen werden. Beim Einbau der Tubblings wird die Gesteinsbrust, welche ungefähr am Fusse der Anschlusscuvelage ausläuft, allmählich weggespitzt. Um hierbei jedoch nicht zu viel Gebirge wegnehmen zu müssen, wird den Tubblings nur eine Höhe von 0,80 m gegeben. Das Schlussstück des obersten Ringes wird des bequemeren Einbaus wegen in 2 Segmente aa (Fig. 194 c) geteilt, welche nur halb so lang sind wie die übrigen Segmente. Die Fuge zwischen diesem Ring und der Moosbüchse wird pikotiert. Damit die Pikotage eine keilförmige Gestalt erhält und durch den Wasserdruck von aussen her fest angepresst wird, werden zur Ausfüllung der Fuge keilförmige Brettchen gewählt und der obere Flansch des obersten Tubblingsringes nach aussen abgeschrägt.

Bei den Dahlbuschschächten hat man unter den gusseisernen Keilkränzen noch einen solchen aus Eichenholz (Fig. 185, S. 221) und auf Gneisenau und Scharnhorst I einen besonderen gusseisernen Ring

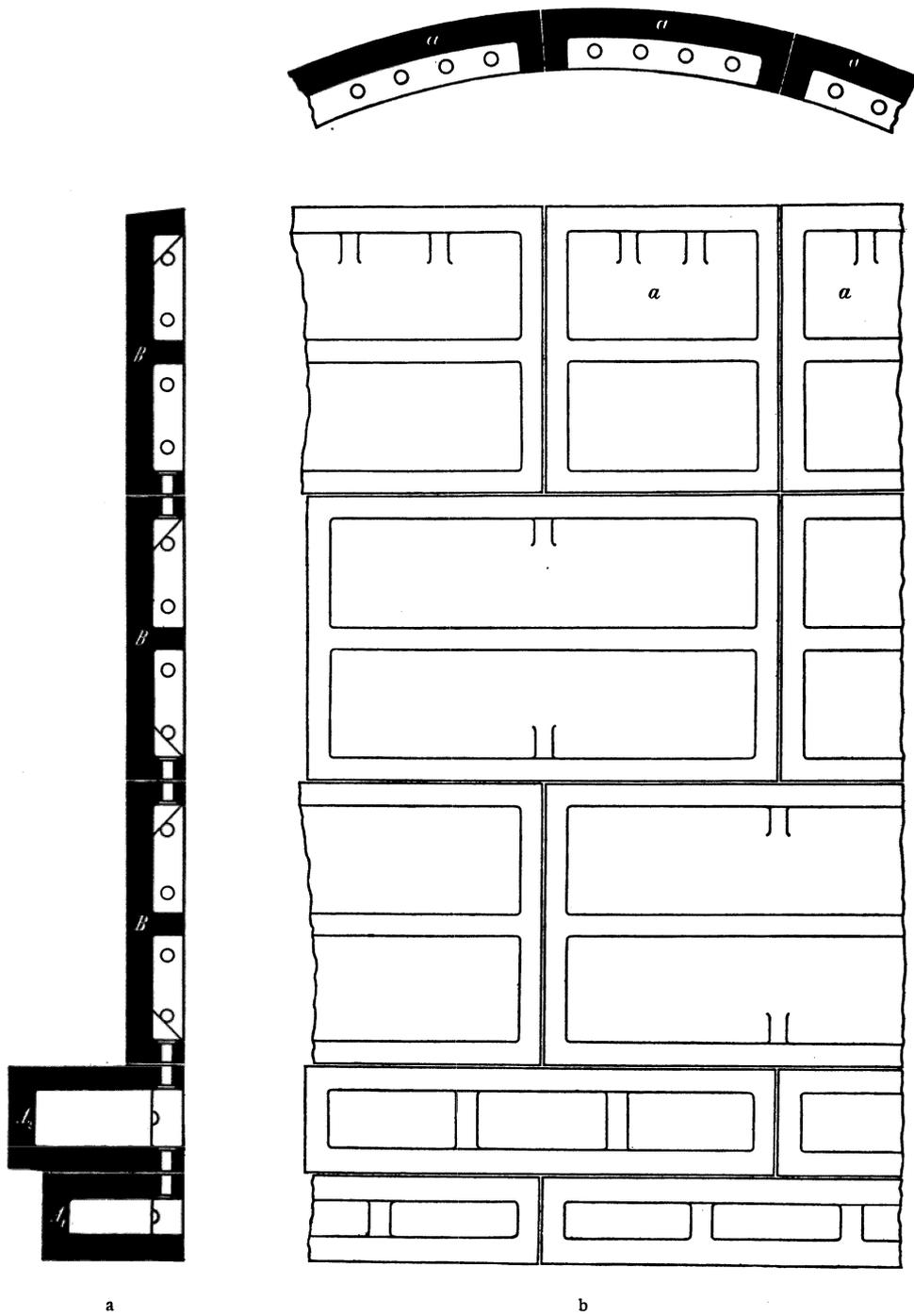


Fig. 197.

Untere Anschlusscuvelage von 4,40 m lichtem Durchmesser auf Zeche Victor II.

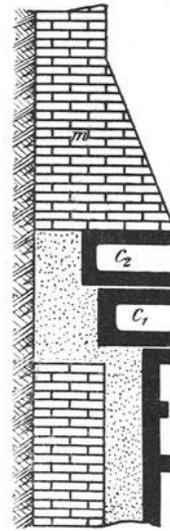
(Fig. 198) verlagert, während man neuerdings, so auf Preussen I, Adolf von Hanseemann III, Preussen I, Schacht I und II, ein gemauertes Bett von etwa 0,50 m Höhe hergestellt hat. Da der Fuss der Anschlusscuvelage zumeist im Steinkohlengebirge liegt, wo die Herstellung einer ebenen und horizontalen Fläche Schwierigkeiten bereitet, so erscheint die Verlagerung auf einem gemauerten Bette sehr geeignet.

Falls unter der Moosbüchse noch grössere Wassermengen hervortreten, reicht eine Höhe der Anschlusscuvelage von 2 bis 4 m nicht aus,



*Fig. 198.*

Untere Anschlusscuvelage für  
Scharnhorst I.



*Fig. 199.*

Obere Anschlusscuvelage.

um die Wasser vollständig abzuschliessen. Auf Victor II musste der Cuvelage daher eine Höhe 11,5 m und auf Westhausen II eine solche von 13 m gegeben werden. Damit man ganz sicher ist, dass sich die Wasser nicht schliesslich doch noch nach unten hin durchdrücken, ist es sehr zweckmässig, die Anschlusscuvelage in 2 Absätzen (Viktor II) herzustellen und für jeden Absatz ein Keilkranzpaar zu legen. Auch empfiehlt es sich, wie dies bei dem Schachte Westhausen II geschehen ist,\*) einen der Tubbing-ringe mit Hähnen zu versehen, aus welchen während des Pikotierens der Anschlussfuge das Wasser ausfliesst.

Für die Herstellung der Anschlusscuvelage einschliesslich des

\*) Haniel & Lueg, S. 90.

Abteufens ist je nach den Umständen eine Zeitdauer von etwa 3 (Dahlbusch IV) bis 6 Wochen (Westhausen II und Victor II) zu rechnen. Die Belegschaft besteht während dieser Arbeiten aus etwa 60 Mann, welche sich zum grösseren Teile auf 4 sechsstündige Schichten verteilen.

Um den hinter den ganzen Schachtringen befindlichen Beton nach oben hin abzuschliessen, hat man bei den Schächten der Zechen Gneisenau, Preussen I und Preussen II auch oberhalb der Cuvelage 2 Keilkränze  $C_1$  und  $C_2$  (Fig. 199) verlagert, von welchen der untere mit dem obersten Schachtringe oder einer Anzahl deutscher Tubblings, die man noch auf denselben gesetzt hatte, verschraubt wurde. Die Verbindung dieser oberen Anschlusscuvelage mit der Schachtmauerung geschah durch das konische Mauerstück m. Wenn es auch bis jetzt nur einmal (Preussen II/l) vorgekommen ist, dass der Beton nach oben Wasser durchdringen liess, so sollte man doch in der angegebenen Weise aus Gründen der Sicherheit überall verfahren.

Da der Querschnitt in dem abgebohrten Schachtteile für alle Zwecke nur zur Not ausreicht, wird unterhalb der unteren Anschlusscuvelage meist zu einem grösseren Durchmesser übergegangen.

Beim späteren Einbau von Drucksätzen ist es bisher immer möglich gewesen, dieselben ober- und unterhalb der Cuvelage zu verlagern.

Der Ausbau unterhalb der Anschlusscuvelage besteht aus kreisrunder Mauerung, welcher man oben zum Anschluss an die Tubblings eine konische Form giebt.

### i) Leistungen.

Die durchschnittlichen monatlichen Leistungen bei dem Kind-Chaudron-Verfahren sind für sämtliche Schächte, bei denen dasselbe bis jetzt zur Anwendung gekommen ist, in Tabelle 28 angegeben. In derselben ist die für die Herstellung der unteren Anschlusscuvelage einschliesslich des Abteufens aufgewandte Zeit nicht mit berücksichtigt, weil diese Arbeiten eigentlich schon zum Abteufen von Hand gehören.

Da die Bohrarbeit den grössten Teil der Zeit, nämlich durchschnittlich 67%, in Anspruch nimmt, so müssen die Dahlbusch-Schächte, bei welchen eine grösste Leistung von 8,50 m (Dahlbusch III) je Monat erzielt wurde, der dortigen besonderen Verhältnisse wegen (vergl. S. 265) für die Berechnung einer brauchbaren Durchschnittszahl auch hier ausser Betracht bleiben. Bei den übrigen Schächten schwankt der monatliche Fortschritt zwischen 1,66 m auf Scharnhorst I und 2,95 m auf Preussen II/l und beträgt im Mittel 2,26 m. Die niedrigen Leistungen auf Scharnhorst I, Victor II (1,88 m) und Gneisenau II (1,95 m) rühren von den erheblichen Schwierigkeiten beim Freilegen der Schachtsohle her. Bei dem ersteren Schacht ist ausserdem die geringe Höhe des abgebohrten Schacht-

Tabelle 28.

Lfd. Nr.	Name des Schachtes	Größte Bohrtiefe m	Höhe des abgebohrten Schachtteils m	Durchmesser im Lichten der Cuvelage m	Dauer des Verfahrens vom Beginn der Bohrarbeit bis zum Beginn des Abteufens auf der Sohle			Leistung je Monat m
					von	bis	in Minuten	
1.	Dahlbusch IV	75,00	63,00	3,65	14. 8. 1874	18. 5. 1875	9,1	6,92
2.	Dahlbusch III	88,20	78,20	3,65	17. 3. 1874	23. 12. 1874	9,2	8,50
3.	Dahlbusch, Wetterschacht	101,00	93,00	1,90	13. 9. 1865	10. 8. 1867	22,8	4,08
4.	Dahlbusch II	102,50	90,70	3,65	11. 7. 1866	18. 8. 1868	25,3	3,58
5.	Scharnhorst I	139,30	21,80	4,10	5. 6. 1899	11. 7. 1900	13,2	1,66
6.	Westhausen II	176,25	34,65	2,75	8. 8. 1891	23. 10. 1892	14,5	2,38
7.	Gneisenau I	241,60	78,60	3,65	20. 12. 1882	4. 6. 1885	29,5	2,66
8.	Gneisenau II	243,90	43,90	3,65	15. 10. 1884	1. 9. 1886	22,5	1,95
9.	Adolf von Hanseemann III	253,25	58,65	4,40	10. 8. 1896	23. 6. 1898	21,5	2,72
10.	Victor II	301,50	56,50	4,40	10. 10. 1895	9. 4. 1898	30,0	1,88
11.	Preussen I/I	341,15	81,15	4,10	28. 5. 1892	11. 5. 1895	34,5	2,35
12.	Preussen II/II	368,16	108,17	4,40	24. 5. 1898	15. 12. 1901	42,2	2,52
13.	Preussen II/I	372,82	140,57	4,10	2. 8. 1897	24. 7. 1901	47,6	2,95

teils zu berücksichtigen. Je geringer diese Höhe ist, desto mehr fällt eine Anzahl Pausen ins Gewicht, welche, wie z. B. diejenige für die Vorbereitungen zum Betonieren sowie für das Erhärten des Betons, bei allen Bohrungen nahezu die gleiche Dauer besitzen.

Ein Einfluss des Durchmessers auf die Leistung ist nicht zu erkennen, da bei den meisten Schächten die Durchmesser zu wenig verschieden sind. Bei dem Schachte Westhausen II wäre ein Einfluss des geringeren Durchmessers von nur 2,75 m an sich wohl zu erwarten gewesen, aber auch hier wurde der Fortschritt dadurch herabgedrückt, dass der Abschluss der Wasser anfangs nicht vollständig gelungen ist.

Sieht man von den Dahlbusch-Schächten ab, so ist ebenso wie bei der Bohrarbeit auch bei dem ganzen Verfahren eine Abnahme der Leistung mit Zunahme der Teufe nicht zu beobachten. Ja, es weist sogar der tiefste Bohrschacht, Preussen II/I, nächst den Schächten der Zeche Dahlbusch die höchste Leistung von 2,95 m auf.

### k) Kosten.

Die Kosten bei der Anwendung des Verfahrens sind für sämtliche Schächte in Tabelle 29 zusammengestellt.

## Kosten bei der Anwendung des Kind-

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		8.		9.	
Lfd. Nr.	S c h a c h t	Grösste Bohr- teufe  m	Höhe des ab- gebohr- ten Schacht- teils  m	Höhe der Cuve- lage ohne An- schluss- cuvelage  m	Lichter Durch- messer der Cuve- lage  m	K o s t e n d e s					
						Einrichtungen und Apparate*)		Cuvelage		B e t o n	
						im ganzen	je lfd. Meter Bohr- schacht	im ganzen	je Meter Höhe der Cuve- lage	im ganzen	je Meter Höhe der Cuve- lage
1	Dahlbusch IV	75,00	63,00	73,00	3,65	109 500	777	192 000	1208	10 500	66
2	Dahlbusch III	88,00	78,20	86,00	3,65						
3	Dahlbusch, Wetterschacht	101,00	93,00	99,00	1,90	29 700	319	58 650	592	7 190	73
4	Dahlbusch II	102,50	90,70	100,00	3,65	44 850	494	105 000	1050	4 500	45
5	Scharnhorst I	139,30	21,80	48,95	4,10	110 000	5046				
6	Westhausen II	176,25	34,65	41,51	2,75	61 451	1773	30 405	732	8 386	202
7	Gneisenau I	241,60	78,60	84,44	3,65						
8	Gneisenau II	243,90	43,90	61,00	3,65	56 615	1290	83 964	1376	8 791	144
9	Adolf von Hansemann III	253,25	58,25	69,25	4,40	70 215	1205	171 500	2477	15 500	224
10	Victor II	301,50	56,50	74,20	4,40	87 124	1542	193 228	2604	14 128	190
11	Preussen I/I	341,15	81,15	92,25	4,10						
12	Preussen II/II	368,16	108,17	118,17	4,40	129 260	1195	267 594	2264	15 000	127
13	Preussen II/I	372,82	140,57	152,34	4,10	129 260	920	295 769	1942	18 602	122

\*) Für die Kosten der Einrichtungen und Apparate sind, wo nichts anderes angegeben ist, 50 % des An-

## Chaudron-Verfahrens im Ruhrbezirk.

Tabelle 29.

10.		11.		12.	13.		14.
Verfahrens in Mark							
Kohlen und sonstige Materialien		Löhne und Gehälter		Verschiedenes	Gesamtkosten		Bemerkungen
im ganzen	je lfd. Meter Bohrschacht	im ganzen	je lfd. Meter Bohrschacht	im ganzen	im ganzen	je lfd. Meter Bohrschacht	
48 000	340	78 000	553	19 800	457 800	3 247	{ In den Kosten sind auch diejenigen für das Niederbringen zweier Senkschächte bis zu 10 bzw. 12 m Teufe enthalten.
		29 997	323	—	125 537	1 350	
42 000	463	39 000	430	10 400	245 750	2 709	{ In den Kosten sind auch diejenigen für das Niederbringen eines Senkschachtes bis zu 11,8 m Teufe enthalten.
					363 000	16 651	
37 429	880	60 310	1741	26 356	224 337	6 474	{ Die Kosten für die Einrichtungen und Apparate setzen sich zu einem großen Teile aus Leihgebühren zusammen.
					415 076	5 281	
		82 993	1891	6 969	239 342	5 452	{ Die Kosten für Kohlen und sonstige Materialien sind auf die übrigen Posten verteilt.
73 500	1262	116 500	2000	—	447 215	7 678	{ Als Kosten für die Einrichtungen und Apparate sind die Anschaffungskosten abzüglich des Erlöses beim Wiederverkauf eingesetzt.
58 660	1038	100 727	1783	31 190	485 057	8 585	{ Als Kosten für die Einrichtungen und Apparate sind die Anschaffungskosten abzüglich des Erlöses beim Wiederverkauf eingesetzt. Als Ausgabe für den Kohlenverbrauch, der von der Zechenverwaltung nicht angegeben wurde, sind für die Zeit, wo die Maschinen in Betrieb waren, 2000 M. je Monat angenommen.
					791 681	9 633	{ Die Kosten mit Ausschluß derjenigen für die Einrichtungen und Apparate, für welche 120 000 M. eingesetzt sind, betragen 708 204 M.
121 000	1119	274 000	2533	78 756	887 370	8 203	{ Unter „Verschiedenes“ sind die Kosten für laufende Unterhaltung der Einrichtungen und Apparate, sowie für größere Reparaturen aufgeführt.
174 360	1240	362 429	2578	101 000	1 081 420	7 693	{ Da die Arbeiten zur Zeit der Anfertigung dieser Abhandlung noch nicht vollständig beendet waren, konnten die Kosten nur annähernd angegeben werden (vergl. die eingehendere Kostenaufstellung für beide Schächte).

schaftungswertes eingesetzt, da dieselben zu einem großen Teile wieder benutzt werden können.

Hierzu ist folgendes zu bemerken: Die ausserordentlich niedrigen Kosten von 1 347 bis 3 246 M. für das laufende Meter bei den Dahlbusch-Schächten rühren hauptsächlich von den hohen Leistungen infolge der geringen Härte des durchbohrten Gesteins her. Bei dem Wetterschacht (1 347 M. je m) spielt ausserdem noch der geringe Durchmesser eine Rolle. Für den Schacht I der Zeche Scharnhorst berechnen sich die Kosten (16 651 M. je Meter) deshalb so hoch, weil der Fortschritt hier aussergewöhnlich gering war und sich die Ausgaben für die Einrichtungen und Apparate nur auf 21,80 m verteilen. Zudem besitzt daselbst die Cuvelage mehr als die doppelte Höhe des abgebohrten Schachtteiles, wodurch sich die Kosten je Meter Bohrschacht ebenfalls erhöhen. Verhältnismässig niedrig wiederum sind die Kosten bei den Schächten Gneisenau I und II (5 281 bzw. 5 452 M.). Wenn man aber bedenkt, dass in den Jahren 1882 bis 1886, in welchen bei den genannten Schächten das Kind-Chaudron-Verfahren zur Anwendung gelangt ist, die Materialpreise durchschnittlich etwa um 50 % und die Löhne um 35 % niedriger waren als heute, so erscheint dies nicht auffallend; nur die Preise der Cuvelage hatten damals schon ungefähr die jetzige Höhe. Berücksichtigt man diese Thatsache und setzt bei dem Schacht II, für welchen die Angaben der Einzelkosten vorliegen, in den Spalten 7 und 9 bis 12 die entsprechend höheren Zahlen ein, so erhält man statt 5 452 M. je Meter 8 140 M., eine Zahl, welche fast genau mit den im folgenden angegebenen Durchschnittswerten übereinstimmt.

Bei den übrigen Schächten, welche sämtlich in den letzten zehn Jahren abgebohrt worden sind, schwanken die Kosten zwischen 6 474 M. (Westhausen II) und 9 633 M. (Preussen I/I) und betragen im Durchschnitt 8 156 M. Um die Angaben für diese Schächte miteinander vergleichen und feststellen zu können, ob und in welcher Weise die Kosten mit der Teufe zunehmen, ist es notwendig, eine Umrechnung für ein und denselben Durchmesser, sowie für eine gleiche Höhe des abgebohrten Schachtteiles vorzunehmen. Als Durchmesser soll ein solcher von 4,40 m zu Grunde gelegt werden, während eine Höhe des abgebohrten Schachtteiles von 100 m und ausserdem eine solche von 50 m angenommen werden möge. Die bei einer solchen Berechnung sich ergebenden Resultate sind in Tabelle 30 mitgeteilt.

Die Umrechnung auf ein- und denselben Durchmesser erfolgte in der Weise, dass dort, wo dieser 4,10 m beträgt (Preussen I/I und Preussen II/I), die Kosten je m Höhe der Cuvelage um 300 M., und bei dem Schachte Westhausen II, der einen Durchmesser von 2,75 m im Lichten der Cuvelage besitzt, um 700 M. erhöht wurden. Die sonstigen Kosten wegen des grösseren Durchmessers zu erhöhen, erschien nicht erforderlich, da bei dem Schachte Westhausen II die Ausgaben des anfänglich nur teilweise gelungenen Wasserabschlusses an sich schon sehr hoch sind und die Ver-

Tabelle 30.

Schacht	Bohrteufe in m		Mittlere Bohrteufe m	Kosten je laufendes Meter bei einer Höhe des abgebohrten Schachtteils	
	von	bis		von 100 m M.	von 50 m M.
Westhausen II	142	176	159	6 153	6 767
Adolf von Hansemann III	195	253	224	7 174	7 876
Victor II	245	301	273	7 914	8 785
Preussen I/I	260	341	301	9 818	11 118
Preussen II/I	232	373	303	8 391	9 683
Preussen II/II	260	368	314	8 301	9 594

grösserung des Durchmessers der beiden anderen Schächte zu unbedeutend ist. In Bezug auf die Höhe des abgebohrten Schachtteils wurde eine Aenderung insofern vorgenommen, als der in den Kosten für das laufende Meter enthaltene Teilbetrag für die Einrichtungen und Apparate nicht nach der wirklichen Meterzahl, sondern entsprechend einer solchen von 100 und 50 m berechnet wurde.

Die bedeutende Höhe der Kosten von 9 818 M. bzw. 11 118 M. bei dem Schachte Preussen I/I gegenüber denjenigen für die beiden Schächte der Zeche Preussen II, welche ungefähr dieselbe mittlere Bohrteufe besitzen, wie dieser, findet ihre Erklärung durch die Thatsache, dass auf Preussen I/I das Gebirge sehr klüftig war, was häufig Brüche von Bohrer und Gestänge zur Folge hatte.

Die ermittelten Zahlen gestatten es, die Kosten für mittlere Bohrteufen von 50 bis 350 m bei einem Durchmesser von 4,40 m etwa in der in Tabelle 31 angegebenen Höhe zu veranschlagen.

Tabelle 31.

Mittlere Bohrteufe m	Kosten je laufendes Meter in M. bei einer Höhe des abzu- bohrenden Schachtteils von	
	100 m	50 m
50	6 000	7 000
100	6 200	7 300
150	6 500	7 600
200	7 000	8 200
250	7 800	9 000
300	8 700	10 000
350	9 600	11 000

Bei einem Durchmesser von 4,10 m sind je nach der Teufe 200 bis 300 M. weniger anzusetzen.

Die Kosten bei Bohrteufen von 50, 100 und 350 m sind geschätzt.

Für die mittlere Bohrteufe von 150 m wurden die Zahlen von Westhausen II benutzt, während für die Bohrteufen von 200 und 250 m Mittelwerte zu Grunde gelegt sind, welche aus den Zahlen für Westhausen II und Adolf von Hansemann III bzw. für den letzteren Schacht und Victor II berechnet wurden. Hierbei wurden die Kosten jedoch um soviel erhöht, als sich die Einzelbeträge für die Einrichtungen und Apparate in Wirklichkeit höher stellen würden, wie sie auf Grund vorhandener Angaben in die Kostenzusammenstellung eingesetzt sind. Die Beträge für die Bohrteufe von 300 m bilden Mittelwerte aus den Zahlen der 3 Schächte von Preussen I und II.

Im Einzelnen dürften die Kosten bei einem Durchmesser von 4,40 m und einer mittleren Bohrteufe von 50 bis 350 m je nach der Teufe, etwa wie nachstehend angegeben zu veranschlagen sein:

	M.	M.
1. Einrichtungen und Apparate, 50 % von 200 000 M. bis 280 000 M. insgesamt . . . . .	100 000	bis 140 000
2. Cuvelage, je Meter Höhe derselben . . . . .	1 200	„ 2 600
3. Beton, je Meter Höhe der Cuvelage . . . . .	150	
4. Sonstige Materialien und Kosten der Dampferzeugung je laufendes Meter Bohrschacht . . . . .	800	„ 1 400
5. Löhne und Gehälter je laufendes Meter Bohrschacht	1 800	„ 2 800
6. Verschiedenes, insgesamt . . . . .	50 000	„ 100 000

Die Kosten des Betons, für welche eine Durchschnittszahl eingesetzt ist, werden je nach der Höhe der Cuvelage, entsprechend dem verschiedenen Gehalt an Cement, zwischen 120 und 200 M. anzunehmen sein.

Ein klares Bild von den Einzelkosten bei einer mittleren Bohrteufe von etwa 300 m dürften die Aufstellungen geben, welche sich auf die Schächte I und II der Zeche Preussen II beziehen und von Generaldirektor Tomson zur Verfügung gestellt wurden. Einige der in diesen Zusammenstellungen enthaltenen Angaben mussten geschätzt werden, da die Arbeiten zur Zeit der Niederschrift dieses Abschnittes noch nicht vollständig beendet waren. Jedoch wird die Differenz gegenüber der Wirklichkeit kaum einige hundert Mark für das Meter betragen.

## S c h a c h t I.

I. Einrichtungen und Apparate:	M.	M.
a) Bohrturm, Maschinen, Kessel, Gebäude und Fundamente, 50 % von 153 106 M. . . . .	76 508	
b) Bohrgeräte, 50 % von 105 504 M. . . . .	<u>52 752</u>	129 260
d. i. je lfd. Meter 920 M.		
II. Bohrung:		
a) Löhne und Gehälter:	M.	
1. Eigentliche Bohrarbeit . . . . .	72 000	
2. Heizung und Maschinenwartung . . . . .	27 750	
3. Schmiede und Schreinerei . . . . .	32 400	
4. Platzarbeit und Transport . . . . .	27 000	
5. Leitung und Verwaltung . . . . .	36 000	
6. Aufstellung des Bohrturms, der Maschinen u. s. w., sowie sonstige Arbeiten . . . . .	<u>48 600</u>	243 700
b) Materialien:		
1. Kohlen . . . . .	108 000	
2. Sonstige Materialien . . . . .	<u>43 150</u>	151 500
c) Unterhaltung und Reparaturen:		
1. Laufende Unterhaltungskosten der Ein- richtungen und Apparate . . . . .	28 849	
2. Grössere Reparaturen in auswärtigen Werk- stätten . . . . .	<u>72 151</u>	101 000 495 900
d. i. je lfd. Meter 3527 M.		
III. Cuvelierung:		
a) Cuvelage nebst allem Zubehör . . . . .	295 769	
b) Löhne und Gehälter . . . . .	<u>24 250</u>	320 000
d. i. je lfd. Meter 2276 M.		
IV. Betonierung:		
a) Löhne und Gehälter . . . . .	7 329	
b) Beton . . . . .	18 602	
c) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	<u>3 210</u>	29 241
d. i. je lfd. Meter 208 M.		
V. Freilegen der Schachtsohle:		
a) Löhne und Gehälter einschliesslich derjenigen, welche während des Erhärtens des Betons gezahlt wurden . . . . .	42 000*	
b) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	<u>16 000*</u>	58 000
d. i. je lfd. Meter 413 M.		
VI. Oberleitung und Remunerationen . . . . .		45 100
d. i. je lfd. Meter 320 M.		

Die Gesamtkosten betragen somit 1 081 420  
d. i. je lfd. Meter 7 693 M.

## S c h a c h t I I.

	M.	M.
I. Einrichtungen und Apparate:		
a) Bohrturm, Maschinen, Kessel, Gebäude und Fundamente, 50 0/0 von 153 506 M. . . . .	76 508	
b) Bohrgeräte, 50 0/0 von 105 504 M. . . . .	<u>52 752</u>	129 260
d. i. je lfd. Meter 1 195 M.		
II. Bohrung:		
a) Löhne und Gehälter:	M.	
1. Eigentliche Bohrarbeit . . . . .	64 000	
2. Heizung und Maschinenwartung . . . . .	21 500	
3. Schmiede und Schreinerei . . . . .	28 800	
4. Platzarbeit und Transport . . . . .	20 700	
5. Leitung und Verwaltung . . . . .	—	
6. Aufstellung des Bohrturms, der Maschinen u. s. w., sowie sonstige Arbeiten . . . . .	<u>27 010</u>	194 010
b) Materialien:		
1. Kohlen . . . . .	76 000	
2. Sonstige Materialien . . . . .	<u>35 000</u>	112 000
c) Unterhaltung und Reparaturen:		
1. Laufende Unterhaltungskosten der Einrichtungen und Apparate . . . . .	18 501	
2. Grössere Reparaturen in auswärtigen Werkstätten . . . . .	<u>60 255</u>	<u>78 756</u>
d. i. je lfd. Meter 3 557 M.		384 766
III. Cuvelierung:		
a) Cuvelage nebst allem Zubehör . . . . .	267 594	
b) Löhne und Gehälter . . . . .	<u>18 000</u>	285 594
d. i. je lfd. Meter 2 640 M.		
IV. Betonierung:		
a) Löhne und Gehälter . . . . .	6 000*	
b) Beton . . . . .	16 000*	
c) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	<u>3 000*</u>	25 000
d. i. je lfd. Meter 231 M.		
V. Freilegen der Schachtsohle:		
a) Löhne und Gehälter einschliesslich derjenigen, welche während des Erhärtens des Betons gezahlt wurden . . . . .	21 000*	
b) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	<u>6 000*</u>	27 000
d. i. je lfd. Meter 194 M.		
VI. Oberleitung und Remunerationen . . . . .		35 500
Die Gesamtkosten betragen somit		887 370
d. i. je lfd. Meter 8 203 M.		

Anm. Die mit \* bezeichneten Angaben sind geschätzt. Die von Tomson ursprünglich veranschlagten Kosten für das Freilegen der Schachtsohle bei dem Schachte I sind wegen des Wasserzufflusses, der sich nachträglich bei dieser Arbeit einstellte, entsprechend erhöht worden.

Erstreckt sich die Bohrung auf mehr als etwa 400 m Teufe, so hört die Möglichkeit, Ringe von 4,40 m Durchmesser zu verwenden, auf, da alsdann die Wandstärke zu gross wird. In einem solchen Falle wird man sich daher des von Tomson vorgeschlagenen Verfahrens, mehrere Cuvelagesäulen von geringerem Durchmesser nebeneinander einzulassen, bedienen müssen. Hierbei werden die Kosten gegenüber dem gewöhnlichen Verfahren zwar zunehmen, jedoch nicht in so erheblichem Masse, wie dies vielfach behauptet wird. Das Gewicht der in Aussicht genommenen vier Cuvelagesäulen von 2,50 bzw. 1,65 m Durchmesser ist ungefähr dasselbe wie dasjenige einer einzigen von 4,40 m Durchmesser. Bei 400 m Teufe berechnen sich z. B. die Wandstärken im ersteren Falle zu 41 bzw. 74 mm und im letzteren zu 123 mm, woraus sich ein Querschnitt des Gusseisens bei den vier Säulen von 1,66 qm und bei der einen von 1,81 qm ergibt. Die Ausgaben für die Cuvelage werden somit eher geringer als höher sein. Der mit Beton auszufüllende Raum ist etwa dreimal so gross als bei dem gewöhnlichen Verfahren, sodass sich hierfür die Kosten im ungünstigsten Falle um etwa 400 M. für das laufende Meter Bohrschacht erhöhen werden. Da ausserdem die Vergrösserung des Durchmessers der Bohrung auf 5,80 m eine Zunahme der übrigen Kosten um einige hundert Mark zur Folge haben dürfte, so wird im ganzen mit einer Mehrausgabe von höchstens 1 000 M. je Meter gegenüber dem gewöhnlichen Verfahren zu rechnen sein. Nimmt man ferner an, dass mit zunehmender Teufe die Kosten in derselben Weise wie bisher weiter wachsen werden, so erhält man für mittlere Bohrteufen von 400, 450, 500, 550 und 600 m die in Tabelle 32 aufgeführten Zahlen.

Tabelle 32.

Mittlere Bohrteufe m	Kosten in M. für das laufende Meter bei einer Höhe des abzubohrenden Schachtteils von	
	100 m	50 m
400	11 500	13 000
450	12 500	14 000
500	13 500	15 000
550	14 500	16 000
600	15 500	17 000

Bei einem Vergleich der ermittelten Kosten für das Kind-Chaudron-Verfahren mit denjenigen, welche bei grossen Wasserzuflüssen für das Abteufen von Hand festgestellt wurden, ergibt sich Folgendes:

1. Beträgt die mittlere Teufe nicht mehr als etwa 50 m und der Wasserzufluss hierbei weniger als etwa 8 cbm je Minute, so stellt sich das Kind-Chaudron-Verfahren teurer als das Abteufen von Hand.

2. Steigt die mittlere Teufe auf ungefähr 100 m, so ist dasselbe wie unter 1. der Fall, so lange der Wasserzufluss etwa überschreitet.

3. Beträgt die mittlere Teufe mehr als ungefähr 150 m, so sind die Kosten bei einem Wasserzuflusse von 4 cbm einerseits und einer Höhe des abzubohrenden Schachtteils von etwa 50 m andererseits bei beiden Verfahren nicht wesentlich verschieden, während bei grösserer Menge der zuzitenden Wasser oder grösserer Mächtigkeit der wasserreichen Schichten sich das Bild ganz erheblich zu Gunsten des Kind-Chaudron-Verfahrens verschiebt.

In welchen Fällen man sich des einen oder anderen Verfahrens zu bedienen haben wird, hängt von verschiedenen Umständen ab. Die Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens ist selbstverständlich dann unbedingt erforderlich, wenn, wie dies bei fast allen neueren Bohrungen im Ruhrbezirk der Fall war, die Menge der zuzitenden Wasser so gross ist, dass dieselben nicht, oder nur mit knapper Mühe zu Sumpfe gehalten werden können. Andererseits wird der Schacht unzweifelhaft von Hand abzuteufen sein, so lange sich die Kosten beim Abbohren höher stellen; jedoch auch dann, wenn das Abbohren mit geringeren Kosten verbunden ist, wird man zuweilen das Abteufen auf gewöhnliche Weise vorziehen müssen, da bei Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens der Querschnitt des Schachtes nicht für alle Zwecke ausreicht. Ein Schacht, welcher teilweise mit ganzen Schachtringen von höchstens 4,40 m lichtigem Durchmesser ausgekleidet ist, kann zwar ohne Schwierigkeiten zur Wetterführung und Förderung mit einer Fördereinrichtung, kaum aber zur Doppelförderung benutzt werden. Wird der Schacht in einem Teile mit Tomsonscher Cuvelage versehen, so ist zwar Doppelförderung sehr gut möglich; es bleibt aber alsdann nur ein verhältnismässig geringer Querschnitt für die Wetterführung frei.

Im allgemeinen darf angenommen werden, dass ein durch Abteufen von Hand niedergebrachter Schacht, dessen Querschnitt so gross ist, dass er bequem für Doppelförderung eingerichtet werden kann, etwa den ein und einhalbfachen Wert eines teilweise abgebohrten Schachtes besitzt. Bei Förderschächten wird sich daher die Entscheidung der Frage, welches Verfahren angewendet werden soll, nicht selten nach der Höhe der Gesamtkosten richten müssen, welche das Abteufen bis zum Stein-

kohlengebirge erfordern wird. Schliesslich muss noch in Betracht gezogen werden, dass das Abteufen auf gewöhnliche Weise bei nicht allzugrossen Wasserzuflüssen rascher zum Ziele führt, als das Abbohren.

### 1) Einzelne Bohrungen.\*)

#### Dahlbusch, Wetterschacht.\*\*)

Dammerde und Kies	von 0 bis 3 m Teufe
Schwimmsand und Kies	» 3 » 5,7 » »
Grauer Mergel	» 5,7 » 74,9 » »
Weisser Mergel	» 74,9 » 102,9 » »
Unterer Grünsand	» 102,9 » 110,0 » »

Der Schacht liegt 400 m nördlich des nach dem Kindschen Verfahren abgebohrten Förderschachtes I.

Nach Herstellung eines Senkmauerschachtes von 8 m Teufe wurde am 11. September 1865 mit dem Bohren begonnen und dasselbe am 9. Februar 1867 bei einer Teufe des Vorbohrschachtes von 113,45 m und des Erweiterungsschachtes von 101 m eingestellt. Ersterer Schacht hatte 1,37, letzterer 2,52 m Durchmesser. Wenn auch häufig Nachfall eintrat, so wurde die Arbeit doch hierdurch wenig gestört. Dagegen entstand durch ein anderes Ereignis ein Aufenthalt von etwa 3 Monaten. Nachdem man nämlich bei 110 m Teufe mit dem Vorbohrschachte in das Steinkohlengebirge eingedrungen war, ersetzte man wegen der Härte des Gesteins den bisher benutzten Bohrer durch einen schwereren, welcher für das Abbohren des Schachtes II bestimmt war. Da dieser Bohrer jedoch eine um 3 bis 4 cm grössere Meisselbreite besass, blieb er nach kurzer Zeit stecken und konnte trotz grösster Anstrengungen nicht wieder in Bewegung gebracht werden. Man sah sich daher genötigt, schon jetzt zum Erweitern überzugehen und die Moosbüchse nicht, wie ursprünglich beabsichtigt, im Steinkohlengebirge, sondern im weissen Mergel zu verlagern.

Das Einsenken der Cuvelage dauerte vom 16. März bis 6. Mai 1867. Da zu befürchten war, dass durch etwa auf der Sohle liegenden Nachfall der Abschluss der Wasser gefährdet werden könnte, wurde, bevor die Moosbüchse unten angekommen war, der Klauenfänger mehrmals durch die Gleichgewichtsröhre eingelassen, um mit demselben die Sohle zu reinigen, was auch vollständig gelang.

\*) Wo es erforderlich schien, ist den Beschreibungen der einzelnen Bohrungen das Profil der das Steinkohlengebirge überlagernden Schichten vorausgeschickt.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 31 und Annal d. trav. publ. 1867, Bd. XXV, S. 108.

Ende Mai wurde mit dem Betonieren begonnen und dasselbe am 22. Juni beendet. Hierauf wartete man, damit der Beton erhärten konnte, etwa 5 Wochen und schritt am 1. August zur Sumpfung des Wassers. Nach einigen Tagen konnte man feststellen, dass der Abschluss gelungen war. Sodann wurde die Herstellung der unteren Anschlusscuvelage in Angriff genommen, welche Mitte September 1867 vollendet war.

Dahlbusch II.\*)

Dammerde und Schwimmsand	von 0 bis 3,4 m	Teufe		
Grauer Mergel	» 3,4 » 90	»	»	
Weisser Mergel	» 90 » 103,5	»	»	
Unterer Grünsand	» 103,5 » 112,4	»	»	

Schon im Jahre 1866, als das Kind-Chaudron-Verfahren noch bei dem Wetterschacht der Zeche Dahlbusch in der Anwendung begriffen war, wurde 1000 m nördlich des Schachtes I mit dem Abbohren des Förderschachtes II begonnen.

Auch hier wurde zuerst eine Senkmauer niedergebracht und sodann bei 11,8 m Teufe am 11. Juli 1866 der Vorbohrschacht von 1,37 m Durchmesser angesetzt. Als derselbe eine Teufe von 120 m erreicht hatte und dabei 8 m im Steinkohlengebirge stand, wurde das Abbohren des Erweiterungsbohrschachtes von 4,25 m Durchmesser in Angriff genommen. Da hierzu aber aus Sparsamkeit ein alter Bohrer von nur 8000 kg Gewicht, welcher schon bei dem Schachte I Verwendung gefunden hatte, benutzt wurde, so war der Bohrfortschritt so gering, dass von 40 m Teufe ab eine Zwischenerweiterung mit einem Bohrer von 2,52 m Durchmesser notwendig wurde. Am 28. April 1868 war die Bohrarbeit bei einer Teufe des Erweiterungsschachtes von 102,50 m beendet. Abgesehen von dem Zeitverlust, welchen die zweimalige Erweiterung verursacht hatte, war die Leistung durch Nachfall sehr herabgemindert worden, indem ganze Gesteinsblöcke aus den Schachtstößen herabstürzten und von dem Bohrer zerstampft werden mussten.

Das Einsenken der Cuvelage begann am 18. Mai, und am 23. Juni kam die Moosbüchse auf der Schachtsohle an, wo nach dem Einlassen des Wassers in die Cuvelage die 1,65 m hohe Moospackung auf 0,27 m Höhe zusammengedrückt wurde.

Die Betonierung dauerte vom 1. bis 25. Juli. Nach etwa 14 Tagen wurde der Schacht gesümpft und sodann die untere Anschlusscuvelage hergestellt, was am 14. September 1868 geschehen war.

\*) Annal. d. trav. publ. 1869, Bd. XXVII, S. 138.

## Dahlbusch III.\*)"

Schwimmsand . . . . .	von 0 bis 7 m Teufe
Grauer Mergel . . . . .	» 7 » 71 » »
Weisser Mergel . . . . .	» 71 » 91 » »
Unterer Grünsand . . . . .	» 91 » 100 » »

Eine weitere Schachanlage der Zeche Dahlbusch, bestehend aus den Förderschächten III und IV wurde im Jahre 1874 etwa 800 m südlich des Schachtes I in Angriff genommen und dabei ebenfalls das Kind-Chaudron-Verfahren angewandt.

Das Abbohren des Schachtes III begann am 17. März, nachdem man bis 10 m Teufe mittelst Senkmauer niedergegangen war. Der Vorbohrschacht von 1,46 m Durchmesser wurde mit 102,5 m Teufe bis 2,5 m in das Steinkohlengebirge niedergebracht, der Erweiterungsschacht, welcher einen Durchmesser von 4,30 m hatte, bis 88,2 m Teufe. Am 11. September 1874 war die Bohrung beendet und hatte man hierbei mit dem kleinen Bohrer durchschnittlich 1,85 m und mit dem grossen 0,65 m täglich gebohrt. Die Durchschnittsleistung im Monat bei der ganzen Bohrarbeit betrug etwa 13,5 m gegenüber etwa 5 m bei dem Schachte II. Zu einem grossen Teile war dies dadurch erreicht worden, dass das Gewicht der Bohrer nahezu auf das Doppelte erhöht worden war. Das Einsenken der Cuvelage nebst den Vorbereitungen hierzu nahm etwa zwei Monate, die Betonierung ungefähr 14 Tage in Anspruch. Obwohl in unmittelbarem Anschluss hieran an das Sumpfen des Schachtes gegangen wurde, ohne dass dem Beton Zeit zum Erhärten gelassen worden wäre, gelang der Abschluss der Wasser dennoch vollständig. Ende 1874 war die Sohle erreicht und bis zum 19. Januar 1874 die untere Anschlusscuvelage fertiggestellt.

Sämtliche Arbeiten waren ohne Störungen vor sich gegangen und hatten im Ganzen nur zehn Monate gedauert.

## Dahlbusch IV.\*\*)

Fast ebenso günstig wie bei dem Schachte III waren die bei dem Schachte IV erzielten Erfolge.

Die über dem Mergel lagernden jüngeren Schichten wurden hier wiederum mittelst Senkmauer durchteuft. Dabei stellte sich in einer Teufe von 3 m ein Wasserzufluss ein, der bis 12 m Teufe auf 3 cbm zunahm, worauf man zum Bohren überging. Dasselbe dauerte vom 14. August

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 49 und 51. Chaudron, Le système Kind et Chaudron, Brüssel 1878, S. 32.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 51 und Chaudron, Le système Kind et Chaudron, Brüssel 1878, S. 32.

1874 bis 31. Januar 1875. Der Vorbohrschacht erhielt eine Teufe von 102 m, der Erweiterungsschacht eine solche von 75 m bei einer Mächtigkeit des Deckgebirges von 99 m. Bei der ganzen Bohrarbeit wurde eine monatliche Durchschnittsleistung von etwa 12 m erzielt.

Die übrigen Arbeiten waren am 18. Mai 1875, also etwa fünf Monate nach dem Beginn der Bohrarbeit, beendet. Auch bei diesem Schachte wurden unmittelbar nach dem Betonieren die Wasser gefördert, ohne dass hieraus sich Nachteile ergeben hätten.

Gneisenau I\*).

Lehm und Schwimmsand	von	0	bis	14,5	m	Teufe
Grauer Mergel . . . .	»	14,5	»	186	»	»
Oberer Grünsand . . .	»	186	»	188,4	»	»
Weisser Mergel . . . .	»	188,4	»	229,1	»	»
Unterer Grünsand . . .	»	229,1	»	240,34	»	»

Im Jahre 1873 hatte die Gewerkschaft Gneisenau in ihrem Felde das Abteufen eines Schachtes begonnen. Nachdem etwa 15 m Lehm und Schwimmsand mittelst Senkmauer durchteuft und die obersten Schichten des Mergels mit englischer Cuvelage ausgekleidet waren, gelangte man ohne Schwierigkeiten bis 174 m Teufe. Hier wurden aber im Jahre 1875 plötzlich mehrere Klüfte angehauen, welche eine Wassermenge von 25 bis 30 cbm je Minute zuführten. Man liess den Schacht daher ersaufen und füllte die Sohle 11 bis 12 m hoch mit Beton auf, um eine spätere Wiederaufnahme des Abteufens zu erleichtern.

Erst im Jahre 1882 bildete sich eine neue Gesellschaft mit der Absicht, den Schacht nach dem Kind-Chaudron-Verfahren abzubohren und ausserdem in dessen Nähe einen zweiten Schacht unter Benutzung desselben Verfahrens niederzubringen.

Am 1. Juli 1882 nahmen die Vorbereitungen zum Bohren ihren Anfang; die Wasser wurden gesümpft und der Schacht vollständig freigemacht. Das Bohren mit dem kleinen Bohrer von 1,50 m Meisselbreite begann am 20. Dezember und wurde Ende Juni 1883 bei einer Teufe von 246 m eingestellt, worauf am 1. Juli die Erweiterung mit dem grossen Bohrer von 4,35 m Meisselbreite in Angriff genommen wurde. Die Bohrarbeit in dem Beton wurde dadurch sehr gehindert, dass in demselben Hölzer, Stahlwerkzeuge und eiserne Fahrten eingegossen waren, welche vollständig zerstampft werden mussten. Auch später war der Fortschritt verhältnismässig gering, da in dem weissen Mergel zahlreiche Feuersteinnieren und

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 6.

Chaudron, Le système Kind et Chaudron etc., Brüssel 1889, S. 20 und Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron, Brüssel 1897, S. 3.

Klüfte auftraten. Gegen Mitte Februar wurde endlich die Teufe von 241,60 m, in welcher die Moosbüchse verlagert werden sollte, erreicht. Man befand sich bei dieser Teufe 1,26 m im Steinkohlegebirge.

Es handelte sich nun darum, den Schacht wasserdicht auszukleiden. Nachdem Chaudron schon lange daran gedacht hatte, nur den abgebohrten Teil eines Schachtes zu cuvelieren und die Wasser hinter der Cuvelage durch einen widerstandsfähigen Beton am Aufsteigen zu hindern, beschloss die Bergwerksgesellschaft Gneisenau auf Veranlassung ihres Direktors Tomson, den Gedanken bei ihren beiden Schächten zur Ausführung zu bringen. Da man jedoch noch keine Erfahrung darin hatte, wie sich der Beton bei so bedeutendem Druck verhalten würde, wollte man bei dem Schachte I die Ringe wie bisher bis über den Wasserspiegel aufbauen, sie aber nur bis einige Meter oberhalb des abgebohrten Schachtteils betonieren, um dann, wenn der Beton sich als widerstandsfähig genug erwiesen hatte, nach dem Sumpfen des Schachtes die überflüssigen Ringe wieder zu entfernen. Die Anbringung eines Deckels an der Cuvelage und das Einsetzen unter Wasser sollte dann, falls der Versuch gelang, erst bei dem Schachte II zur Anwendung kommen.

Am 4. März 1885 wurde mit dem Einbau der Cuvelage begonnen und obgleich diese Arbeit zuerst einige Tage Aufenthalt erlitt, weil einige Flanschenverbindungen sich nicht als vollkommen dicht erwiesen und daher erneuert werden mussten, kam die Moosbüchse doch schon am 13. April auf der Sohle an. Die Moospackung, welche vorher eine Höhe von 1,50 m gehabt hatte, wurde auf 0,26 m zusammengepresst.

Das nun folgende Betonieren dauerte bis zum 27. April. Nachdem man dem Beton bis zum 17. Mai Zeit zum Erhärten gelassen hatte, wurde das in der Cuvelage befindliche Wasser gesümpft. Am 4. Juni erreichte man den Fuss der Moosbüchse und konnte nun feststellen, dass der Abschluss gelungen war. Der Schacht wurde sodann mit Schlägel und Eisen 2 m weiter abgeteuft und die untere Anschlusscuvelage aufgeführt, welche am 25. Juni 1885 fertiggestellt war.

Das Abteufen im Steinkohlegebirge wurde hierauf fortgesetzt und bei einer Teufe von 390 m beendet. Die Arbeiten, welche sehr rasch von Statten gingen, da der Schacht gleichzeitig mit dem Abteufen ausgemauert wurde, erlitten nur dadurch eine Unterbrechung, dass die überflüssigen Schachtringe, welche für Schacht II Verwendung finden sollten, ausgebaut werden mussten. Letzteres bot keine Schwierigkeit, weil alle im Schachte befindlichen Gegenstände aufgehängt waren und daher sehr leicht zu Tage gezogen werden konnten, um den Schachtringen Platz zu machen. Bevor mit dem Ausbau der Ringe ein Anfang gemacht wurde, musste der ringförmige Raum zwischen Cuvelage und Schachtstoss mittelst langer Kübel von geringem Durchmesser gesümpft werden. Der

Wasserzufluss hinter der Cuvelage wurde zu 20 l in der Minute gemessen und war nicht grösser, als der bereits beim Abteufen im Jahre 1875 beobachtete. Man war daher sicher, dass der Beton dem Wasserdruck genügenden Widerstand bot und konnte die Schachtringe oberhalb der Betonierung ruhig entfernen. Diese Arbeit war in wenigen Tagen ausgeführt. Nach Herstellung einer aus zwei Keilkränzen bestehenden oberen Anschlusscuvelage wurden auf diese noch 6 leichte Tubblings von 9 m Gesamthöhe aufgebaut, um hinter denselben den geringen Wasserzufluss aus dem oberen Teile des Schachtes zu sammeln.

#### Gneisenau II. \*)

Der Schacht II der Zeche Gneisenau wurde am 9. Januar 1883 in einer Entfernung von 35 m von dem Schachte I in Angriff genommen und in dem den Mergel überlagernden Lehm und Schwimmsand eine Senkmauer niedergebracht, welche bei 14,5 m Teufe zum Stillstand kam. Beim Weiterabteufen stellte sich ein Wasserzufluss von 2,6 cbm ein, der bis 61 m Teufe allmählich auf wenige Liter herunterging und mittels englischer Tubblings von 5,0 m lichte Durchmesser abgeschlossen wurde. Von 61 m Teufe ab wurde der Schacht ausgemauert und von 159 m Teufe ab der lichte Durchmesser von 5,0 auf 4,50 m verringert. Alle Einrichtungen im Schachte waren so angebracht, dass sie bei einem plötzlichen Wasserdurchbruche sofort zutage gezogen werden konnten. Sobald man sich der Schicht näherte, deren Wasserführung den Schacht I zum Ersaufen gebracht hatte, wurde der Schacht nur noch in ganz kurzen Absätzen abgeteuft und ausgemauert, um beim Beginn des Bohrens den Bohrer in der Schachtmauerung führen zu können. Ausserdem wurde stets einige Meter vorgebohrt, damit man von einem etwaigen Wasserdurchbruch nicht überrascht werden sollte. Erst bei 200 m Teufe, also 26 m unterhalb derjenigen Teufe, in der man bei dem Schachte I die Sohle verlassen hatte, zeigte ein Bohrloch das Vorhandensein von Wasser an und kurz darauf drang dieses infolge eines Sprengschusses in solchen Mengen in den Schacht ein, dass das Abteufen von Hand aufgegeben werden musste. Es geschah dies am 22. August 1884. Die Mauerung war glücklicherweise bis 198,2 m Teufe fertiggestellt worden.

Die Bohrarbeit begann am 15. Oktober mit einem kleinen Bohrer von 2 m Meisselbreite und am 21. Februar 1885 ward bei 242,29 m Teufe das Steinkohlengebirge erreicht. Das Bohren wurde sodann noch bis 258 m Teufe fortgesetzt, wobei von 252 m ab ein Bohrer von 1,45 m Breite benutzt wurde, um für den Löffel, welcher beim Bohren mit dem grossen

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1887, Bd. XXXV, B S. 10.

Chaudron, Le système Kind et Chaudron etc. Brüssel 1889, S. 21 und Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron, Brüssel 1897, S. 7.

Bohrer unten bleiben sollte, eine Bank zum Aufhängen zu erhalten. Von den 155 Tagen, welche die Bohrarbeit gedauert hatte, entfielen 130 auf das eigentliche Bohren und 25 auf Reparaturarbeiten.

Es trat nun ein Stillstand ein, weil das zum Einlassen und Aufholen des grossen Bohrers bestimmte Dampfkabel noch bei dem Schachte I zum Herausfordern der überflüssigen Cuvelageringe gebraucht wurde. Erst am 4. Mai wurde das Kabel frei und konnte alsdann der grosse Bohrer von 4,35 m Meisselbreite in Thätigkeit gesetzt werden. Nachdem eine Teufe von 243,90 m erreicht war und bereits 1,61 m im Steinkohlengebirge abgebohrt waren, wurde das Bohren mit dem grossen Bohrer am 3. Oktober 1885 eingestellt. Dasselbe war sehr rasch vor sich gegangen. Die durchschnittliche Leistung je Monat hatte 8,78 m gegenüber 3,99 m bei dem Schachte I betragen. Von 151 Arbeitstagen entfielen  $122\frac{3}{4}$  auf das eigentliche Bohren.

Da das teilweise Cuvelieren bei dem Schachte I vollständig gelungen war, lagen nunmehr keine Bedenken vor, dasselbe auch bei dem Schachte II in Verbindung mit dem Einsenken unter Wasser in Anwendung zu bringen. Am 27. Oktober 1885 nahm das Einlassen der Cuvelage seinen Anfang und am 8. November berührte die Moosbüchse die Schachtsohle. Das Ventil am Deckel wurde geöffnet, das Wasser drang in die Cuvelage ein, und die Zusammenpressung der Moospackung ging regelrecht von Statten.

Die Betonierung dauerte vom 13. bis 19. November. Am 28. Dezember begann man die Wasser zu sämpfen und gelangte wenige Tage später bei 171 m Teufe zu dem Deckel der Cuvelage, worauf festgestellt werden konnte, dass der Beton auch nicht die geringste Menge Wasser durchsickern liess. Man baute sodann den Deckel nebst dem Deckelring, sowie noch vier weitere Schachtringe, welche nicht betoniert worden waren und für überflüssig gehalten wurden, aus. Nachdem man wie im Schachte I die Cuvelage oben durch ein Keilkranzpaar abgeschlossen hatte, wurde die Wasserförderung fortgesetzt.

Als das unterste Stück der Gleichgewichtsröhre, welche im unteren Teile mit Schlamm gefüllt war, ausgebaut wurde, stellte sich ein Zufluss von etwa 800 l Wasser in der Minute ein, welcher, wie sich später ergab, aus dem Steinkohlengebirge herrührte. Um den Gleichgewichtsboden entfernen und den Schacht von Hand weiter abteufen zu können, wurde derselbe bei 260 m Teufe von dem Schachte I aus unterfahren und sodann die Unterfahrungsstrecke durch einen Aufbruch mit der Schachtsohle verbunden. Beim Weiterabteufen, welches erst im August 1886 beginnen konnte, wurde unter der Moosbüchse eine 2,5 m hohe Anschlusscuvelage hergestellt und der Schacht ausserdem noch bis 280 m Teufe mit deutschen Tubblings ausgekleidet, wodurch die Wasser vollständig zum Abschluss gelangten.

## Preussen I, Schacht I.\*)

Schwimmsand . . .	von	0	bis	7,5	m	Teufe
Grauer Mergel . . .	„	7,5	„	289	„	„
Oberer Grünsand . . .	„	289	„	292	„	„
Weisser Mergel . . .	„	292	„	334	„	„
Unterer Grünsand . . .	„	334	„	348,25	„	„

In dem nördlich von Dortmund gelegenen Felde Preussen, welches im Süden mit dem Felde der Zeche Gneisenau markscheidet, hatte man im Jahre 1873 das Abteufen zweier Schächte Gustav Adolf und Bertha Wilhelmine in Angriff genommen. Wegen der Menge der zusitzenden Wasser gelang es jedoch nicht, diese Schächte bis zum Steinkohlengebirge niederzubringen. Nachdem die Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft zugleich mit der Zeche Gneisenau das Feld Preussen erworben hatte, entschloss sie sich, das Abteufen wieder aufzunehmen und hierbei das Kind-Chaudron-Verfahren in Anwendung zu bringen.

Mit dem Schachte Gustav Adolf, dem jetzigen Schachte I der Zeche Preussen I, war man seiner Zeit bis zu einer Teufe von 270 m gelangt und hatte vor dem Verlassen desselben die Schachtsohle 45 m hoch mit Beton aufgefüllt. Der Schacht hatte einen lichten Durchmesser von 5,10 m und stand bis 56,5 m unter Tage in englischer Cuvelage und von da in Mauerung.

Die Vorbereitungen für das Abbohren begannen im Jahre 1892. Man sumpfte zuerst die Wasser, reinigte den Schacht von den in ihm befindlichen Holzteilen und Werkzeugen und setzte sodann die Mauerung, welche nicht ganz bis zum Beton hinabreichte, bis zu diesem hin fort. Da aber auch in dem Beton Hölzer und Eisenteile eingegossen waren, welche das Abbohren sehr erschwert haben würden, ward beschlossen, soweit wie möglich von Hand abzuteufen. Jedoch musste man hierbei darauf gefasst sein, dass infolge rascher Zunahme der Wasserzuflüsse die Schachtsohle plötzlich verlassen werden musste. Damit die Schachtscheibe alsdann zum Abbohren sofort freigemacht werden konnte, konstruierte Tomson für die Wasserhebung die bereits beschriebene Wasserziehvorrichtung.

Während des Abteufens bis zu einer Teufe von 260 m vermehrten sich die Wasserzuflüsse bis auf 2,5 cbm. Da damit die grösste Leistungsfähigkeit der Wasserziehvorrichtung erreicht war, ging man nunmehr zum Bohren über, nachdem noch die Mauerung bis zur Schachtsohle nachgeführt worden war.

\*) Haniel & Lueg, S. 90 und Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron 1897, S. 15.

Die Herstellung des Vorbohrschachtes begann Ende Juli 1892. Der kleine Bohrer hatte eine Meisselbreite von 2,60 m und war wie der grosse Bohrer hier zum ersten Male aus Stahlfaconguss gefertigt. Die Arbeit nahm im Ganzen genommen einen regelmässigen Verlauf. Im Juli 1893 wurde, nachdem der Vorbohrschacht inzwischen teilweise erweitert worden war, bei 348 m Teufe das Steinkohlengebirge erreicht und in demselben sodann noch 8 m weitergebohrt.

Der grosse Bohrer von 4,88 m Meisselbreite und 16 000 kg Gewicht wurde am 12. Oktober 1892 zum ersten Male in Thätigkeit gesetzt. Die Bohrarbeit war anfangs durch verschiedene im Beton eingeschlossene Gegenstände sehr ershwert.

In den ersten 5 Metern des Mergels mussten einige Gestängestücke, welche von einer früheren Vorbohrung zurückgeblieben waren, zerstampft werden. Das Gewicht der durch die Fangwerkzeuge zu Tage gehobenen Eisenteile betrug mehrere tausend Kilogramm. Später bereiteten zahlreiche grosse Klüfte, die fast senkrecht den Mergel durchsetzten, grosse Schwierigkeiten. Die unregelmässigen Schläge und starken Stösse, welche durch die Klüfte hervorgerufen wurden, hatten eine rasche Abnutzung und häufige Brüche der Führung des Bohrers zur Folge. Um diesem Uebelstande nach Möglichkeit zu begegnen, musste die Führung daher stärker konstruiert werden, wodurch sich das Gewicht des Bohrers schliesslich auf 19 000 kg erhöhte. Auch in dem unteren Teile des Gestänges entstanden sehr häufig Brüche, sodass dieses sehr oft gefangen werden musste. Die Verhältnisse besserten sich erst, als der untere Grünsand erreicht war.

Beim Abteufen des 50 m entfernten Schachtes II, den man im März des Jahres 1892 in Angriff genommen und inzwischen, ohne grösseren Wasserzuflüssen begegnet zu sein, bis zum Steinkohlengebirge niedergebracht hatte, war festgestellt worden, dass der untere Grünsand vollständig dicht war. Es wurde daher beschlossen, in diesem die Moosbüchse zu verlagern und demgemäss die Erweiterung des Vorbohrschachtes im September 1894 bei 341 m Teufe einzustellen.

Am 14. Oktober begann man mit dem Einlassen der Cuvelage welche hier zum ersten Male einen lichten Durchmesser von 4,10 m hatte. Das Einsenken unter Wasser geschah nicht wie bisher mittelst der Senkgestänge, sondern mit Hilfe der Kabelmaschine und des Bohrgestänges und war am 19. November beendet.

Das Betonieren dauerte vom 13. Dezember 1894 bis 12. Januar 1895. Nach dem Erhärten des Betons wurden die Wasser gesümpft und Anfang Mai die Schachtsohle erreicht. Es ergab sich, dass der Abschluss vollständig gelungen war. Die untere Anschlusscuvelage erhielt eine Höhe von 2 m und war am 10. Juni fertiggestellt.

Die Arbeiten vom Beginn der Bohrarbeit bis zum Beginn des Abteufens auf der Sohle hatten  $2\frac{3}{4}$  Jahre in Anspruch genommen. Der monatliche Fortschritt betrug im Durchschnitt 2,35 m.

Westhausen II.\*)

Schwimmsand . . .	von 0 bis 14 m	Teufe		
Grauer Mergel . . .	» 14 » 134 »		»	»
Oberer Grünsand . . .	» 134 » 154 »		»	»
Weisser Mergel . . .	» 154 » 175 »		»	»
Unterer Grünsand . . .	» 175 » 178 »		»	»

Gegen Ende des Jahres 1889 begann die Gewerkschaft Westhausen in ihrem Grubenfelde nordwestlich von Dortmund einen Wetterschacht abzuteufen, welcher einen lichten Durchmesser von 3,40 m erhalten sollte.

Bis 15 m Teufe wurde mittelst Senkmauerung niedergegangen und beim Weiterabteufen von Hand der Schacht bis 71,25 m unter Tage mit englischer Cuvelage versehen, um die aus dem oberen Mergel zuzitenden Wasser abzuschliessen. Nachdem man alsdann, ohne grösseren Zuflüssen zu begegnen, eine Teufe von 150 m erreicht und den Schacht bis 120 m unter Tage ausgemauert hatte, wurden plötzlich am 31. Oktober 1890 mehrere Klüfte angefahren, welche zusammen 8 cbm Wasser zuführten, worauf der Schacht ersoff.

Bevor man nun zum Abbohren überging, füllte man die Sohle 6 m hoch mit Beton auf und liess diesen acht Wochen lang erhärten. Hierauf wurden die Wasser mittelst Kübel gesümpft und die den Schacht versperrenden eisernen Einstriche, Fahrten und Bühnen entfernt. Ausserdem wurde der noch in verlorenem Ausbau stehende Teil des Schachtes ausgemauert. Als man sodann versuchte, zur Führung des kleinen Bohrers im Beton einen kleinen Vorschacht niederzubringen, drang aus demselben Wasser hervor, weshalb man die Führung auf den Beton aufmauerte. Nachdem noch durch Einlassen einer hölzernen Lehre festgestellt worden war, dass dem späteren Einsenken einer Cuvelage von 2,75 m lichtigem Durchmesser keine Hindernisse mehr im Wege standen, wurde am 8. August 1891 der kleine Bohrer von 1,42 m Durchmesser in Thätigkeit gesetzt. Bei einer Teufe von 178 m unter Tage gelangte man in das Steinkohlengebirge und bohrte nun noch bis 184,5 m Teufe, wo man das Bohren am 20. Oktober 1891 einstellte. Die Lagerung des Steinkohlengebirges erwies sich als sehr gestört, weshalb die ursprüngliche Absicht, den Ab-

\*) Haniel & Lueg, S. 89. Tecklenburg, Bd. VI, S. 105 und Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron, Brüssel 1897, S. 13.

schluss in diesem vorzunehmen, aufgegeben und beschlossen wurde, die Moosbüchse in dem nur 3 m mächtigen unteren Grünsand zu verlagern.

Am 24. Oktober wurde die Erweiterung des Vorbohrschachtes begonnen. Der hierbei benutzte Bohrer wog 13 000 kg und hatte schon zum Abbohren des Schachtes der Gewerkschaft Thiederhall bei Braunschweig gedient. Sämtliche Gebirgsschichten wurden mit der Rutschscheere durchbohrt. Der Mergel bildete im zermalzten Zustande einen sehr fetten, zähen Bohrschlamm, der sowohl die Räume zwischen den Bohrzähnen ausfüllte, als auch an den Kopfen des Meisselträgers sich ansetzte, sodass nach Abbohrung von 0,2 bis 0,3 m jedesmal ein Spannen und Klemmen des Bohrers eintrat. Es musste daher mit äusserster Vorsicht verfahren werden, wenn Bohrer- und Gestängebrüche vermieden werden sollten. Störend wirkten ausserdem an den Tubblings angegossene Schuhe, welche verhinderten, dass der Bohrer in jeder Stellung eingelassen und aufgeholt werden konnte.

Bei einer Teufe von 162 m wurde die Bohrung unterbrochen. In dem Vorbohrschacht war nämlich durch Nachfall in dem gestörten Steinkohlengebirge die untere Grünsandschicht, in welcher der Abschluss stattfinden sollte, unterwühlt worden. Um dieselbe nun vor dem Nachbrechen zu schützen, füllte man den Vorbohrschacht bis oberhalb des Grünsandes mit Beton an. Nachdem die Bohrarbeit alsdann wieder aufgenommen worden und eine Teufe von 166 m unter Tage erreicht war, wurde der Beton wieder ausgebohrt, weil man zu oft hatte löffeln müssen. Später sah man jedoch ein, dass die Beseitigung des Betons ein Fehler gewesen war und betonierte daher den Vorschacht abermals.

Weil wegen der Schuhe, welche an den Tubblings angegossen waren, der Moosbüchse nur ein äusserer Durchmesser von höchstens 3,07 m gegeben werden durfte, so wurde von 172,68 bis 176,25 m Teufe in dem Teile des Schachtes, welcher die Moosbüchse aufnehmen sollte, der lichte Durchmesser allmählich entsprechend verringert. Es geschah dies in Absätzen von 3,24, 3,18, 3,12 und schliesslich 3,07 m Durchmesser. Man verwendete hierzu einen neuen von der Firma Haniel & Lueg gelieferten Bohrer, dessen Meisselbreite durch dreimaliges Abdrehen der anfangs sehr weit vorstehenden Kopffzähne nach und nach verkleinert wurde. Am 6. März 1892 war die Bohrarbeit beendet.

Das Einlassen der Cuvelage dauerte vom 22. März bis 3. Mai. Um dieselbe über Tage zusammensetzen zu können, hatte man versucht, durch Einfüllen von Wasser den Wasserspiegel, welcher sich bei 44 m Teufe befand, bis zur Hängebank zu erhöhen. Es misslang dies jedoch und es mussten daher die Ringe am Schachte zusammengeschaubt und wegen des geringen Spielraumes, welcher zwischen der Cuvelage und den Schachtstössen vorhanden war, darauf Verzicht geleistet werden, die Blei-

dichtung von aussen zu verstemmen. Das Absenken der Cuvelage unter Wasser erfolgte mittelst 3 Senkstangen, welche durch Einlassen von Wasser mit je 2 000 kg auf Zug beansprucht wurden.

Am 22. Mai begann das Betonieren, welches 14 Tage in Anspruch nahm. Die 4 Betonlöffel wurden durch 8 Führungsseile geführt, welche an dem oberen Ende der Cuvelage befestigt waren. Nachdem man dem Beton vom 4. bis 11. Juni Zeit zum Erhärten gelassen hatte, fing man an, den Schacht mittelst eines Wasserkastens von 1 cbm Inhalt zu sumpfen. Man gelangte jedoch nur bis zum Deckel, weil aus der Gleichgewichtsröhre noch eine Wassermenge von 200 l hervorströmte. Erst nach Anwendung der Tomsonschen Wasserziehvorrichtung war es möglich, die Wasser bis zur Schachtsohle, welche man am 23. Oktober erreichte, zu sumpfen. Der Zufluss betrug zuletzt 0,6 cbm in der Minute.

Nachdem der auf der Sohle abgelagerte Schlamm entfernt war, erkannte man, dass die Wasser aus zwei Kalkspathklüften unterhalb der Moosbüchse hervordrang. Beim Weiterabteufen um 1,35 m vermehrte sich der Zufluss auf 0,7 cbm und vermochte man denselben wegen der geringen Grösse der Fördergefässe kaum mehr zu bewältigen. Da nun der Schacht bereits von Schacht I her unterfahren war, und von unten her schon ein Aufbruch bis zu einer beträchtlichen Höhe hergestellt war, so entschloss man sich von der Schachtsohle aus ein Bohrloch niederzubringen, und die Wasser durch dasselbe nach der Unterfahrungsstrecke abzuleiten. Die Bohrung verursachte grosse Schwierigkeiten, weil infolge der schlechten Beschaffenheit des Steinkohlengebirges fortwährend Nachfall eintrat. Durch verlorene Verrohrung gelang es schliesslich, die Arbeit zu vollenden.

Erst am 12. April 1893 konnte das Abteufen fortgesetzt werden. In einer Teufe von 189 m, 13 m unterhalb der Moosbüchse, wurde der Keilkranz gelegt und am 31. Mai war die untere Anschlusscuvelage, durch welche die Wasser vollständig abgeschlossen wurden, fertiggestellt.

Victor II.\*)

Anschüttung, Ackererde				
und Schwimmsand von 0 bis 10,75 m Teufe				
Grauer Mergel	»	10,75	»	269,25 » »
Oberer Grünsand	»	269,25	»	274,70 » »
Weisser Mergel	»	274,70	»	293,50 » »
Unterer Grünsand	»	293,50	»	301,50 » »

\*) Chastelain, Le procédé Kind et Chaudron, Brüssel 1897, S. 15 und Glückauf 1899, S. 41.

Zur Entlastung des Förderschachtes I und des  $1\frac{1}{2}$  km weiter nach Süden gelegenen Wetterschachtes der Zeche Victor begann man in unmittelbarer Nähe des ersteren im Jahre 1894 mit dem Abteufen des Förderschachtes II.

Um das Abteufen zu beschleunigen, trieb man von der II. (488 m-), I. und Wettersohle aus dem Schachte je einen Aufbruch entgegen, welcher später von oben her erweitert werden sollte. Bis 18 m Teufe wurde eine Senkmauer niedergebracht und dann der Schacht von Hand ohne irgend welche Schwierigkeiten bis 229 m abgeteuft, absatzweise ausgemauert, und die Wasser, welche höchstens 0,5 cbm je Minute betrug, durch eine Duplexpumpe zu Tage gehoben. Bei der angegebenen Teufe von 229 m, die man Mitte November 1894 erreichte, wurde mit einem 1,3 m tiefen Bohrloch eine Kluft erschlossen, die etwa 1 cbm Wasser zuführte. Man stundete daraufhin das Abteufen, um ein Bohrloch bis zu dem von der Wettersohle aus hergestellten Aufbruch zu stossen. Mit diesem war man bis einige Meter in den Essener Grünsand vorgedrungen, wobei man einen grösseren Wasserzufluss angehauen hatte. Das Bohrloch wurde rund 70 m tief und erhielt einen Durchmesser von 105 mm. Die beabsichtigte Abführung der Wasser durch dasselbe gelang.

Beim Weiterabteufen nahmen jedoch die Wasserzuflüsse dadurch, dass die Kluft immer mehr freigelegt wurde, fortgesetzt zu, und betrug bei 241 m unter Tage schon 6 cbm. Da nun die Gefahr vorlag, dass die Wasserhaltungsmaschinen auf Schacht I, welche eine Leistungsfähigkeit von insgesamt 12 cbm besaßen und schon 5 cbm aus den Grubenbauen zu Tage hoben, nicht mehr im Stande sein würden, die Zuflüsse zu bewältigen, so schloss man schleunigst die auf der Wettersohle angebrachte Dammthüre (Fig. 200). Der Aufbruch von der I. nach der Wettersohle war noch nicht durchschlägig, und konnten daher die Wasser nicht nach ersterer abfliessen, sondern stiegen 117 m hoch im Schachte. Man beschloss nun folgendermassen vorzugehen. Die aus der Kluft dringenden Wasser sollten nach Oeffnung der Dammthüre I in die Baue der II. Sohle geleitet und hier vor der Dammthüre II angestaut werden. Nach Füllung dieser Baue sollte die Dammthüre auf der Wettersohle wieder geschlossen, die andere dagegen geöffnet werden, worauf man die Wasser von Schacht I aus sumpfen wollte. Dieses Verfahren sollte mehrmals wiederholt und, solange die Wasser in die Baue der II. Sohle liefen, möglichst rasch abgeteuft werden, während beim Sumpfen der angestauten Wasser die Arbeiten auf der Sohle natürlich ruhen mussten. Um dann später die Kluft durch Tubblings abschliessen zu können, was ohne Unterbrechung geschehen sollte, wollte man durch Einbau weiterer Dämme auf der II. Sohle noch grössere Räume zum Aufstauen der Wasser bereitstellen.

Nach Öffnung der Dammthüre I sanken die Wasser im Schacht bis 2 m über der Sohle, in welcher Höhe sie dann stehen blieben. Da der Querschnitt des Bohrlochs somit zur Abführung der Wasser

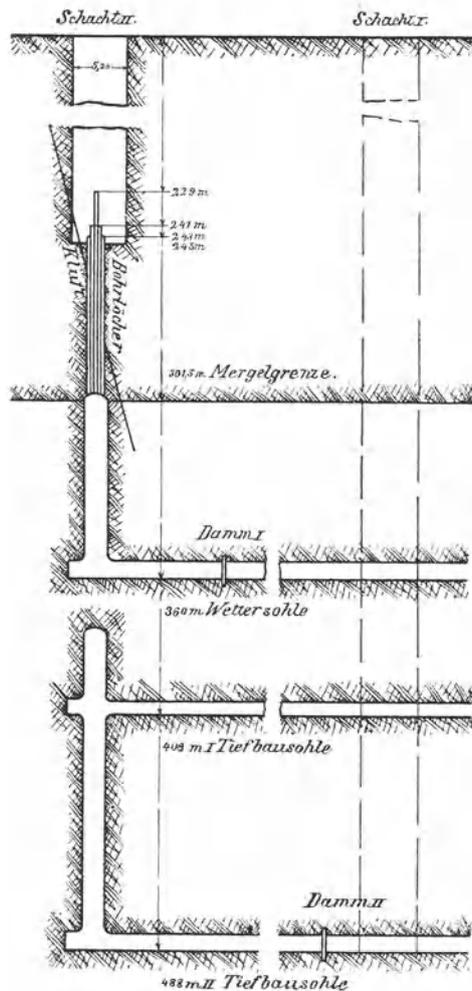


Fig. 200.

Abteufen auf der Sohle bei grossen Wasserzuflüssen auf Victor II.

nicht ausreichte, wurde der Durchmesser desselben auf 140 mm erweitert, worauf die Sohle wieder frei wurde. Nachdem man den Schacht sodann 2 m weiter abgeteuft hatte, vermehrten sich die Wasser wieder in einer Weise, dass das Bohrloch sie nicht mehr vollständig durchlassen konnte und daher nochmals, und zwar auf einen

Durchmesser von 230 mm, erweitert werden musste. Das Abteufen wurde hierauf wieder fortgesetzt, jedoch 2 m tiefer abermals eingestellt, da die Wasser sich wiederum über der Sohle stauten. Man begann nun mit dem Niederbringen eines zweiten Bohrlochs, musste diese Arbeit aber bald aufgeben, da das Bohrloch sich bei 12 m Teufe in dem ersten tot lief.

Schon seit längerer Zeit hatte man damit gerechnet, dass bei der raschen Zunahme der Wasserzuflüsse eines Tages der Schacht würde abgebohrt werden müssen. Die Zuflüsse betrug jetzt 21 cbm in der Minute. Auch war bei der Fortsetzung des Abteufens eine weitere Zunahme derselben zu erwarten. Alsdann konnte aber die Gefahr eintreten, dass man nicht mehr im Stande war, den Schacht bis zum Mauerfuss trocken zu legen und die Einstriche zu entfernen, wodurch das Abbohren sehr erschwert worden wäre. Man beschloss daher nunmehr, die Vorbereitungen für die Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens zu treffen. Dieselben nahmen die Zeit von Mai bis Oktober 1895 in Anspruch.

Das Bohren mit dem kleinen Bohrer von 2,60 m Meisselbreite begann am 10. Oktober in einer Teufe von 245 m. Hierbei wurde das Bohrloch von 230 mm Durchmesser zur Führung benutzt, nachdem statt des mittleren Zahnes ein konischer Dorn in den Meisselhalter eingesetzt worden war. Anfangs wurde die Bohrarbeit durch die vielen auf die Schachtsohle gefallenen Gezähstücke und Holzteile, die man vergeblich mit den Fangapparaten zu entfernen gesucht hatte, sehr erschwert, da nichts anderes übrig blieb, als sie mit dem Bohrer zu zerstampfen. Ausserdem wirkten die zahlreichen in den Mergel eingelagerten Feuersteinnieren sehr störend, indem dieselben ein häufiges Auswechseln der Zähne nötig machten. Den Bohrschlamm liess man anfangs in dem Bohrloch nach unten abfliessen, bis sich dieses bei 252 m Teufe zusetzte, worauf zum Löffeln übergegangen werden musste. Erst bei einer Teufe von 276 m wurde das Bohrloch wieder frei, sodass der Bohrschlamm unten abfliessen konnte. Es wurden jetzt durchschnittlich 1,2 m in 24 Stunden gebohrt. Am 4. Februar 1896 erfolgte bei 297 m Teufe der Durchschlag mit dem Aufbruch von der Wettersohle. Man hatte somit in 118 Tagen 52 m, oder im Durchschnitt 0,44 m täglich einschliesslich der Sonn- und Feiertage gebohrt.

Am 1. März wurde die Erweiterung des Vorbohrschachtes mit dem grossen Bohrer von 5,05 m Meisselbreite in Angriff genommen. Dieselbe bereitete in der ersten Zeit erhebliche Schwierigkeiten, da der Bohrer durch eine den Schacht durchsetzende Kluft abgelenkt wurde. Auch traten häufig Gestängebrüche ein, die man zuerst dadurch zu vermeiden suchte, dass dem Gestänge oberhalb des bei 129 m unter Tage stehenden Wasserspiegels eine aus hölzernen Balken hergestellte Führung

gegeben wurde, während später die Verwendung stärkerer Gestängestücke besseren Erfolg brachte. Der Bohrschlamm wurde gelöffelt und nicht, wie anfangs beabsichtigt, nach unten in die Baue abgeführt, da dies der grossen Wasserzuflüsse wegen, die sich inzwischen auf schätzungsweise 30 cbm vermehrt hatten, zu gefährlich erschien. Am 10. Dezember wurde bei 301,5 m Teufe das Steinkohlengebirge erreicht und die Bohrung hierauf eingestellt.

Nachdem auf der Schachtsohle durch Eingiessen von Beton eine ebene Fläche hergestellt war, wurde mit den Vorbereitungen für das Einlassen der Cuvelage begonnen. Zunächst wurde bei etwa 125 m Teufe über dem Wasserspiegel die Schachtmauer ringförmig ausgespitzt und daselbst eine Bühne verlagert, welche beim Montieren der Moosbüchse und dem Zusammensetzen der Schachtringe benutzt werden sollte. Dann erfolgte das Einlassen der einzelnen Teile der Moosbüchse sowie das Montieren der letzteren, welches die Zeit vom 4. bis 17. Februar 1879 in Anspruch nahm. Ferner wurden die Schachtringe auf der an 6 Senkstangen hängende Moosbüchse aufgebaut. Die Senkstangen behielt man bis nach Einbau des 24. Ringes der Sicherheit halber bei, obwohl die Cuvelage bereits beim 15. Ringe schwamm. Am 13. März waren sämtliche 60 Ringe von 1,2 m Höhe sowie der Deckel eingebaut und konnte die Cuvelage unter Wasser eingesenkt werden. Hierbei ergab sich, dass die Betonschicht sich etwa 3 m hoch mit Nachfall und Schlamm bedeckt hatte. Da hierdurch der Abschluss des Wassers gefährdet erschien, war es zweifelhaft, ob es zweckmässiger sei, die ganze Cuvelage wieder auszubauen und die Schachtsohle zu reinigen, oder aber durch Einlassen des Wassers in die Cuvelage die Moospackung zusammenzupressen und so die Abdichtung zu versuchen. Man entschloss sich schliesslich zu dem letzteren Verfahren und öffnete das Ventil im Deckel, worauf die Moosbüchse etwa 3 m in den Schlamm eindrang, sodass anscheinend die Betonschicht erreicht und der Abschluss gelungen war.

Es folgte nun das Einbringen des Betons zwischen Schachtstoss und Cuvelage, das 15 Tage in Anspruch nahm. Nachdem dem Beton 6 Wochen Zeit zum Erhärten gelassen waren, begann am 22. Mai das Sumpfen der Wasser. Nach Entfernung des Deckels der Cuvelage und der obersten Rohrstücke der Gleichgewichtsröhre drang aus der letzteren eine Wassermenge von 1,3 cbm in der Minute hervor. Beim fortschreitenden Ausbau der Gleichgewichtsröhre nahm der Wasserzufluss immer mehr zu, sodass man sich schliesslich genötigt sah, die Sumpfung einstweilen einzustellen. Man beschloss nunmehr, den Schacht von unten her anzubohren und, damit nicht die ganze Grube der Gefahr des Ersaufens ausgesetzt würde, auf Schacht I eine neue Wasserhaltungsmaschine aufzustellen.

Um die Bohrung ausführen zu können, stellte man von der Wettersohle aus in dem Flötze Sonnenschein ein Ueberhauen her und trieb von diesem aus 10 m unter der Mergelüberlagerung einen Querschlag bis in eine im Hangenden des Flötzes auftretende Sandsteinschicht, in welcher ein mit einer gusseisernen Thür versehener Mauerdamm hergestellt wurde (Fig. 201). Die Absicht, gleich hinter diesem Damm die Bohrkammer auszuschliessen, musste fallen gelassen werden, da dieselbe mit der Firste in gebrächen Thonschiefer hinein gereicht haben würde und es

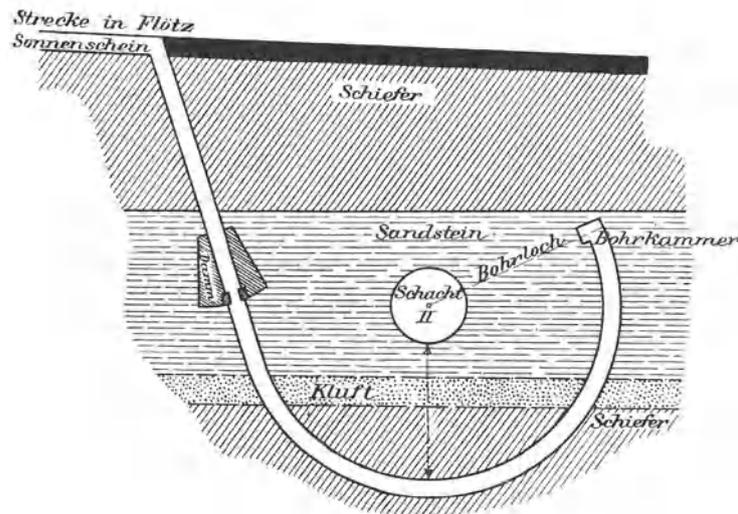


Fig. 201.

Freilegen der Schachtsohle auf Victor II.

in diesem alsdann nicht möglich gewesen wäre, das Widerlager für das fest einzustampfende Bohrlochverschlussrohr herzurichten. Man umfuhr daher den Schachtpunkt mit einer Umbruchstrecke von 10 m Radius, bis man auf der anderen Seite des Schachtes wieder in die Sandsteinschicht eingedrungen war, und stellte hier die Bohrkammer her.

Die Bohrarbeit begann im Januar 1898, nachdem in der Zwischenzeit die unterirdische Wasserhaltungsmaschine auf Schacht I montiert war. Das Bohrloch erhielt einen Durchmesser von 100 mm, eine Länge von 10,5 m und stieg mit  $38^{\circ}$  nach dem Schachte hin an. Zur Bohrung wurde eine Diamant-Bohrmaschine von Feodor Siegel in Schönebeck benutzt, welche mittelst Zahnradübersetzung von einem Lufthaspel angetrieben wurde. Nach mannigfachen Zwischenfällen erfolgte am 25. März der Durchschlag.

Nach dem Ausbau des Bohrgestänges flossen die Wasser unter Regulierung des Abflusses durch einen an dem Verschlussrohr angebrachten Schieber aus dem Schachte ab. Die Gleichgewichtsrohre wurden vollständig ausgebaut und waren am 6. April ebenso wie der Boden der Cuvelage entfernt; die Moosbüchse wurde in Ankern aufgehängt.

Das Weiterabteufen erfolgte am 17. April. Hierbei zeigte sich, dass die Moosbüchse nur  $\frac{1}{2}$  m in die Betonlage eingedrungen und noch ebensoviel vom Steinkohlengebirge entfernt war. Der Beton war in der Mitte sehr hart, während er an der Pheripherie ohne Mühe mit der Keilhaue hereingenommen werden konnte. Die Stösse des Bohrschachtes im Grünsand waren, soweit dieselben durch Entfernung des Betons blosgelegt werden konnten, überall fest und unversehrt; dagegen ergab sich, dass im Aufbruche das Steinkohlengebirge ungefähr an der Stelle, wo das Bohrloch mündete, nachgebrochen und der darüber liegende Grünsand unterhöhlt war. Die Moosbüchse liess daselbst 1,2 bis 1,3 cbm Wasser durch. Es hatte sich an dieser Stelle schon vor dem Betonieren hinter der Cuvelage viel Schlamm gezeigt, der jedoch in Ermangelung geeigneter Löffelgefässe s. Z. nicht vollständig entfernt werden konnte. Die Schuld an dem Misslingen des Abschlusses dürfte diesem Schlamm zuzuschreiben sein, da infolge der Mischung mit demselben der Beton hinter der Cuvelage nicht richtig erhärten konnte. Als Ursache für die Bildung des Schlammes dürften sodann die schlechte Beschaffenheit der Schachtstösse anzusehen sein. Denkt man, dass bei der Herstellung des Aufbruches im Grünsand starke Wasserzuflüsse erschroten wurden und dass sich ausserdem später durch das zweimal erweiterte Bohrloch gewaltige Wassermassen in den Aufbruch ergossen hatten, so erscheint es natürlich, dass seine Stösse auf die Dauer nachgaben und ein teilweises Nachbrechen des Steinkohlengebirges und des darüber lagernden Grünsandes erfolgte.

Während des Weiterabteufens wurden die unter der Moosbüchse hervorquellenden Wasser an der Austrittsstelle aufgefangen und, ohne in das Schachttiefste gelangt zu sein, durch das schräge Bohrloch abgeführt. Zur Herstellung der unteren Anschlusscuvelage wurden 6 m unterhalb der Moosbüchse zwei Keilkränze verlagert und auf diese sieben Tubbingringe aufgebaut. Da aber das Bett der Keilkränze zum Teil aus mildem Schieferthon bestand, legte man  $5\frac{1}{2}$  m tiefer ein neues Keilkranzpaar und schloss dieses durch sechs weitere Ringe an das obere an. Nunmehr konnte der Schacht als vollkommen gesichert gelten und das Abteufen von Hand fortgesetzt werden.

Die Fertigstellung des abgebohrten Schachtteiles hatte genau  $2\frac{1}{2}$  Jahre gedauert, sodass bei 56,5 m Höhe desselben der monatliche Fortschritt nur 1,88 m betrug. Das erste Misslingen des Wasserabschlusses, welches

in dem Kind-Chaudron-Verfahren an sich nicht begründet war, hatte einen Aufenthalt von etwa  $\frac{3}{4}$  Jahren verursacht.

Adolf von Hanseemann III.

Schwimmsand . . .	von 0	bis 7,5 m	Teufe		
Grauer Mergel . . .	» 7,5	» 221,5	»	»	
Oberer Grünsand . . .	» 221,5	» 225	»	»	
Weisser Mergel . . .	» 225	» 251,75	»	»	
Unterer Grünsand . . .	» 251,75	» 254,75	»	»	

Das Abteufen des Schachtes III der nordwestlich von Dortmund gelegenen Zeche Adolf von Hanseemann wurde am 8. August 1894 begonnen, nachdem von den beiden anderen zu derselben Anlage gehörigen Schächten Schacht I trotz beinahe zwei Jahrzehnte langer Bemühungen das Steinkohlengebirge nicht erreicht hatte, Schacht II dagegen in den Jahren 1888 bis 1891 glücklich bis zu demselben niedergebracht worden war. Die Wasserzuflüsse hatten bei dem Schachte I über 34 cbm und dem Schachte II bis 7 cbm in der Minute betragen.

Der lichte Durchmesser des Schachtes III sollte 5,20 m betragen. In der den Mergel überlagernden Schwimmsandschicht wurde mittelst Senkmauerung niedergegangen und dann in gewöhnlicher Weise von Hand weiter abgeteuft, wobei die im oberen Teile des Mergels zuzitende geringe Wassermenge bis 45 m unter Tage durch deutsche Tubbings abgeschlossen und von da ab der Schacht ausgemauert wurde.

Als eine Teufe von 190 m erreicht war, wurde eine Kluft angehauen, der etwa 1,5 cbm Wasser entströmten. Man befand sich nun ungefähr in derselben Teufe bei der s. Z. auf Schacht I die Kluft angefahren worden war, deren Wasserführung schliesslich zur Aufgabe des Schachtes gezwungen hatte. Da deshalb ein erhebliches Anwachsen der Zuflüsse zu befürchten stand, wurde das Abteufen einstweilen gestundet, um ein Bohrloch nach dem inzwischen in der Wetter-(273 m-)Sohle getriebenen Unterfahrungsquerschlag niederzubringen.

Das Bohrloch erhielt einen Durchmesser von 230 mm und war nach etwa sechs Wochen fertiggestellt, worauf das Abteufen fortgesetzt wurde. Hierbei vermehrten sich die Wasserzuflüsse jedoch in sehr kurzer Zeit bis zu etwa 15 cbm je Minute, sodass sie sich bei ungefähr 195 m Teufe wieder über der Sohle stauten, weshalb das Bohrloch auf 270 mm Durchmesser erweitert werden musste. Die Arbeiten geschahen von einer Bühne aus. Leider ereignete sich bei dieser Gelegenheit ein merkwürdiger Unglücksfall\*), indem einer der Arbeiter von der Bühne herab in den Schachtumpf fiel

---

\*) Glückauf 1896, S. 81.

und von den mit grosser Gewalt nach unten strömenden Wassermassen in das Bohrloch gezogen wurde, ohne dass es möglich gewesen wäre, denselben rechtzeitig aus seiner Lage zu befreien.

Nachdem alle Versuche, die Leiche ohne Anwendung von Gewalt zu bergen, gescheitert waren, beschloss man, ein neues Bohrloch zu stossen, die Wasser durch dieses abzuleiten und alsdann die Bergungsversuche zu erneuern. Dieses neue Bohrloch wurde am 22. Dezember 1895 mit dem Unterfahrungsquerschlage durchschlägig und am 29. war die Schachtsohle von Wasser frei. Mittelst sechs unten hakenförmig umgebogener Stangen, welche mit ihren oberen Enden an das Kabelleil angeschlagen wurden, gelang es dann endlich, die zu einer formlosen Masse zusammengedrückte Leiche emporzuziehen.

Die Abteufarbeit wurde  $\frac{1}{2}$  m weiter fortgesetzt, dann aber nahmen die Wassermengen abermals erheblich zu. Der Zufluss betrug nämlich bald 22 cbm, während die Wasserhaltungsmaschinen auf Schacht I nur eine Leistungsfähigkeit von 20 cbm besaßen. Man reinigte daher schleunigst die Schachtsohle, baute die im Schachte hängende Luttentour für die Wetterführung sowie das Lager für den Führungsschlitten aus und schloss die in dem Unterfahrungsquerschlage angebrachte Dammthüre, um sodann über Tage die Vorbereitungen für die Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens zu treffen.

Am 10. August 1896 wurde die Herstellung des Vorbohrschachtes von 2,60 m Durchmesser in Angriff genommen und am 5. December bei 254,53 m Teufe beendet. Die Erweiterung mit dem grossen Bohrer von 5,05 m Meisselbreite begann am 20. December 1896 und wurde am 5. Oktober des folgenden Jahres bei einer Teufe von 253,25 m eingestellt, nachdem inzwischen der Vorbohrschacht noch um 3,10 m vertieft worden war. Die Durchschnittsleistung beim Bohren mit dem kleinen Bohrer betrug 14,83 m monatlich, die Höchstleistung 18,22 m, während beim Erweitern eine Durchschnittsleistung von 5,10 m und eine Höchstleistung von 7,86 m in dem gleichen Zeitraume erzielt wurde.

Der Wasserspiegel stand bei 63 m unter Tage und spitzte man daher hier in der Mauerung einen ringförmigen Raum aus, um beim Zusammensetzen der Cuvelage, welches unter Tage geschehen sollte, die Bleidichtung von aussen verstemmen zu können. Alsdann wurde mit dem grossen Bohrer noch etwa  $\frac{1}{2}$  m weiter gebohrt und beim Löffeln zugleich mit dem Bohrschlamm das auf die Schachtsohle gefallene und von dem Bohrer zermalmte Mauermaterial zu Tage gefördert.

Das Einsenken der Cuvelage, welche nach dem Aufbau des 25. Ringes schwamm, dauerte vom 14. Januar bis 9. März 1898, das Betonieren vom 24. März bis 15. April. Nachdem der Beton hart geworden, wurde der Schacht gesümpft. Am 23. Juni erreichte man die

Sohle und konnte nun feststellen, dass der Abschluss der Wasser gelungen war. Das Weiterabteufen um 3,5 m, sowie die Herstellung der unteren Anschlusscuvelage nahm etwa vier Wochen in Anspruch, sodass die Arbeiten am 20. Juli 1898 beendet waren.

Preussen II, Schacht I.

Schwimmsand . . .	von 0	bis 7	m Teufe		
Grauer Mergel . . .	» 7	» 292,64	»	»	
Oberer Grünsand . . .	» 292,64	» 295,34	»	»	
Weisser Mergel . . .	» 295,34	» 343,90	»	»	
Unterer Grünsand . . .	» 343,90	» 356,10	»	»	
Buntsandstein . . .	» 356,10	» 369,74	»	»	

Mit dem Schachte I (früher Bertha Wilhelmine genannt) der Zeche Preussen II war man zu Anfang der 70er Jahre des verflossenen Jahrhunderts bis zu einer Teufe von 233 m gelangt, hatte denselben dann aber wegen grösserer Wasserzuflüsse verlassen.

Die Wiederaufnahme des Abteufens, welches in den wasserreichen Schichten mittelst des Kind-Chaudron-Verfahrens geschehen sollte, fand gegen Ende des Jahres 1896 durch die Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft statt. Da die Schachtscheibe nicht frei war, wurden zwei Tomsonsche Wasserziehvorrichtungen mit einer Leistungsfähigkeit von zusammen etwa 6,5 cbm je Minute eingebaut. Unter Anwendung derselben wurden die Wasser bis 215 m Teufe gesümpft, sodass es gelang, einige in dem Schachte befindliche Fahrbühnen von Hand zu entfernen. Nachdem der Wasserzufluss aber allmählich bis auf über 6 cbm gestiegen war, baute man die Wasserziehvorrichtungen wieder aus und setzte, um die Sohle zu reinigen, den Klauenfänger in Thätigkeit. Mit diesem wurden während etwa drei Wochen zahlreiche Hölzer, Eisenteile und Gezähstücke zu Tage gefördert.

Der Durchmesser des Schachtes, welcher von Tage bis 3 m über der Schachtsohle kreisrund ausgemauert war, betrug an den meisten Stellen 5,20 m, jedoch hatte man durch Einlassen einer Lehre festgestellt, dass unrunde Stellen vorhanden waren, die es unmöglich machten, der Cuvelage einen lichten Durchmesser von mehr als 4,10 m zu geben.

Die Bohrarbeit konnte am 2. August 1897 beginnen. Der kleine Bohrer hatte die übliche Meisselbreite von 2,60 m und der grosse eine solche von 4,83 m; der erstere wog 9 800 kg, der letztere 22 300 kg. Damit bei einem Bruche an dem grossen Bohrer die Bohrarbeit nicht zu ruhen brauchte, erfolgte die Herstellung des Vorschachtes und die Erweiterung desselben abwechselnd in Absätzen von etwa 30 m.

Auf den unteren Grünsand folgte von 356 m Teufe abwärts eine etwa 14 m mächtige Schicht von thonigem Buntsandstein, welcher eine sehr geringe Widerstandsfähigkeit zeigte. Die Moosbüchse im Grünsand zu verlagern, erschien nicht ratsam, weil derselbe beim Abteufen auf der Sohle durch Nachbrechen der Stösse im Buntsandstein in Bewegung geraten konnte, wodurch der Fuss der Cuvelage gefährdet worden wäre. Ausserdem war zu befürchten, dass der Buntsandstein stark wasserführend war. Man entschloss sich daher den Vorschacht bis 378 m Teufe und den Erweiterungsschacht bis 373 m Teufe in das Steinkohlengebirge niederzubringen und bei letzterer Teufe die Moosbüchse in dem hier auftretenden Sandschiefer zu verlagern. Am 18. August 1900 wurde die Bohrung beendet und hatte somit fast genau drei Jahre gedauert. Die erzielten monatlichen Durchschnittsleistungen von 10,57 m beim Bohren mit dem kleinen Bohrer, 6,76 m beim Bohren mit dem grossen Bohrer und 3,85 m bei der ganzen Bohrarbeit sind in Anbetracht der grossen Teufe als sehr hoch zu bezeichnen.

Nach Beendigung der Bohrarbeit wurden die Vorbereitungen für das Einlassen der Cuvelage getroffen. Das Gewicht der Moosbüchse nebst Zubehör berechnete sich zu ungefähr 80 000 kg und war daher zu gross, um die Moosbüchse über Tage montieren und mittelst der Senkgestänge bis zum Wasserspiegel niederlassen zu können. Man sah sich deshalb genötigt, die einzelnen Teile mit der Kabelmaschine bis zu einer bei 96 m Teufe hergestellten Bühne einzuhängen, von der aus sodann auch das Verstemmen der Schachtringe vorgenommen wurde.

Nachdem man die 152 m hohe Cuvelage bis beinahe auf die Sohle unter Wasser eingelassen hatte, wollte sie plötzlich nicht mehr sinken, weil das Wasser im unteren Teile des Schachtes salzhaltig und daher spezifisch schwerer als im oberen Teile war. Da die Einrichtung für das Öffnen des am Deckel angebrachten Ventils es nicht zuliess, zur Erhöhung des Gewichtes der Cuvelage eine bestimmte Menge Wasser einzulassen und das Ventil alsdann wieder zu schliessen, so zog man die Cuvelage durch die Kabelmaschine mit der Oberkante wieder bis über den Wasserspiegel empor und änderte die Einrichtung entsprechend ab. Hierauf gelang es, die Cuvelage bis zur Sohle, die am 14. November 1900 erreicht wurde, einzulassen.

Als man nach dem Einbringen und Erhärten des Betons am 15. Februar 1901 begonnen hatte, den Schacht zu sämpfen, und sodann bis 195 m Teufe gelangt war, wurde ein Wasserzufluss von etwa 150 l in der Minute festgestellt. Man baute daher die kleinere der beiden schon vorher benutzten Tomsonschen Wasserziehvorrichtungen wieder ein und erreichte am 11. Mai den auf dem Deckel lagernden Betonschlamm, welcher eine Höhe von etwa 14 m hatte. Nachdem derselbe in Kübeln

zu Tage gefördert worden war, ergab sich, dass aus dem Beton hinter der Cuvelage noch etwa 60 l und aus der Gleichgewichtsröhre 85 l Wasser zufließen. Um den ersteren Zufluss zu beseitigen, wurde über dem obersten Schachtringe eine obere Anschlusscuvelage hergestellt, welche aus 3 deutschen Tubbingringen nebst zwei darüber liegenden Keilkränzen bestand.

Es folgte nun der Ausbau des Deckels, der Gleichgewichtsröhre und des falschen Bodens, worauf man die unangenehme Entdeckung machte, dass die Wasser, welche aus der Gleichgewichtsröhre abgeflossen waren,

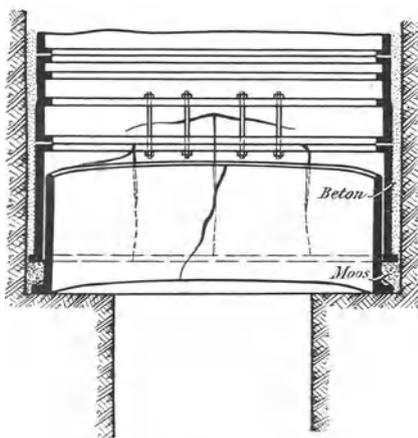


Fig. 202.

Rissig gewordene Cuvelageringe beim Abteufen des Schachtes I der Zeche Preussen II.

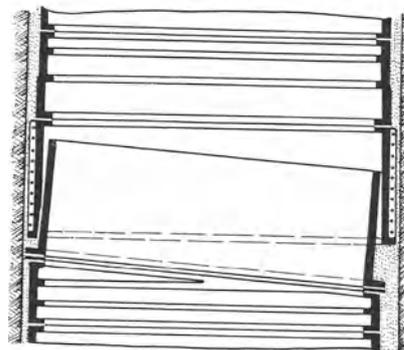


Fig. 203.

Untere Anschlusscuvelage für Schacht I der Zeche Preussen II.

durch Risse in den Ringen No. 0, 1 und 2 zuströmten. Diese Risse waren dadurch entstanden, dass die Sohle des Bohrschachtes geneigt und infolgedessen der Ring No. 0 beim Aufsetzen in eine schiefe Lage gerathen war (Fig. 203).

Man teufte sodann den Schacht etwa 2 m weiter ab und unterfing die Moosbüchse durch eine untere Anschlusscuvelage (Fig. 203), deren oberster Ring der schiefen Lage des Ringes No. 0 entsprechend oben abgeschrägt war und gegen denselben durch eine 50 mm starke Holzpikotage abgedichtet wurde. Den Zwischenraum, der sich auf der einen Seite zwischen den Ringen No. 0 und 1 gebildet hatte, füllte man mit Beton aus und benutzte zur Abdichtung der Risse Blechstreifen und Keile aus Kupfer. Da die Gefahr vorlag, dass durch das Pikotieren der Risse mit den Kupferkeilen oder auch später aus den Ringen No. 1

und 2 Stücke herausbrechen könnten, brachte man die aus Figur 202 ersichtliche Verschraubung an. Am 24. Juli 1901 waren die Ausbesserungsarbeiten beendet und die Wasser nunmehr vollständig abgeschlossen.

Die Durchschnittsleistung je Monat bei der Anwendung des Verfahrens hatte 2,95 m betragen, nächst der bei den Dahlbusch-Schächten erzielten die höchste, die bisher im Ruhrbezirk erreicht worden ist.

#### Preussen II, Schacht II.

Im Mai 1897 begann man 60 m entfernt von dem Schachte I den Schacht II niederzubringen, welcher einen lichten Durchmesser von 5,25 m erhielt. Durch etwa 6 m Schwimmsand wurde mittelst einer Senkmauer von 6,70 m lichtigem Durchmesser niedergegangen und sodann der Schacht gleichzeitig abgeteuft und kreisrund ausgemauert. Letzteres Verfahren wurde erst aufgegeben, als man sich der Schicht näherte, bei welcher der Schacht I zum Ersaufen gekommen war. Von jetzt ab wurde die Mauerung nur noch in Absätzen von 5 m und schliesslich von 2 m hergestellt. Die zusetzenden Wasser, welche nur wenige Liter betragen, wurden im Schwimmsand mittelst Pulsometer und im Mergel zugleich mit der Bergförderung zu Tage gehoben. Bei einer Teufe von 260 m entstand am 1. März 1898 beim Abschiessen ein Wasserdurchbruch, welcher den Schacht in wenigen Stunden bis 80 m unter Tage mit Wasser füllte. Der Zufluss berechnete sich zu ungefähr 27 cbm in der Minute.

Da vorsichtigerweise alle im Schacht befindlichen Gegenstände, wie Fahrten, Schlittenlager und Wetterlutton an Seilen aufgehängt waren, so war die Schachtscheibe in kurzer Zeit für das Abbohren freigemacht. Die Herstellung der Einrichtungen über Tage erforderte etwa 3 Monate. Das Fördergerüst war von vornherein schon so konstruiert worden, dass es für die Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens umgebaut werden konnte.

Am 24. Mai 1898 wurde die Bohrarbeit in Angriff genommen, bei der ebenfalls wieder mehrmals abwechselnd der kleine und grosse Bohrer zur Verwendung kam. Die Meisselbreite der Bohrer betrug 2,60 bzw. 5,05 m, das Gewicht 9800 bzw. 24 600 kg. Bei 354,71 m Teufe wurde der Buntsandstein erreicht und bei 366,55 m das Steinkohlengebirge. Die Einstellung der Bohrarbeit, welche etwas über 2 $\frac{1}{2}$  Jahre in Anspruch genommen hatte, erfolgte am 25. Januar 1901 bei einer Teufe des Vorschachtes von 377 m und einer solchen des Erweiterungsschachtes von 368 m. Die Durchschnittsleistung je Monat berechnete sich beim Bohren mit dem kleinen Bohrer zu 11,82 m, beim Bohren mit dem grossen Bohrer zu 6,08 m und bei der ganzen Bohrarbeit zu 3,50 m.

Das Zusammensetzen der 108 m hohen Cuvelage geschah bei 66 m Teufe einige Meter über dem Wasserspiegel. Beim Einsenken unter Wasser zeigte sich auch hier dieselbe Erscheinung wie bei dem Schachte I, ohne dass jedoch Schwierigkeiten entstanden wären, weil gleich von vornherein die nötigen Vorkehrungen für das Öffnen und Schliessen des Deckelventils getroffen worden waren.

Das Betonieren, bei welchem ein verbesserter Betonlöffel benutzt wurde, nahm nur 16 Tage in Anspruch und dauerte vom 5. bis 20. Juni. Am 27. August begann man mit dem Sumpfen und stellte nach dem Erreichen des Deckels, auf welchem hier nur eine 3 m hohe Schicht von Betonschlamm lagerte, die obere Anschlusscuvelage her.

#### Scharnhorst I.

Lehm und Schwimmsand von 0 bis 7,5 m Teufe				
Grauer Mergel	>	7,5	>	86
Oberer Grünsand	>	86	>	87
Weisser Mergel	>	87	>	136
Unterer Grünsand	>	136	>	139,90

Der Schacht I der Zeche Scharnhorst war im Jahre 1873 mit einem lichten Durchmesser von 5,0 m bis 117 m Teufe niedergebracht, dann aber aufgegeben worden, nachdem sich von etwa 70 m Teufe ab ein grösserer Wasserzufluss eingestellt hatte, der schliesslich auf über 30 cbm je Minute stieg. Bis 73 m unter Tage war der Schacht ausgemauert und von da bis 112 m Teufe mit englischen Tubblings ausgekleidet.

Abgesehen davon, dass es wohl kaum möglich gewesen wäre, bei einem Zuflusse von über 30 cbm das Abteufen auf gewöhnliche Weise von Hand fortzusetzen, hatte auch das Oberbergamt zu Dortmund die Einstellung desselben verlangt, da durch das Pumpen der Wasser in einem Umkreise von mehreren Kilometern sämtliche Brunnen trocken gelegt wurden.

Als später der grösste Teil der Kuxen der Gewerkschaft Scharnhorst in den Besitz der Harpener Bergbau-Aktiengesellschaft gelangt war, beschloss diese das Abteufen unter Anwendung des Kind-Chaudron-Verfahrens fortzusetzen.

Die Vorbereitungen für die Wiederaufnahme des Abteufens begannen im September 1898.

Zuerst mussten aus dem Schachte vier Hubpumpen entfernt werden, welche auf Hölzern fest verlagert waren. Bis zur Erreichung des Wasserspiegels bei etwa 80 m Teufe bereitete die Entfernung keine Schwierigkeiten; von da ab aber mussten Taucher zu Hülfe genommen werden. Die Arbeiten derselben schritten, da der Wasserdruck bis 3,6 Atmo-

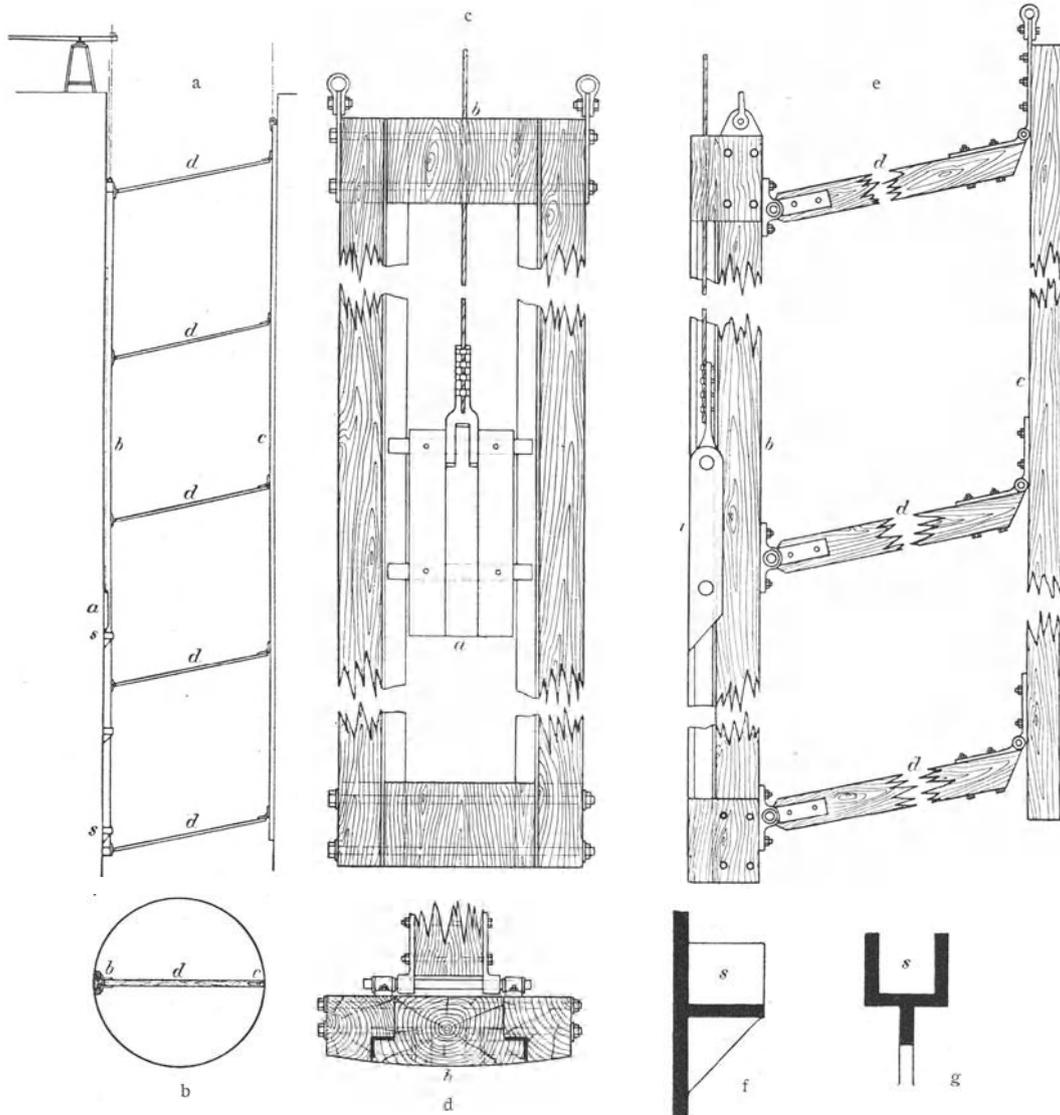


Fig. 204.

Einrichtung zum Losstossen eiserner Schuhe unter Wasser auf Scharnhorst I.

sphären betrug, nur sehr langsam voran. Sodann wurden mit dem Klauenfänger noch zahlreiche Gegenstände, die auf der Schachtsohle lagen, zu Tage gefördert, unter anderem auch ein menschliches Skelett, über dessen Herkunft nichts zu ermitteln war.

Eine weitere Arbeit schliesslich war die Beseitigung von Schuhen, welche an den Tubblings angegossen waren und die zur Verlagerung der Einstriche hatten dienen sollen. Es geschah dies unter Wasser von Tage aus mittelst eines 150 kg schweren Stossapparates (Fig. 204 a — g), welcher aus drei unten zugeschärften Stahlmeisseln zusammengesetzt war. Der Apparat wurde an einem Seil hängend auf und nieder bewegt und hierbei durch einen Rahmen geführt. Letzterer bestand aus der eigentlichen Führung b und dem Balken c, welche beide durch Hölzer d miteinander verbunden waren. Der Rahmen hatte eine Länge von 20 m und hing ebenfalls an Seilen. Dadurch, dass die Hölzer d an ihren Enden in Scharnieren drehbar waren, konnten die Führung und der Balken c einander genähert werden, sodass der Rahmen, ohne hängen zu bleiben, eingelassen werden konnte. Hatte derselbe alsdann diejenige Stelle im Schachte erreicht, wo sich die loszustossenden Schuhe befanden, so wurde das an der Führung befestigte Seil angezogen und der Rahmen infolgedessen gegen die Schachtstösse gepresst, wobei die beiden Balken, welche die Führung bildeten, die Schuhe zwischen sich nahmen.

Nachdem in der Zeit von Anfang März bis Anfang Juni 1899 die Einrichtungen über Tage fertiggestellt waren, wurde am 4. Juni der kleine Bohrer von 1,90 m Meisselbreite in Thätigkeit gesetzt. Mit demselben erreichte man bei 139,90 m Teufe das Steinkohlengebirge und drang noch 2 m in dasselbe ein. Am 22. August war die Herstellung des Vorschachtes beendet. Es trat nun eine längere Pause ein, während welcher einige Arbeiten über Tage ausgeführt wurden. Die Erweiterung des Vorschachtes mit dem grossen Bohrer von 4,75 m Meisselbreite dauerte vom 18. Oktober 1899 bis 5. Januar 1900 und erstreckte sich bis 139,30 m Teufe. Die Sohle des Erweiterungsschachtes befand sich im unteren Grünsand 60 cm über dem Steinkohlengebirge.

Man setzte dann über Tage die Moosbüchse zusammen und liess dieselbe bis zum Wasserspiegel nieder. Dieser war inzwischen bis 114 m Teufe gesunken, sodass man davon absehen konnte, wie beabsichtigt, die Cuvelage mit einem Deckel zu versehen. Am 3. März kam die Cuvelage, welcher man eine Höhe von 49 m gegeben hatte, auf der Sohle an. Das Betonieren dauerte vom 23. bis 31. März, worauf man nach einer Pause von etwa sieben Wochen die Wasser sumpfte.

Als Ende Mai das Abteufen auf der Sohle beginnen sollte, entstand unter der Moosbüchse ein Wasserdurchbruch, welcher etwa 1,5 cbm Wasser in der Minute zuführte. Man liess daher die Wasser wieder steigen, baute die Tomsonsche Wasserziehvorrichtung ein, welche vorher auf Preussen II, Schacht I, benutzt worden war und eine Leistungsfähigkeit von etwa 2 bis 3 cbm je Minute besass, und nahm das Abteufen Mitte Juli von neuem in Angriff. Hierbei zeigte es sich, dass das Stein-

kohlengebirge sehr gestört war. Als man bis 149,60 m unter Tage gelangt war, ohne eine feste Schicht für die Verlagerung der Anschlusscuvelage gefunden zu haben, stellte man das Abteufen wieder ein, mauerte den Schacht 4 m hoch aus und führte auf der Mauerung die 6 m hohe untere Anschlusscuvelage auf. Durch diese gelang es, die Wasser vollständig abzuschliessen.

Am 27. August 1900 waren sämtliche Arbeiten beendet. Die Durchschnittsleistung bei der Anwendung des Verfahrens vom Beginn der Bohrarbeit bis zum Beginn des Abteufens auf der Sohle berechnete sich zu nur 1,66 m im Monat. Eine Erklärung findet diese niedrige Leistung eines teils in den Schwierigkeiten bei der Wasserstüpfung, dann aber auch in der geringen Höhe des abgebohrten Schachtteils.

Das anfängliche Mislingen des gänzlichen Wasserabschlusses hatte wahrscheinlich darin seinen Grund, dass sich unter der Moosbüchse eine etwa 6 bis 7 cm hohe Schicht von Bohrschlamm befand, welche die Erhärtung des Betons am Fusse der Cuvelage verhindert hatte.

## 6. Das Verfahren von Lippmann.\*)

Das Verfahren von Lippmann, welches grosse Aehnlichkeit mit dem Kind-Chaudron-Verfahren besitzt, ist nur zweimal beim Schachtabteufen im Ruhrbezirk zur Anwendung gekommen, nämlich auf Rhein-Elbe II (1874/75) und auf Königsborn I (1875/79).

### a) Einrichtungen und Apparate.

Das Bohrgerüst (Fig. 205) war aus acht Masten LL von ungefähr 18 m Länge hergestellt, welche durch Kreuzhölzer gegeneinander verstrebt wurden. In einer Höhe von etwa 12 m über dem Boden befand sich das Geleise für den Bohrwagen. Als Bohrbühne dienten zwei auf Schienen laufende Rollbrücken h, welche während des Bohrens durch Haken miteinander verbunden waren und für den Durchgang von Bohrer und Löffel auseinandergeschoben wurden.

Zum Bohren wurde eine liegende eincylindrige Maschine benutzt, welche ihre Kraft mittelst Kette auf das Vorgelege übertrug. Dieses setzte durch die Kurbelscheibe R und die Pleuelstange P den hölzernen Schwengel M in Bewegung. Die Kurbelscheibe war mit einer Anzahl von Löchern versehen, die verschieden weit von der Achse entfernt und zur Aufnahme des Pleuelstangenzapfens bestimmt waren. Hierdurch wurde man in den Stand gesetzt, den Hub beim Bohren je nach Belieben zu

\*) Transact. of the Manchester geol. soc. 1878, Bd. XIV, S. 373 u. Rev. univ. des mines 1879, Bd. V, S. 104.

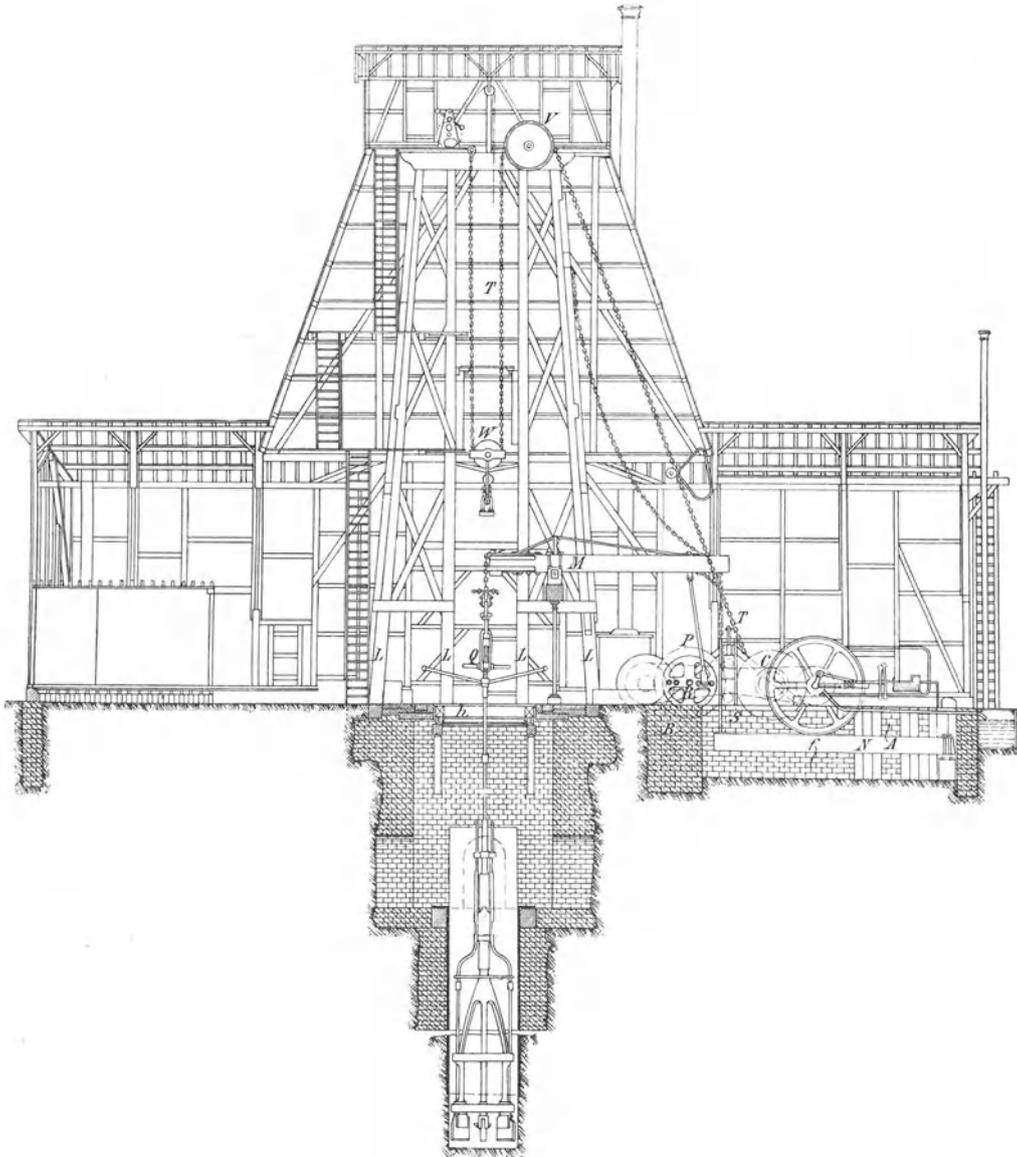


Fig. 205.

Disposition der Einrichtungen und Apparate beim Bohrverfahren von Lippmann.

ändern. Der Schwengel trug an dem kurzen Hebelarm die Nachstellschraube Q, während an dem längeren mittelst der Stange S der Gegenschwengel N angriff. Letzterer diente zur Ausgleichung der Gestängelast und wurde je nach Bedarf mit eisernen Gewichten beschwert.

Zum Einlassen und Aufholen des Bohrers, sowie zum Löffeln am Gestänge war eine Trommelwinde C vorhanden, die mittelst Zahnradübersetzung ebenfalls von der Maschine aus angetrieben wurde. Die auf der Trommel aufgewickelte Kette T trug an der losen Rolle den Förderstuhl W, an dem das Gestänge beim Heraus- und Hereinfördern aufgehängt wurde. Dieses war aus 8 bis 11 m langen schmiedeeisernen Stangen von quadrati-

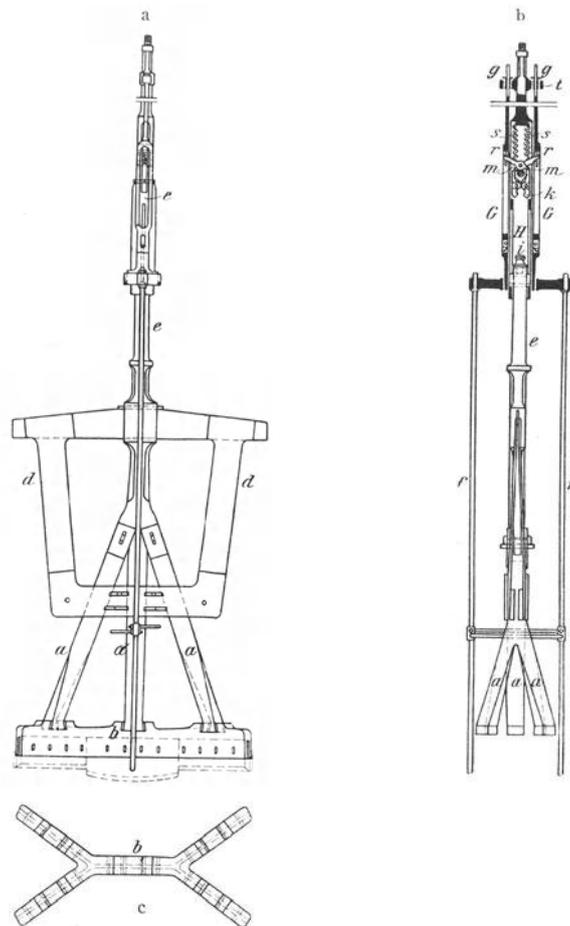


Fig. 206.

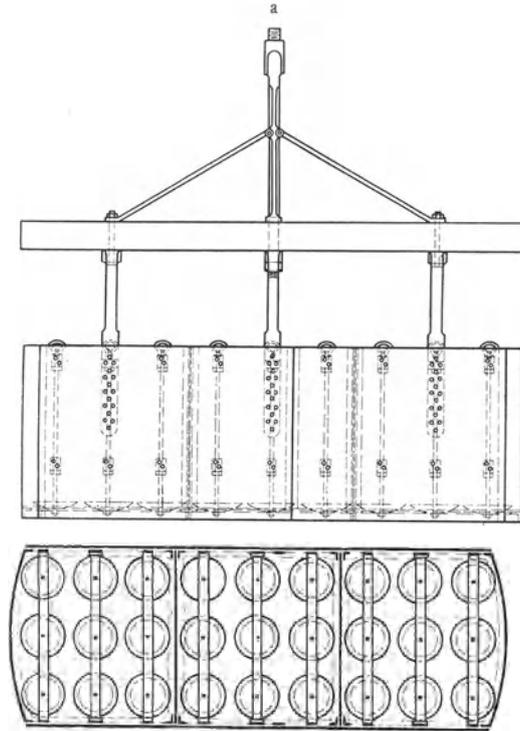
Bohrer nebst Degousséeschem Freifallapparat.

schem Querschnitt und 8 bis 9 cm Stärke zusammengesetzt. Die Verbindung der einzelnen Gestängestücke geschah durch Vater- und Mutterschrauben.

Der etwa 19 000 kg schwere Bohrer (Fig. 206 a—c) war aus Schmiedeeisen hergestellt und bestand aus dem Schaft e, dem fünfarmigen Gabel-

stück a und dem Meißelträger b, auf dessen Unterseite sich eine 10 cm tiefe Nute für die zehn Stahlzähne befand. Zur Führung diente der Rahmen d. Die Meißelbreite des Bohrers betrug 4,27 m.

Durch die eigentümliche Form des Meißelträgers beabsichtigte man die Bohrarbeit zu erleichtern, um hierdurch die Schächte ohne Herstellung eines Vorbohrschachtes niederbringen zu können. Während nämlich bei



*Fig. 207.*  
Schlammlöffel.

dem Bohren des Kind-Chaudron-Verfahrens die Bearbeitung der Bohrsohle in der Mitte und an der Peripherie stärker als in den dazwischen gelegenen Teilen ist, weil in der Mitte sich die Angriffslinien der Bohrer durchkreuzen und an der Peripherie die nebeneinandergereihten Kop fzähne angebracht sind, ist bei dem Bohrer von Lippmann die Bearbeitung der ganzen Bohrsohle eine gleichmässiger e, da sich hier die Angriffslinien an den verschiedensten Stellen schneiden.

Zwischen Bohrer und Gestänge war der Degousséesche Freifallapparat eingeschaltet. Dieser setzte sich aus der Büchse H und dem Gestell G zusammen. Die Büchse H war mit dem Gestänge verbunden

und im Innern mit der Greifzange k versehen. Ueber letzterer lagen gekreuzt zwei von Spiralfedern ss gehaltene Hebel rr, deren äussere Arme in Schlitz des Gestells G schleiften. Das Gestell stand während des Bohrens mittelst der Stangen ff auf der Sohle des Bohrschachtes auf, während an den Stangen gg die Büchse mittelst der Traverse t geführt wurde. Am Ende des Gestängeniedergangs wurde der Bohrer durch die Greifzange k an dem Stahlknopf i gefasst und sodann beim Aufgange mitgenommen.

Hatte das Gestänge beinahe den höchsten Stand erreicht, so stiessen die Hebel rr gegen die obere Begrenzung der Schlitze, wurden infolgedessen niedergedrückt und öffneten mittelst der Daumen mm die Greifzange, sodass der Bohrer herabfiel.

Der Schlammöffel (Fig. 207 a und b) bestand aus einem länglichen, an den Schmalseiten abgerundeten Blechkasten von 10 cbm Inhalt. Die Länge des Kastens entsprach ungefähr dem Durchmesser des Bohrschachtes und betrug 4,10 m bei einer Breite von 1,40 m. Am Boden befanden sich 27 Tellerventile, durch welche beim Füllen der Schlamm eindrang. Jedes Ventil war oben mit einer Stange versehen, die zur Führung und zum Öffnen desselben diente. Das gefüllte Gefäss wurde über Tage auf einen Gestellwagen gesetzt, nach dem Schlammsumpfe gefahren und dort durch Anheben der Ventilstangen entleert.

#### b) Cuvelage.

Die Cuvelage wurde aus ganzen Schachtringen von 3,65 m lichtigem Durchmesser und 1,50 m Höhe hergestellt und wie bei dem Kind-Chaudron-Verfahren mit Moosbüchse und Gleichgewichtsboden versehen. Jedoch fehlte die Gleichgewichtsröhre.

#### c) Herstellung der Bohrschächte.

Die Anzahl der Hübe beim Bohren betrug 6 bis 8 in der Minute, die Hubhöhe je nach der Beschaffenheit des Gebirges 20 bis 80 cm. Zum Umsetzen des Bohrers waren etwa acht Mann erforderlich. Hierzu kamen noch ein Maschinenführer und ein Heizer, sodass bei zwei zwölfstündigen Schichten je Tag die Belegschaft für den eigentlichen Bohrbetrieb aus etwa 20 Mann bestand.

Mit dem Löffel, welcher am Gestänge hing, wurde ein- bis zweimal am Tage gelöffelt. Ein zweimaliges Einlassen des Löffels genügte gewöhnlich, um die Sohle vom Bohrschlamm zu reinigen.

Nach Beendigung der Bohrarbeit mit dem Bohrer von 4,27 m Meisselbreite wurde noch mit einem Bohrer von 1,5 m Meisselbreite einige Meter weitergebohrt, um einen Raum zur Ansammlung von Nachfall und Schlamm beim späteren Einlassen der Cuvelage herzustellen.

Auf Rhein-Elbe II wurde bei der ganzen Bohrarbeit eine durchschnittliche Leistung von 6,73 m je Monat und auf Königsborn eine solche von 3,45 m, bei einer grössten Teufe des eigentlichen Bohrschachtes von 87,74 bzw. 182,14 m erzielt. In dem ersteren Falle war das Gebirge von derselben weichen Beschaffenheit wie bei den nach dem Kind-Chaudron-Verfahren abgebohrten Schächten der benachbarten Zeche Dahlbusch, wo unter normalen Verhältnissen (Dahlbusch III und IV) etwa die doppelte Leistung erreicht wurde (vergl. S. 265). Der Fortschritt von 3,45 m bei dem Schachte Königsborn I, wo wie bei den übrigen Kind-Chaudron-Schächten des Ruhrbezirks zum grossen Teile sehr harter weisser Mergel zu durchbohren war, bleibt dagegen nur wenig hinter dem für diese Schächte ermittelten Durchschnitt von 3,55 m zurück.

Das Einlassen der Cuvelage, mit welcher der Schacht bis über den Wasserspiegel hinaus ausgekleidet wurde, geschah bis zur Sohle mittels Senkwinden und Senkstangen von ähnlicher Konstruktion wie bei dem Kind-Chaudron-Verfahren. Das zur Beschwerung erforderliche Wasser wurde während des Einlassens durch einen Schlauch zugeführt, welcher als Heber wirkte und das Wasser aus dem Raum hinter der Cuvelage absaugte. War die Cuvelage auf der Sohle angekommen, so öffnete man mittelst eines Drahtzuges einen Hahn, welcher an einem auf dem Gleichgewichtsboden befestigten Rohrstutzen angebracht war und liess das Wasser aus dem Raum unter dem Boden in die Cuvelage eintreten.

Der Beton, aus gleichen Teilen Wasserkalk, Trass und Rheinsand, sowie einem geringen Cementzusatz zusammengesetzt, wurde in zwei Mörtelmaschinen gemischt und aus diesen durch je eine Rohrleitung hinter die Cuvelage geführt. Die Rohrleitungen bestanden aus schmiedeeisernen Röhren von 10 cm lichtem Durchmesser. Sie reichten bis zur jeweiligen Betonsohle hinab und wurden allmählich hochgezogen. Die Leistungen beim Betonieren waren durchschnittlich höher als beim Kind-Chaudron-Verfahren; doch musste grosse Sorgfalt darauf verwendet werden, dass keine Unterbrechung in der Zuführung des Betons eintrat, weil sonst durch Eindringen von Wasser in die Rohrleitungen eine Entmischung des Materials stattfinden konnte. Auf Rhein-Elbe II wurden in 24 Stunden durchschnittlich über 10 und auf Königsborn I beinahe 23 lfd. m Cuvelage mit Beton hinterfüllt.

Die Wassersümpfung und die Herstellung einer unteren Anschlusscuvelage wurden in derselben Weise wie beim Kind-Chaudron-Verfahren ausgeführt. Aus den in Tabelle 33 zusammengestellten Zahlen ergibt sich die monatliche Leistung bei dem ganzen Verfahren. Auch hier ist die für die Herstellung der Anschlusscuvelage einschliesslich des Abteufens aufgewendete Zeit nicht mit berücksichtigt, weil diese Arbeiten eigentlich schon zum Abteufen von Hand gehören.

Tabelle 33.

Schacht	Bohrteufe in m		Höhe des abgebohrten Schachtteiles m	Dauer des Verfahrens vom Beginn des Abbohrens bis zum Beginn des Abteufens auf der Sohle in Monaten			Leistung je Monat m
	von	bis		von	bis	in Monaten	
Rhein-Elbe II	11	87,74	76,74	16. Mai 1874	6. Juli 1875	13,7	5,60
Königsborn I	50,06	182,14	132,08	20. Aug. 1875	16. Mai 1879	44,8	2,95

Auf Rhein-Elbe II war entsprechend der geringen Leistung bei der Bohrarbeit auch die Gesamtleistung geringer als bei den Schächten III und IV der Zeche Dahlbusch, welche fast zu derselben Zeit und in gleichartigem Gebirge abgebohrt worden sind. Der Schacht Königsborn I dagegen hat nächst den Dahlbuschschächten die höchste Leistung aufzuweisen, die bisher im Ruhrbezirke beim Abbohren wirklicher Schächte erreicht wurde.

Die folgende Zusammenstellung (Tabelle 34) enthält eine Uebersicht über die Kosten des Verfahrens.

Tabelle 34.

Schacht	Höhe des ab- gebohrten Schacht- teils m	Kosten des Verfahrens in Mark							je lfd. m Bohr- schacht
		Ein- richtungen und Apparate	Cuve- lage	Beton	Sonstige Materialien	Löhne und Gehälter	Ver- schiedenes	Zusammen	
Rhein-Elbe II	76,74	88 651	95 417	8 391	20 598	98 744	—	311 801	4 063
Königsborn I	132,08	137 326	205 360	15 313	9 905	314 500	47 956	730 360	5 529

Als Kosten für die Einrichtungen und Apparate sind 50% des Anschaffungswertes eingesetzt. Nicht in Anrechnung gebracht wurden die Ausgaben für den Kohlenverbrauch. Diese sind nach den Erfahrungen bei dem Kind-Chaudron-Verfahren bei Rhein-Elbe II auf etwa 500 M. und bei Königsborn I auf etwa 1000 M. zu schätzen, sodass sich die Ausgaben für das laufende Meter Bohrschacht im ersteren Falle auf rund 4500 und in letzterem auf 6500 M. erhöhen.

Vergleicht man die Kosten bei dem Schacht Rhein-Elbe II mit denjenigen bei den Schächten Dahlbusch III und IV, so ergibt sich für den ersteren ein Mehr von ungefähr 1300 M. je laufendes Meter. Dem Schachte Königsborn I steht leider ein solcher mit ähnlichen Verhältnissen nicht gegenüber. Berücksichtigt man jedoch, dass hier die Höhe des abgebohrten Schachtteiles 132 m und die mittlere Bohrteufe nur  $\frac{182 + 50}{2} = 116$  m betrug,

so erscheinen die Kosten von etwa 6500 M. gegenüber beispielsweise 5281 M. je laufendes Meter Bohrschacht bei dem Schachte Gneisenau I (vergl. S. 254), wo nur 79 m bei einer mittleren Teufe von 202 m abgebohrt wurden, als sehr hoch. Die Höhe der Löhne und Materialpreise war in den Jahren, wo bei den beiden Schächten das Schachtbohren zur Anwendung kam, nicht wesentlich verschieden, sodass der Unterschied in den Kosten nur in den Verfahren selbst begründet sein kann.

Ein Hauptgrund für die höheren Kosten bei dem Verfahren von Lippmann dürfte in häufigen Reparaturen an Bohrer und Gestänge zu suchen sein. Ersterer besitzt infolge seiner eigentümlichen Form eine wesentlich geringere Widerstandsfähigkeit gegen Brüche als der Kind-Chaudron-Bohrer. Ferner hat das eiserne Gestänge gegenüber dem hölzernen des Kind-Chaudron-Verfahrens den Nachteil geringerer Elastizität. Schliesslich ist noch in Betracht zu ziehen, dass man bei dem Verfahren von Lippmann nicht wie bei der anderen Methode in der Lage ist, die Zahl und Höhe der Hübe in jedem Augenblicke zu ändern, was wahrscheinlich ebenfalls auf die Haltbarkeit der Bohrgeräte und damit auch auf die Kosten ungünstig eingewirkt haben wird.

Nach alledem erscheint es gerechtfertigt, dass man später stets dem Kind-Chaudron-Verfahren den Vorzug gegeben hat, das sich wegen seines im Wasser gewichtslosen Gestänges besonders auch für grössere Teufen besser eignet.

#### d) Die einzelnen Bohrungen.

##### α) Rhein-Elbe II.)\*

Im Jahre 1857 hatte man im Felde Rhein-Elbe bei Gelsenkirchen mit dem Abteufen zweier Schächte, von denen der eine Förderschacht und der andere Wetterschacht werden sollte, begonnen. Wegen der bedeutenden Wasserzuflüsse, die bis zu 17 cbm in der Minute betragen, brachte man jedoch nur den Förderschacht (Schacht I) bis zum Steinkohlengebirge nieder. Dasselbe wurde nach Ueberwindung ausserordentlicher Schwierigkeiten im Jahre 1861 bei 104 m Teufe erreicht. Das Abteufen des 70 m entfernten Wetterschachtes dagegen wurde schon bei 16 m Teufe eingestellt.

Erst im Jahre 1873 wurden die Arbeiten bei dem letzteren Schachte (Schacht II) wieder aufgenommen. Da der Schacht nunmehr auch zur Förderung eingerichtet werden sollte und daher der bisherige Durchmesser von 3,13 m nicht als ausreichend angesehen werden konnte, so

\*) Revue univ. des mines 1879, Bd. V, S. 113.

Transact. of the Manchester geol. soc. 1878, Bd. XIV, S. 386.

Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1876, Bd. XXIV, B S. 174.

wurde beschlossen, denselben auf 4,40 m zu erweitern. Nachdem die Beseitigung der Ausmauerung und der Einstriche bis zu einer Teufe von 10 m vorgeschritten war, nahmen die Wasserzuflüsse derartig zu, dass die Sohle verlassen und zum Abbohren, welches der damaligen Firma Manget, Lippmann & Cie. in Paris übertragen wurde, übergegangen werden musste.

Die Bohrarbeit begann am 16. Mai 1874 und bereitete anfangs grosse Schwierigkeiten, da bis 16 m unter Tage das alte Mauerwerk, in demselben feststehendes Holz, sowie einige eiserne Rohre zerstampft werden mussten, und ausserdem der Bohrer nur am Umfange Widerstand fand, während der übrige Teil der Bohrfläche frei war. Als man eine Teufe von 90,08 m erreicht hatte und sich hierbei im Essener Grünsand 14 m über dem Steinkohlengebirge befand, wurde der grosse Bohrer ausser Thätigkeit gesetzt und in der Mitte der Schachtsohle mit einem besonderen kleinen Bohrer von 1,5 m Meisselbreite ein Vorschacht von 3 m Tiefe hergestellt, in welchem sich der Schlamm und Nachfall, welcher etwa noch nachträglich auf die Sohle niederfiel, sammeln sollte. Diese Arbeit war am 1. April 1875 beendet.

Das Einlassen der Cuvelage dauerte vom 27. April bis 2. Juni und das Betonieren vom 15. bis 23. Juni. Am 1. Juli fing man mit der Wasserstümpfung an und hatte am 6. die Schachtsohle freigelegt.

Nachdem alsdann noch etwa 30 m von Hand abgeteuft waren, wurde bei 120 m Teufe ein Keilkranz gelegt und die Anschlusscuvelage eingebaut.

#### β) Königsborn I.)\*

Der Schacht Königsborn I wurde gegen Ende des Jahres 1874 in Angriff genommen. Bis 9 $\frac{1}{2}$  m Teufe wurde eine Senkmauer niedergebracht und beim Weiterabteufen der Schacht kreisrund mit 4,50 m lichtigem Durchmesser ausgemauert. Da sich sehr bald grössere Wasserzuflüsse einstellten und man die Befürchtung hegte, dass bei längerem Pumpen der Wasser die Soolquelle der benachbarten Saline Königsborn gefährdet werden könnte, wurde das Abteufen auf der Sohle bei 50 m Teufe eingestellt und beschlossen, die Arbeiten nach dem Bohrverfahren von Lippmann fortzusetzen.

Das Bohren nahm am 20. August 1875 seinen Anfang. Bei 90 und 115 m Teufe wurde je eine starke Quelle erbohrt, welche den Bohrschlamm bis zum Wasserspiegel emportrieb. Die Wasser der ersten

---

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1876, Bd. XXXIV, S. 176 u. 1877, Bd. XXXV, S. 242.

Glückauf 1878, Nr. 99.

Tecklenburg, Bd. VI, S. 9 u. 127.

Quelle flossen sogar in einer Menge von 0,6 cbm an der Hängebank über. Bei 178,43 m unter Tage gelangte man in das Steinkohlengebirge und setzte sodann die Bohrarbeit in festem Thonschiefer bis 182,12 m Teufe fort, wo man sie am 1. Oktober 1878 beendigte.

Nachdem noch aus demselben Grunde, wie bei dem Schacht Rhein-Elbe II ein Vorschacht von 6,83 m Teufe niedergebracht war, wurde am 1. Dezember 1878 zum Einsenken der 182 m hohen Cuvelage geschritten. Diese Arbeit dauerte bis zum 31. Januar 1879. Die Cuvelage bestand aus 120 Ringen von 1,5 m Höhe und wog einschliesslich Moosbüchse, Schrauben und Dichtung 923 000 kg. Das Betonieren begann am 27. Februar und nahm nur 14 Tage in Anspruch. Unmittelbar daran schlossen sich die Sumpfungsarbeiten, auf welche sodann die Herstellung der 3,5 m hohen Anschlusscuvelage folgte.

## IV. Das Senkschachtverfahren.

### 1. Allgemeines.

Die Senkarbeit findet im Ruhrbezirk wegen der grossen Verbreitung des lockeren Gebirges sehr häufig Anwendung. Da dieses Gebirge meist nur von einer dünnen Schicht von Ackererde oder Lehm überlagert wird, so geht die Senkarbeit in der Regel den schon beschriebenen Verfahren des Niederbringens von Schächten voraus, wenn es auch hier und da vorkommt, dass sie durch das Abteufen von Hand unterbrochen wird (Hugo bei Holten, alter und neuer Schacht, Sterkrade, Osterfeld II und Concordia IV).

In dem grössten Teile des Bezirks ist die Senkarbeit nur bis zu geringer Teufe erforderlich. In der Nähe des Rheines und neuerdings auch im Norden des Gebietes sind dagegen lockere Schichten von erheblicher Mächtigkeit zu durchteufen und hat daher hier die Erreichung des festen Gebirges schon mehrfach bedeutende Schwierigkeiten bereitet. So hat das Niederbringen des Schachtes Rheinpreussen I durch eine bis zu 125 m Teufe hinabsetzende Ueberlagerung von Schwimmsand und weichem Thon über 20 Jahre (1857 bis 1877) in Anspruch genommen, während verschiedene andere in den fünfziger Jahren in Angriff genommene Schächte (Java, Jakobine und Medio-Rhein\*) überhaupt nicht bis zum Steinkohlengebirge gelangt sind. Im Laufe der Zeit sind zwar in der Ueberwindung dieser Schwierigkeiten allmählich derartige Fortschritte gemacht worden, dass das Abteufen bis zum festen Gebirge bei dem Schachte Rheinpreussen II nur noch 7 Jahre (1866 bis 1874), bei Schacht III

---

\*) Nach Akten des Bergreviers Oberhausen.

3 Jahre (1891 bis 1894) und bei Schacht IV derselben Zeche sogar nur  $1\frac{1}{2}$  Jahre (1900 bis 1902) gedauert hat, obwohl die Mächtigkeit des lockeren Gebirges bei dem erstgenannten Schachte noch um einige Meter grösser und bei den beiden anderen Schächten nur um 20 bis 30 m geringer als bei Rheinpreussen I war. Eine vollständige Sicherheit für das Gelingen des Verfahrens ist jedoch, wie der im Jahre 1898 erfolgte Zusammenbruch des damals noch im Absinken begriffenen 175 m tiefen Schachtes Hugo bei Holten beweist, bis jetzt nicht erzielt worden.

Die ausserordentlichen Fortschritte, welche man in der Ausbildung des Verfahrens gemacht hat, sind neben der Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf und deren Oberingenieur Riemer, dem 1892 verstorbenen Grubenverwalter der Zeche Rheinpreussen, Hochstrate, dem jetzigen Direktor dieser Zeche, Pattberg, ferner dem Direktor Kalthoff von Deutscher Kaiser, dem Bergwerksdirektor Kocks der Gutehoffnungshütte, sowie dem Betriebsführer Pohle der Schächte Sterkrade und Hugo bei Holten zu verdanken.

Von den 478 Schächten, die am 1. Januar 1900 im Ruhrbezirk in Betrieb oder im Abteufen begriffen waren, sind 178 teilweise mittelst Senkarbeit niedergebracht worden. Bei 155 dieser Schächte betrug die grösste Teufe, bis zu welcher man sich des Verfahrens bedient hat, weniger als 25 m, und bei 23 Schächten ist diese Teufe erreicht oder überschritten worden. Unter diesen letzteren befanden sich fünf, bei welchen das durchteufte lockere Gebirge eine Mächtigkeit von 50 bis 100 m hatte und sechs, bei denen dasselbe bis zu einer Teufe von mehr als 100 m durchsunken werden musste.

Die grösste Teufe, nämlich 178 m, bis zu der bisher im Ruhrbezirk Senkarbeit zur Anwendung gekommen ist, finden wir bei dem neuen Schacht Hugo bei Holten. Auf diesen folgen der alte zu Bruch gegangene Schacht Hugo mit 175 m Teufe, sowie der Schacht Sterkrade, bei welchem das Absinken Ende 1900 in einer Teufe von 136,5 m beendet worden ist.

## 2. Einrichtungen über Tage.

Ueber dem mittelst Senkarbeit niederzubringenden Schacht wird ein provisorisches Fördergerüst errichtet. Ist die Mächtigkeit der zu durchsinkenden Schichten nicht erheblich und kann auf der Sohle abgeteuft werden, so stellt man entweder nur einen ganz leichten drei- oder vierbeinigen Bock auf, der sodann für das Abteufen auf gewöhnliche Weise durch ein stärkeres Gerüst ersetzt wird, oder man wählt die Konstruktion des Fördergerüsts schon von vornherein stark genug, um es beim weiteren Abteufen auch benutzen zu können. Das erstere Verfahren,

welches beispielsweise auf Zeche Werne zur Anwendung gekommen ist, (Fig. 208 a—c) hat den Vorteil, dass das Fördergerüst, falls es durch die bei der Senkarbeit häufig vorkommenden Gebirgsbewegungen beschädigt wird, ohne Mühe wieder ausgebessert und gerade gerichtet werden kann, während bei einem starken Gerüst unter Umständen erhebliche Reparaturen

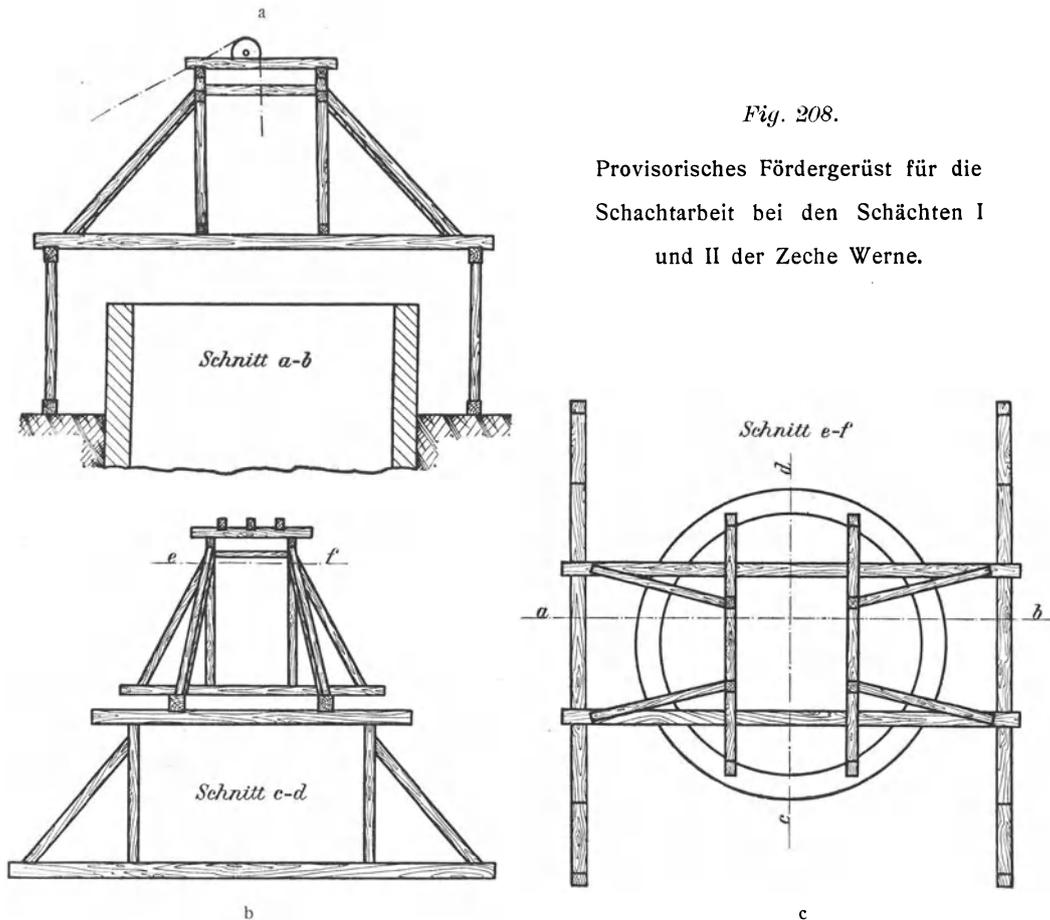
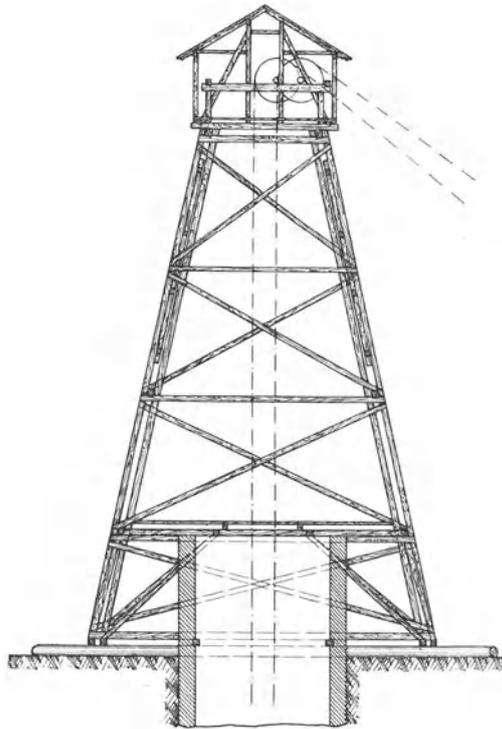


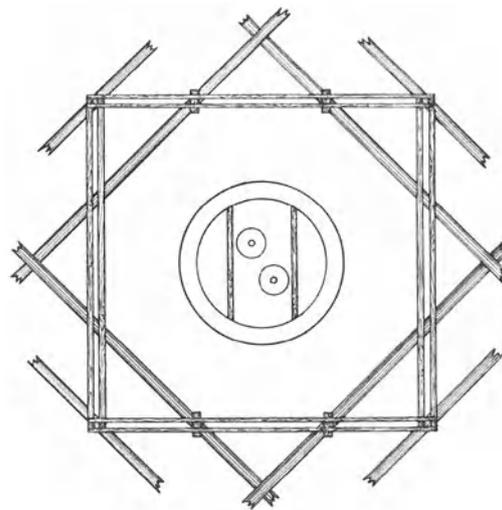
Fig. 208.

Provisorisches Fördergerüst für die Schachtarbeit bei den Schächten I und II der Zeche Werne.

vorgenommen werden müssen. Gelangt ein solches schon von vornherein zur Aufstellung, so verlagert man dasselbe bisweilen, um die Unterlage möglichst weit vom Schachte zu entfernen, auf vier schweren Balken, welche unter die Ecken des Fundamentrahmens in der Richtung der Tangente zum Kreisumfange des Schachtes gelegt werden (Nordstern III, Osterfeld II und Oberhausen III, Fig. 209 a und b). Jedoch lassen sich hierdurch Beschädigungen nicht vollständig vermeiden.



a

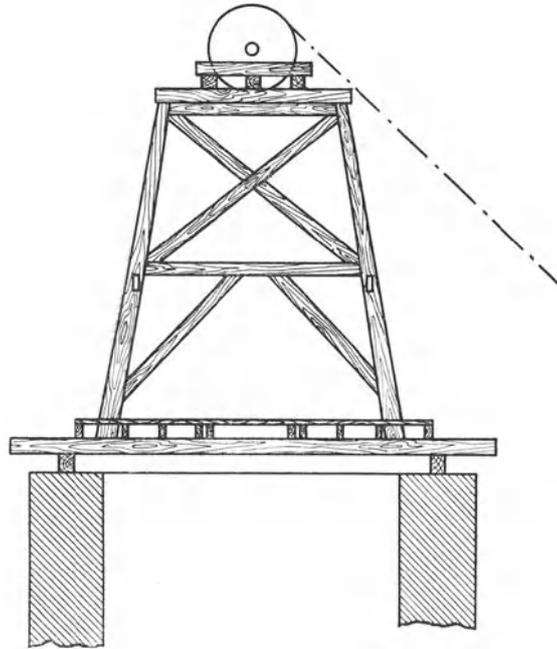


b

*Fig. 209.*

Provisorisches Fördergerüst für Oberhausen III.

Auch das Fördergerüst auf der niederzubringenden Senkmauer zu verlagern (Fig. 210), eine Massregel, durch welche der Einfluss von Senkungen an der Erdoberfläche gänzlich vermieden werden soll, erscheint nicht zweckmässig, da alsdann das Gerüst vor dem jedesmaligen Aufmauern durch Winden gehoben werden muss. Ausserdem erhält dasselbe, falls die Senkmauer aus dem Lote gerät, mit dieser eine schiefe

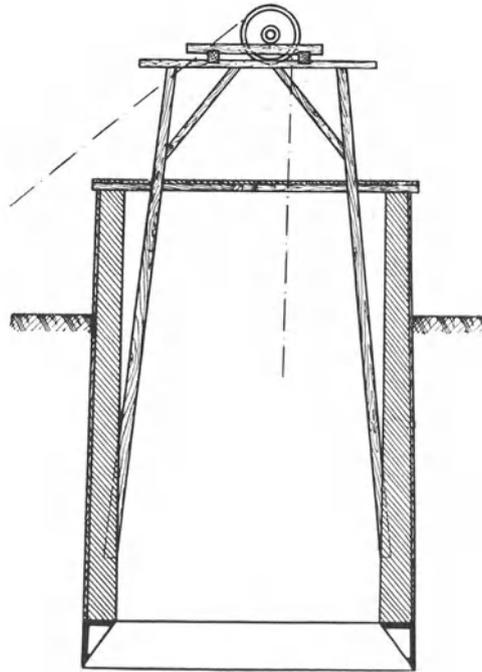


*Fig. 210.*

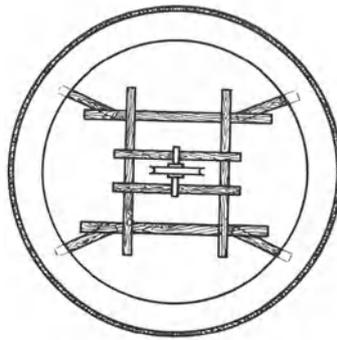
Verlagerung des Fördergerüsts auf der provisorischen Senkmauer für den Schacht Ver. Gladbeck III.

Lage, sodass ein Geraderichten des Gerüsts auch hier häufig nicht zu umgehen ist. Dem ersteren Nachteil hat man auf Graf Bismarck IV dadurch zu begegnen gesucht, dass man das Gerüst im Innern der Senkmauer verlagerte (Fig. 211 a und b). Doch musste auch bei dieser Anordnung wenigstens die Förderbühne von Zeit zu Zeit höher gelegt werden.

Wird sich die Senkarbeit bis zu einer grösseren Teufe hinab erstrecken und ist anzunehmen, dass der Schacht durch Abteufen im toten Wasser und unter Zuhülfenahme besonderer maschineller Vorrichtungen niedergebracht werden muss, so ist bei der Konstruktion des Gerüsts darauf Rücksicht zu nehmen, dass dasselbe durch die Handhabung der zum Bohren



a



b

Fig. 211.

Verlagerung des provisorischen Fördergerüsts im Innern einer Senkmauer.

und zum Emporholen des Gebirges dienenden Apparate und das Einlassen schwerer Tubbingsegmente eine besonders starke Beanspruchung erleidet. Statt aus vier einfachen setzt man das Fördergerüst daher besser aus acht doppelten Masten zusammen (Fig. 212 a und b). Ausserdem versieht man es zur Aufnahme des Zuges der Fördermaschine und des Dampfkebels immer auf zwei Seiten mit Streben.

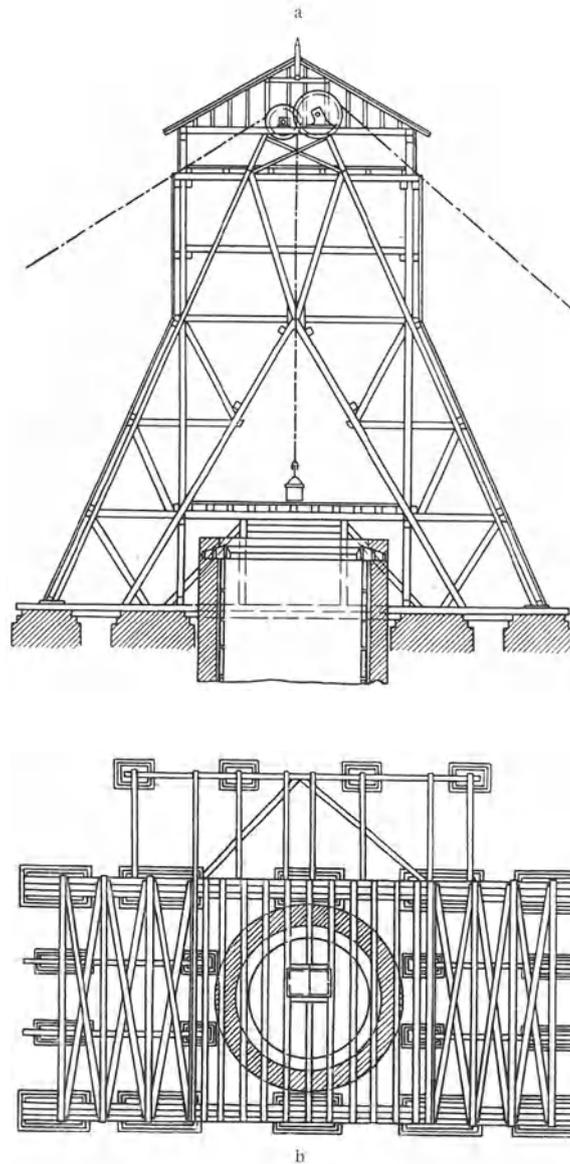


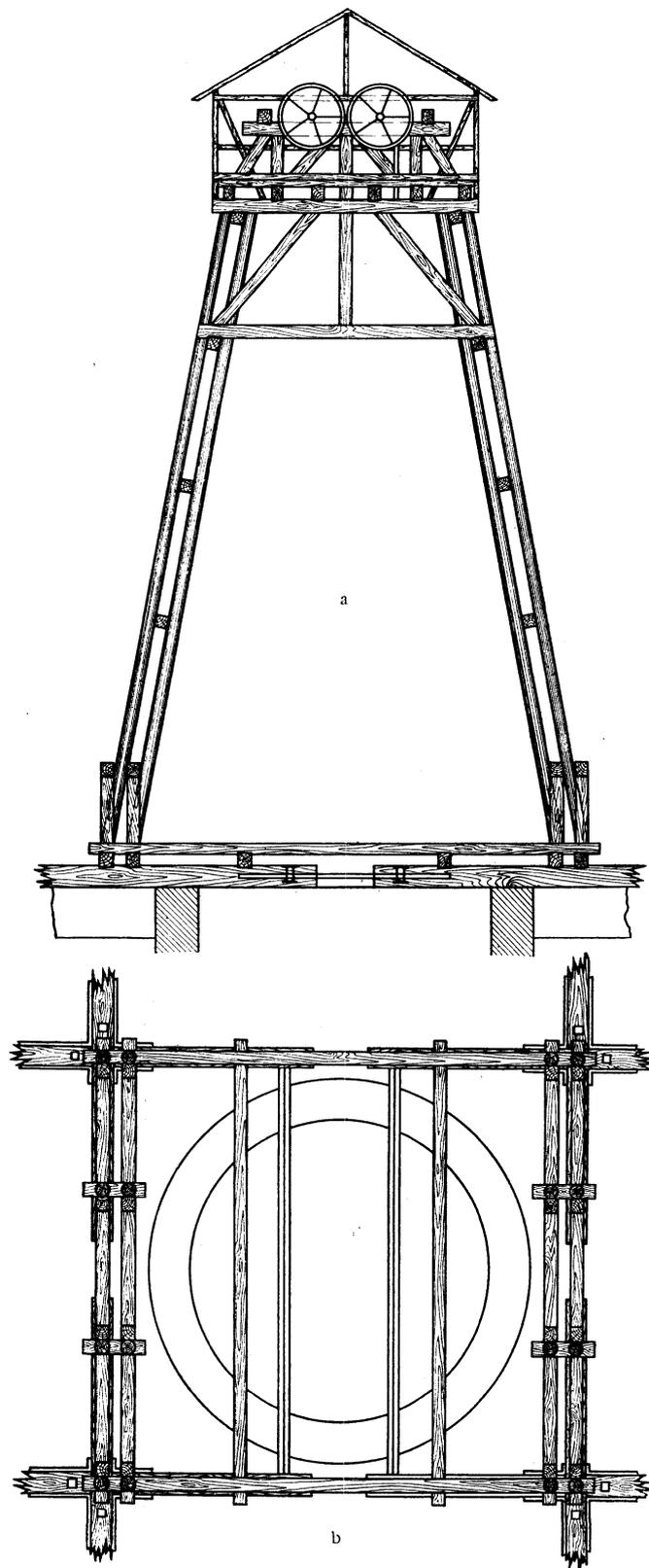
Fig. 212.

Provisorisches Fördergerüst für Hugo bei Holten, alter Schacht.

Besonderes Gewicht ist hier auf die Fundamentierung zu legen. Auf Deutscher Kaiser II und III\*), Westende II\*\*) und Neumühl I wurde das Fundament aus kreisförmiger Mauerung hergestellt, welche vor dem

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 218 u. 224.

\*\*) Glückauf 1892, S. 544.



*Fig. 213.*  
Provisorisches Fördergerüst für Neumühl II.

Beginn der eigentlichen Senkarbeit in einem 3 bis 4 m tiefen Vorschachte errichtet wurde. Die Fundamentmauern hatten 10,5 bis 14 m lichten Durchmesser, ruhten auf zwei durch Schrauben miteinander verbundenen Buchenholzrahmen und waren mit vier 2 m starken Eckpfeilern versehen. Die Mauerstärke betrug unten 1 bis 1,5 m und nahm nach oben hin ab. Auch auf Rheinpreussen III\*), IV und V wurden zur Verlagerung des Gerüsts kreisförmige Mauern benutzt, doch waren dieselben durch Senkarbeit bis etwa 16 m Teufe niedergebracht worden. Sehr zweckmässig erscheinen diese Arten der Fundamentierung nicht, da die Mauern leicht durch Gebirgsbewegungen in eine schiefe Lage geraten können. Aus demselben Grunde ist auch das bei dem Schachte Rheinpreussen II\*\*) beobachtete Verfahren zu verwerfen, wo man das Schachtgerüst auf einem Eisen-cylinder von 9,9 m lichtigem Durchmesser errichtet hat, der in einem 7,5 m tiefen Vorschachte aufgeführt wurde und aus wieder ausgebauten Segmenten des zweiten gusseisernen Senkcylinders von Rheinpreussen I zusammengesetzt war.

Besser ist die auf Neumühl II angewandte Fundamentierung (Fig. 213 a und b). Hier wurden auf den vier Seiten des Schachtes je zwei 10 m lange Mauern von 1,4 m Breite hergestellt und auf jede derselben ein Balken von 0,50 bis 0,60 m Stärke und etwa 20 m Länge aufgelegt, welcher bis beinahe zur Schachtmitte überstand. Die gegenüberliegenden Balken wurden durch Laschen verbunden und jeder durch Ankerschrauben an dem Mauerwerk befestigt. Da sich bei dieser Anordnung die Fundamente auf einen weiten Raum verteilen, so können etwa eintretende Bodenbewegungen keine grossen Beschädigungen an dem Fördergerüst hervorrufen. Andererseits bietet jedoch die Verbindung der Balken durch Laschen keine für alle Fälle ausreichende Sicherheit. Ähnliches gilt von der auf Ver. Gladbeck III zur Ausführung gelangten Art der Verlagerung (Fig. 214 a und b). Das Gerüst wurde daselbst auf zwei durch ein Sprengwerk unterstützte Hölzer gesetzt, welche auf 25 m von einander entfernten Mauerpfeilern auflagen. Zwar sind die Fundamente hier, um sie den Einwirkungen von Bodenbewegungen möglichst zu entziehen, sehr weit von dem Schachte weggerückt. Infolge der grossen Spannweite ist die Tragfähigkeit des Unterbaus aber doch so gering, dass schwere Lasten auf dem Gerüste nicht bewegt werden dürfen.

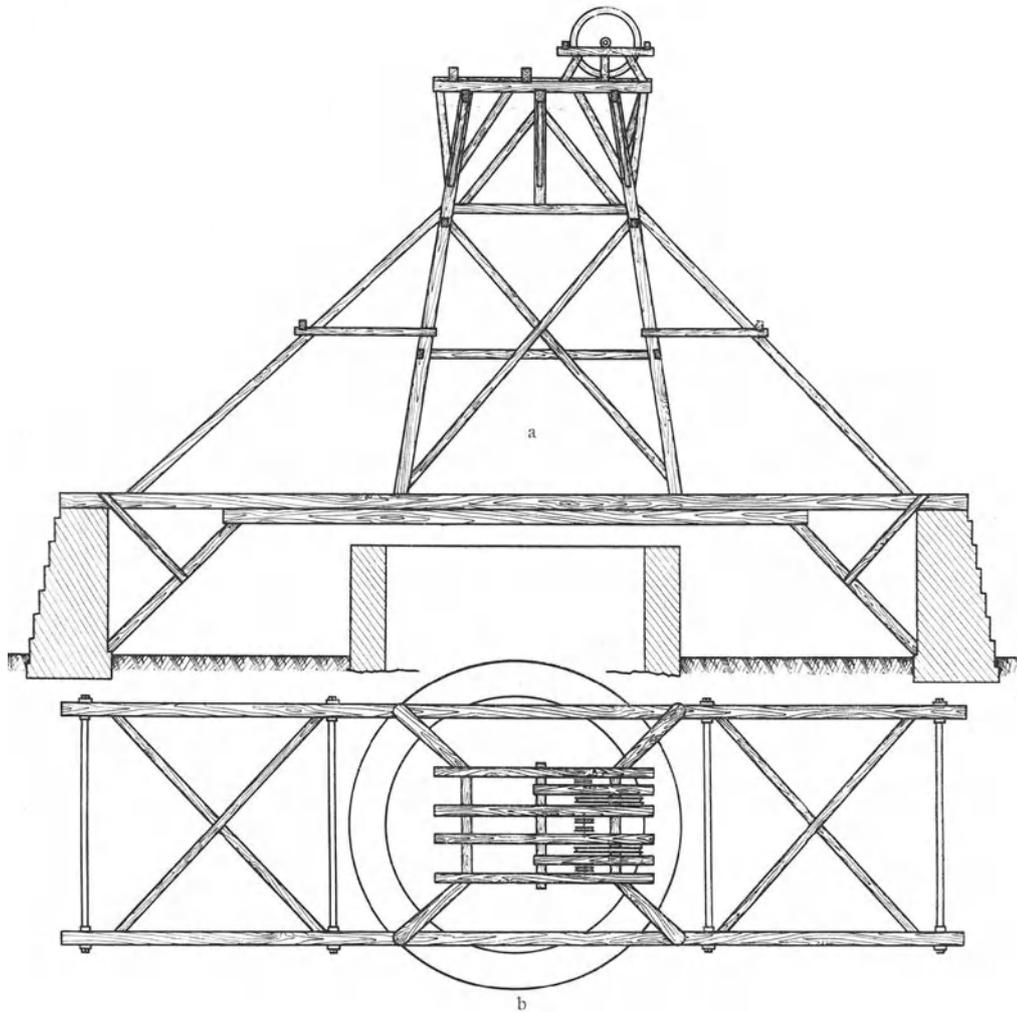
Am meisten zu empfehlen ist zweifellos die neuerdings bei den Schächten Hugo bei Holten\*\*\*) und Sterkrade ausgeführte Fundamentierung. Das Gerüst ruht hier (Fig. 212 a und b) auf nicht weniger als zehn Mauer-

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896, Bd. XLIV, B S. 157.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 238.

\*\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 80.

klötzen, wozu noch vier Pfeiler für die beiden Streben kommen. Durch diese Zerlegung des Fundaments erhält nicht nur der Unterbau des Gerüsts eine ausserordentliche Tragfähigkeit, sondern es wird auch erreicht,



*Fig. 214.*

Provisorisches Fördergerüst für Ver. Gladbeck III.

dass die Lage desselben unverändert bleibt, wenn auch an einer oder der anderen Stelle Senkungen eintreten.

Zu beiden Seiten des Fördergerüsts gelangen die Fördermaschine und ein Dampfkabel zur Aufstellung. Die Entfernung der Fundamente dieser Maschinen von der Schachtmitte betrug früher nur etwa 8 bis 10 m

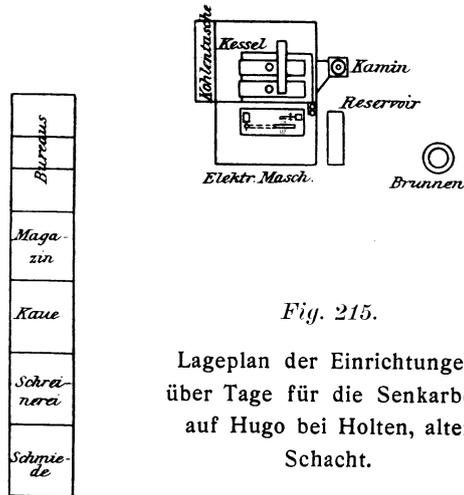


Fig. 215.

Lageplan der Einrichtungen über Tage für die Senkarbeit auf Hugo bei Holten, alter Schacht.

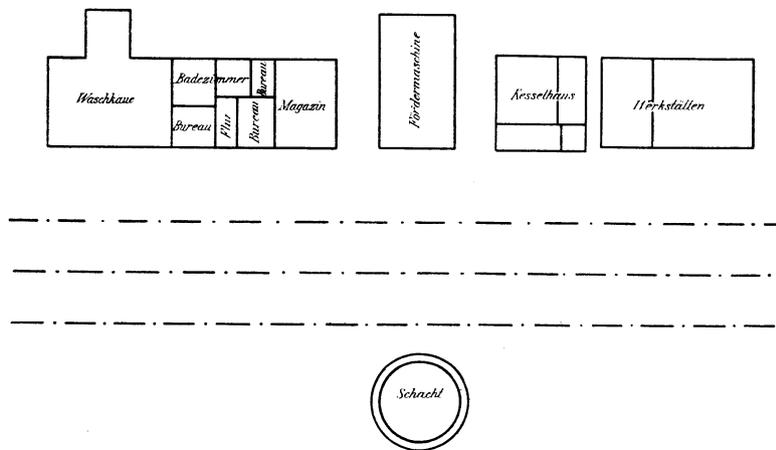


Fig. 216.

Lageplan der Einrichtungen über Tage für die Senkarbeit auf Rheinpreussen IV.

(Rheinpreussen II), während heute der Senkungen wegen 20 bis 30 m gewählt werden (Deutscher Kaiser IV, Hugo bei Holten und Sterkrade).

Ueber dieses Mass hinaus zu gehen, erscheint bedenklich, weil dann der Seilwinkel zu flach wird und die Gefahr entsteht, dass die Seile aus den Rillen der Seilscheiben herausspringen.

Die Fördermaschine von 120 bis 200 eff. PS. dient bei der Arbeit auf der Sohle zum Fördern der Berge und wird, falls man zum Bohren übergeht, wohl auch als Antriebsmaschine für die Bohrvorrichtung benutzt.

Mit dem Dampfkabel, dessen Tragkraft bis zu 50 000 kg beträgt (Sterkrade, Hugo bei Holten und Rheinpreussen III), wird die schwebende Bühne bewegt. Ausserdem verwendet man es zum Einhängen schwerer Tubblings, sowie bei der Arbeit im toten Wasser zum Einlassen und Aufholen des Greifbaggers und der Bohrgeräte.

Die Kesselanlage, Werkstätten, Waschkäue, Bureaus u. s. w. sind in derselben Weise, wie für das Abteufen von Hand vorzusehen. Auf besondere Einrichtungen wird weiter unten noch näher eingegangen werden.

Beispiele für die Disposition der Einrichtungen führen die Figuren 215 und 216 vor Augen. Ueber die Kosten siehe Seite 457 ff.

### 3. Der Vorschacht.

Da das zu durchsinkende Gebirge gewöhnlich von Ackererde, Lehm, trockenem Sand oder Kies oder bisweilen wohl auch von angeschütteten Bergen überlagert ist, so muss vor dem Beginn der eigentlichen Senkarbeit durch diese Schichten mittelst Hacke und Schaufel ein Vorschacht niedergebracht werden. Wo, wie dies meistens der Fall ist, die Mächtigkeit der Ueberlagerung wenige Meter nicht übersteigt, ist eine Sicherung der Stösse dieses Vorschachtes nicht erforderlich, zumal wenn man ihnen etwas Böschung giebt. Ist die Ueberlagerung aber mächtiger, so wird ein verlorener Ausbau hergestellt, der, wie z. B. auf Friedrich Ernestine II aus Holzrahmen, oder zweckmässiger, wie auf Vollmond II aus Eisenringen und Bretterverzug besteht. Bei letzterem Schachte, wo das lockere Gebirge von einer nahezu 12 m mächtigen Anschüttung bedeckt war, wurde nach Erreichung desselben ausserdem noch eine Futtermauer aufgeführt.

### 4. Die Senkkörper.

Die Senkkörper, mit welchen die Schachtstösse bei der Senkarbeit ausgekleidet werden, dringen mit dem Fortschreiten des Abteufens allmählich tiefer in das lockere Gebirge ein. Dieselben werden aus

Mauerung oder gusseiserner Cuvelage hergestellt. Früher sind vereinzelt auch Cylinder aus Schmiedeeisenblech oder aus letzterem Material und gusseiserner Cuvelage angewandt worden, während neuerdings bei 2 Schächten als Material für die Senkkörper eine Verbindung von Cuvelage und Mauerung benutzt worden ist.

Besitzen die zu durchsinkenden Schichten eine grössere Mächtigkeit, so ist es infolge der mit der Teufe immer mehr zunehmenden Reibung nicht möglich, mit einem einzigen Senkkörper das feste Gebirge zu erreichen. Man setzt daher in den ersten Senkkörper, sobald das weitere Niederbringen desselben zu grosse Schwierigkeiten bereitet, einen zweiten von geringerem Durchmesser und sucht nun mit diesem so tief als möglich zu gelangen, bis auch hierbei die Reibung zu sehr wächst. Auf diese Weise kann es notwendig werden, dass eine ganze Reihe von Senkkörpern teleskopartig ineinander geschachtelt werden muss. So sind beispielsweise auf Deutscher Kaiser II bis 116 m Teufe 5 und auf Rheinpreussen I bis 125 m Teufe sogar 7 Senkkörper ineinander gesetzt worden. Bei letzterem Schacht betrug der lichte Durchmesser schliesslich nur noch 2,68 m.

Unter den oben erwähnten 178 Schächten, bei welchen Senkarbeit stattgefunden hat, befinden sich 153, bei denen die Senkkörper nur aus Mauerung und 4, bei denen dieselben nur aus gusseiserner Cuvelage bestanden. Cylinder aus Schmiedeeisenblech finden wir nur bei 3 Schächten, während bei 16 Schächten sowohl gemauerte als auch gusseiserne Senkkörper angewendet worden sind.

#### a) Senkmauern.

Senkmauern, welche gegenüber den gusseisernen Senkcyindern den Vorteil grösserer Billigkeit besitzen, eignen sich wegen ihres grösseren Gewichts sehr zur Anbringung eines Widerlagers für später einzubauende Pressvorrichtungen; doch werden dieselben heute in der Regel nur noch bis etwa 25 m Teufe benutzt, weil sie von da ab gewöhnlich nicht mehr regelmässig nachsinken. Früher suchte man die gemauerten Senkkörper möglichst tief niederzubringen und erzwang das weitere Sinken derselben dadurch, dass man den Fuss in ausgedehnter Masse unterschneidete. Auf Rheinpreussen I und II ist es auf diese Weise gelungen, mittelst je zweier ineinander geschachtelter Senkmauern Teufen von 75\*) bzw. 92\*\*) m zu erreichen. Das Unterschneiden hat den Nachteil, dass die Mauer meist ganz plötzlich nachsinkt, wodurch sie nicht selten erhebliche Beschädigungen erleidet. Da ferner bei diesem Verfahren die Schachtstösse

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 51.

\*\*) Ebenda 1875, Bd. XXIII, B S. 244.

unterhalb der Senkmauer oft viele Meter freistanden, so traten hierbei häufig Gebirgsdurchbrüche ein, die bis zu Tage ausgingen, dort Zerstörungen anrichteten und ausserdem zur Folge hatten, dass der Schacht aus dem Lothe geriet.

Die älteste Form der Senkmauer ist, wie bei der Schachtmauerung überhaupt, die vierbogige. Unter den noch heute in Betrieb befindlichen Schächten befinden sich 9, bei welchen die vierbogige Form zur Anwendung gekommen ist. Es seien erwähnt die Förderschächte Anna (1847) und Carl (1855) des Kölner Bergwerksvereins, ferner Karolinenglück I (1847) und Concordia I (1851). Seit Ende der sechziger Jahre ist man allgemein zu dem für die Senkarbeit geeigneteren kreisrunden Querschnitt übergegangen.

#### Der Senkschuh.

Der Senkschuh, mit welchem die Senkmauer an ihrem unteren Ende versehen wird, um das Eindringen derselben in das Gebirge zu erleichtern, besteht entweder aus einem hölzernen Roste mit schmiedeeiserner Schneide, oder aus Holz und Gusseisen oder schliesslich aus Gusseisen allein.

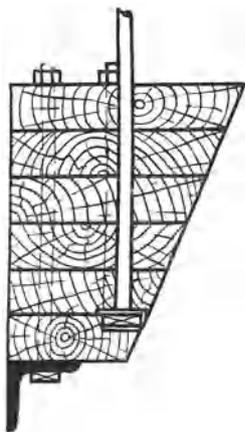
Bei dem Senkschuh mit hölzernem Rost und schmiedeeiserner Schneide, welcher die ursprüngliche Form bildet, wird der Rost dadurch hergestellt, dass mehrere aus Segmenten zusammengesetzte Bohlenringe von 70 bis 120 mm Höhe und nach oben zunehmender Breite so zusammengelegt werden, dass ein auf der Aussenseite senkrechter, innen aber abgchrägter oder treppenförmig zulaufender Körper entsteht. Die einzelnen Ringe, die aus Eichen- oder Buchenholz, selten auch aus Pitchpineholz bestehen, werden durch zahlreiche Schraubenbolzen miteinander verbunden. Bei dem in Figur 217 abgebildeten Senkschuh von 6,20 m lichtigem Durchmesser für den Schacht V der Zeche Dahlbusch sind beispielsweise 96 in zwei konzentrischen Reihen angeordnete Schrauben von 20 mm Stärke zur Verwendung gelangt.

Als Material für den Rost wird Buchenholz wegen seiner grösseren Billigkeit sowie der hier in Betracht kommenden grösseren Druck- und Biegezugfestigkeit dem Eichenholz vorzuziehen sein. Pitchpineholz besitzt zwar eine noch grössere Festigkeit, doch ist der Preis für solches derartig hoch, dass in Fällen, in welchen eine grosse Beanspruchung auf Druck zu erwarten ist, der nur wenig teurere Senkschuh aus Gusseisen vorzuziehen sein dürfte.

Der Winkel, welchen die senkrechte Fläche des Rostes mit der schrägen bildet, schwankt, je nachdem es sich um sehr lockere oder weniger lockere Schichten handelt, zwischen 40 und 65°. Die obere Breite

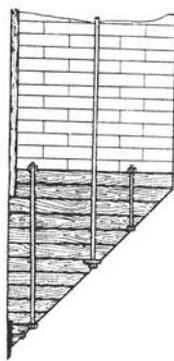
beträgt entsprechend der Anfangsstärke der Mauer 0,55 bis 1,10 m, die Höhe 0,60 bis 1,0 m.

Als Schneide benutzt man meist einen Winkeleisenring von 10 bis 25 mm Stärke und 150 bis 250 mm Schenkellänge (Fig. 217). Derselbe ist durch Schrauben mit dem Rost verbunden und wird vielfach noch durch einen zweiten Ring verstärkt. Weniger Sicherheit bietet eine aus einfachem Stahl- oder Schmiedeeisenblech von 10 bis 30 mm Stärke und 150 bis 300 mm Breite bestehende Schneide, welche an dem Roste entweder durch Schrauben mit versenkten Köpfen (Fig. 218) oder mittels Winkel-eisen-Laschen (Fig. 219) befestigt wird.



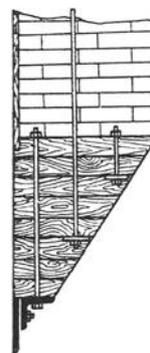
*Fig. 217.*

Senkschuh aus Holz  
und Schmiedeeisen für  
Dahlbusch V.



*Fig. 218.*

Senkschuh aus Holz  
und Schmiedeeisen.



*Fig. 219.*

Senkschuh aus Schmiedeeisen für Preussen II,  
Schacht II.

Die Schuhe mit hölzernem Rost und schmiedeeiserner Schneide sind bei Teufen bis zu etwa 10 m den ganz oder teilweise aus Gusseisen bestehenden Schuhen ihrer geringen Herstellungskosten wegen vorzuziehen, während bei grösserer Teufe ihre Festigkeit nicht mehr für alle Fälle ausreicht.

Die Kosten betragen bei der Verwendung von Buchenholz, einem lichten Durchmesser von 6 bis 8 m und einer Anfangsstärke der Mauer von 3 Steinen etwa 800 bis 1200 M.

Einer der ersten Schächte, bei dem die Senkmauer mit einem aus Holz und Gusseisen hergestellten Schuh versehen wurde, war der im Jahre 1857 in Angriff genommene jetzige Schacht I der Zeche Hansa. \*)

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1889, Bd. VII, S. 194.

Der Schuh (Fig. 220a und b) war 65 cm hoch und bestand aus einem gusseisernen unteren Teile von 45 cm Höhe und winkelförmigem Querschnitt, auf den ein aus 2 Bohlenringen gefertigter Rost gelegt war. Das gusseiserne Unterteil des Schuhs besass 20 mm Wandstärke und war aus 10 Segmenten zusammengesetzt, die man durch Schrauben miteinander verbunden hatte; auf der offenen Innenseite befanden sich eine Anzahl

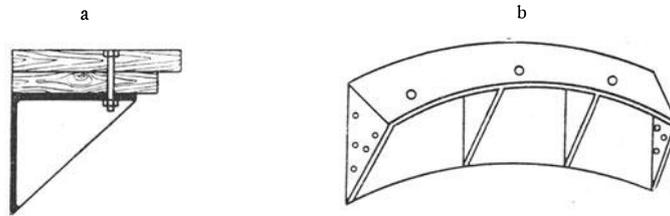


Fig. 220.

Senkschuh aus Holz und Gusseisen für Hansa I.

Verstärkungsrippen. Die Herstellung des oberen Teiles aus Holz war einmal aus Sparsamkeitsrücksichten geschehen, dann aber auch, um eine gewisse Elastizität zu erzielen.

Eine ähnliche Konstruktion (Fig. 221) zeigten die Schuhe, welche bei der ersten Senkmauer von Rheinpreussen I\*) sowie den beiden ineinandergeschachtelten Senkmauern des Schachtes II\*\*) dieser Zeche Anwendung gefunden haben. Derartige Schuhe sind auch in den letzten Jahren noch öfter benutzt worden. Da sie geringere Widerstandsfähigkeit als die ganz aus Gusseisen bestehenden Schuhe besitzen, so dürften letztere in der Regel den Vorzug verdienen.

Ganz aus Gusseisen waren zuerst wohl die Schuhe der zweiten Senkmauern von Rheinpreussen I sowie des nicht mehr in Betrieb befindlichen Schachtes Ruhr und Rhein\*\*\*) gefertigt. An die Stelle des hölzernen Obertheils trat beim Senkschuh des letztgenannten Schachtes ein zweiter gusseiserner Ring, welcher mit dem unteren verschraubt war. Beide Ringe waren nach innen offen. Auf Rheinpreussen I hatte man den unteren Ring ganz und den oberen teilweise mit Holz ausgefüllt. Das Zusammensetzen der Schuhe aus zwei Ringen hat den Nachteil geringerer Festigkeit, weshalb man sie schon seit langer Zeit aus einem Ring herstellt.

Die heute vorherrschende Form der gusseisernen Schuhe ist die in Figur 222a und b dargestellte. Die Schuhe sind nach oben offen und

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 45.

\*\*) Ebenda 1875, Bd. XXIII, B. S. 240.

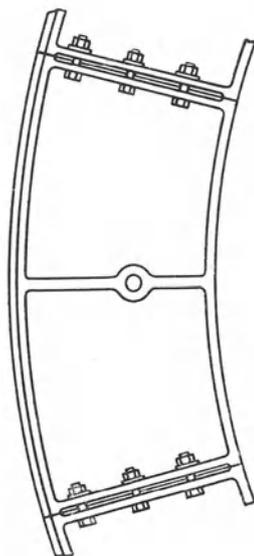
\*\*\*) Ebenda 1870, Bd. XVIII, B S. 273.

bestehen je nach dem Durchmesser aus 6 bis 14 Segmenten, die mit einer oder mehreren Verstärkungsrippen versehen sind. Die Höhe schwankt zwischen 0,6 und 1,2 m, während die Breite sich nach der Mauerstärke von 2 bis 4 Steinen richtet. Die Wandstärke wird je nach der Mächtigkeit und der Art der zu durchteufenden Schichten zu 20 bis 50 mm gewählt.

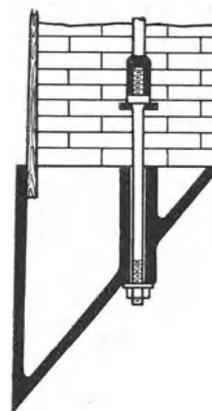


Fig. 221.

Gusseiserner Senkschuh  
für Rheinpreussen I.



a



b

Fig. 222.

Gusseiserner Senkschuh für Nordstern III.

Die Verbindung der Segmente erfolgt wie früher durch Schrauben unter Benutzung zwischengelegter Bleistreifen oder Brettchen von Weiden- oder Tannenholz zur Dichtung. Zur Aufnahme dieses Dichtungsmaterials sind die Stossflächen meist mit Aussparungen versehen (Fig. 222a). Die aus Figur 223a—c ersichtliche Form der Stossflächen, welche beim Abteufen des Schachtes III der Zeche Centrum\*) angewandt wurde, und die Festigkeit in den Stossfugen erhöhen soll, dürfte, wenn beim Absinken grössere Geröllstücke zu erwarten sind, sehr zu empfehlen sein.

\*) Der Bergbau 1892/93, No. 30.

In den Verstärkungsrippen der Schuhe befinden sich senkrechte Kanäle zur Aufnahme der Ankerstangen für die Senkmauer. Die Befestigung dieser Stangen geschieht entweder durch Schliesskeile (Fig. 224) oder mittelst Schraubenmuttern (Fig. 222a und b).

Damit bei der Senkarbeit in toten Wassern der Fuss der Mauer vor Beschädigungen durch die Hereingewinnungsapparate geschützt wird, empfiehlt es sich, wie dies auf Deutscher Kaiser IV geschehen ist, den inneren Rand des Senkschuhes zu erhöhen.

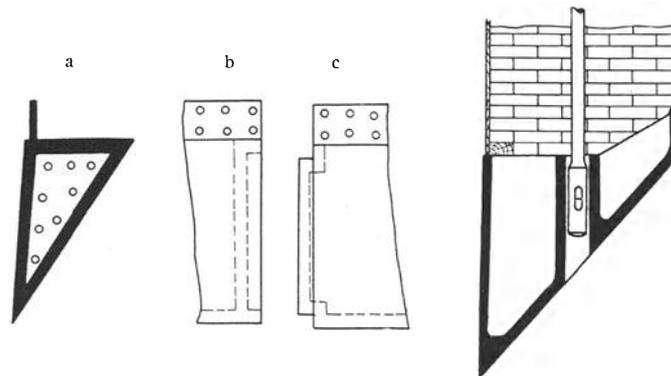


Fig. 223.

Gusseiserner Senkschuh  
für Centrum III.

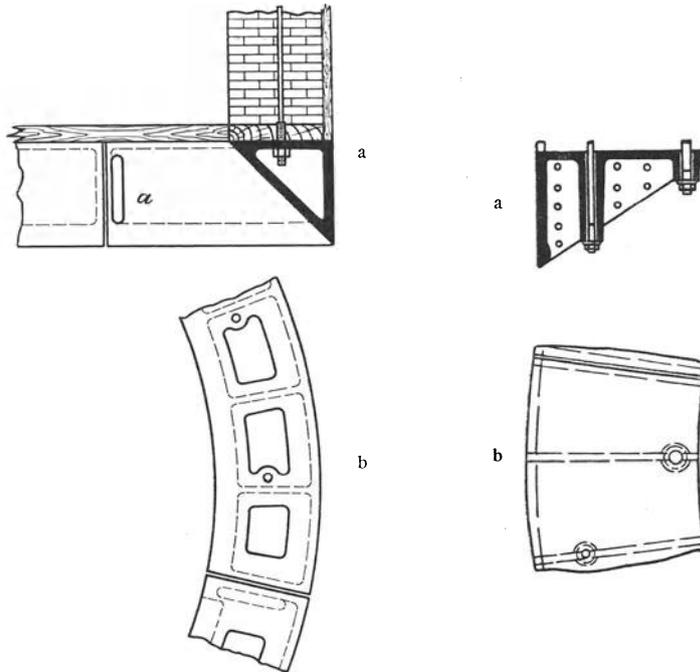
Fig. 224.

Gusseiserner Senkschuh  
für Deutscher Kaiser IV.

Im Innern erhalten die Schuhe eine Ausfütterung von Mauerwerk oder Beton, welche der Senkmauer als Unterlage dient. Das Gewicht beträgt bei einer Anfangsstärke der Mauer von 3 Steinen und einem lichten Durchmesser von 6—8 m etwa 15 000 bis 20 000 kg, während sich die Kosten auf etwa 4 500 bis 6 000 M. stellen, wobei den Verhältnissen zu Anfang des Jahres 1901 entsprechend ein Preis von 300 M. je 1 000 kg zu Grunde gelegt ist.

Eine andere Art von gusseisernen Senkschuhen, welche nicht nur auf der Aussen- und Innenseite, sondern auch oben geschlossen sind, stellt Figur 225a und b dar. Eine Ausfütterung dieser Schuhe ist nicht erforderlich, da man die Senkmauer auf einem auf der Deckelplatte verlagerten Holzring errichten kann. An der Deckelplatte werden auch die Ankerstangen befestigt und ist dieselbe daher mit Oeffnungen zum Durchgreifen versehen, welche ausserdem den Zweck haben, das Gewicht der Schuhe zu verringern. Um die Schrauben zur Verbindung der einzelnen Segmente anziehen zu können, sind auf der Innenseite die Löcher a angebracht.

Diese Schuhe haben gegenüber den vorherbeschriebenen den Nachteil grösseren Gewichts, wodurch der Preis erhöht und die Handlichkeit der einzelnen Segmente beim Zusammensetzen erschwert wird. Ferner ist die Befestigungsweise der Ankerstangen nicht so solide, und schliesslich wird das Anziehen der Verbindungsschrauben durch die Deckelplatte behindert. Ihre Anwendung ist daher eine ziemlich beschränkte.



*Fig. 225.*

Gusseiserner Senkschuh nebst Verankerung für Hugo I/II.

*Fig. 226.*

Gusseiserner Senkschuh für Hugo bei Holten, alter Schacht.

Um ein Unterschneiden der Senkmauer, welches sich auch heute noch nicht immer vermeiden lässt, zu erleichtern, hat man bei einigen neueren Schächten, wie z. B. Rheinpreussen III, Sterkrade und Hugo bei Holten, alter Schacht, dem Senkschuh wieder die nach innen offene Form gegeben (Fig. 226a und b). Als sehr zweckmässig kann diese Form jedoch nicht angesehen werden, da sie für das Einsinken der Senkmauer weniger günstig ist und das Unterschneiden durch die vorhandenen Verstärkungsrippen doch wieder erschwert wird. Bei dem neuen Schachte Hugo ist man daher zu der nach innen geschlossenen Gestalt zurückgekehrt.

Die Aussenfläche der gusseisernen Senkschuhe erhält häufig unten eine geringe Neigung nach aussen (Fig. 223 und 224), wodurch die Senkmauer leichter nachsinkt. Der Winkel zwischen Aussen- und Innenfläche beträgt gewöhnlich 40—50°.

#### Die Mauerung.

Für die Herstellung der Mauerung gelangen Ziegelsteine von Normalformat zur Verwendung, und zwar zieht man hierbei die aus dem Thonschiefer hergestellten Steine ihrer grossen Festigkeit wegen den Lehmsteinen vor.

Der Mörtel bestand früher, wie bei der sogenannten wasserdichten Mauerung allgemein aus 1 Raumteil Wasserkalk und 2 Teilen Trass, während man sich heute meist des Cementmörtels bedient, welcher bei der Senkarbeit zum ersten Male im Jahre 1866 auf Rheinpreussen II benutzt worden ist.\*) Der Cementmörtel ist gewöhnlich aus 1 Teil Cement und 2 bis 3 Teilen Schlacken-, Rhein- oder Lippesand zusammengesetzt, erhält jedoch wohl auch einen Zusatz von Wasserkalk oder Trass. Eigentlichen Trassmörtel findet man nur noch ganz selten und sollte man denselben nur da anwenden, wo die Mächtigkeit des lockeren Gebirges so gering ist, dass die Mauerung schon vor dem Absinken fertiggestellt werden kann. Bei grösserer Mächtigkeit ist allein die Verwendung von Cementmörtel am Platze, da dessen rasches Binden es gestattet, dass die Senkarbeit ohne Unterbrechung ihren Fortgang nimmt, während bei anderem Mörtel von Zeit zu Zeit abgewartet werden muss, bis derselbe erhärtet ist. Aus Tabelle 35 ist das Mischungsverhältnis einiger in neuerer Zeit benutzter Cementmörtel, bei welchen man einen Zusatz von Wasserkalk oder Trass für angängig hielt, zu ersehen.

Tabelle 35.

Schacht	Teufe, bis zu welcher die Senkmauer niedergebracht ist m	Zusammensetzung des Mörtels in Raumteilen			
		Cement	Wasserkalk	Trass	Sand
Recklinghausen II/II	9,50	2	1	—	1
Viktor II	18,00	1	—	1	1
Friedrich Ernestine II	13,00	1	1	—	2
Ewald III	8,00	1	1	—	3

Von den verschiedenen Sandarten findet Schlackensand die ausgedehnteste Verwendung.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 242.

Die Anfangsstärke der Mauerung beträgt je nach der Teufe, bis zu welcher dieselbe niedergebracht werden soll, 2 bis 4 Steine. Nach oben hin lässt man die Stärke allmählich abnehmen, indem der Aussenseite der Mauer, um das Eindringen in das Gebirge zu erleichtern, eine geringe Dossierung gegeben wird, während man die Innenseite gewöhnlich senkrecht aufsteigen lässt. Bei einer Mächtigkeit des lockeren Gebirges von nur wenigen Metern genügen 2 Steine. Unter dieses Mass herunter zu gehen scheint nicht zweckmässig, da bei der vielfach unregelmässigen Oberfläche des Kreidemergels, welche häufig zur Folge hat, dass die Mauer auf der einen Seite schon den Mergel erreicht hat, während sie sich auf der anderen noch im Schwimmsand oder Kies befindet, nicht selten erhebliche Ansprüche an die Festigkeit der Mauer gestellt werden. Beträgt die Mächtigkeit des lockeren Gebirges etwa 5 bis 10 m, so beginnt man mit  $2\frac{1}{2}$  Steinen (z. B. Ewald IV und Hugo I/II), bei 10 bis 15 m mit 3 Steinen (z. B. Holland IV und Alma III), und ist schliesslich die Möglichkeit vorhanden, dass man eine Teufe von mehr als etwa 15 bis 20 m erreicht, so erhält die Mauer meist eine Anfangsstärke von  $3\frac{1}{2}$  bis 4 Steinen (z. B. Hugo bei Holten und Sterkrade).

Die vorstehenden Angaben sind Durchschnittszahlen für Senkarbeiten aus den letzten Jahren und gründen sich auf die Erfahrungen, welche man im Laufe der vergangenen Jahrzehnte gemacht hat. Mit geringeren Mauerstärken zu rechnen, erscheint nicht unbedenklich, wie dies z. B. das Niederbringen einer Senkmauer mit einer Anfangsstärke von 2 Steinen bis 23,5 m Teufe auf Mansfeld IV (1897) bewiesen hat, wo die Mauer bei 10 m Teufe einen fast horizontalen Riss erhielt, der dieselbe vollständig in zwei Teile trennte und die Fortsetzung der Abteufarbeiten in Frage stellte.

Die Dossierung, welche die Mauerung auf der Aussenseite erhält, beträgt heute meist  $\frac{1}{50}$  bis  $\frac{1}{100}$ . Bei den früheren Senkarbeiten bis zu grossen Teufen wählte man die Dossierung, um die Mauer nach oben hin nicht zu sehr zu schwächen, entweder nur sehr gering, wie beispielsweise auf Rheinpreussen II zu  $\frac{1}{200}$ \*), oder man verzüngte, wie dies bei dem Schacht I derselben Zeche geschehen ist, die Mauer nur im untersten Teil\*\*), während man sie weiter oben, sowohl auf der Aussen- wie auf der Innenseite senkrecht aufführte. Letzteres ist neuerdings auch bei der bis zu 41 m Teufe niedergebrachten Senkmauer des Schachtes Concordia IV geschehen. Dagegen hat man, ebenfalls um die Mauerstärke nach oben hin nicht zu sehr zu verringern, vor einigen Jahren bei dem Schachte Osterfeld II\*\*\*), wo trotz grösserer Mächtigkeit des lockeren Gebirges nur mit einer Mauerstärke von

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B. S. 243.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, S. 46.

\*\*\*) Glückauf 1900, S. 168.

drei Steinen begonnen wurde, den inneren Durchmesser mit dem äusseren gleichzeitig abnehmen lassen, sodass die Mauer also nach innen geneigt war.

Wenn sich in dem lockeren Gebirge Einlagerungen von festeren Schichten finden, durch welche ein ruckweises Rutschen der Senkmauern hervorgerufen werden kann, ist es zweckmässig, zwischen Mauer und Schuh als elastisches Polster zur Aufnahme der Stösse einen oder mehrere Kränze von Buchenholz einzuschieben. Letztere werden durch die Ankerstangen und ausserdem durch besondere Schrauben mit dem Senkschuh verbunden. Bei der Frage, welchen Durchmesser man einer Senkmauer zu geben hat, ist einmal der in Aussicht genommene Durchmesser des fertigen Schachtes, dann aber auch die Mächtigkeit der mittelst Senkarbeit zu durchteufenden Schichten zu berücksichtigen. Sind diese nicht mehr als etwa 25 m mächtig, und kann daher ohne Schwierigkeiten mit einem Senkkörper das feste Gebirge erreicht werden, so wird für den Senkkörper ein um etwa 1 m grösserer Durchmesser gewählt, als ihn der fertige Schacht erhalten soll. Man ist alsdann in der Lage, die Cuvelage, welche im Ruhrbezirk fast bei jedem Schachte im oberen Teile desselben erforderlich ist, durch die Senkmauer hindurch bis über den Grundwasserspiegel aufzuführen und behält ausserdem noch einen genügenden Spielraum zum Ausgleich, falls die Mauer aus dem Lothe geraten sollte. Für einen gewöhnlichen Förderschacht von etwa 4,5 m Durchmesser würde somit der Senkmauer ein lichter Durchmesser von 5,5 m (Ewald IV und Consolidation IV) und für einen Doppelförderschacht von 5,7 m ein solcher von etwa 6,7 m, (Consolidation VI und Bismarck IV) zu geben sein. Auf Gladbeck IV und Nordstern III hat man nur bei 13 m Mächtigkeit des lockeren Gebirges und einem definitiven Schachtdurchmesser von 6,5 m für die Senkmauer sogar einen Durchmesser von 8 m gewählt.

Beträgt die Teufe, bis zu welcher ein Schacht mittelst Senkarbeit abgeteuft werden muss, etwa 25 bis 50 m und ist daher, wie es die Regel bildet, innerhalb des gemauerten Senkcylinders noch ein solcher aus Gusseisen niederzubringen, so wird der Durchmesser der Senkmauer zweckmässiger Weise mindestens 1,5 m grösser genommen, als der des fertigen Schachtes (Neumühl I und Gladbeck III); denn, wenn es auch möglich ist, dem Senkschuh des gusseisernen Senkcylinders eine solche Form zu geben, dass die weitere Cuvelage ohne Querschnittsverlust an denselben angeschlossen werden kann, so ist man doch nie sicher, ob man nicht wie bei Neumühl I und Westende II\*) schliesslich noch einen dritten Senkcylinder einbauen muss.

Was schliesslich die Senkarbeit bis zu noch grösserer Teufe betrifft,

\*) Glückauf 1893, S. 887.

so ist hier davon auszugehen, dass nach den bisherigen Erfahrungen, um die Reibung im Gebirge nicht zu sehr zu vergrössern, nicht über einen Anfangsdurchmesser von etwa 8 m hinausgegangen werden darf. Mit welchem Enddurchmesser alsdann aber das bei einer bestimmten Teufe beginnende feste Gebirge erreicht wird, ist bei der grossen Reihe von Zufälligkeiten, welche eintreten können, schwer vorauszusagen. Bei den älteren Senkarbeiten, wo noch mit unvollkommenen Mitteln gearbeitet wurde und daher mehr Senkcyliner ineinander gesetzt werden mussten, als heute, betrug die Verringerung des Durchmessers bis zu einer Teufe von etwa 75 m bis 4,75 m (Ruhr und Rhein) und bis zu einer Teufe von etwa 125 m bis 5,06 m (Rheinpreussen I). Nachdem man aber die Hilfsmittel immer mehr verbessert hat und insbesondere die gusseisernen Senkcyliner einem kontinuierlichen Druck mittelst hydraulischer Pressen aussetzt, sind die Erfolge wesentlich günstiger geworden. So wurde auf Rheinpreussen III mit drei Senkcylinern bei einer Abnahme des Durchmessers um nur 2 m eine Teufe von 103 m und auf Sterkrade mit vier Senkcylinern und einem um nur 2,4 m verringerten Durchmesser eine Teufe von 136 m erreicht. Allerdings ist in letzterem Falle der Schacht von 18 bis 40 m Teufe von Hand abgeteuft worden.

Bei dem alten Schacht Hugo bei Holten wurden bis zu 175 m Teufe mittelst zweier Senkcyliner 114 m lockeres Gebirge durchteuft. Der Durchmesser hatte sich hierbei zwar nur um 1,42 m vermindert, jedoch ist der Schacht schliesslich zu Bruch gegangen, weil die Widerstandsfähigkeit des gusseisernen Senkcyliners gegen den Druck des schwimmenden Gebirges bei dem grossen lichten Durchmesser von 6,08 m und einer Wandstärke von nur 70 mm bei der grossen Teufe nicht mehr ausreichte. Der neue Schacht Hugo hat dagegen nach Einbau von vier Senkcylinern und einer Verringerung des Durchmessers um 2,60 m das feste Gebirge erreicht. Letztere wird sich dadurch noch auf etwa 3 m erhöhen, dass der beschädigte untere Teil des vierten Senkcyliners durch Vorbau von Tubblings mit einem Durchmesser von etwa 4,30 m gesichert werden muss.

Nach diesen Erfahrungen bei den neueren Senkarbeiten kann durchschnittlich auf je 50 m Mächtigkeit des lockeren Gebirges ein gusseiserner Senkcyliner und eine Verringerung des lichten Schachtdurchmessers um 0,70 m gerechnet werden. Ausserdem ist für die bis zu höchstens 25 m Teufe niedergebrachte Senkmauer ein Spielraum von ebenfalls 0,70 m vorzusehen. Von etwa 150 m Teufe ab wird die Wandstärke der Tubblings so gross, dass man dieselben zur Vermeidung zu hoher Gussspannung auf je zwei konzentrische Ringe verteilen muss. Die durch einen Senkcyliner hervorgerufene Verminderung des Schachtdurchmessers wird alsdann statt 0,70 m etwa 1 m betragen. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse erhält man, wie sich aus Tabelle 36 ergibt, für Mächtigkeiten

von 50 bis 300 m bei einem Anfangsdurchmesser des Schachtes von 8 m einen Enddurchmesser von 5,90 bis 2,20 m.

Tabelle 36.

Mächtigkeit des lockeren Gebirges in m		Anzahl der erforderlichen Senkcylinder	End- durchmesser des Schachtes
von	bis		
50	100	3	5,90
100	150	4	5,20
150	200	5	4,20
200	250	6	3,20
250	300	7	2,20

Eine Mächtigkeit von etwa 300 m besitzt das lockere Gebirge in der Gegend der Mündung der Lippe.

Wie die ermittelten Zahlen erkennen lassen, wird es bei einer Mächtigkeit von mehr als 150 m nicht mehr möglich sein, den Schacht für Doppelförderung einzurichten, während bei mehr als 200 m Mächtigkeit der Durchmesser des Schachtes kaum noch, und bei mehr als 250 m überhaupt nicht mehr für einfache Förderung ausreicht.

Bei einigen der ersten Senkschächte im Ruhrbezirk, Hansa I\*), Rheinpreussen I\*\*) und II\*\*\*), wurden im unteren Teile der Senkmauer gusseiserne Rohre eingebaut, durch welche bei der Arbeit auf der Sohle das hinter der Mauer stehende Wasser in das Schachtinnere floss. Die Rohre verjüngten sich nach innen und wurden nach Beendigung der Senkarbeit durch Holzpfropfen verschlossen. Am äusseren Ende sparte man gewöhnlich in der Mauer eine kleine Höhlung aus, um den Eintritt des Wassers zu erleichtern. Da der durch den Einbau der Rohre beabsichtigte Zweck, Durchbrüche des Gebirges auf der Schachtsohle zu vermeiden, nicht erreicht wurde, wurden dieselben später meist weggelassen.

#### Die Verankerung.

Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Senkmauer wird dieselbe mit einer vertikalen und horizontalen Verankerung versehen. Die Vertikalverankerung besteht aus Rundeisenstangen, welche gewöhnlich in einer Reihe, auf den Umfang der Senkmauer gleichmässig verteilt, vom Senkschuh bis zur Oberfläche der Mauer reichen. Die Stangen werden in

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1859, Bd. VII, S. 195.

\*\*) Ebenda 1863, Bd. XI, B S. 47.

\*\*\*) Ebenda 1875, Bd. XXIII, B S. 242.

der bereits angegebenen Weise an dem Senkschuh befestigt und mit dem Aufmauern verlängert. Dieselben haben 30 bis 60 mm Stärke und werden aus Stücken von 2,5 bis 4,5 m Länge zusammengesetzt. Die Verbindung dieser Stücke geschah entweder durch Vater- und Mutterschrauben, oder mittels Doppelmuttern (Fig. 227 a). Letztere Verbindung ist bequemer herzustellen und dürfte deshalb im allgemeinen der ersteren vorzuziehen sein. Die Anzahl der Stangen beträgt je nach dem Umfange des Senkschachtes 8 bis 24, sodass bei einem gusseisernen Senkschuh auf jedes Segment 1 bis 2 Stangen entfallen. Wo die Mauer später als Widerlager für das Niederpressen gusseiserner Senkcyliner benutzt

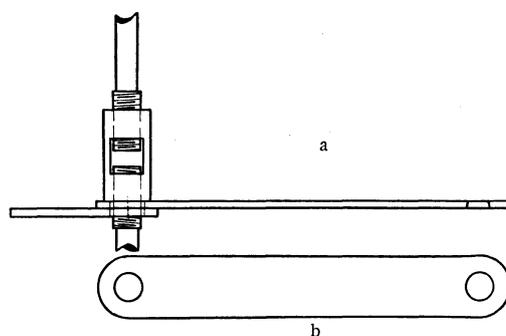


Fig. 227.

Horizontale und vertikale Verankerung für die Senkmauer des Schachtes  
Deutscher Kaiser IV.

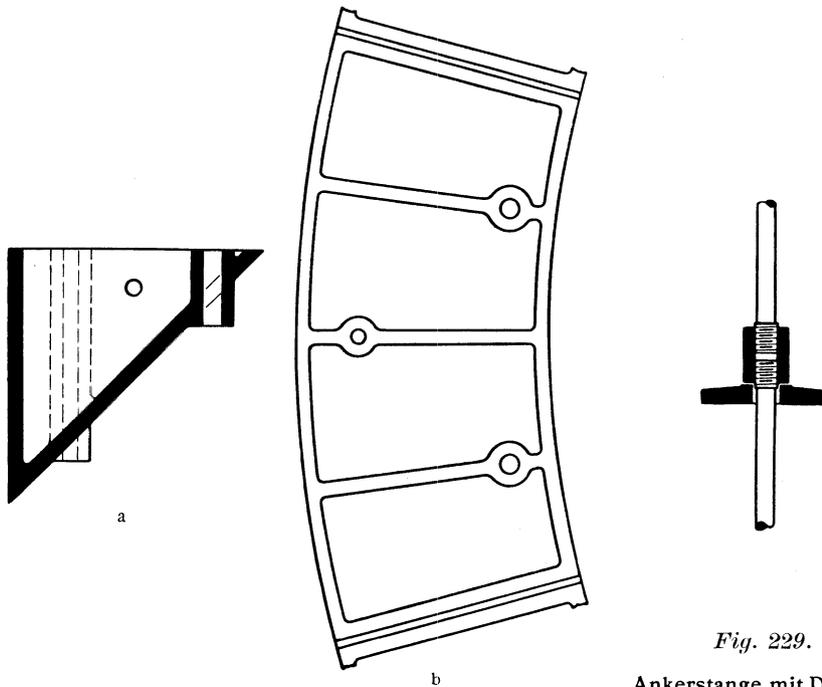
werden soll, steigt die Zahl der Stangen wohl auch auf 32 bis 36 (Hugo, alter und neuer Schacht, Sterkrade und Deutscher Kaiser IV) und der Durchmesser auf 80 mm (Deutscher Kaiser IV). Die Stangen werden alsdann mit dem sogenannten Pressring verbunden, welcher nach dem Niederbringen der Senkmauer oben auf derselben verlagert wird. Um den beim Pressen auf den Senkschuh ausgeübten Zug möglichst zu verteilen, sind ausserdem auf Hugo und Sterkrade (Fig. 228 a und b) die Stangen nicht, wie sonst, in einer, sondern in 2 Reihen angeordnet worden.

Zur Horizontalverankerung werden schmiedeeiserne Laschen (Fig. 227 a und b) von 12 bis 40 mm Dicke und 100 bis 200 mm Breite benutzt, welche an den meist abgerundeten Enden mit Löchern versehen sind. Mit diesen werden sie über die Ankerstangen geschoben und so in der Mauer verlagert, dass die Stangen mittels der Mutterschrauben oder Doppelmuttern auf ihnen ruhen.

Vereinzelt, wie z. B. auf Dahlbusch V und Unser Fritz III, sind statt der Laschen wohl auch geschlossene Ringe angewandt worden. Dieselben

haben jedoch den Nachteil, dass der horizontale Abstand der Ankerstangen überall genau innegehalten werden muss.

Auf Hugo bei Holten und Sterkrade hat man die horizontale Verankerung ganz weggelassen und statt dessen als Unterlage für die dort zur Verbindung der Ankerstangen-Teile dienenden Doppelmuttern gusseiserne Platten von 350 mm Breite, 400 mm Länge und 50 mm Dicke



*Fig. 228.*

Gusseiserner Senkschuh für Hugo bei Holten,  
neuer Schacht.

*Fig. 229.*

Ankerstange mit Doppel-  
mutter und Unterlage-  
platte für Hugo bei  
Holten, neuer Schacht.

(Fig. 229) benutzt. Obwohl sich hieraus nachteilige Folgen für die Senkmauern nicht ergeben haben, erscheint dieses Weglassen der Horizontalverankerung im allgemeinen doch nicht empfehlenswert, weil dieselbe in dem sehr häufig vorkommenden Falle, dass die Mauer einem einseitigen Druck ausgesetzt ist, für deren Zusammenhalt von wesentlicher Bedeutung ist.

#### Der Mauermantel.

Zur Verminderung der Reibung an der Aussenseite der Mauer giebt man derselben einen Mantel (Fig. 218, 219, 221, 222, 224 und 225), welcher aus 20 bis 30 mm starken und 100 bis 250 mm breiten Brettern besteht.

Diese werden an Holzkränze (Fig. 224) aus Buchenholz oder Tannenholz von 120—160 mm Breite und 60—120 mm Höhe angenagelt, welche in Abständen von 1 bis 2 m übereinander eingemauert werden. Wo der Senkschuh aus Holz hergestellt ist, wird die Umkleidung ausserdem an diesem, und bei einem gusseisernen Schuh an der etwa über demselben angebrachten Holzlage (Fig. 225) befestigt. Um jedoch auch die Befestigung an dem gusseisernen Senkschuh selbst zu ermöglichen, hat man auf Centrum III\*) an denselben oben eine Leiste angegossen, an der die Bretter angeschraubt wurden (Fig. 223).

Die Bretter, welche beim Aufmauern gleichzeitig als Lehre benutzt werden, sind auf der Aussenseite abgehobelt und werden zur Erhöhung der Glätte vielfach mit Seife bestrichen. Man lässt sie meist stumpf zusammenstossen, verbindet sie aber zweckmässiger durch Nuten und Federn. Vereinzelt sind wohl auch, um dem Mantel einen möglichst festen Zusammenhalt zu geben, Reifen aus Bandeisen um denselben gelegt worden. Es erscheint dies jedoch überflüssig, da die Bretter durch Nägel hinreichend befestigt werden können; ausserdem liegt bei der Verwendung von Reifen die Gefahr nahe, dass dieselben sich losreissen und alsdann das Sinken der Mauern behindern.

#### Der Einbau der Senkmauern.

Beim Einbau einer Senkmauer wird zuerst auf der Sohle des Vorschachtes der Senkschuh montiert. Zu diesem Zweck wird die Sohle geebnet und vielfach, wo das Gebirge sehr weich ist, mit Brettern bedeckt, welche vor Beginn der Senkarbeit wieder entfernt werden. Beim Abteufen des Schachtes Consolidation V wurden in sehr zweckmässiger Weise an Stelle der Bretter als Unterlage eine Anzahl Balken benutzt, welche radial vom Schachtmittelpunkt aus verlagert und mit Marken für die Schneide des Senkschuhs versehen waren. Die Balken wurden später an Ketten, welche auf ein Kabel aufliefen, unter dem Senkschuh weggezogen.

Ist die Oberfläche des Schuhs in eine genau horizontale Lage gebracht, so wird mit der Herstellung der Mauerung begonnen. Diese Arbeit wird gewöhnlich von den Schachthauern ausgeführt, welchen in jeder Schicht noch ein oder zwei gelernte Maurer beigegeben werden. Die Leute stehen anfangs auf der Sohle, später aber auf einer in der Mauer verlagerten oder zuweilen auch schwebenden Bühne, schliesslich hier und da auch ausserhalb der Mauer auf dem gewachsenen Boden oder einem Gerüst. Die Mauer soll gleich von Anfang an ein möglichst grosses Gewicht erhalten und wird deshalb meist 3 bis 4 m, manchmal (Trier I) auch

\*) Der Bergbau, 1892/93 No. 30.

bis zu 8 m hoch aufgeführt, ehe noch die Hereingewinnung begonnen hat. Findet diese auf der Sohle statt, so ruht unterdessen gewöhnlich die Mauerarbeit, um die auf der Sohle arbeitenden Leute nicht durch herabfallende Gegenstände zu gefährden; sie beginnt jedesmal erst wieder, wenn die Oberkante der Mauer nur noch wenig über die Erdoberfläche hervorragte. Auch dann ist es zweckmässig, immer möglichst hoch aufzumauern, damit die Senkarbeit nicht zu oft unterbrochen zu werden braucht. Bei der Senkarbeit in toten Wassern wird vielfach auch während des Absinkens gemauert (Sterkrade, Hugo alter Schacht, Rheinpreussen III).

#### b) Gusseiserne Senkcyliner.

Der erste Schacht im Ruhrbezirk, bei welchem ein gusseiserner Senkcyliner zur Anwendung gelangt ist, war der im Jahre 1857 in Angriff genommene Schacht I der Zeche Rheinpreussen. Dasselbst baute man 1858, nachdem man mit einer Senkmauer bis 22 m Teufe gelangt war, einen Senkcyliner ein, welcher aus Tubblings von 7,35 m lichtigem Durchmesser zusammengesetzt war.\*)

#### Der Senkschuh.

Der Senkschuh der gusseisernen Senkcyliner wird bis zu etwa 50 m Teufe gewöhnlich ebenfalls aus Gusseisen hergestellt, während neuerdings bei grösserer Teufe zur Erhöhung seiner Biegefestigkeit Stahlguss verwandt wird. Auch bei geringerer Teufe sind stählerne Schuhe dann am Platze, wenn das Gebirge stark mit Findlingsblöcken durchsetzt ist. In der Regel besteht der Senkschuh aus mehreren Segmenten, die anfangs unbearbeitet waren, heute aber an den Stossflächen bearbeitet werden. Die Verbindung der einzelnen Kranzteile untereinander, deren Zahl je nach dem Durchmesser 8 bis 14 beträgt, sowie des Senkschuhs mit dem untersten Tubblingsring des eigentlichen Senkcyliners geschieht durch Verschraubung. Zur Dichtung dienten früher Weidenholzbrettchen, während heute hierzu Bleistreifen benutzt werden. Die Höhe des Senkschuhs schwankt zwischen etwa 0,60 und 1,0 m und der Winkel an der Schneide zwischen 30 und 45°.

Soll die Sicherheit möglichst gross sein, so ist es zweckdienlich die Schuhe aus einem Stück herzustellen; doch dürfte dies wegen des Eisenbahntransports meist nicht angängig sein, da der lichte Durchmesser nicht über 4,40 m hinausgehen darf. Bis jetzt sind daher geschlossene Schuhe nur in 5 Fällen zur Anwendung gelangt, nämlich bei dem dritten gusseisernen

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 45.

Senkcyliner von Rheinpreussen I\*), dem zweiten von Deutscher Kaiser I\*\*), ferner auf Vollmond II und bei den Wetterschächten von Rhein-Elbe und Kaiserstuhl I.

Die gusseisernen Senkschuhe haben gewöhnlich die Form eines deutschen Tubblings, an welchem unten eine Schneide angebracht ist (Fig. 230). Die Wandstärke beträgt bei einem Durchmesser von 4 bis 7 m

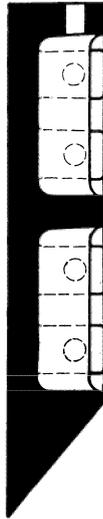


Fig. 230.

Senkschuh aus Gusseisen  
für einen  
gusseisernen Senkcyliner.



Fig. 231.

Senkschuh aus Stahlfaconguss  
mit stählerner Bandage für  
den ersten gusseisernen Senk-  
cyliner von Rheinpreussen III.

bis zu etwa 50 m Teufe 50 bis 75 mm. Das Gewicht stellt sich bei den gleichen Verhältnissen auf etwa 6 000 bis 10 000 kg und der Preis auf etwa 2 000 bis 3 500 M. (Preisnotierung zu Anfang des Jahres 1901 : 350 M. je 1 000 kg).

Der erste stählerne Schuh gelangte bei dem vierten gusseisernen Senkcyliner von Deutscher Kaiser II (1892) zur Anwendung. Bei späteren Senkarbeiten (Rheinpreussen III\*\*\*), Hugo bei Holten, alter †) und neuer Schacht und Sterkrade) sind die stählernen Schuhe noch mit einer

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1872, Bd. XX, B S. 96.

\*\*) Ebenda 1879, Bd. XXVII, B S. 74.

\*\*\*) Ebenda 1896, Bd. XLIV, B S. 160.

†) Ebenda 1899, Bd. XLVII, B S. 83.

aus mehreren Segmenten bestehenden, ebenfalls stählernen Bandage umgeben, bei welcher die Stossfugen gegen diejenigen des Schuhs versetzt sind (Fig. 231). Die Bandage, durch welche nicht nur der ganze Schuh verstärkt, sondern auch insbesondere die Festigkeit in den Fugen desselben erhöht wird, liegt in einer sorgfältig abgedrehten Aussparung des Senkschuhs und ist mit diesem durch Schrauben verbunden. Anfangs lief sie unten in eine Schneide aus, in welche diejenige des Schuhs überging. Nachdem es aber auf Hugo, alter Schacht, vorgekommen war, dass die Bandage beim Niederbringen des Senkcyinders plötzlich umknickte und unter grossen Schwierigkeiten durch eine andere ersetzt werden musste\*), ist die Konstruktion in der aus Figur 232a und b ersichtlichen Weise umgeändert worden.

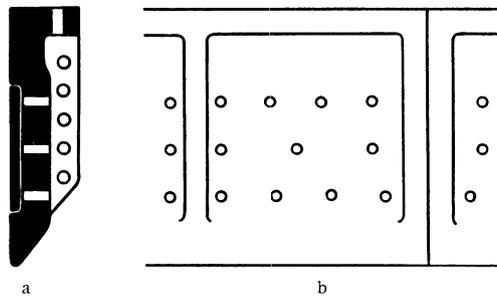


Fig. 232.

Senkschuh aus Stahlfaconguss mit stählerner Bandage für den dritten gusseisernen Senkcyinder für Hugo bei Holten, neuer Schacht.

Die Wandstärke der stählernen Schuhe schwankt bei einem Durchmesser von 4 bis 6 m und einer Teufe von 50 bis 180 m zwischen etwa 90 und 120 mm. Das Gewicht beträgt hierbei 9 000 bis 18 000 kg und der Preis 6 000 bis 13 000 M. (Preisnotierung zu Anfang des Jahres 1901 : 700 M. je 1 000 kg).

Ist anzunehmen, dass der Schacht nach Beendigung der Senkarbeit auch unterhalb des gusseisernen Senkcyinders mit Tubblings ausgekleidet werden muss, so versieht man den gusseisernen oder stählernen Senkschuh oberhalb der Schneide mit einem Flansch (Fig. 233a und b), mit dem alsdann der oberste Tubblingsring der unteren Schachtauskleidung durch Schrauben verbunden wird. Dieser sog. Anschlussring erhält für den Anschluss an die Schneide oben eine Abschrägung sowie mehrere Löcher, durch welche er mit Beton hinterfüllt wird.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 84.

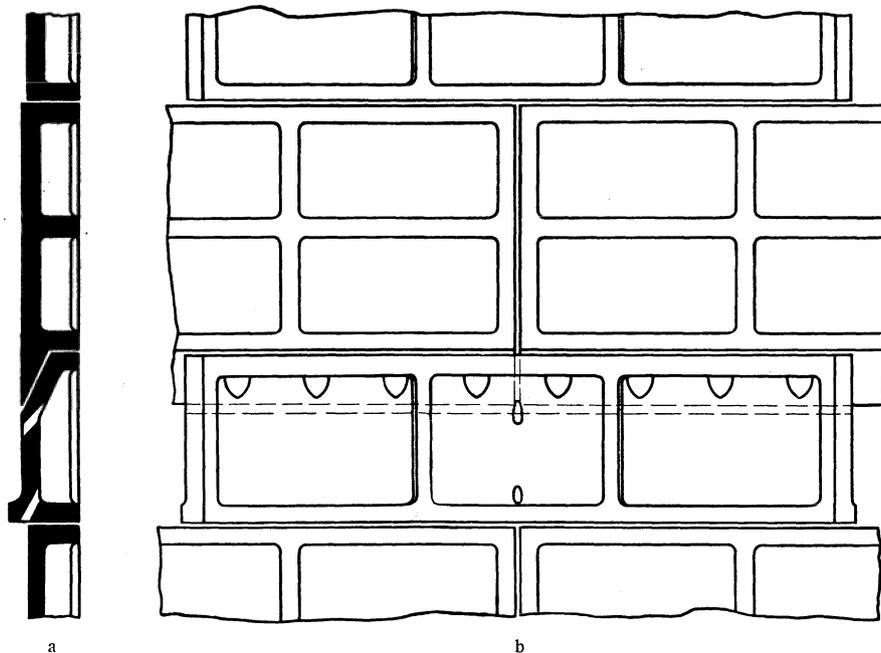


Fig. 233.

Senkschuh aus Gusseisen für einen gusseisernen Senkcylinder nebst Anschlussstübbing.

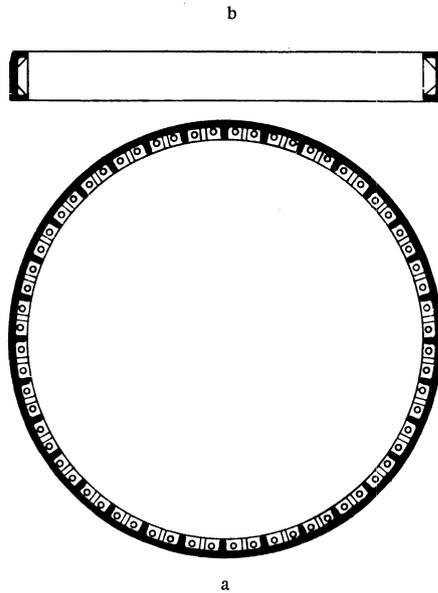
#### Die Cuvelage.

Die Cuvelage bestand auf Rheinpreussen I, wo ausser dem ersten gusseisernen Senkcylinder noch zwei andere eingebaut wurden, sowie auf Ruhr und Rhein (1862), Deutscher Kaiser I (1873) und Westende II (1892) abgesehen von wenigen Ringen aus unbearbeiteten deutschen Tubblings.

Die ersten bearbeiteten Tubblings finden wir bei dem Schachte Deutscher Kaiser II\*) (1889). Die Verwendung derselben ist für den Erfolg der Senkarbeit von wesentlicher Bedeutung, da es darauf ankommt, dass die Aussenfläche des Senkkörpers, zur Verminderung der Reibung am Gebirge möglichst wenig vorstehende Kanten aufweist und ausserdem die Ringe wegen des hohen Drucks, dem die Senkcylinder unter Umständen durch Pressvorrichtungen ausgesetzt werden müssen, in den Fugen überall voll aufliegen.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 218.

Ganze Schachtringe, welche zwar grössere Sicherheit gegen Formveränderungen oder ein Zubruchegehen des Senkcylinders bieten, sind, da ihr Durchmesser wegen des Eisenbahntransports 4,40 m nicht überschreiten darf, bisher nur bei den Schächten Rheinpreussen III\*), Deutscher Kaiser I\*\*), Vollmond II, sowie den Wetterschächten von Rhein-Elbe und Kaiserstuhl I angewandt worden. Bei den beiden erstgenannten Schächten waren nur die untersten Ringe von 0,47 m (Fig. 234 a



*Fig. 234.*

Ganzer Schachtring für den obersten gusseisernen Senkcylinder von Rheinpreussen III.



*Fig. 235.*

Tubbing mit eingedrehten Flanschen für Deutscher Kaiser V.

und b) bzw. 0,63 m Höhe des 3. bzw. 2. gusseisernen Senkcylinders aus einem Stück hergestellt. In den übrigen Fällen wurde das feste Gebirge mit gusseisernen Senkcylindern erreicht, welche aus ganzen Schachtringen bestanden.

Das Material der Tubblings ist bisher immer Gusseisen gewesen. Die Herstellung aus Stahlfaconguss, welche zur Vermeidung von Brüchen schon von verschiedenen Seiten vorgeschlagen worden ist, hat im allgemeinen keinen Zweck, da die Widerstandsfähigkeit gegen Druck,

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1872, Bd. XX, B S. 97.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 74.

auf die es in diesem Falle hauptsächlich ankommt, kaum erhöht würde, während der Preis auf das Dreifache steigen würde. Nur die untersten Ringe dürften vielleicht ebenso, wie es ja mehrfach beim Senkschuh geschehen ist, aus Stahlfaconguss herzustellen sein, da diese zuweilen infolge einseitigen Aufsetzens des Senkcylinders auf Biegung beansprucht werden; jedoch hat man sich hierzu bis jetzt noch nicht entschliessen können.

Eine zweckmässige Verbesserung in der Form der Tubblings wurde neuerdings bei dem ersten gusseisernen Senkcylinder auf Deutscher Kaiser V vorgenommen. Dasselbst wurden zur Herstellung einer besseren Verbindung und Versteifung der einzelnen Ringe die Flanschen eingedreht (Fig. 235).

Der Durchmesser von 7,35 m bei dem ersten gusseisernen Senkcylinder des Schachtes Rheinpreussen I ist bis jetzt der grösste geblieben, da man, wie schon erwähnt, zu grosse Durchmesser der damit verbundenen vermehrten Reibung wegen scheut. Dem Durchmesser von Rheinpreussen I am nächsten kommen Deutscher Kaiser II und III\*). Dasselbst hatten die ersten gusseisernen Senkcylinder 7 m Durchmesser. Sodann folgen Sterkrade und Hugo bei Holten, neuer Schacht, bei denen man mit einem Durchmesser der Tubblings von 6,72 bzw. 6,65 m begonnen hat. Den kleinsten Durchmesser (3,65 m) besitzt der aus geschlossenen Ringen bestehende Senkcylinder von Rhein-Elbe, Wetterschacht, den nächstgrösseren der dritte gusseiserne Senkcylinder von Rheinpreussen I, welcher aus ganzen und Segment-Ringen von 3,77 m Durchmesser hergestellt wurde.

Die Wandstärke, welche man, wie beim Abteufen von Hand nach der Teufe hin zunehmen lässt, ist im Laufe der Jahre immer mehr gestiegen. Veranlasst wurde dies einerseits durch die Anwendung immer stärkerer Pressvorrichtungen, sodann aber auch durch den Umstand, dass immer wieder und bis in die neueste Zeit hinein, zum Teil noch aus völlig un- aufgeklärten Gründen, Brüche der Tubblings stattgefunden haben. Während noch auf Rheinpreussen I (1858) bis 116 m Teufe Ringe von 26 bis 53 mm und auf Deutscher Kaiser I (1872) bis 76 m Teufe solche von 26 bis 45 mm Wandstärke benutzt wurden, betrug die Wandstärke auf Deutscher Kaiser III (1890) bei ebenfalls 76 m grösster Teufe bis 63 mm und auf Rheinpreussen III (1894) bis 103 m Teufe 55 bis 70 mm. Nachdem sodann im Jahre 1898 bei dem alten Schachte Hugo ein gusseiserner Senkcylinder, welcher bis 175 m Teufe niedergebracht worden war und aus Ringen von 70 mm Wandstärke bestand, zu Bruche gegangen ist, kamen bei dem neuen Schachte Hugo, sowie auf

---

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 222 u. 224.

Sterkrade sogar Tubblings von 90 mm grösster Wandstärke zur Verwendung. Auch bei Senkschächten von geringer Teufe wird man heute wohl kaum mehr unter 40 mm Wandstärke heruntergehen. So betrug dieselbe auf Neumühl II bei 32 m grösster Teufe 52 mm und auf Gladbeck III (1898) bei einer Teufe von 34,5 m, 40 bis 60 mm. Mit einer Wandstärke von 90 mm ist die Grenze erreicht, weil sonst die Gussspannung zu sehr wächst. Die Grenze liegt hier niedriger als bei den ganzen Schachtringen der Kind-Chaudron-Cuvelage, wo man bis etwa 110 mm gehen kann. Es hat dies darin seinen Grund, dass bei den deutschen Tubblings die Gussspannung an den Kreuzungsstellen der horizontalen und vertikalen Rippen durch vorzeitige Abkühlung höher ist als bei den mit horizontalen Rippen versehenen ganzen Schachtringen. Die vertikalen Rippen wegzulassen ist jedoch wegen der Anwendung von Pressvorrichtungen nicht möglich.

Berechnet man nach der Formel von Chastelain (vergl. S. 217) für diejenigen gusseisernen Senkcylinder, welche nach dem Niederbringen Beschädigungen aufwiesen, die erforderliche Wandstärke, indem man, wie üblich die Teufe, als Wasserdruckhöhe in die Formel einsetzt, so ergibt sich, dass die wirkliche Wandstärke in fast allen Fällen grösser als die berechnete gewesen ist (vergl. Tabelle 38, Seite 335). Es brachte das Riemer auf den Gedanken, dass die Beschädigungen nicht die Folge statischer sondern dynamischer Wirkungen gewesen seien.\*) Riemer nimmt an, dass durch die Hereingewinnung des lockeren Gebirges um den Senkcylinder herum Hohlräume entstehen, welche sich allmählich erweitern und nach oben hin bis zu einer festeren Schicht fortsetzen (Fig. 236). Hat ein derartiger Hohlraum in radialer Richtung eine Ausdehnung erlangt, die so gross ist, dass die Tragfähigkeit der das Dach des Hohlraumes bildenden festeren Schicht überschritten wird, so bricht diese herein und die herabstürzenden Massen üben einen solchen Stoss auf den Senkcylinder aus, dass derselbe Risse erhält oder sogar zu Bruche geht. Diese Annahme hat zwar manches für sich; einfacher und näherliegender ist jedoch die Erklärung, dass im schwimmenden Gebirge ein Druck herrscht, der grösser als der hydraulische Druck ist.

Eingehende von dem Verfasser vorgenommene Versuche haben dies bestätigt. Zu den Versuchen wurde der in Figur 237 dargestellte Apparat benutzt. Derselbe bestand aus einem 1,20 m hohen Blechgefäss von 30 cm lichtigem Durchmesser, welcher mit einer seitlichen kreisrunden Oeffnung von 15 cm Weite versehen war. Die Oeffnung konnte mit einem Deckel a verschlossen werden. Letzterer wurde durch Gewichte auf der Wagschale w, die an dem Hebel k wirkten, gegen die Oeffnung gepresst. Das

---

\*) Riemer, Das Schachtabteufen zur Zeit der Düsseldorfer Ausstellung 1902, S. 8.

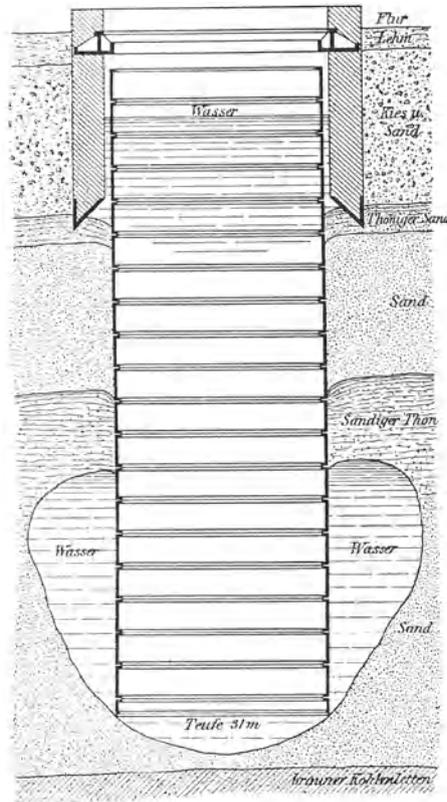


Fig. 236.

Erklärung der Entstehung von Brüchen von gusseisernen Senkcyllindern (Nach Riemer).

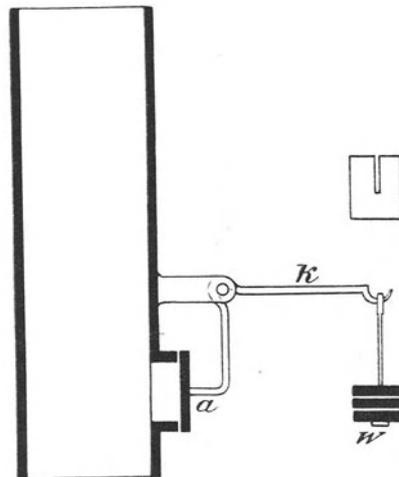


Fig. 237.

Apparat zum Messen des Druckes von Schwimmsandschichten.

Gefäss wurde mit Schwimmsand von verschiedenem spezifischen Gewicht gefüllt und festgestellt, welches Gewicht erforderlich war, um noch gerade ein Oeffnen des Deckels durch den Druck des Schwimmsandes zu verhindern. Der Schwimmsand war aus einer Mischung von feingemahlenem Sand und Thon hergestellt und wurde so mit Wasser durchtränkt, dass die Masse breiig war. Das spezifische Gewicht der Masse betrug bei einem anfänglichen Mischungsverhältnis von einem Raumteil Thon zu drei Teilen Sand 1,67 und wurde durch Zusatz von Sand allmählich auf 1,80 erhöht. Um die Reibung des Sandes an den Wänden des verhältnismässig engen Gefässes zu vermindern, waren diese mit Oel bestrichen.

Die Versuche hatten das in Tabelle 37 aufgeführte Ergebnis.

Tabelle 37.

Höhe (h) der auf den Deckel drückenden Schwimmsandsäule cm	Volumen $\left(\frac{15^2 \pi h}{4}\right)$ l	Spezifisches Gewicht (s) des Schwimm- sandes	Gewicht (Q) der Schwimmsandsäule kg	Druck (P) kg	$\frac{P}{Q}$	Spez Druck $\left(\frac{P}{Q} s\right)$
100	17,60	1,67	29,39	28,20	0,95	1,59
93	16,37	»	27,33	26,10	0,95	1,59
88	15,49	»	25,86	24,60	0,95	1,59
77	13,55	»	22,63	21,30	0,94	1,57
65	11,44	»	19,10	18,60	0,97	1,63
102	17,95	1,75	31,41	30,60	0,97	1,70
85	14,96	»	26,18	25,20	0,96	1,68
75	13,20	»	23,10	21,90	0,95	1,66
60	10,56	»	18,48	18,00	0,97	1,70
102	17,95	1,78	31,95	30,00	0,94	1,67
100	17,60	1,80	31,68	26,40	0,83	1,50
50	8,80	»	15,84	13,10	0,83	1,49

Der spezifische Druck des Schwimmsandes, d. i. diejenige Zahl, welche angibt, um wie viel grösser der Druck des Schwimmsandes als der des Wassers ist, war somit bei einem spezifischen Gewicht von 1,75 am grössten und betrug 1,70. Bei einer Erhöhung des spezifischen Gewichts nahm der Druck rasch ab. Setzt man nun den grössten spezifischen Druck statt des hydraulischen in die Formel von Chastelein ein, d. h., multipliziert man in derselben die Wasserdruckhöhe H mit 1,7, so erhält man für die Senkcylinder, welche bisher Beschädigungen erlitten haben, die in Spalte 7 der Tabelle 38 angegebenen Wandstärken.

Tabelle 38.

1	2	3	4	5	6	7	8
Lfd. No.	Schacht	Bezeichnung des beschädigten Senkcyllinders	Grösste Teufe, bei welcher die Beschädigungen auftraten m	Lichter Durchmesser des Senkcyllinders m	Wandstärke der beschädigten Tubings mm	Erforderliche Wandstärke bei einem spezif. Druck von 1,7 mm	Wandstärke, berechnet für den hydraulischen Druck mm
1.	Westende II	Erster gusseis. Senkcyllinder	37	5,5	20	31	22
2.	Deutscher Kaiser I	Erster » »	57	4,71	39	39	26
3.	Rheinpreussen IV	Erster » »	93	5,90	75	70	44
4.	do. III	» » »	81	5,2	60	56	36
5.	Sterkrade I	Zweiter » »	132	5,9	90	95	60
6.	Hugo bei Holten neuer Schacht	» » »	162	5,8	90	113	70
7.	do.	Dritter » »	178	4,7	90	101	63
8.	Hugo bei Holten alter Schacht	Erster » »	175	6,08	70	127	78

Die Zusammenstellung lässt erkennen, dass in der Mehrzahl der Fälle die wirkliche Wandstärke geringer als die für den spezifischen Druck berechnete gewesen ist. Nur auf Deutscher Kaiser I sind beide gleich gross, während sich für Rheinpreussen III und IV ein Unterschied von 4 bzw. 5 mm ergibt. Die Beschädigungen der in der Zusammenstellung aufgeführten Senkcyllinder bestanden, abgesehen von denen beim alten Schacht Hugo, in Rissen und Formveränderungen mehrerer Tubings. Nur bei dem letzteren Schachte ist der Senkcyllinder von der Schachtsohle bis 80 m unter Tage vollständig zertrümmert worden. Senkcyllinder, welche, wie der zweite und dritte gusseiserne Senkcyllinder von Rheinpreussen I, durch plötzliches Sinken beschädigt wurden, sind in die Zusammenstellung nicht aufgenommen. Einer wirklichen Wandstärke von 60 bzw. 75 mm in den beiden letzteren Fällen würde ein unterer Grenzwert des spezifischen Druckes von 1,87 bzw. 1,79 entsprechen. Bei dem alten Schacht Hugo bei Holten war die wirkliche Wandstärke sogar um 8 mm geringer als die für den hydraulischen Druck berechnete. Es kann daher nicht Wunder nehmen, dass der Schacht in seiner unteren Hälfte vollständig zu Bruche gegangen ist.

In Tabelle 39 sind für solche Senkcylinder, welche Beschädigungen nicht erlitten haben, die wirklichen Wandstärken den für den spezifischen Druck von 1,7 berechneten gegenübergestellt. Um eine Grenze zu ziehen, wurden in der Tabelle nur diejenigen Senkcylinder berücksichtigt, welche eine Teufe von mehr als 50 m erreicht haben.

Tabelle 39.

Lfd. No.	Schacht	Bezeichnung des Senkcylinders	Teufe, bis zu welcher der Senkcylinder niedergebracht wurde m	Lichter Durchmesser des Senkcylinders m	Wirkliche Wandstärke mm	Erforderliche Wandstärke bei einem spez. Druck von 1,7 mm
1	Deutscher Kaiser IV	Zweiter gusseis. Senkcylinder	58	5,9	80	47
2	» » III	» » »	70	6,0	63	56
3	» » I	» » »	75	4,08	45	43
4	» » III	Dritter » »	76	5,5	63	55
5	Ruhr und Rhein . .	Zweiter » »	76	3,75	50	41
6	Osterfeld II. . . .	Einziges » »	76	5,0	50	51
7	Concordia III . . .	» » »	79	6,7	60	67
8	Sterkrade I . . . .	Erster » »	81	6,72	70	69
9	Deutscher Kaiser III	Dritter » »	96	5,5	63	67
10	Rheinpreussen III .	Zweiter » »	103	4,5	70	60
11	Deutscher Kaiser II	Vierter » »	116	5,0	63	73
12	Sterkrade II. . . .	Dritter » »	136	5,1	90	86

Aus der Zusammenstellung ergibt sich, dass, mit Ausnahme von 4 Senkcylindern, bei fast allen die wirkliche Wandstärke grösser als die berechnete gewesen ist. Den grössten Unterschied (10 mm) bei den 4 die Ausnahme bildenden Senkcylindern weist der unter No. 11 aufgeführte von Deutscher Kaiser II auf. Der wirklichen Wandstärke von 63 mm würde hier ein oberer Grenzwert des spezifischen Drucks von 1,42 entsprechen.

Aus alledem dürfte mit ziemlicher Sicherheit hervorgehen, dass die Beschädigungen der gusseisernen Senkcylinder in der Regel auf den hohen Druck des Schwimmsandes zurückzuführen sind. Der durch Versuche ermittelte grösste spezifische Druck von 1,7 m scheint in Wirklichkeit noch überschritten zu werden. Die Erfahrungen bei dem ersten gusseisernen Senkcylinder auf Rheinpreussen III lassen darauf schliessen, dass man bei der Berechnung der Wandstärke einen

spezifischen Druck von 1,9 zu Grunde legen muss, um sicher zu gehen. Da sich hierdurch in vielen Fällen eine Wandstärke ergeben wird, die über das zulässige Mass von 90 mm hinausgeht, so wird man genötigt sein, dieselbe auf zwei konzentrische Tubblings zu verteilen, welche in irgend einer Weise fest miteinander verbunden werden. In manchen Fällen wird man auch dadurch zum Ziele gelangen können, dass man die Wandstärke durch Verringerung des Durchmessers der Tubblings bis zu der zulässigen Grenze herabmindert. Ein Ausgleich hierfür wird alsdann darin gefunden werden können, dass es nun nicht mehr, wie z. B. auf Sterkrade, nötig ist, zuletzt noch einen sogenannten Schutzschacht niederzubringen. Im allgemeinen wird angenommen werden können, dass Senkcyliner, die voraussichtlich eine Teufe von mehr als 150 m erreichen werden, in ihrem unteren Teile aus doppelten Ringen hergestellt werden müssen.

Die Höhe der Tubblings ist allmählich von 0,47 m bis auf 1,50 m vergrößert, neuerdings aber bei grosser Wandstärke wieder auf 1,17 m verringert worden. Die Senkcyliner auf Rheinpreussen I waren noch aus 0,47 und 0,63 m hohen Ringen zusammengesetzt, diejenigen von Deutscher Kaiser I aus solchen von 0,94 m Höhe. Auf Deutscher Kaiser II und III wurden Ringe von 1,20 und 1,50 m Höhe eingebaut. Tubblings von 1,17 m Höhe sind in den letzten Jahren auf Sterkrade und Hugo, neuer Schacht, bei 90 mm Wandstärke zur Anwendung gelangt, nachdem sich gezeigt hatte, dass 1,50 m hohe Ringe infolge von Gussspannung Risse erhalten hatten, und zwar zum Teil schon vor dem Einbau.

Entsprechend der Wandstärke und Höhe ist auch das Gewicht der Ringe gestiegen. Ein beim Absinken des Schachtes Rheinpreussen I benutzter Segmentring von 4,30 m Durchmesser, 0,63 m Höhe und 39 bis 52 mm Wandstärke wog etwa 3 900 kg, ein solcher auf Rheinpreussen III von 4,50 m Durchmesser, 1,50 m Höhe und 70 mm Wandstärke 14 300 kg. Das Gewicht eines Ringes von 6,5 m Durchmesser auf Deutscher Kaiser II, welcher eine Höhe von 1,2 m und eine Wandstärke von 60 mm hatte, betrug 17 000 kg, dasjenige eines Tubblings von 5,90 m Durchmesser und 90 mm Wandstärke auf Sterkrade bei 1,5 m Höhe sogar 27 000 kg.

Wie sehr die Gewichte der ganzen Senkcyliner steigen, zeigt umstehende Tabelle 40.

#### Der Einbau der Senkcyliner.

Bei der Senkarbeit auf der Sohle bietet der Einbau der gusseisernen Senkcyliner im allgemeinen keine besonderen Schwierigkeiten. Wie bei den Senkmauern wird auf der geebneten Sohle des Vorschachtes oder Schachtes zuerst der Senkschuh zusammengesetzt, welchen man, um ein vorzeitiges Einsinken des Senkcyliners zu verhüten, meist mit Holz-

Tabelle 40.

Schacht	Durchmesser der einzelnen Senkylinder	Teufe, bis zu welcher die- selben nieder- gebracht wurden	Einzelgewicht	Gesamtgewicht
	m	m	t	t
Deutscher Kaiser II . . . . .	7,0	43	621	} 3894
	6,5	48	694	
	5,5	95	1124	
	5,0	116	1455	
Rheinpreussen III . . . . .	5,2	81	861	} 1879
	4,5	103	1018	
Deutscher Kaiser III . . . . .	7,0	49	784	} 2813
	6,0	70	1119	
	5,5	76	910	
Sterkrade . . . . .	6,72	81	893	} 4900
	5,90	132	2138	
	5,10	136	1869	

klötzen unterfängt. Wohl noch besser ist das hier und da beobachtete Verfahren, nach der Montierung des Senkschuhs die Sohle bis etwa zum oberen Rande desselben mit Beton aufzufüllen.

Für den Einbau der Tubblings, deren Segmente einzeln mit der Fördermaschine oder dem Dampfkabel eingelassen werden, wird gewöhnlich eine schwebende Bühne benutzt, die jedoch zweckmässiger Weise nicht auf dem Senkylinder festgelegt wird, da die Bühne sonst bei einem plötzlichen Sinken desselben mitgerissen werden könnte. Sind die Tubblings bis zu Tage aufgebaut, so wird mit der Hereingewinnung des Gebirges begonnen. Entsprechend dem Einsinken des Schachtes werden dann wieder neue Ringe aufgesetzt, wobei die Arbeit auf der Sohle ruht und man sich am besten einer Bühne bedient, welche mittelst eiserner Stangen oder Ketten an den Balken des Fördergerüsts hängt und deren Belag bei Beginn der Hereingewinnung jedesmal teilweise entfernt wird.

Bei der Senkarbeit im toten Wasser muss der Schacht vor dem Einbau eines neuen Senkzylinders erst gesümpft werden. Um zu verhüten, dass infolgedessen auf der Sohle Durchbrüche des lockeren Gebirges entstehen, wird vor dem Sümpfen auf derselben eine Anschüttung hergestellt. Wo, wie es bei den vier Schächten der Zeche Deutscher Kaiser der Fall war, das Gebirge nicht sehr wasserreich ist, wird hierzu Kies, Sand oder Lehm verwandt. Erstere Materialien sind vorzuziehen, da sie sich leichter mittelst des Sackbohrers oder Greifers hereingewinnen und zu Tage fördern

lassen. Bei der Benutzung von Kies, welche früher allgemein war, hat sich herausgestellt, dass sich derselbe hinter dem Senkcyliner festsetzt und Klemmungen verursacht. Am meisten ist daher Sand zu empfehlen, der zweckmässig mit einer  $1\frac{1}{2}$  bis 2 m hohen Schicht zerkleinerter weicher Ziegel bedeckt wird, damit der Senkcyliner nicht vorzeitig die Anschüttung durchsinkt.

Die Höhe der Anschüttung wechselt je nach der Beschaffenheit des unter derselben befindlichen Gebirges zwischen ein und zwei Drittel der senkrechten Entfernung zwischen der Schachtsohle und dem Grundwasserspiegel. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass bei festerem Thon etwa ein

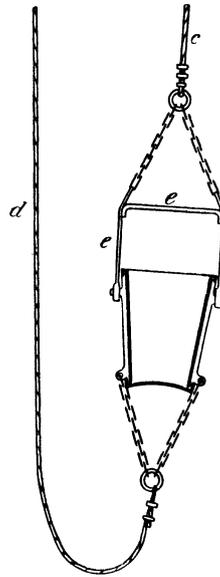


Fig. 238.

Betonkübel für Rheinpreussen I.

Drittel, bei weichem Thon die Hälfte und bei Schwimmsand zwei Drittel dieser Höhe erforderlich sind.

Zur Sumpfung der Wasser, welche man mit dem Aufbau der Tubblings allmählich steigen lässt, wird bei geringerem Zufluss die Kübelförderung, bei grösserem aber am besten eine an Seilen hängende Duplexpumpe benutzt.

Im Uebrigen sind die Arbeiten dieselben wie bei der Senkarbeit auf der Sohle.

Ist die Menge der zuzitenden Wasser sehr bedeutend, so wird zum Abschliessen der Wasser statt der Erdanschüttung ein Betonpfropfen eingebracht. Zum erstenmale ist in dieser Weise im Jahre 1864 auf Rhein-

preussen I vor dem Einbau des dritten gusseisernen Senkcyllinders verfahren worden\*). Der Schacht war damals 96 m tief und wurde bis 75 m Teufe mit Beton angefüllt. Dieser war aus  $1\frac{1}{2}$  Teilen Wasserkalk, 2 Teilen Trass und  $1\frac{1}{4}$  Teilen weichen Ziegelschrotts zusammengesetzt. Damit der Beton sich beim Einfüllen nicht entmischte, wurde er in einem besonders angefertigten Kübel bis zur Schachtsohle niedergelassen. Der Kübel (Fig. 238) war drehbar in einem an dem Förderseil c befestigten Bügel e aufgehängt und wurde durch Anziehen des Seiles d zum Kippen gebracht. Nachdem der Senkcyllinder eingebaut war, wurde der Beton mittelst eines Stossbohrers von 3,60 m Breite, welcher an einem eisernen Bohrgestänge hing und durch die Fördermaschine bewegt wurde, wieder beseitigt.

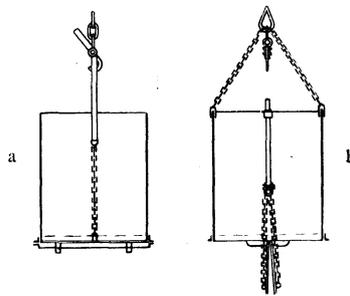


Fig. 239.

Betonkübel für Rheinpreussen III.

Später musste unter anderem auch auf Rheinpreussen III, Hugo bei Holten, alter und neuer Schacht, sowie auf Sterkrade mehrmals vor dem Einbau der gusseisernen Senkcyllinder die Schachtsohle mit Beton aufgefüllt werden. Am geeignetsten erwies sich hierbei die Verwendung eines Betons von folgender Zusammensetzung: 1 Teil Cement, 2 Teile Sand und 2 bis 4 Teile Ziegelschrott.

Auf Rheinpreussen III\*\*) geschah das Einlassen des Betons mit Hülfe eines cylindrischen Blechgefäßes, welches am Boden mit 2 Klappen versehen war, welche sich in der aus Figur 239 a und b ersichtlichen Weise infolge des Aufstossens auf der Schachtsohle öffneten.

Die Höhe des Betonpfropfens betrug 7,5 m bei einer Schachtteufe von 41 m. Die Beseitigung desselben erfolgte anfangs durch die Arbeiter auf der Sohle, später durch stossendes Bohren im toten Wasser. Bei letzterer Arbeit wurde zuerst ein kleiner schmiedeeiserner

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1869, Bd. XVII, B S. 393.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896, Bd. XLIV, B S. 159.

Bohrer von 1 m Meisselbreite benutzt, welcher schon früher auf Rheinpreussen II zum Bohren gedient hatte, sodann der oben erwähnte Bohrer von Rheinpreussen I und schliesslich ein Stossapparat\*), welcher ebenfalls schon beim Abteufen des letzteren Schachtes Verwendung gefunden hatte. Die Konstruktion dieses Apparates ist insofern von Interesse, als derselbe

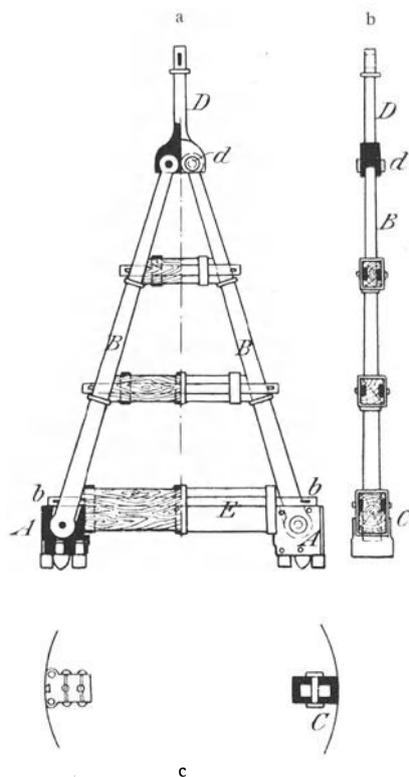


Fig. 240.

Verstellbarer Stossbohrer für Rheinpreussen I.

verstellbar und daher bei verschiedenen Durchmessern der Senkcylinder anwendbar war. Mit den beiden Stangen B (Fig. 240 a—c) waren die schmiedeeisernen Meisselhalter A verbunden, welche durch die Schlusskeile b in senkrechter Lage erhalten wurden. Die Stangen B waren an dem ausgehöhlten Kopfe D, an welchen das Bohrgestänge angeschlossen wurde, in den Zapfen d drehbar befestigt. Durch Aenderungen an den zwischen den Armen B liegenden Prellhölzern und der Stellung der Schlusskeile b war man imstande, den Apparat enger und weiter zu stellen.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 5.

Als Gestänge diente das alte eiserne Gestänge von Schacht I, welches durch die Fördermaschine bewegt wurde. Der zertrümmerte Beton wurde mittelst des Greifbaggers gehoben.

Auf Sterkrade und Hugo bei Holten wurde der Beton in ein Gefäss von  $\frac{1}{2}$  cbm Inhalt eingelassen, welches in geschlossenem Zustande einen halben Cylinder bildete. Die Hälften a a dieses Gefässes (Fig. 241 a und b) waren um die Stange b drehbar und mittelst der Ketten d d und e e an dem Förderseil aufgehängt. Beim Niedergang waren die Ketten

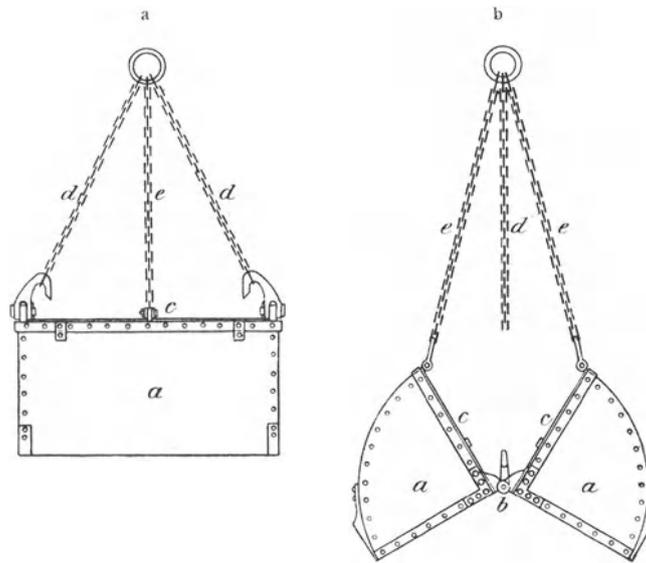


Fig. 241.

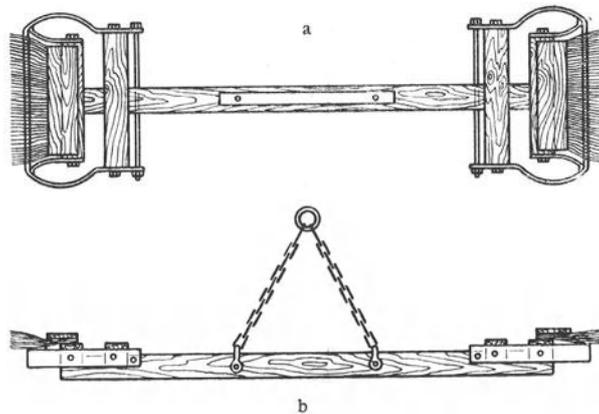
Betankübel für Hugo bei Holten und Sterkrade.

d d gespannt und die Ketten e e locker. Stieß der Kübel auf die Sohle auf, so lösten sich die Ketten d d aus, worauf der Kübel sich dadurch, dass die Ketten e e beim Aufgang angezogen wurden, öffnete. Diese Konstruktion erscheint zweckmässiger als die auf Rheinpreussen III gewählte, da bei letzterer die Entleerung des Gefässes langsamer vor sich geht und die Auslösevorrichtung weniger einfach ist. Um zu verhüten, dass der auf der Schachtsohle lagernde Schlamm das Erhärten des Betons hinderte, wurde auf Hugo und Sterkrade die Sohle vor dem Eingiessen des Betons mittelst des Greifbaggers und später mit Hülfe eines einige Meter unter dem Wasserspiegel hängenden Dampfstrahlapparates, dessen

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 82.

Saugrohr bis zum Schachttiefsten niederhing, gereinigt. Zum Abkehren der Stösse wurde ausserdem der in Figur 242a und b dargestellte Apparat am Förderseil eingelassen und im Schachte mehrmals auf und ab bewegt.

Damit der Schacht nach dem Sumpfen möglichst gegen einen Zusammenbruch geschützt sei, wurde derselbe auf Sterkrade und Hugo, neuer Schacht, dem Sumpfen unmittelbar folgend im unteren Teile mit einer Holzverstrebung (Fig. 243a und b) versehen, welche beim Einbau des neuen Senkcylinders allmählich wieder beseitigt wurde.



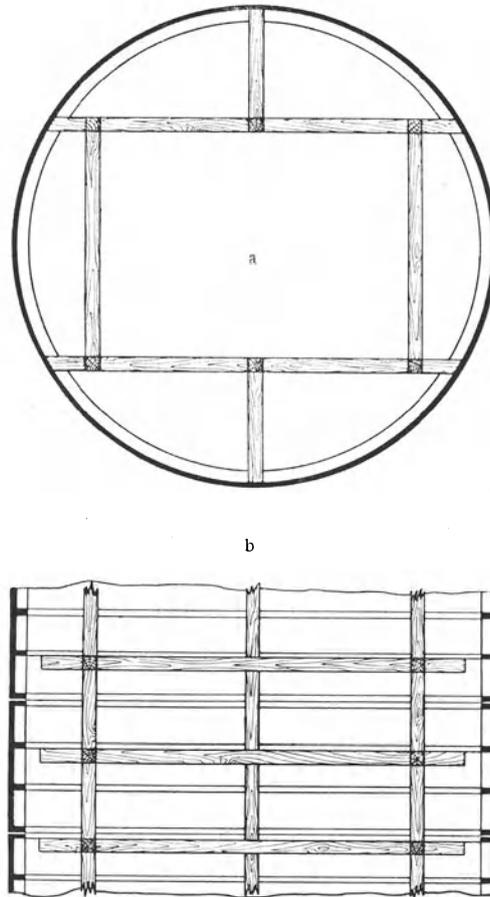
*Fig. 242.*

Vorrichtung zum Reinigen der Schachtstösse unter Wasser auf Hugo bei Holten und Sterkrade.

Die spätere Hereingewinnung des Betons geschah auf Hugo, alter Schacht, von Hand, bei den beiden anderen Schächten aber hauptsächlich mittelst des Kind-Chaudronschen Bohrverfahrens. Die Meisselbreite der Bohrer betrug 4,80 bis 4,90 m. Da dieselbe aber geringer als der Durchmesser der Senkcylinder war, musste der am Schachtstosse stehengebliebene Beton noch mittelst einer schweren eisernen Stange, welche durch die Fördermaschine bewegt wurde, losgestossen werden. Die Bohreinrichtungen waren ungefähr dieselben, wie beim Schachtbohren im festen Gebirge. Nur die Länge der einzelnen Gestängestücke betrug statt 22 m nur 10 m, weil das Schachtgerüst nicht hinreichend hoch war. Die Gestängebahn war auf einer Bühne angebracht, welche oben im Schachtgerüst mittelst eiserner Stangen und Winkeleisen-Bügel an den Tragebalken für die Seilscheiben aufgehängt war. Der von dem Cement und Ziegelschrott herrührende Teil des Bohrschlammes wurde während des

Bohrens durch den Strahlapparat abgesaugt und der Rest durch den Greifbagger zu Tage gefördert.

Die Herstellung eines Betonpfropfens ist auf Hugo, alter Schacht, einmal, und auf Sterkrade und Hugo, neuer Schacht, je zweimal notwendig



*Fig. 243.*

Holzverstrebung für gusseiserne Senkcylinder auf Sterkrade und Hugo,  
neuer Schacht.

gewesen. Die Höhe der Betonlage schwankte bei einer Teufe des Schachtes von 76 bis 162 m je nach der Beschaffenheit des Gebirges zwischen 9 und 15 m. Das Einbringen des Betons dauerte durchschnittlich 4 Tage, das Erhärten desselben etwa 6 Wochen, während die Hereingewinnung  $1\frac{1}{2}$  bis 3 Monate in Anspruch nahm. Bei der Bohrarbeit

wollte der Schacht mehrfach nicht sinken, sodass die Wasser gesümpft und das unter dem Senkschuh sitzende Hindernis vom Kübel aus durch Stossen mit einer eisernen Stange entfernt werden musste.

Die Anwendung eines Betonpfropfens hat den Nachteil, dass sie wesentlich mehr Zeit und Kosten erfordert, als die einer Erdanschüttung. Ausserdem dichtet der Pfropfen trotz sorgfältigster Herstellung zuweilen nicht vollständig ab, sodass dennoch eine Pumpe eingehängt werden muss, und schliesslich bereitet es häufig grosse Schwierigkeiten, den Senkcylinder durch den Beton hindurchzubringen. Wo es die Wasserverhältnisse irgend zulassen, dürfte daher einer Erdanschüttung immer der Vorzug zu geben sein.

Ist anzunehmen, dass nur einmal Beton eingebracht werden muss, so empfiehlt es sich, wie auf Rheinpreussen III, zur Bewegung des Bohrers die Fördermaschine zu benutzen. Da aber hierbei die Handhabung der Maschine sehr schwierig ist, und dieselbe durch das ruckweise Arbeiten ausserordentlich leidet, so dürfte es in Fällen, wo man voraussichtlich mehrmals betonieren muss, jedenfalls zweckmässiger sein, wie auf Hugo, neuer Schacht, und Sterkrade, eine richtige Bohrvorrichtung zu montieren. Die Breite des Bohrers ist von vornherein so zu wählen, dass sie auch für den Durchmesser der letzten Senkcylinder nicht zu gross ist. Zum Nacharbeiten der Stösse bedient man sich am besten eines verstellbaren Stossapparates, ähnlich dem von Rheinpreussen I.

Wenn, wie dies meistens der Fall, der gusseiserne Senkcylinder schon von einem anderen Senkkörper umgeben ist, so ist, um den Durchmesser des neuen Senkcylinders bestimmen zu können, genau festzustellen, ob und wieviel der vorher niedergebrachte Senkcylinder aus dem Lote geraten ist, sowie, ob und welche Veränderungen der Durchmesser desselben erlitten hat. Zu diesem Zweck wird der Schacht gewöhnlich an etwa 8 Stellen des Umkreises abgelotet. Am einfachsten lässt sich dies bei der Senkarbeit auf der Sohle bewerkstelligen, weil dann durch Befahrung des Schachtes die eingehängten Lote kontrolliert werden können. Bei der Senkarbeit im toten Wasser ist die Möglichkeit gegeben, entweder vor oder nach der Sümpfung des Schachtes abzuloten. Im ersteren Falle erfordert die Ablotung grosse Aufmerksamkeit. Dieselbe bietet aber, da die Anschüttung oder der Betonpfropfen noch fehlt, den Vorteil, dass man mit den Loten bis zur eigentlichen Schachtsohle gelangen kann. Ausserdem wird für die Bestellung der Tubblings nicht unerheblich an Zeit gewonnen. Das erstere Verfahren wird daher meist vorgezogen.

Weniger Aufmerksamkeit, aber grössere Umstände als die Ablotung erfordert das Einlassen einer Lehre. Eine solche, wie sie auf Rheinpreussen I vor dem Einbau des III. gusseisernen Senkcylinders von 3,70 m

Durchmesser zur Anwendung kam,\*) ist in Figur 244a und b abgebildet. Dieselbe wurde an dem eisernen Bohrgestänge b eingehängt und bestand aus den beiden durch Balken c gegeneinander verstrebt Gestängeführungen a a, auf welchen man aussen die Latten e e befestigt hatte, sodass das Ganze einen 3 m hohen Cylinder bildete. Der Durchmesser betrug zuerst 4,18 m, wurde dann aber immermehr verringert, bis die Lehre bis zur Schachtsohle eingesenkt werden konnte.

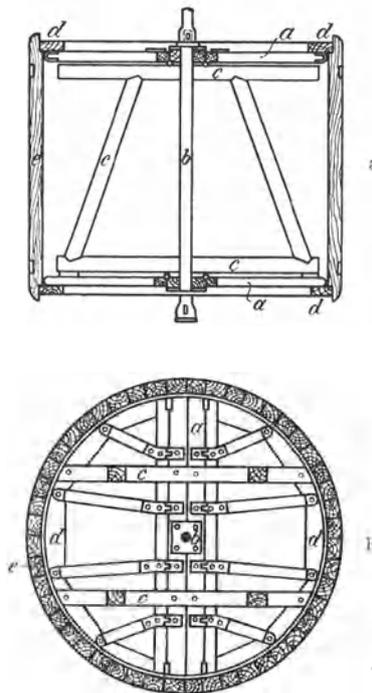


Fig. 244.

Lehre für den Einbau des dritten gusseisernen  
Senkcyinders auf Rheinpreussen I.

In ähnlicher Weise hat man auf Rheinpreussen III durch Lehren von 5 und 10 m Höhe die Senkmauer bzw. den ersten gusseisernen Senkcyinder untersucht.

Damit der einzubauende Senkcyinder in dem ihn umgebenden Senkcyinder möglichst lotrecht niedergeht, muss dieser an etwa 6 bis 12 Stellen

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1869 Bd. XVII S. 392.

des Umkreises auf das Sorgfältigste mit Führungen versehen werden. Letztere reichen am besten bis zur Sohle des Schachtes, wenn auch mit Unterbrechungen, hinab, da die Verbindungen zwischen den einzelnen Segmenten und Ringen des Senkcyinders nicht vollständig starr sind, sondern demselben beim Einlassen eine gewisse Beweglichkeit gestatten. Ist der Zwischenraum zwischen den beiden Senkcyindern ein grosser, so werden zur Führung meist Balken aus Tannenholz benutzt, welche mit Eisenblech oder Flacheisen beschlagen sind. An den Senkmauern werden diese

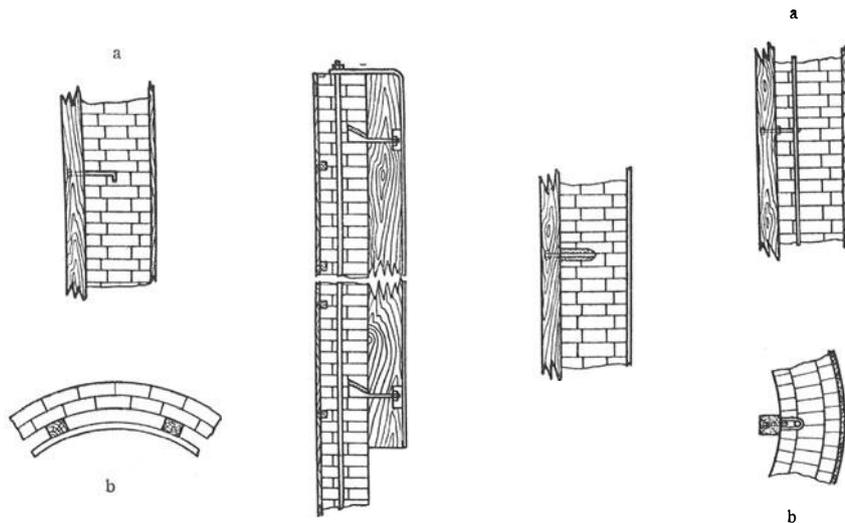


Fig. 245.

Fig. 246.

Fig. 247.

Fig. 248.

Rheinpreussen I. Deutscher Kaiser IV. Deutscher Kaiser II.

Fig. 245—248.

Befestigung hölzerner Führungen für gusseiserne Senkcyinder an Senkmauern.

Balken durch Schrauben befestigt, welche nach dem Niederbringen der Senkmauer in der aus den Figuren 245 bis 247 ersichtlichen Weise in dieselben eingelassen werden. Sicherer ist die auf Deutscher Kaiser II und III angewandte Art der Befestigung. Dasselbst wurden schon bei der Herstellung der Senkmauer in diese Muttern eingemauert, welche durch angeschmiedete Flacheisenbügel mit den Ankerstangen der Senkmauer verbunden wurden (Fig. 248 a und b). Besteht der äussere Senkcyinder aus Gusseisen, so werden die Führungsbalken an die Verbindungsflanschen der Tubblings angeschraubt (Fig. 249 und 250).

Wenn zwischen den beiden Senkcyindern ein geringer Zwischenraum verbleibt, ist die Anwendung eiserner Führungen erforderlich. Als solche dienen Stangen von Flach- oder Quadrateisen, welche an dem Senk-

cylinder befestigt, und wenn nötig, an einzelnen Stellen durch Holzklötze unterstützt werden (Fig. 251 und 252 a und b). Geschieht das Niederbringen der Senkcyylinder unter Zuhilfenahme hydraulischer Pressvorrichtungen und eines sogenannten Druckringes, und ist dieser durch Ankerstangen mit der



*Fig. 249.*

Deutscher Kaiser I.



*Fig. 250.*

Rheinpreussen III.

*Fig. 249—250.*

**Befestigung hölzerner Führungen für gusseiserne Senkcyylinder an gusseisernen Senkcy lindern.**

äusseren Schachtauskleidung verbunden, so werden die Ankerstangen zur Führung benutzt (Rheinpreussen III, Hugo, alter und neuer Schacht, und Sterkrade).

Ist eine Senkmauer sehr erheblich aus dem Lote geraten, wie z. B. auf Rheinpreussen III bis 41 m Teufe um 1,07 m, so muss die Mauerung vor dem Einbau des ersten gusseisernen Senkcyinders teilweise weggespitzt werden, wenn man nicht viel am Durchmesser verlieren will (Fig. 253). Zur besseren Führung der Senkcyylinder wird ausserdem da, wo zwischen diesem und der Senkmauer ein grosser Zwischenraum besteht, eine Ausfütterung aufgemauert. Bei dem Schachte Rheinpreussen III wurde dieselbe auf einem in die Senkmauer eingelassenen Ankerring aufgeführt.

Der Raum zwischen zwei Senkcylindern wird, wenn dieselben zur Ruhe gekommen sind, gewöhnlich ganz oder teilweise mit Beton ausgefüllt, um dieselben gegeneinander abzudichten und zu verhüten, dass sie beim Niederbringen des nächsten Senkcylinders oder beim Beginn des Abteufens von Hand auf gewöhnliche Weise wieder in Bewegung geraten. Am zweckmässigsten verfährt man hierbei in der Weise, dass man den Beton, wie

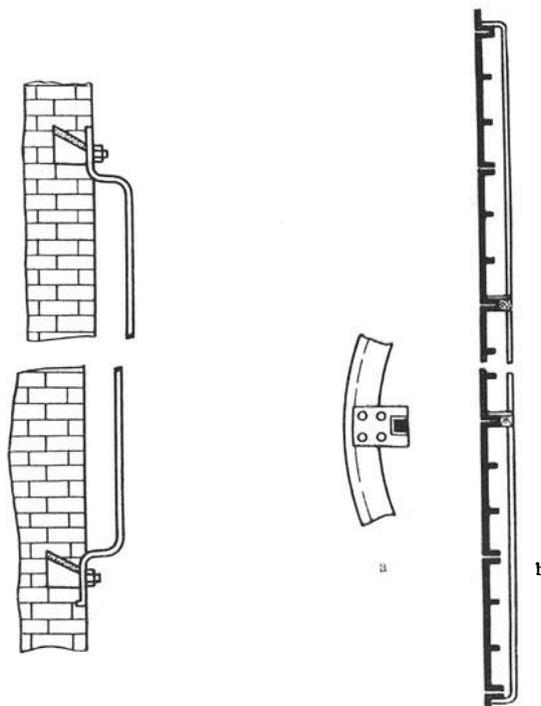


Fig. 251.

Rheinpreussen II.

Fig. 252.

Sterkrade.

Fig. 251—252.

Befestigung eiserner Führungen für gusseiserne Senkcylinder.

dies auf Sterkrade geschehen ist, unmittelbar aus der Mörtelmaschine durch Rohrleitungen hinter den Senkcylinder giesst.

Da beim Niederpressen der Senkcylinder das Blei aus den Fugen heraustritt, müssen diese vor dem Einbau eines neuen Senkcylinders oder dem Weiterabteufen von Hand durch Verstemmen mit Blei wieder gedichtet werden.



### c) Senkcylinder aus Gusseisen und Mauerung.

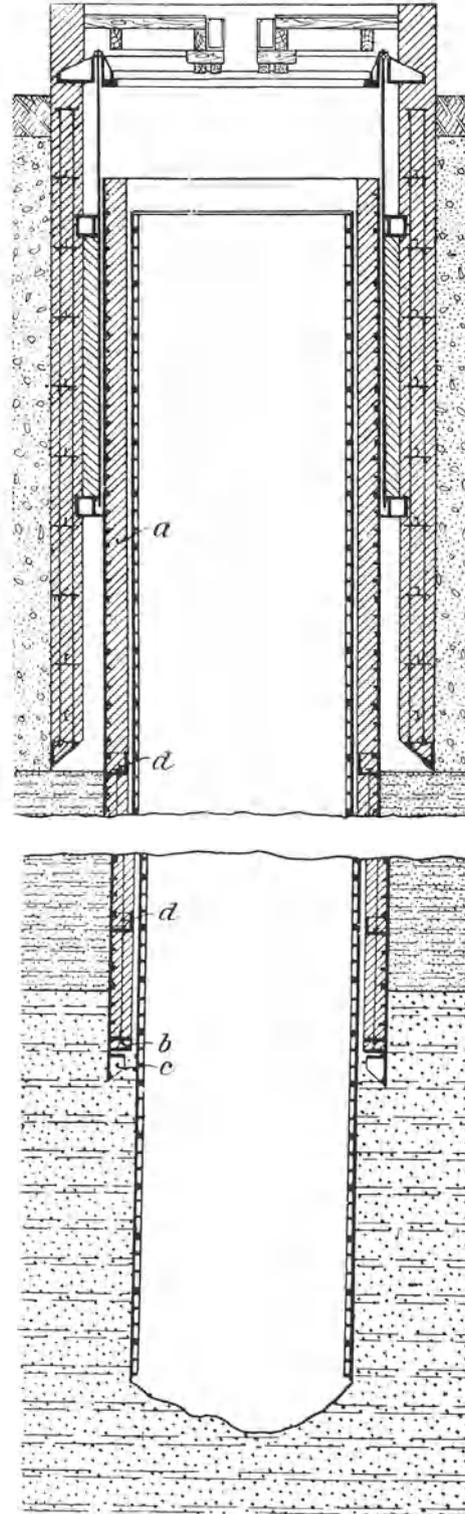
Um bei Senkarbeiten bis zu grösserer Teufe den Senkcylindern eine erhöhte Widerstandsfähigkeit zu verleihen, hat die Firma Haniel & Lueg neuerdings, einem Gedanken des Direktors Pattberg von Rheinpreussen folgend, sich eine Anordnung patentieren lassen, bei welcher die Senkcylinder aus einem äusseren Kranze gusseiserner Cuvelage und einem inneren von Mauerung hergestellt werden. Durch diese Anordnung soll gleichzeitig gegenüber den nur aus Gusseisen bestehenden Senkcylindern das Gewicht erhöht und infolgedessen das Einsinken erleichtert werden.

Ein solcher Compoundschacht, wie ihn die Firma Haniel & Lueg nennt, ist zum erstenmale im Jahre 1901 bei den Schächten Rheinpreussen IV und V zur Anwendung gelangt (Fig. 254). Auf einem gusseisernen Senkschuh c von 0,80 m Höhe und 0,50 m oberer Breite ist ein Tubblingsring b aufgeschraubt, welcher die Form eines Keilkranzes besitzt und die Unterlage für den eigentlichen Senkcylinder a bildet. Dieser besitzt eine Gesamtwandstärke von 650 mm. Der äussere Teil besteht aus bearbeiteten deutschen Tubblings von 50 bis 55 mm Wandstärke und 1,50 m Höhe, zwischen welchen in gewissen Abständen kastenförmige Ringe d von 500 mm Höhe und 650 mm Breite eingeschaltet sind. Letztere dienen sowohl zur Verstärkung des ganzen Senkcylinders als auch als Auflagefläche für die zwei Steine starke Mauerung. Die Abstände zwischen den kastenförmigen Ringen, welche innerhalb der Mauerung noch durch Ankerstängen verbunden sind, nehmen von unten nach oben zu und schwanken zwischen 3 und 9 m.

Das Niederbringen des Compoundschachtes geschah auf Rheinpreussen unter Zuhülfenahme hydraulischer Pressung, welche man auf die Cuvelage wirken liess. Zur Dichtung der Fugen zwischen den einzelnen Segmenten und Ringen wurden an Stelle von Blei Asbeststreifen von 2 mm Stärke benutzt.

Es geschah dies deshalb, weil das Blei bei der Anwendung von Pressvorrichtungen teilweise aus den Fugen der Cuvelage heraustritt, so dass die Cylinder an Höhe embüssen und sich bei der engen Verbindung der Cuvelage mit der Mauerung leicht Risse bilden.

Der Zweck, die Widerstandsfähigkeit und das Gewicht der Senkcylinder zu erhöhen, wird bei der Anordnung von Haniel & Lueg zweifellos erreicht, dagegen ergibt sich als wesentlicher Nachteil dieser Konstruktion eine erhebliche Verminderung des Schachtdurchmessers. Rechnet man nur etwa 200 mm Spielraum zwischen einem vorhandenen und einem neu einzubauenden Senkcylinder, so beträgt bei der Wandstärke von 650 mm die Abnahme des Durchmessers  $2(200 + 650) = 1700$  mm, das ist etwa 1 m mehr als bei einem gusseisernen Senkcylinder.

*Fig. 254.*

Compoundshaft für die Schächte IV und V der Zeche Rheinpreussen.

Wäre es nun möglich, einen Compoundschacht  $2\frac{1}{2}$  mal so tief niederzubringen als einen gusseisernen Senkcyliner, d. i. statt etwa 50 m 125 m, so würde dieser Nachteil ausgeglichen. Leider ist daran jedoch nicht zu denken, vielmehr deuten die bisherigen Erfahrungen darauf hin, dass nach dieser Richtung hin eine wesentliche Aenderung überhaupt nicht eintreten wird. Bei dem Schachte Rheinpreussen V gelangte der aus Gusseisen und Mauerung bestehende Senkcyliner schon zum Stillstande, nachdem erst 44 m lockeres Gebirge durchteuft waren.

#### d) Senkcyliner aus Schmiedeeisenblech.

Senkcyliner aus Schmiedeeisenblech sind im Ruhrbezirk nur dreimal zur Anwendung gelangt, und zwar zweimal auf Rheinpreussen I und einmal auf Osterfeld I.

Auf Rheinpreussen I waren beim Abteufen bis 116 m Teufe der zweite und dritte gusseiserne Senkcyliner von 4,30 bzw. 3,77 m Durchmesser im unteren Teile des Schachtes zu Bruche gegangen. Es wurde daher im Jahre 1869 der Versuch gemacht, die Senkarbeit unter Benutzung eines schmiedeeisernen Cylinders fortzusetzen. Hierbei ging man von der Ueberlegung aus, dass die teilweise Zertrümmerung der beiden gusseisernen Senkcyliner durch stossweises Sinken derselben hervorgerufen worden sei, und dass man daher zur Verminderung der Stosswirkung für die Zukunft danach streben müsse, das Gewicht der Senkcyliner zu verringern. Das Verfahren bot ausserdem den Vorteil, dass nunmehr die Cylinder vom Wasserspiegel aus in einem Stück bis zur Sohle niedergelassen werden konnten, ohne dass man sich den mancherlei Gefahren aussetzen brauchte, die das Sumpfen des Schachtes zur Folge hatte. Erst wenn das Einsenken in das Gebirge beendet und der Cylinder mit Beton gefüllt war, sollten die Wasser zu Tage gehoben werden. Alsdann sollte der Beton von Hand wieder hereingewonnen und dabei der Cylinder von oben nach unten fortschreitend durch Tubblings verstärkt werden.

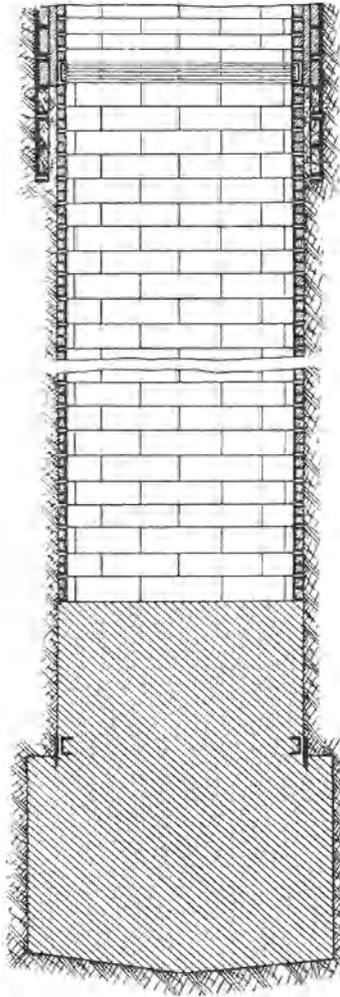
Der Cylinder\*) (Fig. 255) war 19 m hoch und hatte 3,52 m Durchmesser sowie eine Wandstärke von 23 bis 26 mm. Er war aus Ringen von 0,78 m Höhe zusammengenietet, welche aus drei Schüssen von doppeltem Kesselblech hergestellt waren. Oben und unten war in den Cylinder zur Verstärkung je ein  $\square$  Eisenring eingesetzt. Als Schuh diente ein unten zugeschärfter Stahlring von 16 mm Wandstärke. Das Einlassen geschah mittelst eines Pumpengestänges, welches an einem am unteren Ende des Cylinders angebrachten hölzernen Boden befestigt war.

Als man den Cylinder bis 121 m Teufe niedergebracht hatte, kam er

---

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1872, Bd. XX, B S. 108.

zur Ruhe, worauf man ihn mittelst des auf S. 208 beschriebenen Kübels mit Beton füllte. Nach dem Erhärten des Betons und dem Sumpfen der Wasser wurde mit der Herstellung des Tubblingsausbaues begonnen. Die

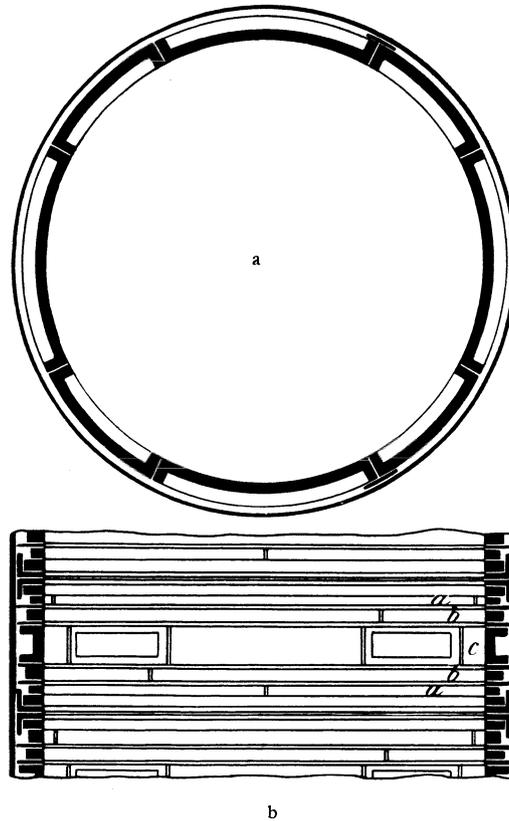


*Fig. 256.*

Senkcyylinder aus Schmiedeeisenblech für Rheinpreussen I.

englischen Tubblings waren 0,78 m hoch und bestanden aus acht Segmenten. Der lichte Durchmesser betrug 3,35 m. Nachdem man bis 118,4 m Teufe gekommen war, brach der untere Teil des Cylinders plötzlich zusammen, und der Schacht füllte sich 25 m hoch mit Sand.

Man machte sich nunmehr sofort daran, mittelst Bohr- und Fangarbeit den Weg zum Einlassen eines zweiten Blechcylinders freizumachen. Nach dreijähriger mühevoller Thätigkeit war man endlich bis 125,5 m Teufe gelangt und befand sich 1,25 m tief im festen Gestein. Der neue Cylinder\*) hatte eine Höhe von 16 m und war wiederum aus 0,78 m hohen Ringen zusammengesetzt, welche jedoch aus einfachem Kesselblech von 20 mm



*Fig. 256.*

Zweiter Senkcyliner aus Schmiedeeisen für Rheinpreussen I.

Stärke bestanden und an den Enden durch Winkeleisenringe von 2,68 m lichtigem Durchmesser verstärkt waren. Die Verbindung der Blechringe untereinander geschah durch Verschraubung der horizontalen Winkeleisen-schenkel. Der Ausbau, mit dem der Cylinder später nach mehrfachen Zwischenfällen versehen wurde, setzte sich aus hölzernen, schmiedeeisernen und gusseisernen Ringen zusammen (Fig. 256 a und b) und füllte die

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 6.

Zwischenräume zwischen den Winkeleisenringen aus. Unmittelbar unter und über diesen brachte man zum Schutze der Schraubenköpfe je einen Holzring an, dann folgten je zwei Ringe a und b aus Quadrateisen, Stabeisenringe von 80 bzw. 100 mm Stärke und schliesslich in der Mitte der Blechringe ein 0,23 m hoher und aus sechs Segmenten bestehender Tubblingsring c, dessen Fugen pikolirt wurden. Von den sechs Segmenten dieses Ringes trugen drei Innen- und drei Aussenflanschen, sodass hierdurch drei Nischen entstanden, welche für die Verlagerung der Zimmerung bestimmt waren. Es gelang mit diesem Ausbau das untere Ende des Senkcylinders zu erreichen und sodann durch Unterbauen von Widerlager-Tubblings, deren Durchmesser sich allmählich auf 4,50 m erweiterte, den Anschluss an das feste Gebirge zu bewirken. Der Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech auf Osterfeld I (1875) war 8,6 m hoch und gelangte zur Anwendung, als die zuerst eingebaute Senkmauer bei 18,6 m Teufe, 2 m von dem festen Gebirge entfernt, zur Ruhe gekommen war. Er war aus 1 m hohen Blechringen zusammengesetzt und hatte 6,4 m lichten Durchmesser. Nach dem Einsenken wurde der Cylinder im unteren Teile mit Tubblings, im oberen dagegen mit einer 1 $\frac{1}{2}$  Steine starken Futtermauer ausgekleidet.

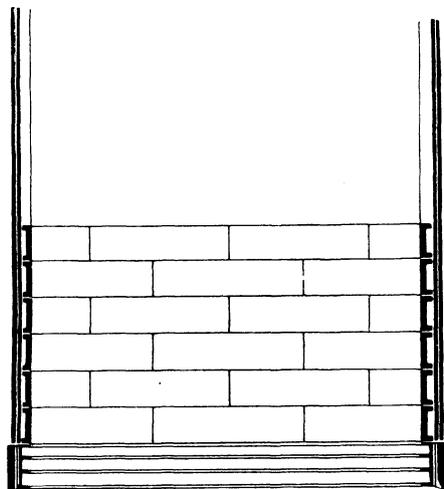
#### e) Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech und Gusseisen.

Die eigentlichen Senkcylinder allein aus Schmiedeeisenblech herzustellen und erst nach Beendigung der Senkarbeit durch Tubblings zu verstärken, ist, wie sich auf Rheinpreussen I gezeigt hat, nicht zu empfehlen, weil die Widerstandsfähigkeit dieser Blechcylinder gegen Druck infolge der geringen Wandstärke in den meisten Fällen nicht ausreichen wird. Auf Rheinpreussen II wurde daher im Jahre 1872 ein Senkcylinder niedergebracht, welcher schon vor Beginn der Senkarbeit mit einem Tubblingsausbau versehen worden war. Hierbei ging allerdings der Vorteil wieder verloren, dass der Schacht erst nach dem Einsenken des Blechcylinders in das lockere Gebirge gesümpft zu werden brauchte.

Der Einbau des Senkcylinders erfolgte, nachdem mit zwei Senkmauern von 6,90 und 4,71 m Durchmesser eine Teufe von 92 m erreicht war. Der 38 m hohe Blechcylinder (Fig. 257), wurde über Tage aus doppelten Blechen von je 9,8 mm Stärke zusammengenietet und hatte 4,53 m lichten Durchmesser. Als Senkschuh verwandte man einen unten zugespitzten Ring aus Stahlblech, der im Innern durch Winkel und Stabeisenringe verstärkt wurde (Fig. 258). Erstere waren angenietet, während die Stabeisenringe in den Zwischenräumen zwischen den Winkeleisenringen durch Holzkeile festgetrieben wurden. Beim Einlassen stand der Cylinder auf einem Holzboden, welcher an einem eisernen Gestänge befestigt war.

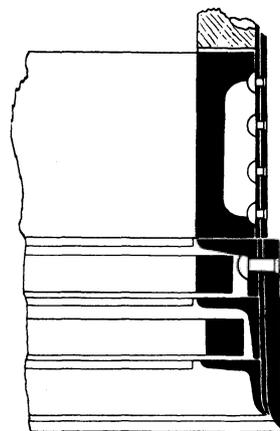
Dieses war mit dem Seil der zum Einhängen und Aufheben des Sackbohrers dienenden Maschine verbunden.

Als der Cylinder die Sohle erreicht hatte, wurden die Wasser gesümpft und sodann von unten beginnend englische Tubblings von 4,19 m



*Fig. 257.*

Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech und Gusseisen für Rheinpreussen II.



*Fig. 258.*

Senkschuh zu einem Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech und Gusseisen für Rheinpreussen II.

lichem Durchmesser eingebaut und mit Beton hintergossen. Die Senkarbeit ging ohne Unfälle von statten. Bei 127 m Teufe wurde das feste Gebirge erreicht.

Da es bei grösserer Teufe der Senkschächte schwierig ist, Tubblings von genügender Wandstärke zu beschaffen, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass man in gewissen Fällen zu einer ähnlichen Konstruktion wie auf Rheinpreussen wieder zurückkehren wird.

### 5. Das Niederbringen der Senkkörper.

Das wesentlichste Mittel zum Niederbringen der Senkkörper besteht in der Hereingewinnung des lockeren Gebirges. Dieselbe geschieht entweder durch die Arbeit auf der Sohle oder durch die Arbeit im toten Wasser. Die Arbeit auf der Sohle gelangt zur Anwendung, wenn das Gebirge unter geringem Druck steht oder von nicht zu lockerer Beschaffenheit ist, und wenn ausserdem die Bewältigung der Wasserzuflüsse keine zu grossen Schwierigkeiten bereitet. Diese Voraus-

setzungen liegen in dem grössten Teile des Ruhrbezirkes vor, wo die das feste Gebirge überlagernden Schichten von Sand, Kies oder Geröll nicht über eine Teufe von 30 m hinabsetzen und die Wasserzuflüsse weniger als 3 bis 4 cbm betragen. Das Verfahren wird hier solange als möglich fortgesetzt, selbst dann, wenn ausnahmsweise Schwierigkeiten eintreten, welche nicht vorausgesehen werden konnten. Ist doch der Uebergang zu einer anderen Abteufmethode wegen der Beschaffung der erforderlichen Einrichtungen und Werkzeuge meist mit erheblichen Zeitverlusten verbunden. Die Arbeit im toten Wasser finden wir hauptsächlich bei der Durchteufung der mächtigen Schichten lockeren Gebirges in der Rheingegend und neuerdings auch im Norden des Bezirks. In der Regel geht ihr die Arbeit auf der Sohle voraus, die jedoch meist schon bei ganz geringer Teufe durch die Arbeit im toten Wasser ersetzt wird, zu welcher in der Zwischenzeit die nötigen Vorkehrungen getroffen worden sind. Bei der Arbeit im toten Wasser werden die so gefährlichen und bei der Arbeit auf der Sohle so häufig vorkommenden Durchbrüche des lockeren Gebirges auf der Sohle fast gänzlich vermieden. Wird im weiteren Verlauf der Arbeit festes Gebirge angetroffen, in welchem die zur Hereingewinnung unter Wasser dienenden Werkzeuge nicht mehr genügend wirken können, so wird der Schacht gesümpft und je nach der Beschaffenheit des Gebirges unter Fortsetzung der Senkarbeit (z. B. Rheinpreussen III\*) oder auf gewöhnliche Weise weiter abgeteuft. Da in letzterem Falle die Widerstandsfähigkeit des Gebirges meist noch nicht gross genug ist, um den Schacht in grösseren Absätzen niederbringen und auskleiden zu können, so wird der Schacht zunächst meist entweder segmentweise abgeteuft und die Wände durch Unterhängen von Tubblings (Deutscher Kaiser II und III\*\*) und Hugo bei Holten, alter Schacht\*\*\*) verkleidet oder segmentweise abgeteuft und ausgemauert (Oberhausen III und Osterfeld II).†) Auch kommt es vor, dass nach kürzerer Zeit nochmals Senkarbeit angewandt werden muss (Hugo bei Holten, alter und neuer Schacht, Sterkrade, Osterfeld II und Concordia IV). Ein Bild von diesen Verhältnissen geben die in den Figuren 336, 338, 339, 341—344, 347 und 348 wiedergegebenen Schachtprofile.

#### a) Die Arbeit auf der Sohle.

Bei der Arbeit auf der Sohle sind zwei verschiedene Verfahren zu unterscheiden, je nachdem die Wasserzuflüsse zu Tage gehoben oder

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896, Bd. XLIV, B S. 161.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 227.

\*\*\*) Ebenda 1899, Bd. XLVII, B S. 81.

†) Glückauf 1900, S. 168.

mittelst Pressluft im Gebirge zurückgehalten werden. Das erstere Verfahren ist im Ruhrkohlenbezirk ebenso wie auch in anderen Bergbaugebieten das gewöhnlichere.

#### «) Senkarbeit unter Hebung der Wasserzufüsse.

##### Die Abteufarbeit.

Bevor das Niederbringen des ersten Senkkörpers beginnt, wird der ringförmige Raum zwischen diesem und den Stößen des Vorschachtes mit Asche oder wohl auch mit Reisig oder Stroh ausgefüllt. Diese Ausfüllungsmassen, welche von dem Senkkörper beim Niedergehen durch die Reibung teilweise mitgenommen werden, sollen Durchbrüche des lockeren Gebirges unterhalb des Senkschuhs verhindern, was jedoch sehr häufig nicht vollständig gelingt. Die Durchbrüche entstehen hauptsächlich dann, wenn der Senkkörper auf dem festen Gebirge, einer dem lockeren Gebirge eingelagerten festeren Schicht oder einem grösseren Geschiebestück einseitig aufsetzt. Zuweilen haben die Durchbrüche Senkungen an der Oberfläche zur Folge, welche sich unter Umständen noch in einer Entfernung von 50 m vom Schachte (ver. Gladbeck III) bemerkbar machen. Zur Ausfüllung der Einsenkungen benutzt man gewöhnlich Asche. Hier und da gelangen auch Berge zur Verwendung, was sich jedoch deshalb nicht empfiehlt, weil dieselben unter den Senkschuh gelangen und alsdann das weitere Einsinken des Senkkörpers sehr erschweren können.

Die Hereingewinnung des lockeren Gebirges geschieht je nach der Beschaffenheit desselben entweder mittelst Spaten und Schaufel oder mittelst Breithau. Treten festere Schichten auf, so geht man wohl auch zur Benutzung von Keil und Treibfäustel über. Den Einbruch legt man in der Regel in die Mitte des Schachtes, beim Vorkommen von Geschiebestücken jedoch zweckmässiger an die Peripherie, weil dann die Geschiebestücke leichter zu entfernen sind und es alsdann eher vermieden wird, dass der Senkkörper aus dem Lote gerät. Letzteres sucht man ausserdem vielfach noch dadurch möglichst zu verhindern, dass man die auf der Sohle arbeitenden Leute von Zeit zu Zeit ihren Standort wechseln lässt, um auf diese Weise die Unterschiede in ihrer Leistung auszugleichen. Findet die Arbeit im Schwimmsande statt und ist dieser sehr dünnflüssig, so stellt man die Leute, um sie vor dem Einsinken zu schützen, auf Bretter und seilt sie zudem noch an. Um jederzeit ermitteln zu können, ob der Senkkörper senkrecht niedergeht, werden gewöhnlich nahe der Innenwand desselben einige Lote aufgehängt, welche man entweder an dem Schachtgerüst oder an besonderen seitlich des Schachtes aufgestellten Hölzern befestigt. Zweckmässiger erscheint eine auf Minister Achenbach I und II benutzte Einrichtung. Dieselbe bestand in einem ringförmig gebogenen

Rohr, welches in horizontaler Lage 1 m über dem Senkschuh angebracht war und mehrere vertikale Stützen trug. In diese wurden mit Marken versehene Wasserstandsgläser gesteckt und das Ganze bis an die Marken mit Wasser gefüllt. Bei einer solchen Einrichtung kann eine etwaige Abweichung des Senkkörpers von der Senkrechten von den Arbeitern auf der Sohle durch einfaches Ablesen festgestellt werden, während bei der Verwendung von Loten erst an verschiedenen Stellen die Entfernung zwischen Lot und Schachtwand gemessen werden muss. Die Anzahl der gleichzeitig auf der Sohle arbeitenden Leute beträgt bei einem Senkcylinder von 5 bis 8 m Durchmesser 6 bis 10 Mann, die Schichtdauer 8, nicht selten aber auch nur 6 Stunden. Beim Niederbringen einer Senkmauer von etwa 7 m Durchmesser besteht die Gesamtbelegschaft durchschnittlich

- aus 3 × 9 Schachthauern,
- » 3 × 4 Anschlägern und Schleppern,
- » 3 × 1 Maschinenführer,
- » 2 × 1 Heizer,
- » 2 × 3 Tagelöhnern und sonstigen Arbeitern

oder zusammen 50 Mann.

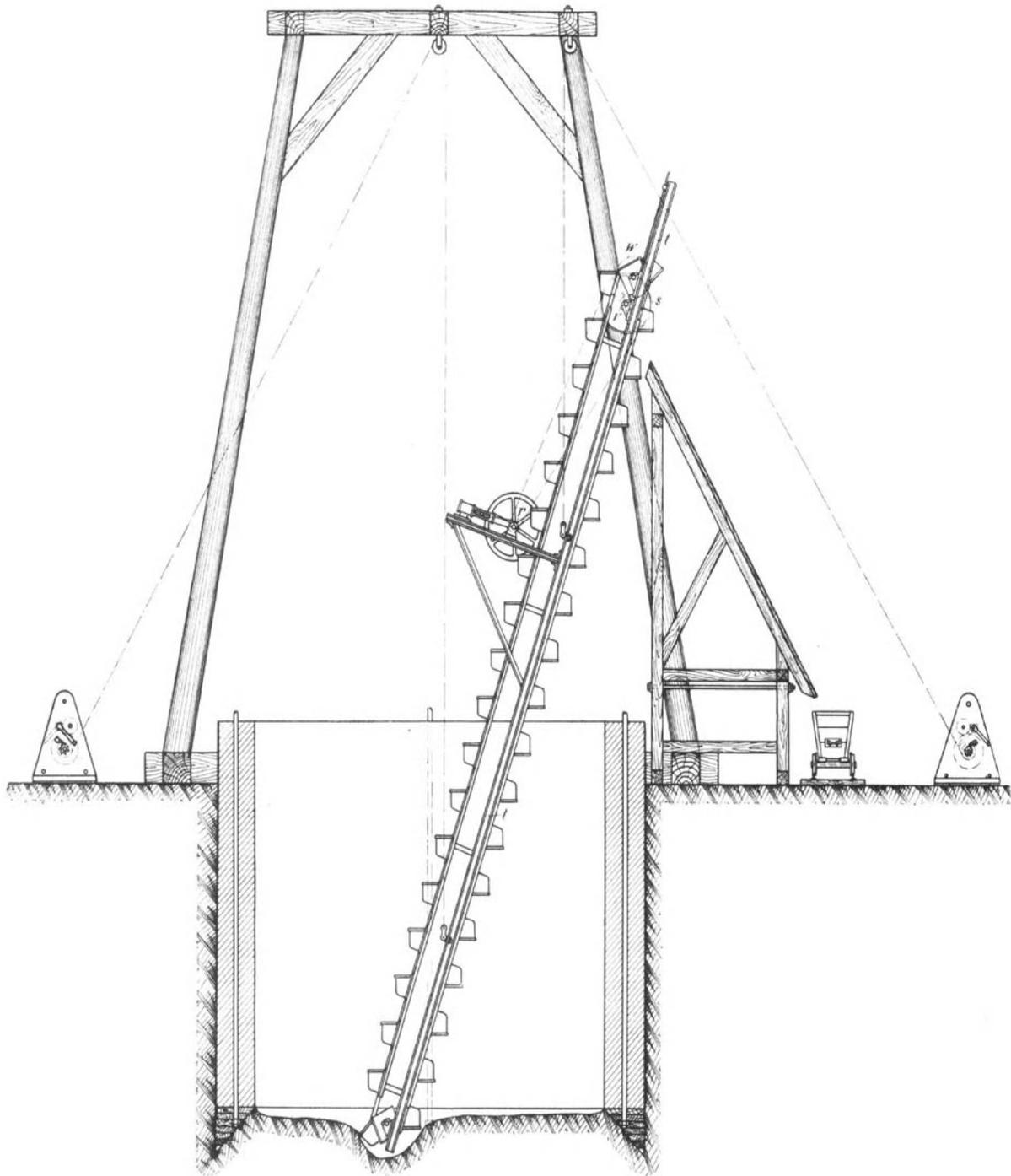
Die Bezahlung der Schachthauer erfolgt ebenso wie die der übrigen Arbeiter im Schichtlohn, da eine Gedingestellung bei den vielen Wechselfällen, die mit der Senkarbeit verbunden sind, kaum möglich ist.

#### Die Förderung.

Das Zutagefördern des hereingewonnenen Gebirges geschieht, wie beim Abteufen von Hand, zuerst durch einfaches Herauswerfen mit der Schaufel unter Benutzung von Bühnen, von etwa 4 bis 6 m Teufe an dagegen in der Regel mittelst Kübel. Die Bewegung der Kübel wurde anfangs durch einen auf der Senkmauer verlagerten Handhaspel bewirkt, während man sich heute gewöhnlich der Abteuffördermaschine bedient. Wo letztere noch nicht zur Aufstellung gelangt ist, benutzt man zuweilen (z. B. Minister Achenbach und Unser Fritz III), um keine Zeit zu verlieren, wohl auch einen kleinen Dampf- oder Lufthaspel, welcher letzterer dann mit Dampf angetrieben wird. Diese Disposition erscheint recht zweckmässig und würde sich bei vielen Senkarbeiten auch schon deshalb empfehlen, weil alsdann nur ein ganz leichtes provisorisches Fördergerüst aufgestellt zu werden braucht, welches sich bei etwaigen Senkungen an der Oberfläche ebenso wie der Förderhaspel ohne Schwierigkeiten wieder in die richtige Lage bringen lässt.

Da die Arbeit auf der Sohle sich meist nur bis zu geringer Teufe erstreckt und die Schachtscheibe möglichst freibleiben muss, damit man

Becherwerk zur Förderung bei der Senkarbeit auf der Sohle für Wilhelmine Victoria III.



stets in der Lage ist, zur Arbeit im toten Wasser überzugehen oder einen neuen Senkkörper von geringerem Durchmesser einzubauen, so bewegen sich die Kübel im Schachte gewöhnlich ohne Führung. Auf Ver. Bonifacius III, wo ausnahmsweise mit Fördergestellen gefördert wurde, wurden zur Führung derselben Spurlatten benutzt. Diese waren an Einstrichen befestigt, welche in dem gusseisernen Senkkörper verlagert waren.

Bei grösserer Teufe wird man eine Führung nicht gut entbehren können und hierzu wohl am besten Drahtseile verwenden, die ähnlich, wie es zuweilen beim Abteufen von Hand geschieht, unten an einem zusammenklappbaren Rahmen befestigt werden, welchen man mittelst der Seile ohne weiteres zu Tage ziehen kann. Der einzige Schacht, bei welchem in mehr als 50 m Teufe Senkarbeit auf der Sohle in grösserem Umfange stattfand, ist Rheinpreussen III. Zur Förderung dienten hier statt der Kübel an das Seil angeschlagene Förderwagen, welche durch unten mit Gewichten beschwerte Drahtseile geführt waren.

Auf Wilhelmine Viktoria III\*) wurde beim Niederbringen einer Senkmauer bis zu dem dort bei 10 m Teufe beginnenden festen Gebirge sowohl zur Förderung als auch zur Hereingewinnung ein Becherwerk benutzt. Dasselbe war 14 m lang und wurde zwischen zwei  $\perp$  Eisen t (Tafel IV) montiert. Zur Bewegung diente eine eincylindrige Dampfmaschine, welche auf einer an den  $\perp$  Eisen befestigten Bühne verlagert war. Die Kraft wurde von der auf der Schwungradwelle der Maschine sitzenden Scheibe r mittelst Kette auf die Scheibe s und sodann mittelst der Zahnräder v und w auf das Becherwerk übertragen. Die  $\perp$  Eisen waren an zwei Stellen an je zwei Drahtseilen aufgehängt, welche über Rollen geführt wurden, welche an einem über dem Schachte errichteten Gerüste angebracht waren. Um das Becherwerk mit dem Fortschreiten der Senkarbeit tiefer einlassen zu können, waren je zwei Drahtseile um die Trommel eines gemeinschaftlichen Handkabels geschlungen.

Obwohl die Erfolge recht günstige gewesen sein sollen, hat diese Art der Hereingewinnung und Förderung des lockeren Gebirges bei der Arbeit auf der Sohle keine Verbreitung gewonnen und wohl mit Recht. Da es nicht gut möglich ist, den Angriffspunkt des Becherwerkes auf der Schachtsohle fortwährend wechseln zu lassen, muss die Hereingewinnung durch das Becherwerk noch durch diejenige mittelst Handarbeit unterstützt werden. Eine sehr erhebliche Ersparnis an Menschenkraft tritt daher nicht ein. Ausserdem erfordert die Beschaffung und Montierung des Apparates immerhin Zeit und Kosten, sodass man bei der geringen Mächtigkeit der Schichten, in der die Arbeit auf der Sohle in

\*) Glückauf 1892, No. 2.

der Regel stattfindet, durch das gewöhnliche Verfahren meist rascher und mit geringeren oder wenigstens nicht wesentlich höheren Kosten zum Ziele gelangen wird.

#### Die Wasserhaltung.

Zur Wasserhebung werden bei Zuflüssen von nur wenigen Litern die Fördergefässe benutzt.

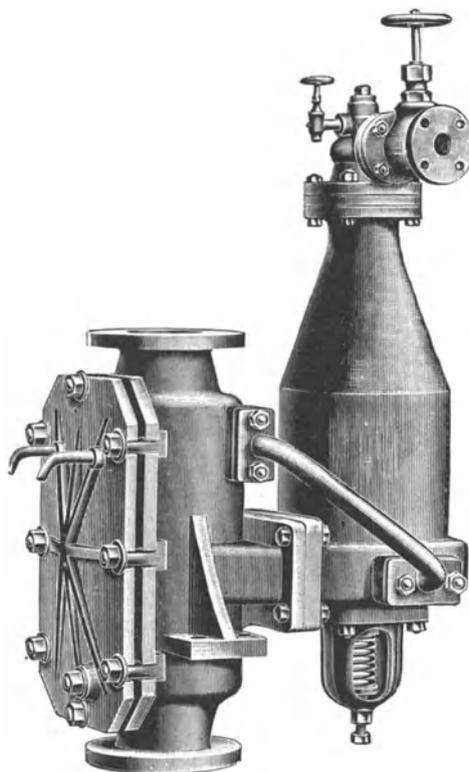
Bei grösseren Zuflüssen gelangten früher je nach der Wassermenge und der Teufe Handpumpen oder wie z. B. auf Hansa I,\*) Vollmond I und Ruhr und Rhein\*\*) mit Dampf betriebene Hebepumpen zur Anwendung. Die Dampfmaschine stand bei dem erstgenannten Schachte seitlich desselben und der Antrieb der Pumpe wurde mittelst Kunstkreuz und Feldgestänge bewirkt. Auf Ruhr und Rhein war eine der auch heute noch beim Abteufen von Hand gebräuchlichen, direkt wirkenden eincylindrigen Maschinen in Betrieb, wobei die Verlagerung der Maschine auf dem Schachtgerüste infolge der häufigen Gebirgsbewegungen zu grossen Unzuträglichkeiten führte. Heute geschieht die Hebung von Wasserzuflüssen, deren Menge wenige Liter übersteigt, bis zu etwa 30 m Teufe, fast ausschliesslich mittelst Pulsometern, welche zwar sehr viel Dampf verbrauchen, sich aber infolge der Einfachheit ihrer Konstruktion zur Hebung unreinen Wassers wesentlich besser als Kolben- oder Plungerpumpen eignen. Vereinzelt, wie z. B. auf Minister Achenbach I, Osterfeld II und Hugo bei Holten, neuer Schacht, hat man auch Dampfstrahlapparate angewandt. Eine Verdrängung der Pulsometer durch dieselben erscheint jedoch trotz der grösseren Handlichkeit der Strahlapparate ausgeschlossen, da deren Leistungsfähigkeit verhältnismässig gering und der Dampfverbrauch noch ganz erheblich höher als derjenige der Pulsometer ist.

Auf Graf Bismarck IV hat man beim Niederbringen einer Senkmauer bis 10 m Teufe mit sehr gutem Erfolge eine kolbenlose Membran-Dampfpumpe von Haussmann in Burg bei Magdeburg (Fig. 259) benutzt, und es scheint nicht ausgeschlossen, dass derartige Apparate die Pulsometer allmählich verdrängen werden und zwar nicht nur bei der Senkarbeit, sondern auch beim Abteufen von Hand. Die Hauptvorteile der Membran-Dampfpumpen gegenüber den Pulsometern bestehen in der noch grösseren Einfachheit der Konstruktion, sowie darin, dass sie viel seltener versagen. Der Dampfverbrauch ist bei beiden Apparaten ungefähr derselbe, während die Anschaffungskosten bei den Membran-Pumpen geringer sind und bei einer Förderhöhe von 30 m und einer

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1859, Bd. VII, S. 195.

\*\*) Ebenda 1870, Bd. XVIII, B S. 273.

Leistung von 1 bis 2,5 cbm zwischen 900 M. und 2 000 M. schwanken. Als ein Nachteil der Membran-Dampfpumpen im Vergleich zu den Pulsometern muss erwähnt werden, dass erstere weitere Dampf- und Steigrohrleitungen erfordern, da sie nur einfach wirkend sind.



*Fig. 259.*

**Membran-Dampfpumpe von Haussmann.**

Handelt es sich um die Herstellung einer ganz neuen Schachanlage und ist die Mächtigkeit des lockeren Gebirges nicht grösser als etwa 15 m, so dürfte es ganz zweckmässig sein, wenn man, wie dies auf Minister Achenbach I geschehen ist, in geringer Entfernung von dem abzuteufenden Schachte bis zum Mergel einen Brunnen niederbringt und aus diesem die Wasser hebt. Neben dem Wegfall einer Wassergewältigung in dem Senkschachte selbst bietet ein solches Verfahren noch den Vorteil, dass man von vornherein ein gutes Kesselspeisewasser zur Verfügung hat.

Bei Senkarbeiten, die sich bis zu mehr als 30 m Teufe hinab erstrecken, wird es sich empfehlen, wie auf Concordia IV und auf Auguste Victoria I Duplexpumpen anzuwenden, trotzdem diese gegen unreines Wasser ziemlich empfindlich sind und durch dasselbe stark abgenutzt werden. Pulsometer oder Membranpumpen sind hier deshalb nicht am Platze, weil deren Förderhöhe zu gering ist und man daher mehrere Apparate übereinander einbauen müsste, was wegen deren Abhängigkeit voneinander zu grossen Unzuträglichkeiten führen kann.

#### Die Fahrung.

Zur Fahrung dienen bei der geringen Teufe, in welcher die Senkarbeit auf der Sohle zur Ausführung kommt, gewöhnlich Fahrten. Beim Niederbringen der ersten Senkmauern bestanden die Fahrten aus Holz und wurden auf den eingemauerten Einstrichen verlagert. Da aber heute die Einstriche, damit die Schachtscheibe freibleibt, erst nach Beendigung der Senkarbeit oder des Abteufens überhaupt eingebaut werden, so lässt man an der Innenwand der Senkmauer eine Strickleiter aus Drahtseilen oder eine aus einzelnen beweglichen Gliedern bestehende eiserne Fahrt herabhängen. Bei den gusseisernen Senkcylindern wird meist in derselben Weise verfahren, wenngleich hier zuweilen die Fahrten auf provisorisch angebrachte Bühnen gestellt werden, deren Verlagerung auf den Verstärkungsrippen der Tubblings sehr leicht zu bewerkstelligen ist. Doch dürfte sich dies nur da empfehlen, wo mit Sicherheit anzunehmen ist, dass man nicht plötzlich genötigt sein wird, zur Senkarbeit im toten Wasser überzugehen.

Wo, wie auf Rheinpreussen III, die Senkarbeit auf der Sohle in grösserer Teufe stattfindet, wird zwar wie beim Abteufen von Hand das Seil zur Fahrung benutzt, jedoch müssen der bergpolizeilichen Vorschrift entsprechend noch Fahrten vorhanden sein. Dieselben werden am besten so angebracht, dass sie leicht von Tage her ausgebaut werden können. Auf Rheinpreussen III waren die Fahrten von Holz und standen auf Bühnen, welche in Abständen von 8 m an vier senkrecht herabhängenden Seilen befestigt waren. Da diese Einrichtung jedoch ein erhebliches Gewicht besitzt und leicht ins Schwanken gerät, so dürften in derartigen Fällen am Schachtstoss herabhängende eiserne Fahrten mit Schutzgitter und Ausrusitzen vorzuziehen sein, wie sie von Tomson auf Gneisenau, Preussen und Scharnhorst wegen der Gefahr plötzlicher Wasserdurchbrüche beim Abteufen von Hand angewandt worden sind.

Ueber die Wetterführung und Beleuchtung gilt das auf Seite 140—143 Gesagte.

**β) Senkarbeit unter Zurückdrängung der Wasserzuflüsse  
mittelst Pressluft.**

Das Verfahren beim Abteufen im lockeren Gebirge, die Wasser und damit auch das Gebirge selbst mittelst Pressluft an dem Eindringen in das Schachtinnere zu hindern, ist im Ruhrbezirk bis jetzt dreimal zur Anwendung gekommen und zwar bei der Abtreibearbeit auf Rheinpreussen I (1865), bei der Senkarbeit auf Sterkrade (1897) und auf Recklinghausen I/II (1902).

Rheinpreussen I

Ueber die Anwendung von Pressluft beim Abteufen des Schachtes Rheinpreussen I siehe Seite 508 ff.

Sterkrade I.

Auf Sterkrade\*) hatte ein in der Nähe des Schachtpunktes niedergestossenes Bohrloch bis 12 m unter Tage sehr wasserreiche Schichten von Sand, Kies und Geröll durchteuft, durch welche eine Senkmauer niedergebracht werden sollte. Da der erforderliche Dampf für die Hebung der Wasser noch nicht zur Verfügung stand, das Abteufen aber möglichst beschleunigt werden sollte, entschloss man sich, die Wasser mittelst Pressluft im Gebirge zurückzuhalten.

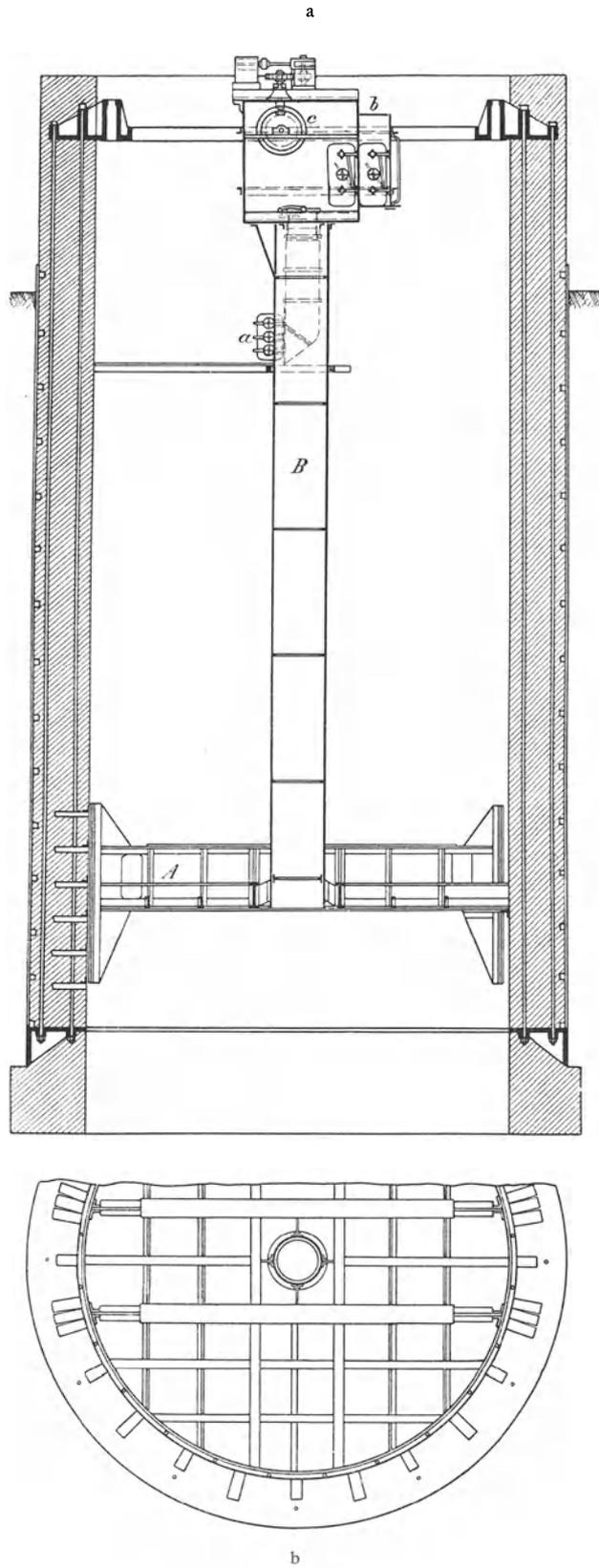
Hierdurch sollten gleichzeitig die bei dem gewöhnlichen Verfahren so häufig auftretenden Durchbrüche des lockeren Gebirges möglichst vermieden werden. Die Arbeiten wurden einem Unternehmer übertragen, welcher sich mit der Herstellung von Unterwasserbauten beschäftigte und dabei eine Luftschleuse benutzte, wie sie ähnlich im Jahre 1893 beim Abteufen zweier Schächte der Productgrube bei Jemappes in Belgien angewandt worden ist\*\*).

Die Einrichtung des Apparates ist in den Figuren 260a und b und 261 zur Anschauung gebracht. In 2,2 m Höhe über dem Schuh der Senkmauer war ein eiserner, durch  $\Gamma$  und  $\perp$  Eisen verstärkter Deckel A fest mit dem Mauerwerk verbunden. In dieses waren mehrere Rahmen aus  $\perp$  Eisen eingelassen, an welchen der Deckel durch Nietten befestigt war. Ueber dem Deckel erhob sich eine aus 2,40 m langen Stücken zusammengesetzte Röhre B von 0,90 m Durchmesser, welche mit dem Niedergehen der Senkmauer verlängert wurde und zur Förderung und Fahrung diente. Die Röhre trug oben die Kammer c mit den Förderhosen a a und der Vorkammer b.

Die Förderhosen waren an ihrem oberen und unteren Ende mit je einer Thüre versehen. In der Hauptkammer c war ein kleiner Haspel

\*) Glückauf 1898, S. 186.

\*\*) Revue univ. 1894, Bd. XXV, S. 109.



*Fig. 260.*

Senkarbeit unter Zurückdrängung der Wasserzuflüsse durch Pressluft.

montiert, welcher durch einen Elektromotor in Bewegung gesetzt wurde. Dieser war auf dem Dache der Kammer verlagert und erhielt seinen Strom von einer in der Nähe des Schachtes stehenden Dynamomaschine. Die Druckluft, welche von einem ebenfalls in der Nähe des Schachtes verlagerten Kompressor erzeugt wurde, gelangte in einem durch den Schleusendeckel geführten Rohre bis unmittelbar vor Ort. In dieses Rohr, welches an seiner Mündung mit einem Rückschlagventil versehen war, hatte man über Tage an der Stelle des Uebergangs aus der wagerechten

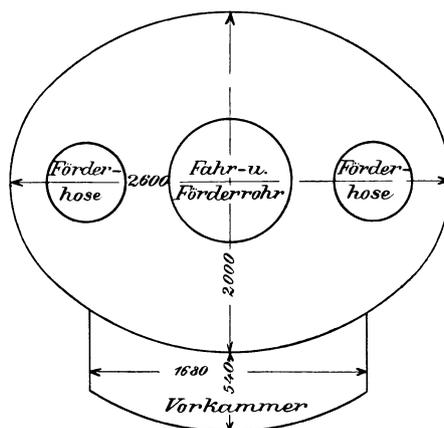


Fig. 261.

Form und Anordnung der Schleuse.

in die senkrechte Richtung einen 2,5 m langen Schlauch eingeschaltet, wodurch ein entsprechendes Sinken der Senkmauer ohne Rohrverlängerung ermöglicht wurde. Eine 20pferdige Lokomobile lieferte die Betriebskraft für die Dynamomaschine und den Kompressor.

Bis 5,3 m Teufe ging das Absinken ohne Anwendung von Pressluft vor sich, da bis dahin die Menge der zuzitenden Wasser noch so gering war, dass diese aus einem neben dem Schachte niedergebrachten Brunnen mittelst einer Handpumpe abgesaugt werden konnten. Als die Zuflüsse aber grösser wurden, liess man die Pressluft in den Apparat eintreten.

Den Einbruch stellte man von nun ab an der Peripherie des Schachtes her, damit der Senkschuh der Sohle immer voraus war und so den Schacht nach aussen möglichst dicht abschloss. Der Druck der Pressluft betrug meist nur 1 Atmosphäre, stieg infolge mangelhafter Regulierung jedoch vorübergehend auf  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären. War genügend Einbruch hergestellt, so fuhren die auf der Sohle arbeitenden Leute aus. Der Druck wurde

sodann bis auf 0,2 Atmosphären ermässigt, worauf die Mauer langsam niedersank. Um das Einsinken zu befördern, wurde der Deckel der Schleuse ausserdem noch 3 bis 4 m hoch mit Wasser belastet.

Die hereingewonnenen Massen wurden in Kübel geladen, mittelst des elektrischen Haspels in dem Förderrohre B hochgezogen und sodann in eine der Förderhosen gestürzt. Sobald diese gefüllt war, schloss man die an ihrem oberen Ende angebrachte Thür und öffnete die untere Thür, sodass der Inhalt auf eine Bühne fiel, von wo er weggeschaufelt wurde. Während der Entleerung der einen Förderhose wurde die andere gefüllt.

Zur Fahrung waren in dem Förderrohr eiserne Sprossen angebracht. Das Ein- und Ausschleusen der Leute geschah in der Vorkammer b, welche zu diesem Zwecke mit zwei luftdicht verschliessbaren Thüren versehen war.

War die Mauer um etwa 2,5 m gesunken, so wurde die Verbindung zwischen der Kammer und dem Förderrohr gelöst, ersteres unter Zuhülfe eines über dem Schachte errichteten Gerüsts emporgewunden und ein neues Rohrstück eingeschaltet. Gleichzeitig wurde das Luftzuführungsrohr verlängert, die Förderbühne verlegt und die Senkmauer erhöht.

Die Anzahl der innerhalb der Schleuse beschäftigten Arbeiter betrug in jeder Schicht sechs. Von diesen arbeiteten vier auf der Sohle und zwei oben in der Kammer. In jeder der drei achtstündigen Schichten fand eine einstündige Pause statt, in der ausgefahren wurde. Ein nachteiliger Einfluss der Pressluft auf die Gesundheit der Leute, welche übrigens schon seit Jahren bei ähnlichen Arbeiten des Unternehmers thätig gewesen waren, konnte nicht festgestellt werden.

Wider Erwarten erreichte man schon bei 9,20 m Teufe festen Thon, setzte das Absinken jedoch, um einen dichten Abschluss zu erhalten, noch bis 13,3 m Teufe fort und unterfing sodann den Senkschuh durch einen Mauerklotz. Als hierauf der Deckel ausgebaut wurde, zeigte sich, dass das Mauerwerk an den Stellen, wo der Deckel befestigt gewesen war, infolge des häufig wechselnden Druckes Risse erhalten hatte. Dieser Uebelstand würde sich künftighin wohl dadurch vermeiden lassen, dass man den Deckel nicht mit dem Mauerwerk, sondern mittelst eines eisernen Blechcylinders mit dem Senkschuh verbände.

Das Niederbringen der Senkmauer hat im ganzen drei Monate gedauert. Zweifellos wäre man rascher und unter Aufwendung geringerer Kosten zum Ziele gelangt, wenn man sich des gewöhnlichen Verfahrens bedient hätte, zumal die durchsunkenen Schichten lange nicht so wasserreich waren, als man anfänglich angenommen hatte.

## Recklinghausen I, Schacht II.

Der Schacht II der Zeche Recklinghausen I musste aus zwingenden Gründen in nächster Nähe von wichtigen Gebäulichkeiten, die zu dem Schacht I gehörten, abgeteuft werden. Hierbei war eine bis etwa 14 m unter Tage reichende Schwimmsandschicht zu durchsinken.

Am 28. Juni 1901 begann man unter Hereingewinnung des lockeren Gebirges durch die Arbeit auf der Sohle mit dem Niederbringen ein r Senkmauer von 6 m Durchmesser. Anfangs ging die Arbeit glatt von statten, obwohl der Schwimmsand sehr dünnflüssig war und nicht unbedeutende Wassermengen, wahrscheinlich von der nahe vorbeifliessenden Emscher herrührend, zusassen. Bei 10 m Teufe fanden sich neben bedeutenden diluvialen Knochenresten vereinzelt grössere Geröllstücke, welche die Arbeit bedeutend erschwerten und ein Abweichen der Senkmauer vom Lote verursachten. Da inzwischen um den Schacht herum erhebliche Tagebrüche entstanden waren, wurde das Abteufen einstweilen eingestellt und das Niederpressen eines gusseisernen Senkcyinders von 5 m Durchmesser beschlossen.

Nachdem man mit dem gusseisernen Senkcyinder unter Anwendung hydraulischer Pressen bis 14 m Teufe gelangt war, setzte derselbe einseitig auf der unregelmässig gestalteten Mergeloberfläche auf und geriet hierdurch ebenfalls etwas aus dem Lote. Ausserdem erfolgten Durchbrüche des Schwimmsandes, durch welche der in der Nähe befindliche Wetterkanal des Schachtes I Beschädigungen erlitt. Der Versuch, den Anschluss an das feste Gebirge mittelst Abtreibearbeit zu bewirken, misslang. Es handelte sich daher um die Frage, ob man einen zweiten gusseisernen Senkcyinder einbauen, zum Gefrierverfahren übergehen oder das Niederbringen des ersten gusseisernen Senkcyinders unter Anwendung von Pressluft fortsetzen sollte. Man entschied sich für letzteres Verfahren und zwar aus folgenden Gründen: Der Einbau eines neuen Senkcyinders hätte den Querschnitt zu sehr verengt und damit die Ausführung der für den Schacht getroffenen Förderdispositionen unmöglich gemacht. Der Uebergang zum Gefrierverfahren schien, da es sich nur noch um wenige Meter handelte, zu kostspielig und zeitraubend. Auch hielt man wegen der vorkommenden Geröllestücke und des Umstandes, dass zur Ausfüllung der rings um den Schacht herum entstandenen Tagebrüche Berge benutzt worden waren, ein senkrechtes Niederbringen der Gefrierbohrlöcher für zweifelhaft. Dagegen sprach für die Anwendung von Pressluft das Vorhandensein zweier leistungsfähiger Luftkompressoren.

Im Anschluss an den Druckring wurde nun die Senkmauer mit einer Luftschleuse (Tafel V) ausgerüstet, deren Hauptteile ein 10 mm starker Eisenblechdeckel und ein auf ihn aufgenieteter Kessel von 1600 mm

Durchmesser und 4 500 mm Höhe bildeten. Letzterer sollte als Vorkammer dienen. Die Befestigung des Druckringes an dem Deckel geschah durch 120 Zwingschrauben, die Abdichtung durch eine 7 mm starke Bleizwischenlage. Unter der Annahme, dass man nötigenfalls bis zu einem Druck von 2 Atm. gehen müsse, hatte der Deckel bei einer Gesamtfläche von 19,62 qm einen Druck von fast 400 000 kg auszuhalten. Ein Teil dieses Druckes wurde durch die Schrauben der Senkmauer aufgenommen; im Uebrigen war unmittelbare Belastung erforderlich. Es wurden daher  $\perp$  Träger nebeneinander auf den Deckel gelegt und diese wiederum durch vorhandene Eisenteile (Tubbings und dergl.) im Gesamtgewichte von etwa 350 000 kg belastet.

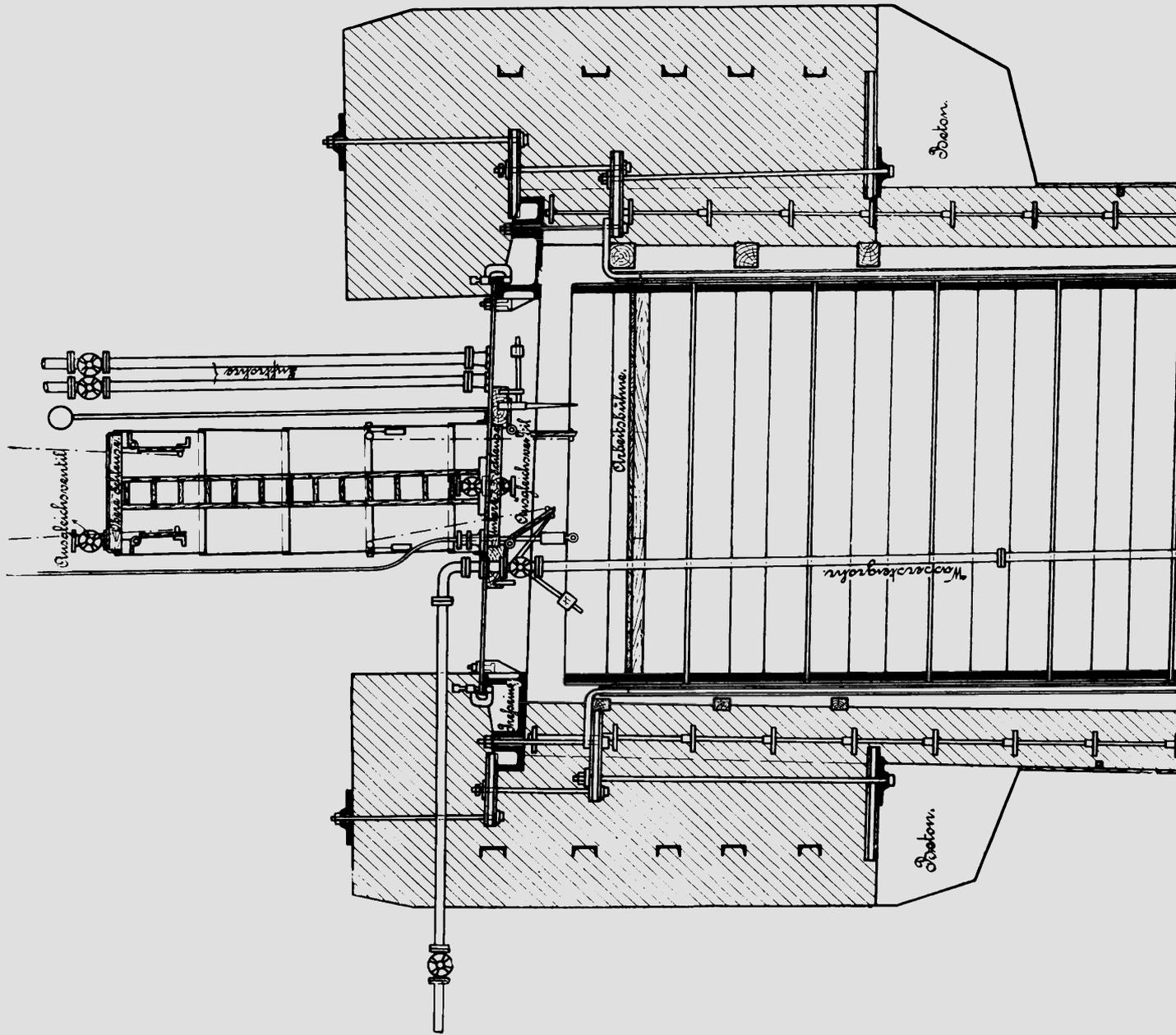
Sowohl im Deckel der Schleuse, wie in dem der Vorkammer waren Oeffnungen angebracht, welche mittelst nach unten aufgehender Klappen geschlossen werden konnten. Die Klappen wurden durch Lederstreifen abgedichtet und waren für den Durchgang des Kübelseiles mit je einer zweiteiligen Rotgussstopfbüchse versehen. Ihre Schliessung erfolgte durch ein Gegengewicht. Der Schachtdeckel war an fünf Stellen durchbohrt. Durch zwei dieser Durchbohrungen führte je eine Luftdruckleitung von 80 mm Durchmesser, während man die dritte mit einer Rohrleitung von ebenfalls 80 mm Durchmesser zum Herausdrücken des Wassers verbunden hatte. Die vierte Durchbohrung trug eine Stopfbüchse, durch welche ein elektrisches Signalkabel geführt wurde, und die fünfte ein Gasrohr von 20 mm Durchmesser, das zur Aufnahme zweier Manometer bestimmt war.

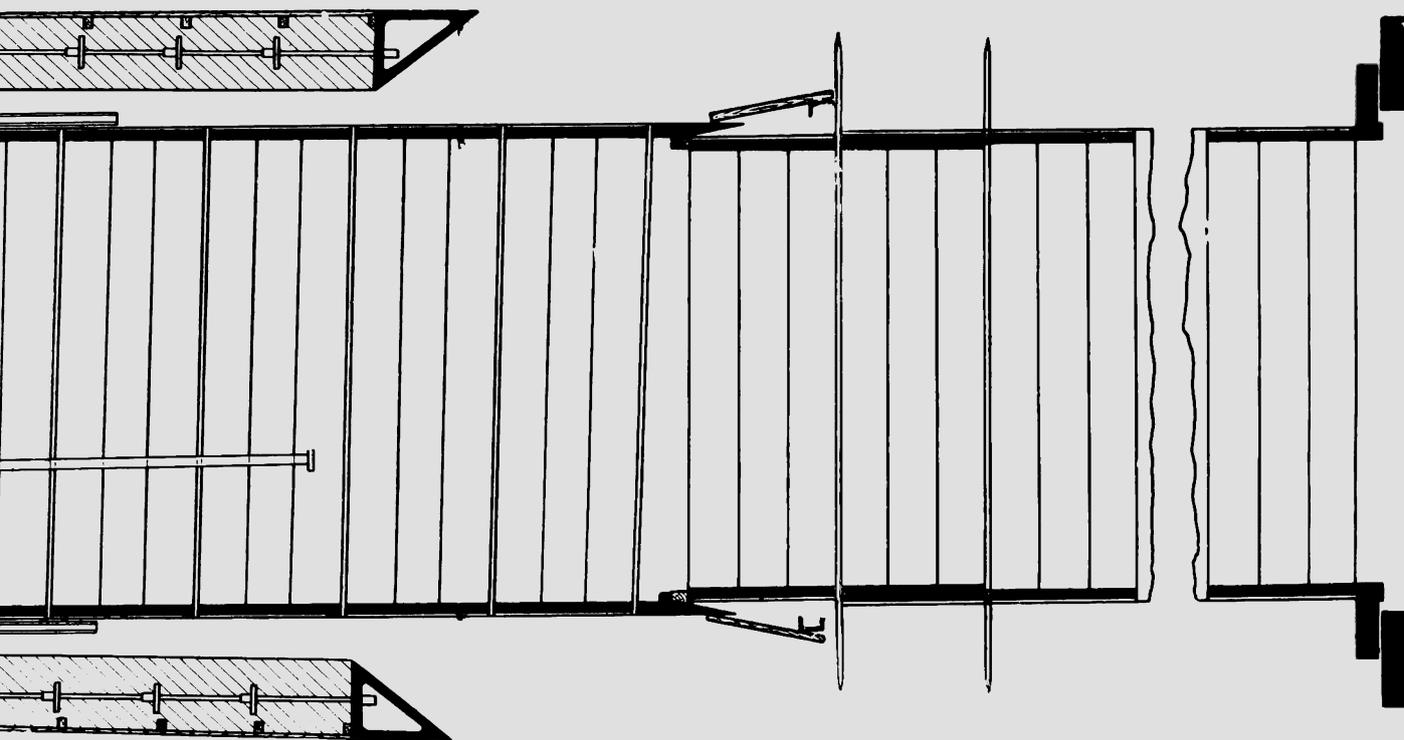
Es ist ohne weiteres klar, dass die Senkmauer, soweit sie keinen erheblichen Gegendruck von aussen erfuhr, nicht im stande sein konnte, dem Innendruck von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Atmosphären zu widerstehen. Sie wurde daher auf der Aussenseite bis zum Wasserspiegel herunter noch durch einen mit Verankerung versehenen Mauerring von etwa 1 m Dicke verstärkt.

Am 18. Januar 1902 liess man die Pressluft in die Schleuse einströmen. Hierbei wurde beobachtet, dass schon bei einem Druck von 0,6 Atmosphären das Wasser zurückzutreten begann. Nach Verlauf von 30 Minuten war der Wasserspiegel um 450 mm gesunken, ohne dass das Ventil des Wassersteigrohres geöffnet gewesen wäre. Gleichzeitig sah man, dass das Mauerwerk stark schwitzte, und dass sich auf der östlichen Seite einige feine Risse in demselben gebildet hatten. Es erschien daher geraten, die Senkmauer noch weiter zu verstärken. Dies geschah durch Vorsetzen eines weiteren Mauerrings von 3 bis 4 Steinen Stärke, in welchen man  $\sqsubset$  Eisenringe einmauerte. Auch wurde die Mauer über den Pressring hinaus noch um etwa 2 m erhöht.

Als man am 27. März 1902 abermals Pressluft einliess, erwies sich die Mauer als dicht. Nach etwa 8 Stunden war die Sumpfung des im Schachte

Senkarbeit unter Zurückdrängung der Wasserzflüsse mittelst Pressluft auf Recklinghausen I/II.





Holzketkranz.

Holzketkranz.

stehenden Wassers beendet, sodass mit der Arbeit auf der Sohle wieder begonnen werden konnte. Der Schwimmsand war anfangs noch etwas flüssig, nach wenigen Stunden aber infolge des allmählichen Zurücktretens des Wassers schon so fest, dass er mit dem Spaten gestochen werden konnte.

Zur Fahrung hatte man hölzerne Fahrten senkrecht in die Vorkammer eingebaut. Aus der Vorkammer kletterten die Leute nach Herstellung des Druckausgleichs bis zu der unter dem Schachtdeckel befindlichen Bühne und sodann auf Fahrten bis zur Schachtsohle hinab. Die Förderung erfolgte in der Weise, dass die gefüllten Kübel zuerst in die Vorkammer und, nachdem dieselbe mit der äusseren Luft verbunden war, bis zur Hängebank emporgezogen wurden. In entsprechender Weise liess man die leeren Kübel wieder bis zur Schachtsohle hinab. Die grösste Förderleistung in der 6 stündigen Schicht betrug 55 Kübel = 30 Förderwagen; das Ein- bzw. Ausschliessen der Leute dauerte 8 bis 12 Minuten.

Trotzdem das Gebirge bis etwa  $\frac{3}{4}$  m unterhalb des Fusses des Senkcyinders hereingewonnen wurde, war es auch unter Anwendung der Pressen nicht möglich den gusseisernen Senkcyinder zum Sinken zu bringen. Man verzog daher die Schachtstösse mit hölzernen Pfählen und stopfte den Raum hinter denselben mit Heu aus. Hierauf wurde der Schacht unter allmählicher Verminderung des Drucks durch Einlassung von Leitungswasser unter Wasser gesetzt.

Nach der Demontage der Schleuse und dem Sumpfen der Wasser zeigte es sich, dass der Abschluss des Schwimmsandes gelungen war. Durch die Verpfändung trat nur verhältnismässig wenig Wasser aus. Das Abteufen wurde nunmehr auf gewöhnliche Weise fortgesetzt und der Schacht hierbei mit Tubblings, die man anfangs noch unterhing, ausgekleidet. Beim Unterhängen des zweiten Tubblingsringes entstand noch ein kleiner Schwimmsanddurchbruch, dessen weiteres Umsichgreifen dadurch verhindert wurde, dass unter dem ersten Ring Bretter horizontal in den Schachtstoss hineingetrieben wurden.

Im allgemeinen dürfte im Ruhrbezirk zu der Anwendung von Pressluft beim Abteufen im lockeren Gebirge keine Veranlassung vorliegen; denn der Druck der Pressluft darf ohne Gefahr für die Arbeiter nicht über mehr als etwa 4 Atmosphären gesteigert werden, sodass das Verfahren nur bis zu einer Teufe von etwa 40 m in Betracht kommt, während erhebliche Schwierigkeiten gewöhnlich erst in grösserer Teufe eintreten. Ausnahmsweise wird das Verfahren jedoch da anzuwenden sein, wo, wie auf Recklinghausen I/II, bei geringer Teufe der Anschluss an das feste Gebirge Schwierigkeiten bereitet und durch Durchbrüche des lockeren Gebirges in der Nähe des Schachtes befindliche Tagesanlagen gefährdet werden.

### b) Die Arbeit im toten Wasser.

Die Arbeit im toten Wasser ist im Ruhrbezirk bei etwa 25 Schächten zur Ausführung gelangt. Von diesen sind Rheinpreussen I, II und III, Deutscher Kaiser I, II, III und IV, Westende II, Neumühl I und II, ver. Gladbeck III, sowie Sterkrade in Betrieb, 5, nämlich Hugo bei Holten, neuer Schacht, Rheinpreussen IV und V, sowie Deutscher Kaiser V und Sterkrade befinden sich noch im Abteufen, während die übrigen, darunter Java I, Medio-Rhein, Ruhr und Rhein, Hugo bei Holten, alter Schacht, sowie Trier I und II, teils schon während des Abteufens, teils erst später (Ruhr und Rhein) aufgegeben worden sind.

Die ersten Schächte, bei welchen das Verfahren zur Anwendung gekommen ist, waren die schon genannten Schächte Java I bei Ruhrort und Medio-Rhein bei Duisburg, welche im Jahre 1856 in Angriff genommen wurden, aber schon zwei Jahre später nach Erreichung einer Teufe von etwa 30 m wieder verlassen werden mussten, weil es nicht gelingen wollte, die Schächte bis zum festen Gebirge niederzubringen.\*) Die grösste Teufe von 175 m wurde bei dem im Jahre 1898 während des Absinkens zu Bruche gegangenen alten Schacht Hugo bei Holten erreicht. Es ist dies, wie bereits früher erwähnt, zugleich derjenige Schacht, welcher überhaupt im Ruhrbezirk bis jetzt am tiefsten mittelst Senkarbeit abgeteuft worden ist.

Die Hereingewinnung des Gebirges geschieht bei der Senkarbeit im toten Wasser mittelst Sackbohrer, Rührbohrer, Greifbagger, Becherwerk, Stossbohrer oder besonders konstruierter Stossapparate.

#### a) Kleiner Sackbohrer.

Der älteste Apparat, welcher aber heute nur noch ausnahmsweise benutzt wird, ist der kleine oder Hand-Sackbohrer. In seiner ursprünglichen Form (Fig. 262) bestand er aus einem hölzernen Schaft mit eiserner Spitze, welcher einen mit einer Schneide versehenen Bügel und an diesem einen Sack aus Leder oder Segeltuch trug. Der Inhalt eines Sackes mass meist 50 bis 100 l. Die Bewegung des Bohrers erfolgte mittelst hölzernen Gestänges und eines einfachen Krückels. Später wurden Schaft und Gestänge aus Eisen hergestellt und für das letztere schmiedeeiserne Rohre von 50 mm lichtigem Durchmesser benutzt. Einen Handsackbohrer mit eisernem Schaft, wie er auf Deutscher Kaiser II und III angewendet worden ist\*\*), zeigt Figur 263.

Meist waren mehrere Apparate gleichzeitig in Betrieb, z. B. auf

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1859, Bd. VII, A S. 71.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 220.

Rheinpreussen I deren 4. Je nach der Teufe und der Beschaffenheit des Gebirges erforderte das Drehen eines Bohrers 2—8 Mann, welche auf einer festen (Rheinpreussen I) oder schwebenden Bühne (Deutscher Kaiser II und III) standen. Nachdem die Säcke gefüllt waren, wurden die Bohrer mittelst Handkabel oder Abteuffördermaschine zu Tage

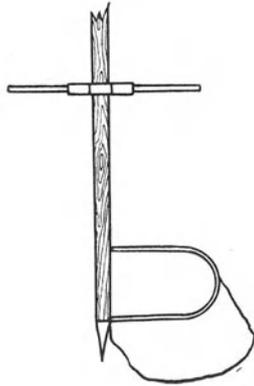


Fig. 262.

Kleiner Sackbohrer mit hölzernem  
Schaft.



Fig. 263.

Kleiner Sackbohrer mit eisernem  
Schaft für Deutscher Kaiser I und II.

gezogen und die Säcke auf der Bühne entleert. Die grösste Teufe, bis zu welcher das lockere Gebirge mit Hülfe von Handsackbohrern hereingewonnen worden ist, beträgt 36 m (Ruhr und Rhein).

#### β) Grosser Sackbohrer.

An die Stelle des Handbetriebs trat bei grösserer Teufe sehr bald derjenige mittelst tierischer Kraft oder Maschinen, und zwar bediente man sich nun nicht mehr einer Anzahl kleiner Bohrer, sondern eines einzigen, dessen Breite ungefähr dem Durchmesser des niederzubringenden Senkcylinders entsprach. Die erste Anwendung eines solchen grossen Sackbohrers finden wir im Jahre 1859 auf Rheinpreussen I und einige Jahre später (1863) auf Ruhr und Rhein\*\*). Der grosse Sackbohrer von Rheinpreussen I (Fig. 264 a—c), welcher später auch bei den Schächten II\*\*\*) und III†) benutzt worden ist, war aus Schmiedeeisen hergestellt und hatte

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 54.

\*\*) Ebenda 1870, Bd. XVIII, B S. 282.

\*\*\*) Ebenda 1875, Bd. XXIII, B S. 240.

†) Ebenda 1896, Bd. XLIV, B S. 160.

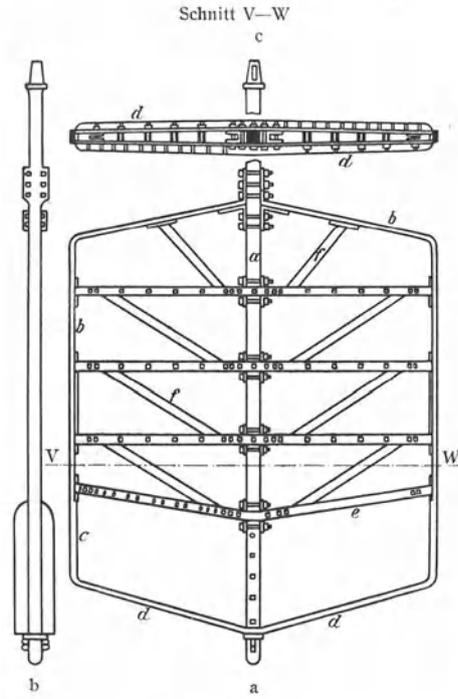


Fig. 264.

Grosser Sackbohrer für Rheinpreussen I.

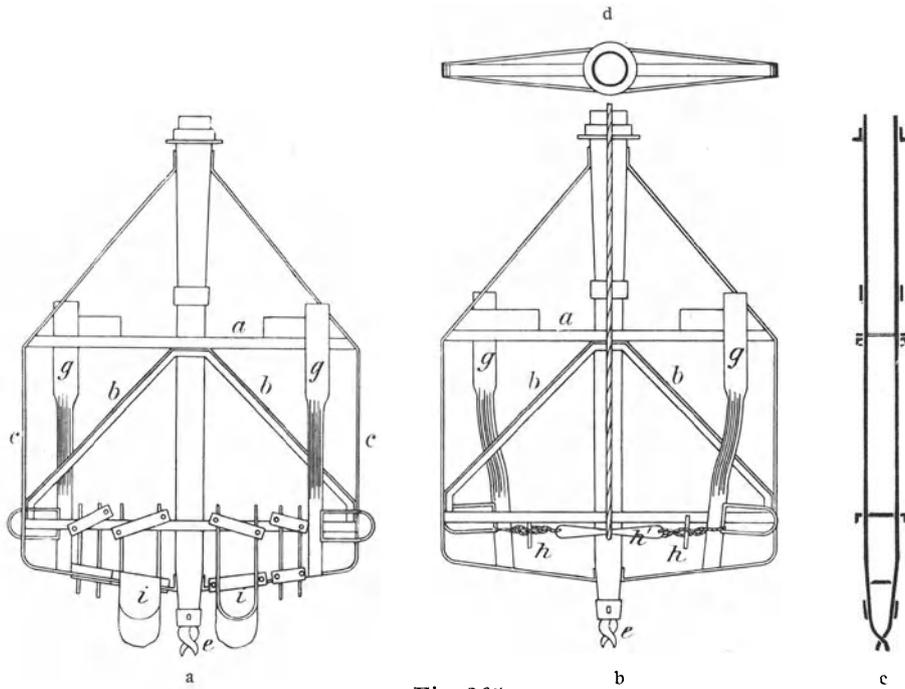


Fig. 265.

Grosser Sackbohrer mit Unterschneide- und Vorbohrmessern für Deutscher Kaiser I.

eine Breite von 4,61 m. An dem aus Quadrateisen von 15 cm Seitenlänge gefertigten Schafte a war der aus Flacheisen gebildete Rahmen b befestigt. Zur Versteifung des Ganzen dienten die doppelten Querstreben e e und die Diagonalstreben ff. Am unteren Teile des Rahmens waren die beiden Gussstahlmesser dd und hinter diesen je ein Sack angebracht, welcher aus Wildleder und Segeltuch bestand und etwa 0,5 cbm fasste. Als man beim Weiterabteufen immer engere Senkcyliner einbauen musste, ver-

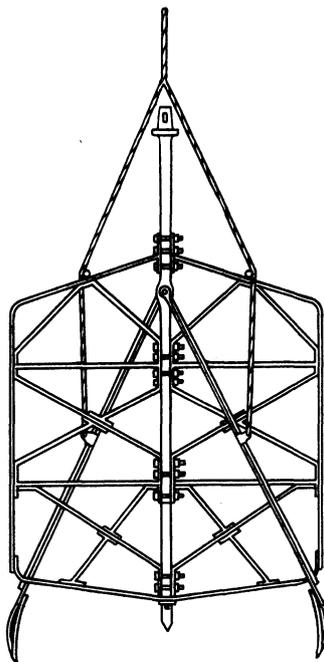


Fig. 266.

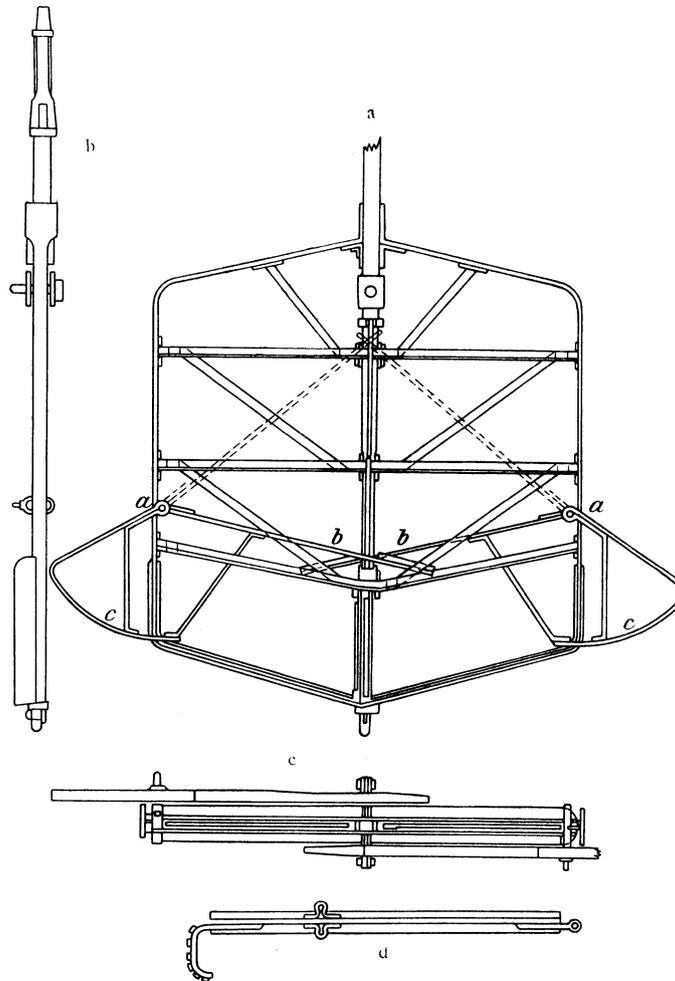
Erweiterungsbohrer für Rheinpreussen I.

wendete man Bohrer von 3,90, dann 3,65 und schliesslich 2,50 m Breite, welche sämtlich ähnlich dem beschriebenen konstruiert waren.

Besonderes Interesse verdient ausserdem der Bohrer von Deutscher Kaiser I\*) (Fig. 265 a—d), weil sich aus ihm der spätere Rührbohrer entwickelt hat. Den Schaft des Bohrers bildeten auf Deutscher Kaiser I ein Rohr aus Schmiedeeisenblech, welches unten mit einer schlangenförmigen stählernen Spitze versehen war. Der Bohrrahmen c wurde gegen den Schaft durch die trapezförmigen Bleche (Schiffe) a a und die Diagonalstreben b b versteift. Die beiden an dem Bohrrahmen und dem Schiff a befestigten Säcke hatten einen Fassungsraum von je 1,5 cbm.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 70.

Zum Unterschneiden des Senkschuhes, wenn die Senkcylinder nicht mehr sinken wollten, benutzte man auf Rheinpreussen I einen sogenannten Erweiterungsbohrer (Fig. 266).\*) Dieser trug lange, mit Messer versehene Arme, welche beim Einlassen des Bohrers zurückgeklappt waren, aber,



*Fig. 267.*

Grosser Sackbohrer mit Unterschneidmessern für Rheinpreussen II.

nachdem der Bohrer die Schachtsohle erreicht hatte, durch Anziehen eines Seiles seitlich hervortraten.

Da die Anwendung besonderer Erweiterungsbohrer sich bald als

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 54.

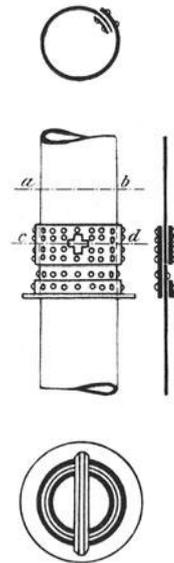
überflüssig erwies, so wurden bei späteren Bohrungen, wenn ein Unterschneiden des Senkschuhs notwendig wurde, die hierzu erforderlichen Messer an dem Sackbohrer selbst angebracht. Auf Rheinpreussen II und III waren diese Unterschneidmesser auf der Unterseite zweier Bügel a a (Fig. 267a—d) und diese Bügel wiederum an den in Zapfen b b drehbaren Hebeln c c befestigt. Letztere waren mit Gewichten beschwert, sodass die Bügel, welche beim Einlassen und Aufholen des Bohrers zurückgeschoben waren, nach aussen hervorrugten, solange der Bohrer sich auf der Schachtsohle befand.



Fig. 268.

Bohrgestänge aus Quadrateisen für Rheinpreussen I, II und III.

Schnitt a—b.



Schnitt c—d.

Fig. 269.

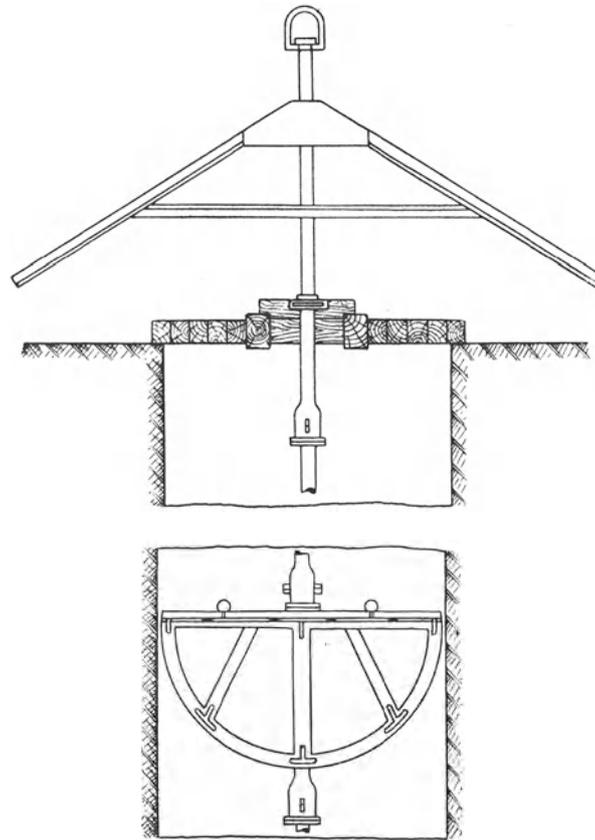
Bohrgestänge für Deutscher Kaiser I.

Auf Deutscher Kaiser I waren die Bügel mit den Unterschneidmessern an den Federbäumen g g (Fig. 266a—c) aus Eschenholz angeschraubt. Diese wurden vor dem Einlassen des Bohrers mit Hilfe des tannenen Riegels h, und der Rödeltaue h h so zusammengezogen, dass die Bügel nicht über den Rahmen hinaus vorstanden. War der Bohrer auf der Sohle angelangt, so riss man die Riegel von Tage aus mittelst eines Seiles durch, worauf die Bügel vorsprangen.

Das Bohrgestänge bestand auf Ruhr und Rhein, Rheinpreussen I, II und III aus Schmiedeeisengestängen von 9 bis 12 cm Seitenlänge des quadratischen Querschnittes (Fig. 268).

Bei den Schächten der Zeche Rheinpreussen betrug die Länge der einzelnen Gestängestücke, welche durch Keilstücke verbunden wurden, etwa 15 m.

Zum Abfangen des Gestänges auf der Bohrbühne mittelst der Abfangscheere, sowie für den Angriff der Fangapparate bei etwaigen



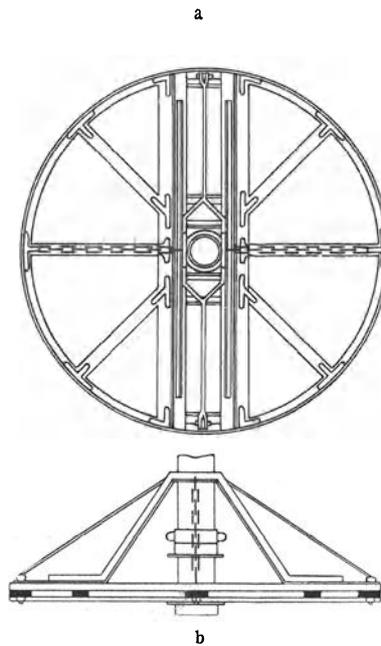
*Fig. 270.*

Pferdegöpel nebst Gestänge und Leitscheibe für Ruhr und Rhein.

Brüchen, war jede Stange mit mehreren Bunden versehen. Die nicht benutzten Stangen hing man an kleine Wagen, welche ähnlich den beim Schachtbohren gebräuchlichen gebaut waren und oben im Schachtturm auf einer Schienenbahn hin und her gefahren werden konnten.

Da das massive Gestänge infolge seiner geringen Torsionsfestigkeit sich vielfach verdrehte und häufig brach, so hat man dasselbe auf Deutscher Kaiser I mit gutem Erfolge aus Röhren von 10 mm starkem

Schmiedeeisenblech hergestellt (Fig. 269). Die einzelnen Röhren waren aus Schüssen von 1,18 m Länge zusammengenietet, 9,5 m lang und hatten einen lichten Durchmesser von 320 mm. Ihre Verbindung geschah vermittelst Kreuzkeile in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise. Am oberen Ende eines jeden Gestängestückes war zum Abfangen ein Winkel-eisenring angenietet. Beim Ausbau wurden die Röhren auf je zwei kleine auf Schienen laufende Wagen gelegt und seitlich des Schachtes verlagert. Ein ähnliches Gestänge ist auf Westende II benutzt worden.



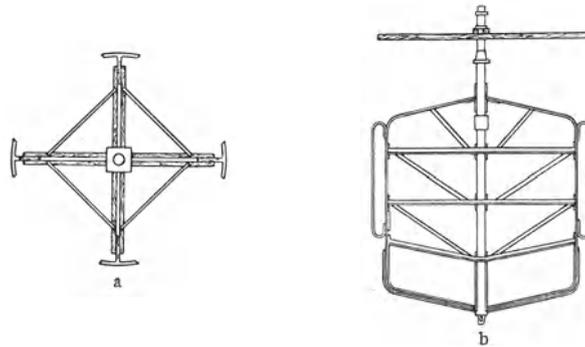
*Fig. 271.*

**Leitscheibe für das Bohrgestänge von Deutscher Kaiser I.**

Zur Führung sowohl des massiven wie des Röhrengestänges dienten Leitscheiben, welche aus Gerippen von Holz und Schmiedeeisen bestanden und in Abständen von 20 bis 30 m über dasselbe geschoben wurden. Auf Ruhr und Rhein (Fig. 270) und Deutscher Kaiser I (Fig. 271 a und b) wurden diese Leitscheiben vor dem Durchgang durch die Bohrbühne in der Mitte zusammengeklappt, während man auf Rheinpreussen III nur die Enden umlegte (Fig. 272 a und b).

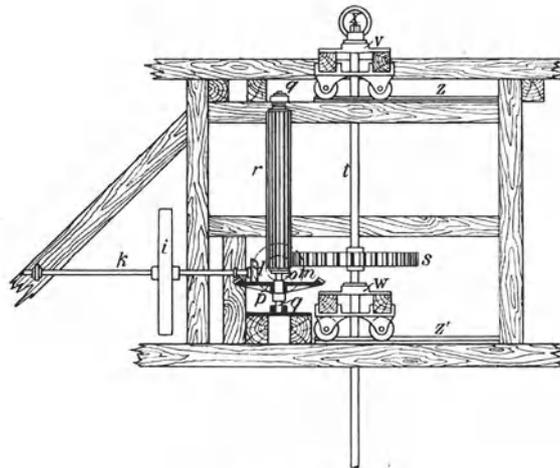
Auf Ruhr und Rhein wurde der Bohrer durch Pferde und auf Deutscher Kaiser I durch Ochsen bewegt. Es geschah dies mit Hilfe eines zweiarmigen Göpels (Fig. 270), der am oberen Ende des Gestänges

angriff. Um zu vermeiden, dass der Bohrer zu tief in das lockere Gebirge einsank, hatte man das Gestänge mittelst eines Wirbels an ein Seil angeschlagen, welches um die Trommel eines Dampfkabels gewickelt war und



*Fig. 272.*

Leitscheibe für das Bohrgestänge von Rheinpreussen III.



*Fig. 273.*

Bohrvorrichtung für die Arbeit mit dem grossen Sackbohrer auf Rheinpreussen I.

mit dem Fortschreiten der Senkarbeit allmählich nachgelassen wurde. Zum Ein- und Ausbau des Gestänges wurde ebenfalls das Dampfkabel benutzt.

Bei dem maschinellen Betriebe auf Rheinpreussen I gelangte zum Drehen des Bohrers eine seitlich des Schachtes verlagerte 18 pferdige Dampfmaschine zur Verwendung, welche bei einem früheren Versuche

auf der Sohle abzuteufen, zur Förderung gedient hatte. Die Kraft derselben wurde mittelst Riemen auf die Scheibe *i* bzw. die im Schachtgerüste verlagerte Welle *k* (Fig. 273) und von dieser durch zwei konische Räderpaare *l, m* und *o, p* auf die 2,5 m lange gezahnte Welle *r* übertragen. Die Welle *r* setzte das Treibrad *s* und mit diesem die Bohrspindel *t* in Bewegung, welche in den Lagern *v* und *w* geführt wurde und

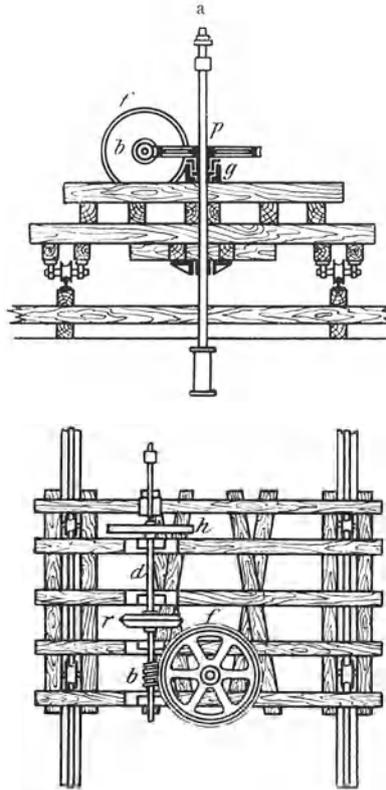


Fig. 274.

Einrichtung für die Arbeit mit dem grossen Sackbohrer auf Rheinpreussen III.

am unteren Ende das Gestänge trug. Die grosse Länge der gezahnten Stange *r* ermöglichte es, dass sich das Treibrad mit dem Gestänge etwa 2 m abwärts bewegen konnte, bis eine Verlängerung des letzteren notwendig wurde. Die Lager *v* und *w* der Bohrspindel sassen auf kleinen Wagen und wurden beim Ein- und Ausbau des Gestänges auf den Schienenbahnen *z* und *z*<sub>1</sub> nebst der Bohrspindel zur Seite geschoben.

Die im Vorstehenden beschriebene Anordnung der Bohrvorrichtung beim maschinellen Betrieb ist später (Rheinpreussen II und III, West-

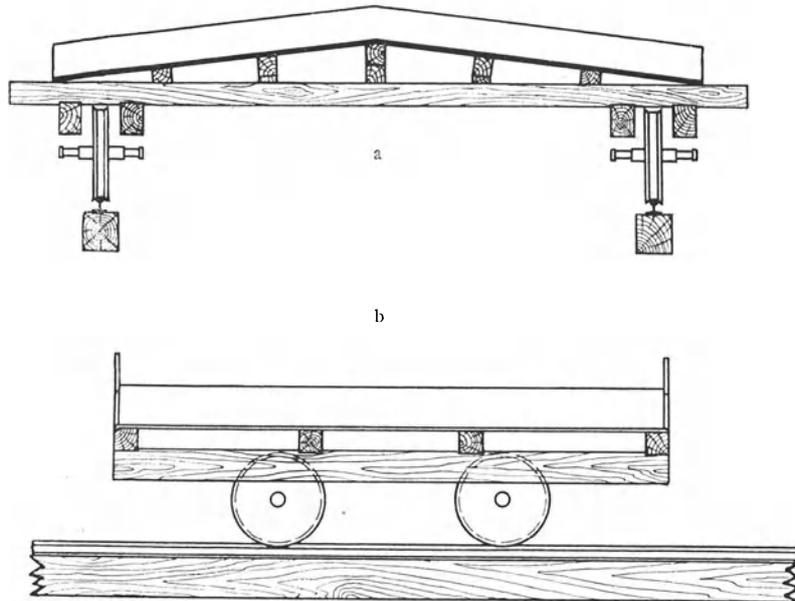
ende II) wesentlich verbessert worden. Von der festen Verlagerung im Schachtgerüste ging man zu einer solchen auf einem vierräderigen Wagen (Fig. 274a und b) über, dessen Gestell aus einer vierfachen Balkenlage von Tannenholz bestand. Der Wagen war 4 m breit und 6 m lang und wurde auf einem Schienengleise von 5 m Spurweite über den Schacht gefahren. Statt des Treibrades bewegte sich nunmehr beim Vorrücken der Senkarbeit die Bohrspindel abwärts. Der Wagen trug die topfartige Hülse g (Fig. 274a), welche als Lager für das Treibrad f diente. Dieses war mit einer vierkantigen Oeffnung für den Durchgang der zum Teil ebenfalls vierkantigen Bohrspindel p versehen. Die Drehung des Treibrades erfolgte durch die Stahlschnecke b, welche auf der mit der Reibungskuppelung r (Fig. 274b) ausgerüsteten Achse d sass und durch die Riemenscheibe h angetrieben wurde. Zum Nachlassen des Gestänges während des Bohrens, sowie zum Ein- und Ausbau desselben wurde ein Dampfkabel benutzt.

Die Antriebsmaschine für die Bohrvorrichtung war auf Rheinpreussen II und III im Schachtgerüste verlagert, um sie so nach Möglichkeit den Einwirkungen von Bodenbewegungen zu entziehen. Da eine derartige Verlagerung aber nicht fest genug ist und unangenehme Schwankungen des Bohrgerüstes verursacht, hat man auf Westende II die Maschine wie auf Rheinpreussen I seitlich des Schachtes aufgestellt.

Der maschinelle Betrieb hat gegenüber demjenigen mittelst tierischer Kraft den Vorteil, dass er billiger und mit weniger Unbequemlichkeiten verbunden ist. Durch die Anwendung tierischer Kraft beabsichtigte man früher Brüche an Bohrer und Gestänge nach Möglichkeit zu vermeiden, da die Tiere anhielten, wenn sich dem Bohrer ein grösseres Hindernis entgegenstellte. Man hat jedoch gefunden, dass beim maschinellen Betrieb die Sicherheit keineswegs geringer ist. Ja, es hat sich sogar gezeigt, dass nicht einmal die Einschaltung einer Reibungskuppelung notwendig ist, da die Bohrvorrichtung beim Auftreten eines Hindernisses dadurch ausser Thätigkeit gesetzt wird, dass der Riemen, mit dem die Vorrichtung angetrieben wird, herunterfällt.

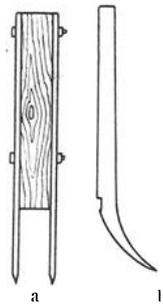
Die Bohrarbeit ging gewöhnlich in der Weise vor sich, dass man nach einem Fortschritt von etwa 15 bis 20 cm den Bohrer aufholte und die Säcke entleerte. Die Anzahl der Züge betrug in 24 Stunden bei günstigem Gebirge durchschnittlich 7 bis 8 und ausnahmsweise bis zu 16, sank aber in sehr zähem Thon auf 1 bis 2 herunter. Das Einlassen und Aufholen des Bohrers dauerte bei einer Teufe von 20 bis 120 m je etwa 10 Minuten bis eine Stunde, auf Rheinpreussen III beispielsweise bei 56 bis 81 m Teufe durchschnittlich 35 Minuten. Zur Aufnahme der in den Säcken zu Tage geförderten Berge diente auf Rheinpreussen I und II und Westende II ein Wagen mit niedrigem Gestell (Fig. 275 a und b), welcher auf die Schienen für den Bohrwagen unter den Bohrwagen geschoben wurde.

Wurde das Vorrücken des Bohrers dadurch gehindert, dass das Gebirge Einlagerungen von grossen Geröllstücken oder Schwefelkiesknollen enthielt, so entfernte man zeitweise die grossen an dem Bohrer befestigten



*Fig. 275.*

Bergewagen für die Arbeit mit dem grossen Sackbohrer auf Rheinpreussen III.



*Fig. 276.*

Kratzeisen zur Befestigung an dem grossen Sackbohrer auf Deutscher Kaiser I.

Säcke und brachte an deren Stelle bügelartig geformte Vorbohrmesser mit kleinen Säcken *i* (Fig. 265 a) oder Kratzeisen (Fig. 276 a und b) an.

Wenn das Ausbohren des Gebirges im Innern des Senkcyinders nicht mehr genügte, um denselben zum Sinken zu bringen, so wurde der Sack-

schuh unterschritten. Bevor dies geschah, ward jedoch mit dem Sackbohrer in gewöhnlicher Weise noch etwa 1 bis 2 m, manchmal auch bis zu 5 m tief vorgebohrt. Das Unterschneiden begann sodann auf der Sohle des Schachtes und wurde durch wiederholtes langsames Heben des Bohrers bis zum Senkschuh fortgesetzt, nachdem jedesmal die Unterschneidmesser etwas weitergestellt worden waren. War das Festsitzen des Senkcylinders dadurch verursacht, dass ein grösserer Stein unter demselben sass, so fiel dieser beim Unterschneiden gewöhnlich in das Schachtinnere und wurde hierauf mittelst des Sackbohrers zu Tage geholt.

Die Belegschaft bestand aus 20 bis 26 Mann, welche sich auf zwei zwölfstündige Schichten verteilten.

Der Bohrfortschritt im Monat betrug, wenn keine grösseren Störungen eintraten, in festem Thon etwa 2 bis 3 m und stieg in weichem Thon und Schwimmsand bis auf 12 m. Aus den Angaben in Tabelle 41 ergibt sich ein Durchschnitt von 5,5 m.

Tabelle 41.

S c h a c h t	Teufe in m		Beschaffenheit des Gebirges	Durchschnittlicher Fortschritt im Monat nach Abzug längerer Stillstände m
	von	bis		
Rheinpreussen I . . .	25	85	thoniger Sand und zäher Thon	3,4
Deutscher Kaiser I . .	58	75	sandiger Mergel und Schwimmsand	5,0
Ruhr und Rhein . . .	31	78	zum grössten Teile Schwimmsand, teilweise auch zäher Thon	5,9
Rheinpreussen III . .	56	81	Schwimmsand mit eingelagerten Thonschichten	10,0
Deutscher Kaiser I . .	9	58	Kies, Schwimmsand und sandiger Thon	12,0

Die grösste Teufe von 127,5 m wurde mittelst des grossen Sackbohrers auf Rheinpreussen II erreicht.

### γ) Rührbohrer.

Bei der Anwendung des grossen Sackbohrers bereitete es oft grosse Schwierigkeiten, grössere Geröllstücke oder Thon- und Sandmassen, die sich zu grossen Klumpen zusammengeballt hatten, mit den Säcken zu fassen. Auf Deutscher Kaiser II und III (1889) ging man daher dazu über, die Säcke ganz wegzulassen und den Bohrer, der als Rührbohrer bezeichnet werden kann, nur noch zur Hereingewinnung des lockeren Gebirges zu benutzen, das Herausfördern des letzteren aber mit einem anderen, hierzu geeigneteren Apparate, dem Pristmanschen Greifbagger (Fig. 285 a—e, S. 395), zu bewirken. Hierdurch wurde ausserdem eine nicht unerhebliche Zeitersparnis erzielt, da die Geschwindigkeit beim Aufholen des lockeren Gebirges mittelst des an einem Seile bewegten Greifbaggers eine viel grössere, als beim Herausfördern des Gebirges mittelst des Sackbohrers ist. Zudem konnten nun jedesmal etwa 40 cm abgebohrt werden, bis Gestänge und Bohrer ausgebaut werden mussten, während deren Ausbau früher, wie erwähnt, schon nach einem Fortschritt von etwa 15 bis 20 cm notwendig war.

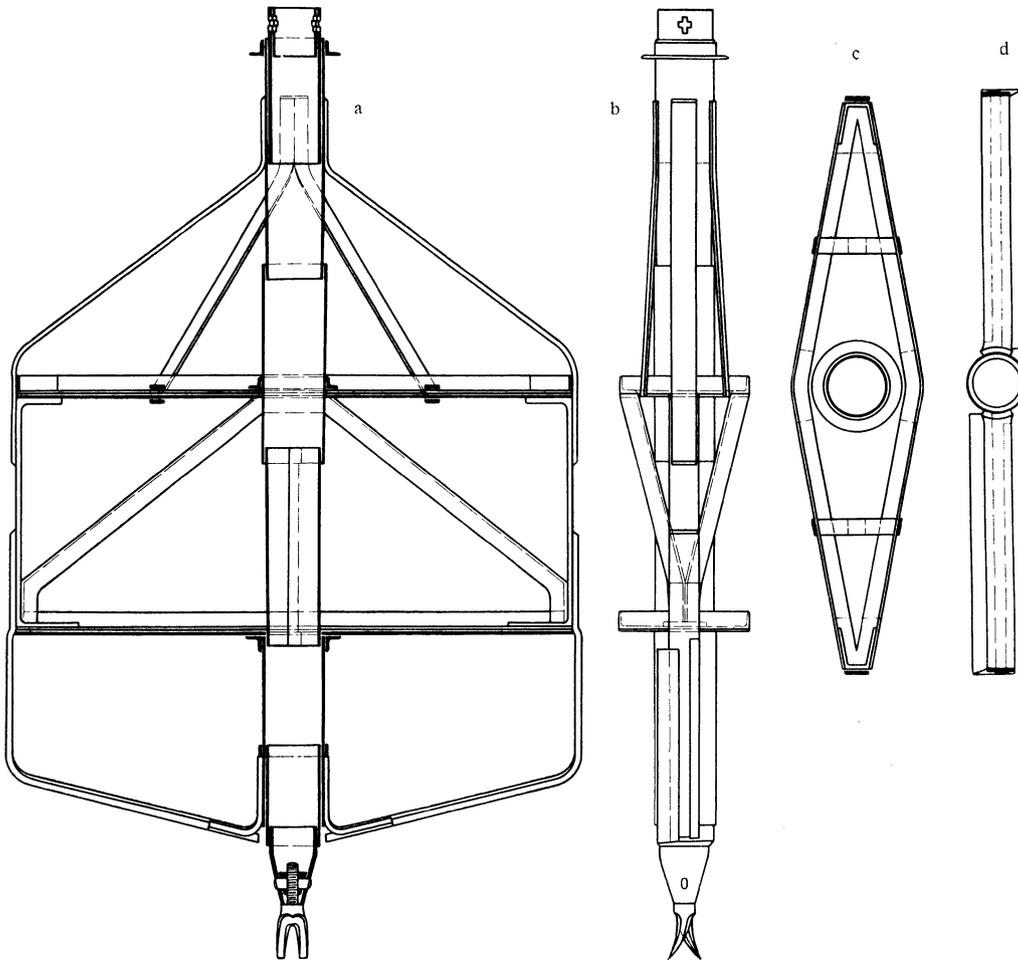
Ein weiterer Vorteil des Verfahrens war schliesslich der Wegfall häufiger Reparaturen an den Bohrsäcken.

Der Bohrer von Deutscher Kaiser II und III\*), welcher aus dem Sackbohrer des Schachtes I dieser Zeche (vergl. Fig. 265 a—c, Seite 374) hervorgegangen ist, findet sich in Figur 277 a—d abgebildet. Der in der Mitte 4,7 m hohe Rahmen war aus 180 bis 200 mm breitem Flacheisen hergestellt, dessen Stärke im oberen Teile 35 und im unteren 50 mm betrug. Am unteren Teile waren die Gussstahlmesser angebracht. Der Schaft hatte eine Länge von 9,5 m und einen äusseren Durchmesser von 404 bis 420 mm. Die Horizontalversteifungen (Schiffe) waren in der Mitte 0,90 m breit und aus Winkel- und Flacheisen zusammengesetzt. Ausser ihnen dienten zur Versteifung des Ganzen Diagonalstreben aus Flacheisen und Winkeleisen. Die Breite des Bohrers betrug 4,60 m und das Gewicht 3 700 kg.

Das Gestänge (Fig. 278) war ähnlich dem für Deutscher Kaiser I konstruiert und bestand aus 9,5 m langen Röhren von dem Durchmesser des Bohrschaftes und 8 mm Wandstärke. Es wog je laufendes Meter 122 kg. Neben den 9,5 m langen Stücken waren noch Verlängerungsstücke von 5,70; 4,00; 3,80; 2,80; 1,90 und 0,90 m Länge vorhanden. Als Leitscheiben dienten hölzerne Balkenkreuze (Fig. 279), welche mit Ketten versehen und aussen mit Flacheisen beschlagen waren. Vor dem Durchgange durch die Bohrbühne wurden die Ketten gelöst und die Balken soweit gedreht, bis sie parallel übereinanderlagen.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 220.

Für die Bohrvorrichtung wurde dieselbe Konstruktion wie auf Rheinpreussen gewählt (vergl. Fig. 274). Das Uebersetzungsverhältnis zwischen Treibrad und Schnecke war 1:50. Die 160 mm starke Bohrspindel war etwa 4 m lang und hatte im unteren Teile kreisrunden und im oberen



*Fig. 277.*

Rührbohrer für Deutscher Kaiser II und III.

Teile für die Bewegung in dem Treibrade auf 2,20 m Länge quadratischen Querschnitt. Die Verbindung der Spindel mit dem Gestänge geschah in der aus Figur 274a ersichtlichen Weise. Der Wirbel f, an welchem das Kabelleil befestigt war, drehte sich auf Stahlkugeln (Fig. 280), eine Ein-

richtung, die sich auch schon bei dem Pferdegöpel auf Deutscher Kaiser I (Fig. 270) bewährt hatte.

Das Dampfkabel, an welchem der Bohrer während des Bohrens hing, und welches ausserdem zum Einlassen und Aufholen des Bohrers, sowie

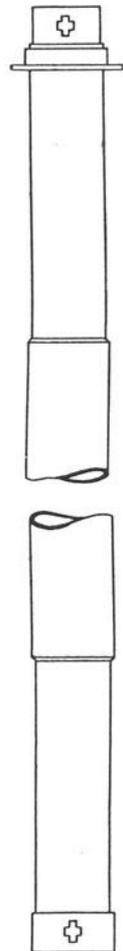


Fig. 278.  
Bohrgestänge für  
Deutscher Kaiser II und III.

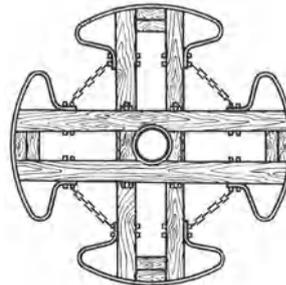


Fig. 279.  
Leitscheibe für das Bohrgestänge von Deutscher Kaiser  
II und III.

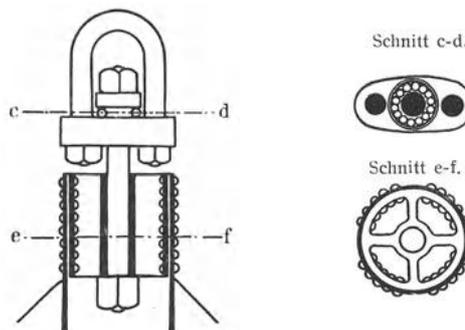
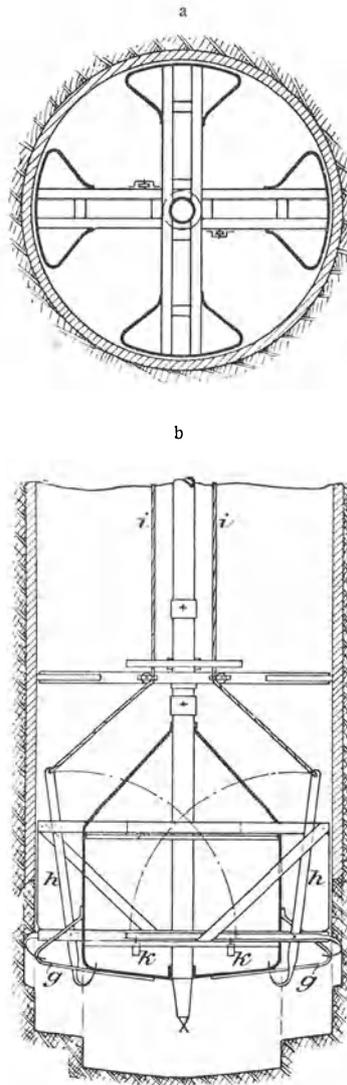


Fig. 280.  
Wirbel mit Kugellager.

zur Bewegung des Greifbaggers diente, hatte bei beiden Schächten eine Tragfähigkeit von 30 000 kg. Als Antriebsmaschine wurde auf Schacht II eine Fördermaschine von 200 PS, welche später auch beim Abteufen auf der Sohle Verwendung finden sollte, und auf Schacht III eine Lokomobile

von 50 PS benutzt. Die Uebertragung der Kraft auf die im Schachtgerüste verlagerte Transmissionswelle erfolgte im ersteren Falle mittelst

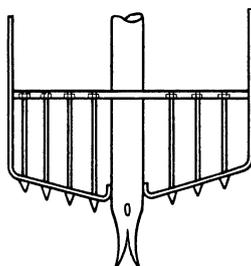


*Fig. 281.*

Rührbohrer für deutscher Kaiser II und III mit  
Erweiterungs- und Unterschneidemessern.

eines Seiles, das um die eine der beiden Seiltrommeln geschlungen war, in letzterem Falle mittelst Riemen. Der Kraftbedarf betrug je nach der Teufe und der Festigkeit des Gebirges 20 bis 50 PS.

Bei der Bohrarbeit in dem meist thonigen Gebirge wurde gewöhnlich zuerst ein 3 m tiefer Einbruch hergestellt. Nachdem sodann an dem Bohrer zwei Erweiterungsmesser *g* (Fig. 281 a und b) angebracht waren, wurde der Einbruch bis zum lichten Durchmesser des Senkcylinders erweitert. Sank der Cylinder hierauf nicht nach, so wurde der Bohrer mit einer hölzernen Führung versehen, an dieser die beiden Unterscheidmesser *h* befestigt und der Senkschuh unterschritten. Die Messer wurden beim Einlassen des Bohrers durch die Seile *i* im Schachtinnern zurückgehalten, traten aber, wenn der Bohrer auf der Sohle angelangt war, durch Nachlassen der Seile, sowie durch die Wirkung der Gewichte *k* nach



*Fig. 282.*

Vorbohrer für Deutscher Kaiser II und III.

aussen hervor. Wenn Einlagerungen in dem Gebirge vorkamen, wurden wie auf Schacht I Vorbohrmesser angebracht. War das Gebirge besonders widerstandsfähig, so wandte man vor dem Rührbohrer von 4 m noch einen Vorbohrer von 2 m Breite an, welcher ausser den Bohrschneiden noch Zähne trug (Fig. 282).

Etwa zweimal am Tage wurde der Bohrer aufgeholt und das losgeschnittene und aufgelockerte Gebirge mittelst des Greifbaggers zu Tage gefördert. Hier wurde dasselbe in einen Bergewagen gestürzt, welcher dem auf Rheinpreussen III benutzten (vergl. S. 383) ähnlich war. Das Einlassen und Aufholen des Bohrers dauerte zusammen im Durchschnitt jedesmal etwa zwei Stunden und die Greiferarbeit eine bis zwei Stunden. Auf die beschriebene Weise fand die Hereingewinnung des lockeren Gebirges auf Schacht II von 15 bis 116 m Teufe und auf Schacht III von 15 bis 76 m Teufe statt.

Es wurde in zwei zwölfstündigen Schichten gearbeitet. Die Belegschaft bestand in beiden Fällen aus je 20 Mann und setzte sich folgendermassen zusammen:

2 × 5 Mann auf der Hängebank  
 2 × 2 Maschinenführer  
 2 × 1 Heizer  
     2 Handwerker  
     2 sonstige Arbeiter

---

Zusammen 20 Mann.

Die Kosten sämtlicher Einrichtungen und Apparate für das Durchteufen des lockeren Gebirges betragen auf Deutscher Kaiser II 122 557 M. und Deutscher Kaiser III 128 086 M. Für den ersteren Schacht sind die Kosten nachstehend einzeln aufgeführt:

1. Bohrthurm nebst Fundamentierung . . . . .	10 500 M.
2. Ein Bohrwagen nebst Riemenscheiben und sonstigem Zubehör . . . . .	6 000 »
3. Zwei Sackbohrer nebst Erweiterungs- und Unterschneidemessern . . . . .	6 000 »
4. Gestänge . . . . .	5 164 »
5. Ein Greifbagger . . . . .	2 400 »
6. Ein Bergewagen . . . . .	2 000 »
7. Antriebsmaschine nebst Fundamentierung und Gebäude . . . . .	16 000 »
8. Dampfkabel nebst Fundamentierung und Ge- bäude . . . . .	10 000 »
9. Zwei Dampfkessel nebst allem Zubehör . . . . .	33 000 »
10. Werkstätten und Kaue . . . . .	8 000 »
11. Verschiedenes . . . . .	23 487 »

---

Zusammen 122 551 M.

Das Verfahren ist später auch auf Neumühl I bis 29 m Teufe und auf Deutscher Kaiser IV von 30 bis 58 m Teufe zur Anwendung gekommen. Ebenso hat man auf Rheinpreussen III beim Bohren mit dem Sackbohrer von 39 bis 56 m Teufe die Säcke weggelassen und das Gebirge mittelst des Greifbaggers zu Tage gefördert. Merkwürdigerweise wurden daselbst die Säcke aber an dem Bohrer wieder befestigt, als das Gebirge grössere Widerstandsfähigkeit zeigte.

Der Bohrfortschritt im Monat bei den verschiedenen Schächten schwankte je nach der Festigkeit des Gebirges zwischen 4 und 14 m und betrug im Durchschnitt 6,7 m, das ist über 1 m mehr als bei der Arbeit mit dem Sackbohrer. Näheres geht aus den Angaben in Tabelle 42 hervor.

Tabelle 42.

Schacht	Teufe in m		Beschaffenheit des Gebirges	Durchschnittlicher Fortschritt im Monat nach Abzug längerer Stillstände m
	von	bis		
Deutscher Kaiser II . .	95	116	sandiger Mergel . . .	4,0
Neumühl I . . . . .	3	29	Kies, Sand und zäher Thon . . . . .	6,0
Deutscher Kaiser II	43	95	Schwimmsand und zäher Thon, teilweise auch sandiger Mergel . . . . .	6,5
Deutscher Kaiser III	9	49	Sand, Lehm und sandiger Thon . . . . .	7,0
» » III	49	67	Schwimmsand und sandiger Thon . . .	7,5
» » IV	30	58	Sandiger Thon . . . .	8,0
Rheinpreussen III . .	39	56	Schwimmsand mit wenigen Thonschichten . . . . .	14,0

Um dem Uebelstand zu begegnen, dass der Bohrer vor dem Zutagefördern des lockeren Gebirges ausgebaut werden muss, beabsichtigte der Direktor Jakobi der Gute Hoffnungshütte, den Bohrschlamm im Innern des Gestänges mit Hilfe eines Schlammloffels zu Tage zu heben. Die erforderlichen Einrichtungen waren für Hugo bei Holten, alter Schacht, beschafft worden, sind aber nicht zur Anwendung gelangt, weil mit der Hereingewinnung des lockeren Gebirges durch den Greifbagger so günstige Erfahrungen gemacht wurden, dass der Uebergang zu einem anderen Verfahren nicht zweckmässig erschien.

Der 7 m hohe und 4 m breite Bohrer (D. R. P. No. 95 941), welcher ein Gewicht von 5 000 kg besitzt, trägt die beiden Bügel B (Fig. 283 a—e), welche unten in eine Schneide übergehen. Zur Hereingewinnung des Gebirges dienen ausser diesen Schneiden 4 Messer M und 12 Messer S. Die Leitschaufeln L befördern den Bohrschlamm in die durch die Bohrkronen K im Mittelpunkt des Schachtes erzeugte Vertiefung. Von

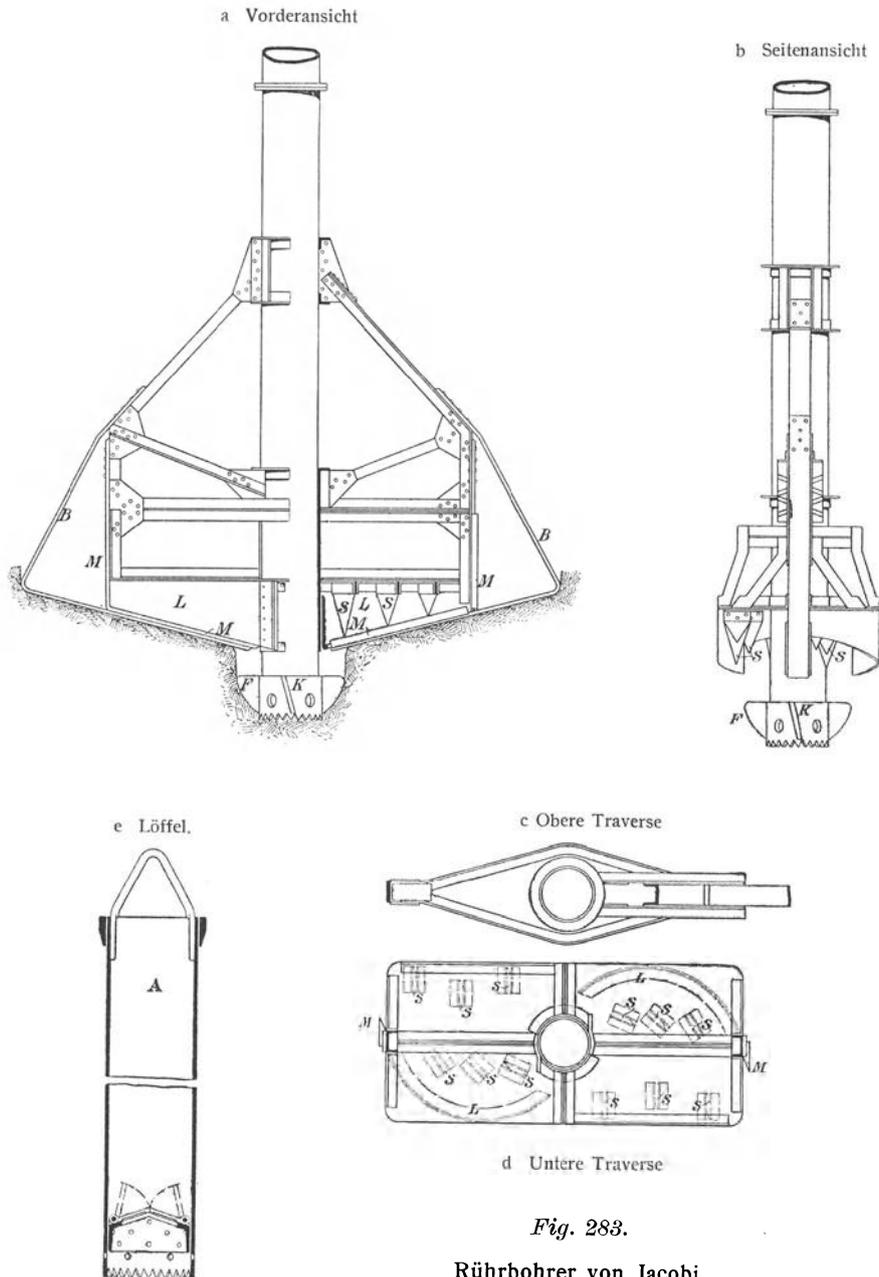
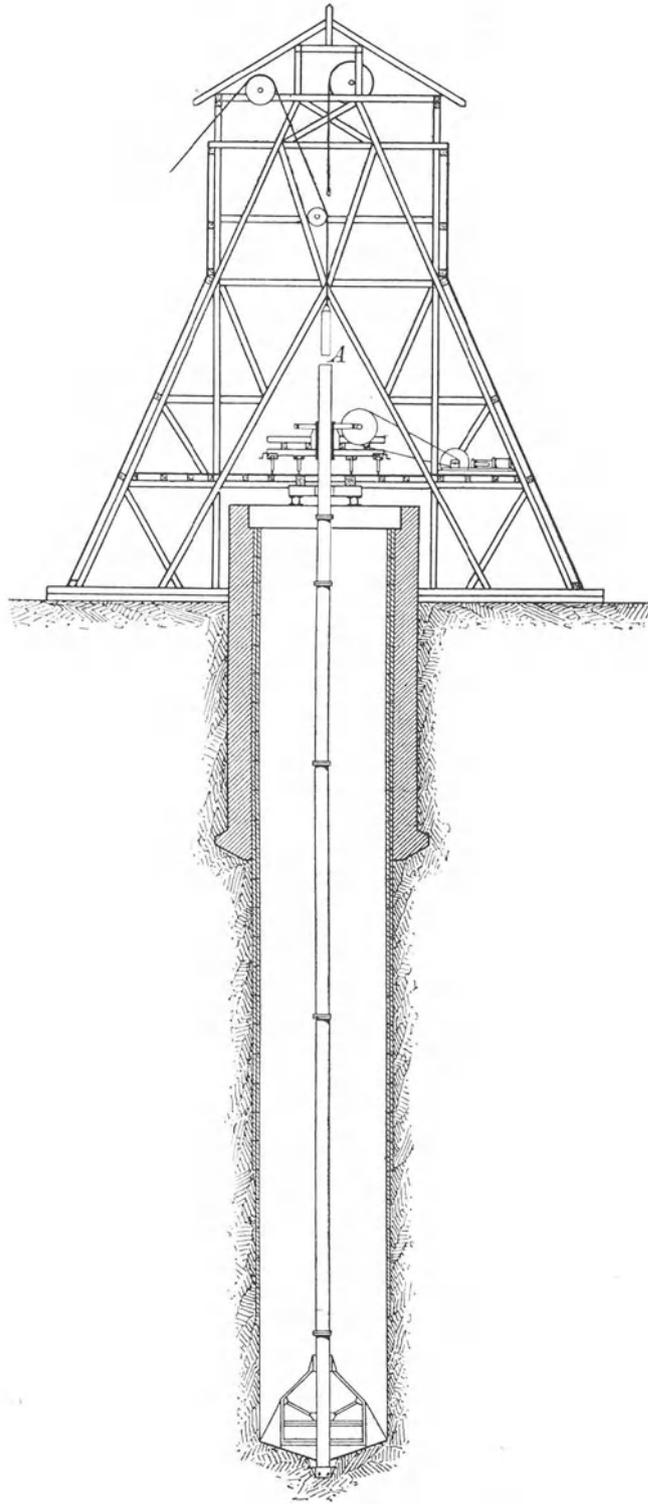


Fig. 283.

Rührbohrer von Jacobi.

hier gelangt der Schlamm sodann mit Hilfe der Flügel F durch Löcher in das Innere des hohlen Bohrschaftes. Der Bohrer hängt an einem schmiedeeisernen Röhrengestänge von 600 mm lichter Weite und 10 bis 15 mm Wandstärke, dessen Gewicht durchschnittlich 170 kg je



*Fig. 284.*

Einrichtungen für die Arbeit mit dem Rührbohrer von Jacobi.

laufendes Meter beträgt. Die Bohrvorrichtung ist in ähnlicher Weise wie auf Deutscher Kaiser III und IV konstruiert, die Antriebsmaschine dagegen auf dem Fördergerüste verlagert gedacht (Fig. 284). In das Bohrgestänge wird zum Aufholen des Bohrschlammes der Schlammlöffel A eingelassen. Dieser ist ein cylindrisches Blechgefäss von 3 m Höhe und 420 mm lichtigem Durchmesser, an dessen unterem Ende zwei Klappen für das Eindringen des Bohrschlammes angebracht sind.

Das Verfahren bedeutet unbedingt einen Fortschritt und an seiner Ausführbarkeit dürfte nicht zu zweifeln sein. Nach den günstigen Erfahrungen bei der Hereingewinnung des lockeren Gebirges durch den Greifbagger und den noch grösseren Erfolgen, die in neuester Zeit mit dem Stossbohrverfahren von Pattberg erzielt worden sind, erscheint es jedoch fraglich, ob das Verfahren jemals zur Anwendung kommen wird.

#### d) Greifbagger.

Der Greifbagger von Pristman, welcher zuerst auf Deutscher Kaiser II und III\*) und später auch auf Neumühl I und II sowie Gladbeck III Anwendung gefunden hat, ist in Figur 285 a—e abgebildet. Der Apparat besteht aus den beiden muldenförmigen Blechkästen A A, der Kettenrolle B und dem gusseisernen Kopfstück C und wird mittelst der Kette d an das Seil des Dampfkabels oder der Fördermaschine angeschlagen. Die Kästen, welche mit dem Kopfstück durch die Arme c c und die Ketten ff in Verbindung stehen, sind mit angenieteten Zähnen aus Eisenblech versehen und auf der Achse a in den Punkten b b drehbar. Das Kopfstück, durch das die Kette d hindurchgeht, setzt sich aus der Hülse m und der Büchse n zusammen. Letztere lässt sich in der Hülse mit einem durch die Stiftschrauben h h begrenzten Hube verschieben. In die Kette d ist der Auslösekolben k mit den beweglichen Fangklauen i i eingeschaltet.

Beim Einlassen des Greifbaggers haben seine einzelnen Teile die aus den Figuren 285 a und b ersichtliche Stellung zu einander. Kommt der Apparat auf der Sohle an und entsteht hierauf Hängeseil, so bewegt sich die Kette d mit dem Auslösekolben k ein Stück abwärts; die Fangklauen i i, welche bisher unter die Büchse n gefasst und dieselbe in ihrer oberen Stellung festgehalten hatten, werden in die untere Oeffnung der Hülse m gezwängt und einander genähert, sodass die Büchse zurückfällt (Fig. 285 d). Wenn nun das Seil und damit auch die Kette d angezogen wird, so kann der Auslösekolben, der vorher durch die Büchse zurückgehalten wurde, ungehindert durch dieselbe hindurchgehen. Die

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1891, Bd. XXXIX, B S. 95.  
Ebenda 1893, Bd. XLI, B S. 220.

Folge davon ist, dass die Kettenrolle, welche in ähnlicher Weise, wie ein Flaschenzug wirkt, gehoben wird, indem sich die Kette *d* abwickelt und die Ketten *ff* aufwickeln. Hierdurch gehen die beiden Arme *cc* auseinander, sodass der Apparat sich schliesst (Fig. 285c) und einen Teil des lockeren Gebirges in sich aufnimmt. Ist der Greifbagger wieder über Tage angelangt, so fängt man ihn mittelst einer Scheere, die unter den Flansch *g* der Büchse *n* geschoben wird, ab und lässt das Seil etwas

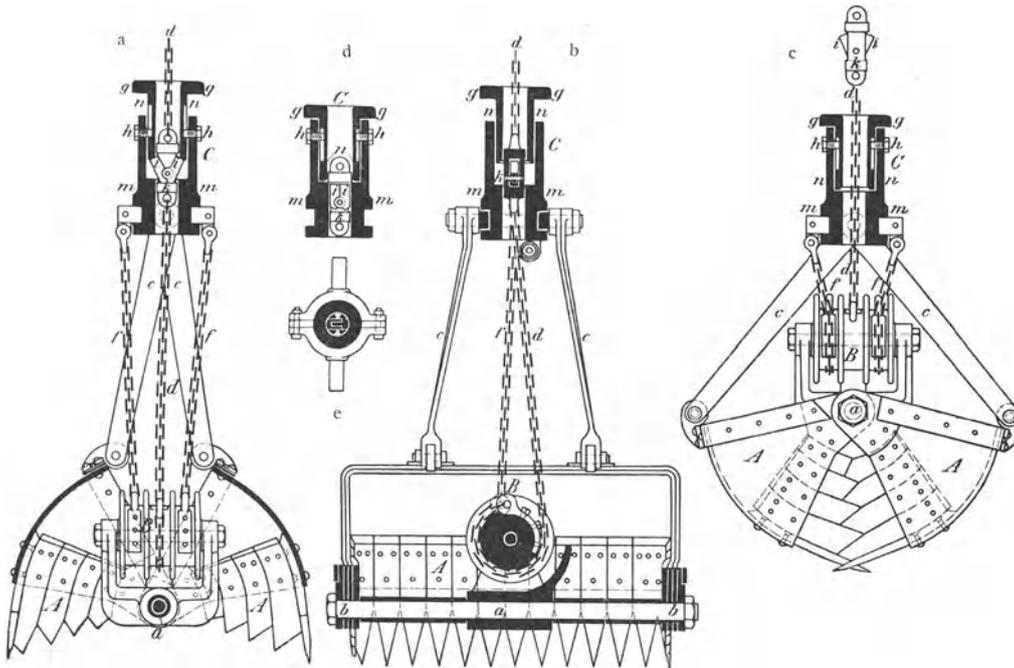


Fig. 285.

Greifbagger von Pristman für Deutscher Kaiser II und III.

nach. Infolgedessen zieht sich die Büchse aus der Hülse *m* wieder heraus, die Kette bewegt sich mit der Kettenrolle abwärts, sodass die Arme *cc* sich nähern und der Greifbagger geöffnet wird, wobei sich der Inhalt in einen untergeschobenen Bergewagen entleert. Wird nun der Apparat von der Scheere abgehoben und zu diesem Zweck das Seil angezogen, so fassen die beiden Fangklauen des Auslösekolbens, welcher wieder in das Kopfstück zurückgetreten ist, unter die Büchse *n*. Hierdurch wird erreicht, dass der Greifbagger sich während des nun folgenden Einlassens nicht schliessen kann.

Der Apparat fasst 0,5 bis 1,25 cbm und besitzt ein Gewicht von 1 200 bis 1 800 kg.

Ein etwas anders konstruierter Greifbagger, von Büngr & Leyrer in Duisburg geliefert, wurde auf Rheinpreussen III, Hugo, alter\*) und neuer Schacht, und Sterkrade, sowie aushülfsweise auch auf Neumühl II und Gladbeck III benutzt. An den beiden Schienen dd (Fig. 286a—d), von welchen die eine mit einem Einschnitt y versehen ist, sind oben das Querhaupt m und unten die Balken ee befestigt. Letztere tragen die drehbaren muldenförmigen Kasten aa, welche durch die

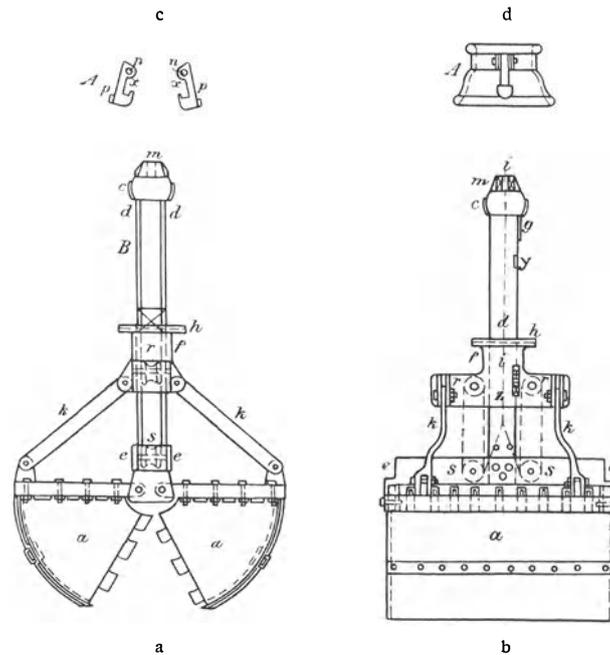


Fig. 286.

Greifbagger von Büngr & Leyrer für Hugo bei Holten.

Arme kk mit dem Gleitstück f verbunden sind. Die Aussenwand der Kasten besteht aus 100 mm breiten auswechselbaren Stahlzähnen. Unter dem Querhaupt m befindet sich die Nuss c, welche die Schienen dd umschliesst und sich auf ihnen um 50 mm hin und her bewegen lässt.

Der Apparat hängt an der Kette ii, welche mit dem Förderseil verbunden wird. Die Kette geht durch das Querhaupt m hindurch, läuft zwischen den Schienen dd entlang und teilt sich unten in 2 Teile, die um die Rollen rr und ss geführt und mit ihren Enden an den Balken ee befestigt sind. Die Einschaltung der Rollen hat wie bei der Konstruktion

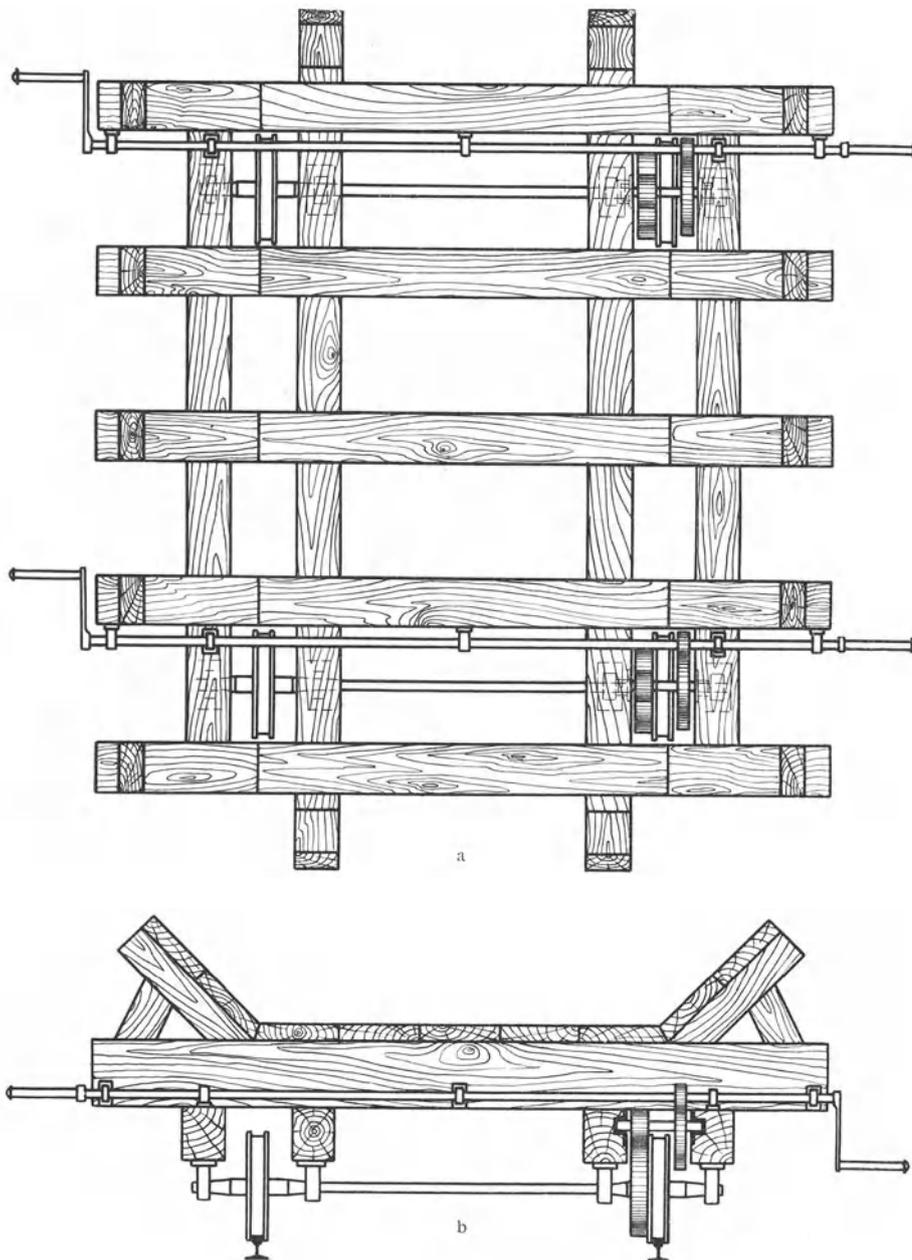
\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 84.

von Pristman den Zweck, nach Art eines Flaschenzuges die Zugkraft beim Öffnen und Schliessen des Apparates zu verstärken.

Beim Einlassen des Greifbaggers sind die Schienen *dd* soweit nach unten durchgeschoben (vergl. die Zeichnung), dass eine im Innern angebrachte Klinke *z* in den Einschnitt *y* eingreift und den Apparat in geöffnetem Zustande erhält. Die Nuss *e* befindet sich hierbei in ihrer höchsten Stellung, in der sie durch Reibung festgehalten wird. Sobald der Greifbagger auf die Sohle aufstösst, fällt die Nuss durch die Erschütterung herab und löst mittelst des an ihr befestigten Ansatzes *g* die Klinke *z* aus, sodass sich der Apparat beim Aufholen schliessen kann. Ist dieser wieder über Tage angekommen, so zieht man den oberen Teil durch eine im Schachtgerüst hängende Büchse *A* (Fig. 286c und d), welche die beweglichen Haken *pp* mit den Nasen *nn* und *xx* trägt. Hierbei werden die Haken von dem Ansatz *h* des Gleitstückes *f* zur Seite geschoben, fallen aber wieder zurück, wenn sich der Ansatz oberhalb der Nasen *x* befindet. Gibt der Maschinenführer nun etwas Hängeseil, so bleibt das Gleitstück auf den Haken sitzen und die Schienen gehen nach unten durch, wobei der Greifbagger sich öffnet. Sobald bei der Abwärtsbewegung der Schienen der Einschnitt *y* vor der Klinke *z* angekommen ist, greift diese in den Einschnitt ein und der Apparat ist wieder festgestellt. Gleichzeitig ist auch die Nuss *e* in der Büchse *A* angelangt, hat sich um 50 mm nach oben verschoben und durch Druck auf die Nasen *nn* die Haken *pp* auseinanderbewegt, sodass der Ansatz *h* wieder frei ist, und der Apparat abermals eingelassen werden kann.

Der Greifbagger besitzt einen Fassungsraum von  $\frac{3}{4}$  cbm und wiegt etwa 2 200 kg. Dem Apparat von Pristman gegenüber hat er den Nachteil, dass die Auslösevorrichtung zuweilen insofern nicht richtig arbeitet, als die Nuss *e* hängen bleibt oder zu früh herabfällt. Trotzdem ist der Greifbagger von Bünger und Leyrer vorzuziehen, weil bei ihm die Handhabung der Abfangscheere wegfällt und infolge der kräftigen Konstruktion der Zähne weniger häufig Reparaturen notwendig werden.

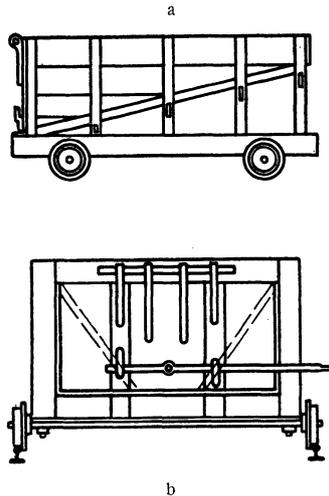
Da der Greifbagger sich beim Aufstossen auf der Schachtsohle und sodann auch beim Schliessen in das Gebirge ingräbt, so kann derselbe nicht nur zur Förderung, sondern zugleich auch zur Hereingewinnung benutzt werden. Im Jahre 1897 hat man daher auf Hugo bei Holten, alter Schacht, zum erstenmale und mit vollem Erfolge von 81 bis 175 m Teufe ohne Rührbohrer nur mit dem Greifbagger gearbeitet. Ausserdem hat man sich des Verfahrens noch auf Neumühl II (bis 32 m Teufe), Gladbeck III (von 16 bis 35 m Teufe), Sterkrade (von 40 bis 127 m Teufe), sowie auf Hugo bei Holten, neuer Schacht, (von 9 bis 18 m und von 76 bis 163 m Teufe) bedient.

*Fig. 287.*

Bergewagen für die Arbeiten mit dem Greifbagger auf Hugo bei Holten und Sterkrade.

Die Arbeit mit dem Greifbagger geschah bei den genannten Schächten in folgender Weise: Das Einlassen und Aufholen wurde mittelst der Fördermaschine bewirkt. War das Gebirge von sehr lockerer Beschaffenheit, so genügte es, wenn der Apparat in der Mitte der Schachtsohle arbeitete.

Bei grösserer Widerstandsfähigkeit stellte man erst einen Einbruch von 1 bis 2 m Teufe her. Dieser wurde alsdann bis zum Durchmesser des Schachtes erweitert, indem das Förderseil mittelst einer gegen dasselbe gehaltenen Stange über diejenige Stelle geführt wurde, an welcher der Greif-



*Fig. 288.*

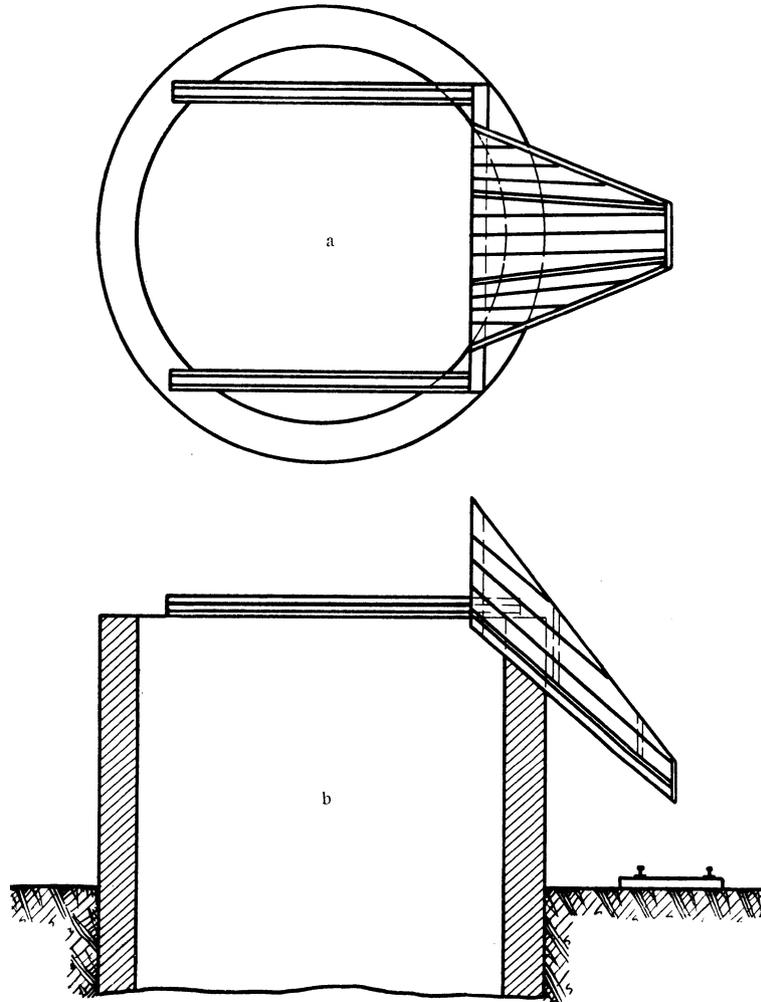
Bergewagen mit geneigtem Boden.

bagger wirken sollte. Traten Schichten auf, in welchen die Herstellung des Einbruchs Schwierigkeiten bereitete, so wurde das Gebirge dadurch aufgelockert, dass man auf irgend eine Weise das Schliessen des Apparates verhinderte und ihn nun mehrere Male hintereinander in geöffnetem Zustande auf die Schachtsohle niederfallen liess.

Der Inhalt des Greifbaggers wurde, wie bei der Hereingewinnung des Gebirges durch den Rührbohrer, in einen über den Schacht geschobenen Bergewagen gestürzt. Auf Hugo und Sterkrade kam ein Wagen mit einem Fassungsraum von 8 cbm zur Verwendung, dessen Räder mittelst Handkurbeln und doppelter Zahnradübersetzung bewegt wurden (Fig. 287 a und b). War der Wagen gefüllt, so wurde er auf die Halde gefahren und dort mit der Schaufel entleert. Zweckmässiger dürfte die auf ver. Gladbeck III getroffene Einrichtung sein. Hier liess man die Berge in einen Wagen mit geneigtem Boden (Fig. 288 a und b) und aus diesem in eine

am Schachte angebrachte Rutsche fallen (Fig. 289 a und b), von welcher aus die Berge sodann durch Kippwagen abgefahren wurden.

Das Einlassen, Füllen, Aufholen und Entleeren des Greifbaggers dauerte je nach der Teufe zusammen jedesmal etwa 5 bis 10 Minuten.



*Fig. 289.*

Rutsche zur Abführung der Berge.

Zum Führen des Greiferteiles und Fortschaffen des aufgeholten Gebirges waren in jeder Schicht sechs bis acht Mann erforderlich. Auf Hugo und Sterkrade, wo in drei achtstündigen Schichten gearbeitet wurde, bestand die Belegschaft im ganzen aus 45 Mann, welche sich in nachstehender Weise auf die einzelnen Arbeiten verteilten:

$3 \times 8 + 1$  Mann bei der eigentlichen Greiferarbeit  
 $3 \times 1$  Anschläger  
 $3 \times 1$  Maschinenführer  
 $3 \times 1$  Heizer  
 $3 \times 1$  Schmied  
 2 Schreiner  
 6 Tagesarbeiter

---

Zusammen 45 Mann.

Die Kosten sämtlicher Einrichtungen und Apparate für das Abteufen im lockeren Gebirge betragen auf Hugo, alter Schacht, 284 570 M., bei dem neuen Schacht 275 302 M. und auf Sterkrade 279 537 M. In den Kosten bei dem neuen Schacht Hugo sind 189 978 M. für Einrichtungen und Apparate enthalten, welche schon bei dem alten Schachte benutzt worden waren. Für den Schacht Sterkrade sind die Kosten im Nachstehenden einzeln angegeben.

1. Schachtgerüst nebst Fundamentierung . . . . .	20 000 M.
2. Zwei Greifbagger . . . . .	5 600 »
3. Schmiedeeiserner Stossbohrer . . . . .	4 892 »
4. Bohrvorrichtung und Bohrapparate zum Durchbohren der Betonpfropfen nach dem Kind-Chaudronschen Bohrverfahren	41 229 »
5. Bergewagen . . . . .	1 500 »
6. Duplexabteufpumpe nebst Zubehör . . . . .	12 000 »
7. Zwanzig hydraulische Pressen zum Niederpressen der Senk- cylinder . . . . .	15 900 »
8. Pumpe zur Erzeugung des Druckwassers . . . . .	2 300 »
9. Akkumulator . . . . .	8 800 »
10. Kupferne Rohrleitungen für das Druckwasser . . . . .	7 000 »
11. Abteuffördermaschine nebst Gebäude und Fundamentierung	27 531 »
12. Dampfkabel nebst Gebäude und Fundamentierung . . . . .	21 930 »
13. Dampfkessel nebst Zubehör und Fundamentierung . . . . .	36 484 »
14. Dampfkesselhaus nebst Kamin sowie Bureaus und Werk- stättengebäude (25% von 103 375 M.) = . . . . .	25 844 »
15. Dynamo und Betriebsmaschine für die elektrische Be- leuchtung . . . . .	10 400 »
16. Verschiedenes (Brunnen, Drehkrah, schwebende Bühne u. s. w.)	38 227 »

---

Zusammen 279 537 M.

Die Einrichtungen unter Ziffer 14 dieser Aufstellung (Kesselhaus u. s. w.) waren schon von vornherein so hergestellt, dass sie auch beim späteren Betriebe der Grube benutzt werden konnten. Für dieselben ist daher ein

Betrag eingesetzt, der um 75% niedriger als die wirkliche Ausgabe ist und ungefähr den Kosten bei dem alten Schachte Hugo entspricht, wo die betreffenden Einrichtungen nur für die Dauer des Abteufens vorgesehen waren.

Die Erfahrungen, welche man mit der Hereingewinnung des lockeren Gebirges durch den Greifbagger gemacht hat, sind im allgemeinen als ausserordentlich günstig zu bezeichnen.

Aus den in Tabelle 43 aufgeführten Zahlen berechnet sich der durchschnittliche monatliche Fortschritt zu 10,4 m; das sind beinahe 4 m mehr als bei der Anwendung des Rührbohrers und sogar nahezu 5 m mehr als bei der Arbeit mit dem Sackbohrer.

Tabelle 43.

Schacht	Teufe in m		Beschaffenheit des Gebirges	Durchschnittlicher Fortschritt im Monat nach Abzug längerer Stillstände m
	von	bis		
Hugo, alter Schacht .	166	175	sandiger Thon . . . .	5,0
Hugo, neuer Schacht	9	18	Schwimmsand, Thon und Kies . . . . .	6,0
Neumühl II . . . . .	2	32	Lehm,Thon,Schwimmsand und Kies . .	8,0
Hugo, alter Schacht .	84	166	meist Schwimmsand und weicher Thon .	11,0
Sterkrade . . . . .	44	127	meist Schwimmsand und weicher Thon .	11,0
Hugo, neuer Schacht	76	163	meist Schwimmsand und weicher Thon .	12,9

In reinem Schwimmsand betrug die monatliche Leistung durchschnittlich 15 und bis zu 25 m und im weichen Thon im Durchschnitt etwa 8 m. Wurde das Gebirge widerstandsfähiger, so ging die Leistung wesentlich herunter. In sehr zähem Thon ist es, wie sich auf Sterkrade von 127 bis 136 m Teufe gezeigt hat, überhaupt nicht mehr möglich, mit dem Greifbagger allein zu arbeiten. Es empfiehlt sich alsdann bei der Hereingewinnung an seiner Stelle oder neben ihm Stosswerkzeuge zu benutzen.

e) **Becherwerk.**

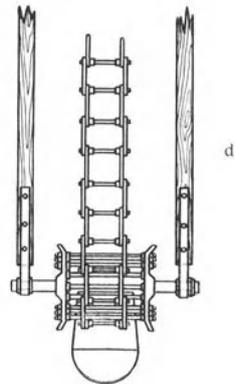
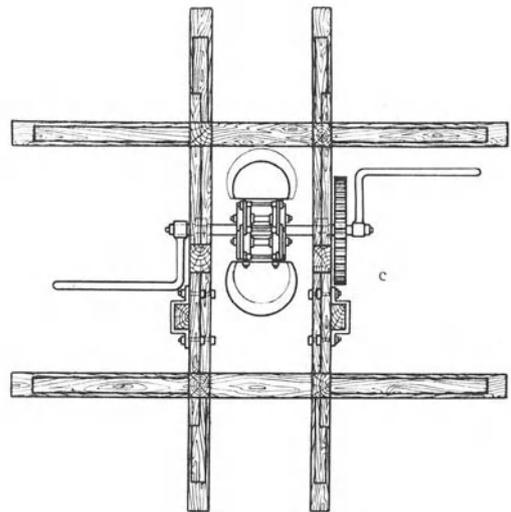
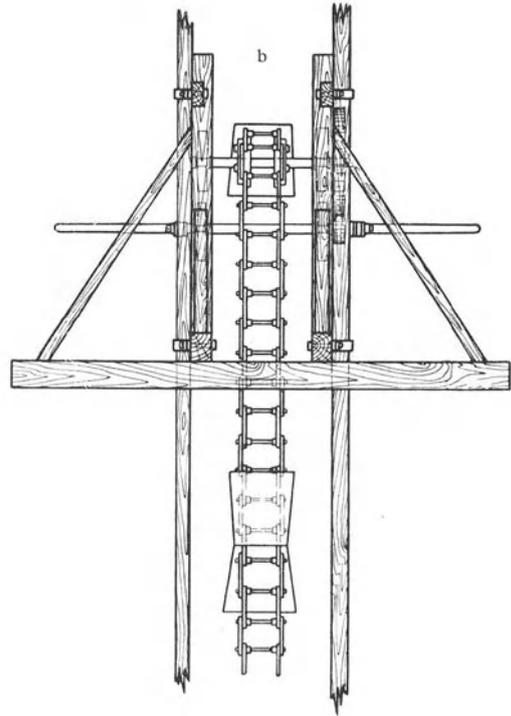
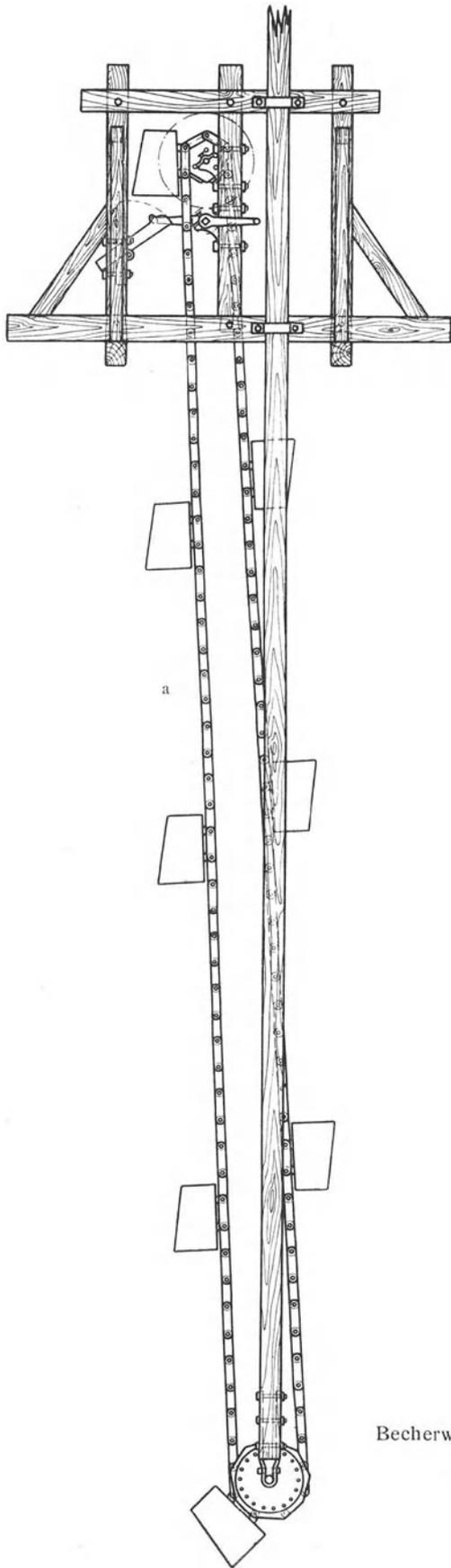
Im Jahre 1889 wurde auf Deutscher Kaiser III zum ersten Male bei der Senkarbeit im toten Wasser der Versuch gemacht, in den oberen hauptsächlich aus Sand und Kies bestehenden Schichten des lockeren Gebirges ein Becherwerk zur Hereingewinnung zu benutzen. Dasselbe wurde von Hand mittelst einfacher Zahnradübersetzung betrieben. Die Laschenkette (Fig. 290a—d), war aus 24 cm langen Gliedern zusammengesetzt und in Abständen von 2,2 m mit Bechern von etwa 80 l Inhalt ausgerüstet. Die Antriebsvorrichtung nebst der oberen Kettenrolle war auf einem Holzgestell verlagert, welches auf dem Fördergerüst stand, während die untere Rolle an zwei etwa 20 m langen Balken von 120 × 200 mm Stärke befestigt war. Letztere wurden oben in eisernen Bügeln geführt und dem Vorrücken des Abteufens entsprechend gesenkt, wobei die Kette durch Einsetzen neuer Glieder verlängert wurde. Die untere Rolle hatte eine solche Breite, dass die Kette sich auf ihr seitlich verschieben und so etwa auftretenden grösseren Geröllstücken ausweichen konnte. Zum Betriebe des Becherwerks wurden 6 bis 8 Mann benötigt. Das Uebersetzungsverhältnis des Zahnradgetriebes war 2:9. Die Kette bewegte sich bei 40 Kurbelumdrehungen in der Minute mit einer Geschwindigkeit von 5,4 m in der Minute, sodass sich in dieser Zeit durchschnittlich etwa 2½ Becher füllten bzw. entleerten. Der Inhalt der Becher fiel in eine Rutsche und wurde von dieser nach der Halde gefahren. Da die Hereingewinnung des Gebirges nur in der Mitte des Schachtes erfolgte und der Angriffspunkt des Becherwerks sich nicht seitlich verschieben liess, so musste bei festerer Beschaffenheit der Schichten das Gebirge in der Nähe der Peripherie mit langen Stangen losgestossen werden.

Die Gesamtbelegschaft während der Arbeit mit dem Becherwerk betrug 20 Mann, welche sich auf zwei zwölfstündige Schichten verteilten.

Derselbe Apparat ist vor kurzem auch auf Deutscher Kaiser IV zur Anwendung gekommen. Dasselbst wurde das Holzgestell mit der Antriebsvorrichtung in Ermangelung eines Fördergerüsts auf der Senkmauer verlagert. Vor dem jedesmaligen Aufmauern der letzteren wurde das Gestell durch Erdwinden gehoben.

Auch beim Abteufen von Rheinpreussen III, IV und V sowie Hugo bei Holten, alter Schacht, ist das Gebirge anfangs durch Becherwerke hereingewonnen worden, deren Konstruktion von der im Vorstehenden beschriebenen nicht wesentlich verschieden war.

Auf Rheinpreussen III geschah der Betrieb mittelst einer Lokomobile und bei den beiden anderen Schächten dieser Zeche mittelst Menschenkraft. Das Holzgestell mit der Antriebsvorrichtung stand, wie auf



*Fig. 290.*  
Becherwerk für Deutscher  
Kaiser III.

Deutscher Kaiser IV, auf der Senkmauer. Die Becher waren etwa 2 m voneinander entfernt und fassten 25 l. Da die Kette sich mit etwa 8 m Geschwindigkeit in der Minute bewegte, so betrug die Förderleistung bis zu 100 l je Minute.

Auf Hugo, alter Schacht, waren gleichzeitig 2 Apparate in Thätigkeit, welche von je 4 Mann bewegt wurden. Mit jedem Becherwerk konnten bei voller Füllung der Becher, welche in 2,5 m Entfernung voneinander angebracht waren und 30 l fassten, 150 l in der Minute gehoben werden.

Die Apparate hingen von einer in der Senkmauer verlagerten Bühne herab, welche mit der Mauer bis zu dem bei 7 m Teufe liegenden Wasserspiegel niedersank und dann wieder höher gelegt wurde. Die Förderung von der Bühne bis zu Tage geschah durch Kübel mittelst einer Lokomobile. Diese von dem Verfahren bei den übrigen Schächten abweichende Einrichtung, welche von einem Unternehmer getroffen worden ist, erscheint wegen ihrer Umständlichkeit wenig zweckmässig.

Aus Tabelle 44 sind die Leistungen zu ersehen, welche bei der Arbeit mit dem Becherwerk monatlich erzielt wurden. Dieselben sind natürlich um ein Bedeutendes niedriger, als sich theoretisch berechnen lässt, da die Becher fast nie ganz gefüllt bis zu Tage gelangen und ausserdem mancherlei Pausen entstehen.

Tabelle 44.

Schacht	Teufe, in welcher die Arbeit stattfind m		Beschaffenheit des Gebirges	Durch- schnittlicher Fortschritt im Monat nach Abzug längerer Stillstände m
	von	bis		
Deutscher Kaiser III .	2	17	Sand und Kies . . . .	7
Deutscher Kaiser IV .	3	10	Kies . . . . .	7
Hugo bei Holten, alter Schacht, . . . . .	7	16	Sand, Thon und Kies	9
Rheinpreussen III . .	5	16	Sand und Kies . . . .	16
Rheinpreussen IV . .	2,5	17	Kies . . . . .	17

Es ergibt sich eine Durchschnittsleistung von 10,2 m je Monat, d. i. ungefähr ebenso viel, wie bei der Arbeit mit dem Greifbagger.

Das Becherwerk eignet sich nach der ganzen Art seiner Konstruktion nur für die Hereingewinnung in den oberen aus Sand und Kies bestehenden Schichten des lockeren Gebirges. Seine Anwendung ist hier aber überall da am Platze, wo man es sehr eilig hat. Da besondere Einrichtungen für dasselbe gar nicht oder nur in sehr beschränkter Masse erforderlich sind, kann mit der Hereingewinnung des lockeren Gebirges sofort nach Herstellung des Vorschachtes und Einbau der Senkmauer begonnen werden. Der Betrieb mittelst Lokomobile, wie auf Rheinpreussen III, hat gegenüber dem Handbetrieb den Vorteil geringerer Lohnkosten, doch wird bei der Wahl des Antriebes immer entscheidend sein, ob eine Lokomobile und das notwendige Speisewasser für dieselbe rasch genug beschafft werden können.

#### ζ) Stossbohrer und sonstige Stosswerkzeuge.

Stossbohrer und sonstige Stosswerkzeuge sind bei der Senkarbeit im toten Wasser bis vor kurzem erst dann zur Hereingewinnung des Gebirges benutzt worden, wenn dasselbe so fest wurde, dass die im

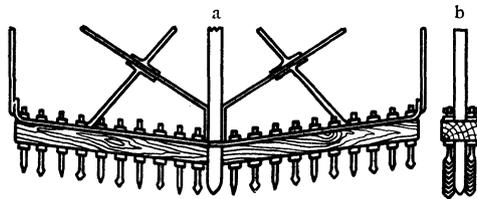


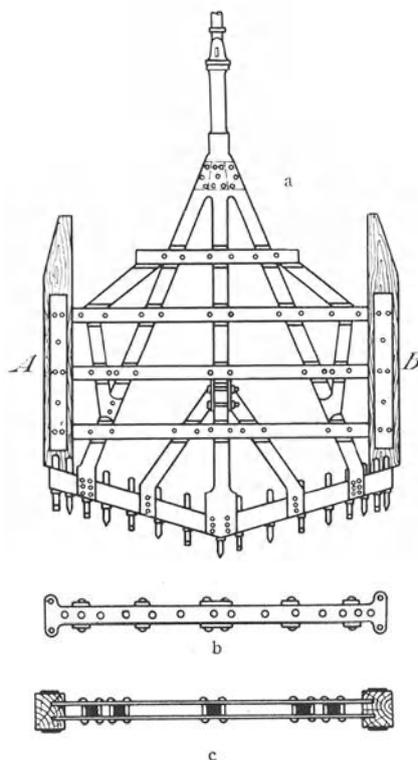
Fig. 291.

Zum Stossbohrer umgeänderter Erweiterungsbohrer für Rheinpreussen I.

Vorstehenden beschriebenen Apparate nicht mehr genügend wirkten, die Arbeit auf der Sohle aber wegen der Menge der zuzitenden Wasser oder der Gefahr eines Durchbruchs des lockeren Gebirges vermieden werden musste. Neuerdings ist jedoch mit überraschendem Erfolge auch im weichen Gebirge stossend gearbeitet worden.

Der erste Schacht, bei dessen Abteufen ein Stosswerkzeug zur Anwendung gekommen ist, war Rheinpreussen I. Dasselbst wurde im Jahre 1860 bei 79 m Teufe eine 39 m mächtige, in weichen Thon eingelagerte Schicht sandigen Mergels angetroffen. Da der Mergel dem Sackbohrer zu grossen Widerstand bot, versuchte man das Gestein dadurch hereinzugewinnen, dass man den weiter oben schon beschriebenen Erweiterungsbohrer mit einer grösseren Anzahl schmiedeeiserner Meissel versah (Fig. 291 a und b) und ihn am Gestänge hängend mittelst der zum Ein-

lassen und Aufholen des Gestänges dienenden Maschine hob und senkte.\*) Zwischen Bohrer und Gestänge, welches an das Seil der Maschine angeschlagen war, war ein Fabiansches Freifallstück und darüber eine Oeynhausensche Rutschscheere eingeschaltet. Das Zutagefördern des herein-  
gewonnenen Gebirges geschah mit Hülfe des Sackbohrers. Der Versuch



*Fig. 292.*

Stossbohrer für Rheinpreussen I.

gelang und der Senkcylinder drang durch den Mergel hindurch, ohne dass eine Erweiterung des Schachtes unterhalb des Senkschuhes nötig gewesen wäre.

Als sodann von etwa 100 bis 106 m unter Tage abermals festes Gestein durchteuft werden musste, bediente man sich eines besonderen schmiedeeisernen Stossbohrers\*\*) (Fig. 292a—c). Derselbe trug an dem

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 59.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1869, Bd. XVII, B S. 387 und 1872 Bd. XX, B S. 103.

3,70 m breiten Meisselbalken 19 Stahlmeissel und war seitlich mit den hölzernen Führungen A und B versehen. Der Apparat wog 5 750 kg.

Da man den Schacht, um den gusseisernen Senkcylinder zum Sinken zu bringen, unterhalb des Senkschuhes von 3,77 auf 4,18 m Durchmesser erweitern musste, brachte man später an dem Bohrer zwei Meissel an (Fig. 293a und b), welche in o drehbar und bei m durch Gewichte beschwert waren.\*) Beim Einlassen und Aufholen des Bohrers innerhalb des Senkcylinders hatten die Meissel die in der Figur 293 durch punktierte Linien angedeutete Stellung, traten aber, wenn der Apparat sich unterhalb des Senkschuhes befand, durch die Wirkung der Gewichte seitlich hervor.

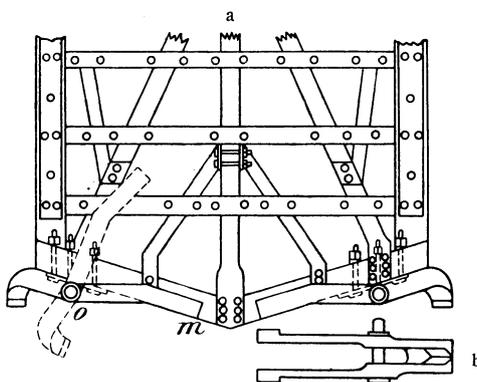


Fig. 293.

Stossbohrer mit Erweiterungsmeisseln für Rheinpreussen I.

Diese Einrichtung hat sich gut bewährt. Die eigentliche Bohrarbeit, deren Fortschritt durch das Auftreten von Schwefelkiesknollen in dem Mergel sehr gehindert wurde, nahm etwa  $3\frac{1}{2}$  Monate und die Erweiterung 1 Monat in Anspruch.

Derselbe Stossbohrer wurde auch bei dem Schachte Rheinpreussen II gebraucht, welcher in unmittelbarer Nähe des Schachtes I liegt und daher nahezu dieselben Schichten durchteuft hat, wie dieser. Zur Erweiterung wandte man hier jedoch nicht die an dem Bohrer angebrachten drehbaren Meissel, sondern einen besonderen Apparat an,\*\*) dessen Konstruktion aus Fig. 294 zu ersehen ist. Der Apparat wurde wie der Bohrer am Gestänge bewegt und war mit demselben durch ein Freifallstück verbunden. Beim Einlassen hingen die Stange b und der Balken c senkrecht herab, erhielten dann aber durch Anziehen eines Seiles die aus der Figur ersichtliche

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1872, Bd. XX, B S. 105.

\*\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 241.

Lage, worauf der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden konnte. Da es sich um das Niederbringen einer Senkmauer von 4,71 m innerem und 6,57 m äusserem Durchmesser handelte, musste der Schacht um beinahe 2 m erweitert werden. Die Arbeit rückte sehr langsam voran, was ab-

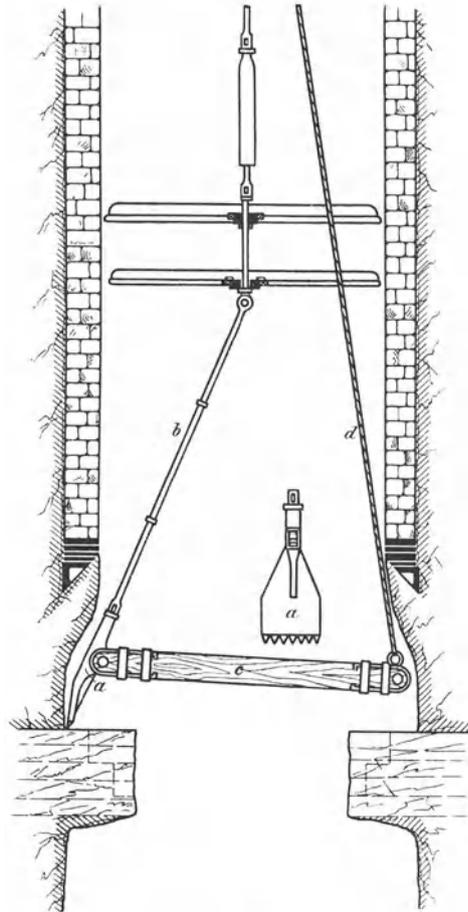
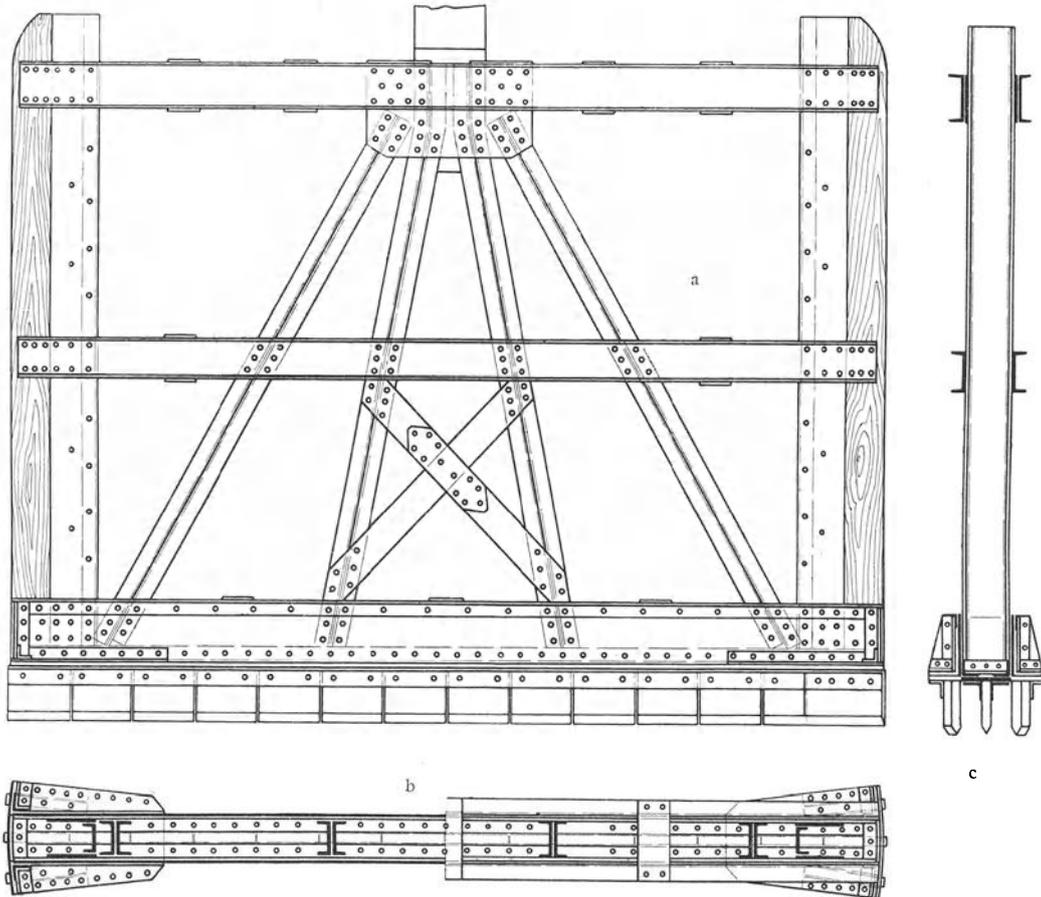


Fig. 294.

Stossender Erweiterungsapparat für Rheinpreussen II.

gesehen von der Grösse der Erweiterung wohl hauptsächlich davon herührte, dass sich infolge der eigentümlichen Konstruktion des Apparates die Wucht der bewegten Massen nur zu einem geringen Teil auf den Stossmeissel a übertrug. Ob die Anwendung des mit den drehbaren Meisseln versehenen Stossbohrers (Fig. 293), womit man bei dem Schachte I so gute Erfahrungen gemacht hat, hier zweckmässiger gewesen wäre,

mag dahin gestellt bleiben. Wahrscheinlich ist jedoch, dass bei der Länge, die der über den Bohrer hervortretende Teil der Meissel hätte erhalten müssen, häufig Brüche an dem letzteren vorgekommen wären. Heute wird man Erweiterungen von solcher Grösse nicht mehr vorzu-



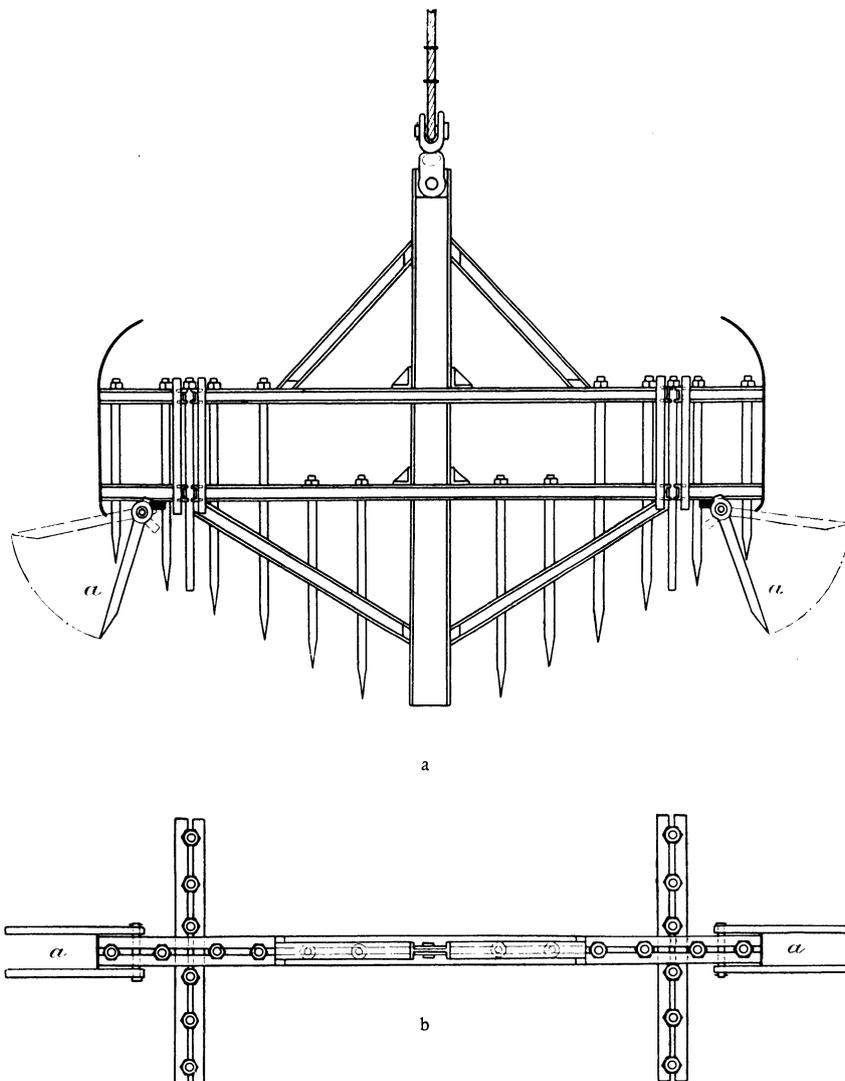
*Fig. 295.*

Stossbohrer für Schacht Sterkrade.

nehmen haben, da Senkmauern nur noch in den obersten, aus Sand, Kies, Gerölle oder Lehm bestehenden Schichten niedergebracht werden, im übrigen aber in der Regel eiserne Senkcyliner zur Anwendung kommen, bei denen nur eine geringe Erweiterung notwendig ist.

Auch auf Sterkrade war von 127 bis 136,5 m unter Tage ein sehr zäher Thon zu durchteufen, in dem der bisher zur Hereingewinnung benutzte Greifbagger nicht mehr wirkte. Da nun vorher ein auf der Schacht-

sohle hergestellter Betonpfropfen teilweise mit Hilfe des Kind-Chaudron-schen Bohrverfahrens beseitigt, und alle Einrichtungen hierzu noch vorhanden waren, wurde beschlossen, die Schlagmaschine und das Gestänge



*Fig. 296.*

Schmiedeeiserner Stossbohrer für Deutscher Kaiser V.

auch zum Durchbohren des Thones zu verwenden. Die Benutzung des 21 000 kg schweren, grossen Kind-Chaudron-Bohrers erschien jedoch nicht angängig, weil derselbe infolge seines grossen Gewichts zu tief in das Gebirge eingedrungen wäre. Statt desselben wurde daher ein leichter

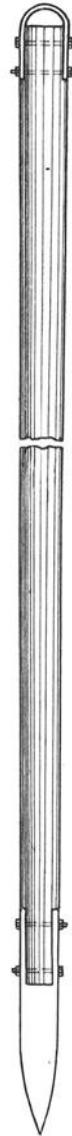
schmiedeeiserner Bohrer gewählt, welcher von der Maschinenfabrik Sterkrade der Gutehoffnungshütte konstruiert und geliefert war.

Der Bohrer (Fig. 295a—c) hatte 5,65 m Breite und wog etwa 7000 kg. Er war mit hölzernen Führungen versehen und trug 18 Stahlmeissel, von denen 14 eine fortlaufende Schneide bildeten, während von den anderen



*Fig. 297.*

Stosswerkzeug für Sterkrade.



*Fig. 298.*

Stosswerkzeug  
für Deutscher Kaiser IV.

je 2 als Kopfstäbe seitlich der Schneide angebracht waren. Man bohrte mit der Rutschscheere und machte in der Minute 15 bis 20 Hiebe von 40 bis 45 cm Höhe. Der Einbruch wurde mittelst eines besonderen Stosswerkzeuges (Fig. 297) hergestellt und das hereingewonnene Gebirge mittelst des Greifbaggers zutage gehoben. Bei 132 m Teufe kam der Senkcylinder zur Ruhe. Nach Einbau eines neuen Senkcylinders wurde sodann bis 136,5 m Teufe weitergebohrt. Der monatliche Fortschritt bei der Bohrarbeit hatte 4,75 m betragen.

Einen schmiedeeisernen Stossbohrer, welcher neuerdings mit gutem Erfolge zur Unterstützung der Greiferarbeit auf Deutscher Kaiser V zur Anwendung gekommen ist, stellt Figur 296a und b dar. Derselbe trägt an den beiden Enden Messer a, welche zum Unterschneiden des Senkschuhs dienen. Die Bewegung erfolgt am Seil mittelst der Abteuffördermaschine.

Das soeben erwähnte Stosswerkzeug (Fig. 297) bestand aus einem 2,9 m langen gusseisernen Rohr von 400 mm lichtigem Durchmesser und 25 mm Wandstärke, an dessen unterem Ende 4 zugespitzte Flacheisenstücke angeschraubt waren. Der Apparat wurde an das Seil der Fördermaschine angeschlagen und mittelst dieser gehoben und gesenkt.

Ein anderes Stosswerkzeug (Fig. 298) wurde auf Deutscher Kaiser IV zur Herstellung des Einbruchs von 11 bis 13 m Teufe benutzt, wo das Gebirge so fest war, dass dasselbe mit dem Greifbagger allein nicht mehr hereingewonnen werden konnte.

Ein 18 m langer, tannener Mast von etwa 150 bis 200 mm Stärke wurde unten mit einer 150 mm breiten Schneide versehen. Das Werkzeug wurde durch die Fördermaschine bewegt und an der Hängebank durch 2 Mann geführt.

#### Das Stossbohrverfahren von Pattberg.

Die ausserordentlichen Leistungen, welche der Direktor Pattberg der Zeche Rheinpreussen durch die Anwendung seines neuen Stossbohrverfahrens bei Tiefbohrungen in lockerem Gebirge\*) erzielt hatte, veranlasste denselben, nach langen und eingehenden Vorversuchen und Berechnungen ein ähnliches Verfahren auch beim Abteufen von Schächten im lockeren Gebirge zu benutzen. Dieses Verfahren gelangt seit Juli 1901 bei dem Schacht IV und seit November desselben Jahres auch bei dem Schachte V der Zeche Rheinpreussen zur Anwendung. Die Erfolge sind bis jetzt ganz ausgezeichnete gewesen; sie haben die Erwartungen noch übertroffen. Die Schächte werden das feste Gebirge bei 140 bzw. 165 m Teufe erreichen und waren Ende März 1902 89 bzw. 74 m tief.

\*) Vergl. Glückauf 1901, S. 753.

Das Wesentliche des Verfahrens besteht in der stossenden Bewegung eines Bohrers mit Hilfe einer schwingenden Trommel und der kontinuierlichen Abführung des Bohrschlammes mittelst zweier Mammutpumpen.

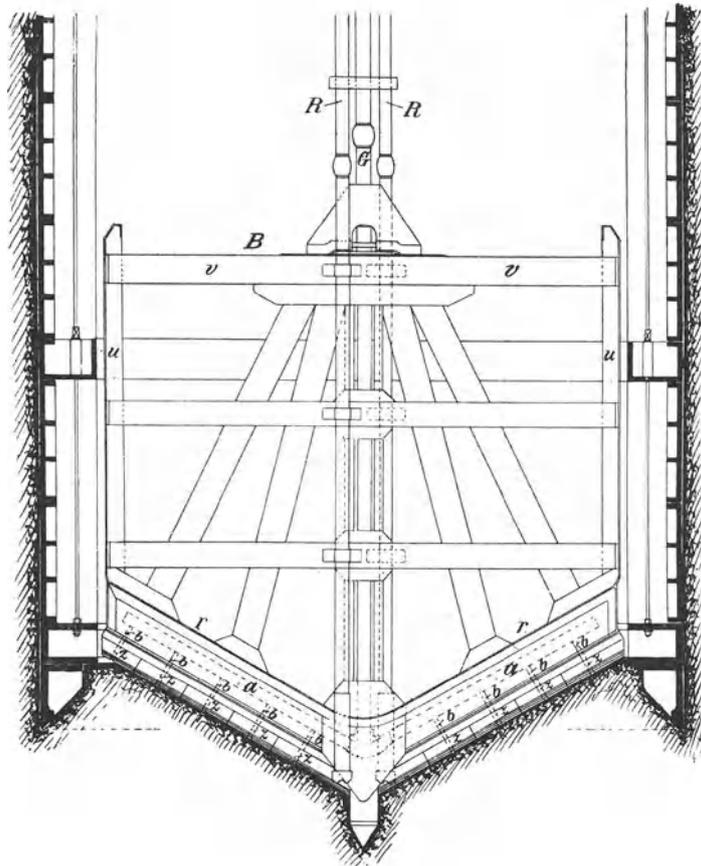
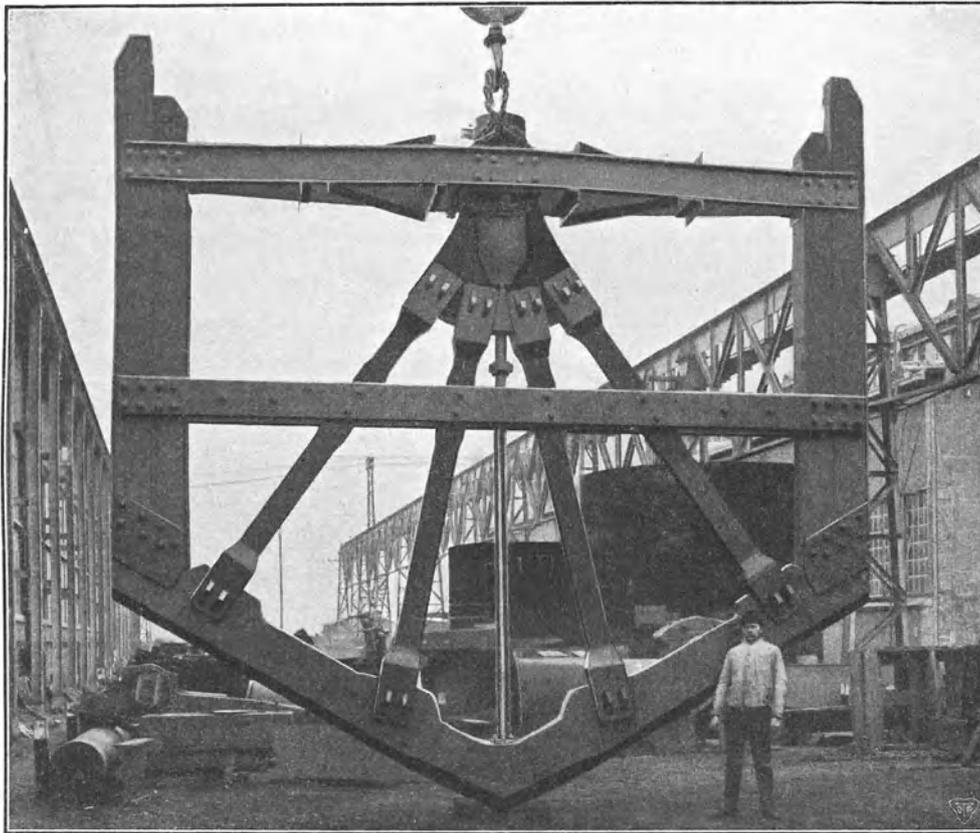


Fig. 299.

Stossbohrer von Pattberg mit Führungen und Verstrebungen aus Holz.

Der Bohrer B (Fig. 299) hängt an einem Röhrengestänge von 150 mm lichter Weite und 15 mm Wandstärke. In dem schmiedeeisernen Meisselträger r, welcher von der Mitte nach den beiden Seiten zu schräg ansteigt, befindet sich beiderseits je eine röhrenförmige Ausbohrung a. Von dieser zweigen sich in senkrechter Richtung kleine Kanäle b b ab, welche in entsprechende Kanäle in den stählernen Meisselzähnen z z übergehen. Das Bohrgestänge G steht mit den Ausbohrungen a in Verbindung und führt das an der Schneide des Bohrers ausströmende Spülwasser zu. Die Vertikal-

führungen u des Bohrers bestehen aus Holz. Auch die Horizontalführung v und die verschiedenen Verstrebungen waren anfangs aus diesem Material hergestellt. Der Apparat, welchen man zuerst benutzte, besass eine Meisselbreite von 6,4 m und in der Mitte eine Höhe von 8,2 m; das Gewicht betrug 9 000 kg. Nach dem Einbau engerer Senkcylinder gelangte bei beiden

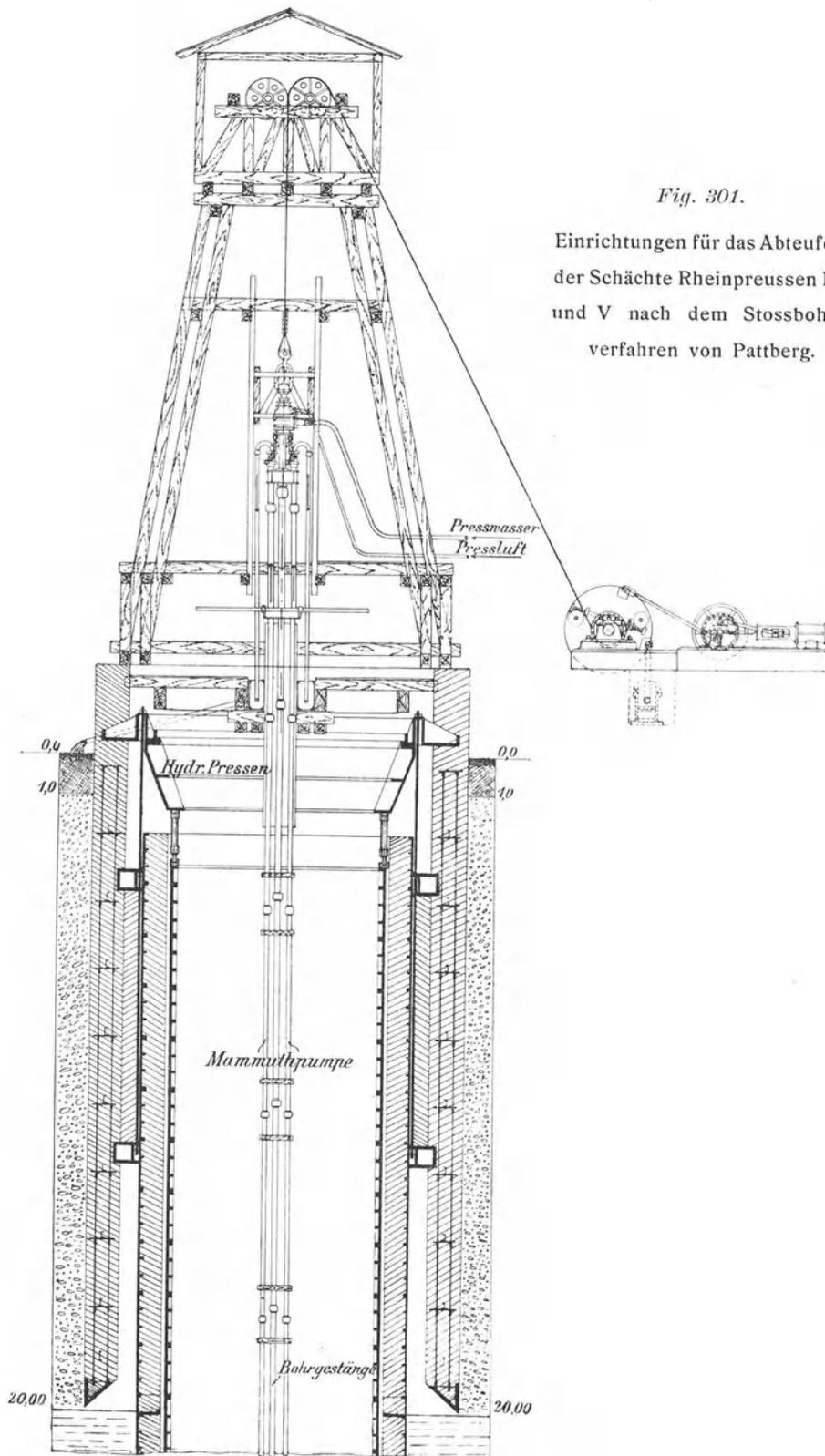


*Fig. 300.*

Schachtbohrer mit Spüleinrichtung nach Pattberg für die Schächte IV und V der Zeche Rheinpreussen.

Schächten ein Bohrer von 5,80 m Meisselbreite und 7 500 kg Gewicht zur Anwendung und demnächst wird man, da abermals engere Senkcylinder eingebaut werden müssen, sich wiederum eines anderen Bohrers bedienen.

Da man fürchtete, dass die Verstrebungen und die Horizontalführung des Bohrers aus Holz sich nicht als fest genug erweisen würden, kon-



struierte man statt des ersten Bohrers von 6,4 m Breite einen Bohrer, bei welchem die betreffenden Teile aus Eisen bestehen (Fig. 300). Bei demselben wandte man ausserdem an Stelle der Schrauben, durch die sämtliche

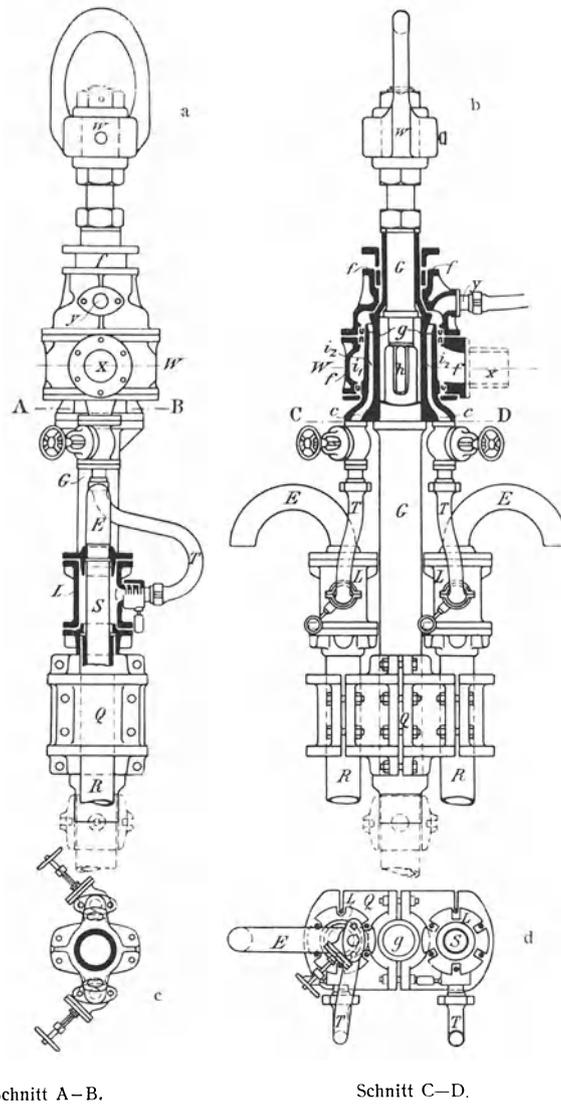


Fig. 302.

Kopfstück des Bohrers und der Mammutpumpe.

Teile bisher zusammengehalten waren, Keile an, nachdem sich die Schrauben bei der grossen Hubzahl (vergl. weiter unten) sehr bald gelockert hatten. Ferner wurde der Bohrer, statt mit einzelnen Zähnen mit einer fort-

laufenden Schneide versehen. Die Anwendung des neuen Bohrers, welcher bei 6,4 m Meisselbreite und einer grössten Höhe von 6,46 m 12 000 kg wiegt, hat sich jedoch nicht als notwendig erwiesen.

Zu beiden Seiten des Bohrgestänges (Fig. 301) befindet sich je eine Mammutpumpe. Dieselbe besteht aus einer Rohrleitung R (Fig. 302 a — d) von 3 mm Wandstärke und 140 mm lichtigem Durchmesser, welche bis beinahe zur Spitze des Bohrers hinabreicht und je eine zweite Röhrentour S von gleicher Wandstärke und 100 mm lichtigem Durchmesser umschliesst. In den Zwischenraum zwischen R und S wird von Tage her komprimierte

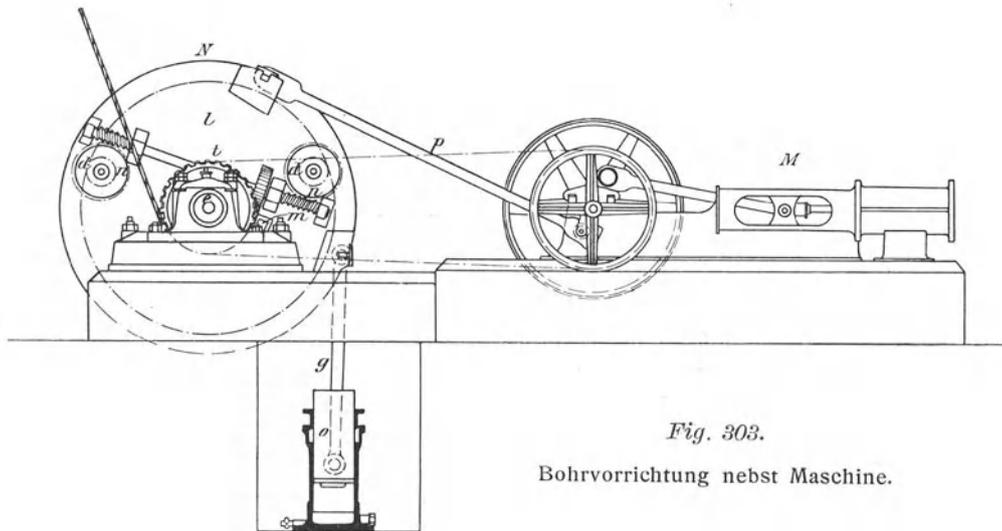


Fig. 303.

Bohrvorrichtung nebst Maschine.

Luft geleitet, welche kurz über dem unteren Ende der äusseren Röhrentour austritt und sodann in der inneren wieder emporsteigt. Hierdurch entsteht ein Auftrieb, durch den der Bohrschlamm in der Schachtmitte abgesaugt und in der inneren Rohrleitung zu Tage gefördert wird.

Das Bohrgestänge wird im Schachtgerüst durch einen Schlitten geführt und trägt oben einen Wirbel w, an welchem ein Bandseil befestigt ist. Letzteres läuft über eine Scheibe und ist sodann um die schwingende Trommel t (Fig. 303) der Bohrvorrichtung N gewickelt. Die Schwingung der Trommel und damit die stossende Bewegung des Bohrers wird von der Maschine M aus durch die Stange p bewirkt, welche an der mit der Trommel verbundenen Scheibe l angreift. Um die Bohrvorrichtung zu entlasten, ist das an dem Seil hängende Gewicht durch Dampfdruck teilweise ausgeglichen. Dieser wirkt auf den Plunger o, welcher durch die Stange g mit der Scheibe l in Verbindung steht. Zum Antrieb der Bohrvorrichtung sind etwa 40 PS erforderlich.

Das Nachlassen des Seiles beim Fortschreiten der Bohrarbeit geschieht durch folgende Einrichtung. Die Scheibe *l* ist auf der Achse *e* der Bohrvorrichtung drehbar, während die Trommel *t* und eine hinter *l* befindliche zweite Scheibe auf der Achse festgekeilt sind. Die hintere Scheibe trägt eine kreisförmige Zahnstange, in welche die Zahnräder *d d* eingreifen. Diese können mittelst der Schneckenradgetriebe *n n* und des Zahnradgetriebes *m* von einer ebenfalls auf der Achse *e* drehbaren Riemenscheibe aus angetrieben werden. Der Riemen, welcher letztere mit einer auf der Achse der Maschine *M* befestigten Riemenscheibe verbindet, ist gewöhnlich locker. Spannt man denselben aber, so werden die Zahnräder *d d* in Drehung versetzt, wodurch sich die hintere Scheibe der Bohrvorrichtung mit der Trommel gegen die Scheibe *l* verschiebt und das Seil nachgelassen wird.

Für das Umsetzen des Bohrers ist an dem Gestänge ein Krüchel angebracht. Zum Einlassen und Aufholen von Bohrer und Gestänge wird eine der Bohrvorrichtung gegenüber auf der anderen Seite des Schachtgerüsts stehende Dampfkabelwinde benutzt, deren Seil im Schachtgerüst über eine zweite Scheibe geführt ist.

In sehr glücklicher und sinnreicher Weise ist die Aufgabe gelöst, während der drehenden und hin- und hergehenden Bewegung des Bohrers und der Mammutpumpen das Spülwasser und die Druckluft zu — und das Schlammwasser abzuführen.

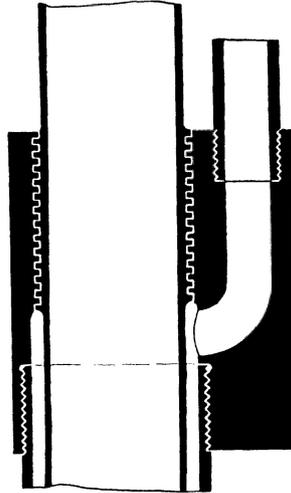
Das Spülwasser tritt durch einen Schlauch und den Stutzen *x* (Fig. 302) in die Hülse *f* des Gestängekopfes *W* und verteilt sich in dem ringförmigen Raum *i*<sub>1</sub> um die Büchse *g*. Die Hülse nimmt nur an der hin- und hergehenden Bewegung des Gestänges teil, während die Büchse auch die Drehbewegung mitmacht. In der Büchse, die mit dem Gestänge fest verbunden ist, befinden sich einige Ausschnitte, welche in entsprechende Ausschnitte *h* des Gestänges münden und das Spülwasser in dieses gelangen lassen.

Der Zutritt der Druckluft erfolgt ebenfalls durch einen Schlauch und den Stutzen *y*. Letzterer führt die Luft dem ringförmigen Raum *i*<sub>2</sub> zu, mit welchem die beiden röhrenförmigen Kanäle *c c* der Büchse *g* in Verbindung stehen. Aus den Kanälen strömt die Luft durch die Rohre *T T* in die Cylinder *L L* und hierauf in den Zwischenraum zwischen den Rohrleitungen *R R* und *S S* bis zur Schachtsohle hinab. Die Rohrleitungen *S S* sind durch eine Klemmvorrichtung mit dem Bohrgestänge verbunden. Zur Erzeugung der Druckluft, deren Pressung den Druck der Wassersäule etwas übersteigen muss, wird ein 28pferdiger Kompressor mit einer Saugleistung von 9 cbm je Minute benutzt.

Zur Abführung des Schlammwassers aus den Steigrohrleitungen *S S* dienen die Krümmer *E E* und senkrechte Rohre. Letztere tauchen in eine ringförmige Rinne (Fig. 301), aus der das Wasser in den Schlamm-

sumpf abfließt. Nachdem das Wasser hier geklärt worden ist, wird dasselbe durch eine doppelt wirkende Plungerpumpe von 30 PS immer wieder abgesaugt und im Bohrgestänge hinabgedrückt.

Da die Mammutpumpen so kräftig wirkten, dass mit dem Schlammwasser grössere Geröllstücke gehoben wurden und in der Steigrohrleitung stecken blieben, wurde die Einrichtung im Laufe der Anwendung des Verfahrens dahin abgeändert, dass die innere Rohrleitung herausgenommen und die



*Fig. 304.*

Fussstück der Mammutpumpe.

äussere zur Steigleitung gemacht wurde. Die Druckluft wird nunmehr durch je eine 45 mm weite Röhrentour, die ausserhalb an der Steigleitung entlang läuft, bis zur Schachtsohle herabgeführt. Die sich hieraus ergebende Konstruktion des Fussstückes der Mammutpumpe ist aus Figur 304 ersichtlich.

Das Gesamtgewicht des Bohrgestänges und der zugehörigen Rohrleitungen beläuft sich auf 135 kg je laufendes Meter.

Die Anzahl der Hübe in der Minute beim Bohren beträgt 50 bis 60, die Hubhöhe 18 bis 20 cm. Bei jedem Umgange wird der Bohrer je nach der Widerstandsfähigkeit des Gebirges 20 bis 60 mal umgesetzt.

Die Belegschaft, welche sich auf drei achtstündige Schichten verteilt, besteht aus im ganzen etwa 50 Mann, von denen 4 in jeder Schicht auf der Bohrbühne beschäftigt sind.

Die Kosten sämtlicher Einrichtungen und Apparate für das Abteufen im lockeren Gebirge unter Anwendung des Verfahrens von Pattberg stellen sich für Rheinpreussen IV wie folgt, wobei angenommen ist, dass alles neu beschafft worden wäre:

1. Schachtgerüst nebst Fundamentierung . . . . .	12 000 M.
2. Stossbohrer . . . . .	16 866 »
3. Bohrgestänge für 140 m Teufe nebst Mammutpumpe und sonstigem Zubehör . . . . .	11 730 »
4. Bohrvorrichtung nebst Maschine . . . . .	14 300 »
5. Spülwasserpumpe . . . . .	6 200 »
6. Kompressor . . . . .	7 300 »
7. Vierzehn hydraulische Pressen . . . . .	24 500 »
8. Presspumpe hierzu . . . . .	5 500 »
9. Kupferne Rohrleitungen hierzu . . . . .	3 800 »
10. Gebäude für die Maschinen unter 4, 5, 6 und 8, nebst Funda- menten . . . . .	7 095 »
11. Dampfkabel nebst Gebäude und Fundamentierung . . . . .	6 700 »
12. Abteuffördermaschine nebst Gebäude und Fundamentierung	30 000 »
13. Zwei Röhrenkessel von je 200 qm Heizfläche nebst Kamin und allem sonstigen Zubehör . . . . .	34 506 »
14. Bureau, Werkstätte und Kaue . . . . .	11 428 »
15. Elektrische Beleuchtungsanlage . . . . .	4 606 »
16. Verschiedenes (Brunnen, Seilscheiben, Seile, schwebende Bühne etc.) . . . . .	6 780 »
	Zusammen 203 311 M.

Die erzielten Durchschnittsleistungen beim Abbohren der beiden Schächte IV und V sind nachstehend in Tabelle 45 zusammengestellt:

Tabelle 45.

S c h a c h t	Teufe, in welcher die Bohrarbeit stattfind m		Beschaffenheit des Gebirges	Dauer der Bohrarbeit einschliesslich kürzerer Stillstände		Durchschnittlicher Fortschritt	
	von	bis		von	bis	je Tag m	je Monat m
Rheinpreussen Schacht IV . .	16,65	60,50	sandiger Thon . . . .	23. 8. 01	5. 10. 01	0,95	26,7
Rheinpreussen Schacht IV . .	60,50	89,26	Thon . . . . .	17. 3. 02	27. 3. 02	2,61	32,1
Rheinpreussen Schacht V . .	17,00	74,50	Schwimmsand, sandi- ger Thon, sandiger Mergel und Mergel- blöcke . . . . .	22. 11. 01	18. 1. 02	0,97	29,1

Hieraus berechnet sich eine Durchschnittsleistung von 1,12 m je Tag oder von 33,6 m je Monat. Es ist dies mehr als dreimal soviel, als bisher bei der Arbeit mit dem Greifbagger, und etwa fünfmal soviel, als bei der Arbeit mit dem Rührbohrer erzielt wurde. Gegenüber der Anwendung des Sackbohrers beträgt die Leistung sogar mehr als das Sechsfache. Als Höchstleistung je Tag wurden beim Abteufen des Schachtes IV von 60,5 bis 89,26 m Teufe an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je 5 m abgebohrt.

Erwähnt sei ausserdem, dass man das Verfahren auch zum Beseitigen der 3 m hohen Betonpfropfen, welche vor dem Einbau des Compound-schachtes auf der Schachtsohle hergestellt wurden, benutzte und hierbei eine Durchschnittsleistung von 0,87 m je Tag zu verzeichnen hatte.

Die Erfolge des Stossbohrverfahrens von Pattberg sind somit derartig bedeutende, dass dasselbe zweifellos alle anderen neueren Methoden zur Hereingewinnung des lockeren Gebirges bei der Senkarbeit im toten Wasser verdrängen wird. Nur die Anwendung des Becherwerkes wird sich bis zu geringer Teufe unter gewissen Umständen auch heute empfehlen.

Offen bleibt noch die Frage, ob das Verfahren von Pattberg auch im festen Gebirge, also an Stelle des Kind-Chaudronschen Bohrverfahrens, anwendbar und zweckmässiger sein wird. Die günstigen Erfahrungen beim Durchbohren der Betonpfropfen lassen dies nicht als ausgeschlossen erscheinen.

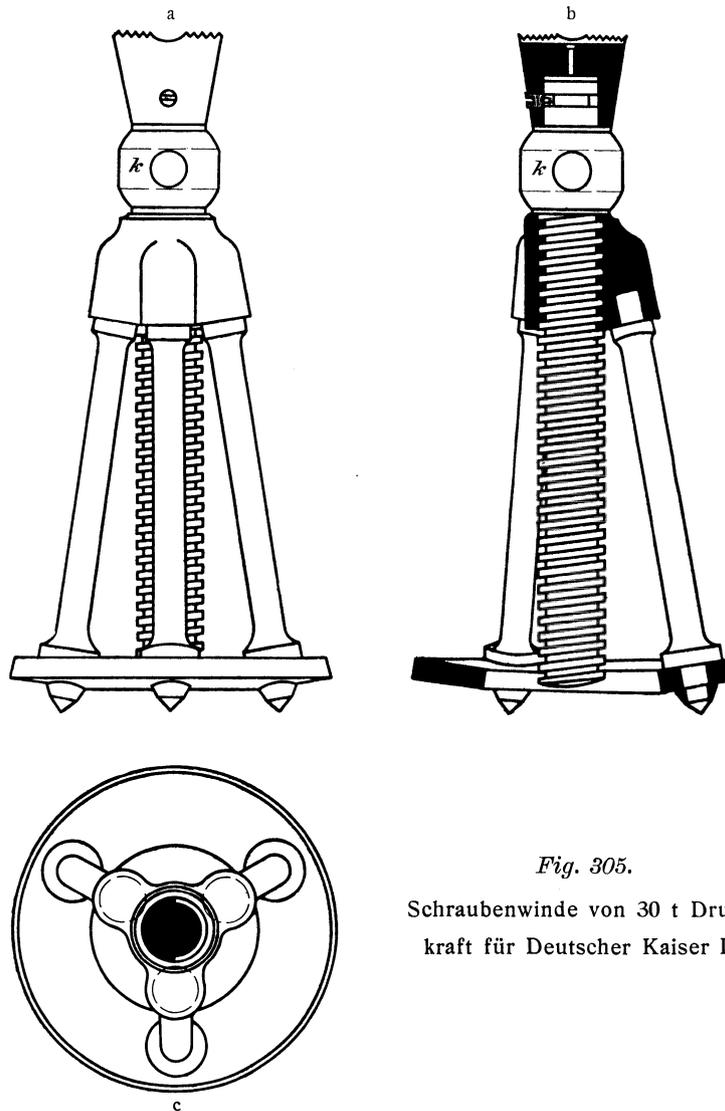
Für die ganze Senkarbeit bis zu der Teufe von 89,26 m bei Schacht IV und 74,50 m bei Schacht V ergibt sich eine Durchschnittsleistung von 4,96 bzw. 5,65 m je Monat, das ist etwa  $1\frac{1}{2}$  mal soviel, als die Leistungen betragen, welche man bisher bei Teufen von 50 bis 100 m erzielte.

## 6. Mittel zur Beförderung des Einsinkens der Senkkörper.

### a) Gewichte.

Genügt die Hereingewinnung des lockeren Gebirges nicht, um den Senkkörper zum Sinken zu bringen, so müssen andere Mittel zu Hilfe genommen werden. Das gewöhnlichste Mittel, welches bei geringer Teufe und hinreichend lockerer Beschaffenheit des Gebirges auch meistens wirkt, ist das Beschweren des Senkkörpers. In der Regel werden hierzu Tubbingsegmente, Eisenbahnschienen oder Roheisenbarren benutzt. Das Auflegen von Gewichten hat aber den Nachteil, dass dasselbe viel Platz beansprucht und dass die Gewichte beim Erhöhen des Senkkörpers jedesmal wieder entfernt werden müssen. Ausserdem lassen sich auch bei

grossen Durchmesser des Senkkörpers mehr als 500 t (Rheinpreussen I\*) nicht gut unterbringen. Dieses Gewicht reicht aber bei grösserer Teufe wegen der erhöhten Reibung vielfach nicht aus.



*Fig. 305.*

Schraubenwinde von 30 t Druckkraft für Deutscher Kaiser IV.

#### b) Pressen.

Erstreckt sich die Senkarbeit bis zu mehr als 20 m Teufe, so geht man meist aus den oben angegebenen Gründen zum Pressen der Senkcylinder über.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1868, Bd. XI, B S. 47.

α) Einrichtungen für das Pressen.

Die Presswerkzeuge sind entweder eiserne Schraubenwinden oder hydraulische Pressen. Die Schraubenwinden (Fig. 305 a—c) besitzen eine Druckkraft von 20 bis 30 t. Zum Betriebe derselben sind zwei bis vier Mann erforderlich, welche an einem durch den Kopf k gesteckten Hebel angreifen. Der Preis einer Winde beträgt 200 bis 250 M.

Die hydraulischen Pressen, mit welchen ein Druck von je 60 bis 100 t ausgeübt werden kann, wurden früher ebenfalls allgemein von Hand be-

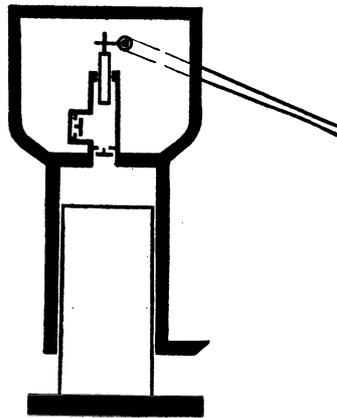


Fig. 306.

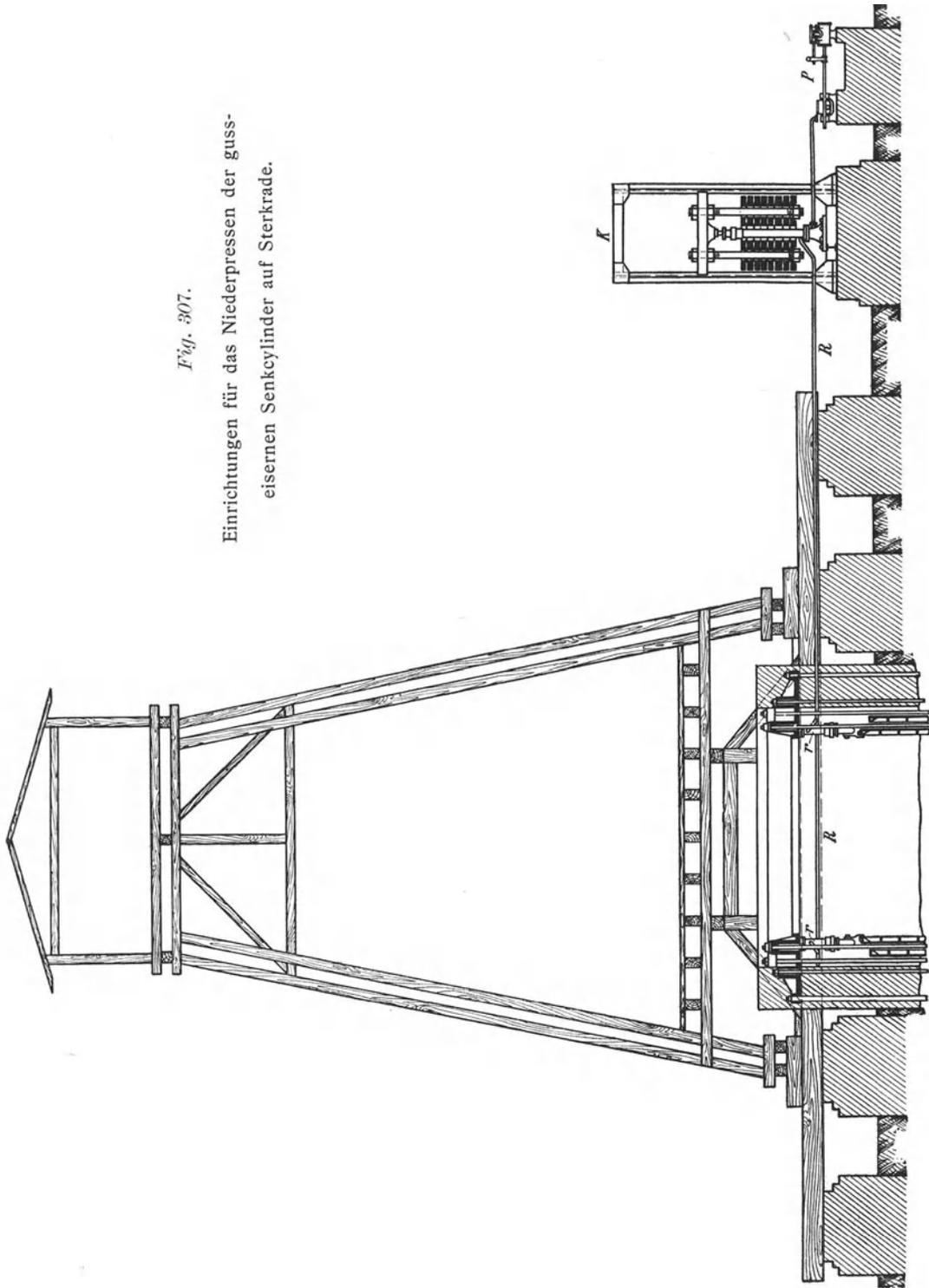
Hydraulische Handpresse für Deutscher Kaiser II und III.

wegt. Eine Handpresse, wie sie auf Deutscher Kaiser II und III benutzt wurde, ist in Figur 306 abgebildet. Der Preis einer solchen stellt sich auf etwa 350 bis 500 M.

Im Jahre 1894 wandte man auf Rheinpreussen III\*\*) zum erstenmale, und zwar nicht nur im Ruhrbezirk, sondern überhaupt, den maschinellen Betrieb an. Dieses Verfahren ist sodann auch auf Hugo bei Holten, alter und neuer Schacht, Sterkrade, Rheinpreussen IV und V sowie Deutscher Kaiser V zur Ausführung gekommen. Beim maschinellen Betrieb (vergl. die Dispositionszeichnung der Einrichtungen Sterkrade in Figur 307) wird das Druckwasser für die Speisung der Pressen von einer Dampfpumpe P geliefert. Von dieser gelangt das Wasser in einen Akkumulator K und sodann in eine ringförmige im Schachte verlagerte Rohrleitung R, aus der es durch kleine Anschlussrohre den Pressen r r zugeführt wird.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896, Bd. XLIV, B S. 159.

Fig. 307.  
Einrichtungen für das Niederpressen der guss-  
eisernen Senkeylinder auf Sterkrade.



Auf Hugo bei Holten und Sterkrade bediente man sich zur Erzeugung des Druckwassers einer vierfach wirkenden Duplexpumpe (Fig. 308 a und b) von Weise & Monski mit 250 mm Hub, 18 mm Plungerdurchmesser und einer Leistung von 6 PS. Dieselbe lieferte in der Minute 12 Liter Wasser von 500 bis 600 Atmosphären Druck. Die In- und Ausserbetriebsetzung der Maschine erfolgte selbstthätig durch einen Akkumulator.

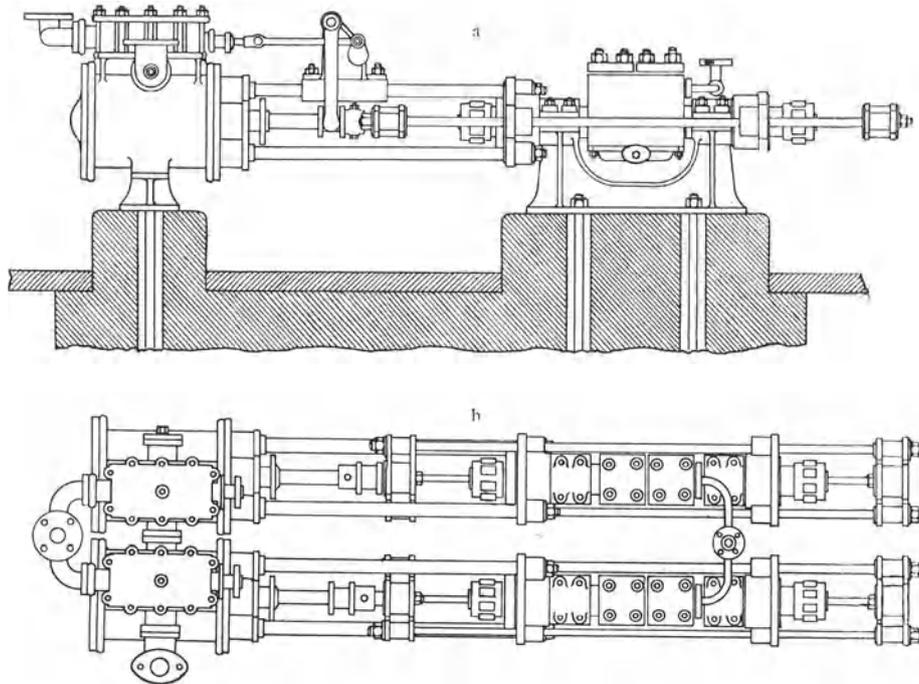


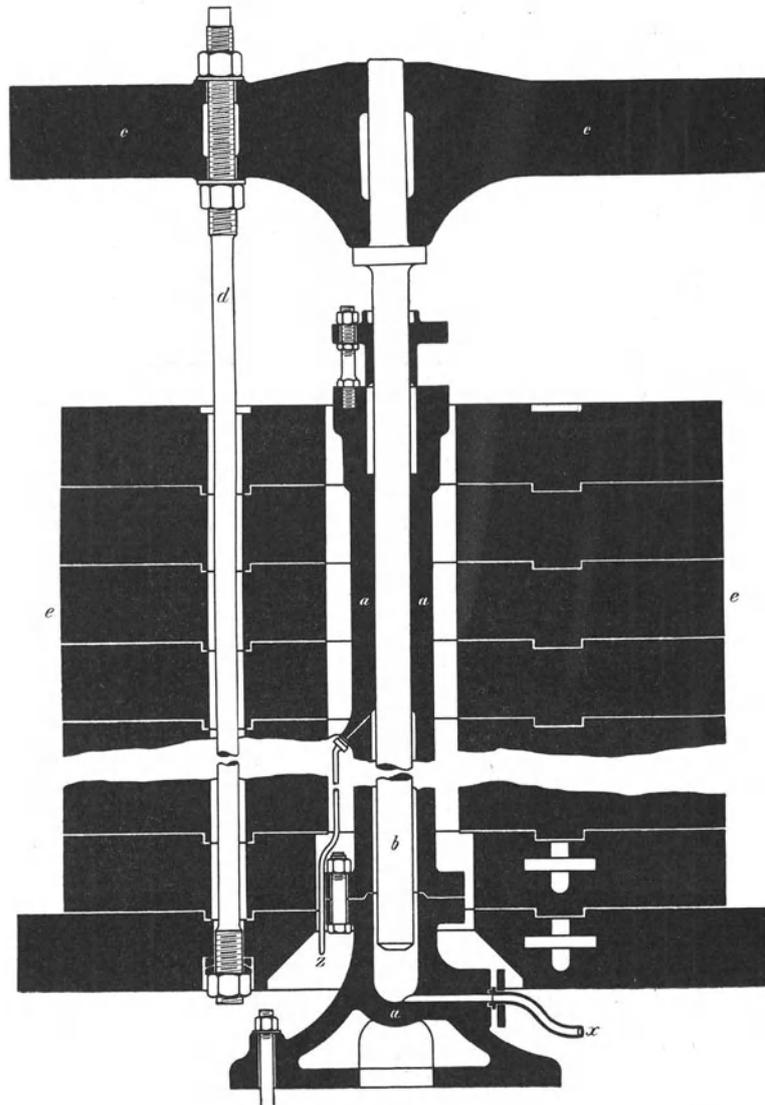
Fig. 308.

Vierfach wirkende Duplexdampfmaschine zur Erzeugung des Druckwassers auf Hugo bei Sterkrade.

Der Akkumulator (Fig. 309a) bestand in der Hauptsache aus dem stählernen Stiefel a von 2 m Höhe und dem Plunger b von 100 mm Durchmesser, an dessen Kopfstück c mittelst dreier Stangen d die gusseisernen Belastungsgewichte e e aufgehängt waren. Zur Führung des Kopfstücks war das eiserne Gerüst k (Fig. 309b) vorhanden. Das Druckwasser trat bei x in den Akkumulator ein und bei z wieder aus.

Es waren bis zu 20 Pressen von je 100 t Druckkraft in Betrieb, welche man nebst dem Akkumulator von der Gutehoffnungshütte bezogen hatte. In dem stählernen Cylinder h (Fig. 310) bewegte sich mit 600 mm Hub der Plunger b. Dieser war bei c mit einer Manschette versehen,

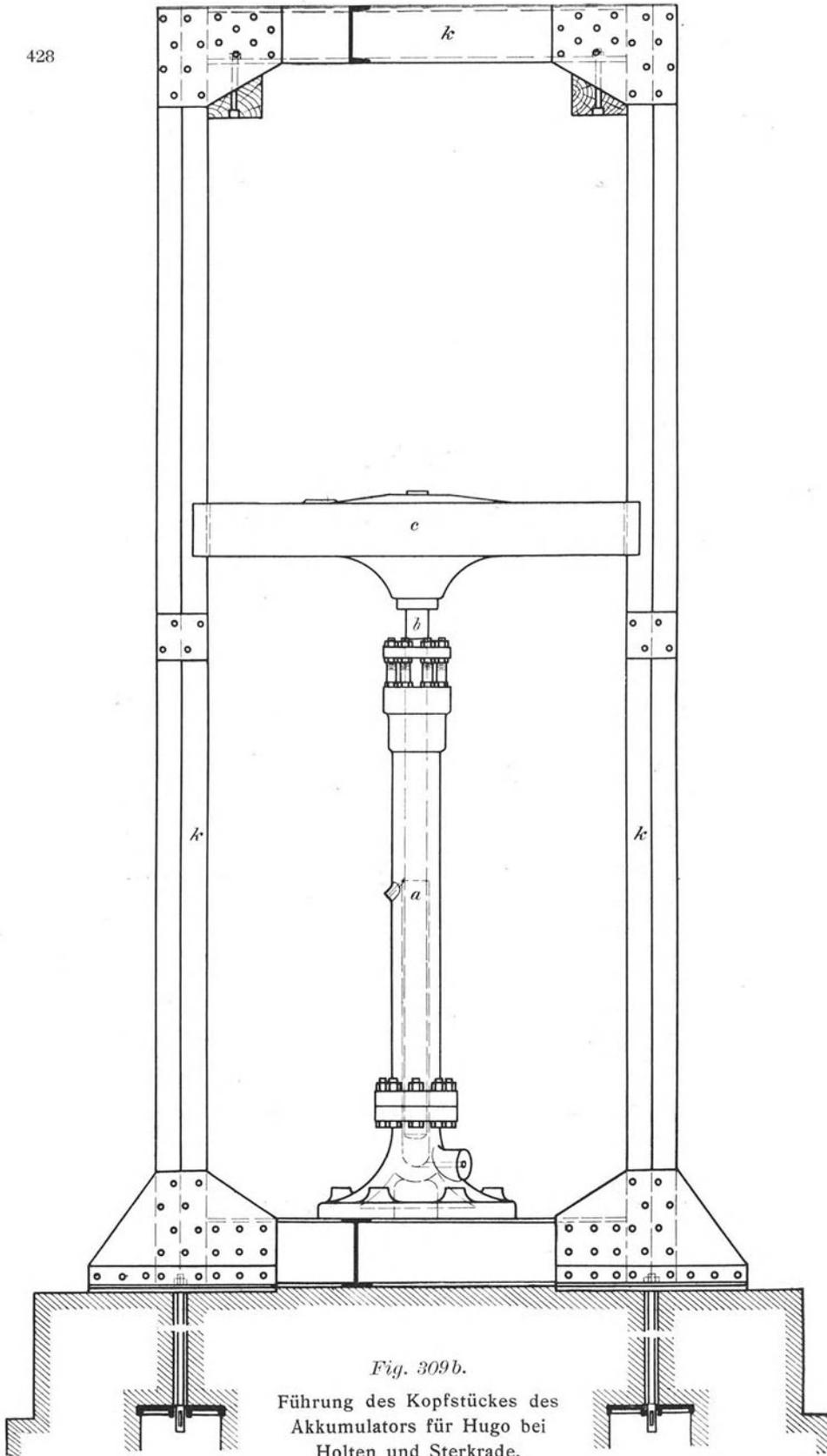
welche ebenso wie die Packung der Stopfbüchse g aus Leder oder Kautschuck bestand. Mit Hülfe des Schlitzers a wurden die Pressen durch



*Fig. 309a.*

Akkumulator für Hugo bei Holten und Sterkrade.

Schlitzschrauben in gleichen Abständen voneinander an dem sogenannten Druckring befestigt, während der bewegliche Fuss i den obersten Horizontalflansch des gusseisernen Senkcylinders umfasste. Nach Oeffnung des



*Fig. 309b.*

Führung des Kopfstückes des  
Akkumulators für Hugo bei  
Holten und Sterkrade.

Hahnes *d* strömte das Druckwasser über den Plunger und drückte ihn allmählich nieder. War der Hub vollendet, so wurde *d* geschlossen und *e* geöffnet, wodurch das über dem Plunger befindliche Wasser zum grössten Teile ausfloss. Ein kleiner Teil des Wassers jedoch trat durch das Röhrchen *f* in den Zwischenraum zwischen Kolben und Cylinder und drückte gegen die Ledermanschette *g*, sodass der Plunger wieder gehoben wurde. Sämtliche Rohrleitungen waren aus Kupfer hergestellt. Der lichte Durchmesser der Anschlussrohre von der Ringrohrleitung nach den

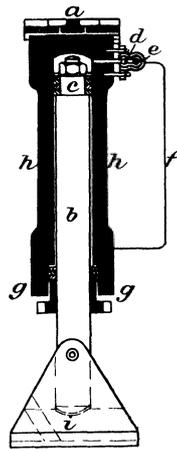


Fig. 310.

Hydraulische Presse für Hugo bei Holten.

Pressen betrug 5 mm und derjenige der übrigen Leitungen 10 mm. Aehnlich, wie auf Hugo und Sterkrade, waren die Einrichtungen für den maschinellen Betrieb auch bei den übrigen Schächten. Nur hat man bei Rheinpreussen IV und V den Akkumulator weggelassen, ohne dass sich hieraus erhebliche Nachteile ergeben hätten. Jedoch kann der Akkumulator nur da entbehrt werden, wo die die Presseinrichtungen handhabenden Arbeiter sehr gut eingeübt sind, da sonst Stösse in den Rohrleitungen und Pressen entstehen, welche sowohl für die Einrichtungen als auch für den Senkcylinder gefährlich werden können.

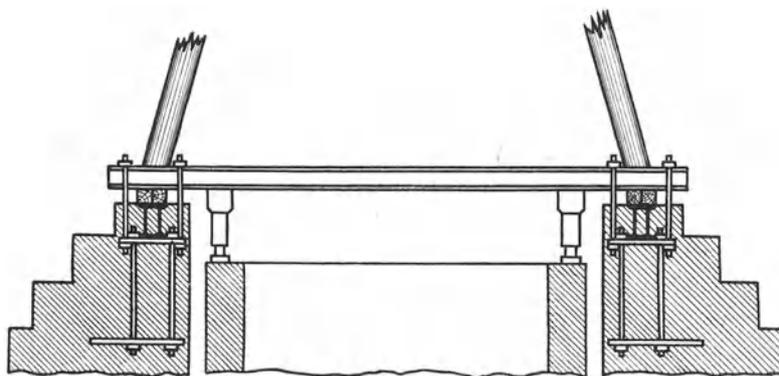
Gegenüber der Benutzung von Menschenkraft zum Betriebe der hydraulischen Pressen bietet der maschinelle Betrieb vor allem den Vorteil, dass er es ermöglicht, alle Pressen gleichzeitig mit vollem Druck wirken zu lassen, was sich bei dem Handbetrieb wegen des unregelmässigen Arbeitens der an den Pressen beschäftigten Leute nicht erreichen lässt. Ausserdem ist die Materialbeanspruchung eine gleichmässiger, und, was das Wichtigste

ist, der Senkcylinder kann fortdauernd in Bewegung gehalten werden. Schliesslich ist der maschinelle Betrieb bei längerer Dauer des Pressens auch billiger als der Handbetrieb.

**β) Niederpressen des ersten Senkcylinders.**

Die Schraubenwinden und Pressen lässt man unmittelbar auf den Senkcylinder wirken, nachdem zunächst ein Widerlager für dieselben hergerichtet ist.

Handelt es sich um den seltenen Fall, dass die Pressung auf den zuerst eingebauten Senkkörper ausgeübt werden soll, so dienen als Widerlager Balken, die irgendwie belastet werden. Auf Rheinpreussen III



*Fig. 311.*

Niederpressen der Senkmauer auf Deutscher Kaiser IV.

wurden beim Niederpressen der Senkmauer von 6,5 m lichtem Durchmesser die hölzernen Balken der Bohrbühne benutzt, welche in der Fundamentmauer verlagert und verankert waren, während auf Vollmond II, wo ein gusseiserner Senkcylinder niedergesst werden sollte, die ebenfalls aus Holz bestehenden Balken in die Futtermauer des 12 m tiefen Vorschachtes eingemauert wurden. Selbstverständlich kann der Druck, der bei Benutzung hölzerner Balken ausgeübt wird, nicht sehr gross sein.

Ist eine Fundament- oder Futtermauer nicht vorhanden, so müssen besondere Vorkehrungen für die Belastung der Widerlagerbalken getroffen werden. Auf Deutscher Kaiser IV bestanden letztere aus 4 doppelten  $\Gamma$  Trägern NP 55, deren Enden durch Anker mit 4 seitlich des Schachtes errichteten Mauerklötzen von 4 m Höhe und je 18 qm Grundfläche verbunden waren (Fig. 311). Das Gesamtgewicht der Mauerklötze betrug 300 t. Mittels 4 hydraulischer Pressen wurde auf die Senkmauer von 8 m Durchmesser ein Druck von 240 t ausgeübt.

γ) Niederpressen der folgenden Senkcylinder.

In der Regel wird erst der zweite fast immer aus Gusseisen bestehende Senkcylinder dem Druck von Pressen unterworfen, während man den ersten, eine Senkmauer, nur soweit niederbringt, als es ohne Pressen möglich ist. Die Senkmauer benutzt man alsdann beim Nieder-

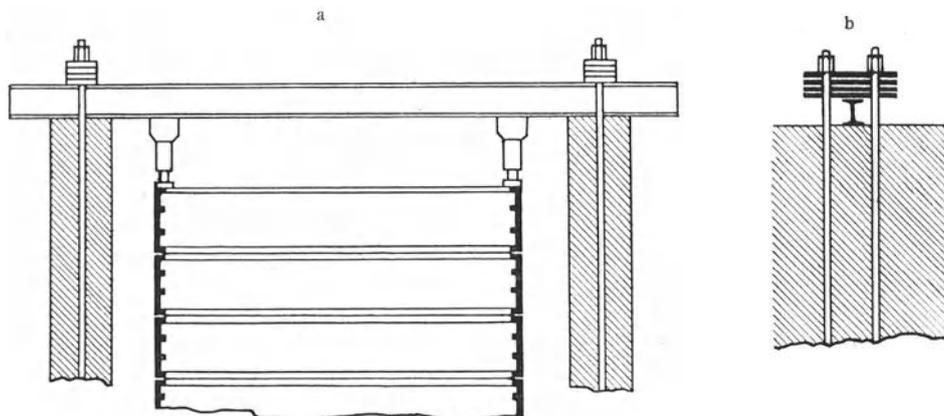


Fig. 312.

Niederpressen des ersten gusseisernen Senkcylinders auf Deutscher Kaiser IV.

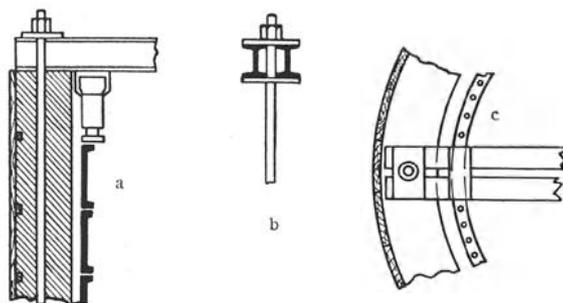


Fig. 313.

Niederpressen eines gusseisernen Senkcylinders auf Neumühl II.

bringen der folgenden Senkcylinder zur Anbringung und Belastung der Widerlager. Als letztere dienen entweder ein gusseiserner Druckring oder eiserne Träger, welche mit dem Senkschuh oder einem in die Mauer eingelassenen sogenannten Ankerring verbunden werden.

Eiserne Träger sind auf Deutscher Kaiser IV, sowie auf Neumühl I und II benutzt worden. Bei dem ersteren Schachte waren es 3  $\pm$  Träger NP 55 (Fig. 312a und b) und auf Neumühl (Fig. 313a—c) 6 doppelte

⊠ Träger NP 50. Die Verbindung der Träger mit dem Schuh der Senkmauer geschah durch die Ankerstangen. Der Druck, welcher mittelst hydraulischer Handpressen erzeugt wurde, betrug auf Deutscher Kaiser IV bis zu 360 000 kg und auf Neumühl bis zu 800 000 bzw. 630 000 kg. Die Anwendung eiserner Träger hat den Nachteil, dass die Schachtscheibe nicht frei bleibt, und dass nur verhältnismässig wenig Pressen angebracht werden können. Wo ein sehr hoher Druck erforderlich ist, und das Pressen lange Zeit fortgesetzt werden soll, ist daher immer ein Druckring vorzuziehen.

Den ersten Druckring finden wir im Jahre 1894 auf Rheinpreussen III angewandt. Derselbe, von der Firma Haniel & Lueg geliefert, hatte einen inneren Durchmesser von 5,10 m, war 1,6 m breit und bestand aus 12 an-

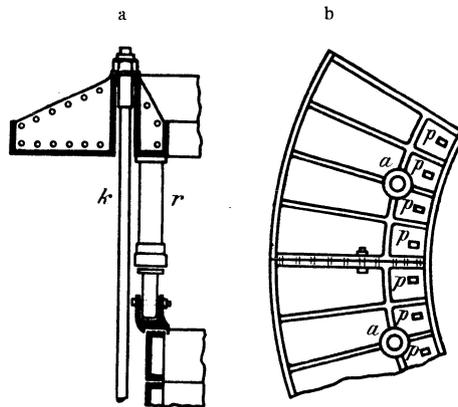


Fig. 314.

Druckring für Rheinpreussen III.

einander geschraubten Segmenten (Fig. 314a und b). Er war mit 12 Löchern a und 48 Löchern p versehen. Durch die ersteren gingen die Ankerstangen k, während in den letzteren die hydraulischen Pressen r befestigt wurden. Bis zu 20 Pressen mit einer gesamten Druckleistung von 2 000 t standen in Thätigkeit. Die Belastung des Ringes wurde durch die Senkmauer A (Fig. 315), welche bis zu einer Teufe von 49 m niedergebracht und dabei aus dem Lot geraten war, sowie durch eine in derselben hergestellte Ausfütterung B bewirkt. Die Stangen k hatten am oberen Ende kreisförmigen, im übrigen aber quadratischen Querschnitt von 100 mm Seitenlänge. Sie waren aus 5 bis 10 m langen durch Laschen und Schrauben miteinander verbundenen Stücken zusammengesetzt und am unteren Ende in der aus Figur 316a—c ersichtlichen Weise an dem Anker-ring t (Fig. 315) befestigt. Letzteren hatte man bei 30 m Teufe nachträg-

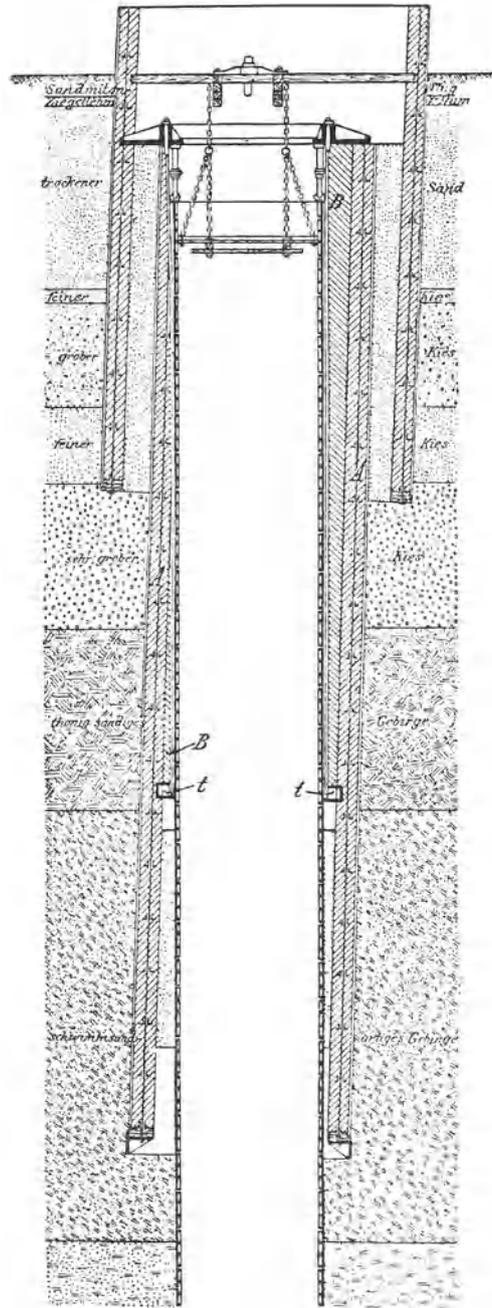
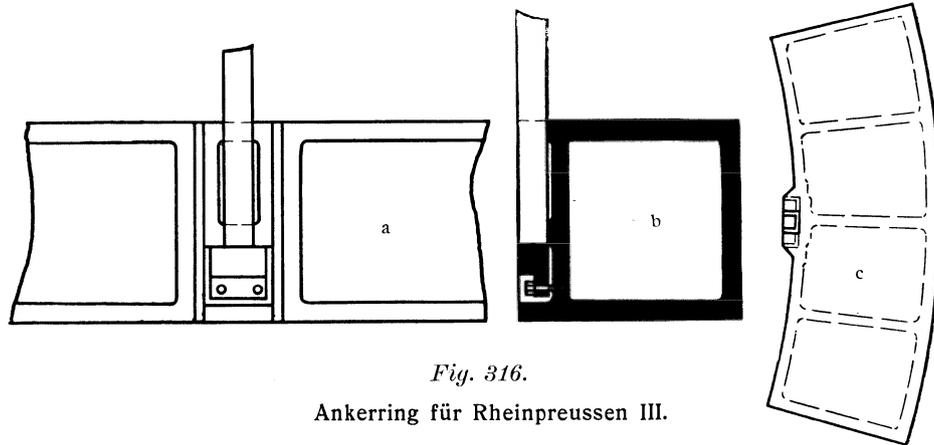


Fig. 315.

Senkschacht nebst Druckring auf Rheinpreussen III.

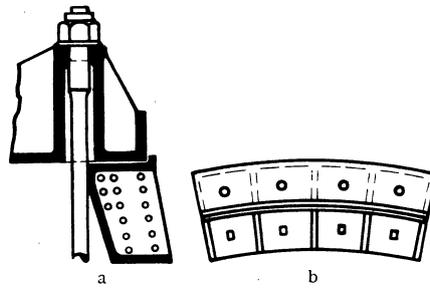
lich in die Senkmauer eingesetzt und auf ihm die Ausfütterung B aufgemauert. Der Ankerring war ähnlich wie ein Keilkranz gestaltet, 0,65 m hoch, und hatte 60 mm Wandstärke. Die einzelnen Segmente waren mit je 3 Verstärkungsrippen versehen und durch je 6 Schrauben von 40 mm



*Fig. 316.*

Ankerriech für Rheinpreussen III.

Stärke aneinander geschraubt. Die Breite der Segmente war an verschiedenen Stellen des Kreisumfangs verschieden und betrug 500, 600 und 700 mm. Die an dem Ankerriech befestigten Stangen sollten nämlich gleichzeitig als



*Fig. 317.*

Verbreiterungsring für Rheinpreussen III.

Führung für den niederzupressenden gusseisernen Senkcyliner von 5,2 m lichtigem Durchmesser dienen, welcher wegen der schiefen Stellung der Senkmauer exzentrisch eingebaut werden musste.

Den Druckring musste man später, als innerhalb des ersten gusseisernen Senkcyliners ein zweiter von 4,5 m lichtigem Durchmesser nieder-

gebracht wurde, nach innen verbreitern. Hierzu verwendete man den in Figur 317a und b abgebildeten zwölfteiligen konischen Ring (Verbreiterungsring), welcher mittelst Schrauben unter den Druckring gehängt wurde.

Das Gewicht einer Senkmauer von 6 bis 8 m Durchmesser, welche eine Teufe von 25 m erreicht hat, stellt sich auf 600 bis 800 t. Wenn auch hierzu noch die Reibung im Gebirge hinzutritt, so ist dennoch das Gewicht

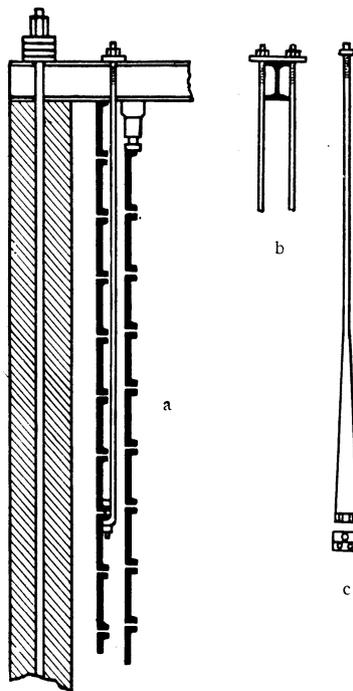


Fig. 318.

Niederpressen des 2. gusseisernen Senkcyinders auf Deutscher Kaiser III.

der Senkmauer nicht gross genug, als dass die an derselben befestigten Widerlager bei Anwendung eines sehr hohen Drucks den Pressen genügenden Widerhalt bieten könnten. Ist daher bei Senkarbeiten bis zu grösserer Teufe der zu pressende Senkcyylinder ausser von der Senkmauer noch von einem anderen Senkkörper oder auch von gewöhnlichem aus Mauerung oder Tubbing bestehendem Schachtausbau umgeben, so verbindet man die Widerlager mit dem Fortschreiten des Abteufens auch mit diesem.

So hat man auf Deutscher Kaiser III beim Niederpressen des zweiten gusseisernen Senkcyinders von 6,5 m lichtem Durchmesser die auf der

Senkmauer verlagerten 8  $\perp$  Träger, welche als Widerlager für 32 hydraulische Handpressen dienten, noch durch das Gewicht des ersten gusseisernen Senkcyinders von 7 m lichtigem Durchmesser belastet. Letzterer war bis 49 m Teufe, und die Senkmauer bis 19 m niedergebracht worden. Ueber die  $\perp$  Träger wurden Eisenplatten (Fig. 318a—c) von 110 mm Dicke gelegt und durch je 2 Stangen von 80 mm Stärke mit dem Senkcyinder verbunden. Die Stangen waren mit ihrem unteren umgebogenen Ende an den Flanschen von 2 der oberen Tubblingsringe durch Schrauben befestigt. Der Druck, welchem der zweite gusseiserne Senkcyinder auf diese Weise unterworfen wurde, betrug  $32 \times 60 = 1920$  t.

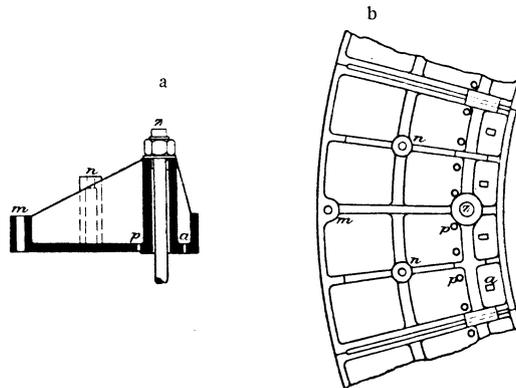
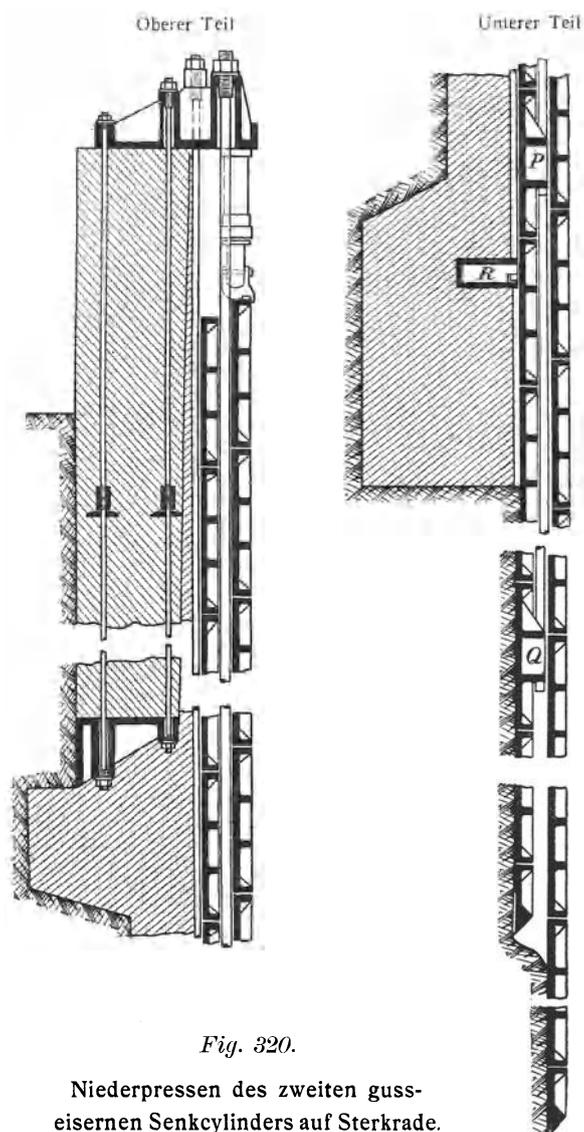


Fig. 319.

Druckring auf Hugo bei Holten, alter Schacht.

Auf Hugo bei Holten, alter Schacht, war man mit einer Senkmauer von 7,5 m lichtigem Durchmesser bis 20 m Teufe gelangt und hatte sodann den Schacht beim Abteufen von Hand bis 81 m Teufe durch Unterhängen von Tubblings ausgekleidet. Zur Belastung des auf der Senkmauer angebrachten Druckringes wurde ausser dieser der Tubblingsausbau von 6,72 m lichtigem Durchmesser benutzt. Der Druckring (Fig. 319a und b) wog 50 000 kg und hatte 1,5 m Breite. Er war aus 12 Segmenten zusammengesetzt und mit fünf Reihen Löchern versehen. Durch die 36 Löcher m und n gingen die Ankerstangen der Senkmauer, während durch die 96 Löcher p die Schrauben gesteckt wurden, mit welchen man den obersten Tubblingsring an dem Druckring festschraubte. Da die Schrauben allein nicht imstande gewesen wären, den Tubblingsausbau zu tragen, wurde dieser noch durch 12 Ankerstangen, welche man bei 37,5 und 75 m Teufe an besonderen Aufhängerringen befestigt hatte, an dem Druckring aufgehängt. Hierzu dienten die Löcher z. Vermittelst der Löcher a schliesslich wurden die hydraulischen Pressen mit dem Druckring verbunden. Der

gusseiserne Senkcylinder, welcher innerhalb des Tubbingausbaues niedergedrückt wurde, hatte 6,08 m Durchmesser. Die Pressung, welche von 200 hydraulischen Pressen auf ihn ausgeübt wurde, betrug bis zu 2000 t. Da das Gewicht des Senkcylinders bei der von ihm erreichten grössten Teufe von 175 m sich ebenfalls auf ungefähr 2000 t belief, so lastete auf dem Senkschuh der gewaltige Druck von 4000 t. Senkmauer und Tubbingausbau wogen je etwa 900 t, sodass von der erforderlichen Belastung des Druckrings 200 t übrigblieben, welche auf die Reibung im Gebirge entfielen.



*Fig. 320.*

Niederpressen des zweiten gusseisernen Senkcylinders auf Sterkrade.

Den neuen Schacht Hugo, welcher bald nach dem Zusammenbruch des alten in Angriff genommen wurde, hat man unterhalb der bis 18 m Teufe niedergebrachten Senkmauer statt mit Tubblings mit Mauerung ausgekleidet und an diese den Druckring durch Ankerstangen angeschlossen. Letztere waren an zwei Ankerstangen befestigt, welche bei 32 und 63 m Teufe in die Schachtmauer eingemauert waren.

Bei dem Schacht Sterkrade (Fig. 320) war der aus der Senkmauer von 7,5 m Durchmesser verlagerte Druckring während des Niederpressens des ersten gusseisernen Senkcyinders von 6,72 m lichtigem Durchmesser mit der von 18 bis 40 m Teufe reichenden Schachtmauerung verbunden. Als das Einsenken des Senkcyinders bei 81 m Teufe beendigt war, und ein zweiter Senkcyinder eingebaut werden sollte, schloss man auch den ersten an den

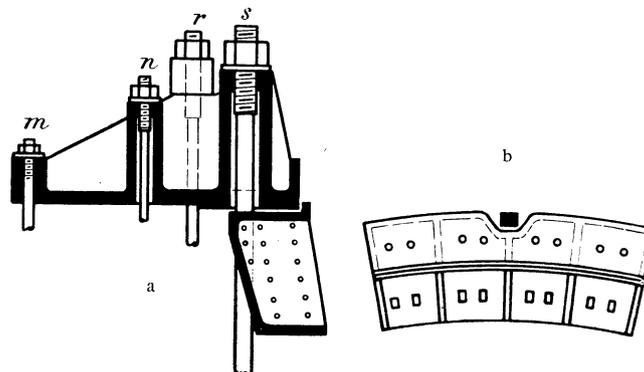


Fig. 321.

Druckring nebst Verbreiterungsring für Sterkrade.

Druckring an. Der Druckring, welcher einen inneren Durchmesser von 6 m, und eine Breite von 1,5 m besass, ist in Figur 321 a und b abgebildet. Die Löcher m und n hatten denselben Zweck wie bei dem Ring auf Hugo, alter Schacht; durch die Löcher r gingen die 24 Ankerstangen, welche zur Verbindung mit dem bei 38 m Teufe in die Schachtmauerung eingesetzten Ankerring R (Fig. 320) dienten, und durch s die Stangen für den Anschluss an den ersten gusseisernen Senkcyinder. Der Ankerring war ebenso gestaltet, wie der auf Rheinpreussen III benutzte; auch die Befestigung der 60 mm starken Ankerstangen an dem Ring war die gleiche wie dort.

In dem ersten gusseisernen Senkcyinder waren bei 37 und 72 m Teufe zwei Ringe P und Q (Fig. 320) eingeschaltet, welche dieselbe Konstruktion zeigten, wie die Aufhängeringe auf Hugo, alter Schacht. Die 12 zugehörigen Ankerstangen hatten quadratischen Querschnitt von 100 mm Seitenlänge. Da der innere Durchmesser des Druckrings für den von

132 m Teufe ab niedergebrachten dritten gusseisernen Senkcyliner von 5,2 m Durchmesser zu gross war, musste später ein Verbreiterungsring untergehängt werden. Dieser (Fig. 321 a und b) war mit Aussparungen für die Ankerstangen des ersten gusseisernen Senkcyliners versehen und hatte ein Gewicht von 25 000 kg.

Ein anderes Verfahren, einen gusseisernen Senkcyliner zu pressen, ist auf Deutscher Kaiser IV zur Anwendung gekommen (Fig. 322). Dasselbst unterstützte man den direkten Druck von 6 hydraulischen Pressen zu je 60 t noch durch denjenigen von 7 Schraubenwinden mit einer Druckkraft von je 30 t. Die Schraubenwinden griffen an dem längeren Arm der 6 bis 9 m

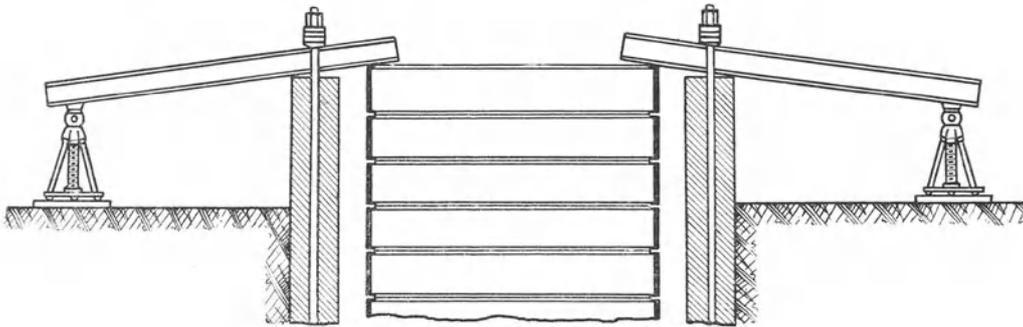


Fig. 322.

Niederpressen des ersten gusseisernen Senkcyliners auf Deutscher Kaiser IV.

langen Hebel an. Jeder Hebel bestand aus zwei  $\perp$  Trägern NP 55 und war unter mehrere aufeinandergelegte Laschen geschoben, die je zwei Ankerstangen der Senkmauer von 8 m l. Durchmesser verbanden.

Die Pressung, welche auf diese Weise auf den gusseisernen Senkcyliner von 6,5 m l. Durchmesser ausgeübt wurde, betrug etwa 600 t, so dass der ganze Druck, welchem der Cylinder ausgesetzt wurde, beinahe 1 000 t erreichte.

### c) Sonstige Mittel.

Wenn bei geringer Teufe ein Senkcyliner im Schwimmsand an einer Stelle festsetzt, so gelingt es zuweilen, ihn dadurch wieder zum Sinken zu bringen, dass man an der betreffenden Stelle aus einem Gasrohr Wasser unter einem Druck von mehreren Atmosphären ausströmen lässt (z. B. Minister Achenbach I und II).

Bei der Senkarbeit im toten Wasser wurde in einigen Fällen, wenn ein Senkcyliner nicht mehr sinken wollte, mit Erfolg der Wasserspiegel

im Schachte erhöht (z. B. Deutscher Kaiser I\*). Auf diese Weise wurde eine Strömung des Wassers von dem Schachtinnern nach Aussen hervorgerufen. Das Wasser dringt unter dem Senkschuh durch und steigt sodann an der Aussenwand des Senkcylinders, wo es den geringsten Widerstand findet, empor. Hierdurch wird eine Spülung verursacht und die Reibung im Gebirge vermindert. Während bei dem geschilderten Verfahren die Wasserströmung künstlich erzeugt wird, war auf Hugo bei Holten, alter und neuer Schacht, eine natürliche Strömung vorhanden. Dasselbst wurden von etwa 110 bis 130 m Teufe und von 140 bis 150 m Teufe Schichten durchsunken, welche mehrere hundert Liter Wasser zuführten. Die Wasser standen unter einem Druck von etwa 1 Atmosphäre, stiegen auf der Aussenwand des Senkcylinders empor und flossen an der Schachtmündung ab. Diesen Verhältnissen auf Hugo muss es zugeschrieben werden, dass es gelungen ist, bei dem alten Schacht einen gusseisernen Senkcylinder von 81 bis 175 m Teufe und bei dem neuen Schacht einen solchen von 76 bis 163 m Teufe niederzubringen, während man sonst nur mit Senktiefen von etwa 50 m zu rechnen hat.

Im Anschluss hieran sei erwähnt, dass von den Erfahrungen auf Hugo ausgehend der Bergverwalter Sassenberg sich neuerdings ein Verfahren hat patentieren lassen, bei dem in einiger Höhe über dem Senkschuh unter künstlichem Druck stehendes Wasser aus Löchern in dem gusseisernen Senkcylinder ausströmt.\*\*) Das Verfahren gelangt zur Zeit mit gutem Erfolge im Aachener Bezirk bei dem Adolphschachte des Eschweiler Bergwerksvereins zur Anwendung.

Ein anderes Mittel zur Beförderung des Einsinkens der Senkcylinder ist die Herstellung einer Wasserströmung von der Umgebung des Schachtes nach dem Innern desselben. Die Wasserströmung wird hier entweder dadurch erzeugt, dass man durch Sumpfung den Wasserspiegel im Schachte erniedrigt (z. B. Rheinpreussen II\*\*\*), oder dass man an der Aussenwand des Senkcylinders Wasser herunterlaufen lässt (z. B. Hugo III, Ver. Gladbeck III). Der beabsichtigte Zweck, einen festsitzenden Senkcylinder wieder in Bewegung zu bringen, wird in den meisten Fällen auch erreicht; es entstehen aber hierbei oft so erhebliche Durchbrüche des lockeren Gebirges, dass die in der Nähe des Schachtes befindlichen Gebäude gefährdet und die Schachtsohle viele Meter hoch emporgetrieben wird. Das Verfahren ist daher durchaus zu verwerfen.

Auch die Anwendung eines Stosswerkzeuges, welches man, wie dies z. B. auf Rheinpreussen II †) und Vollmond II geschehen ist, nach Art

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 75.

\*\*) Riemer, das Schachtabteufen z. Zt. der Düsseldorfer Ausstellung 1902, S. 15.

\*\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 245.

†) Ebenda, S. 244.

eines Rammjärs auf den Senkcyylinder herabfallen lässt, dürfte nicht zu empfehlen sein. Besitzt das Stosswerkzeug nämlich ein geringes Gewicht, so bleibt das Rammen ohne Wirkung; ist das Gewicht dagegen gross, so besteht die Gefahr, dass der Senkcyylinder Beschädigungen erleidet.

## 7. Anschluss an das feste Gebirge.

### a) Bei geringer Teufe.

Ist das feste Gebirge erreicht, so muss das Hervordringen von Wasser und lockerem Gebirge unter dem Senkschuh verhütet und deshalb der letzte Senkcyylinder möglichst dicht an das feste Gebirge angeschlossen werden. Bei der Durchteufung der den Mergel oder auch unmittelbar das Steinkohlengebirge überlagernden dünnen Decke von Schwimmsand oder Kies wird der Anschluss an das feste Gebirge dadurch ermöglicht, dass dasselbe in seinem oberen Teile meist aufgeweicht oder verwittert ist, und der Senkcyylinder daher noch ein Stück in das Gebirge einsinken kann. Schwierigkeiten sind nur da zu überwinden, wo die Oberfläche des Mergels unregelmässig gestaltet ist, weil alsdann der Senkcyylinder einseitig auf dem Mergel aufsetzt und an den Stellen, wo er sich noch im schwimmenden Gebirge befindet, Durchbrüche desselben entstehen. Unter solchen Verhältnissen hört man am besten sofort nach dem Erreichen des Mergels mit der Senkarbeit auf und schliesst, wie auf Graf Bismarck IV, Werne I und II, sowie Unser Fritz III, das schwimmende Gebirge mittelst Betriebezimmerung ab (Näheres hierüber siehe in dem Abschnitt über Abtreibearbeit, Seite 504 ff.).

Beim Weiterabteufen auf gewöhnliche Weise wird meist unter dem Senkcyylinder eine Gesteinsbrust stehen gelassen. Erscheint das Gebirge nicht fest genug, um den Druck des Senkcyinders aufzunehmen, so unterfängt man den Senkschuh durch einen Mauerklotz (Hugo III und Viktor II). Die noch zuzitzenden Wasser werden bei einer Senkmauer meist dadurch zurückgehalten, dass man den Ausbau aus Mauerung oder gusseiserner Cuvelage, mit dem der Schacht im festen Gebirge ausgekleidet wird, bis über den Wasserspiegel in die Senkmauer hineinreichen lässt und mit Beton hintergiesst. Damit der Schacht eine gleichmässige Innenfläche erhält, wird die Mauerung auch vielfach bis zu Tage geführt, oder auf der Cuvelage eine bis zu Tage reichende Futtermauer errichtet. Besteht der Senkcyylinder ausnahmsweise aus Gusseisen, so verfährt man entweder wie bei einer Senkmauer (Vollmond II) oder schliesst, wenn der Schachtausbau unter dem Senkcyylinder aus Tubblings hergestellt ist, diese durch einen Anschlussring an den Senkschuh an (Rhein-Elbe, Wetter-schacht). Bei letzterem Verfahren wird der Durchmesser des Schachtes

nicht verringert. Dasselbe ist aber nur dann anwendbar, wenn der Senkcylinder nicht aus dem Lote geraten ist. Die Tubblings schon gleich beim Weiterabteufen unter den gusseisernen Senkcylinder unterzuhängen, wie es bei grösserer Mächtigkeit des lockeren Gebirges vielfach geschieht, ist bei geringer Teufe nicht zu empfehlen, da es hier leicht vorkommen kann, dass der Senkcylinder wieder in Bewegung gerät.

#### **b) Bei grösserer Teufe.**

Auch bei der Senkarbeit in den mächtigen Schichten lockeren Gebirges am Rhein kommt es zu statten, dass unmittelbar unter diesen Schichten das feste Gebirge fast immer von solcher Beschaffenheit ist, dass man den letzten Senkcylinder noch ein Stück in dasselbe eindringen lassen kann. Hierbei werden zugleich die Pressvorrichtungen zu Hülfe genommen. Um nach dem Stümpfen des Schachtes etwaige Wassermengen abzuschliessen, welche unter dem Senkschuh noch zusitzen, wird der Schacht beim Weiterabteufen anfangs mit Tubblings ausgekleidet. Diese werden wegen der noch geringen Widerstandsfähigkeit des Gebirges segmentweise eingebaut und unter den Senkschuh des letzten gusseisernen Senkcylinders gehängt (Deutscher Kaiser I bis IV). Seltener baut man die Tubblings in gewöhnlicher Weise von unten herauf auf und verbindet sie durch einen Anschlussring mit dem Senkschuh (Sterkrade).

Bei grosser Mächtigkeit des lockeren Gebirges hat es sich als notwendig erwiesen, den Anschluss an das feste Gebirge dadurch zu bewirken, dass man sofort, nachdem man dasselbe erreicht hat, oder bereits einige Meter vorher, einen neuen gusseisernen Senkcylinder einbaut und diesen nun möglichst tief niederpresst (Sterkrade, Hugo, neuer Schacht). Es geschieht dies, um durch den neuen Senkcylinder den vorher niedergebrachten zu verstärken, da einem einzelnen Senkcylinder für grosse Teufen keine genügende Wandstärke gegeben werden kann.

Ist der Anschluss an das feste Gebirge erreicht, so können die oberen Ringe der gusseisernen Senkcylinder zum Teil wieder ausgebaut werden. Den ersten gusseisernen Senkcylinder lässt man am besten bis über den Wasserspiegel hinausragen und entfernt die oberen Ringe der folgenden Senkcylinder nur soweit, dass die Schachtstösse möglichst überall durch doppelten Ausbau gesichert bleiben (vergl. die Schachtprofile von Deutscher Kaiser I, III und IV und Sterkrade in Figur 335, 338, 346 und 343). Mehrfach hat man sich jedoch auch mit einer geringeren Sicherheit begnügt (Rheinpreussen II und III, Neumühl I, Fig. 334, 339 und 340). Um zu verhüten, dass aus den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Senkcylindern Wasser nach oben empordringt, werden diese, soweit es nicht schon früher geschehen ist, mit Beton hinterfüllt.

Solange es noch an den geeigneten Vorrichtungen fehlte, um den letzten Senkcyylinder in das feste Gebirge niederzupressen, hat der Anschluss an dasselbe oft erhebliche Schwierigkeiten bereitet, so bei den Schächten I und II der Zeche Rheinpreussen und auf Ruhr und Rhein. Auf Rheinpreussen I wurde, nachdem das feste Gebirge bei 121 m Teufe erreicht war, ein Senkcyylinder aus Schmiedeeisenblech eingebaut, den man durch Vorbohren mittelst Sack- und Stossbohrer noch einige Meter tief niederzubringen suchte. Da der Cylinder aber nicht sinken wollte, wurde bis zum oberen Rande desselben Beton eingegossen und nachdem dieser erhärtet war, zur Arbeit auf der Sohle übergegangen. Hierbei wurde der Beton wieder hereingewonnen und der Senkcyylinder mit dem Fortschreiten der Hereingewinnung mit Tubblings ausgekleidet. Noch bevor man jedoch bis zum Fusse des Senkcyinders gelangt war, ging derselbe zu Bruch. Nach jahrelangen Aufräumungs- und Bohrarbeiten wurde später ein zweiter Senkcyylinder aus Schmiedeeisenblech eingelassen, der dann ebenfalls mit Beton angefüllt und in gleicher Weise wie der erste durch gusseiserne und schmiedeeiserne Ringe verstärkt wurde. Hierauf gelang es schliesslich, den Anschluss herzustellen.

Bei den Schächten Rheinpreussen II\*) und Ruhr und Rhein half man sich dadurch, dass ebenfalls noch ein Stück in dem festen Gebirge weitergebohrt, und sodann der Schacht unterhalb des Senkcyinders erweitert wurde, wobei dicht unter dem Senkschuh eine Gesteinsbrust stehen blieb. Hierauf wurde Beton eingegossen und die Gesteinsbrust beseitigt, sodass der Senkcyylinder in den Beton niedersank. Dieser wurde nach dem Erhärten und dem Sumpfen der Wasser innerhalb des Schachtinnern wieder hereingewonnen, während der hinter dem Senkcyylinder befindliche Teil des Betons dazu diente, das lockere Gebirge abzuschliessen.

## 8. Nebenarbeiten.

### a) Geraderichten aus dem Lote geratener Senkkörper.

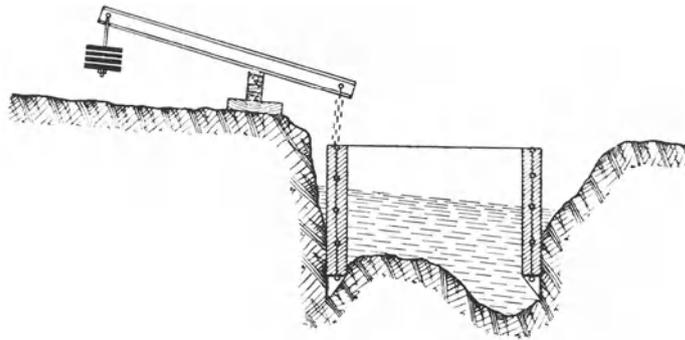
Beim Uebergang in andere Schichten, bei plötzlichen Durchbrüchen des lockeren Gebirges, oder wenn unter dem Senkschuh ein grösserer Gegenstand (Geröllestück, Baumstumpf u. s. w.) festsetzt, kann es leicht vorkommen, dass der Senkcyylinder aus dem Lote gerät. Grössere Abweichungen entstehen jedoch hauptsächlich nur bei dem zuerst eingebauten Senkcyylinder, also in der Regel bei der Senkmauer. Wir finden hier solche von mehr als einem Meter, so auf Rheinpreussen III von 1,07 m bei 41 m

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 248.  
Ebenda 1870, Bd. XVIII, B S. 283.

Teufe und auf Ver. Gladbeck III von 2,20 m bei 23 m Teufe. Die folgenden Senkcyliner können in dem ersten durch Anbringung geeigneter Vorrichtungen so geführt werden, dass sie eine annähernd senkrechte Lage beibehalten. Geringe Abweichungen, welche aber selten 20 cm überschreiten, sind auch hier deshalb nicht zu vermeiden, weil die Verbindung der einzelnen Tubbingringe, aus denen die Senkcyliner hergestellt sind, eine gewisse Beweglichkeit gestatten.

Die Versuche, einen aus dem Lote geratenen Senkcyliner wieder gerade zu richten, haben nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn die erreichte Teufe noch gering ist.

Eines der einfachsten Mittel, welches sich in vielen Fällen als wirksam erwiesen hat, besteht darin, dass man das Gebirge während einiger Zeit nur auf der Seite hereingewinnt, wo der Schacht langsamer gesunken oder



*Fig. 323.*

Geraderichten einer Senkmauer auf Deutscher Kaiser I.

hängengeblieben ist. Auch ein Unterschneiden des Senkschuhs oder eine einseitige Belastung oder Pressung hilft unter Umständen. Eine Senkmauer, die erst wenige Meter tief niedergebracht ist, kann wohl auch, wie auf Deutscher Kaiser I\*), in der aus Figur 323 ersichtlichen Weise durch mit den Ankerstangen verbundene Hebel wieder in die richtige Lage gebracht werden.

Auf Deutscher Kaiser III\*\*) gelang es den bis etwa 20 m Teufe niedergebrachten ersten gusseisernen Senkcyliner dadurch wieder gerade zu richten, dass man den tiefer gesunkenen Teil desselben für einige Zeit an

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 68.

\*\*) Ebenda 1893, Bd. XLI, B S. 224.

Drahtseilen aufhing, während man auf den höher gelegenen mittelst Pressvorrichtungen wirkte.

In sehr zweckmässiger Weise schliesslich wurde neuerdings bei dem Schachte Trier II verfahren (Fig. 324). Man hatte hier mit einer Senkmauer von 6,5 m lichtigem Durchmesser eine Teufe von 13 m erreicht, wobei die Mauer 0,80 m aus dem Lote geraten war. Durch vier Schraubenzwinden mit einer Leistungsfähigkeit von je 20 t wurde auf der einen Seite ein Druck auf die Senkmauer ausgeübt, während auf der andern

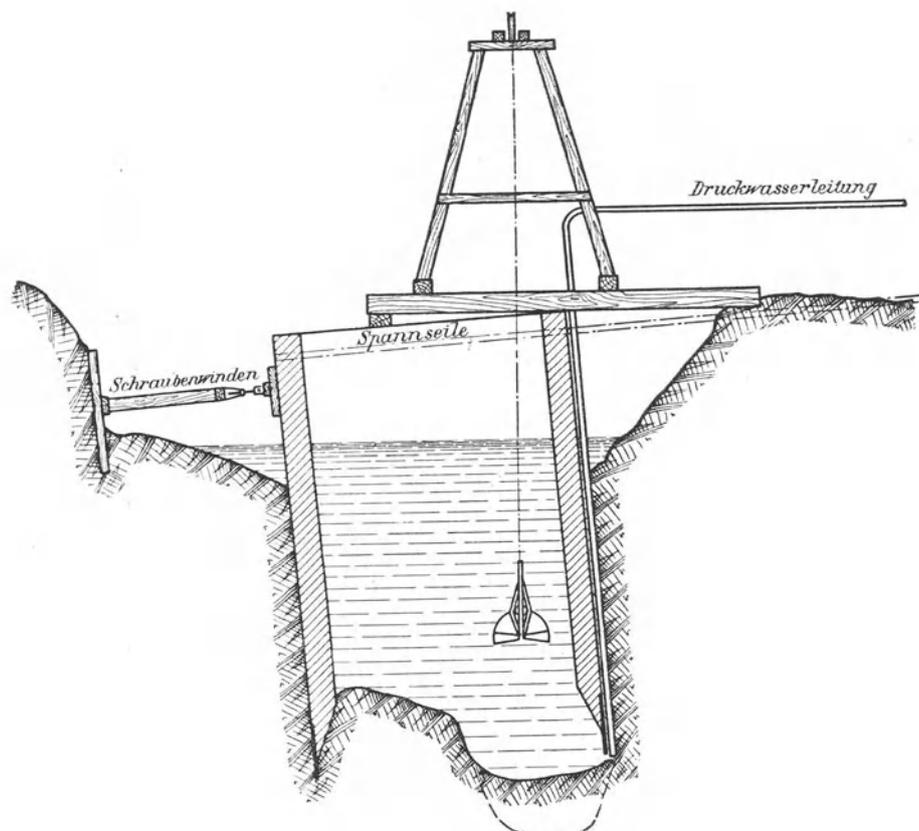


Fig. 324.

Geraderichten einer Senkmauer auf Trier II.

Seite mittelst zweier Handkabel, um deren Trommeln starke Drahtseile geschlungen waren, gezogen wurde. Ausserdem wurde das Gebirge mit dem Greifbagger einseitig hereingewonnen, während aus einem Gasrohr gleichzeitig Druckwasser austrat. Durch diese Mittel wurde die Senkmauer binnen wenigen Tagen wieder in die richtige Lage gebracht.

### b) Ausbesserung von Beschädigungen der Senkkörper.

Beschädigungen der Senkcylinder entstanden früher leicht dadurch, dass der Senkschuh, wenn die Cylinder nicht mehr sinken wollten, in ausgedehnter Masse unterschritten wurden und so eine ruckweise Bewegung hervorgerufen wurde. Bei den Senkmauern traten Beschädigungen ausserdem mehrfach deshalb ein, weil dieselben bis zu Teufen niedergebracht wurden, für welche die Widerstandsfähigkeit gemauerter Senkcylinder gegen Druck nicht mehr ausreichte. Eine wesentliche Besserung trat erst ein, als man begann, schon bei geringer Teufe gusseiserne Senkcylinder einzubauen und zur Beförderung des Einsinkens Pressvorrichtungen anzuwenden. Aber auch seitdem sind immer wieder Beschädigungen vorgekommen, weil auch gusseiserne Senkcylinder bei grosser Teufe und grossem Durchmesser nicht genügende Widerstandsfähigkeit besitzen.

Glücklicherweise sind die Beschädigungen von Senkcylindern im Ruhrbezirk fast immer der Art gewesen, dass eine Ausbesserung entweder nicht erforderlich oder aber möglich war, oder dass es gelang, den beschädigten Senkcylinder, soweit durch denselben der Weg für den Einbau eines engeren versperrt wurde, wieder zu beseitigen. Nur in einem einzigen Falle waren die Beschädigungen so starke, dass der Schacht verloren gegeben werden musste (Hugo bei Holten, alter Schacht)\*). Auf einige wichtigere Ausbesserungsarbeiten sei im Nachstehenden näher eingegangen.

Auf Rheinpreussen I\*\*) entstand, als der Schacht für den Einbau eines neuen Senkcylinders gesümpft wurde, bei der bis 75 m unter Tage gelangten zweiten Senkmauer in einer Teufe von 66 m ein 10 cm breiter horizontaler Riss, welcher die Senkmauer vollständig in zwei Teile trennte. Aus demselben drang Schwimmsand und Wasser hervor. Man verschloss ihn durch einen 30 cm breiten Ring aus Eichenholz, welcher mit acht Löchern versehen war. Durch diese wurde mittelst einer besonders konstruierten Pumpe (Fig. 325a und b), Cementmörtel hinter den Ring gepresst. Der Mörtel wurde in das Rohr i der Pumpe gefüllt, durch Zurückziehen des Kolbens e angesaugt und, nachdem man den Dreiwegehahn h in die aus der Figur ersichtliche Stellung gebracht hatte, durch Vorwärtsbewegen des Kolbens eingespritzt. Die Löcher wurden später durch Holzpflöfen geschlossen.

Weniger schwierig war eine auf Rheinpreussen II\*\*\*) vorgenommene Ausbesserung, wo die erste Senkmauer infolge ruckweisen Sinkens nach

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 86.

\*\*) Ebenda 1869, Bd. XVII, B S. 395.

\*\*\*) Ebenda 1875, Bd. XXIII, B S. 242.

Erreichung einer Teufe von etwa 25 m in ihrem oberen noch von aussen zugänglichen Teile Risse zeigte. Es gelang, diese Risse durch Umlegen eines rotglühenden Flacheisenringes von 12 cm Höhe und 8 cm Stärke wieder zu schliessen. Der Ring wurde in kaltem Zustande an Ketten genau centrisch über dem Schachte aufgehängt und durch ein Feuer, welches man unter ihm auf einer mit Lehm bedeckten hölzernen Bühne angezündet hatte, zum Glühen gebracht. Sodann zertrümmerte man die Bühne, deren Stücke in den Schacht fielen und löste die Ketten, wodurch der Ring, von Lehren geführt, sich um die Mauer legte. Nachdem die Risse sodann mit Cement gedichtet waren, wurde die Senkmauer noch drei Meter tiefer niedergebracht.

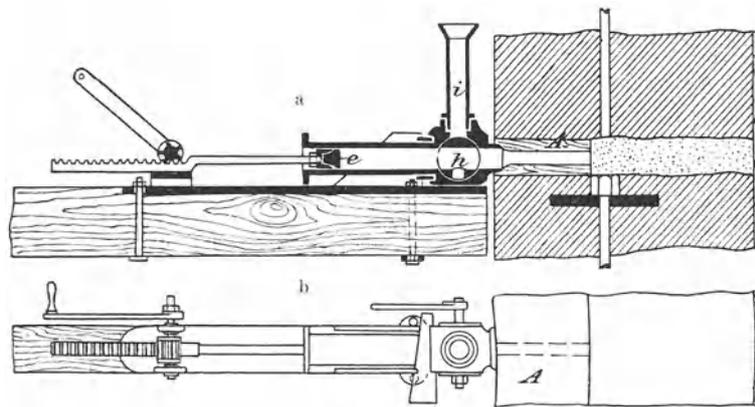


Fig. 325.

## Cementpumpe für Rheinpreussen I.

Auch die zweite Senkmauer des Schachtes Rheinpreussen II<sup>\*)</sup> wies, als sie bis zu einer Teufe von 92 m gelangt war, in ihrem oberen Teile Risse auf, ja an einer Stelle war sogar ein Stück der Mauer herausgebrochen. Da infolgedessen grosse Mengen Wasser und Schwimmsand in den Schacht austraten, hätte der Einbau eines neuen Senkcyllinders auf dem schon hergestellten Betonpfropfen grosse Schwierigkeiten bereitet. Man sah sich daher genötigt, die entstandenen Beschädigungen wieder auszubessern und sumpfte zu diesem Zweck den Schacht bis zu einer Teufe von 32 m. Um nun zuerst die Bruchstelle verschliessen zu können, wurde am unteren Ende derselben ein Rohr eingesetzt, durch das bis zur Beendigung der Verdichtungsarbeiten das Wasser ausfliessen sollte. Alsdann wurde die Oeffnung sorgfältig mit Verzahnung und unter Benutzung von

<sup>\*)</sup> Zeitschr. f. d. Berg- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 245.

Cementmörtel vermauert. Während dieser Arbeit, welche viel Zeit und Mühe erforderte, musste der Schacht sechsmal verlassen und unter Wasser gesetzt werden, weil aus der Oeffnung fortwährend Durchbrüche des lockeren Gebirges erfolgten. Die kleineren Risse wurden mit Cementmörtel ausgefüllt und durch Holzkeile pikotiert. Nach dem Erhärten des Mörtels wurde das in die Mauer eingesetzte Rohr geschlossen, worauf sich ergab, dass nur noch etwa 15 l Wasser durch die Mauer hindurchdrangen.

Auf Hugo bei Holten, alter Schacht, war für den Einbau eines gusseisernen Senkcyinders von 6,08 m Durchmesser die Schachtsohle von 81 bis 69 m Teufe mit Beton aufgefüllt worden. Als der Senkcyinder durch Arbeit auf der Sohle durch die Betonschicht niedergebracht wurde, löste sich bei 76 m Teufe ein Stück der um den Senkschuh gelegten Stahlbandage, sodass der Cylinder am weiteren Sinken gehindert wurde.\*) Unter Ueberwindung grosser Schwierigkeiten gelang es schliesslich, das beschädigte Stück durch ein anderes zu ersetzen, nachdem der Senkschuh durch Holzklötze unterfangen und hinter ihm der erforderliche freie Raum im Gebirge hergestellt war.

Wo es nicht möglich gewesen ist, die Wasser bis unterhalb der auszubessernden Stellen zu sämpfen, ist in einigen Fällen mit gutem Erfolge unter Anwendung von Taucherapparaten gearbeitet worden. Da bei diesen Arbeiten aber nur ein Ueberdruck von 4 Atmosphären zulässig ist, so bleibt diese Arbeitsweise auf eine Teufe von 40 m unter dem Wasserspiegel beschränkt.

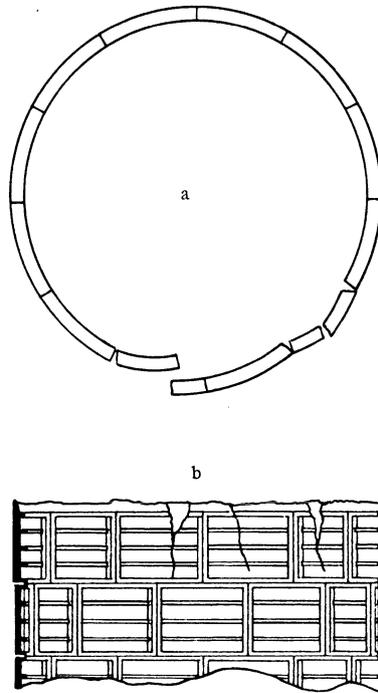
Erwähnenswert ist hier das Auswechseln zerbrochener Senkschuhsegmente bei dem ersten gusseisernen Senkcyinder auf Deutscher Kaiser I.\*\*\*) Die Arbeit wurde bei 38,5 m unter dem Wasserspiegel vorgenommen. Dasselbst hatte der Senkschuh durch plötzliches Aufsetzen auf Schwefelkiesknollen die durch Figur 326a und b dargestellten Beschädigungen erlitten. Nachdem durch Taucher die Schraubenbolzen, durch welche die beschädigten Segmente festgehalten wurden, gelöst waren, sollten die Segmente durch Anschlagen an das Kabelleil entfernt werden. Da dieser Versuch sich aber als erfolglos erwies, weil die Segmente zu sehr in Spannung waren, wurde eins derselben mit Dynamit gesprengt und sodann die übrigen ausgebaut. Der Einbau der neuen Segmente machte die grösste Kraftanstrengung der Taucher nötig, gelang aber vollständig und in verhältnismässig kurzer Zeit. Hierauf wurde das Absenken des Senkcyinders noch bis 58 m Teufe fortgesetzt.

Nicht geringeres Interesse beanspruchen die Arbeiten, welche unter

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 84.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 73.

Zuhilfenahme von Taucherapparaten an der bis 41 m Teufe niedergebrachten Senkmauer des Schachtes Rheinpreussen III ausgeführt wurden. \*) Als hier nach Herstellung eines Betonpfropfens auf der Sohle der Schacht für den Einbau eines gusseisernen Senkcylinders gesümpft werden sollte, machte sich ein so erheblicher Wasserzufluss bemerkbar, dass der Wasserspiegel nur wenig herunterging. Eine daraufhin durch Beamte



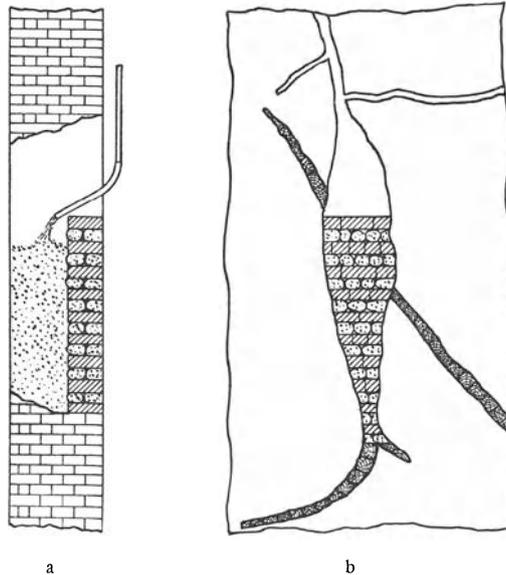
*Fig. 326.*

Zerbrochener Senkschuh auf Deutscher Kaiser I.

der Grube unter Benutzung von Taucherapparaten vorgenommene Untersuchung der Senkmauer ergab, dass dieselbe von mehreren zum Teil bis 0,70 m breiten Rissen durchsetzt war, welche bei 8 m Teufe begannen und bis 20 m hinabreichten. Es blieb nun nichts anderes übrig, als die Risse durch Taucher dichten zu lassen. Die Verdichtung erfolgte bei elektrischem Licht von einer schwebenden Bühne aus, und zwar ebenfalls durch Grubenbeamte. Die grösseren Risse verschloss man in Absätzen von 1 m (Fig. 327a und b) durch abwechselnde Lagen von Ziegelsteinen und leinenen Säckchen. Letztere waren mit Sand und Cement gefüllt und

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896, Bd. XLIV, B S. 159.

wurden nach dem Verlegen mit einem Hammer zerschlagen. Sobald auf diese Weise ein Absatz hergestellt war, wurde der noch freie Raum hinter demselben mit Cementmörtel ausgegossen. Das Einfüllen des Mörtels geschah von Tage aus durch ein schmiedeeisernes Rohr von 10 cm Durchmesser, welches unten in einen Gummischlauch endigte. In die kleineren Risse trieb man Pflöcke aus Pitchpineholz ein und goss hinter dieselben



*Fig. 327.*

Verdichtung von Rissen in der Senkmauer auf Rheinpreussen III.

ebenfalls Cementmörtel. Nachdem der Schacht gesümpft war, zeigte sich noch ein Zufluss von 0,33 cbm. Die Mauer wurde deshalb noch mit einer Auskleidung aus eisernen Ringen mit Holzverpfählung versehen.

### c) Aufräumarbeiten unter Wasser.

Bei der Senkarbeit im toten Wasser ist es mehrfach erforderlich gewesen, einen beschädigten Senkcylinder oder Teile eines solchen unter Wasser zu beseitigen, um den Weg für die Fortsetzung der Senkarbeit wieder frei zu machen. Zur Entfernung einzelner Bruchstücke hat man sich hierbei des Sackbohrers oder besonders konstruierter Fangwerkzeuge bedient. Auch der Greifbagger dürfte sich gegebenenfalls für diesen Zweck eignen.

Ein Fangwerkzeug, welches auf Rheinpreussen I beim Zutagefördern von Bruchstücken des zweiten gusseisernen Senkcylinders aus 96 m Teufe

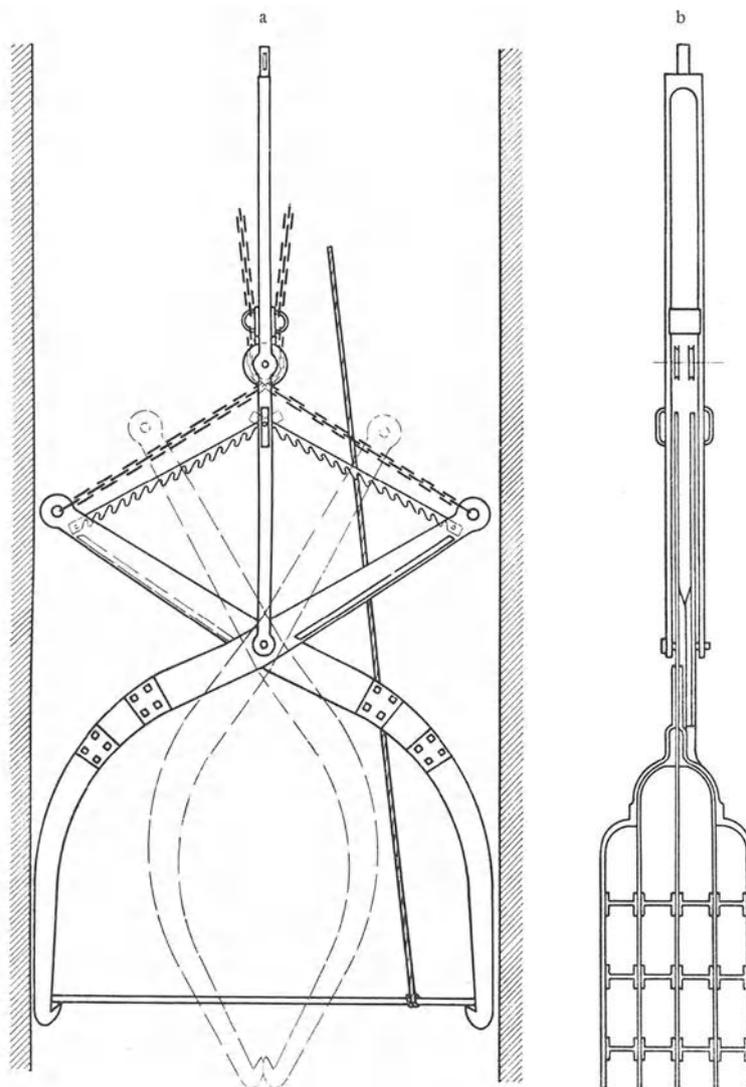


Fig. 328.

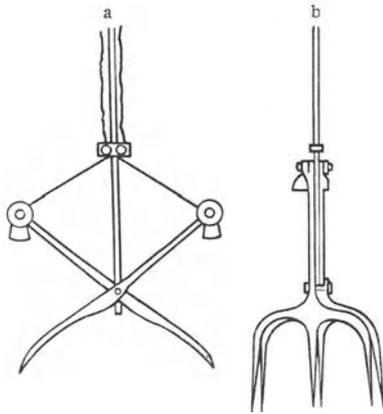
## Fangwerkzeug für Rheinpreussen I.

benutzt\*) und an dem schmiedeeisernen Bohrgestänge eingelassen wurde, ist in Figur 328a und b abgebildet. Nach dem Einlassen wurde mittelst eines Seiles eine Spreitze weggezogen, sodass der Apparat durch Anziehen zweier Ketten geschlossen werden konnte. Einzelne Bruchstücke, welche von dem Fänger heraufgeholt wurden, wogen bis zu 1350 kg.

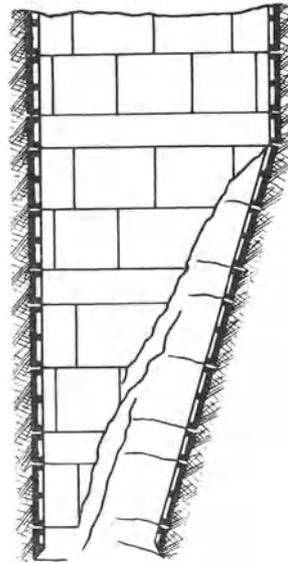
\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 73.

Aehnlich war ein Fangwerkzeug (Fig. 329a und b) konstruiert, mit welchem auf Deutscher Kaiser I aus 38 m Teufe Bruchstücke des ersten gusseisernen Senkcyinders zutage geholt worden sind.)\*

Handelt es sich um die Beseitigung grösserer Bruchstücke, so müssen diese vor dem Zutagefördern erst durch Stosswerkzeuge zertrümmert werden. Ein solcher Fall lag z. B. auf Rheinpreussen I vor. Dasselbst stellte sich nach längerer Handhabung des oben erwähnten Fangwerkzeuges heraus, dass nicht nur einzelne Trümmer die Schachtsohle ver-



*Fig. 329.*  
Fangwerkzeug für Deutscher  
Kaiser I.



*Fig. 330.*  
Bruch des dritten gusseisernen  
Senkcyinders auf Rheinpreussen I.

sperren, sondern dass der ganze untere Teil des Senkcyinders zusammengedrückt war.\*\*) Man konstruierte daher den bereits an früherer Stelle beschriebenen Stossbohrer, welcher an dem eisernen Bohrgestänge bewegt wurde. Durch abwechselnde Anwendung dieses Bohrers, sowie des Fangwerkzeuges, und hie und da auch des Sackbohrers gelang es schliesslich, den zusammengedrückten Teil des Senkcyinders zu beseitigen.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 73.

\*\*\*) Ebenda 1869, Bd. XVII, B S. 386.

Die Aufräumungsarbeiten, bei welchen der Senkschuh und 10 Schachtringe von je 0,95 m Höhe im Gesamtgewicht von über 70 000 kg zutage gefördert wurden, haben  $2\frac{3}{4}$  Jahre gedauert.

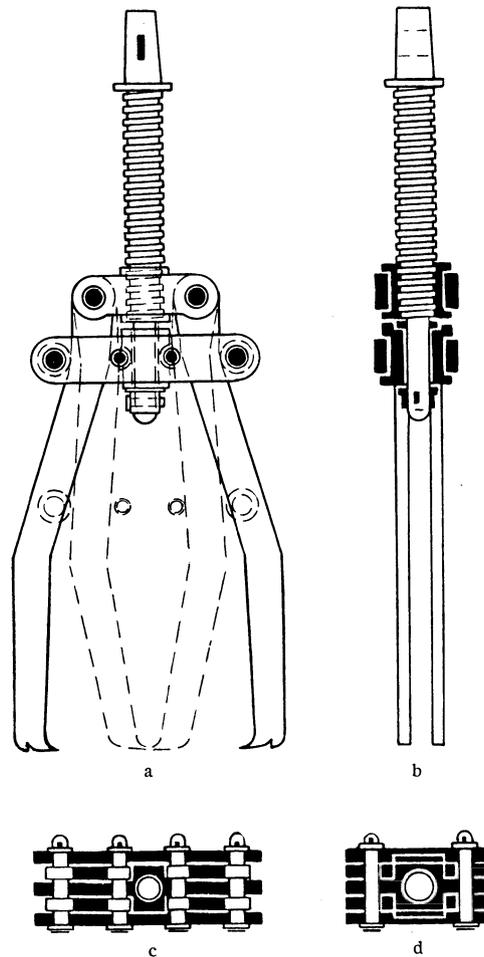


Fig. 331.

Werkzeug zum Herausreissen der Zimmerung auf Rheinpreussen I.

Auch der später eingebaute dritte gusseiserne Senkcyliner erlitt eine Beschädigung, infolge deren von 116 m Teufe ab aufwärts ein etwa 7 m hohes Stück desselben (Fig. 330) in den Schacht hineinragte.\*) Die

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1872, Bd. XX, B S. 106.

Entfernung dieses Hindernisses erfolgte, während der Senkcylinder an eisernen Stangen aufgehängt war, mittelst derselben Apparate, wie bei dem zweiten Senkcylinder, und nahm über ein Jahr in Anspruch. Die Arbeit hatte anfangs nicht den gewünschten Erfolg, da der Stossbohrer an der schrägen Eisenwand abglitt. Erst nachdem der Schacht bis zum oberen Ende des Bruches mit Kies angefüllt worden war, begann der Bohrer zu wirken.

Aehnliche Arbeiten wurden später nochmals vorgenommen\*), als der bis zu 122 m Teufe niedergebrachte schmiedeeiserne Blechcylinder von 3,99 m lichtigem Durchmesser in seinem unteren Teile zu Bruch gegangen war. Zuletzt sah man sich ausserdem genötigt, im oberen Teile des Blechcylinders die zu seiner Verstärkung dienenden Tubblings, welche sich verschoben hatten, mittelst eines verstellbaren Stosswerkzeugs unter Wasser zu beseitigen. Bevor dies jedoch geschehen konnte, mussten die inzwischen in den Schacht eingebauten Einstriche wieder herausgerissen werden. Hierzu benutzte man den in Figur 331 a—d abgebildeten Apparat, welcher an dem Gestänge eingelassen und durch Drehen desselben geöffnet und geschlossen wurde.\*\*)

## 9. Leistungen.

Wesentlich niedriger als beim ungestörten Fortgang der Hereingewinnung sind die Leistungen bei der ganzen Senkarbeit, weil der Fortschritt derselben durch langsames Senken des Senkcylinders oder den Einbau eines neuen Senkcylinders oder durch Zufälligkeiten mancherlei Art häufig gehemmt wird.

Im grössten Teile des Bezirks, wo die Mächtigkeit des lockeren Gebirges so gering ist, dass man dasselbe mit nur einem Senkcylinder und durch die Arbeit auf der Sohle durchteufen kann, beträgt die monatliche Leistung bei der Senkarbeit einschliesslich der zugehörigen Stillstände im Durchschnitt etwa 12 m. Treten jedoch Schwierigkeiten ein, wie dies z. B. ausnahmsweise bei Graf Bismarck IV der Fall war, so geht die Leistung auf nur wenige Meter herunter. Einige Beispiele enthält die nachstehende Tabelle 46. In derselben sind nur solche Schächte aufgeführt, bei denen man sich gemauerter Senkcylinder bedient hat, da diese bei geringer Mächtigkeit des lockeren Gebirges fast allein in Betracht kommen.

---

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1875, Bd. XXIII, B S. 236.

\*\*) Ebenda 1879, Bd. XXVII, B S. 5.

Tabelle 46.

Laufende Nummer	Schacht	Durchmesser	Teufe, bis zu	Dauer der	Leistung
		der	welcher	Senkarbeit in	
		Senkmauer	dieselbe nieder-	Monaten	je
		m	gebracht wurde	einschliesslich	Monat in
			m	der zugehörigen	m
				Stillstände	
1	Ewald III . . . . .	5,50	8,00	0,5	16,0
2	Recklinghausen II/II . .	6,10	9,50	0,5	19,0
3	Graf Bismarck IV . . .	6,80	10,00	3,0	3,3
4	Unser Fritz II . . . . .	5,65	12,00	1,5	8,0
5	Dahlbusch V . . . . .	5,95	14,00	1,5	9,3
6	Nordstern III . . . . .	8,00	15,00	1,0	15,0

Wie ausserordentlich niedrig durchweg die Leistungen beim Durchteufen der mächtigen Schichten lockeren Gebirges in der Nähe des Rheines sind, wo die Hereingewinnung meist in toten Wassern stattfinden muss, zeigt die umstehende Zusammenstellung in Tabelle 47, in welcher die wichtigsten Senkarbeiten sämtlich berücksichtigt sind.

Die grössten Leistungen je Monat weisen die Schächte Rheinpreussen IV (5,02 m) und Rheinpreussen V (7,4 m) auf, während die geringsten Fortschritte bei Rheinpreussen I (0,51 m) und Ruhr und Rhein (0,87 m) zu verzeichnen sind. Im Durchschnitt ergibt sich eine Leistung von nur 1,77 m je Monat.

Die Zusammenstellung lässt erkennen, dass abgesehen von einigen Abweichungen die Leistungen

- 1) im Laufe der Zeit allmählich gestiegen sind, und
- 2) mit der Mächtigkeit des lockeren Gebirges abnehmen.

Dies wird durch Tabelle 48 näher erläutert:

Tabelle 48.

Mächtigkeit		Steigerung der Leistung im		Durch-
des lockeren		Laufe der Zeit in m		
Gebirges in				Leistung
m				
von	bis	von	bis	m
0	50	1,21	5,00	2,58
50	100	0,87	5,02	1,95
100	150	0,51	3,19	1,40

Tabelle 47.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Laufende Nummer	Schacht	Beginn der Senkarbeit im Jahre	Teufe, bis zu welcher Senkarbeit zur Anwendung gekommen ist m	Mächtigkeit des lockeren Gebirges m	Anzahl der ineinandergesetzten Senkcylinder	Lichter Durchmesser des ersten Senkcylinders m	Lichter Durchmesser des letzten Senkcylinders m	Dauer der Senkarbeit einschließlich der zugehörigen Stillstände* in Monaten	Leistung je Monat in m	Bemerkungen
1	Neumühl II . . . . .	1897	32	30	2	7,0	5,80	6	5,00	<p>Die Teufe von 74 m wurde am 18. Januar 1902 erreicht. Z. Zt. wird ein dritter Senkcylinder von 5,90 m Durchmesser niedergebracht.</p> <p>Hierbei sind die Stillstände von insgesamt 3 Monaten in Abzug gebracht, welche dadurch entstanden, dass die Bohreinrichtungen abwechselnd auf Schacht IV und Schacht V benutzt wurden.</p> <p>Hierbei sind die Stillstände von insgesamt 4 Monaten in Abzug gebracht, welche durch entstanden, dass die Bohreinrichtungen abwechselnd auf Schacht IV und Schacht V benutzt wurden.</p> <p>Von 20 bis 81 m Teufe ist der Schacht auf gewöhnliche Weise abgeteuft worden. Derselbe ist vor Beendigung der Senkarbeit zu Brüche gegangen.</p> <p>Von 18 bis 40 m Teufe ist der Schacht auf gewöhnliche Weise abgeteuft worden.</p> <p>Von 18 bis 70 m Teufe ist der Schacht auf gewöhnliche Weise abgeteuft worden.</p>
2	Westende II . . . . .	1889	38	31,5	3	6,0	5,00	26	1,21	
3	Neumühl I . . . . .	1893	48	45	3	7,50	5,80	10	4,50	
4	Deutscher Kaiser IV .	1899	58	58	3	8,0	5,90	21	2,76	
5	Rheinpreussen V . . .	1900	74	74	2	8,90	6,9	10	7,40	
6	Deutscher Kaiser I . .	1871	75	75	3	6,59	4,08	29	2,58	
7	Deutscher Kaiser III .	1889	76	76	4	7,0	5,50	34	2,23	
8	Ruhr und Rhein . . .	1856	79	79	4	8,50	3,75	91	0,87	
9	Rheinpreussen IV . . .	1900	93	93	3	8,90	5,90	18,5	5,02	
10	Rheinpreussen III . . .	1891	103	103	3	6,50	4,50	36	2,86	
11	Deutscher Kaiser II . .	1888	116	112	5	8,50	5,00	62	1,84	
12	Hugo bei Holten, alter Schacht . . . . .	1895	175	114	2	7,50	6,08	32	3,56	
13	Sterkrade . . . . .	1897	136,5	114,5	4	7,50	5,10	38	3,01	
14	Rheinpreussen II . . .	1857	125,5	125,5	7	7,74	2,68	246	0,51	
15	Hugo bei Holten, neuer Schacht . . . . .	1899	178	126	4	7,30	4,70	39,5	3,19	
16	Rheinpreussen II . . .	1866	128	128	3	6,908	4,20	84	1,52	

\*) Anm. Die Zeit, während welcher ein Schacht auf gewöhnliche Weise abgeteuft wurde, ist hierbei nicht mitgerechnet.

Hierbei sind die Schächte Rheinpreussen V und Hugo bei Holten, alter Schacht, ausser Betracht geblieben, der erstere, weil derselbe das feste Gebirge noch nicht erreicht hat, der letztere, weil der Schacht vor Beendigung der Senkarbeit zu Bruche gegangen ist.

Die erste von den ermittelten Thatsachen hat ihren Grund in der allmählichen Verbesserung des Verfahrens, die andere darin, dass mit der Teufe die Schwierigkeiten immer bedeutender werden.

Den grössten Fortschritt in der Entwicklung der Senkarbeit bildet die Einführung des Stossbohrverfahrens von Pattberg auf Rheinpreussen IV und V. Legt man die dort erzielten Leistungen zu Grunde und berücksichtigt hierbei, dass bei dem Schachte V die Senkarbeit noch nicht beendet ist, so wird man für die Zukunft bei vorsichtiger Schätzung je nach der Mächtigkeit des lockeren Gebirges folgende Leistungen annehmen können:

Tabelle 49.

Mächtigkeit des lockeren Gebirges m	Leistungen je Monat in m
0— 50	7
50—100	5
100—150	4,5
150—200	4
200—250	3,5

Bei einer Mächtigkeit von mehr als 200 m wird sich der Durchmesser des Schachtes auf etwa 3,20 m verringert haben (vergl. S. 322), so dass der Schacht alsdann für heutige Verhältnisse keinen grossen Wert mehr besitzt. Die Senkarbeit dürfte daher in einem solchen Falle nicht mehr als anwendbar anzusehen sein. Glücklicherweise bietet statt derselben das Gefrierverfahren die Möglichkeit, zum Ziele zu gelangen.

Die Frage ist insofern für den Ruhrbezirk von hoher Bedeutung, als das lockere Gebirge, wie schon früher erwähnt, am Westrande des Beckens in der Nähe der Lippe eine Mächtigkeit von 300 m erlangt.

## 10. Kosten.

Wie die Leistungen, so sind auch die Kosten bei der Senkarbeit ausserordentlich verschieden, je nachdem es sich um das Durchteufen der

dünnen Ueberlagerung von Schwimmsand und Kies in dem grössten Teile des Bezirks oder der mächtigen Decke lockeren Gebirges in der Nähe des Rheines handelt.

Ein Bild von den Kosten bei geringer Mächtigkeit des lockeren Gebirges möge Tabelle 50 geben, in welcher aus dem schon angegebenen Grunde wiederum nur Schächte mit gemauerten Senkcyllindern berücksichtigt sind.

Tabelle 50.

Laufende Nummer	Schacht	Durchmesser der Senkmauer m	Teufe, bis zu welcher dieselbe niedergebracht wurde m	Grösster Wasser-Zufluss cbm	Kosten des Verfahrens in M.						
					Anteil an den Kosten der Einrichtungen für das Abteufen	Materialien für die Herstellung der Senkmauer	Kohlen und sonstige Materialien	Löhne und Gehälter	Verschiedenes	Zusammen	Je laufendes Meter
1	Hugo I/II. . . .	4,50	8,00	0,50	560	4322	1400	1229	49	7560	945
2	Recklinghausen II/II .	6,10	9,50	0,50	665	6107	1500	4800	1300	14372	1513
3	Unser Fritz III .	6,40	12,00	1,00	840	8989	1800	4715	2206	18640	1553
4	Holland IV. . . .	6,50	16,00	0,01	1055	10362	1500	7500	738	21155	1322
5	Werne I . . . .	7,00	10,60	0,33	2596	9437	1000	19572	—	23605	2227
6	Werne II . . . .	7,00	10,60	0,33	2596	9484	1000	9275	—	22355	2109

Aus den vorstehenden Zahlen ergibt sich, dass die Kosten je laufendes Meter bei mässigem Wasserzufluss und einem Durchmesser der Senkmauer von 4,5 bis 7 m zwischen 945 und 2227 M. schwanken und im Durchschnitt 1615 M. betragen.

Entstehen Schwierigkeiten, wie z. B. auf Mansfeld IV, woselbst bei einem Durchmesser der Senkmauer von 5,07 m und einer grössten Teufe von 23,5 m bis zu 7 cbm Wasser gehoben werden mussten, oder wie auf Graf Bismarck IV, wo der Anschluss der bis 10 m Teufe niedergebrachten Senkmauer von 6,80 m Durchmesser an das feste Gebirge anfänglich nicht gelingen wollte, so sind die Kosten natürlich höher. Bei dem ersten Schachte beliefen sich dieselben auf 2660 M. je laufendes Meter und bei dem letzteren sogar auf 3570 M.

In einem Voranschlage wird es im Allgemeinen genügen, je nach dem Durchmesser der Senkmauer 1200 bis 2500 M. je laufendes Meter anzusetzen.

Für die Kosten bei der Anwendung gusseiserner Senkcylinder liegen Angaben, die sich zu einem Vergleiche eignen, nicht vor. Dass sie jedoch wesentlich höher sind, ergibt die nachstehende Berechnung für den Schacht Holland IV.

1. Anteil an den Kosten der Einrichtungen für das Abteufen . . . . .	1 055 M.
2. zehn bearbeitete Tubblings von 6,50 m l. Durchmesser, 1,5 m Höhe und 40 mm Wandstärke (131 700 kg) nebst Verschraubung und Dichtung (5 150 kg) . . . . .	23 379 »
3. Senkschuh (10 000 kg) nebst Schrauben und Dichtung (190 kg) . . . . .	3 585 »
4. Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	1 500 »
5. Löhne . . . . .	3 750 »
6. Verschiedenes . . . . .	700 »

---

Zusammen 33 969 M.

Da die Mächtigkeit des lockeren Gebirges bei dem Schachte Holland IV 16 m beträgt, entfallen somit auf das laufende Meter 2123 M. oder 801 M. mehr als bei der Anwendung einer Senkmauer von gleichem Durchmesser (vergl. Tabelle 50, No. 5).

Bei der Berechnung der Kosten für den Senkcylinder (Ziffer 2 und 3 der Kostenaufstellung) wurde nach den Notierungen zu Anfang des Jahres 1901 ein Preis von 160 M. je 1 000 kg Gusseisen bei den Tubblings, 350 M. je 1 000 kg Gusseisen bei dem Senkschuh und 0,45 M. je Kilogramm Schrauben und Dichtung zu Grunde gelegt. Auch bei einem erheblichen Rückgang dieser Preise würde die Senkmauer immer noch billiger sein, als ein gusseiserner Senkcylinder. Die Löhne wurden im Ganzen um 50 % niedriger angesetzt, als sie beim Niederbringen der Senkmauer betragen. Hierfür war massgebend, dass sich der äussere Querschnitt des gusseisernen Senkcylinders zu dem der Senkmauer bei einer durchschnittlichen Mauerstärke von drei Steinen und demselben lichten Durchmesser etwa wie 36:50 verhält, und daher bei den ersteren etwa 30 % weniger Gebirge hereinzugewinnen sind. Ausserdem erfordert der Einbau von Tubblings wesentlich weniger Mühe, als die Herstellung einer Senkmauer.

Ueber die Höhe der Kosten bei den Senkarbeiten in der Nähe des Rheins giebt Tabelle 51 näheren Aufschluss:

Tabelle 51.

Lfd. No.	Schacht	Teufe, bis zu welcher Senkarbeit zur Anwendung gekommen ist m	Mächtigkeit des lockeren Gebirges m	Kosten des Verfahrens in Mark						
				Einrichtungen und Apparate*)	Material der Senkzylinder nebst Zubehör	Kohlen und sonstige Materialien	Löhne und Gehälter	Verchiedenes	Zusammen	Je laufendes Meter
1	Neumühl II	32	30	9 250	70 241	5 376	21 016	—	105 833	3 530
2	Westende II	38	31,5	7 000	115 814	6 000	40 757	4 832	174 403	5 536
3	Neumühl I	48	45	9 208	107 605	8 007	32 700	—	157 520	3 500
4	Deutscher Kaiser IV	58	58	41 793	230 076	10 000	44 400	—	326 269	5 627
5	do. I	75	75	—	—	—	—	—	372 400	4 965
6	do. III	76	76	64 043	376 943	26 970	100 804	—	568 761	7 484
7	Rheinpreussen III	103	103	—	—	—	—	—	1 000 000	9 708
8	Deutscher Kaiser II	116	112	61 278	701 261	38 155	123 901	—	928 596	8 202
9	Hugo bei Holten, alter Schacht . . .	175	114	142 285	407 658	124 300	166 200	—	840 443	7 372
10	Sterkrade . . .	136,5	114,5	139 768	744 673	82 685	231 250	59 868	1 258 065	10 987
11	Hugo bei Holten, neuer Schacht . . .	178	126	137 651	835 095	95 790	229 024	84 361	1 380 921	10 968

\*) Für die Kosten der Einrichtungen und Apparate sind 50% des Anschaffungswertes eingesetzt, da dieselben zu einem grossen Teile wieder benutzt werden können.

Die in der Zusammenstellung über die Leistungen enthaltenen Schächte Rheinpreussen I, II, IV und V sowie Ruhr und Rhein sind in der vorstehenden Tabelle nicht aufgeführt, da über dieselben genaue Angaben nicht zu erlangen waren. Das Abteufen des Schachtes Rheinpreussen I im lockeren Gebirge soll über zehn Millionen M. gekostet haben, sodass auf das laufende Meter etwa 80 000 M. entfallen würden.

Aus Tabelle 51 geht hervor, dass die Kosten, wie auch von vornherein zu erwarten war, im allgemeinen mit der Mächtigkeit des

lockeren Gebirges zunehmen. Die verhältnismässig hohen Kosten bei dem Schachte Westende II von 5 536 M. je laufendes Meter, gegenüber 3 530 M. bei dem etwa ebenso tief mittelst Senkarbeit niedergebrachten Schachte Neumühl II, finden dadurch ihre Erklärung, dass auf Westende der erste gusseiserne Senkcylinder während des Absinkens Beschädigungen erlitt, weil man aus Sparsamkeit die Wandstärke ungewöhnlich gering bemessen hatte. Man war daher genötigt, einen zweiten gusseisernen Senkcylinder einzubauen, was sonst nicht erforderlich gewesen wäre. Für den alten Schacht Hugo bei Holten, bei welchem 114 m lockeres Gebirge durchteuft wurden, stellen sich die Kosten (7 321 M. je laufendes Meter) bei der Berechnung deshalb so niedrig, weil der Schacht zu Bruche ging, ehe das feste Gebirge erreicht war. Durch den Einbau eines neuen Senkcylinders und Niederbringen desselben bis etwa 180 m Teufe, würden sich die Kosten wesentlich erhöht haben. Auffallend ist die geringe Höhe der Kosten von 4 965 M. bei dem Schachte Deutscher Kaiser I gegenüber dem unter den gleichen Verhältnissen niedergebrachten Schachte III. Ein Grund hierfür war leider nicht zu ermitteln.

Durch die Anwendung des Stossbohrverfahrens dürfte eine wesentliche Verringerung der Kosten nicht eintreten, weil dasselbe in der Hauptsache nur auf die Gehälter und Löhne eine Einwirkung ausüben wird, welche durchschnittlich nur etwa 20 % der Gesamtkosten ausmachen.

Bis zu einer Mächtigkeit von 200 m werden sich unter den heutigen Verhältnissen die Kosten, etwa wie folgt, stellen:

Tabelle 52.

Mächtigkeit des lockeren Gebirges		Kosten je laufendes Meter M.
von m	bis m	
0	50	3 500
50	100	7 500
100	150	11 000
150	200	14 000

Von besonderem Interesse dürften die Kostenaufstellungen für die Schächte Sterkrade und Hugo bei Holten, neuer Schacht, sein, welche von Betriebsführer Pohle angefertigt wurden und nach Vornahme einiger Zusammenfassungen im nachstehenden wiedergegeben sind:

## I. Sterkrade.

I. Einrichtungen und Apparate, 50 % von 279 537 M. = . . . . .	139 768 M.	
II. Niederbringen einer Senkmauer von 7,50 m lichtem Durchmesser von Tage bis 18 m Teufe:		
a) An den Unternehmer gezahlte Vergütung für das Niederbringen der Senkmauer unter Anwendung von Pressluft . . . . .	41 000 M.	
b) Senkschuh, Verankerung und sonstige Gegenstände . . . . .	14 073 »	
c) Verschiedene Löhne . . . . .	5 000 »	
d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	5 000 »	
e) Verschiedenes . . . . .	4 000 »	69 073 »
		<hr/>
III. Niederbringen des ersten gusseisernen Senkcyllinders von 6,72 m lichtem Durchmesser von 40 bis 80,4 m Teufe:		
a) Material des Senkcyllinders . . . . .	135 533 M.	
b) Druckring, Ankerring, Ankerstangen u. s. w. . . . .	36 828 »	
c) Löhne:		
1. Einbau des Senkcyllinders und Hereingewinnung des Gebirges von 40 bis 44 m Teufe durch Arbeit auf der Sohle . . . . .	5 000 M.	
2. Hereingewinnung des Gebirges von 44 bis 80,4 m Teufe mittelst des Greifbaggers . . . . .	13 750 »	
3. Ausfüllung des Raumes zwischen Schachtmauer und Senkcyllinder mit Beton und Kies . . . . .	7 500 »	
4. Reinigen der Schachtsohle . . . . .	2 500 »	
5. Einbringen einer 15 m hohen Betonschicht . . . . .	5 000 »	
6. Sumpfung des Schachtes und Anbringung der Ankerstangen . . . . .	3 000 »	
7. Sonstige Löhne . . . . .	22 000 »	58 750 »
d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	28 086 M.	
e) Verschiedenes . . . . .	10 000 »	275 217 M.
		<hr/>

- IV. Niederbringen des zweiten gusseisernen Senkcyinders von 5,90 m lichtem Durchmesser von 80,4 bis 132 m Teufe:
- a) Material des Senkcyinders . . . . . 309 801 M.
- b) Ankerstangen und Uebergangsringe . . . . 41 227 »
- c) Löhne:
1. Einbau des Senkcyinders . . . 5 000 M.
  2. Hereingewinnung des Betons von 65 bis 72 m Teufe durch die Arbeit auf der Sohle . . . 10 000 »
  3. Hereingewinnung des Betons von 72 bis 80,4 m Teufe mittelst des Kind-Chaudron-Bohrers . . 12 500 »
  4. Hereingewinnung des Gebirges von 80,4 bis 132 m Teufe mittelst des schmiedeeisernen Bohrers und des Greifbaggers . . . . 27 000 »
  5. Reinigen der Schachtsohle . . 5 500 »
  6. Einbringen einer 10 m hohen Betonschicht und Ausfüllung des Raumes zwischen den beiden gusseisernen Senkcyindern mit Kies . . . . . 15 000 »
  7. Sumpfung und Pikotieren der Dichtungsfugen des Senkcyinders . . . . . 8 500 »
  8. Sonstige Löhne . . . . . 5 500 » 89 000 »
- d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . . 33 599 »
- e) Verschiedenes. . . . . 25 000 » 498 627 M.
- V. Niederbringen des dritten gusseisernen Senkcyinders von 5,10 m lichtem Durchmesser von 132 bis 136,5 m Teufe:
- a) Material des Senkcyinders. . . . . 293 933 M.
- b) Führungsstangen und Uebergangsring . . . 10 900 »
- c) Löhne:
1. Einbau des Senkcyinders, Hereingewinnung des Betons mittelst des Kind - Chaudron - Bohrers, Hereingewinnung des Gebirges von 132 bis 136,5 m Teufe mittelst des schmiedeeisernen Bohrers und des Greifbaggers . . . . . 27 500 M.

2. Sumpfung des Schachtes und  
Pikotieren der Dichtungsfugen

des Senkcylinders . . . . .	10 000 M.	37 500 M.
d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	16 000 M.	
e) Verschiedenes. . . . .	14 868 »	373 201 M.
		<u>Summa 1 355 886 M.</u>

Hiervon ab 50 % des ursprünglichen Wertes der wieder  
ausgebauten Tubblings (70 lfd. m von 5,10 m Durchmesser und  
35 lfd. m von 5,90 m Durchmesser) . . . . . 97 822 »

Bleiben somit Gesamtkosten . . . . . 1 258 065 M.  
d. i. je laufendes Meter 10 987 M.

II. Hugo bei Holten, neuer Schacht.

I. Einrichtungen und Apparate 50 % von 275 302 M. = . . . 137 651 M.

II. Niederbringen einer Senkmauer von 7,30 m lichtem Durch-  
messer von Tage bis 18 m Teufe:

a) Material der Senkmauer. . . . .	32 271 M.	
b) Löhne . . . . .	26 000 »	
c) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	8 000 »	
d) Verschiedenes. . . . .	10 000 »	76 271 »

III. Niederbringen des ersten gusseisernen Senkcylinders von  
6,65 m lichtem Durchmesser durch die Arbeit auf der Sohle  
von 70 bis 76,95 m Teufe.

a) Material des Senkcylinders. . . . .	86 180 M.	
b) Druckring, Ankerringe, Ankerstangen u. s. w. . . . .	33 604 »	
c) Löhne		
1. Einbau des Senkcylinders (22 Ringe) und Hereingewinnung des Gebirges von 70 bis 76,95 m Teufe . . . . .	6 250 M.	
2. Wiederausbau von 17 Ringen des Senkcylinders . . . . .	8 000 »	
3. Reinigen der Schachtsohle. . . . .	5 000 »	
4. Einbringen einer 15,5 m hohen Betonschicht . . . . .	4 800 »	
5. Sumpfung des Schachtes und Anbringung der Ankerstangen . . . . .	7 500 »	
6. Sonstige Löhne . . . . .	13 000 »	44 550 »
d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	16 646 »	
e) Verschiedenes. . . . .	12 000 »	192 980 M.

- IV. Niederbringen des zweiten gusseisernen Senkcyinders von 5,80 m lichtem Durchmesser von 76,95 bis 162,57 m Teufe:
- a) Material des Senkcyinders . . . . . 395 738 M.
- b) Ankerringe, Ankerstangen und Verbreiterungsring . . . . . 25 104 »
- c) Löhne:
1. Einbau des Senkcyinders . . . . . 4 000 M.
2. Hereingewinnung des Betons durch die Arbeit auf der Sohle von 61 bis 67 m Teufe . . . . . 6 000 »
3. Hereingewinnung des Betons mittelst des Kind-Chaudron-Bohrers von 67 bis 76,95 m Teufe . . . . . 8 300 »
4. Hereingewinnung des Gebirges von 76,95 bis 162,57 m Teufe mittelst des schmiedeeisernen Bohrers und des Greifbaggers . . . . . 31 300 »
5. Reinigen der Schachtsohle . . . . . 2 932 »
6. Einbringen einer 15 m hohen Betonschicht . . . . . 4 063 »
7. Sumpfung des Schachtes und Pikotieren der Dichtungsfugen des Senkcyinders . . . . . 8 794 »
8. Sonstige Löhne . . . . . 16 453 » 81 842 M.
- d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . . 37 492 M.
- e) Verschiedenes . . . . . 29 359 » 569 535 M.
- V. Niederbringen des dritten gusseisernen Senkcyinders von 4,70 m lichtem Durchmesser von 162,57 bis 178 m Teufe:
- a) Material des Senkcyinders . . . . . 324 718 M.
- b) Ankerstangen u. s. w. . . . . 1 460 »
- c) Löhne:
1. Einbau des Senkcyinders . . . . . 14 672 M.
2. Hereingewinnung des Betons von 147 bis 162,57 m Teufe mittelst des Kind-Chaudron-Bohrers . . . . . 6 648 »
3. Hereingewinnung des Gebirges von 162,57 bis 178 m mittelst des schmiedeeisernen Stossbohrers und des Greifbaggers . . . . . 13 460 »

4) Sumpfung des Schachtes und Pikotieren der Dichtungsfugen des Senkcylinders . . . . .	12 350 M.	
5. Sonstige Löhne . . . . .	9 502 »	56 632 M.
d) Kohlen und sonstige Materialien . . . . .	12 652 M.	
e) Verschiedenes. . . . .	9 002 »	404 464 M.
VI. Ausfüllung des Raumes zwischen den Senkcylindern . . . . .		25 000 M.*)
VII. Einbau von etwa 20 lfd. m Tubblings von etwa 4,30 m lichem Durchmesser zur Sicherung des unteren Teiles des beschädigten dritten gusseisernen Senkcylinders. . . . .		40 000 »*)
		<u>1 445 901 M.</u>
Hiervon 50 % des ursprünglichen Wertes der wieder aus- gebauten Tubblings (25 lfd. m von 6,65 m lichtigem Durchmesser und 60 lfd. m von 4,70 m lichtigem Durchmesser) . . . . .		63 980 »*)
Bleiben somit Gesamtkosten . . . . .		<u>1 381 921 M.</u>

d. i. je laufendes Meter 10 968 M.

### 11. Die wichtigeren Senkarbeiten\*\*).

Java\*\*\*) (Vulcan) (30 m).

1856—1858.

Der Schacht Java I bei Ruhrort wurde bis 6 m unter Tage mittelst Getriebezimmerung abgeteuft. Sodann baute man eine Senkmauer ein und brachte dieselbe unter Anwendung von Hand-Sackbohrern bis 26,35 m Teufe nieder. Ein englischer Unternehmer versuchte hierauf das Abteufen durch die Arbeit auf der Sohle fortzusetzen, musste jedoch nach Erreichung einer Teufe von 30 m hiervon Abstand nehmen, da fortwährend Durchbrüche des lockeren Gebirges vorkamen. Nunmehr wurde der Schacht aufgegeben und im Jahre 1859 in der Nähe desselben ein neuer in Angriff genommen. Das Niederbringen desselben wurde ebenfalls dem englischen Unternehmer übertragen, welcher in den obersten Schichten des lockeren Gebirges Getriebezimmerung anwandte, bald aber zum Abteufen auf gewöhnliche Weise überging und den Schacht

\*) Diese Angaben sind geschätzt.

\*\*) Die in Klammern hinter den Schächten stehenden Zahlen geben die Teufe an, bis zu welcher Senkarbeit stattgefunden hat.

\*\*\*) Nach Akten des Bergreviers Oberhausen.

hierbei mit gusseiserner Cuvelage auskleidete. Die Erfolge müssen jedoch sehr gering gewesen sein, denn schon im Jahre 1860 wurde auch dieser Schacht verlassen.

Medio-Rhein\*) (Aurora) (33,4 m).

1856—1858.

Im Jahre 1856 begann bei Duisburg das Abteufen des Schachtes Medio-Rhein. Bis etwa 25 m Teufe brachte man eine Senkmauer nieder, wobei das Gebirge mittelst Sackbohrer hereingewonnen wurde. Da dasselbe hierauf fester wurde, teufte man den Schacht auf gewöhnliche Weise weiter ab. Bald stellten sich jedoch grössere Wasserzufüsse ein, die mit Hilfe einer 140 pferdigen Maschine gehoben werden mussten. Bei 33,4 m Teufe wurden ausserdem wieder schwimmendes Gebirge angetroffen, wodurch die Schwierigkeiten sich so vermehrten, dass die Arbeiten im Jahre 1858 eingestellt wurden.

Ruhr und Rhein\*\*) (76 m) (Fig. 332).

1856—1864.

Der erste Schacht, bei welchem es gelang, die Decke von lockeren Gebirgsschichten in der Nähe des Rheins zu durchteufen, war der Förderschacht der jetzt nicht mehr in Betrieb befindlichen Zeche Ruhr und Rhein bei Ruhrort. In den Jahren 1856 bis 1858 wurde der Schacht unter Anwendung einer Senkmauer von 8,15 m lichtigem Durchmesser bis 21 m unter Tage abgeteuft. Da die Hereingewinnung des Gebirges hierbei mit Hilfe von Handsackbohrern geschah, mussten die Wasser mittelst einer 150 pferdigen Wasserhaltungsmaschine bis etwa 7 m über der Sohle zu Sumpfe gehalten werden. Nachdem in derselben Weise eine zweite Senkmauer von 5,65 m lichtigem Durchmesser bis 36 m Teufe niedergebracht war, glaubte man das feste Gebirge erreicht zu haben und versuchte daher den Schacht zu säumpfen. Mehrfache bei dieser Arbeit auftretende Sanddurchbrüche führten zu Anfang des Jahres 1860 eine vorläufige Einstellung des Abteufens herbei.

Die Wiederaufnahme der Arbeiten erfolgte erst Ende Mai 1861. Nach Reinigung der Schachtsohle wurde zunächst auf derselben eine 3 m hohe Kiesanschüttung hergestellt, welche einstweilen weitere Durchbrüche zurückhalten sollte. Alsdann wurde der Schacht gesümpft und der Versuch gemacht, das Abteufen mittelst hölzerner Getriebezimmerung unter gleichzeitiger Vertäfelung der Sohle fortzusetzen. Da die hölzerne Getriebe-

\*) Nach Akten des Bergreviers Oberhausen.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1870, Bd. XVIII, B S. 275 und Glückauf 1868, No. 2, 3 u. 5.

zimmerung sich nicht als widerstandsfähig genug erwies, gelangten nach einiger Zeit eiserne Pfähle zur Anwendung. Aber auch mit diesen hatte man so wenig Erfolg, dass das Abteufen im März 1862 noch nicht viel

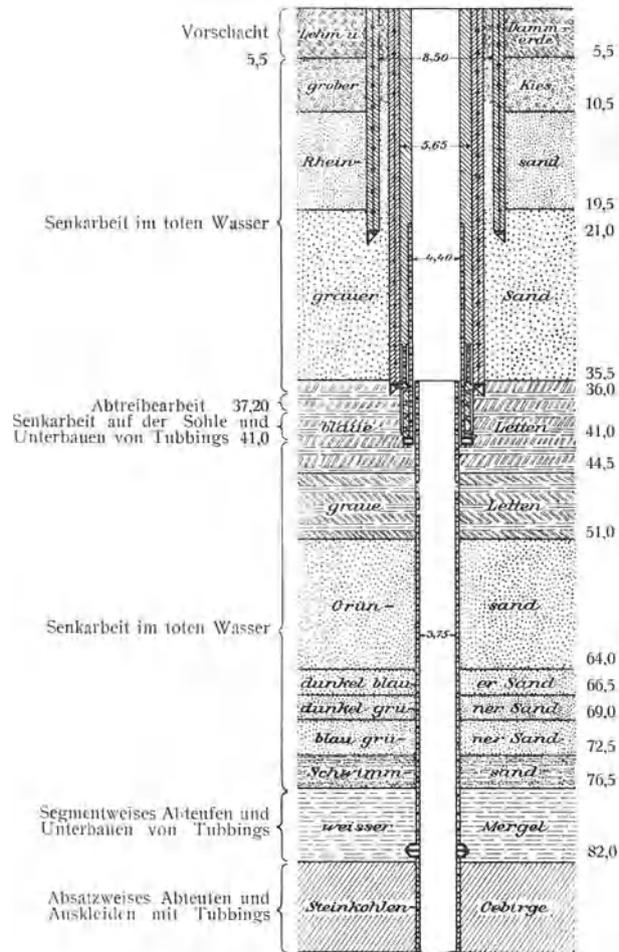


Fig. 332.

Profil durch Schacht Ruhr und Rhein.

über 1 m unterhalb des Fußes der zweiten Senkmauer vorgeschritten war. Es wurde daher ein gusseiserner Senkcylinder von 4,40 m lichtigem Durchmesser eingebaut. Mit demselben wurde eine Teufe von 39 m erreicht und sodann bei zunehmender Festigkeit des Gebirges zum Unterhängen von Tubbing übergegangen. Bei 41 m Teufe entstand wieder ein

Durchbruch des lockeren Gebirges, sodass sich der Schacht 6 m hoch mit Sand füllte.

Man sah nunmehr ein, dass man mit der Arbeit auf der Sohle nicht zum Ziele gelangen würde, und beschloss einen zweiten gusseisernen Senkcylinder von 3,75 m l. Durchmesser einzubauen und denselben unter Anwendung eines grossen Sackbohrers niederzubringen. Zu Anfang des Jahres 1863 wurde mit dem Abbohren begonnen und im Herbst desselben Jahres bei 76,5 m Teufe fester Mergel angetroffen. Zum Anschluss des Senkschachtes an das feste Gebirge wurde die Sohle 1 m hoch mit Mörtel aufgefüllt und dann der Senkcylinder in diesen eingelassen. Nach dem Erhärten des Mörtels wurden die Wasser gesümpft und der Schacht bis zur Erreichung des Steinkohlegebirges bei 82 m Teufe unter Auskleidung der Stösse durch Unterbauen von Tubblings weiter abgeteuft.

Jakobine\*) (31,4 m).

1857—1859.

Bei diesem in der Nähe des Bahnhofs Ruhrort gelegenen Schachte wurde mittelst zweier ineinandergeschachtelter Senkmauern eine Teufe von 31,4 m erreicht. Die erste Senkmauer gelangte bei 22,5 m Teufe zum Stillstand. Zur Hereingewinnung des lockeren Gebirges wurden Handsackbohrer benutzt, und der Wasserspiegel mittelst einer auf dem hölzernen Schachtgerüste verlagerten Wasserhaltungsmaschine möglichst tief gehalten. Immer wieder sich einstellende Durchbrüche des lockeren Gebirges brachten die Arbeiten zum Erliegen.

Rheinpreussen I (125,5 m)\*\*) (Fig. 333).

1857—1877.

Wohl selten hat bei einem Schachte das Abteufen soviel Mühe und Geld erfordert, wie bei dem Schachte Rheinpreussen I. Dafür sind aber auch die Erfahrungen, welche Dank der ungeheuren, von der Eigentümerin der Grube, der Familie Haniel, gebrachten Opfer gewonnen worden sind, allen späteren Senkarbeiten im Ruhrbezirk zu Gute gekommen.

Die in den einzelnen Jahrgängen der preussischen Ministerialzeitschrift zerstreuten Beschreibungen der verschiedenen Betriebsperioden des Abteufens umfassen nahezu 100 Druckseiten.

\*) Nach Akten des Bergreviers Oberhausen.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1863, Bd. XI, B S. 43, 1869, Bd. XVII, B S. 385, 1872, Bd. XX, B S. 95, 1875, Bd. XXIII, B S. 236, 1879, Bd. XXVII, B S. 1.

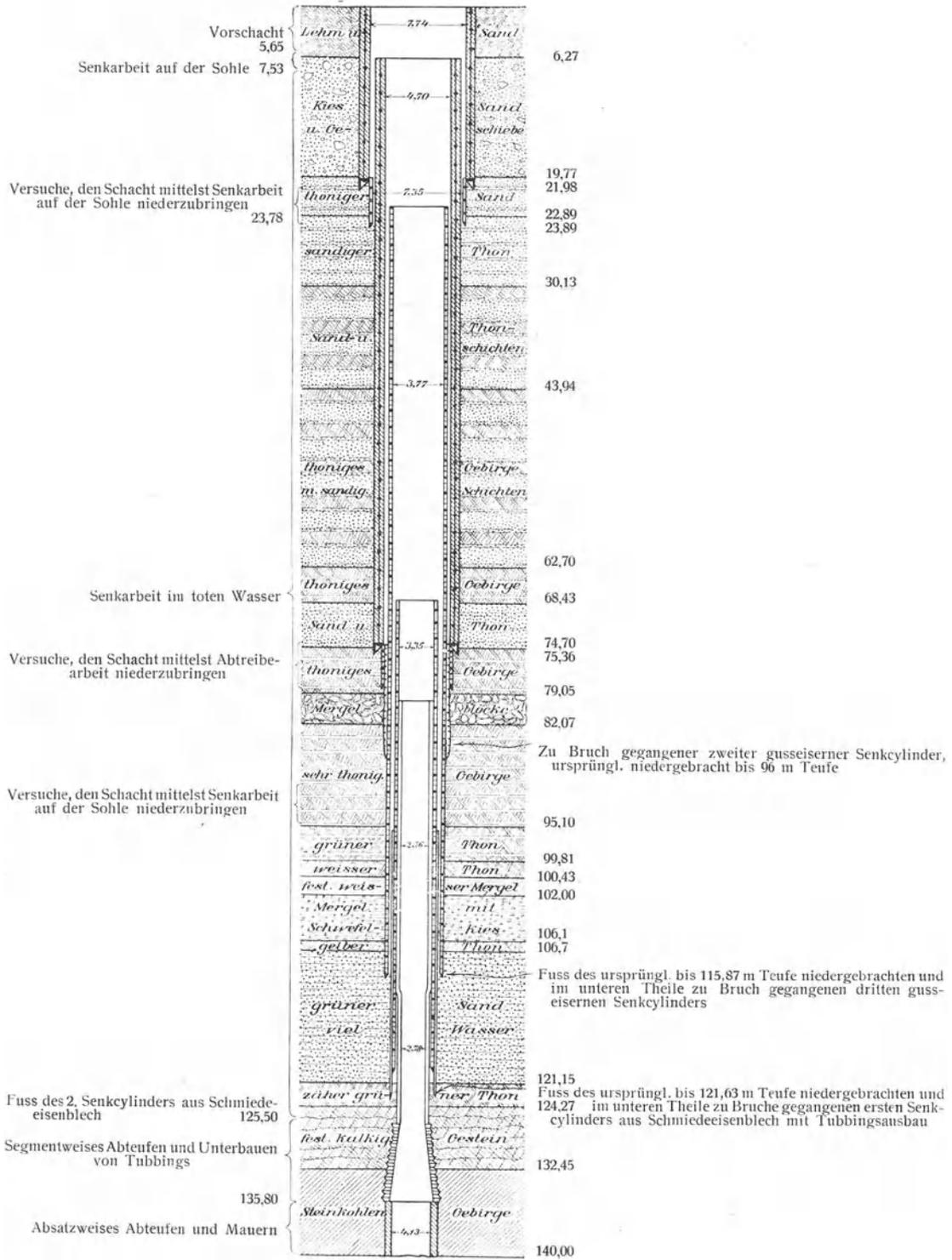


Fig. 333.

Profil durch Schacht Rheinpreussen I.

### Erste Senkmauer und erster gusseiserner Senkcylinder.

Die Arbeiten nahmen im Mai 1857 ihren Anfang. Mit einer Senkmauer von 7,74 m lichtigem Durchmesser kam man im Mai 1858 bis zu einer Teufe von 22 m, nachdem von etwa 7 m unter Tage ab das Gebirge im toten Wasser mittelst Handsackbohrers hereingewonnen worden war.

Es erfolgte sodann der Einbau eines gusseisernen Senkcylinders von 7,35 m lichtigem Durchmesser, welcher durch die Arbeit auf der Sohle niedergebracht werden sollte. Infolge fortgesetzter Durchbrüche des lockeren Gebirges musste die Arbeit jedoch bei 24 m Teufe wieder eingestellt werden.

### Zweite Senkmauer.

Da man mittlerweile zu der Ansicht gelangt war, dass es zur Erreichung grösserer Senktiefen nötig sein werde, den Durchmesser der Senkcylinder erheblich zu verringern, beschloss man einen neuen Senkcylinder einzubauen. Dieser wurde aus Gründen der Sparsamkeit aus Mauerung hergestellt und erhielt einen lichten Durchmesser von 4,70 m. Nach den schlechten Erfahrungen, welche vorher mit der Arbeit auf der Sohle gemacht worden waren, wurde wieder zur Arbeit im toten Wasser übergegangen und hierzu ein grosser Sackbohrer benutzt. Das Absenken begann am 24. März 1859. Am 19. Juni 1860 kam die Mauer bei 75 m Teufe zum Stillstande.

### Zweiter gusseiserner Senkcylinder.

Nun wurde auf der Sohle eine 13 m hohe Anschüttung aus Lehm und Sand hergestellt und das Wasser gesümpft, um auf der Aufschüttung einen zweiten gusseisernen Senkcylinder von 4,29 m l. Durchmesser aufzubauen. Im September 1860 wurde die Bohrarbeit wieder aufgenommen. Als etwa 7 m von der Anschüttung zu Tage gefördert waren, sank der Senkcylinder, welcher der Sohle schon einige Meter voraus war, plötzlich bis 79 m Teufe.

Bei der Fortsetzung der Bohrarbeit traf man in dieser Teufe auf eine 3 m mächtige Schicht von Mergelblöcken. Es gelang, dieselbe durch stossende Bewegung des Erweiterungsbohrers, welcher zuvor mit Meisseln ausgerüstet worden war, zu durchteufen. Nachdem man sodann mittelst des Sackbohrers bis 91 m Teufe weiter gebohrt hatte, wurden im April 1861 nach und nach mehrere Bruchstücke des Senkschuhs zu Tage geholt. Der Bruch war offenbar dadurch entstanden, dass der Senkcylinder bei dem plötzlichen Sinken mit voller Wucht auf die Schicht von Mergelblöcken aufgestossen war. Die Bohrarbeit wurde nun noch bis 98 m Teufe fortgesetzt, ohne dass jedoch der Senkcylinder dem Bohrer folgte. Man begann daher den Schacht zu sümpfen, wodurch nach einiger Zeit sämtliche Senkcylinder, sowie das dieselben umgebende Gebirge in Bewegung ge-

rieten und letzteres 18 m hoch im Schachte emporstieg. Als man hierauf den Sackbohrer abermals in Thätigkeit setzte, zeigte sich sehr bald, dass der zweite gusseiserne Senkcylinder, welcher inzwischen bis 96 m Teufe gesunken war, von etwa 84 m Teufe abwärts vollständig zu Bruche gegangen war. Die von Mitte 1861 bis gegen Ende des Jahres 1862 währenden Versuche, die Bruchstücke mit Fangwerkzeugen zu fassen, hatten nur geringen Erfolg. Man sah sich vielmehr genötigt, die Eisenmassen zuvor mittelst eines Stossbohrers zu zertrümmern. Erst dann gelang es mit Hülfe der Fangwerkzeuge und des Sackbohrers etwa 70 000 kg Eisen zu Tage zu fördern.

Im April 1864 hatte man wieder eine Teufe von 96 m erreicht und konnte daher jetzt zu den Vorbereitungen für den Einbau eines neuen Senkcylinders schreiten. Die Tubbinge für diesen Senkcylinder, welche einen lichten Durchmesser von 3,77 m hatten, lagen schon seit längerer Zeit bereit. Beim Einlassen einer Lehre stellte sich jedoch heraus, dass der zweite gusseiserne Senkcylinder von etwa 79 m Teufe abwärts eine Querschnittsverminderung erfahren hatte, durch welche es einstweilen unmöglich gemacht wurde, den neuen Senkcylinder einzubauen. Es war jedoch Hoffnung vorhanden, dies später noch auf irgend eine Weise bewirken zu können, weshalb der Schacht bis zum Fusse der zweiten Senkmauer, also bis 75 m Teufe, mit Beton gefüllt wurde. Nach dem Erhärten desselben und dem Sumpfen der Wasser wurde der obere Teil des Senkcylinders bis zur Oberfläche des Betons ausgebaut. Dabei zeigte sich, dass die Senkmauer zahlreiche Risse erhalten hatte. Mit vieler Mühe gelang es, dieselben zu verdichten. Hierauf wurde in dem Beton ein 11 m tiefer Vorschacht von 1,6 m lichten Durchmesser abgeteuft und die Stösse desselben durch Bohrlöcher untersucht. Es wurde festgestellt, dass die Querschnittsverminderung des Senkcylinders dadurch hervorgerufen worden war, dass sich die Tubbingsegmente gegeneinander verschoben hatten.

Man entschloss sich nunmehr, den Beton unter Anwendung komprimierter Luft und mittelst Abtreibearbeit hereinzugewinnen und hierbei die verschobenen Tubbinge zu beseitigen. Es wurde daher die weiter unten in dem Abschnitt über Abtreibearbeit beschriebene Luftschleuse montiert und Ende Mai 1865 mit dem Abtreiben der schmiedeeisernen mit einem gusseisernen Schuh versehenen Pfähle begonnen. Am 19. Juni 1865 waren etwa 2 $\frac{1}{2}$  m abgeteuft, als an der Peripherie des Schachtes ein Durchbruch des lockeren Gebirges entstand und die Luftschleuse durch einen explosionsartigen Vorgang zerstört wurde, wobei zwei Mann zu Tode kamen.

#### Dritter gusseiserner Senkcylinder.

Nachdem die Schachtsohle von den Trümmern der Luftschleuse wieder gereinigt war, wurde die Durchbruchsstelle durch Einbau eines

Tubbingsringes von 4,99 m lichtigem Durchmesser und Hinterfüllen desselben mit Cement verdichtet. Sodann wurde der Schacht bis 81 m Teufe in gewöhnlicher Weise niedergebracht und bis zu dieser Teufe die verschobenen Schachtringe des zweiten gusseisernen Senkcylinders herausgeholt. Obwohl die Verengung des Senkcylinders sich bis 84 m Teufe hinab erstreckte, hielt man es nun doch für geraten, die Stösse schon jetzt durch den Einbau des dritten gusseisernen Senkcylinders zu sichern. Derselbe war gegen Ende September unter Beseitigung der vorstehenden Eisenteile mittelst des Kaltmeissels durch die verengte Stelle hindurchgebracht. Das Weiterabteufen geschah durch Arbeit im toten Wasser. Hierbei wurde der schon früher benutzte Stossbohrer gebraucht, weil noch fortwährend Bruchstücke des zweiten gusseisernen Senkcylinders den Weg versperrten.

Als Ende August 1866 der Senkcylinder bis zu einer Teufe von etwa 100 m gelangt war, wurden mehrere Bruchstücke desselben zu Tage gefördert. Eine hierauf vorgenommene genauere Untersuchung ergab, dass der Senkcylinder sich an einer schräg in den Schacht hineinragenden Wand vorbeigezwängt hatte, welche noch von dem zweiten gusseisernen Senkcylinder herrührte. Um nun weitere Beschädigungen zu vermeiden, hing man den dritten gusseisernen Senkcylinder über Tage mittelst 20 schmiedeeiserner Stangen an den beiden Senkmauern auf und versuchte das Hindernis mittelst des Stossbohrers zu beseitigen. Ende November war der Weg wieder frei, worauf die Bohrarbeit mit dem Stossbohrer fortgesetzt wurde, da das Gebirge von etwa 100 bis 107 m Teufe aus festem Gestein bestand.

Im März 1867 traf man wieder auf Schwimmsand und stand nun vor der Frage, ob der Senkcylinder, dessen Fuss sich noch bei etwa 100 m Teufe befand, bis in den Schwimmsand niedergebracht oder ob ein neuer Senkcylinder eingebaut werden sollte. Damit der Querschnitt des Schachtes nicht noch mehr verringert würde, entschied man sich für das erstere und erweiterte den Schacht in dem festen Gebirge mittelst eines besonderen Stosswerkzeuges bis auf den äusseren Durchmesser des Senkcylinders. Diese Arbeit war kaum beendet, als am 19. April 1867 die Aufhängestangen rissen, der Senkcylinder bis 107 m Teufe frei herabfiel und sodann noch 9 m tief in den bis 121 m unter Tage reichenden Schwimmsand eindrang. Man untersuchte sofort den Schacht und fand, dass der Senkcylinder von 97 m bis 104 m Teufe eine Verengung aufwies, während weiter unten wieder eine schräge, aus dem Senkcylinder herausgebrochene Eisenwand den Schacht versperrte. Zum zweiten Male wurde der Senkcylinder aufgehängt und Ende Oktober 1867 der Stossbohrer in Thätigkeit gesetzt, um die Eisenwand zu zerstampfen. Da der Bohrer jedoch an derselben abglitt, schüttete man den Schacht bis 108 m Teufe mit Kies zu. Nunmehr fing der Bohrer

an zu wirken, und Mitte März 1869 hatte man es nach Aufwendung ungeheurer Mühe endlich soweit gebracht, dass mit einem Sackbohrer von 3,64 m Breite eine Teufe von 121 m erreicht werden konnte.

#### Erster Senkcylinder aus Schmiedeeisenblech.

Durch ein Vorbohrloch wurde nachgewiesen, dass unter dem Schwimmsand bis 124 m Teufe zäher, grüner Thon und von da ab bis zu dem bei 132,45 m Teufe beginnenden Steinkohlengebirge ein festes, kalkiges Gestein folgte. Es handelte sich jetzt darum, den Schacht von der Sohle bis 108 m Teufe, von wo ab der dritte gusseiserne Senkcylinder zu Bruche gegangen war, wieder sicher zu stellen und ausserdem den Anschluss an das feste Gebirge bei 124 m Teufe zu erzielen. Hierzu war es erforderlich, einen neuen Senkcylinder einzubauen. Nach den ungünstigen Erfahrungen, die man mit den gusseisernen Senkcylindern gemacht hatte, beschloss man nun, einen solchen aus Schmiedeeisenblech zu verwenden. Derselbe sollte in einem Stück von Tage her eingelassen und später mit Tubblings ausgekleidet werden. Das Einlassen des 18,8 m hohen Blehcylinders von 3,52 m l. Durchmesser, welcher noch  $1\frac{1}{2}$  m tief in das Thonlager einsank, ging ohne Unfälle von statten und war im Juli 1869 beendet. Hierauf wurde wieder zum Abbohren übergegangen.

Anfang September 1869 war das Thonlager durchbohrt und der Bohrer noch 1 m tief, also bis 125 m Teufe, in das feste Gestein eingedrungen, während der Fuss des Senkcylinders noch bei 121,6 m unter Tage stand. Alle Bemühungen, den Cylinder zum Sinken zu bringen, misslangen, weshalb der Schacht unterhalb des Senkcylinders bis auf 4,35 m Durchmesser erweitert und bis zum unteren Rande desselben mit Beton angefüllt wurde. Man wollte auf die angegebene Weise das feste Gestein gewissermassen nach oben hin verlängern und hoffte nach dem Erhärten des Betons in diesem auf der Sohle abteufen und hierbei die Stösse durch Unterbauen von Tubblings sichern zu können. Nachdem man auch den Blehcylinder und den dritten gusseisernen Senkcylinder bis 96 m unter Tage mit Beton gefüllt hatte und letzterer erhärtet war, wurden die Wasser gestümpft. Beim Hereingewinnen des Betons, welches Ende April 1870 begann, zeigte sich, dass der gusseiserne Senkcylinder zahlreiche Risse erhalten hatte, sodass vor die Ringe desselben noch Tubblingsringe von 3,40 m l. Durchmesser vorgebaut werden mussten. Der Blehcylinder wurde daran anschliessend mit Tubblings von 3,35 m Durchmesser ausgekleidet. Diese Arbeit war bis beinahe an das untere Ende des Cylinders vorgeschritten, als der Senkschacht Anfang Juni 1870 in seinem unteren Theile zu Bruche ging. Glücklicherweise hatten sich die im Schachte beschäftigten Arbeiter noch rechtzeitig retten können.

## Zweiter Senkcyliner aus Schmiedeeisenblech.

Trotz dieses abermaligen Misserfolges gab man die Hoffnung nicht auf, den Schacht bis zum festen Gebirge niederbringen zu können. Mittelst des Stossbohrers und verschiedener Fangwerkzeuge wurden die Bruchstücke des ersten Senkcyliners aus Schmiedeeisenblech beseitigt, worauf man mit dem Stossbohrer noch bis 125,5 m Teufe bohrte. Diese Arbeiten nahmen nahezu 3 Jahre in Anspruch. Sodann senkte man einen zweiten aus Schmiedeeisenblech hergestellten Senkcyliner von 2,83 m lichtigem Durchmesser und 16 m Höhe ein und schüttete den Schacht abermals bis 92 m Teufe mit Beton zu. Nachdem der Beton erhärtet war, wurde derselbe durch die Arbeit auf der Sohle wieder hereingewonnen. Hierbei setzte man in dem noch unversehrt gebliebenen oberen Teil des ersten Blechcyliners vor den gusseisernen Ausbau von 3,35 m lichtigem Durchmesser noch einen solchen von 3,05 m Durchmesser. Gleichzeitig wurden die definitiven hölzernen Einstreiche eingebaut, um hierdurch den Schacht noch mehr gegen ein Zusammendrücken zu schützen. Als man so im Dezember 1874 bis zu einer Teufe von 109 m und damit bis ungefähr zur Oberkante des zweiten Blechcyliners gekommen war, geriet der Betonpfropfen plötzlich in Bewegung, sodass der Schacht schleunigst verlassen werden musste.

Bei diesem Unfall hatten sich die Verstärkungsringe des dritten gusseisernen Senkcyliners sowie der innere Ausbau des ersten Senkcyliners aus Schmiedeeisenblech verschoben. Man beabsichtigte daher die Tubblings unter Wasser wieder zu beseitigen und dafür den zweiten Senkcyliner aus Schmiedeeisenblech nach oben hin entsprechend zu verlängern. Hierzu mussten aber erst die Einstriche entfernt werden, eine Arbeit, die mit Hilfe eines Fangwerkzeuges vorgenommen wurde und erst im Mai 1876 beendet war. Nunmehr wurden die Tubblings mittelst eines Stossapparates zertrümmert und im November desselben Jahres ein Blechcyliner von 30 m Höhe eingelassen, welcher auf den zweiten Senkcyliner aus Schmiedeeisenblech aufgesetzt wurde. Hierauf füllte man den Cylinder mit Beton und gewann diesen nach dem Erhärten wieder herein, wobei der Cylinder durch Tubblings von 2,76 m l. Durchmesser verstärkt wurde. Für den zweiten Senkcyliner aus Schmiedeeisenblech wählte man sodann einen Ausbau, welcher aus hölzernen, schmiedeisernen und gusseisernen Ringen von 2,68 m l. Durchmesser bestand. Mit demselben gelang es diesmal ohne Unfall unter Hereingewinnung des Betons im Herbst 1877 den bei 125,50 m Teufe im festen Gebirge stehenden Fuss des Senkcyliners zu erreichen. Das Unternehmen war also endlich geglückt, jedoch hatte sich der Durchmesser des

Schachtes durch das Ineinanderschachteln von 7 Senkcyllindern von 7,74 auf 2,68 m vermindert.

Beim Weiterabteufen bis 132 m unter Tage wurden Tubbings untergebaut und hierbei der lichte Durchmesser des Schachtes allmählich wieder auf 4,13 m vergrössert.

Rheinpreussen II\*) (128 m) (Fig. 334).

1866—1873.

Der Schacht II der Zeche Rheinpreussen ist zwar 9 Jahre später als der in seiner unmittelbaren Nähe gelegene Schacht I in Angriff genommen worden, hat aber 3 Jahre früher als dieser das feste Gebirge erreicht, weil man sich bei ihm die bei dem ersten Schacht gewonnenen Erfahrungen zu Nutze machen konnte.

Das Abteufen begann mit der Herstellung eines Vorschachtes von 7,8 m Teufe, welcher mit einem Ausbau aus gusseisernen Tubbings versehen wurde und einen lichten Durchmesser von 9,89 m erhielt. Nachdem man eine Senkmauer von 6,908 m l. Durchmesser eingebaut hatte, wurde Anfang Februar 1867 der grosse Sackbohrer in Thätigkeit gesetzt. In der bis 21 m Teufe hinabsetzenden Schicht von Kies, Sand und Geschieben schritt die Senkarbeit rasch voran. Der auf diese Schicht folgende Sand bereitete jedoch grosse Schwierigkeiten. Die Mauer folgte dem Bohrer nicht mehr regelmässig nach und musste durch Pressen und Unterschneiden immer wieder künstlich zum Sinken gebracht werden. Da durch die ruckweise Bewegung Risse in der Mauer entstanden und dieselbe schliesslich stark aus dem Lote geriet, stellte man Ende 1867 die Bohrarbeit bei 29 m Teufe einstweilen ein, um zum Einbau einer neuen Senkmauer von 4,71 m lichtem Durchmesser überzugehen.

Es gelang bis gegen Ende des Jahres 1869 mit der zweiten Senkmauer eine Teufe von 92 m zu erreichen, wobei die von 80,4 bis 82,9 m Teufe auftretende Kalksteinbank unter Anwendung eines Stossbohrers und eines stossenden Erweiterungsapparates durchteuft wurde. Dieser ausserordentliche Erfolg ermutigte zu der Annahme, dass es möglich sein werde, die Mauer noch tiefer niederzubringen und sogar mit derselben den Anschluss an das feste Gebirge zu bewirken. Obwohl nun bis 102 m Teufe vorgebohrt wurde, schlugen alle Versuche, die Mauer wieder in Bewegung zu setzen, fehl, weshalb man sich entschloss, die Sohle zu betonieren und auf der Betonschicht einen dritten Senkcyllinder aufzubauen. Nachdem man dem Beton einige Monate Zeit zum Erhärten gelassen hatte, fing man im April 1871 an, das Wasser zu sumpfen. Hierbei zeigte sich sehr bald, dass sich in der Senkmauer Risse gebildet

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1871, Bd. XXIII, B S. 236.

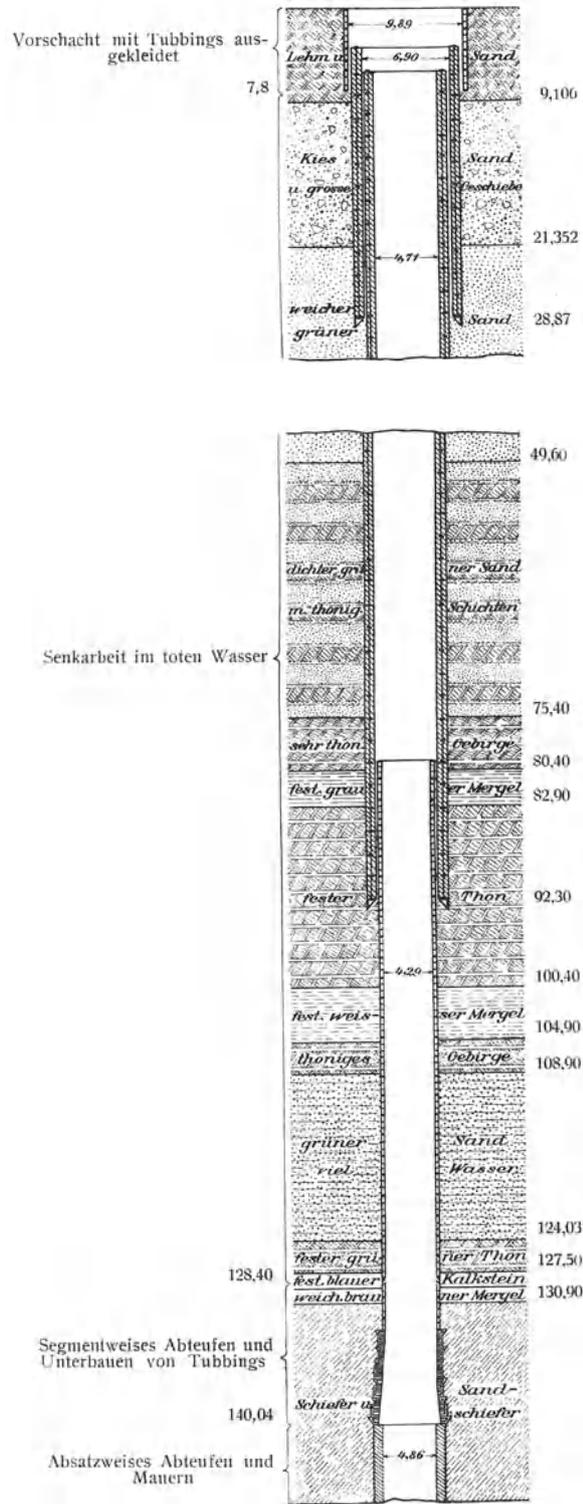


Fig. 334.

Profil durch Schacht Rheinpreussen II.

hatten, durch welche dem Schacht beträchtliche Wassermengen zugeführt wurden. Bevor die Sumpfung fortgesetzt werden konnte, mussten daher die Risse erst verdichtet werden, eine Arbeit, welche viel Mühe und Zeit erforderte (siehe 3. Kapitel, Schachtreparaturen, S. 538 ff.).

Im Herbst 1871 konnte zum Einbau des dritten Senkcyllinders geschritten werden. Zuerst liess man einen Blechcylinder von 38 m Höhe und 4,65 m äusserem Durchmesser ein, welcher unten mit einer Schneide versehen war. Diesen kleidete man sodann mit gusseisernen Tubblings von 4,20 m l. Durchmesser aus und benutzte hierauf zum Aufbau des Senkcyllinders bis zu Tage Ringe von 4,29 m Durchmesser, welche von dem zweiten gusseisernen Senkcyllinder des Schachtes I übriggeblieben waren. Mit dem Niederbringen des Senkcyllinders wurde im Februar 1872 begonnen. Die Beseitigung des Betonpfropfens geschah unter Wasser mittelst Stossbohrers, während im lockeren Gebirge je nach der Widerstandsfähigkeit desselben theils mit dem Sackbohrer, theils mit dem Stossbohrer gearbeitet wurde. Der Anschluss an das feste Gebirge wurde gegen Mitte des Jahres 1872 bei 128 m Teufe dadurch erzielt, dass man den Senkcyllinder in eine Anschüttung von Trassbeton einsinken liess.

Deutscher Kaiser I\*) (75 m) (Fig. 325).

1871—1874.

Die Durchteufung der 16 m mächtigen Ueberlagerung von Sand und Kies erfolgte unter Benutzung von Handsackbohrern durch eine Senkmauer von 6,59 m l. Durchmesser und begann gegen Ende des Jahres 1871. Nach dem Erreichen des unter dem Sand und Kies auftretenden sandigen Thons, ward die Sohle 2 m hoch mit Beton aufgefüllt. Als die Wasser nach einer Pause von 3 Monaten gesümpft wurden, erwies sich der Beton jedoch nicht als genügend erhärtet, weshalb man den Schacht bis 8 m unter der Hängebank mit Lehm und Kies zuschüttete.

Hierauf wurde ein gusseiserner Senkcyllinder von 4,71 m l. Durchmesser eingebaut und Anfang Januar 1873 ein grosser Sackbohrer in Betrieb genommen. Bei 18 m Teufe stiess man auf mehrere grosse Sandsteinbrocken, welche das weitere Einsinken des Senkcyllinders hemmten. Man sah sich daher genötigt den Schacht leer zu pumpen und die Hindernisse von Hand zu entfernen. Es gelang dies auch, sodass die Arbeit wieder fortgesetzt werden konnte. Nachdem eine Teufe von 39 m erreicht war, erlitt der Senkschuh durch plötzliches Aufstossen auf Schwefelkiesknollen Beschädigungen, welche eine abermalige Unterbrechung des Abteufens zur Folge hatten. Da ein wiederholtes Sumpfen des Schachtes wegen der Gefahr von Durchbrüchen des lockeren Gebirges nicht ratsam

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1879, Bd. XXVII, B S. 1.

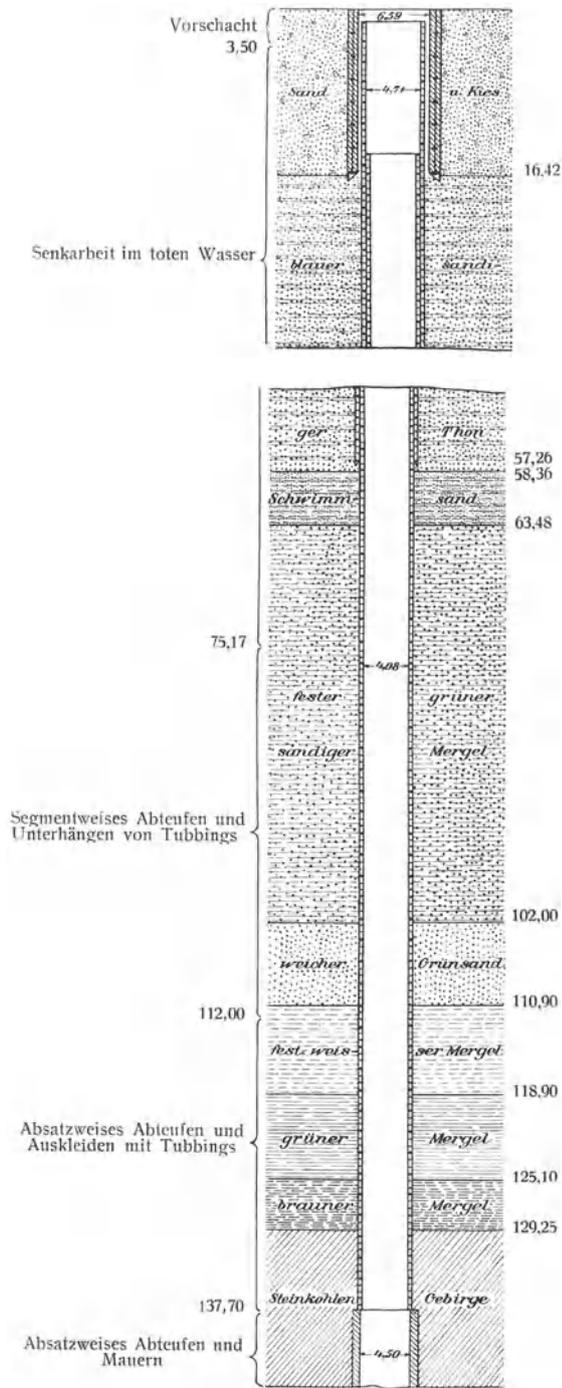


Fig. 335.

Profil durch Schacht Deutscher Kaiser I.

erschien, nahm man Taucher zu Hülfe, welche mit vieler Mühe die zerbrochenen Segmente beseitigten und durch neue ersetzten (vergl. 3. Kapitel, Schachtreparaturen, S. 538 ff.).

Bei 58 m Teufe machten sich wiederum Beschädigungen des Senkschuhs bemerkbar. Man traf daher nunmehr die Vorkehrungen für den Einbau eines zweiten gusseisernen Senkcylinders. Dieser erhielt einen lichten Durchmesser von 4,08 m und wurde vom 1. Dezember 1873 bis gegen Ende Mai des folgenden Jahres unter Anwendung des grossen Sackbohrers bis zu einer Teufe von 75 m niedergebracht. Hier war das Gebirge von solcher Beschaffenheit, dass zum Abteufen auf gewöhnliche Weise übergegangen werden konnte.

Deutscher Kaiser II\*) (116 m) (Fig. 336).

1888—1893.

Auf der Sohle eines Vorschachtes von 3 m Teufe wurde eine Senkmauer von 8,5 m l. Durchmesser eingebaut. Zur Hereingewinnung des lockeren Gebirges benutzte man bis 15 m unter Tage Handsackbohrer, während von da ab bis zum festen Gebirge die Hereingewinnung durch den Rührbohrer und das Zutagefördern des Gebirges durch den Greifbagger geschah. Das Niederbringen der Senkmauer, welche bei 22 m Teufe zum Stillstand gelangte, dauerte vom 5. Mai 1888 bis Anfang Februar 1889. Hierauf wurde bis 37 m unter Tage ein gusseiserner Senkcylinder von 7 m l. Durchmesser abgesenkt. Eine grössere Teufe war mit diesem Senkcylinder nicht zu erreichen, da sich unter dem Senkschuh Blöcke von Kreidemergel festsetzten.

Es erfolgte nun der Einbau eines zweiten gusseisernen Senkcylinders von 6,5 m Durchmesser. Derselbe sank, als er bis 43 m Teufe gekommen war, Ende März 1890 plötzlich um 4,6 m. Gleichzeitig setzten sich auch die Senkmauer und der erste gusseiserne Senkcylinder in Bewegung und gelangten bis 26 bzw. 43 m Teufe. Hierbei gerieten sämtliche Senkcylinder um 0,6 m aus dem Lote. Nachdem es sich als unmöglich erwiesen hatte, die Senkcylinder wieder gerade zu richten, wurde auf der Schachtsohle eine 10 m hohe Betonschicht und hierüber eine Kiesanschüttung von 4 m Höhe hergestellt und auf dieser Unterlage ein neuer Senkcylinder von 5,5 m l. Durchmesser zusammengesetzt. Es gelang, denselben von Anfang Juni 1891 bis zum 31. Januar 1892 bis zu einer Teufe von 95 m niederzubringen. Da das Gebirge beim Bohren zuletzt grössere Festigkeit gezeigt hatte, beschloss man jetzt einen Versuch mit dem Weiterabteufen auf gewöhnliche Weise zu machen. Zur Vorsicht wurde die Sohle abermals 4,5 m hoch mit Beton aufgefüllt.

\*) Zeitschrift für Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1873, Bd. XLI, B S. 219.

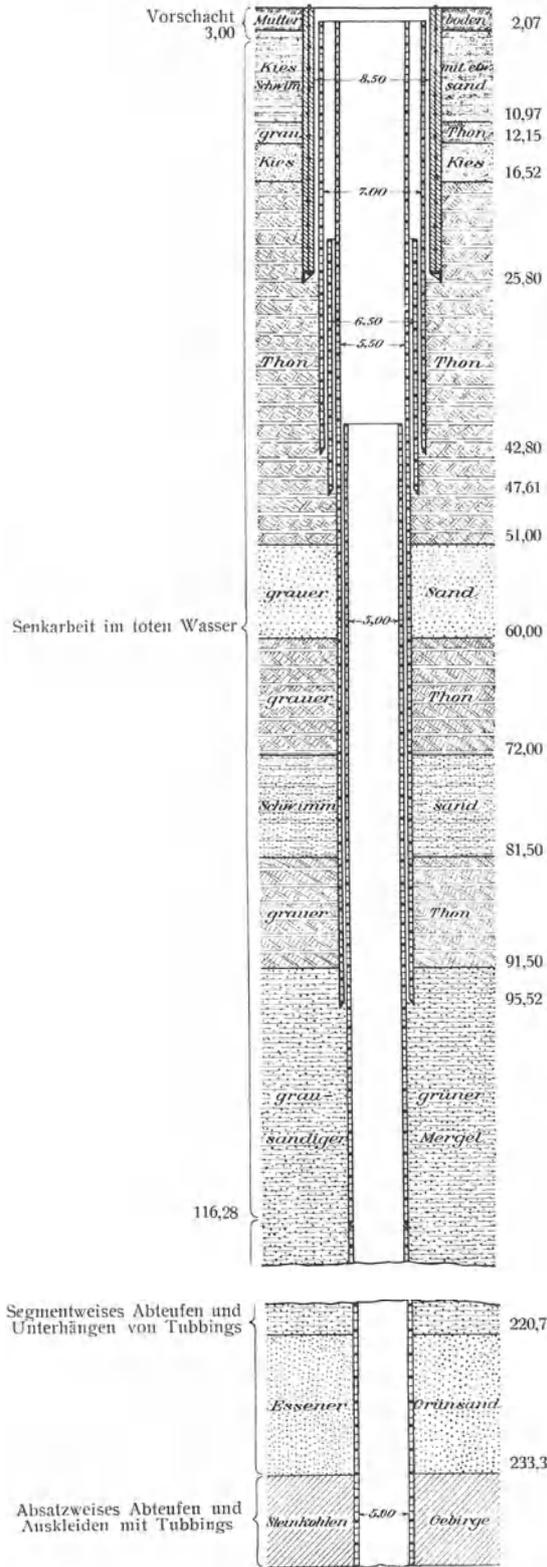


Fig. 336.

Profil durch Schacht Deutscher Kaiser II.

Als die Wasser nach dem Erhärten des Betons beinahe gesümpft waren, stieg das Gebirge mit der Betondecke 13 m hoch im Schachte empor. Man sah sich daher gezwungen, zur Senkarbeit im toten Wasser zurückzukehren und einen vierten gusseisernen Senkcyylinder von 5 m Durchmesser einzubauen. Dieser kam am 27. Juli 1893 bei 116 m unter Tage zur Ruhe, worauf der Schacht bis zu dem bei 233 m Teufe beginnenden Steinkohlengebirge segmentweise abgeteuft und mit Tubblings ausgekleidet wurde.

Westende II\*) (31,5 m) (Fig. 337).

1889—1891.

Nachdem man von Mitte Juni 1889 ab einen 4 m tiefen Vorschacht hergestellt und kreisrund ausgemauert hatte, wurde bis 22 m Teufe eine Senkmauer von 6 m l. Durchmesser niedergebracht. Von 6,5 m Teufe ab wurde das Gebirge im toten Wasser hereingewonnen, wobei man bis 15 m Teufe ein Becherwerk mit Handbetrieb und zuletzt Handsackbohrer benutzte. Am 10. August 1890 stellte man das Absenken einstweilen ein, um die Vorbereitungen zur Anwendung des grossen Sackbohrers zu treffen, welcher am 15. November 1890 in Betrieb kam. Da die Senkmauer aber nicht wieder in Bewegung zu bringen war, liess man die Schachtsohle durch Taucher untersuchen, in der Annahme, dass unter dem Senkschuh sich grössere Gegenstände festgesetzt hätten. Dies bestätigte sich jedoch nicht, und wurde daher nunmehr auf einer 10 m hohen Anschüttung von Kies und Lehm ein gusseiserner Senkcyylinder von 5,5 m Durchmesser zusammengesetzt. Als der gusseiserne Senkcyylinder im August 1891 bei 33 m Teufe zum Stillstande gekommen war und man die Wasser sumpfte, um zur Arbeit auf der Sohle überzugehen, ergab sich, dass mehrere Ringe infolge zu geringer Wandstärke Risse erhalten hatten und unrund geworden waren. Unter diesen Umständen schien es gefährlich, den Senkcyylinder noch tiefer niederzubringen, weshalb ein zweiter gusseiserner Senkcyylinder von 5 m l. Durchmesser und 40 mm Wandstärke eingebaut wurde. Mit demselben erreichte man Ende 1891 ohne Unfall bei 38 m Teufe das feste Gebirge.

Deutscher Kaiser III.\*\*\*) (76 m) (Fig. 338).

1889—1892.

Die Hereingewinnung des lockeren Gebirges erfolgte bis 15 m Teufe zuerst durch Handsackbohrer und später mittelst eines ebenfalls von Hand betriebenen Becherwerks. Sodann wurde wie bei dem Schachte II mit Rührbohrer und Greifbagger gearbeitet.

\*) Glückauf 1892, S. 543.

\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1893, Bd. XLI, B S. 224.

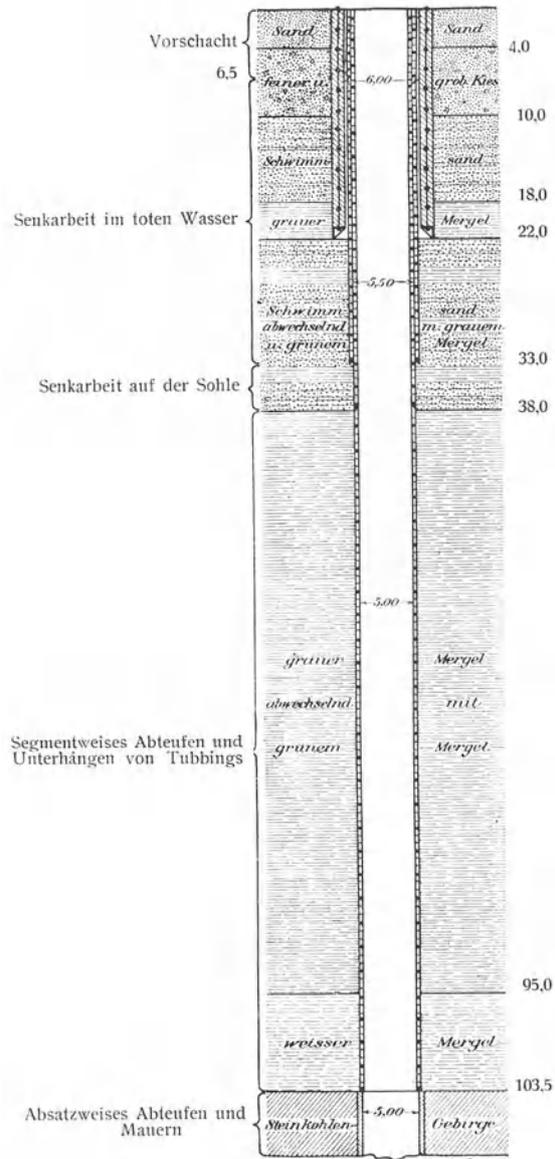


Fig. 337.

Profil durch Schacht Westende II.

Mit einer Senkmauer von 8 m l. Durchmesser gelangte man in der Zeit vom 5. September 1889 bis Anfang Februar 1890 bis 19 m Teufe. Hierauf wurde der Schacht 10 m hoch mit Kies angefüllt und begonnen, auf der Anschüttung einen gusseisernen Senkcyylinder von 7 m l. Durch-

messer zusammensetzen. Als der Einbau des Senkcylinders beinahe beendet war, drang derselbe am 25. Februar plötzlich durch die Kiesschicht hindurch, indem er um 21 cm vom Lote abwich. Mit vieler Mühe gelang es den Senkcylinder wieder gerade zu richten, worauf er Anfang September 1890 eine Teufe von 49 m erreichte.

Nachdem nun abermals auf der Sohle eine Kiesanschüttung hergestellt war, wurde ein Senkcylinder von 6 m l. Weite eingebaut. Das Einsenken desselben ging von Januar bis April 1891 gut von statten; dann aber trat eine Stockung ein, welche dadurch verursacht wurde, dass von der Anschüttung herrührende Kiesstücke sich zwischen den beiden gusseisernen Senkcylindern festgeklemmt hatten. Man sah sich daher genötigt den engeren Senkcylinder teilweise wieder auszubauen, und die Kiesstücke so gut es ging, zu entfernen. Anfang Juni konnte die Senkarbeit fortgesetzt werden und im Februar 1902 gelangte der Senkcylinder bei 70 m Teufe abermals zur Ruhe. Da alle Versuche, ihn noch tiefer einzusenken, fehlschlagen, wurden die Vorbereitungen für den Einbau eines dritten gusseisernen Senkcylinders getroffen. Man brachte eine 4,5 m hohe Betonschicht ein und sumpfte nach dem Erhärten des Betons die Wasser. Hierbei stellte sich heraus, dass der zweite gusseiserne Senkcylinder von 62 bis 65 m Teufe nach einer Richtung hin um 10 cm enger geworden war. Trotzdem war es noch möglich dem neuen Senkcylinder einen l. Durchmesser von 5,5 m zu geben. Mit demselben kam man im Sommer 1892 durch die Arbeit auf der Sohle bis 75,8 m unter Tage und teufte sodann den Schacht auf gewöhnliche Weise weiter ab.

Rheinpreussen III\*) (103 m) (Fig. 339).

1891—1894.

Das Abteufen nahm am 1. Dezember 1891 mit dem Niederbringen einer kreisrunden Fundamentmauer von 9,5 m lichtigem Durchmesser für das Schachtgerüst seinen Anfang. Bis 5 m unter Tage fand die Senkarbeit auf der Sohle statt, während bis zu 16 m Teufe, wo das Absenken der Fundamentmauer beendet wurde, ein Becherwerk zur Anwendung gelangte.

Auf einer 8 m hohen Sandanschüttung führte man sodann eine Senkmauer von 6,5 m l. Durchmesser auf. Diese wurde von Ende Oktober 1892 bis Anfang Januar 1893 bis 41 m Teufe niedergebracht, wobei das Gebirge anfangs mit dem Becherwerk und von 21 m Teufe ab mit dem grossen Sackbohrer hereingewonnen wurde. Bei 41 m Teufe stieg das Gebirge plötzlich 20 m hoch im Schachte empor und die beiden Mauern gerieten um 1,07 m aus dem Lote. Nachdem die eingedrungenen Massen mittelst des Greifbaggers zum grössten Teile wieder aus dem Schachte entfernt

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1896, Bd. XLIV, B S. 156.

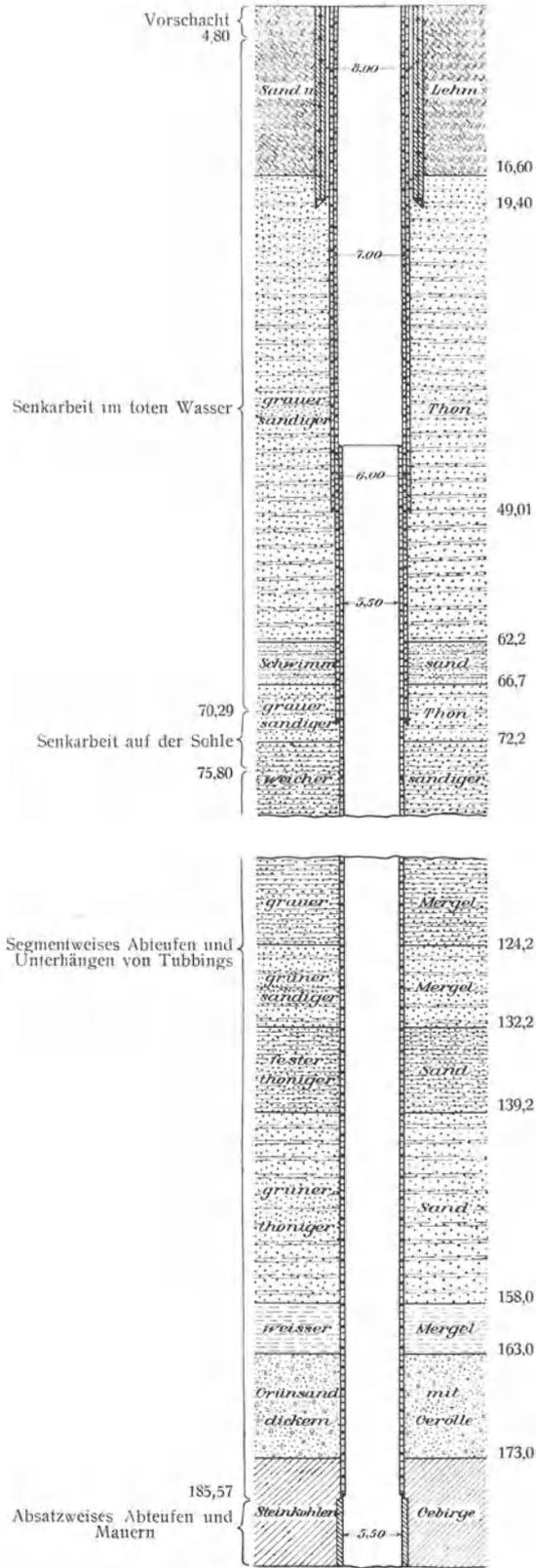


Fig. 338.  
 Profil durch Schacht Deutscher Kaiser III.

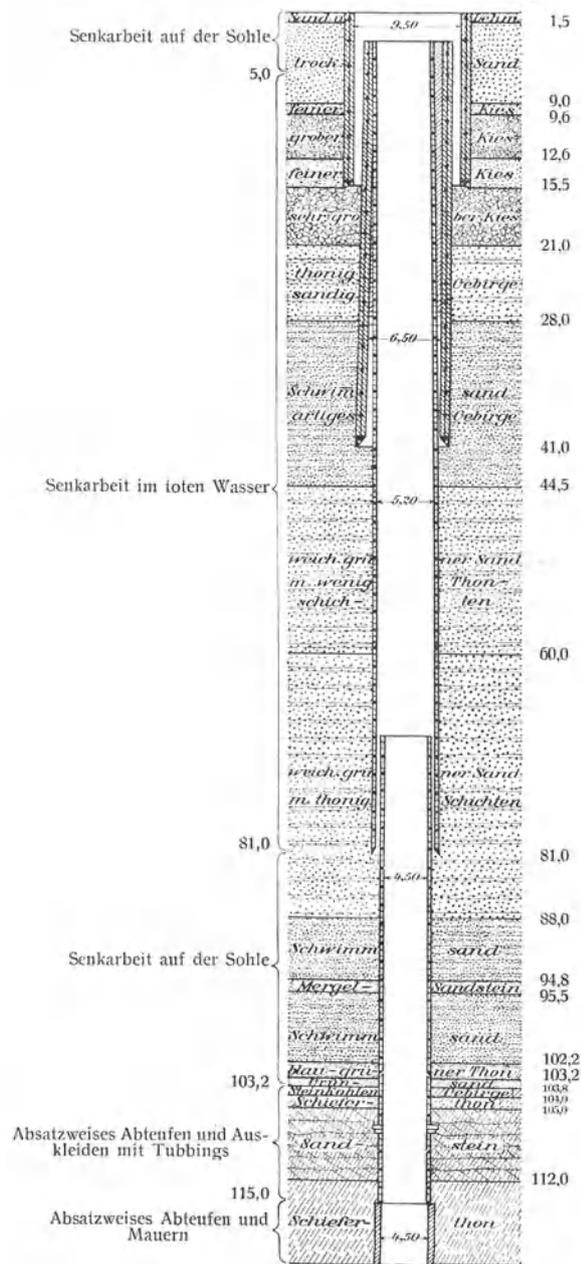


Fig. 339.

Profil durch Schacht Rheinpreussen III.

waren, wurde ein Betonpfropfen von 7,5 m Höhe eingebracht. Als man nach dem Erhärten desselben die Wasser sumpfen wollte, ging der Wasserspiegel kaum merklich zurück und durch eine unter Anwendung von Taucherapparaten vorgenommene Untersuchung der Senkmauer ergab sich, dass dieselbe von 11 bis 22 m Teufe von einer ganzen Anzahl grösserer und kleinerer Risse durchsetzt war. Es blieb nichts übrig, als die Risse durch Taucher verdichten zu lassen, was mit vieler Mühe schliesslich auch gelang (vergl. 3. Kapitel, Schachtreparaturen, S. 538 ff.).

Anfang Dezember 1893 konnte mit dem Einbau eines gusseisernen Senkcyinders von 5,2 m Durchmesser und Anfang März 1894 mit dem Niederbringen desselben begonnen werden. Der Betonpfropfen wurde mit einem Stossbohrer durchbrochen und hierauf im lockeren Gebirge mit dem Rührbohrer und Greifbagger, zum Teil aber auch mit dem grossen Sackbohrer gearbeitet. Im August war man bis 81 m Teufe gelangt, als sich plötzlich ein ruckweises Arbeiten des Sackbohrers bemerkbar machte. Durch Einlassen einer Lehre und Abloten des Schachtes wurde festgestellt, dass im unteren Teile des Senkcyinders von etwa 75 m Teufe abwärts eine Verengung entstanden war. Da die Fortsetzung der Bohrarbeit sich als unmöglich erwies, und andererseits schon von etwa 65 m Teufe ab Schichten von grösserer Festigkeit durchsunken waren, entschloss man sich nun zu dem Wagnis, die Wasser zu sumpfen. Der Versuch war von Erfolg begleitet und schon nach zwei Tagen hatte man die Sohle freigelegt. Hierbei fand sich, dass der Querschnitt der untersten Tubbingringe die Gestalt einer Ellipse angenommen hatte, deren Achsen 5,1 bzw. 5,3 m lang waren.

Auf einer Betonlage von 2,5 m Höhe wurde nun ein zweiter gusseiserner Senkcyinder von 4,5 m l. Durchmesser eingebaut, mit welchem man durch die Arbeit auf der Sohle am 1. Dezember 1894, also genau drei Jahre nach Beginn des Abteufens, bei 103 m Teufe glücklich das Steinkohlengebirge erreichte.

Neumühl I (48 m) (Fig. 340).

1893—1894.

Der Schacht Neumühl I wurde nach Herstellung eines 3 m tiefen Vorschachtes unter Anwendung von Sackbohrer, Rührbohrer und Greifbagger bis 24 m Teufe niedergebracht, während von da ab die Arbeit auf der Sohle stattfand. Mit einer Senkmauer von 7,5 m l. Durchmesser gelangte man vom Oktober 1893 bis Anfang Februar 1894 bis 13,5 m Teufe, worauf ein gusseiserner Senkcyinder von 6,50 m l. Weite eingebaut wurde, der bei 29 m Teufe zum Stillstand kam. Ein zweiter gusseiserner Senkcyinder von 5,8 m Durchmesser erreichte sodann im Herbst 1894 bei 48 m unter Tage das feste Gebirge.

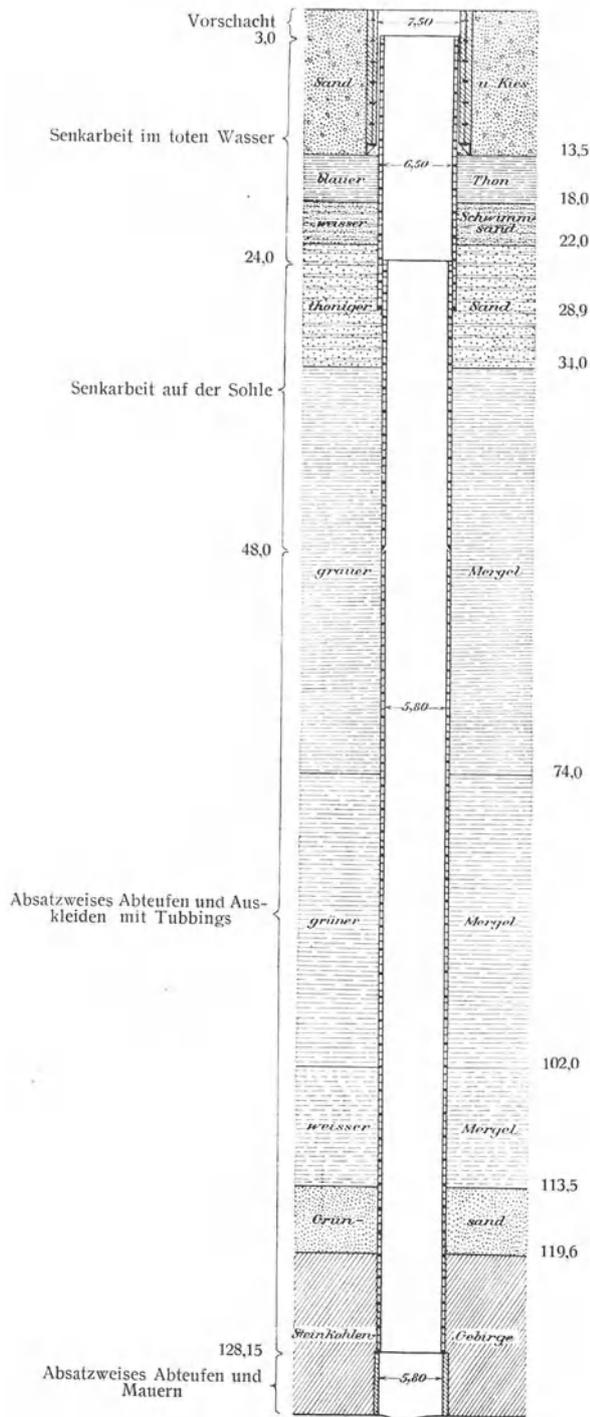


Fig. 340.  
 Profil durch Schacht Neumühl I.

Hugo bei Holten, alter Schacht\*) (175 m) (Fig. 341).

1895—1898.

Die oberen, zum grössten Teile aus Lehm, wasserreichem Sand und Kies bestehenden Schichten wurden in der Zeit vom 5. September 1895 bis 1. Mai 1896 mittelst einer Senkmauer von 7,50 m l. Durchmesser durchteuft. Bis 7 m Teufe wurde auf der Sohle gearbeitet und dann zur Hereingewinnung des Gebirges im toten Wasser 2 Becherwerke in Betrieb genommen. Bei 17 m Teufe traf man auf zähen Thon, in welchem die Becherwerke nicht genügend wirkten, weshalb man zur Anwendung von Handsackbohrern überging. Nachdem hierauf die zusetzenden Wasser in dem zähen Thon abgeschlossen waren, wurde die Senkarbeit bei 20 m Teufe eingestellt.

Am 15. Juni 1896 begann das Abteufen des Schachtes auf gewöhnliche Weise und die gleichzeitige Verkleidung der Stösse durch Unterhängen von Tubblings mit einem lichten Durchmesser von 6,72 m. Als gegen Ende September eine Teufe von 81 m erreicht war, wurde das Gebirge weicher und die Wasserzuflüsse, welche bisher nur 20 l in der Minute betragen hatten, nahmen nicht unerheblich zu. Es wurde daher jetzt beschlossen, die Vorbereitungen für den Einbau eines gusseisernen Senkcylinders zu treffen.

Man stellte auf der Sohle einen Betonpfropfen von 5 m Höhe her und liess demselben 5 Wochen Zeit zum Erhärten. Bei dem darauf folgenden Stümpfen des Schachtes zeigte sich der Betonpfropfen nicht hinreichend dicht, weshalb man die Wasser wieder steigen liess. Diese flossen sodann in einer Menge von 18 l je Minute an der Schachtmündung über. Bevor eine neue Betonlage eingebracht wurde, bedeckte man die erste  $1\frac{1}{2}$  m hoch mit Kies, weil man befürchtete, dass der auf der Sohle befindliche Schlamm das Binden des Betons hindern würde.

Der zweite Betonpfropfen, welcher eine Höhe von 7 m erhielt, schloss die Wasser vollständig ab, sodass am 3. Januar 1897 zum Einbau des gusseisernen Senkcylinders von 6,08 m Durchmesser geschritten werden konnte. Das Niederbringen desselben geschah anfangs durch die Arbeit auf der Sohle, wobei die Wasser zuerst mittelst Kübels und später durch 2 mit Dampf betriebene Duplexpumpen zu Sumpf gehalten wurden. Nachdem man in der oberen Betonlage  $5\frac{1}{2}$  m abgeteuft hatte, knickte die Stahlbandage, mit welcher der Senkschuh umgeben war, ein und legte sich nach aussen um. Hierdurch wurde ein weiteres Sinken des Cylinders unmöglich gemacht. Unter grossen Schwierigkeiten baute man an Stelle des beschädigten Teiles der Bandage eine neue ein und setzte hierauf

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1899, Bd. XLVII, B S. 78.

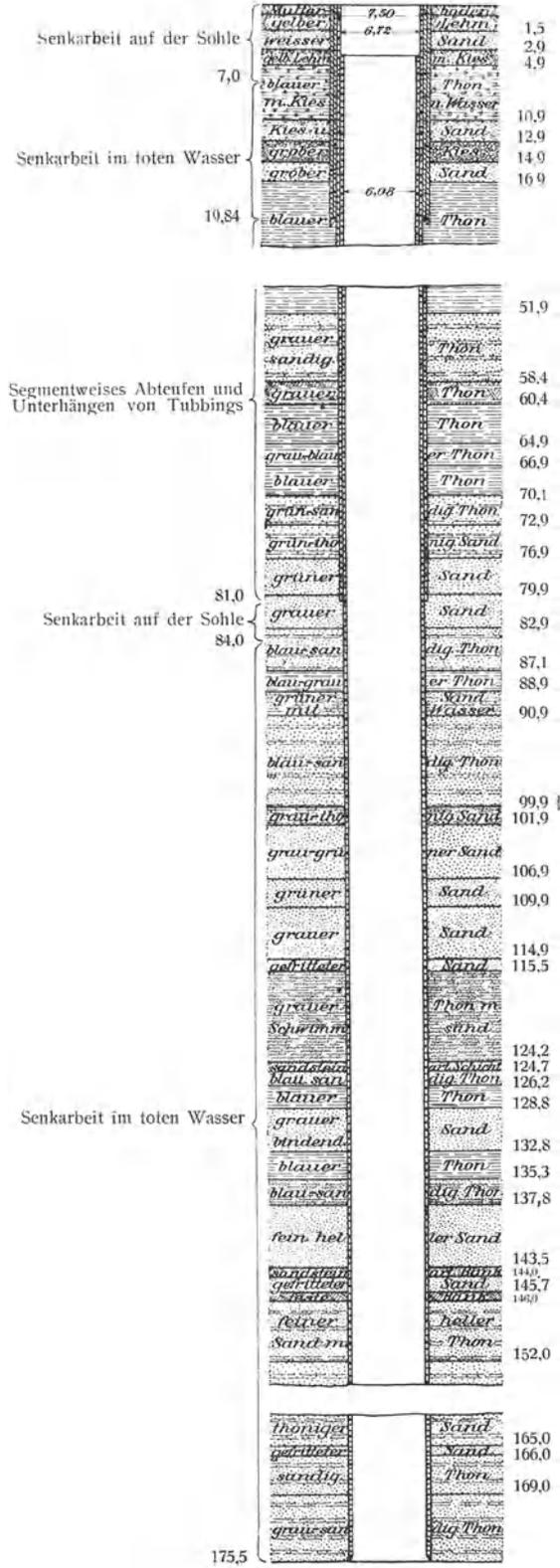


Fig. 341.

Profil durch den alten Schacht Hugo bei Holten.

die Senkarbeit wieder fort. Am 27. März 1897 kam der Senkcylinder plötzlich in starke Bewegung, sank durch die Kiesschicht, welche man gerade in der Schachtmitte angehauen hatte, sowie den unteren Betonpfropfen hindurch und drang noch 2 m tief in das lockere Gebirge ein. Bei diesem Unfälle wurden von den 7 auf der Sohle beschäftigten Arbeitern 2 unter dem aufgewühlten Kiese begraben und getötet. Nach Aufräumung der Sohle gelangte man noch bis 84 m Teufe. Dasselbst nahmen die Wasserzuflüsse jedoch so zu, dass die Sohle verlassen werden musste.

Von nun ab wurde das Gebirge im toten Wasser mittelst des Greifbaggers hereingewonnen und zu Tage gefördert. Am 1. März 1898 war der Schacht schon 175 m tief. Dieses ausserordentlich günstige Ergebnis wurde dadurch erzielt, dass von 110 bis 130 m und sodann von 144 bis 151 m Teufe Schichten angetroffen wurden, von denen aus auf der Aussenseite des Senkcylinders ein Wasserstrom emporstieg, welcher das Einsinken desselben nicht unwesentlich beförderte. Da der Senkcylinder, welcher nur noch wenige Meter vom festen Gebirge entfernt war, von 175 m Teufe ab nicht mehr sinken wollte, beabsichtigte man einen neuen einzubauen und dichtete daher die Sohle abermals mit einem Betonpfropfen ab. Nach dem Sumpfen der Wasser ergab sich, dass von 120 bis 136 m Teufe in dem Cylinder ein senkrechter Riss von 6 mm Breite entstanden war, welcher jedoch kein Wasser durchliess. Auch hatte sich in diesem Schachteile der Durchmesser des Senkcylinders nach einer Richtung hin um 15 cm verringert. Zugleich wurde durch Anbohren der Tubblings festgestellt, dass auf dem Schacht ein einseitiger Wasserdruck ruhte. Als am 6. August 1898 einige Schachthauer bei 140 m Teufe von einer schwebenden Bühne aus die Fugen des Tubblings verdichteten, hörten sie unter sich einen heftigen Knall, dem bald weitere explosionsartige Geräusche folgten. Sie fuhren deshalb sofort zu Tage. Nach Verlauf einiger Stunden begannen die Tubblings im unteren Teile des Schachtes zu bersten und nach kurzer Zeit war der Schacht bis 80 m unter Tage zusammengebrochen und damit für immer verloren.

#### Neumühl II (32 m) (Fig. 342).

1897–1898.

Von der Sohle eines 2,50 m tiefen Vorschachtes aus wurde vom 21. September 1897 ab eine Senkmauer von 7 m l. Durchmesser niedergebracht. Bei 17,30 m Teufe baute man sodann einen gusseisernen Senkcylinder ein, welcher bis 32 m Teufe gelangte. Die Hereingewinnung erfolgte im toten Wasser unter Anwendung eines Greifbaggers. Nachdem man noch bis 37 m Teufe unter Tage Tubblings untergehängt hatte, wurde der Schacht absatzweise abgeteuft und ausgemauert.

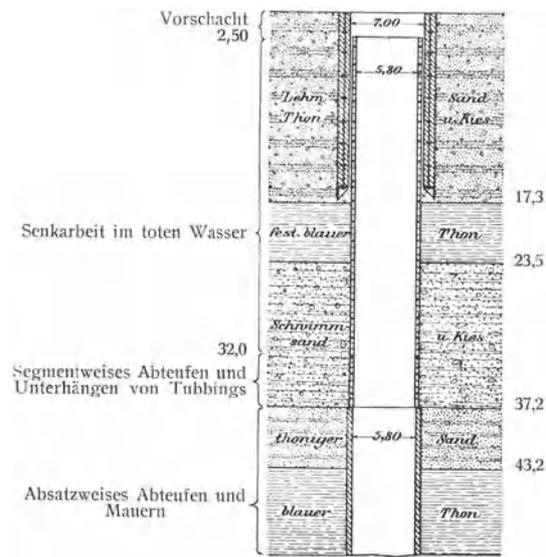


Fig. 342.

Profil durch Schacht Neumühl II.

Sterkrade (136,5 m) (Fig. 343).

1897—1901.

Die Arbeiten begannen am 16. August 1897 mit dem Niederbringen einer Senkmauer von 7,5 m l. Durchmesser. Die Hereingewinnung fand hierbei auf der Sohle statt, während die zuzitzenden Wasser von 5,30 m Teufe an mittelst Pressluft im Gebirge zurückgehalten wurden. Ende Januar 1898 kam die Mauer bei 18 m Teufe zum Stillstande.

Unterhalb der Senkmauer war das Gebirge so fest, dass man den Schacht in Absätzen von 7 bis 8 m auf gewöhnliche Weise weiter abteufen und ausmauern konnte.

Als im Mai 40 m durchteuft waren, wurde der Einbau eines gusseisernen Senkcyinders erforderlich. Derselbe erhielt einen Durchmesser von 6,72 m. Bis 44 m unter Tage gelang es, den Senkcyinder durch die Arbeit auf der Sohle abzusenken, während von da ab die Hereingewinnung und das Zutagefördern des lockeren Gebirges im toten Wasser mittelst des Greifbaggers geschah. Da der Druck der hydraulischen Pressen, mit welchen man das Einsinken des Senkcyinders zu befördern suchte, mit der Zeit nicht mehr ausreichte, wurde die Abteufarbeit Anfang September 1898 bei 81 m Teufe einstweilen eingestellt. Es sollte sodann ein neuer gusseiserner Senkcyinder von 5,90 m l. Durchmesser eingebaut werden.

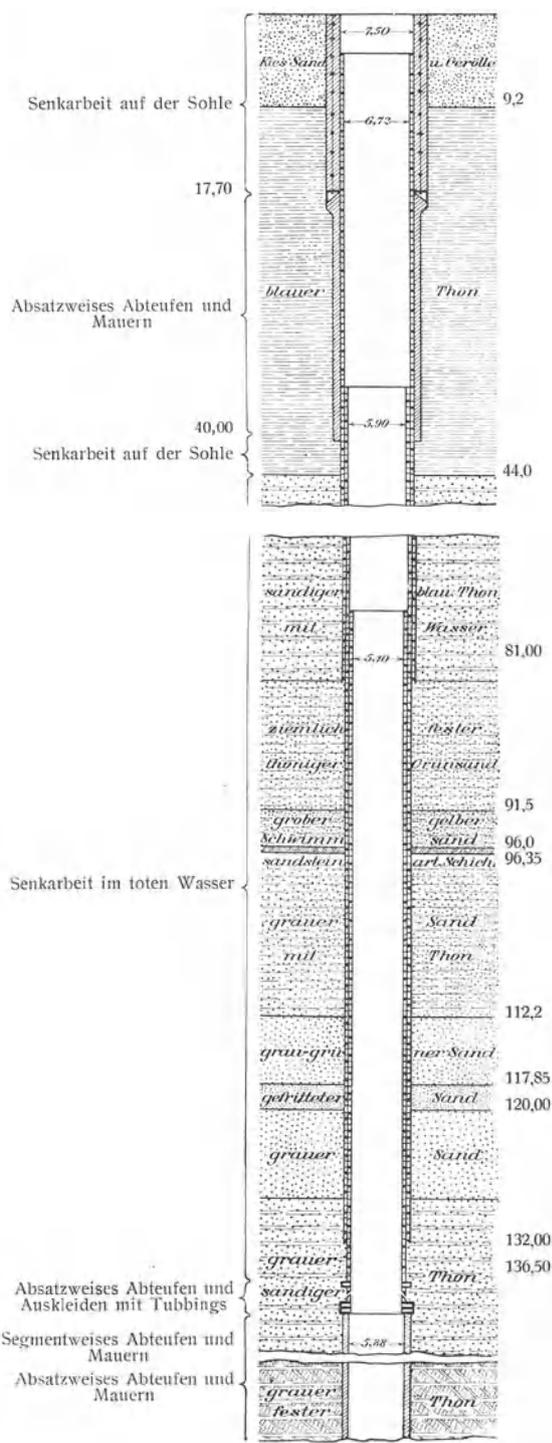


Fig. 343.

Profil durch Schacht Sterkrade.

Zu diesem Zwecke wurde die Sohle 5,5 m hoch mit Beton aufgefüllt. Nachdem der Beton erhärtet war und man die Wasser gesümpft hatte, kam das Gebirge um den Schacht herum in Bewegung und von 55 bis 75 m Teufe presste sich das Blei aus den Fugen der Tubblings heraus. Ausserdem entstand unter starken Erschütterungen bei 69,5 und 72 m Teufe in je einem Tubblingssegment ein Riss, aus dem Wasser und Sand hervor-drang. Man füllte daher den Schacht schleunigst mit Wasser und erhöhte die Betonschicht auf 15 m.

Mitte März 1899 konnte endlich mit dem Einbau des neuen Senk-cylinders und am 1. Juni mit dem Niederbringen desselben angefangen werden. Die Beseitigung des Betonpfropfens erfolgte zuerst von Hand. Als jedoch 5 m in demselben abgeteuft waren, fand sich, dass der Beton schlecht abgebunden hatte, weshalb man zum Kind-Chaudron-Bohrverfahren überging, für welches die Einrichtungen mittlerweile beschafft worden waren.

Am 15. September 1899 war der Betonpfropfen durchbohrt und am 13. März 1900 eine Teufe von 132 m erreicht. Das Gebirge hatte man mit dem Greifbagger und zuletzt teilweise unter Zuhülfenahme eines schmiede-eisernen Stossbohrers sowie eines besonderen Stosswerkzeuges hereingewonnen.

Es wurde nun abermals ein Betonpfropfen von 9 m Höhe eingebracht und auf diesem ein dritter gusseiserner Senkcyliner von 5,10 m Durchmesser zusammengesetzt. Beim Absenken durch den Beton wurde auch hier wieder der Kind-Chaudron-Bohrer benutzt, während sodann der schmiedeeiserne Stossbohrer und das Stosswerkzeug zur Anwendung kamen. Die Senkarbeit wurde am 24. Januar 1901 bei 136,5 m Teufe beendet, worauf man die Wasser sümpfte und glücklich bis zur Sohle gelangte. Um den Fuss des Senkylinders zu sichern, legte man bei 137,5 m unter Tage einen Keilkranz und schloss ihn durch einen Anschlusskranz an den Senkschuh an. Hierauf wurde bei 140 m Teufe ein doppelter Keilkranz verlagert und durch zwei Tubblingsringe mit dem oberen Keilkranz verbunden. Bis 165 m Teufe war das Gebirge noch so wenig widerstandsfähig, dass der Schacht segmentweise abgeteuft und ausgemauert werden musste.

Osterfeld II (76,5 m) (Fig. 344).

1898 bis 1899.

Mit einer Senkmauer erreichte man durch die Arbeit auf der Sohle in der Zeit vom 1. Juli bis 20. August 1898 eine Teufe von 32 m. Um die Mauer, welche aussen eine Dossierung von 1 : 100 erhielt, nicht zu schwächen, wurde beim Aufmauern der innere Durchmesser gleichzeitig mit dem äusseren verringert, sodass die Mauer also nach innen geneigt war. Der lichte Anfangsdurchmesser betrug 6 m und der Enddurchmesser 4,50 m.

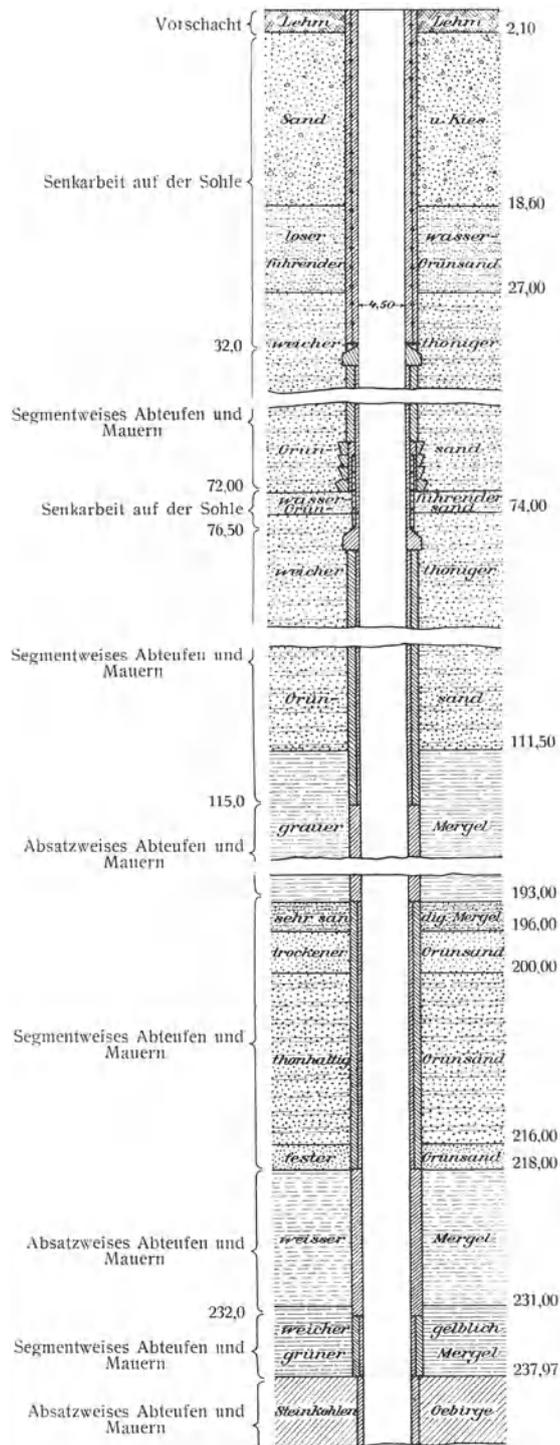


Fig. 344.

Profil durch Schacht Osterfeld II.



Fig. 345.

Niederbringen eines gusseisernen Senkcyinders innerhalb der Schachtmauerung auf Osterfeld II.

Das Weiterabteufen geschah segmentweise unter Auskleidung der Stöße mittelst Mauerung. Als der Schacht 67 m tief war, wurde durch ein Vorbohrloch festgestellt, dass von 72 bis 74 m Teufe eine wasserführende Grünsandschicht auftrat. Man beschloss durch diese Schicht mittelst eines gusseisernen Senkcyinders niederzugehen. Da man den Querschnitt des Schachtes durch den Einbau des Senkcyinders nicht vermindern wollte, wurde von jetzt ab der Durchmesser des Schachtes erweitert. Jeder einzelne Mauersatz erhielt hierbei, um ein Abrutschen zu vermeiden, die Gestalt eines Mauerfusses (Fig. 345).

Bei 71,5 m Teufe baute man den gusseisernen Senkcyinder ein und presste denselben mittelst hydraulischer Handpressen vor dem erweiterten Mauerstück bis 76,5 m unter Tage nieder. Der Cylinder bestand aus fünf deutschen Tubbing's von 5 m l. Durchmesser, 1 m Höhe und 30 mm Wandstärke und wurde durch zehn an dem Mauerwerk befestigte Flacheisenlaschen geführt.

Nachdem vor dem Senkcyinder noch eine 1 Stein starke Futtermauer aufgeführt worden war, wurde das segmentweise Abteufen und Ausmauern fortgesetzt. Von 115 m Teufe an wurde das Gestein fester, sodass man nun dazu übergehen konnte, den Schacht in Absätzen von 10 bis 20 m in der gewöhnlichen Weise auszumauern. Jedoch musste von 193 bis 218 m Teufe, sowie von 232 bis 238 m Teufe der geringen Widerstandsfähigkeit des Gebirges wegen wieder zum segmentweisen Abteufen übergegangen werden.

Das Abteufen im Deckgebirge wurde Ende Oktober 1899 bei 238 m Teufe beendigt.

#### Deutscher Kaiser IV (58 m) (Fig. 346).

1899 bis 1901.

Mit dem Abteufen des Schachtes wurde am 13. Oktober 1899 begonnen und bis 16 m Teufe eine Senkmauer von 8 m l. Durchmesser niedergebracht. Das Gebirge wurde bis 11 m unter Tage mittelst eines Becherwerks und bis 13 m Teufe mittelst des Greifbaggers und eines besonderen Stosswerkzeuges hereingewonnen, während man von da ab auf der Sohle arbeitete. Auch nach Einbau eines gusseisernen Senkcyinders von 6,50 m Durchmesser fand die Arbeit noch bis 30 m Teufe auf der Sohle statt. Sodann ging man zur Anwendung des Greifbaggers und Rührbohrers über. Bei 35 m Teufe wurde ein zweiter gusseiserner Senkcyinder von 5,90 m l. Durchmesser eingebaut, welcher am 22. Juli 1901 bis zu dem bei 58 m Teufe unter Tage beginnenden festen Gebirge gelangte.

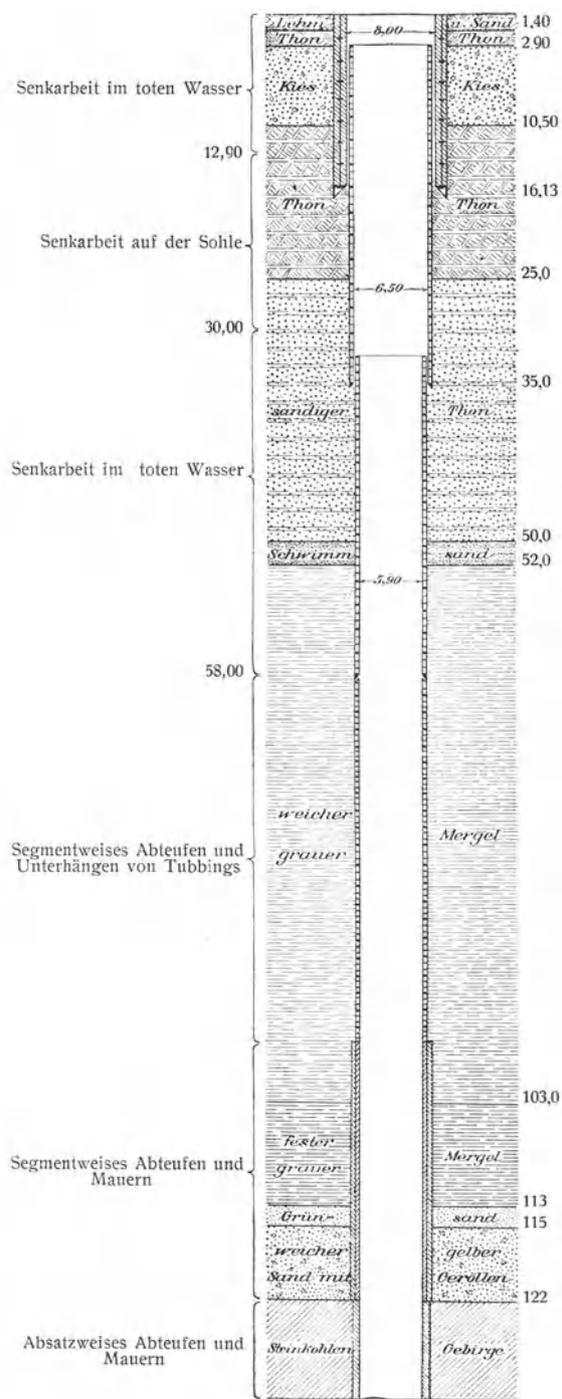


Fig. 346.

Profil durch Schacht Deutscher Kaiser VI.

## Hugo bei Holten, neuer Schacht (178 m) (Fig. 347).

1899—1902.

Am 25. Februar 1899 wurde in geringer Entfernung von dem zu Bruche gegangenen alten Schacht Hugo ein neuer Schacht in Angriff genommen. Mit einer Senkmauer von 7,3 m l. Durchmesser kam man am 30. Juni bis 18 m Teufe. Nachdem bis 9 m unter Tage auf der Sohle gearbeitet worden war, wurde ein Greifbagger in Betrieb genommen. Zuletzt unterschritt man den Senkschuh noch mit einem Rührbohrer, um die Senkmauer zum Abschluss der Wasser in dem von 16 m Teufe an auftretenden Thon niederzubringen.

Nach dem Sumpfen des Schachtes wurde auf gewöhnliche Weise weiter abgeteuft, wobei man den Schacht anfangs segmentweise und später absatzweise ausmauerte. Bei 70 m Teufe zeigte das Gebirge nur noch geringe Widerstandsfähigkeit, weshalb man einen gusseisernen Senkcylinder von 6,65 m l. Durchmesser einbaute, welcher aus Tubblings von 1,50 m Höhe und 90 mm grösster Wandstärke zusammengesetzt wurde. Nachdem der Senkcylinder gegen Ende des Jahres durch die Arbeit auf der Sohle bis 76 m Teufe niedergebracht war, stellte sich heraus, dass eine Anzahl Tubblings gesprungen war. Da man dies auf zu grosse Gussspannung zurückführte, wurde beschlossen, die 1,50 m hohen Tubblings durch solche von 1,17 m Höhe zu ersetzen. Anfang Februar 1900 waren alle Ringe bis auf die fünf untersten ausgebaut, als das Gebirge plötzlich 7 m hoch im Schachte emporquoll. Man sah sich daher genötigt, die fünf Ringe sitzen zu lassen und die Vorbereitungen für den Einbau eines zweiten gusseisernen Senkcylinders zu treffen, indem man auf der Sohle eine 10 m hohe Betonanschüttung herstellte. Diese wurde später noch auf 15 m erhöht, weil sie sich nicht als genügend dicht erwies.

Am 8. September 1900 war der Einbau des neuen Senkcylinders, welcher einen lichten Durchmesser von 5,80 m erhielt, vollendet. Hierauf begann man den Beton mittelst des Kind-Chaudron-Bohrers zu durchbohren, musste aber sehr bald zur Arbeit auf der Sohle übergehen, da der Senkcylinder dem Bohrer nicht folgte. Als etwa 5 m in dem Beton abgeteuft waren, wurde der Bohrer wieder in Thätigkeit gesetzt und es sank der Senkcylinder nun regelmässig nach. Das Absenken im lockeren Gebirge, wobei man sich des Greifbaggers zur Hereingewinnung bediente, begann am 22. Dezember 1900 und wurde am 29. Juli 1901 bei 162,57 m Teufe beendet. Nach Herstellung eines 15 m hohen Betonpfropfens sumpfte man die Wasser und fand hierbei, dass der Senkcylinder von 138 bis 148 m Teufe unrund geworden war und einige Risse aufwies.

Der dritte gusseiserne Senkcylinder, welcher jetzt zum Einbau gelangte, hatte 4,70 m Durchmesser. Derselbe wurde im Beton unter Anwendung



Fig. 347.

Profil durch den neuen Schacht Hugo bei Holten.

des Kind-Chaudron-Bohrers abgesenkt, während man zur Hereingewinnung des immer fester werdenden Gebirges den Greifbagger und den schmiedeeisernen Stossbohrer von Schacht Sterkrade benutzte. Man erreichte mit dem Senkcylinder in der Zeit vom 13. Mai bis 10. August 1902 eine Teufe von 177,90 m und damit den Anschluss an das feste Gebirge.

Mitte September hatte man die Sohle freigelegt. Leider stellte sich heraus, dass die vier untersten Ringe des Senkcylinders in senkrechter Richtung gerissen waren. Es wird daher nunmehr notwendig sein, den unteren Teil des Senkcylinders durch Vorbau von Tubblings zu sichern, wodurch sich der Durchmesser des Schachtes an dieser Stelle auf etwa 4,30 m verringern dürfte.

#### Concordia IV (78,5 m) (Fig. 848).

1900—1901.

Das Abteufen erfolgte hier unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie auf Osterfeld II. Die oberen Schichten wurden von Mai 1900 ab durch die Arbeit auf der Sohle mittelst einer Senkmauer von 6,5 m l. Durchmesser durchsunken. Im Oktober desselben Jahres kam die Mauer bei 41,25 m Teufe zum Stillstande, worauf sie durch Mauerwerk unterfangen und mit einem 1 Stein starken Futter versehen wurde.

Bei der Fortsetzung des Abteufens wurde der Schacht bei 6 m l. Durchmesser absatzweise ausgemauert. Von 67 m Teufe ab gab man der Schachtmauer einen um 1,10 m grösseren Durchmesser, weil eine von 74,90 m bis 78,2 m Teufe reichende Schicht von losem, wasserführenden Grünsand mit einem gusseisernen Senkcylinder ohne Verringerung des Schachtdurchmessers durchteuft werden sollte. Gleichzeitig stellte man die Mauerung wegen der geringen Widerstandsfähigkeit des Gebirges in einzelnen keilförmigen Segmenten her.

Der Senkcylinder erhielt einen lichten Durchmesser von 6,91 m und gelangte im Februar 1901 bei 72 m Teufe zum Einbau. Das Absenken geschah unter Vertäfelung der Sohle und wurde im April 1891 bei 78,5 m Teufe beendet. Nachdem hierauf der Schacht noch bis 84 m unter Tage segmentweise abgeteuft war, wurde vor der Mauerung und dem Senkcylinder bis 67 m eine Futtermauer aufgeführt.

#### Auguste Victoria I und II (125 m).

1900—1901.

Das lockere Gebirge besteht hier bis 33 m Teufe aus Sand und von da bis etwa 125 m unter Tage aus wenig widerstandsfähigem sandigen Mergel. In diesen Schichten finden sich in Abständen von 1 bis 3 m Sandsteinbänke von 15 bis 40 cm Mächtigkeit eingelagert. Die Arbeiten be-

gannen im Mai 1900. Schacht I wurde mittelst einer Senkmauer von 6,7 m l. Durchmesser unter Hereingewinnung des Gebirges auf der Sohle bis 40 m Tiefe und Schacht II in derselben Weise mittelst einer Senkmauer

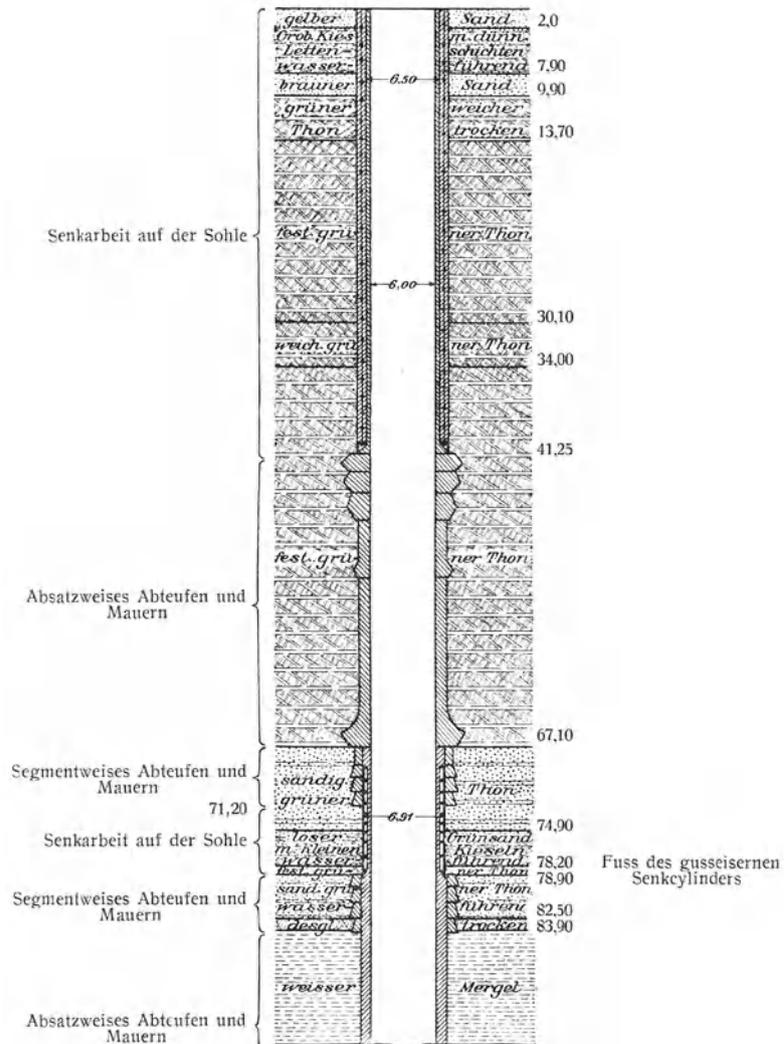


Fig. 348.

Profil durch Schacht Concordia IV.

von 9,0 m Durchmesser bis 30 m abgeteuft. Bei Schacht II setzte man das Abteufen sodann bis 40 m auf gewöhnliche Weise fort, indem man den Schacht in kleinen Absätzen mit Mauerung auskleidete.

Aus der 33 m mächtigen Ueberlagerung von Sand sassen in beiden miteinander kommunizierenden Schächten zusammen bis zu 12 cbm Wasser zu, welche mittelst Pulsometer und Duplexpumpen gehoben wurden. Die Hoffnung, die Wasser abschliessen zu können, erwies sich als trügerisch; diese folgten dem Abteufen immer wieder nach und verursachten mehrfach Durchbrüche des lockeren Gebirges, weshalb man sich im September 1901 gezwungen sah, die Arbeit auf der Sohle aufzugeben.

Es hätte nun am nächsten gelegen, zur Senkarbeit im toten Wasser überzugehen. Dem stand jedoch entgegen, dass das Einsinken der Senkcylinder durch die zahlreichen in dem Mergel eingelagerten Sandsteinbänke entweder gehindert oder doch wenigstens sehr erschwert worden wäre. Ausserdem erschien der Anfangsdurchmesser des Schachtes I von 6,7 m für das Ineinanderschachteln mehrerer Senkcylinder nicht ausreichend. Man hielt es daher für zweckmässiger, das Gefrierverfahren anzuwenden, umso mehr, als dieses die Aussicht auf geringere Kosten bot (Siehe VI, Gefrierverfahren).

#### Trier I und II (21,5 m).

1900.

Im Felde Trier wurde im Herbst 1900 nördlich von Dorsten mit der Herstellung einer Doppelschachanlage vorgegangen. Bei Schacht I brachte man eine Senkmauer von 6,4 m l. Durchmesser durch die Arbeit auf der Sohle bis 17 m Teufe und sodann unter Anwendung eines Greifbaggers bis 21,5 m nieder, während bei Schacht II eine Senkmauer von demselben Durchmesser durch die Arbeit auf der Sohle bis 13,5 m gelangte. Man erkannte nun, dass es ohne Ineinandersetzen mehrerer Senkcylinder nicht möglich sein werde, mittelst Senkarbeit das feste Gebirge zu erreichen. Da aber alsdann bei dem verhältnismässig geringen Durchmesser der Senkmauern von 6,4 m der spätere Querschnitt der Schächte für einen schwunghaften Betrieb nicht genügt haben würde, beschloss man zum Gefrierverfahren überzugehen. Die Vorbereitungen hierzu hatten schon begonnen, als die Arbeiten wegen Geldmangels eingestellt werden mussten.

#### Rheinpreussen IV (93 m).

1900—1902.

Beim Abteufen des Schachtes Rheinpreussen IV wurde ebenso wie bei dem Schachte Rheinpreussen V das von Pattberg erdachte Stossbohrverfahren zur Anwendung gebracht. Die Arbeiten begannen am 15. September 1900 mit dem Niederbringen einer Senkmauer von 8,90 m l. Durchmesser. Das lockere Gebirge wurde mit einem Becherwerk, das durch Menschenkraft betrieben wurde, hereingewonnen. Anfang Dezember

gelangte die Senkmauer bei 16,65 m Teufe zum Stillstand, worauf die Sohle 3 m hoch mit Beton aufgefüllt wurde. Nachdem man dem Beton etwa 3 Monate Zeit zum Erhärten gelassen hatte, wurde ein neuer Senkcyylinder von 6,9 m l. Durchmesser, ein sogenannter »Compoundschacht«, eingebaut, der nach den Angaben Pattbergs aus einem Kranze von Tubblings mit innerer Mauerfütterung hergestellt war.

Der Einbau des Senkcyinders dauerte vom 2. bis zum 23. Mai 1901. Am 28. Juli wurde der Stossbohrer in Thätigkeit gesetzt. Die Beseitigung der 3 m hohen Betonschicht nahm 4 Tage in Anspruch. Nachdem hierauf noch einige Aenderungen an den Bohreinrichtungen getroffen waren, folgte vom 23. August ab das Abbohren im lockeren Gebirge.

Am 5. Oktober war man bis 60,5 m Teufe vorgerückt, als der Cylinder nicht mehr sinken wollte. Man entschloss sich daher zum Einbau eines dritten Senkcyinders. Dieser erhielt einen lichten Durchmesser von 5,90 m und wurde nur aus Tubblings zusammengesetzt, um den Querschnitt des Schachtes nicht zu sehr zu vermindern. Da das Gebirge nicht sehr wasserreich war, zog man es vor, den Senkcyylinder statt auf einem Betonpfropfen auf einer 30 m hohen Sandschicht aufzubauen, die man nachher mittelst des Greifbaggers wieder herausholte. Das Abbohren im lockeren Gebirge begann am 17. März d. J. und am 27. desselben Monats war der Schacht schon 89,26 m tief. Eine unangenehme Unterbrechung von 4 Monaten entstand hierauf dadurch, dass das Unterteil des Bohrers im Gewichte von 6000 kg abbrach und durch Zerstampfen und mittelst Fangarbeit aus dem Schachte entfernt werden musste. Am 30. Juli 1902 wurde bei 93 m Teufe das feste Gebirge erreicht und sodann der Schacht auf gewöhnliche Weise weiter abgeteuft.

#### Rheinpreussen V (74,5 m).

1900—?

Der Schacht Rheinpreussen V wurde am 13. Dezember 1900 in Angriff genommen. Genau in derselben Weise wie bei dem Schachte IV wurde bis 17 m Teufe eine Senkmauer von 8,9 m Durchmesser niedergebracht, worauf man auf einem Betonpfropfen von 3 m Höhe einen Compoundschacht von 6,9 m Durchmesser einbaute. Das Durchbohren des Betonpfropfens dauerte 3 Tage und am 21. November 1901 nahm die Bohrarbeit im lockeren Gebirge ihren Anfang.

Nachdem der Compoundschacht am 18. Januar 1902 bei 74,5 m Teufe zur Ruhe gekommen war, gelangte auch hier ein gusseiserner Senkcyylinder von 5,9 m l. Durchmesser zum Einbau. Man musste hierauf 4 Monate warten, bis die Bohreinrichtungen auf Schacht IV, welche abwechselnd auf dem einen und dem anderen Schachte benutzt wurden, frei waren.

Infolgedessen konnte erst am 25. September 1902 mit dem Niederbringen des Senkcyllinders begonnen werden.

#### Deutscher Kaiser V (40 m).

1901—?

Bei dem in etwa 200 m Entfernung von Deutscher Kaiser II gelegenen Schachte V kam man mit einer Senkmauer von 8 m Durchmesser in der Zeit von Anfang Oktober 1901 bis zum 13. April 1902 bis 22 m Teufe. Auf einer 3 m hohen Anschüttung von Sand und hierüber einem Betonpfropfen von 1 m Höhe wurde sodann ein gusseiserner Senkcyllinder von 7 m Durchmesser eingebaut, den man aus Tubblings mit eingedrehten Flanschen zusammensetzte. Der Senkcyllinder hatte Anfang Oktober 1902 eine Teufe von 40 m erreicht.

Das durchteufte Gebirge bestand bis 17 m unter Tage aus Sand und Kies und von da ab aus sandigem Thon. Die Hereingewinnung im Sand und Kies geschah mittelst des Greifbaggers, während später mit gutem Erfolge ausserdem ein am Seil bewegter Stossbohrer benutzt wurde.

#### Sterkrade II (35 m).

1902—?

In der Nähe des Schachtes Sterkrade I wurde am 18. Juni 1902 mit dem Abteufen eines zweiten Schachtes begonnen. Nachdem man mit einer Senkmauer von 7,32 m Durchmesser durch die Arbeit auf der Sohle am 10. August bis zu einer Teufe von 14,60 m gelangt war, wurde der Schacht auf gewöhnliche Weise in kleinen Absätzen weiter abgeteuft und ausgemauert. Anfang Oktober 1902 war derselbe 35 m tief. Bei etwa 40 m Teufe soll ein gusseiserner Senkcyllinder eingebaut werden, da nach den Erfahrungen auf Sterkrade I einige Meter tiefer wieder lockeres Gebirge auftritt.

### V. Abtreibearbeit.

#### 1. Als selbständiges Abteufverfahren.

Die Abtreibearbeit ist als selbständiges Abteufverfahren im Ruhrkohlenbezirk von jeher verhältnismässig selten zur Anwendung gekommen. Ihre Anwendung beschränkt sich heute wegen des geringen Drucks, welchen die Getriebezimierung auszuhalten vermag, im allgemeinen nur auf ganz geringe Teufen. Aber auch hierbei ist die Senkarbeit in der Regel vorzuziehen, da dieselbe sicherer zum Ziele führt, als die Abtreibearbeit.

**a) Abtreibearbeit im allgemeinen.**

Gewöhnliche Abtreibearbeit ist beim Abteufen eckiger Schächte, beispielsweise auf Hannibal I (1847) und Vollmond I (1856), angewendet worden. Die Abtreibepfähle wurden hinter hölzernen Geviere eingetrieben.

Als man anfang, die Schächte mit rundem Querschnitt niederzubringen, wurden statt der Geviere Ringe aus Holz, (z. B. Rheinelbe I\*) (1857)) und später aus **■** Eisen (z. B. Rosenblumendelle II (1897) und Pluto IV (1899)) benutzt. Vereinzelt, so auf Zollverein IV, hat man sich auch achteckiger Rahmen bedient.

Die 1,5 bis 2,5 m langen Abtreibepfähle werden aus gewöhnlichem Tannenholz hergestellt, sind 20 bis 30 cm breit und etwa 5 cm dick. Bei geringem Wasserzufluss werden sie ohne Verbindung nebeneinander eingetrieben, während bei grossen Zuflüssen Pfähle mit Nut und Feder angewandt werden.

Ist mit der Getriebezimmerung das feste Gebirge erreicht, so wird vor derselben eine Futtermauer errichtet. Besteht beim Weiterabteufen der Schachtausbau aus Tubblings, so führt man letztere zum Abschluss der Wasser aus dem lockeren Gebirge wie bei der Senkarbeit innerhalb der Mauer ein Stück in die Höhe (Zollverein III und Pluto IV) und hintergiesst sie mit Beton. Wo der Schacht unterhalb des lockeren Gebirges mit Mauerung versehen wird, schliesst man diese mit demselben Durchmesser an die Futtermauer an (ver. Rosenblumendelle II). Doch würde es sich auch hier empfehlen, ähnlich wie beim Tubblingsausbau, zu verfahren.

Die Leistungen und Kosten bei der Abtreibearbeit einschliesslich Herstellung der Futtermauer sind, wenn die Teufe gering ist und sonst keine Schwierigkeiten vorliegen, ungefähr die gleichen wie unter denselben Verhältnissen bei der Senkarbeit. Die Leistungen betragen, auf den Monat ausgerechnet, etwa 10 bis 15 m, die Kosten bei einem definitiven Schachtdurchmesser von 5 m etwa 1 500 M. je laufendes Meter. Dagegen erzielte man auf Vollmond I bei einer Teufe von 12 bis 27 m, wo bis zu 5,5 cbm Wasser zusassen, nur eine Leistung von 1½ m, während die Kosten sich auf etwa 3 500 M. je Meter stellten.

**b) Einzelne besondere Arbeiten.**

Auf einige besondere Arbeiten sei im Nachstehenden kurz eingegangen.

---

\*) Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1860, Bd. XIX, S. 429.

## Wetterschacht der Zeche ver. Sellerbeck.\*)

Im Jahre 1832 wurde mit dem Abteufen eines jetzt verbrochenen Wetterschachtes der Zeche ver. Sellerbeck begonnen. Nachdem etwa 15 m Lehm und trockener Kies in gewöhnlicher Weise unter Anwendung von Bolzenschrotzimmerung durchteuft waren, traf man auf eine 1,5 m mächtige, sehr wasserreiche Kiesschicht. Zum Abtreiben in derselben wurde ein Kasten aus Buchenholz (Fig. 349) von 2,3 m l. Länge und Breite

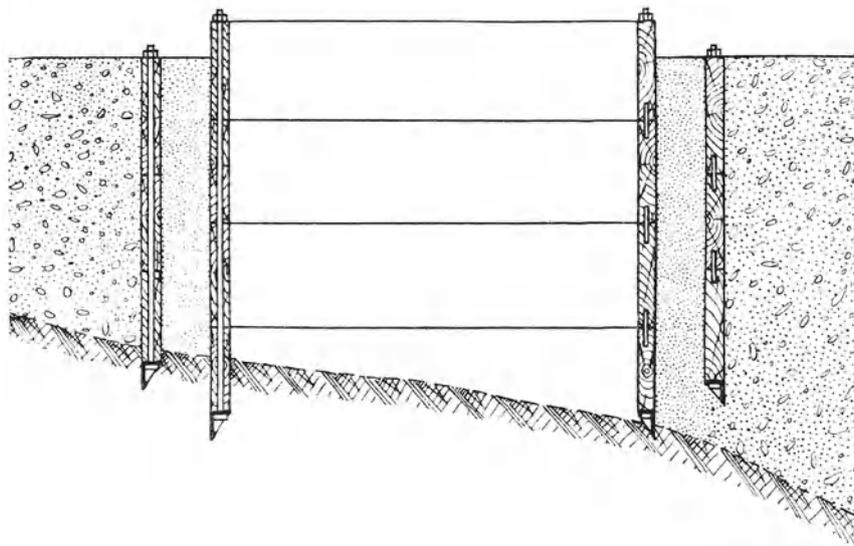


Fig. 349.

Abtreibearbeit auf Ver. Sellerbeck, Wetterschacht.

benutzt, welcher am unteren Ende zugeschärft war und mittelst Handpressen niedergepresst wurde.

Die Hereingewinnung des Gebirges geschah unter Wasser mittelst hakenförmig gebogener Stangen und Schaufeln. Als man eine wassertragende Lettenschicht erreicht hatte, wurde innerhalb des ersten ein zweiter Kasten eingelassen und in die Lettenschicht eingepresst. Sodann wurde der Zwischenraum zwischen beiden Kästen mit Letten ausgefüllt und nach Sumpfung der Wasser das Abteufen auf gewöhnliche Weise fortgesetzt.

\*) Karstens Archiv f. Miner., Geogn., Bergbau u. Hüttenwesen. 1834, Bd. VII, S. 174.

## Ruhr und Rhein.\*)

(Fig. 332, Seite 468.)

Auf Ruhr und Rhein war man mittelst zweier ineinandergesetzter Senkmauern durch die Arbeit im toten Wasser bis 36 m gelangt und hatte daselbst eine Lettenschicht angetroffen, welche irrtümlich als Kreidemergel angesehen wurde. Hierauf stellte man zur Vermeidung von Durchbrüchen

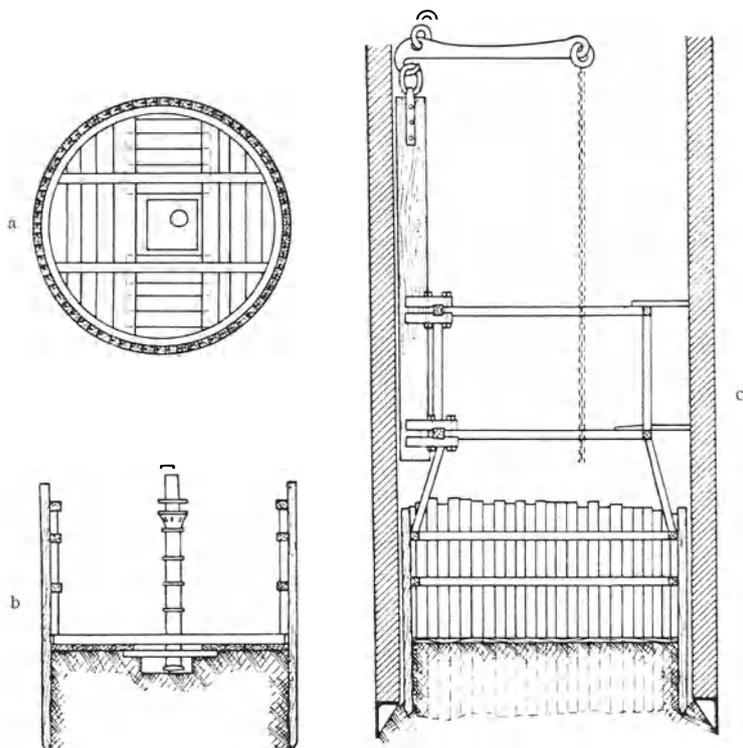


Fig. 350.

## Schmiedeeiserne Abtreibepfähle für Ruhr und Rhein.

des lockeren Gebirges auf der Schachtsohle eine 3 m hohe Kiesanschüttung her, sumpfte die Wasser und ging zur Abtreibearbeit über. Die etwa 4 m langen Abtreibepfähle waren durch Nut und Feder miteinander verbunden und wurden mit einem hölzernen Rammklotz, der anfangs von Hand, später aber durch das Pumpengestänge gehoben wurde, hinter hölzernen Ringen von 5,4 m l. Durchmesser eingetrieben (Fig. 350a—c)\*\*). Die

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1870, Bd. XVIII, B S. 274.

\*\*\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1870, Bd. XVIII, B S. 275.

Hereingewinnung geschah unter Vertäfelung der Sohle durch Bretter, welche nach oben verstrebt wurden. Nachdem die Kiesanschüttung durchteuft war, geriet das Gebirge in Bewegung und die Getriebezimmerung wurde teilweise in den Schacht hereingedrückt. Man rammte daher hinter den ersten Pfählen neue ein. Da dieselben durch das Rammen Beschädigungen erlitten, kam man mit ihnen jedoch nur 30 cm tiefer als mit den ersten. Nun versuchte man die Anwendung schmiedeeiserner Pfähle von 25 mm Stärke und 4 m Länge, welche man durch Aufnieten von

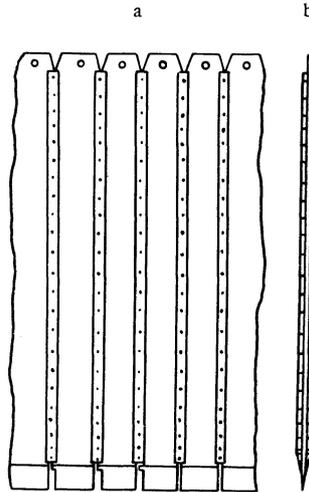


Fig. 351.

Abtreibearbeit auf Ruhr und Rhein.

Blechstreifen mit Nut und Feder versehen hatte (Fig. 351a und b\*). Diese Pfähle wurden etwa  $2\frac{1}{2}$  m tief eingetrieben und das Gebirge in kleinen Absätzen hereingewonnen.

Als man mit der Hereingewinnung erst bis etwa 1,25 m unterhalb des Fusses der zweiten Senkmauer gekommen war, stellte sich heraus, dass die Annahme, man befände sich schon im Kreidemergel, nicht richtig war. Es wurde daher beschlossen, nunmehr zum Einbau eines gusseisernen Senkcyinders überzugehen.

Rheinpreussen I\*\*) (Fig. 333, S. 470).

Auf Rheinpreussen I war der zweite gusseiserne Senkcyinder von 4,29 m l. Durchmesser, welchen man mittelst Senkarbeit im toten Wasser

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1870, Bd. XVIII, B S. 277.

\*\*) Ebenda 1869, Bd. XVII, B S. 399.

bis 96 m unter Tage niedergebracht hatte, in seinem unteren Teile von etwa 84 m Teufe abwärts vollständig zu Bruche gegangen. Als die Bruchstücke mittelst Bohr- und Fangarbeit wieder aus dem Schachte entfernt waren, fand man, dass der Senkcyliner oberhalb des zu Bruche gegangenen Teiles bis etwa 79 m Teufe aufwärts eine Verengung aufwies. Hierdurch wurde es unmöglich gemacht, den schon bereit liegenden dritten gusseisernen Senkcyliner von 3,77 m l. Durchmesser einzubauen. Man beschloss daher den ganzen zweiten gusseisernen Senkcyliner zu beseitigen

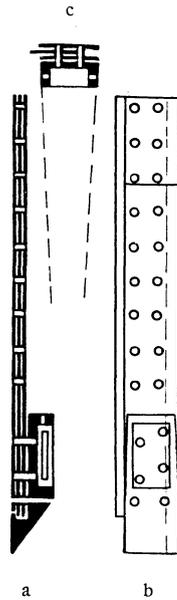


Fig. 352.

Abtreibepfahl aus Schmiedeeisenblech  
mit gusseisernem Schuh.

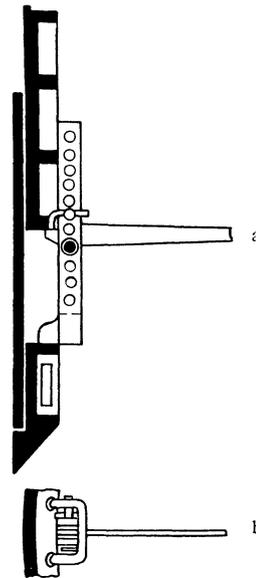


Fig. 353.

Hebelade für das Niederpressen  
der Pfähle.

und füllte zu diesem Zwecke den Schacht bis 75 m Teufe, wo sich der Fuss der zweiten Senkmauer befand, mit Beton an. Nachdem man die Wasser gesümpft hatte, wurde der Cylinder bis zur Oberfläche des Betons ausgebaut. Die Beseitigung des verengten Teiles sollte alsdann mittelst Abtreibarbeit und unter Zurückdrängung der Wasserzuflüsse und des lockeren Gebirges mittelst Pressluft erfolgen. Mit der Anwendung von Pressluft hoffte man trotz der verhältnismässig grossen Teufe zum Ziele gelangen zu können, da man aus verschiedenen Anzeichen schliessen zu können glaubte, dass ein Druck von höchstens  $2\frac{3}{4}$  Atmosphären genügen würde, um das schwimmende Gebirge zurückzuhalten.

Zum Abtreiben wurde ein Kranz von 64 Pfählen aus Schmiedeeisenblech benutzt, welche mit Nut und Feder versehen waren und unten einen gusseisernen Schuh trugen (Fig. 352 a—c). Die Pfähle wurden mittelst der in Figur 353 a und b dargestellt n Hebelade hinter dem verengten Senkcyylinder niedergespresst. Waren dieselben ein Stück eingetrieben, so beseitigte man den entsprechenden Tubblingsring des Senkcylanders und baute statt dessen darüber einen Tubblingsring von 4,70 m lichtem Durchmesser ein.

Die Luftschleuse, unter welcher die Arbeiten ausgeführt wurden, ist in Figur 354 a und b abgebildet. Sie bestand in der Hauptsache aus dem Schilde A und der Vorkammer B, welche beide aus Eisenblech hergestellt und durch Winkeleisen miteinander verbunden waren.

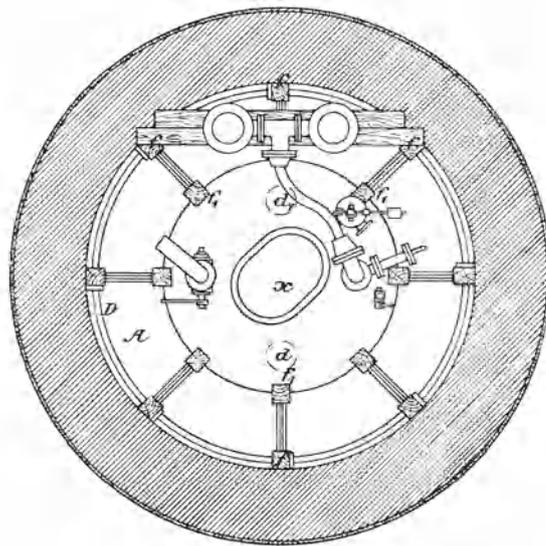
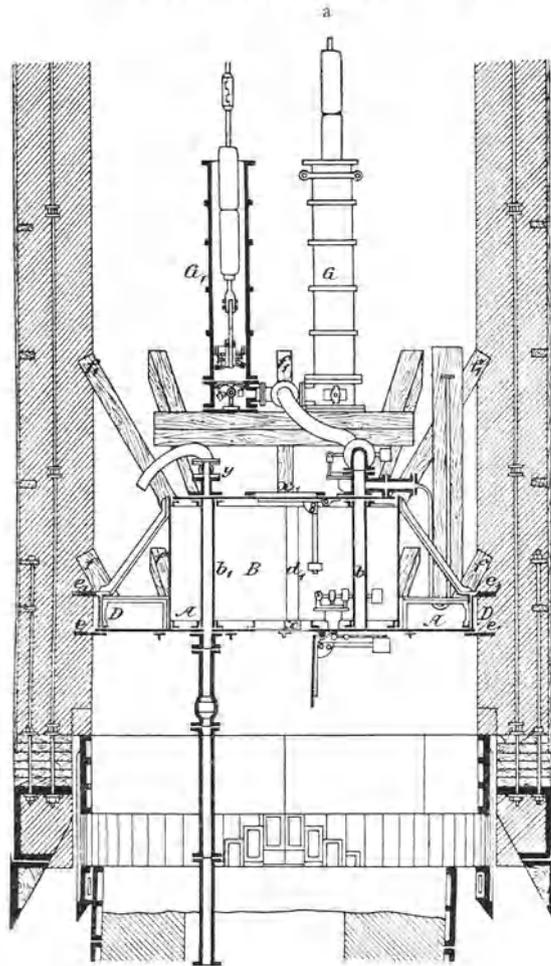
Das Schild trug an der Peripherie den 0,47 m hohen eisernen Ring D und war etwa 1,5 m über dem Schuh der zweiten Senkmauer auf 8 in die Mauer eingetriebenen Bolzen e verlagert. Acht andere solcher Bolzen  $e_1$  verhinderten das Ausweichen des Schildes nach oben. Ausserdem wurden Schild und Vorkammer durch die hölzernen Stempel f bzw.  $f_1$  gegen die Senkmauer verstrebt. Um einen dichten Anschluss des Schildes an die Mauer zu erzielen, hatte man den Raum zwischen dieser und dem Ring D mit Holzkeilen und darüber mit Beton ausgefüllt.

Die Vorkammer, welche eine Höhe von 2,87 m und einen Durchmesser von 1,65 m besass, diente bei der Ein- und Ausfahrt der Belegschaft, sowie bei der Förderung des hereingewonnenen Materials zum Ausgleich zwischen dem äusseren und dem in der Schleuse befindlichen Luftdruck. Der Deckel der Kammer war gegen das Schild A durch die Rohre b,  $b_1$ , d und  $d_1$  versteift. Von diesen wurde b zur Luftzuführung und  $b_1$  zur Ableitung der unter der Luftschleuse sich ansammelnden geringen Wassermengen benutzt, während die beiden anderen Rohre verschlossen waren. Die Wasserabführung durch das Rohr b, welches bis zur Schachtsohle verlängert war und das Wasser durch einen Schlauch in den ringförmigen Raum zwischen Vorkammer und Schachtwand goss, geschah durch die unmittelbare Wirkung des Luftdrucks. Später, wenn der Druck nicht mehr ausreichte, sollte eine Pumpe eingebaut werden. Von der Schleuse bis zu Tage wurde das Wasser durch Kübel gehoben.

Schild und Deckel der Vorkammer waren mit den Thüren x bzw.  $x_1$ , sowie mit je einem Ausgleichs- und je einem Sicherheitsventil versehen.

Zur Erzeugung der Pressluft benutzte man zwei Kolbenpumpen G und  $G_1$ , welche über der Schleuse in der Senkmauer verlagert waren und von Tage aus mittelst eiserner Gestänge durch eine 140 pferdige Balanciermaschine angetrieben wurden.

Das hereingewonnene Material wurde auf eine etwa 2 m unterhalb des Schildes aufgehängte Bühne und von da nach Oeffnen der Thür x in



b

Fig. 354.

Luftschleuse für die Abtreibarbeit unter Anwendung von Pressluft auf Rheinpreussen I.

die Vorkammer geschaufelt. Hatte es sich hier angesammelt, so schloss man die Thür x wieder und öffnete dafür  $x_1$ , worauf die Förderung bis zu Tage mittelst Kübel stattfand.

Zur Fahrung diente ebenfalls das Kübel. Der Aufenthalt der Leute in der Vorkammer dauerte bei der Einfahrt etwa fünf und bei der Ausfahrt etwa zwei Minuten.

Die Anzahl der gleichzeitig im Schachte beschäftigten Leute betrug fünf, die Dauer der Schichten sechs Stunden.

Die Einwirkungen des erhöhten Luftdruckes auf die Arbeiter bestanden, solange der Druck 2,2 Atmosphären nicht überstieg, im wesentlichen nur in einer Verlangsamung der Atmung und des Sprechens, sowie in einer geringen Behinderung der Gehörthätigkeit, während die Leistungsfähigkeit kaum niedriger wie bei der Arbeit in gewöhnlicher Luft war. Bei einem Druck von mehr als 2,2 Atmosphären nahmen die Beschwerden jedoch erheblich zu; schwere Arbeiten strengten alsdann so an, dass die Leute nach kurzer Zeit kraftlos zusammensanken. Hierzu gesellten sich gegen Ende der Schicht starke Schmerzen in allen Gelenken, welche noch während mehrerer Stunden nach der Arbeit anhielten. Einen nachteiligen Einfluss auf die Gesundheit übten besonders die Temperaturwechsel aus, welche beim Uebergang aus der gepressten in die atmosphärische Luft und umgekehrt eintraten. In der Schleuse herrschte, noch ehe der Maximaldruck von  $2\frac{3}{4}$  Atmosphären erreicht war, eine Temperatur von 43 bis 44° C. Beim Ablassen der Luft aus der Vorkammer ging die Temperatur auf 5 bis 6° herab, wobei sich die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit als ein fast undurchdringlicher Nebel niederschlug. Trotz alledem war der Gesundheitszustand während der über drei Monate dauernden Arbeit verhältnismässig günstig, denn auf 2035 Arbeitsschichten kamen nur 65, das sind 3% Krankenschichten.

Nachdem der dritte Ring des verengten Senkcylinders ausgebaut und man somit erst bis etwa 2,80 m unterhalb des Fusses der zweiten Senkmauer vorgedrungen war, entstand an der Peripherie des Schachtes ein Durchbruch des lockeren Gebirges. Dies wiederholte sich noch mehrmals und am 19. Juni 1865 wurde die Schleuse plötzlich durch einen explosionsartigen Vorgang zertrümmert. Von den fünf Leuten, die sich im Schachte befanden, wurden zwei getötet, während die drei anderen, welche sich noch hinter die beiden Luftpumpen hatten retten können, nur leichte Verletzungen davontrugen. Die Zertrümmerung der Schleuse war offenbar dadurch hervorgerufen worden, dass abermals, und zwar in grösserem Umfange als vorher und mit erhöhter Gewalt Massen schwimmenden Gebirges in den Schacht eindrangen. Hierdurch wurde ein heftiger Stoss auf die im Innern der Schleuse befindliche Luft ausgeübt, der sich sodann auf die Schleuse selbst übertrug. Die Annahme, dass eine verhältnismässig

geringe Pressung ausreichen würde, um das schwimmende Gebirge zurückzuhalten, hatte sich somit nicht bestätigt.

## 2. Abtreibearbeit in Verbindung mit der Senkarbeit.

Zuweilen wird die Abtreibearbeit in Verbindung mit der Senkarbeit angewendet, um bei unregelmässiger Oberfläche des Mergels den Anschluss an diesen zu bewirken. Man schlägt alsdann in die Senkmauer einige Haken ein, hängt an denselben mit Drahtseilen oder eisernen Bolzen mehrere Eisenringe auf und treibt hinter diesen mit Nut und Feder versehene Pfähle aus Pitchpine-Holz nieder. Die Pfähle erhalten unten einen Schuh aus Eisenblech und werden oben mit Bandeisen beschlagen. Um das Eindringen in das Gebirge zu befördern, ist auf Graf Bismarck IV mit gutem Erfolge Spülung mit Wasser von mehreren Atmosphären Druck benutzt worden, welches man aus einem vorn verjüngten Gasrohr an der Spitze der Pfähle ausströmen liess.

## VI. Das Gefrierverfahren.

### 1. Allgemeines.

Die Anwendung des Gefrierverfahrens zum Niederbringen von Schächten ist schon ziemlich alt und wurde zuerst von den Bergleuten Sibiriens angewandt.\*) Man teuft dort noch heute zum Schürfen auf Gold in lockerem Gebirge und sogar in Flüssen unter Ausnutzung der natürlichen Kälte kleine bis zu 24 m tiefe Schächte ab. Die erste Anwendung künstlicher Kälte beim Schachtabteufen scheint in das Jahr 1862 zu fallen, wo ein Unternehmer in Wales durch Schwimmsand einen Förderschacht niederbrachte, in welchem er das lockere Gebirge absatzweise gefrieren liess und dann hereingewann.\*\*)

Als Gefrierflüssigkeit diente Salzwasser, welches in einer Aethermaschine unter den Gefrierpunkt des Wassers abgekühlt und sodann in einem Schlangenrohr durch den Schwimmsand geführt wurde.

Im Jahre 1883 trat sodann Poetsch mit seinem Gefrierverfahren an die Oeffentlichkeit, das noch in demselben Jahre auf Grube Archibald bei Schneidlingen erfolgreich zur Ausführung gelangte.\*\*\*) Das Verfahren breitete sich aus Gründen, die zum Teil in der Person des Erfinders zu suchen sind, anfangs nur sehr langsam aus. Erst vom Beginn der 90er

\*) Fr. Schmidt, L'emploi de la congélation pour l'exécution de travaux dans les terrains aquitères. Bull. de la Soc. de l'industrie min. 1895, Bd. IX, S. 286.

\*\*) Ebenda, S. 32. Salier & Waymel, Fonçage des puits de vicq par le procédé Poetsch.

\*\*\*) Zeitschr. f. d. Bergz., Hütten- u. Salinenw. 1883, Bd. XXXI, S. 446.

Jahre an wuchs das Vertrauen zu der Erfindung von Poetsch und zwar sind es seitdem besonders die Franzosen gewesen, die sich derselben sowohl in lockerem wie im wasserreichen festen Gebirge bedient haben. Neuerdings findet die Gefrierarbeit jedoch auch in Deutschland häufiger Anwendung. Im Ganzen hat man das Verfahren bisher bei 62 Schächten benutzt,\*) unter welchen sich auch einige befinden, bei denen ein Misserfolg zu verzeichnen war.

Im Ruhrbezirk, wo im wasserreichen festen Gebirge das Kind-Chaudron-Verfahren und in lockeren Schichten die Senkarbeit eine hohe Ausbildung erfahren hat, verhielt man sich bis vor kurzem ablehnend gegen das Gefrierverfahren. Die erste Anwendung war im Jahre 1900 bei den Schächten Trier I und II in der Nähe von Dorsten geplant. Die schon in Angriff genommenen Vorarbeiten wurden jedoch aus Geldmangel wieder eingestellt und die Schächte verlassen. Im Jahre 1902 wurde sodann der Wetterschacht von Prosper I bis 22,5 m Teufe mittelst Gefrierarbeit niedergebracht und z. Z. steht das Verfahren auf Auguste Viktoria I und II in Anwendung, wo man mit demselben eine Teufe von 130 m erreichen will.

Firmen, welche sich mit dem Abteufen von Schächten mittelst Gefrierarbeit beschäftigen, sind die »Eismaschinen- und Internationale Tiefbaugesellschaft von Gebhardt & König«, Nordhausen a. Harz, ferner »Entreprise Générale de Fonçage de Puits, Études et Travaux, Paris und de Hulster Frères, Crespin (Nord-Frankreich). Die meisten Schächte sind bisher von der erstgenannten Firma abgeteuft worden. Ausserdem beabsichtigen die Hannoversche Tiefbohrgesellschaft, Hannover-Linden und Joh. Brechtel, Firma für Tiefbrunnenanlagen und Pumpenfabrik in Ludwigshafen a. Rhein das Niederbringen von Schächten nach dem Gefrierverfahren zu übernehmen.

Bei dem Verfahren von Poetsch werden rings um den abzuteufenden Schacht Bohrlöcher hergestellt, welche zur Aufnahme unten geschlossener Rohre bestimmt sind. In diese Rohre tauchen solche von geringerem Durchmesser, in denen eine unter 0° abgekühlte Flüssigkeit, die Gefrierflüssigkeit, hinabgeführt wird. Diese strömt sodann in dem ringförmigen Raume zwischen den beiden Rohrleitungen wieder zu Tage, indem sie dem umgebenden wasserreichen Gebirge einen Teil seiner Wärme entzieht. Hierauf wird die Flüssigkeit abermals abgekühlt, um von neuem den Weg durch das Gebirge zu nehmen. Auf diese Weise entsteht um den Schacht eine Frostmauer, in deren innerem Teile in g wöhnlicher Weise abgeteuft werden kann.

---

\*) Riemer, Das Schachtabteufen zur Zeit der Düsseldorfer Ausstellung 1902, S. 64.

## 2. Einrichtungen und Apparate.

## a) Kältemaschinen.

Die Kälteerzeugung fand anfangs mittelst Eismaschinen von Carré statt, bei denen Ammoniak durch Erhitzung aus Wasser ausgetrieben, dann unter eigenem Druck kondensiert wird und bei darauffolgender Verdunstung Kälte abgibt. Mit den Fortschritten in der Kälteindustrie ging man später dazu über, das Ammoniak in Kompressoren zu verflüssigen, in welchen es einem Druck von 9 bis 11 Atmosphären ausgesetzt wird. Bei der Verdunstung entsteht eine Temperatur von  $-20$  bis  $-25^{\circ}$ . Da diese Kältegrade nicht für alle Fälle ausreichen, benutzen Gebhardt & König neuerdings Kohlensäure, welche zudem noch den Vorteil grösserer Billigkeit besitzt, weil sie auf einen höheren Druck komprimiert werden kann. Der Druck beträgt 50 bis 70 Atmosphären, die erreichbare Kälte  $-24$  bis  $-35^{\circ}$ . Die Konstruktion der Kompressoren ist meist die von Fixary oder Linde. Erstere verwendet die Entreprise Générale u. s. w., letztere die Firma Gebhardt & König, welche die Kompressoren selbst baut.

Um die erforderliche Leistung der Kältemaschinen feststellen zu können, ist es notwendig, die grösste Stärke, welche die Frostmauer besitzen muss, zu berechnen.

Dies geschieht nach der Formel

$$E=R \left( \sqrt{\frac{K}{K-2Pj}} - 1 \right)^*$$

worin

E = Wandstärke der Frostmauer in m

R = Radius des Schachtes ohne Ausbau in m

K = Druckfestigkeit des gefrorenen Gebirges in Kilogramm je Quadratcentimeter

P = der Teufe entsprechender Wasserdruck in Atmosphären

j = spezifischer Druck des lockeren Gebirges

ist. Nach Versuchen von Alby\*\*) kann in lockerem Gebirge bei  $-14$  bis  $-17^{\circ}$  mit einer geringsten Druckfestigkeit von 70 kg gerechnet werden. Der spezifische Druck j ist bei festem Gebirge, wo nur der Wasserdruck in Betracht kommt, = 1 zu setzen, während man ihn bei lockerem Gebirge nach den Ermittlungen des Verfassers (vergl. S. 334 ff.) zu 1,9 annehmen muss.

\*) Bull. de la soc. d. l'ind. min. 1895, Bd. IX, S. 321.

\*\*) Zeitschr. f. d. gesamte Kälteindustrie 1898, S. 103.

Für Auguste Victoria mit einem lichten Schachtdurchmesser von 6,15 m und einem solchen ohne Ausbau von etwa 6,80 m erhält man nach der angegebenen Formel bei einer Mächtigkeit des lockeren Gebirges von 130 m eine grösste Stärke der Frostmauer von 2,85 m.

Die Herstellung der Frostmauer erfolgt in der Weise, dass im Bereiche derselben die Temperatur von etwa  $+ 10^\circ$  auf  $0^\circ$  erniedrigt, sodann das im Gebirge enthaltene Wasser in Eis verwandelt wird und schliesslich eine weitere Temperaturerniedrigung bis auf durchschnittlich etwa  $- 15^\circ$  stattfindet. Die spezifische Wärme der festen Bestandteile des Gebirges beträgt 0,2, die des Wassers 0,1 und die des Eises rund 0,5. Bei der Umwandlung von Wasser in Eis sind 79 Wärmeeinheiten je Kilogramm zu entziehen. Das spezifische Gewicht der Bestandteile kann zu 2,6 m angenommen werden.

Bezeichnet man nun die Anzahl der Kubikmeter an festen Bestandteilen mit  $x$  und die an Wasser mit  $y$ , so ist die Zahl der zu leistenden Wärmeeinheiten

$$M = 1000 x \times 2,6 \times 25 \times 0,2 + 1000 y (10 + 15 \times 0,5 + 79)$$

oder

$$M = 13000 x + 96500 y$$

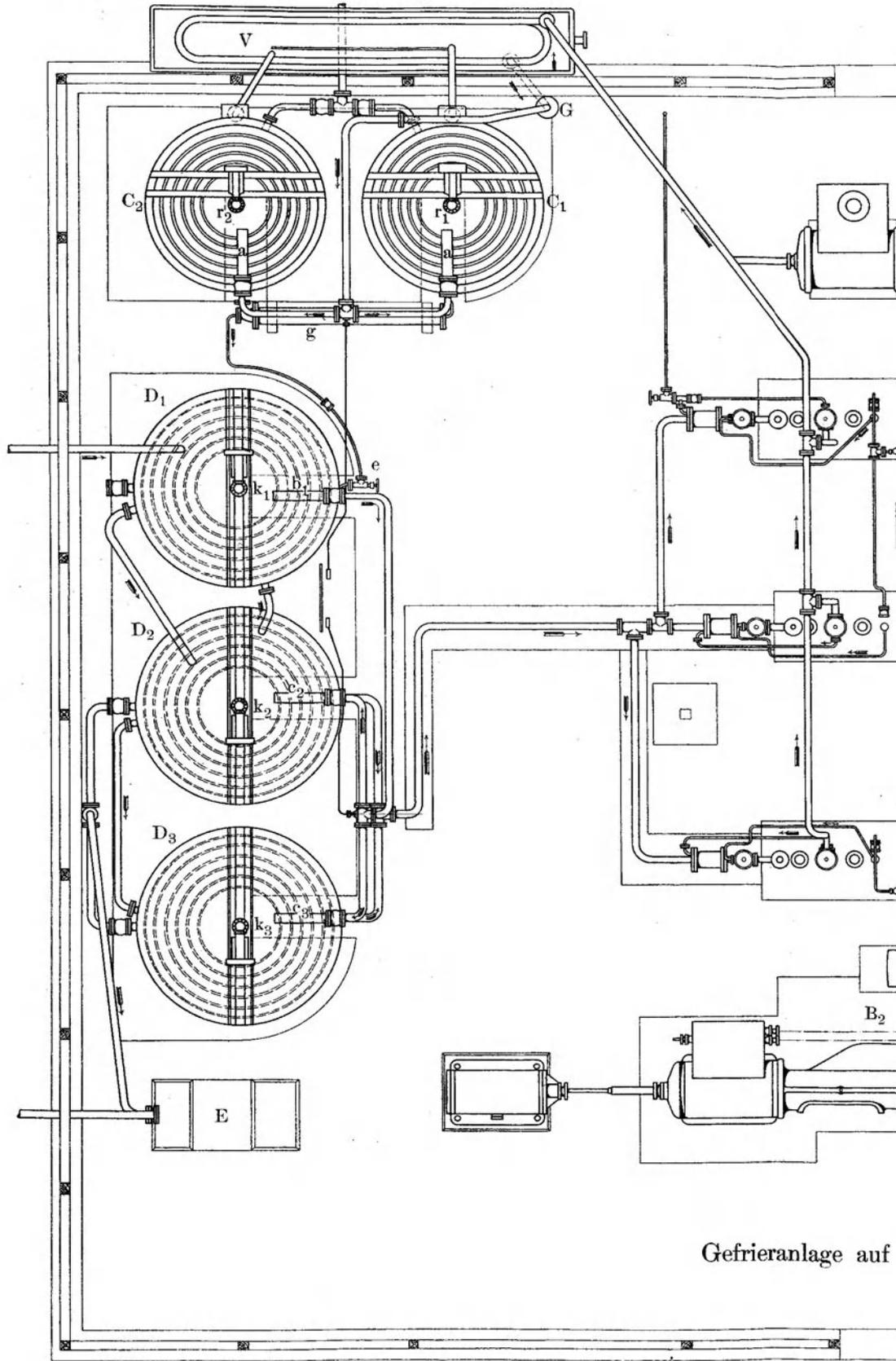
Auf Auguste Victoria berechnet sich das Volumen der Frostmauer, deren Form als cylindrisch angesehen werden kann, bei 130 m Höhe und 2,85 m Wandstärke zu 11200 cbm. Unter der Annahme eines Wassergehaltes von 20% ist alsdann  $x = 8\,960$  und  $y = 2\,240$ . Daher  $A = 116\,500\,000 + 216\,200\,000$  d. i. gleich rund 333 000 000 WE.

Nun ist aber die natürliche Folge der Temperaturerniedrigung im Bereiche der Frostmauer, dass auch in den von ihr umgebenen Räumen sowie nach aussen hin eine Abkühlung des Gebirges eintritt. Die hierfür aufzuwendende Leistung lässt sich ziemlich genau berechnen\*) und kann im Durchschnitt zu 100% veranschlagt werden. Ausserdem entsteht durch Strahlung in den verschiedenen Apparaten und den Rohrleitungen über Tage ein Verlust, welcher in der Regel zu 25% angenommen wird. Es sind daher im Ganzen  $333 \times 2,25$  oder rund 750 Millionen WE zu leisten. Verteilt man diese Summe auf vier Monate, so ergibt sich je Stunde eine Leistung von  $\frac{750\,000\,000}{120 \times 24} = 264\,000$  WE. Der Kraftbedarf für je 100 000 WE beträgt 48 bis 60 PS.

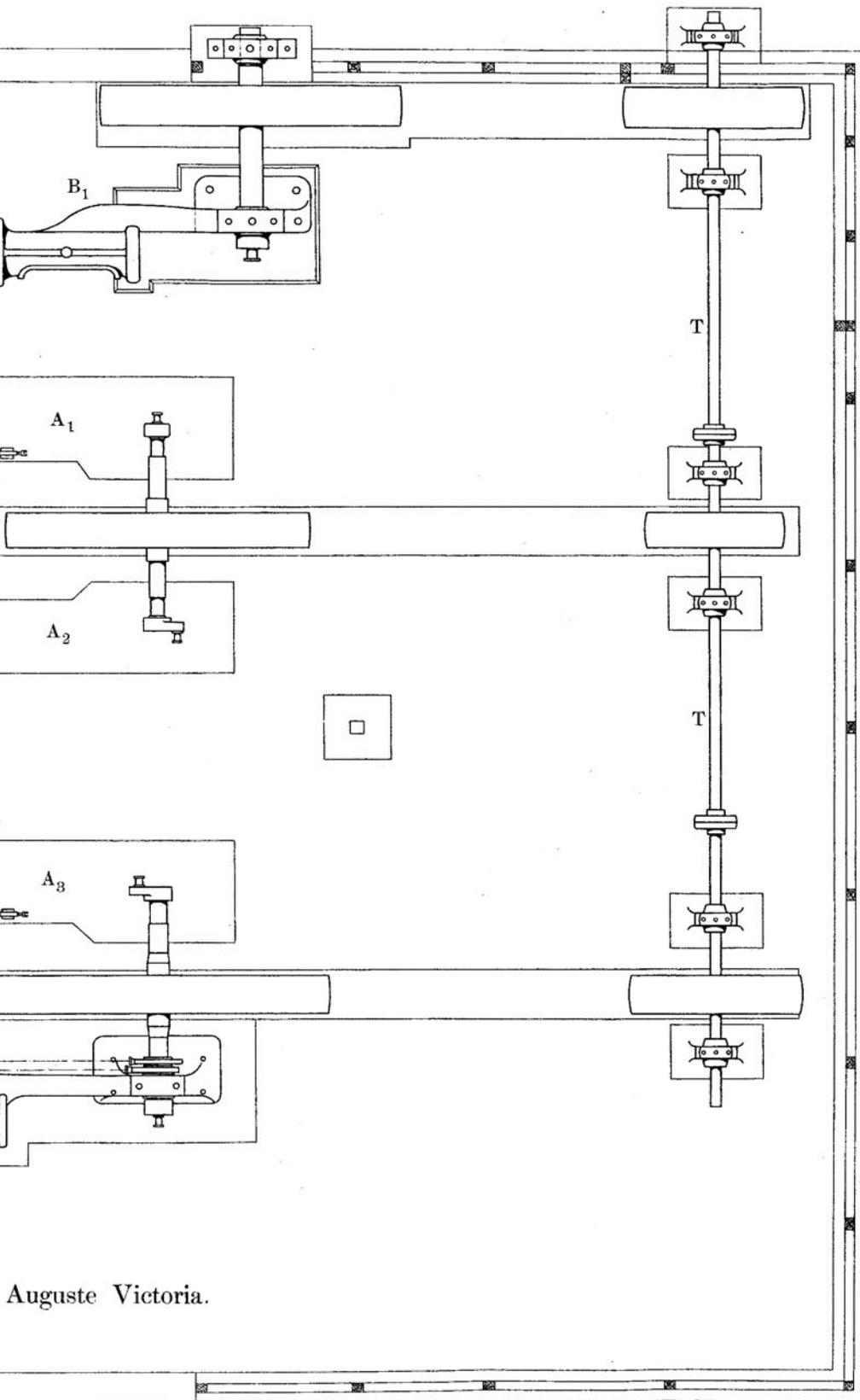
Auf Auguste Victoria hat man zwei Kohlensäure-Kompressoren von 150 000 bzw. 130 000, also zusammen 280 000 WE und einen dritten zur Re-

---

\*) Bull. de la Soc. de l'ind. min. 1895, Bd. IX, S. 51.

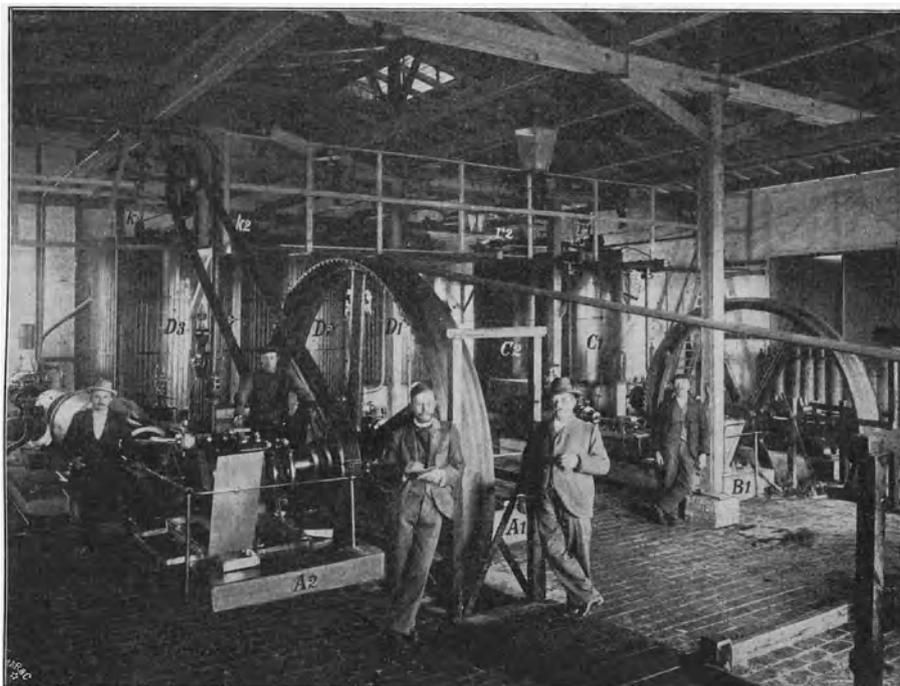


Gefrieranlage auf



Auguste Victoria.

serve von 70 000 WE aufgestellt. Die beiden ersteren (A 1 und A 2 in Tafel VI und Fig. 355) werden gemeinschaftlich durch eine eincylindrige Dampfmaschine B 1 von 160 PS von einer Transmissionswelle T aus angetrieben. Der dritte Kompressor A 3 ist an die Welle einer eincylindrigen Dampfmaschine B 2 von 120 PS angeschlossen, welche ihre Kraft ausserdem an die Transmissionswelle abgeben kann.



*Fig. 355.*

Gefrierhaus der Eismaschinen- und internationalen Tiefbaugesellschaft von Gebhardt König auf Auguste Victoria.

Zur Herstellung der Frostmauer auf Prosper benutzte man einen Ammoniakkompressor mit einer Leistung von 85 000 WE. Derselbe war mit einer Dampfmaschine von 35 PS direkt gekuppelt (Tafel VII).

#### **b) Vorkühler und Kondensatoren.**

Beim Pressen erwärmen sich Ammoniak und Kohlensäure auf eine Temperatur, die über dem kritischen Punkt liegt. Um die Gase zu verflüssigen, ist daher eine Abkühlung erforderlich. Diese wird in einem Vorkühler und hierauf in den sogenannten Kondensatoren bewirkt.

Der Vorkühler V (Tafel VI) besteht aus einem Blechkasten von rechteckigem Querschnitt, den das Gas in einem Schlangenrohr durchströmt. Zur Kühlung dient Wasser, welches vorher durch die Kondensatoren geflossen ist. Bei einer Temperatur des Kühlwassers von etwa  $+ 18$  bis  $22^\circ$  kühlt sich das Ammoniak in dem Vorkühler auf  $+ 28$  bis  $38^\circ$  und die Kohlensäure auf  $+ 36$  bis  $38^\circ$  ab, während sich die Temperatur des Kühlwassers auf  $25$  bis  $33^\circ$  erhöht. Bei kleinen Anlagen, wie z. B. auf Prosper I (Tafel VII), wo nur verhältnismässig wenige WE. zu leisten sind, kann der Vorkühler auch wegbleiben.

Die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  sind cylindrische Blechgefässe von 2 m l. Durchmesser und 3 m Höhe, in welchen sich etwa vier bis sieben concentrische Rohrschlangen aus Stahl befinden. Letztere werden von Wasser gekühlt, welches in der Richtung von unten nach oben durch die Behälter fliesst und durch ein Rührwerk  $r_1$  und  $r_2$  in Bewegung gehalten wird. Das Gas tritt von dem Vorkühler kommend am oberen Ende der Gefässe in die beiden Verteiler  $a_1$  und  $a_2$  und aus diesen in die einzelnen Rohrschlangen. Die entstandene Flüssigkeit verlässt die Rohrschlangen am unteren Ende des Behälters und sammelt sich in dem Gefässe g. Im allgemeinen ist für je etwa 100 000 bis 120 000 WE. ein Kondensator mit einem Kühlwasserverbrauch von 12 bis 15 cbm je Stunde erforderlich. Das von den Kompressoren kommende Gas ist durch Oel oder Glycerin verunreinigt, welches zum Abdichten und Schmieren der Kolben in den Kompressor-cylindern benutzt wird. Man schaltet daher zwischen den Vorkühler und die Kondensatoren oder, wenn ersterer fehlt, zwischen Kondensatoren und Kältemaschinen einen Oel- oder Glycerinabscheider F ein. Der Kraftbedarf für ein Rührwerk beträgt etwa  $\frac{1}{4}$  PS.

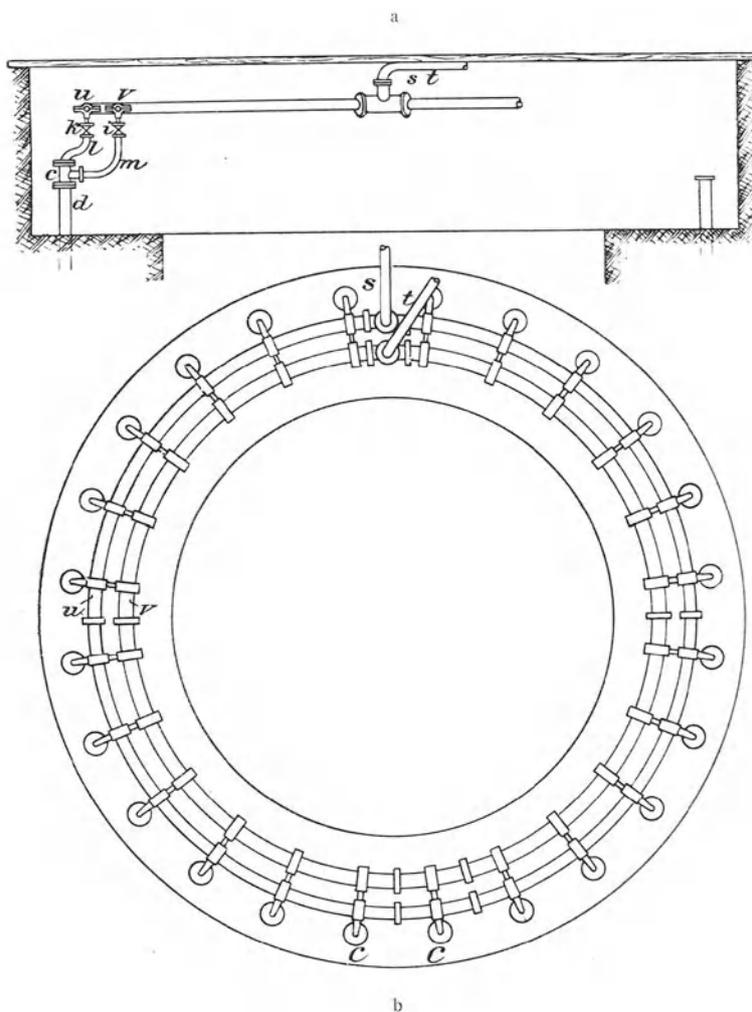
### c) Verdampfer.

Die Verdampfer oder Refrigeratoren dienen dazu, durch die beim Verdunsten des Ammoniaks oder der Kohlensäure entstehende Kälte die Gefrierflüssigkeit abzukühlen. Es sind durch Torfmüll isolierte Blechbehälter  $D_1$ ,  $D_2$  und  $D_3$  von den Abmessungen der Kondensatoren, in denen etwa fünf bis acht concentrische Rohrschlangen liegen. Das verflüssigte Gas strömt durch ein Expansionsventil e in die Rohrschlangen, verdunstet in denselben und gelangt sodann nach den Kompressoren zurück. Die Gefrierflüssigkeit, welche, durch das Rührwerk  $k_1$ ,  $k_2$  bezw.  $k_3$  bewegt, die Rohrschlangen umspült, durchströmt die Verdampfer in derselben Richtung wie das Gas. Sie fliesst hierauf einer Plungerpumpe E, der sogenannten Salzwasserpumpe, zu, welche die Flüssigkeit durch die Gefrierrohre wieder nach den Verdampfern zurückdrückt.

Auf Auguste Victoria tritt die Kohlensäure zuerst unten in den Ver-

dampfer  $D_1$  ein, und sodann durch den Sammler  $b$  oben wieder aus. Von hier wird sie durch die Verteiler  $C_2$  und  $C_3$  gleichzeitig den Verdampfern  $D_2$  und  $D_3$  zugeführt, die sie unten wieder verlässt. Für etwa 80000 bis 100000 WE. ist ein Verdampfer und eine stündliche Leistung der Salzwasserpumpe von etwa 20 bis 30 cbm zu rechnen. Die Pumpe beansprucht für je 20 cbm etwa 1 PS.

Die Spannung des Ammoniaks beträgt nach der Vergasung noch 1 bis  $1\frac{1}{2}$ , die der Kohlensäure etwa 15 Atmosphären, die Temperatur — 20 bis  $25^\circ$  bzw. — 24 bis  $35^\circ$ . Die Kühlflüssigkeit verlässt die Verdampfer

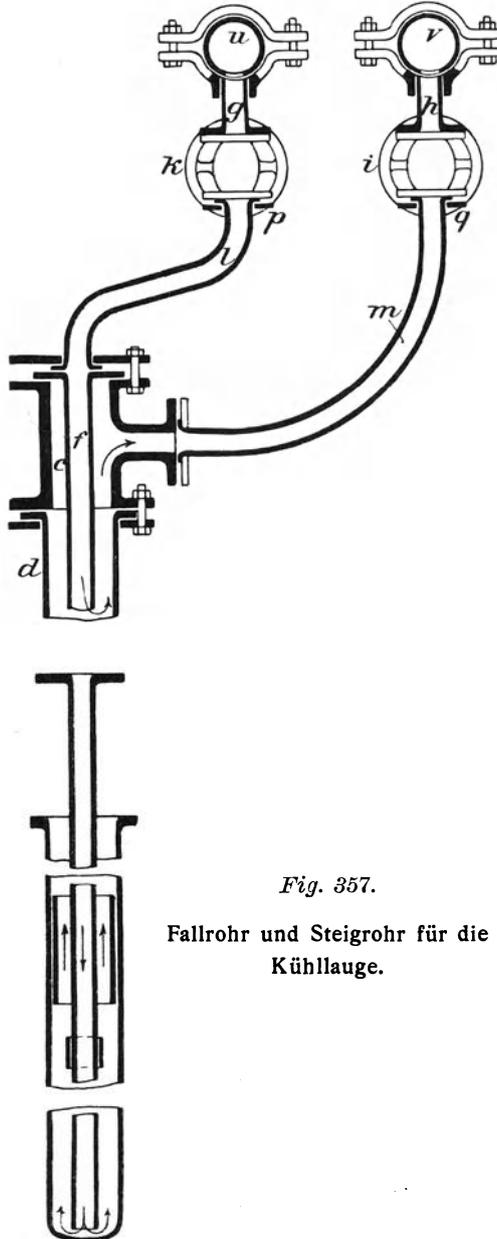


*Fig. 356.*

Sammler und Verteiler der Kühllauge.

mit einer Temperatur von  $-18$  bis  $-20^{\circ}$  bei Anwendung von Ammoniak und von  $-18$  bis  $-24^{\circ}$  bei Anwendung von Kohlensäure.

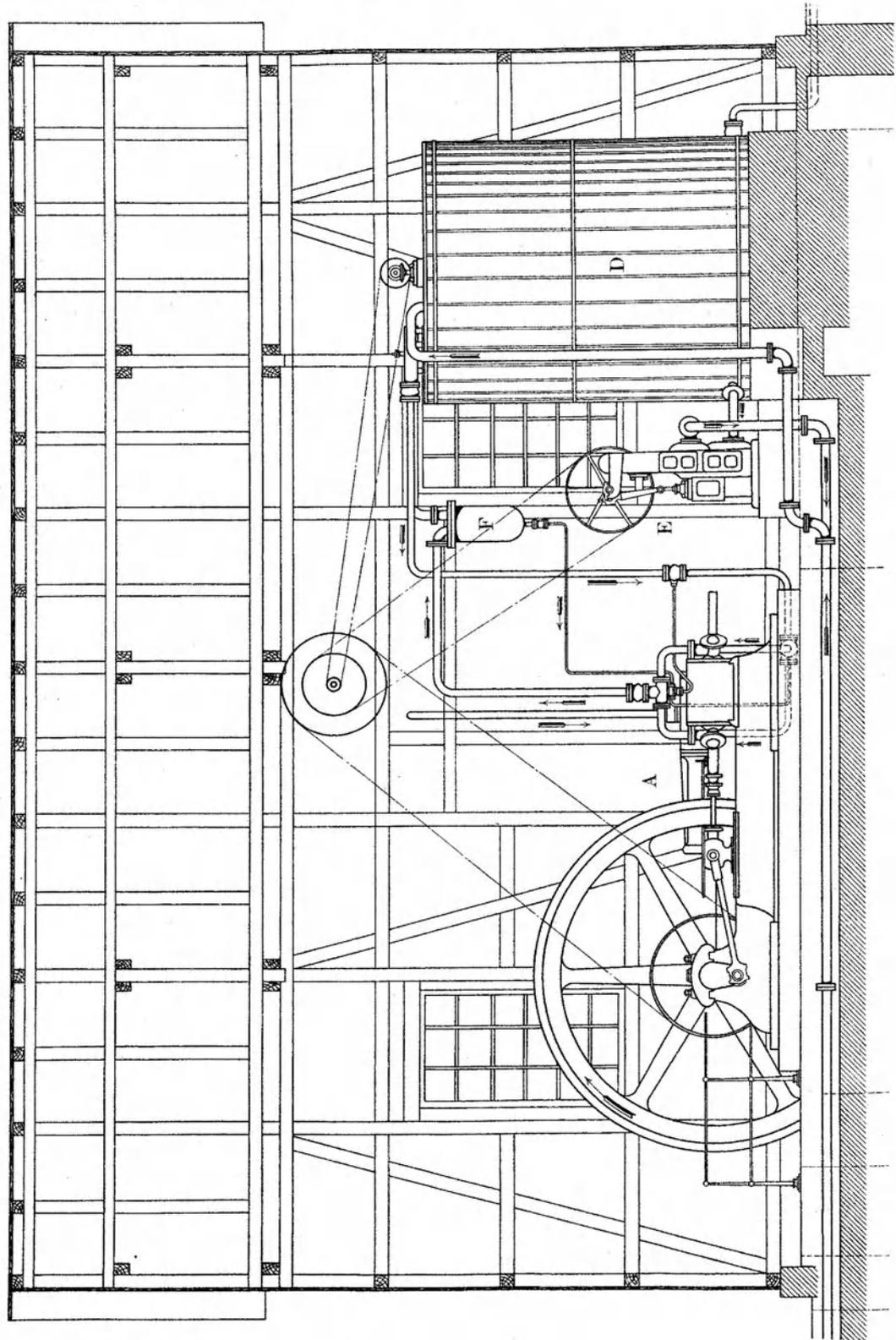
Als Gefrierflüssigkeit benutzte man früher eine Lösung von 28% Chlorkalcium in Wasser. Da dieses aber die Rohrleitungen zu sehr angriff, ersetzte man später das Chlorkalcium durch Chlormagnesium.

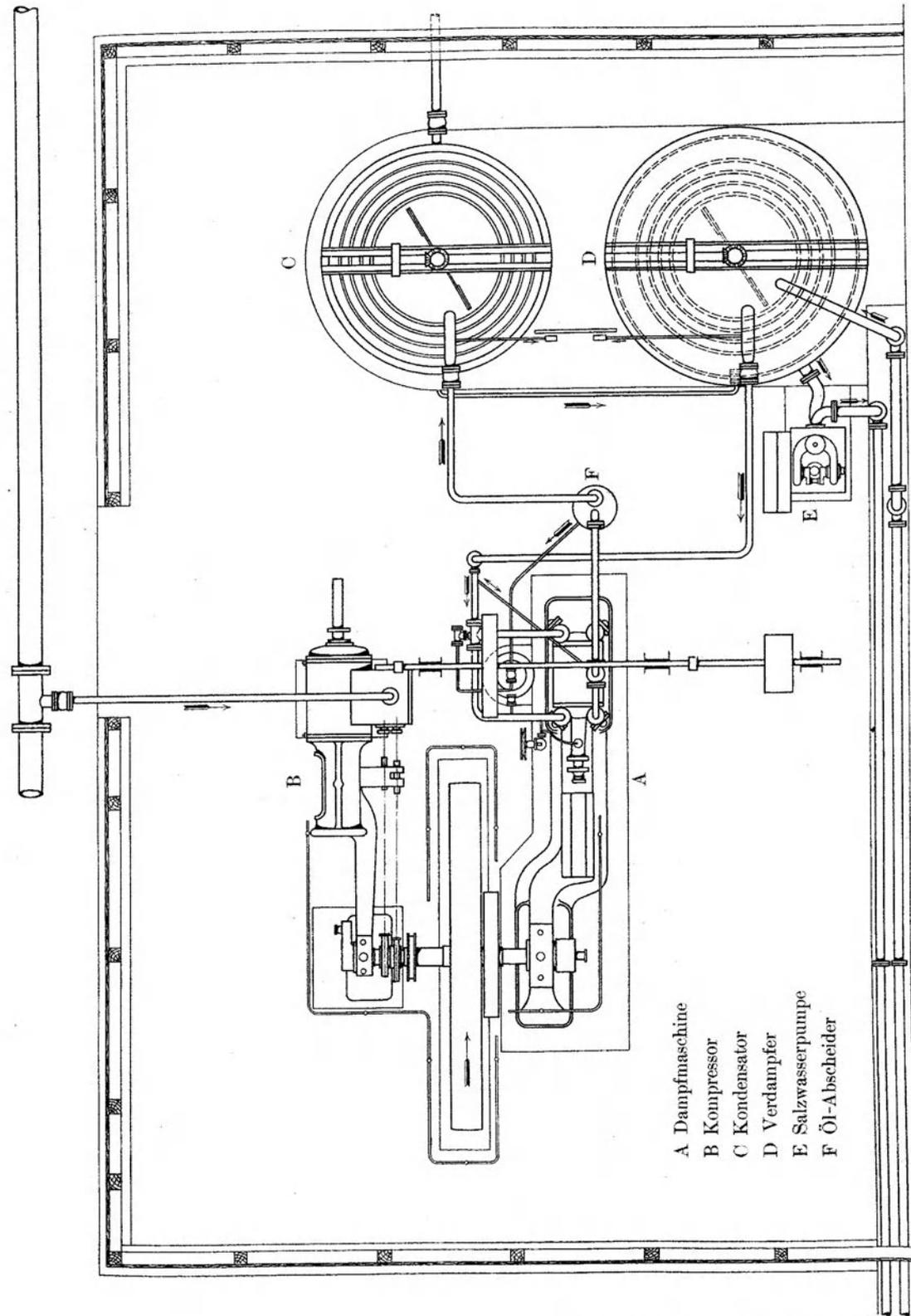


*Fig. 357.*

Fallrohr und Steigrohr für die  
Kühlauge.

Gefrieranlage auf Prosper I.

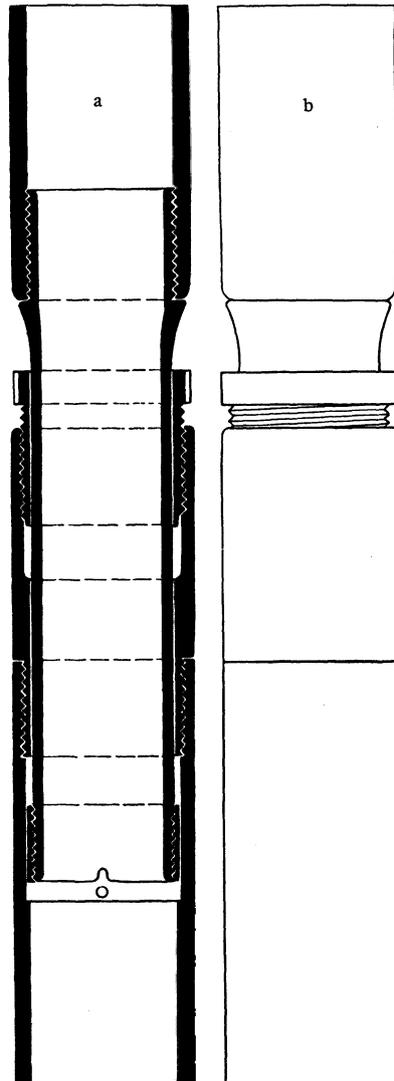




- A Dampfmaschine
- B Kompressor
- C Kondensator
- D Verdampfer
- E Salzwasserpumpe
- F Öl-Abscheider

**d) Gefrierrohre nebst Zubehör.**

In einem Vorschacht von 4 bis 6 m Teufe werden zwei ringförmige, mit zahlreichen Stützen g und h versehene Rohre, der Verteilungsring u und der Sammelring v (Fig. 356 und 357) aufgehängt. Der Verteilungsring steht durch die Rohrleitung s mit der Salzwasserpumpe, letzterer durch t mit den Verdampfern in Verbindung. Durch den Verteilungsring



*Fig. 358.*

Patentierte Sicherheitsverbindung für Gefrierrohre von Gebhardt König.

wird die Gefrierflüssigkeit den Fallrohren *f* zugeführt, während sie aus den in den Bohrlöchern steckenden Steigrohren *d* dem Sammelring wieder zuströmen. Zum Anschluss an die Gefrierrohre dienen Bleirohre *l* und *m*, welche durch die Ventile *i* und *k* abgesperrt werden können. Die Bleirohre, deren Enden umgebördelt sind, werden durch lose Flanschen mit den Ventilen und den am Kopfe der Gefrierrohre angebrachten Kreuzstützen *c* verbunden.

Die Gefrierrohre sind aus Stahl hergestellt und werden mittelst Muffen aus 5 m langen Stücken zusammengesetzt. Der lichte Durchmesser der Steigrohre, deren unterstes Ende zugeschweisst ist, beträgt 125 bis 150 mm, derjenige der Fallrohre 35 bis 50 mm.

Die Steigrohre können sich im lockeren Gebirge, da sich dieses sehr fest an die Rohre anlegt, meist nur wenig verschieben. Beim Erkalten reißen dieselben daher leicht auf. Dies veranlasste neuerdings die Firma Gebhardt und König in die Rohre an einer oder mehreren Stellen eine Art Stopfbüchse (Fig. 258) einzuschalten.\*)

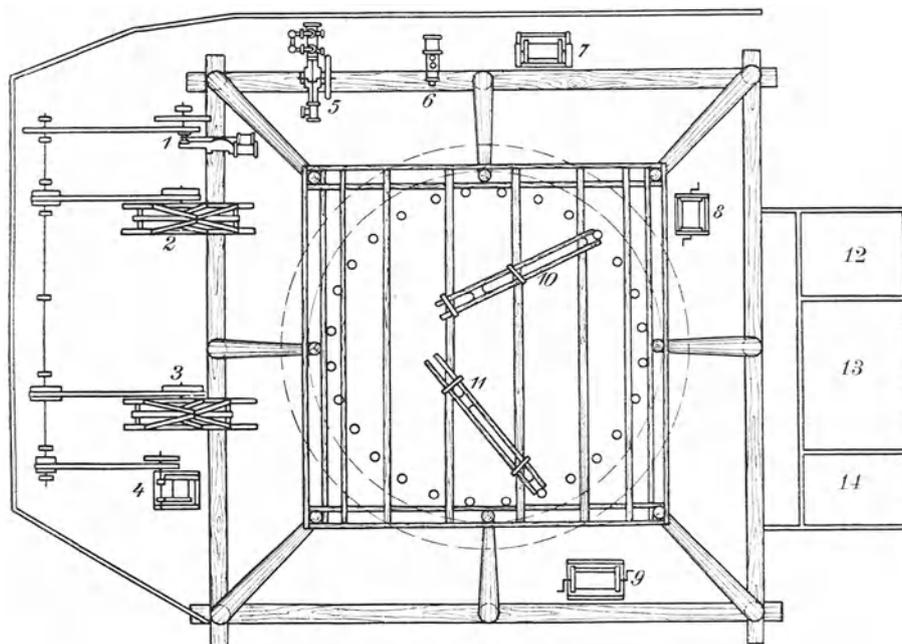
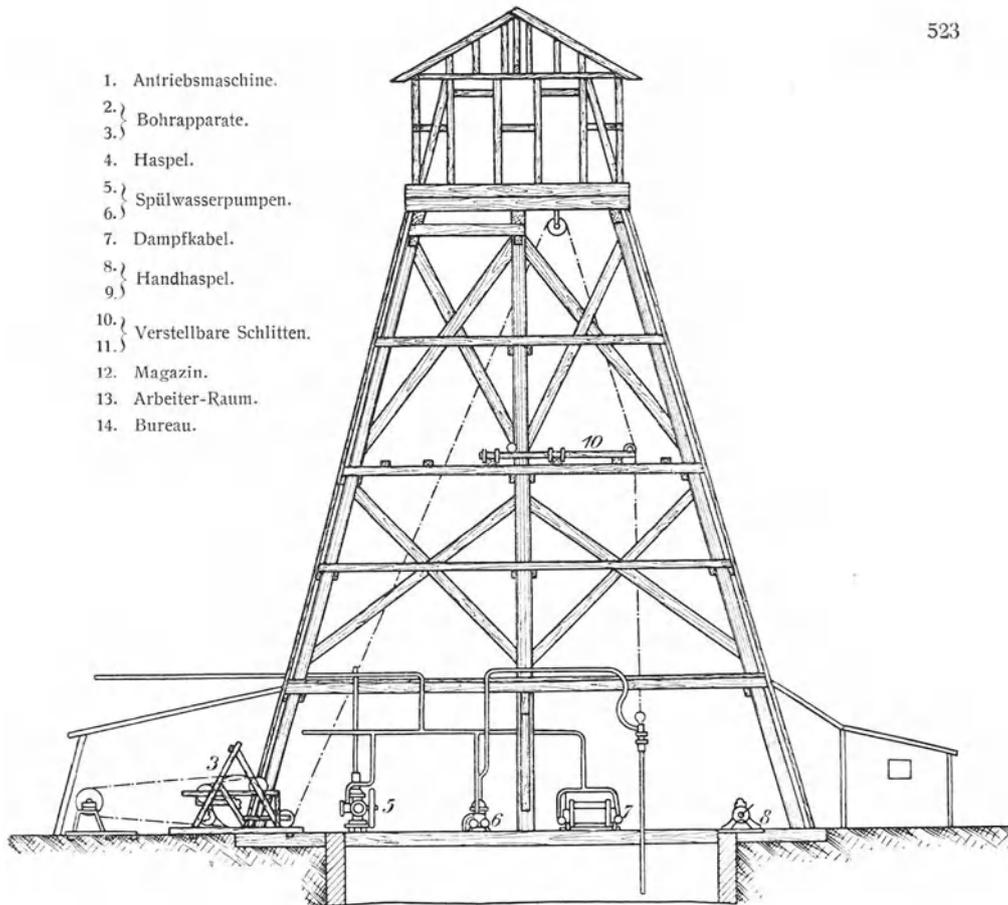
#### e) Sonstige Einrichtungen.

Die Maschinen und Apparate für den Gefrierprozess werden gewöhnlich in einem leichten Fachwerksgebäude untergebracht, welches beispielsweise auf Auguste Victoria eine Fläche von etwa  $16 \times 19$  m bedeckt. Zur Verringerung der Kälteverluste empfiehlt es sich, das Gebäude möglichst nahe an den Schacht zu verlegen. Das provisorische Fördergerüst ist so einzurichten, dass es bei der Herstellung der Bohrlöcher als Bohrturm benutzt werden kann. Es muss daher den Kreis einschliessen, auf dem die Bohrlöcher niedergebracht werden. Das Fördergerüst für Auguste Victoria I hatte 22,6 m Höhe und 15,7 m Seitenlänge der quadratischen Grundfläche (Fig. 359 a und b). Die Kesselanlage muss bei einem Schacht von 5 bis 6 m Durchmesser, mit dem unter Anwendung des Gefrierverfahrens eine Teufe von 100 bis 150 m erreicht werden soll, etwa 300 bis 400 qm Heizfläche erhalten.

Ein wesentliches Erfordernis ist eine ausreichende Wasserversorgungsanlage, welche imstande ist, ausser dem Kesselspeisewasser das Kühlwasser für die Kondensatoren zu liefern. Die übrigen Einrichtungen sind dieselben wie beim Abteufen von Hand (s. auch den Lageplan für Auguste Victoria, Fig. 360).

---

\*) Organ des Vereins der Bohrtechniker 1902, No. 21.



*Fig. 359.*

Fördergerüst für Auguste Victoria I.

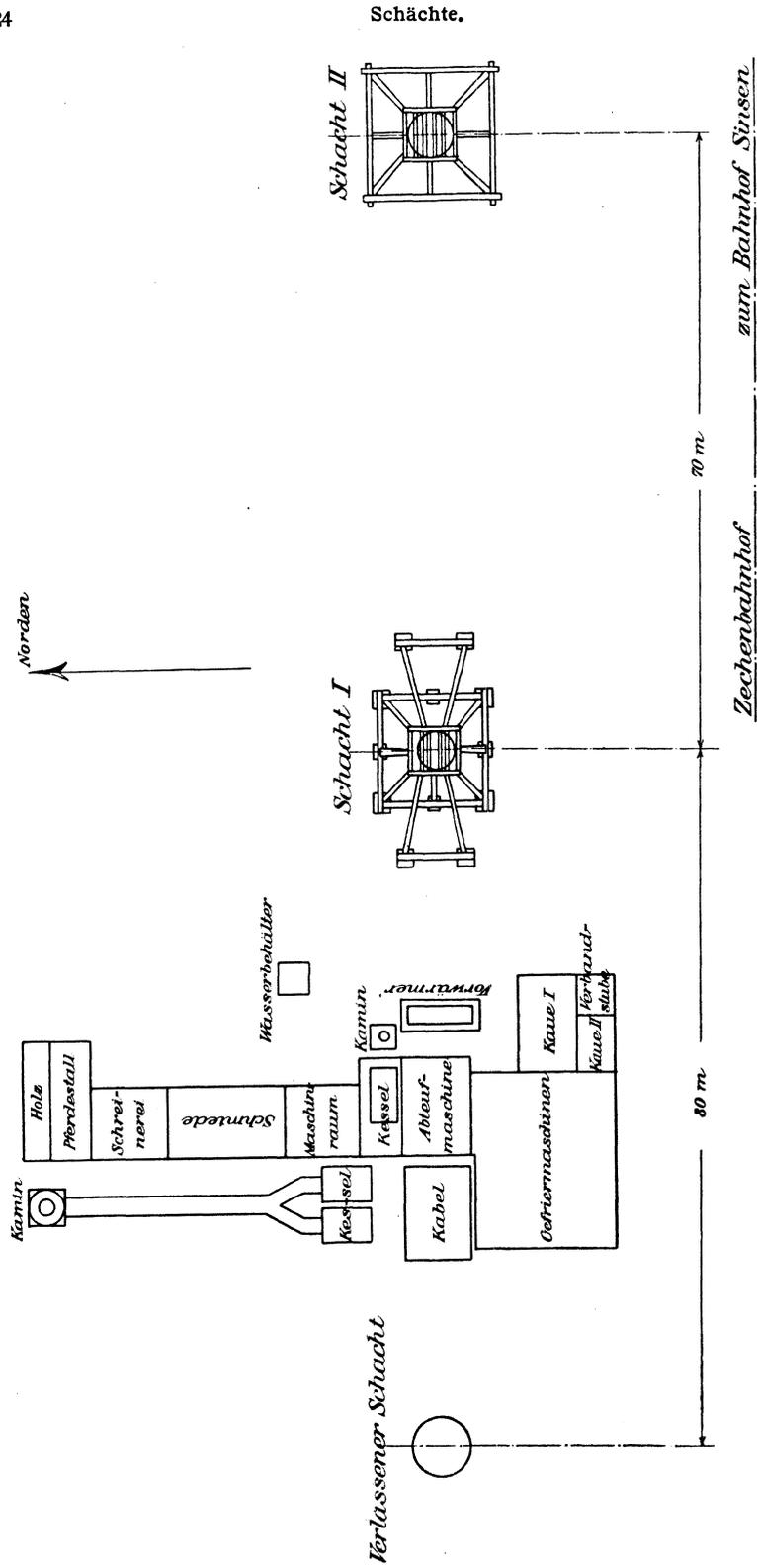


Fig. 360.  
Lageplan für das Schachtabteufen auf Augusta Victoria I und II.

### 3. Herstellung der Bohrlöcher.

Die Herstellung der Bohrlöcher erfolgt zweckmässig unter Anwendung von Wasserspülung. Gewöhnlich sind zwei Bohrapparate gleichzeitig in Thätigkeit. Auf Auguste Victoria, wo das lockere Gebirge von festen Schichten unterbrochen ist, arbeitete man mit dem Stossbohrer und auf Prosper I mit der Schappe. Das stossende Bohren ist auch da, wo nur lockere Schichten zu durchteufen sind, vorzuziehen, weil bei demselben eine grössere Leistung erzielt und ein möglichst senkrechtes Niederbringen der Bohrlöcher gewährleistet wird.

Die Bohrlöcher, welche bei Teufen bis zu 150 m einen Anfangsdurchmesser von 200 bis 300 m erhalten, werden rings um den Schacht herum auf einen konzentrischen Kreis gleichmässig verteilt. Die Entfernung von Mitte zu Mitte Bohrloch beträgt 0,75 bis 1,20 m und in der Regel etwa 0,95 m, der Durchmesser des Lochkreises 1,25 bis 1,50 m mehr als der äussere Durchmesser der demnächstigen Schachtauskleidung. Auf Auguste Victoria I und II besitzt der Lochkreis bei einer lichten Weite des Schachtes von 6,15 m einen Durchmesser von 8,10 m, während auf Prosper bei 5 m lichter Weite ein Durchmesser von 7,8 m gewählt wurde. Der Schachtausbau besteht bei den beiden ersten Schächten aus gusseiserner Cuvelage, auf Prosper dagegen aus Mauerung. In allen drei Fällen wurden 26 Bohrlöcher niedergebracht.

Von grosser Bedeutung für das Gelingen der Gefrierarbeit ist das senkrechte Niederbringen der Bohrlöcher. Weicht eins derselben soweit vom Lote ab, dass eine Störung des Zusammenhangs der Frostmauer zu befürchten ist, so muss ein Ersatzbohrloch geschlagen werden.

Für die Feststellung der Abweichung der Bohrlöcher von der Senkrechten bedient man sich des folgenden Verfahrens, das von der Entreprise Générale angegeben worden ist (Fig. 361 a—d). Ueber dem Bohrloch in dem Punkte S (Fig. 361a) wird ein Stahldraht befestigt, der an seinem unteren Ende einen birnförmigen, mit Blei beschwerten Holzkörper trägt. Diesen Körper lässt man in das Bohrloch hinab und kann alsdann infolge der Aehnlichkeit der Dreiecke SCB und AaB die Länge Ca, d. h. die Abweichung des Bohrlochs im Punkte A, berechnen. Es ist:

$$\frac{CB}{aB} = \frac{SB}{AB}$$

$$\frac{CB}{cB+aB} = \frac{SB}{SB+AB}$$

$$\frac{CB}{Ca} = \frac{SB}{SA};$$

$$Ca = \frac{CB \times SB}{SA}.$$

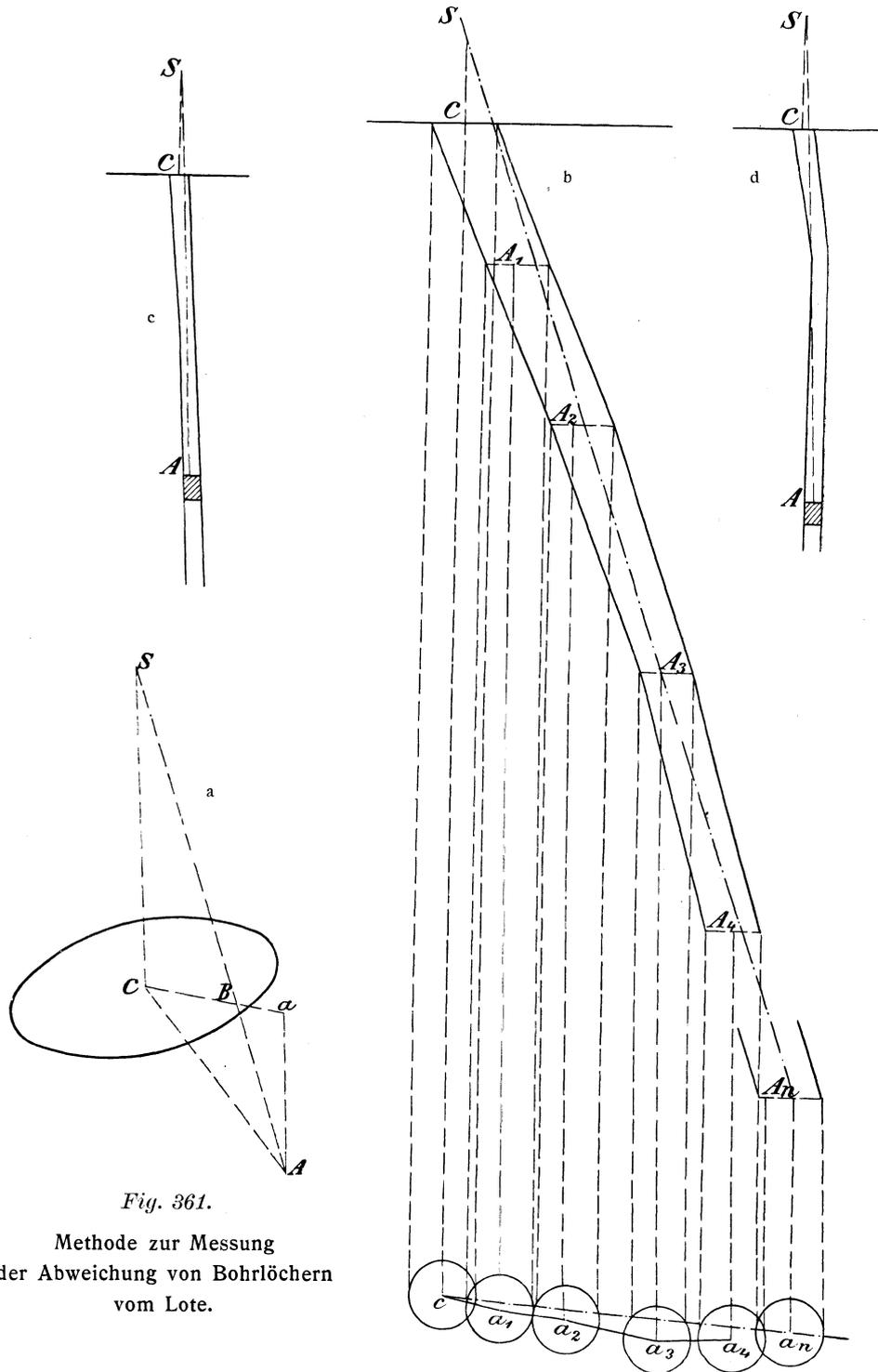


Fig. 361.

Methode zur Messung  
der Abweichung von Bohrlöchern  
vom Lote.

Das Verfahren führt jedoch nur solange zum Ziele, als der Faden sich nicht infolge zu grosser Aenderung des Neigungswinkels an die Bohrlochswand anlegt (Fig. 361 d).

Da die Möglichkeit ausgeschlossen erscheint, dass die Bohrlöcher bei mehr als höchstens 300 m Teufe innerhalb des Bereiches der Frostmauer bleiben, hört die Anwendbarkeit des Gefrierverfahrens bei dieser Teufe auf.

Der Fortschritt bei der Herstellung der Bohrlöcher, welcher unter gewöhnlichen Verhältnissen im lockeren Gebirge grösser als in festem ist, nimmt bei Schächten bis zu 150 m Teufe, wenn gleichzeitig mehrere Bohrapparate in Thätigkeit sind, meist nur einige Monate in Anspruch. Bei stossendem Bohren kann man für ein Bohrloch im festen Gebirge eine durchschnittliche Leistung je Arbeitstag von etwa 6 m und bei lockerem Gebirge von etwa 15 m annehmen.

Die Disposition der Einrichtungen für das Bohren auf Auguste Victoria ist aus Fig. 359 ersichtlich. Durch die Dampfmaschine 1 werden mittelst Riemenübertragung von einer Transmissionswelle aus die beiden Bohrapparate 2 und 3 angetrieben. Von diesen aus erfolgt mittelst Schwengel und Schlagseil die Bewegung der Bohrgestänge. Das Schlagseil ist zuerst über eine Rolle im provisorischen Fördergerüst und dann über eine zweite Rolle an den Schlitten 10 und 11 geführt. Die Schlitten werden je nach der Lage des Bohrlochs verschoben und mittelst eiserner Bügel an dem Gebälk des Fördergerüsts befestigt. Zur Zuführung des Spülwassers dienen die Pumpen 5 und 6, zum Einlassen und Aufholen des Gestänges sowie der Futter- und Gefrierrohre das Dampfkabel 7 und der Haspel 4, welcher von der Transmissionswelle aus in Bewegung gesetzt wird. Mittelst der Handhaspel 8 und 9 werden Gestänge und Rohre, falls sie festsitzen sollten, hochgezogen. Der Raum 12 wird als Magazin benutzt, während 13 als Aufenthaltsraum für die Bohrleute und 14 als Bureau für den Bohrmeister dient.

Auf Auguste Victoria wurden die 26 Bohrlöcher von 130 m Teufe in nicht ganz vier Monaten niedergebracht. In täglich zwei 12stündigen Schichten waren hierbei ausser einem Oberbohrmeister und vier Bohrmeistern 35 Mann beschäftigt. Der tägliche Fortschritt bei einem Bohrapparat betrug durchschnittlich 17 m.

Die Kosten je lfd. Meter Bohrloch sind in lockerem Gebirge einschliesslich Kohlenverbrauch auf durchschnittlich etwa 30 M., und in festem auf etwa 50 M. zu veranschlagen.

#### 4. Gefrieren.

Sind die Bohrlöcher fertiggestellt, so lässt man die Gefrierrohre ein und zieht die Futterrohre zu Tage. Hierauf baut man den Verteilungs-

und den Sammelring ein und stellt den Anschluss an die Gefrieranlage her, welche in der Regel schon während des Niederbringens der Bohrlöcher montiert wird. Nachdem alsdann die Gefrierrohre und Verdampfer mit Lauge gefüllt sind, kann der Kreislauf der Gefrierflüssigkeit beginnen. Die vorbereitenden Arbeiten nehmen gewöhnlich nur einige Wochen in Anspruch.

Nach Ingangsetzung der Kältemaschinen bedecken sich die mit Lauge gefüllten Bohrleitungen mit Reif. An der Dicke dieser Schicht bei den

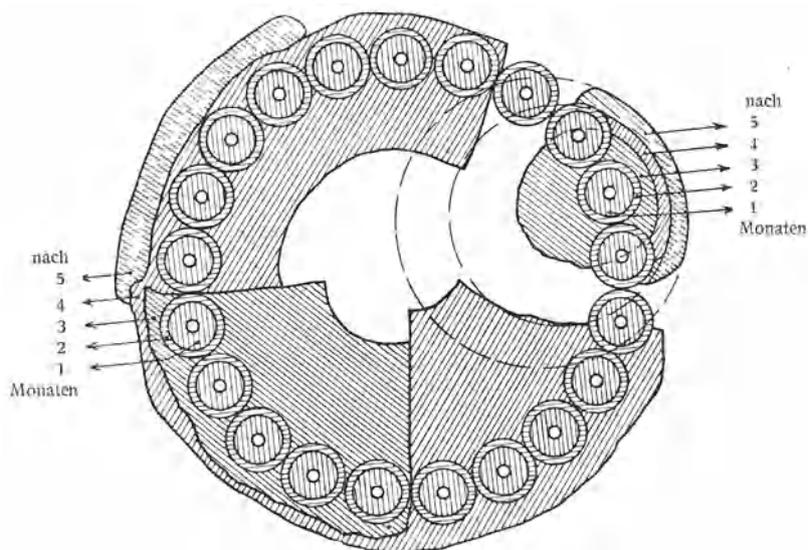


Fig. 362.

Fortschreiten der Frostbildung nach Beobachtungen auf Flines-Les-Raches No. I.

Steigrohren kann man erkennen, welche Rohre viel oder wenig Kälte abgegeben haben. Dementsprechend werden die Ventile eingestellt.

Die weiteren Fortschritte des Gefrierprozesses werden durch Temperaturmessungen überwacht. Zu diesem Zwecke werden unten geschlossene Gasrohre von 2 bis 3 m Länge zwischen zwei Gefrierrohren und zum Teil auch ausserhalb oder innerhalb des Lochkreises in das Gebirge eingesetzt, mit Lauge gefüllt und mit Thermometern versehen. Ausserdem beobachtet man die Bildung der Frostmauer, indem man im Bereiche derselben eine Anzahl Löcher herstellt. Beobachtungen auf Flines-Les-Raches No. 1 haben ergeben, dass die Frostbildung in der aus Figur 362 ersichtlichen Weise fortschreitet.

Ist die Frostmauer geschlossen, so nimmt die Stärke derselben nach innen viel mehr als nach aussen zu, weil im Inneren weniger Verluste durch Strahlung entstehen. Sehr wichtig ist es, zu verhüten, dass die Kondenswasser von den Maschinen oder andere Wasser von höherer Temperatur in die Nähe des Schachtes gelangen.

Wo, wie auf Auguste Victoria I, ein Schacht vorher schon durch ein anderes Abteufverfahren teilweise niedergebracht war und dann ersoffen ist, wird die Bildung der Frostmauer in der Regel dadurch erschwert, dass das im Schacht stehende Wasser immer etwas bewegt ist. Man füllt daher die Schachtsohle am besten vor Beginn des Gefrierprozesses bis zum Grundwasserspiegel wieder auf.

Wenn in dem zu durchteufenden Gebirge Wasserströmungen vorhanden sind, so wird durch grössere Kälteabgabe der Gefrierprozess ebenfalls verlangsamt. Steht das Wasser unter solchem Druck, wie dies s. Z. beim Abteufen mittelst Senkarbeit auf Hugo bei Holten festgestellt wurde, so dürfte es überhaupt sehr fraglich sein, ob das Gefrierverfahren zum Ziele führt. Dasselbe gilt von solchen Fällen, wo das Gebirge von sehr salzhaltigem Wasser durchdrungen ist. Versuche, welche nach dieser Richtung hin seitens der Gesellschaft *Entreprise Générale* im Hinblick auf eine Anwendung des Gefrierfahrens auf Ronnenberg bei Hannover gemacht wurden, haben gezeigt, dass Wasser mit einem Salzgehalt von mehr als 4 ‰ bei einer Temperatur von  $-12^{\circ}$  nur noch unvollständig gefriert.\*) Aus Bohrungen, welche man vorher auf Ronnenberg vorgenommen hatte, war ermittelt worden, dass der Gehalt des Wassers dort 4 ‰ nicht überschritt, weshalb man kein Bedenken trug, sich des Gefrierfahrens zu bedienen. Nachdem der Schacht bis 125 m Teufe fertiggestellt war, brachen jedoch Wasser mit 25 ‰ Salzgehalt durch, sodass man sich entschliessen musste, das Abteufen mittelst des Kind-Chaudron-Verfahrens fortzusetzen. Vielleicht gelingt es durch Anwendung höherer Kältegrade, zu deren Erzeugung man aber statt Kohlensäure flüssige Luft wird benutzen müssen, auch solche Schwierigkeiten zu überwinden.

Entsprechend den verschiedenen spezifischen Wärmen erstarrt Schwimmsand rascher als Thon und dieser wieder viel rascher als Wasser. Sehr schwer ist Kohle zum Gefrieren zu bringen. Es hat dies schon mehrfach zu Wasserdurchbrüchen Veranlassung gegeben.

Bei ein und demselben Schachte wechselt die Stärke der Frostmauer in den verschiedenen Gebirgsschichten je nach der spezifischen Wärme derselben. Abgesehen hiervon scheint festzustehen, dass die Stärke im

---

\*) Hilbck, Ueber das Abteufen des Schachtes I der Aktiengesellschaft Alkaliwerke Ronnenberg. Bericht über den VII. Allgemeinen Deutschen Bergmannstag, S. 253.

allgemeinen nach aussen hin von der Oberfläche bis zur Mitte etwas zu und dann wieder etwas abnimmt. Dies erklärt sich dadurch, dass in der Mitte nur Strahlungsverluste in radialer Richtung stattfinden, während an den beiden Enden hierzu noch die Strahlung nach oben und unten hinzutritt. Im Innern macht sich beim Fortschreiten des Abteufens bis ans untere Ende der Frostmauer eine allmähliche Zunahme bemerkbar, und zwar derart, dass zuletzt auch der ganze Kern gefroren ist. Nach innen dehnt sich die Frostbildung nämlich immer weiter aus, während dieselbe nach aussen durch die dort grösseren Strahlungsverluste schliesslich eine Grenze findet. Die Unterseite des Frostkörpers besitzt die Form eines Flaschenbodens.

Da es im Interesse einer möglichsten Ausnutzung der Kältemaschinen liegt, die Lauge rasch zirkulieren zu lassen, vermindert diese ihre Temperatur vom Eintritt in die Gefrierrohre bis zum Austritt nur um etwa 2 bis 5°. Die Temperatur der Frostmauer ist in unmittelbarer Umgebung der Rohre nahezu gleich der der Lauge und nimmt dann nach dem Schachtinnern und nach aussen zu allmählich ab.

Ueber die Druckfestigkeit des gefrorenen Gebirges wurde festgestellt, dass dieselbe bei  $-14$  bis  $-17^\circ$  je Quadratcentimeter

bei Eis . . . . .	20 kg
bei Thon und Wasser in gleichem Verhältnis .	78 „
bei mit Wasser gesättigtem Sand . . . . .	131 „
bei Sand und Thon mit Wasser . . . . .	70—130 „

beträgt.

Mit der Temperaturabnahme steigt die Druckfestigkeit ganz bedeutend. In der Nähe des Gefrierpunktes ist dieselbe sehr gering. Für Sand wurde bei  $-25^\circ$  eine Druckfestigkeit von 170—300 kg ermittelt.

Liegen keine schwierigen Verhältnisse vor, so nimmt die Herstellung des Frostkörpers nur wenige Monate in Anspruch. Auf Auguste Viktoria brauchte man wegen des im Schachte stehenden Wassers jedoch 6 Monate. Die Anzahl der Arbeitskräfte, welche während der Zeit des Gefrierens erforderlich sind, ist ausserordentlich gering. Sie betrug auf Auguste Victoria in zwei zwölfstündigen Schichten zusammen nur 10 Mann und zwar 3 Monteure, 2 Maschinenführer, 1 Dreher und 4 Heizer.

## 5. Das Abteufen.

Hat die Frostmauer die erforderliche Stärke erreicht, so wird mit dem Abteufen begonnen.

Die Hereingewinnung des gefrorenen Gebirges fand früher nur mit Keilhaue, Fäustel und Keil- oder Spitzeisen statt, weil man durch Schiess-

arbeit das Gebirge zu sehr zu erschüttern fürchtete. Es hat sich jedoch gezeigt, dass diese Befürchtung unbegründet ist, wenn man nur Sprengpulver verwendet und mit den Bohrlöchern mindestens 0,50 m vom Schachtstoss entfernt bleibt. Meist wird komprimiertes Pulver benutzt.

Förderung, Wetterführung und Fahrung geschehen wie sonst beim Abteufen auf der Sohle. Das Abteufen und die Herstellung des Schachtausbaues wird in Absätzen von 30 bis 40 m vorgenommen. Eine provisorische Auskleidung der Stösse ist hier und da nicht für nötig gehalten worden. Sie sollte jedoch im Interesse der Sicherheit der Arbeiter niemals unterbleiben.

Als definitiven Ausbau hat man in einer grossen Reihe von Fällen Mauerung und in Frankreich auch mehrfach Holzcuvelage gewählt. Da beide Ausbauarten auf die Dauer jedoch nicht dicht zu halten sind und bei grösserer Teufe auch nicht die genügende Widerstandsfähigkeit gegen den Gebirgsdruck besitzen, sollte nur gusseiserne Cuvelage zur Anwendung kommen. Anfangs glaubte man, dass das Gusseisen infolge der starken Zusammenziehung durch die Kälte nach dem Einbau und später durch die Ausdehnung beim Auftauen brüchig werden würde. Glücklicherweise hat sich diese Annahme nicht bestätigt.

Bei der Herstellung des Mörtels für die Mauerung und des Betons für die Ausfüllung des Raumes hinter den Tubblings benutzt man Wasser mit etwa 10 bis 12% kalcinierter Soda, um ein Gefrieren vor dem Abbinden zu verhüten.

Was die Berechnung der Wandstärke für die Tubblings betrifft, so muss beachtet werden, dass man in lockerem Gebirge mit einem spezifischen Druck bis zu 1,9 zu rechnen hat. Der durchschnittliche Fortschritt je Monat beim Abteufen einschliesslich Einbau der Cuvelage kann zu etwa 15 m angenommen werden.

Die Lufttemperatur im Schacht sinkt, solange in der Mitte desselben noch ungefrorenes Gebirge vorhanden ist, selten unter 0°, nimmt aber, nachdem sich die Frostmauer geschlossen hat, nicht unbedeutend ab.

Ist das Abteufen im gefrorenen Gebirge beendet, so empfiehlt es sich, unter dem Schutze der Frostmauer noch einige Meter weiter abzuteufen und eine Anschlusscuvelage einzubauen, um so jede Möglichkeit zu verhindern, dass später nach dem Auftauen Wasser aus dem oberen Gebirge nach unten durchdringt.

Das Auftauen, welches erst nach Herstellung der Anschlusscuvelage vorzunehmen ist, geschieht gewöhnlich dadurch, dass man Dampf in den Gefrierrohren zirkulieren lässt. Es hat hauptsächlich den Zweck, das Herausziehen der Steigrohre zu ermöglichen.

Tabelle 53.

Lfd. Nr.	S c h a c h t	Lage des Schachtes	Beginn der Anwendung des Gefrierfahrens im Jahre	Lichter Durchmesser des Schachtes in m	Teufe, in welcher das Verfahren zur Anwendung kam		Dauer der Arbeit in Monaten	Leistung je Monat in laufenden Metern	Beschaffenheit des Gebirges
					von m	bis m			
1.	Emilie, Wetterschacht . . . . .	Niederlausitz	1884	2,68	4	38,5	12	2,9	locker
2.	Centrum . . . . .	Provinz Brandenburg	"	2,25×4,00	6	32	8	3,2	"
3.	Emilie, Förderschacht . . . . .	Niederlausitz	1885	3,10×4,30	10	35,3	7,50	3,4	"
4.	Housson . . . . .	Belgien	"	4,0	53	77,6	30	0,8	"
5.	Jessenitz . . . . .	Mecklenburg-Schwerin	1886	5,0	7	77,5	25	2,8	meist fest
6.	Georgenberg . . . . .	Oberschlesien	1890	3,00×4,50	0	23,50	9	2,6	locker
7.	Lens No. 11 . . . . .	Frankreich	1892	3,68	7	61,70	6,50	5,9	meist fest
8.	Mines de Dourges No. 3 . . . . .	"	1893	4,60	29	51	8,50	2,6	fest
9.	Mines de Courrières No. 9 . . . . .	"	1894	5,00	0	91	12	7,6	meist fest
10.	Mines d'Anzin, Förderschacht	"	1894	3,65	0	91	12	7,6	"
11.	do. Wetterschacht	"	"	4,20	0	85	14	6	"
12.	Flines les Rasches No. 1 . . . . .	"	1895	3,80	0	92	14,50	6,3	fest
13.	Ligny les Aires No. 1 . . . . .	"	1895	4	4,5	29,5	7	4,2	"
14.	Mines de Béthune No. 8 . . . . .	"	1897	5	9	121,5	26	4,3	"
15.	Pont à Mousson . . . . .	"	"	3,50	0	235	42	5,6	meist fest
16.	Bernissart No. 1 . . . . .	Belgien	"	3,5	0	235	40	5,9	"
17.	do. No. 2 . . . . .	Frankreich	"	4,2	2,5	88,5	14,5	5,9	fest
18.	Flines les Rasches . . . . .	"	1898	4	6	70	13	4,9	locker
19.	Wilhelm und Sophia . . . . .	Holländ.-Limburg	1899	5,0	8,5	98	22	4,1	"
20.	Laura und Vereinigung . . . . .	"	"	4,5	8,4	57,3	13	3,8	"
21.	Maria bei Kohlscheid . . . . .	Rheinprovinz	"	5,5	35	125	32	2,8	teils locker, teils fest
22.	Ronnenberg . . . . .	Provinz Hannover	"	5,5	1	102	30	3,4	meist locker
23.	Leopoldshall . . . . .	Provinz Sachsen	"	5,5	3	91	13,30	6,6	fest
24.	Ligny les Aires No. 2 . . . . .	Frankreich	1900	4,0	3	77,5	13	5,7	locker
25.	Consol. Sophie . . . . .	Provinz Sachsen	"	5	3	65	15,5	3,9	"
26.	Marie bei Alzendorf . . . . .	"	"	4,5	23	59,5	15,5	2,3	"
27.	Habekorn I . . . . .	"	"	5	37	75,5	12	2,4	"
28.	do. II . . . . .	"	1901	5	0	22,5	4,7	4,8	"
29.	Prosper . . . . .	Westfalen	1902	5	0	22,5	4,7	4,8	"

## 6. Leistungen.

Da bis jetzt im Ruhrbezirk erst ein Schacht, der Wetterschacht Prosper I, nach dem Gefrierverfahren fertiggestellt ist, mussten zur Beantwortung der so wichtigen Frage nach den Leistungen andere Bezirke herangezogen werden. Tabelle 53 enthält sämtliche Schächte, über die genaue Angaben zu erlangen waren.

Bei der Ermittlung brauchbarer Durchschnittszahlen sind die unter 1 bis 6 aufgeführten Schächte auszuschliessen, da das Verfahren bei ihnen zu einer Zeit zur Anwendung kam, wo dasselbe noch in den Kinderschuhen steckte. Ausserdem müssen diejenigen anfangs nach einem anderen Verfahren abgeteufte Schächte (9, 22, 27 und 28) ausser Betracht bleiben, bei welchen die Leistung dadurch verringert wurde, dass die Bohrlöcher zwar von Tage aus niedergebracht wurden, das Abteufen im gefrorenen Gebirge aber erst in einiger Teufe begann. Berücksichtigt man dies, so ergibt sich, dass die monatliche Leistung im lockeren Gebirge durchschnittlich 4,05 m oder rund 4 m und im festen Gebirge 5,84 oder rund 6 m beträgt. Der Grund für diesen Unterschied ist wohl hauptsächlich darin zu suchen, dass die Frostmauer in lockerem Gebirge wegen des höheren spezifischen Drucks eine wesentlich grössere Stärke besitzen muss, als bei festem Gebirge und ihre Herstellung daher grössere Schwierigkeiten bietet.

## 7. Kosten.

Tabelle 54 giebt über die Kosten in anderen Bezirken Aufschluss, soweit dieselben mit einiger Sicherheit festgestellt werden konnten. Von der Verwaltung der Zeche Prosper waren Angaben über den Wetterschacht bei Schacht I leider nicht zu erhalten.

Um die Kosten mit denen anderer Verfahren vergleichen zu können, mussten dieselben für einen lichten Schachtdurchmesser von 5 m umgerechnet werden. Hierbei wurde angenommen, dass sich die Kosten wie die Umfänge der Kreisflächen verhalten. Für Cons. Sophie, wo der Schachtausbau aus Mauerung bestand, sind die Kosten der Mauerung durch diejenigen gusseiserner Cuvelage ersetzt. Lässt man hier die unter Ziffer 10, 11 und 12 aufgeführten Schächte unberücksichtigt, weil die Frostmauer zwar von Tage an hergestellt wurde, das Abteufen im gefrorenen Gebirge aber erst in einiger Entfernung von der Tagesoberfläche aus erforderlich war, so erhält man bei 5 m l. Schachtdurchmesser für die Anwendung des Verfahrens in lockerem Gebirge einen Kostendurchschnitt von 4684 M. oder rund 4700 M. und in wasserreichem festen Gebirge von 4163 M. oder rund 4200 M. je laufendes Meter. Der Unterschied ist wohl deshalb nicht grösser,

Tabelle 54.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Laufende Nummer	Schacht	Teufe, in welcher das Gefrierverfahren zur Anwendung kam		Lichter Durchmesser des Schachtes m	Art des Ausbaues	Gesamtkosten je laufendes Meter Gefrierschacht M.	Kosten je laufendes Meter M.	Kosten je laufendes Meter bei einem 1. Durchm. von 5 m und Herstellung des Ausbaues aus gusseiserner Cuvelage	Beschaffenheit des Gebirges
		von m	bis m						
1	Mines d'Anzin, Wetterschacht	0	91	3,65	guss-eiserne Cuvelage	214 631*	2 380	3 260	meist fest
2	Mines d'Anzin, Förderschacht.	0	91	5	„	296 290	3 234	3 234	„ „
3	Cons. Sophie . .	3	77,50	5	Maue-rung	212 000	2 850	3 850	locker
4	Bernissart No. 2 .	0	235	3,50	Guss-eiserne Cuvelage	740 736	2 930	4 395	meist fest
5	Laura und Vereei-nigung . . . .	8,50	98	5	„	—	ca.5 400	4 500	locker
6	Marie bei Alzen-dorf . . . . .	14,50	65	5	„	231340**	4 581	4 581	„
7	Bernissart No. 1 .	0	235	3,50	„	769 192	3 093	4 639	meist fest
8	Maria bei Kohl-scheid . . . . .	8,40	57,30	4,50	„	213 000	4 707	5 177	locker
9	Leopoldshall . .	1,80	102	5,50	„	588 174	5 870	5 283	meist locker
10	Habekorn No. 2 .	37	75,50	4,50	„	214 000	5 559	6 170	locker
11	Habekorn No. 1 .	23	59,50	5	„	208 000†	6 986	5 698	„
12	Ronnenberg. . .	35	125	5,50	„	1140 000	12 666	10 640	teils locker, teils fest

\*) Da die Kosten mit insgesamt 568 000 M. für beide Schächte gemeinschaftlich und ausserdem einschliesslich Abteufen von Hand bis 116 m Teufe angegeben waren, musste eine entsprechende Umrechnung vorgenommen werden.

\*\*) Zu den von der Firma Gebhardt & König angegebenen Kosten von 2746 M. je laufendes Meter für Herstellung der Bohrlöcher, Gefrieren und Abteufen wurden noch 1885 M. für Schachtausbau und sonstige Ausgaben hinzugerechnet.

†) Die Kosten betragen von Tage bis 59,5 m Teufe zusammen 259 000 M. Hiervon sind 45 000 M. für Abteufen von Hand bis 23 m Teufe einschliesslich Herstellung des Ausbaues gusseiserner Cuvelage in Abzug gebracht.

weil bei festem Gebirge die niedrigeren Kosten für die Herstellung der Frostmauer und die Cuvelage mit geringerer Wandstärke durch die höheren Ausgaben für das Niederbringen der Bohrlöcher wieder aufgewogen werden. Im einzelnen können die Kosten je laufendes Meter Schacht bei einem l. Durchmesser von 5 m wie folgt, veranschlagt werden:

	In festem Gebirge	In lockerem Gebirge
Herstellung der Bohrlöcher . . . . .	1 100 M.	700 M.
Gefrieren . . . . .	1 200 „	1 800 „
Abteufen . . . . .	700 „	600 „
Cuvelage (Löhne u. Materialien) . . . . .	1 200 „	1 600 „
	Zusammen 4 200 M.	4 700 M.

## 8. Die einzelnen Gefrierschächte.

### Auguste Victoria I und II.

Auf Auguste Victoria hatte man im Jahre 1900 begonnen, zwei Schächte mittelst Senkarbeit auf der Sohle durch das dort etwa 125 m mächtige lockere Gebirge abzuteufen. Die Senkmauer des Schachtes I erhielt einen lichten Durchmesser von 6,7 m und diejenige des Schachtes II einen solchen von 9 m. Da das lockere Gebirge durch zahlreiche Sandsteinbänke unterbrochen war und erhebliche Wasserzuflüsse auftraten, kamen die Arbeiten im September 1901 bei etwa 40 m Teufe zum Stillstande. Es blieb nun nichts übrig, als zum Gefrierverfahren überzugehen; da die Senkmauer des Schachtes I etwa 0,80 m aus dem Lote geraten war, musste der Schacht aufgegeben werden. Die Senkmauer des Schachtes II, welcher jetzt mit I bezeichnet wird, war dagegen ziemlich senkrecht niedergegangen. Man schüttete ihn bis 17 m Teufe zu und setzte Anfang Februar zwei Bohrraparate in Thätigkeit. Die Bohrlöcher wurden auf einem Umkreise von 8,10 m innerhalb der Senkmauer bis 130 m Teufe niedergebracht und waren am 26. Mai fertiggestellt. Ende Juni setzte man die Gefriermaschine in Thätigkeit und begann gegen Ende des Jahres mit dem Abteufen. Der Schacht soll mit gusseiserner Cuvelage ausgekleidet werden und einen l. Durchmesser von 6,15 m erhalten. In einer Entfernung von 80 m werden z. Z. die Bohrlöcher für einen zweiten Schacht von ebenfalls 6,15 m l. Durchmesser hergestellt.

### Prosper I, Wetterschacht.

Der Mergel ist an der Ansatzstelle des Wetterschachtes Prosper I, welcher einen lichten Durchmesser von 5 m erhalten sollte, von etwa 18 m lockerem Gebirge überlagert. In unmittelbarer Nähe befindet sich ein hoher Kamin und die Fördermaschine des Schachtes I. Da man be-

fürchtete, dass dieselben beim Abteufen mittelst Senkarbeit durch etwa eintretende Nachrutschungen des lockeren Gebirges gefährdet werden könnten, wurde beschlossen, das Gefrierverfahren anzuwenden. Nach dem Abteufen eines etwa 4 m tiefen Vorschachtes wurden vom 5. April 1902 ab auf einem Umkreis von 7,8 m Durchmesser rings um den Schacht mit gleichzeitig drei Bohrapparaten 26 Bohrlöcher niedergebracht. Die Herstellung der 22,5 m tiefen Bohrlöcher nahm  $4\frac{1}{2}$  Wochen in Anspruch.

Gegen Ende Mai wurde die Kältemaschine in Thätigkeit gesetzt. Am 27. Juni begann man mit dem Abteufen in dem gefrorenen Gebirge, musste die Arbeit aber bei 5,7 m Teufe wieder einstellen, da sich in dem Schacht ein mit Wasser gefüllter Kanal vorfand. Um das Wasser zum Gefrieren zu bringen, waren nochmals etwa vier Wochen erforderlich. Hierauf wurde die Arbeit wieder aufgenommen und der Schacht in der Zeit vom 31. Juli bis 24. August ohne Störung bis 22,5 m Teufe niedergebracht und mit Mauerung ausgekleidet.

Bevor die Frostmauer aufgetaut wurde, setzte man das Abteufen und Ausmauern noch bis 30 m Teufe fort, um der oberen Schachtmauer einen festen Fuss im Mergel zu geben.

### 9. Vergleich mit anderen Verfahren.

Andere Verfahren, mit denen das Gefrierverfahren im Ruhrbezirk in Wettbewerb treten könnte, sind in wasserreichem, festem Gebirge das Abteufen von Hand, sowie das Kind-Chaudron-Verfahren und im lockeren Gebirge die Senkarbeit. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass das Gefrierverfahren nur bis höchstens 300 m Teufe anwendbar ist.

Wie früher erwähnt, sind in dem das Steinkohlengebirge überlagernden festen Gebirge vier wasserreiche Schichten zu unterscheiden:

1. der im grössten Teile des Bezirks auftretende, unter einer meist nur dünnen diluvialen Ueberdeckung bis etwa 60 m Teufe reichende obere Teil des Emscher Mergels,
2. der unternen Sandmergel im Norden des Reviers,
3. in grösserer Teufe der weisse Mergel des Turons,
4. der Buntsandstein.

Für die beiden ersteren Schichten kam bisher im allgemeinen nur das Abteufen auf gewöhnliche Weise in Betracht, da dasselbe gegenüber dem Kind-Chaudron-Verfahren die Möglichkeit bietet, dem Schachte einen grösseren Durchmesser zu geben, und rascher zum Ziele führt, als dieses.

Die Kosten des Abteufens von Hand betragen bei einer mittleren Teufe von 50 bis 100 m und einem durchschnittlichen Wasserzufluss von 4 bis 8 cbm etwa 5 000 bis 8 000 M. je laufendes Meter. Vergleicht man hiermit die Kosten des Gefrierverfahrens von etwa 4 000 M., so ergibt sich ohne

weiteres, dass dasselbe dem Abteufen von Hand in den erwähnten Schichten bei grossen Wasserzuflüssen vielfach vorzuziehen sein wird. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die monatliche Leistung in wasserreichem Gebirge bei beiden Verfahren nicht wesentlich verschieden ist.

In den beiden anderen Schichten kommt neben dem Abteufen auf gewöhnliche Weise noch das Kind-Chaudron-Verfahren in Frage, welches bei grösserer Teufe wesentlich geringere Kosten erfordert, als jenes. Ausserdem sind in diesen Schichten die Wasserzuflüsse unter Umständen so erheblich, dass eine Wassergewältigung vielfach nicht mehr möglich ist. Die Kosten des Abteufens auf gewöhnliche Weise sind bei einer mittleren Teufe von 150 bis 300 m und einem durchschnittlichen Wasserzufluss von 4 bis 8 cbm auf etwa 7 500 bis 17 000 M. je laufendes Meter Schacht zu veranschlagen, während sie beim Kind-Chaudron-Verfahren zu 6 500 M. bis 11 000 M. ermittelt wurden. Trotzdem hier der Unterschied gegenüber dem Gefrierverfahren noch mehr ins Auge fällt, dürfte eine Anwendung desselben in diesen Schichten ausgeschlossen sein, weil die wasserreichen Schichten gewöhnlich von mächtigen wasserarmen Schichten überlagert sind, welche nach der Natur des Verfahrens mit den anderen in den gefrorenen Zustand übergeführt werden. Hierdurch werden sich aber die Kosten je laufendes Meter Schacht in dem wasserreichen Gebirge derart erhöhen, dass die beiden anderen Verfahren in Wirklichkeit wesentlich billiger sind.

Die Kosten der Senkarbeit in dem wasserreichen lockeren Gebirge am Rhein betragen bis 50 m unter Tage durchschnittlich 3500 M., während die monatliche Leistung bei gleichzeitiger Anwendung des Stossbohrverfahrens von Pattberg zu 7 m angenommen werden kann. Es besteht somit kein Zweifel, dass in diesem Falle die Senkarbeit gegenüber dem Gefrierverfahren mit einer durchschnittlichen Ausgabe von 4 700 M. je laufendes Meter und einer Leistung von 4 m einen nicht unerheblichen Vorsprung besitzt. Nur, wenn, wie bei dem Wetterschacht von Prosper I, durch Nachrutschungen des Gebirges bei der Senkarbeit in der Nähe stehende Gebäude gefährdet werden können, wird man trotz der höheren Kosten und der niedrigeren Leistung sich des Gefrierverfahrens bedienen müssen.

Wesentlich anders stellt sich das Verhältnis bei Teufen von mehr als 50 m. Die Kosten bei der Senkarbeit sind für Teufen von 50 bis 200 m auf etwa 7 500 bis 14 000 M., und die Leistung bei Anwendung des Stossbohrverfahrens von Pattberg auf 5 bis herab zu 4 m zu veranschlagen. Bei diesem bedeutenden Unterschied in den Kosten zu Gunsten des Gefrierverfahrens und der nicht wesentlich höheren Leistung bei der Senkarbeit, wird man im allgemeinen dem ersteren Verfahren den Vorzug zu geben haben. Als weiterer Vorteil des Gefrierverfahrens kommt noch hinzu, dass sich der Schachtdurchmesser bei demselben mit der Teufe nicht

verringert. Ein mittelst Senkarbeit niedergebrachter Schacht besitzt bei einer Mächtigkeit des lockeren Gebirges von 150 bis 200 m Teufe nur einen Durchmesser von etwa 4,20 m, kann also nicht mehr zur Doppelförderung eingerichtet werden. Bei mehr als 200 m Mächtigkeit wird sich der Durchmesser auf 3,20 m und weniger verringern, sodass die Senkarbeit alsdann überhaupt nicht mehr als anwendbar angesehen werden kann und das Gefrierverfahren von da ab den einzigen Ausweg bietet. Allerdings wird dort, wo das Gebirge von stark salzhaltigem Wasser durchdrungen ist, oder wo, wie auf Hugo bei Holten, die Wasser sich in starker Strömung befinden, auch das Gefrierverfahren schwerlich zum Ziele führen.

---

## Drittes Kapitel. Schachtreparaturen.

### I. Laufende Unterhaltung.

Die laufende Unterhaltung der Schächte, welche im wesentlichen in Reparaturen am Schachtausbau, an den Einstrichen, Fahrten und Fahrbühnen sowie den Führungen für die Fördergestelle besteht, wird von sogenannten Schachthauern besorgt. Diese unterstehen in vielen Fällen einem besonderen Beamten, dem Schachtsteiger. Bei Förderschächten werden die Arbeiten zumeist in der Nachtschicht vorgenommen.

Zahlreiche Schächte im Ruhrkohlenbezirk, besonders diejenigen, welche erst seit wenigen Jahrzehnten mit Mauerung und gusseiserner Cuvelage ausgekleidet sind, befinden sich in ausgezeichnetem Zustande, sodass sich die jährlichen Kosten der laufenden Unterhaltung im ganzen auf 2 000 bis 3 000 M. und je laufendes Meter seigerer Schachtteufe nur auf etwa 5 bis 7 M. belaufen. Einzelne andere mit hölzernem oder schmiedeeisernem Ausbau ausgerüstete Schächte dagegen, bei denen man in früheren Jahrzehnten den Schachtsicherheitspfeiler nicht genügend beachtete und manche Flötze bis an den Schacht heran abbaute, oder bei denen auf die Unterhaltung des Ausbaues nur geringe Sorgfalt verwandt wurde, stehen so sehr in Druck, dass sie nur mit den grössten Anstrengungen in betriebsfähigem Zustande erhalten werden können. Abgesehen von den Gefahren und den häufigen Betriebsstörungen, welche ein derartiger Zustand eines Schachtes mit sich bringt, sind die Kosten der Unterhaltung in solchen Fällen so ausserordentlich hoch, dass es sich fast immer empfehlen wird, einen neuen Schacht abzuteufen.

Von der grössten Bedeutung für die Haltbarkeit der Schächte ist die Art ihres Ausbaues. Nur in den seltensten Fällen herrscht in den Schächten des Ruhrbezirks eine derartig gleichmässige Nässe, dass der Holzausbau genügende Dauerhaftigkeit besitzt. Auch die Erfahrungen, welche man mit dem schmiedeeisernen Ausbau gemacht hat, sind nicht besonders günstig, da der Druckwiderstand der schmiedeeisernen Ringe und Geviere sich bei der geringen Grösse der angewandten Profile mehrfach nicht als ausreichend erwiesen hat. Beiden Ausbauarten ist ausserdem der noch wesentlichere Nachteil gemeinsam, dass sie die Schachtstösse nicht genügend vor der zerstörenden Wirkung der Atmosphärien schützen. Mauerung, gusseiserne Cuvelage und die in neuerer Zeit in anderen Bezirken eingeführte Auskleidung mittelst Stampfbeton sind daher die einzigen Ausbauarten, welche allgemein für einen Schacht zu empfehlen sind, dessen Betriebsdauer auf mehr als etwa 20 Jahre berechnet ist.

Den Einfluss der Art des Ausbaues auf die Höhe der laufenden Unterhaltungskosten zeigt Tabelle 55.

Tabelle 55.

Anzahl der in Betracht gezogenen Schächte	Art des in dem Schachte vorwiegenden Ausbaues	Kosten in M. im Durchschnitt der Jahre 1896—1900					
		für einen Schacht			für das lfd. Meter seigerer Schachtteufe		
		Löhne	Material	zusammen	Löhne	Material	zusammen
58	Holz . . . .	9552	6405	15 957	21,89	15,15	37,04
22	Schmiedeeisen	5764	5112	10 876	12,81	11,36	23,17
81	Mauerung und gusseiserne Cuvelage .	4045	1659	5 714	8,03	3,34	11,37

Aus derselben ist zu ersehen, dass die Kosten der laufenden Unterhaltung je laufendes Meter seigerer Schachtteufe beim schmiedeeisernen Ausbau etwa das Doppelte und beim Holzausbau mehr als das Dreifache gegenüber den Kosten betragen, welche die Schachtauskleidung mittelst Mauerung und gusseiserner Cuvelage verursacht.

Unter den Schächten mit vorwiegendem Holzausbau befinden sich 17, bei welchen in dem Zeitraum von 1896—1900 die jährlichen Unterhaltungskosten sich auf mehr als 20 000 M. beliefen. Bei drei von diesen Schächten überstiegen sie sogar 30 000 M. Die höchsten Kosten von im ganzen 38 331 M. oder von 130 M. je laufendes Meter erforderte ein Schacht im Bergrevier Ost-Essen. In diesem nur etwa 300 m tiefen Schachte waren täglich 16 Schachthauer beschäftigt. Bei den Schächten mit hauptsächlich

schmiedeeisernem Ausbau betragen die höchsten Gesamtunterhaltungskosten 20 819 M. je Jahr. Dieselben wurden für einen Schacht im Bergrevier Süd-Bochum ermittelt. Auf diesen folgen noch 5 Schächte mit 10 000 bis 20 000 M. jährlich. Der Höchstbetrag von 54,83 M. je Meter entfiel auf einen ebenfalls im Bergrevier Süd-Bochum gelegenen Schacht, zu dessen Unterhaltung täglich 8 Schachthauer notwendig waren.

Unter den Schächten, deren Ausbau zum grössten Teile aus Mauerung und gusseiserner Cuvelage besteht, sind nur 6 zu verzeichnen, bei welchen mehr als 10 000 M. jährlich verausgabt wurden. An erster Stelle steht hier ein Schacht aus dem Bergrevier Herne mit 18 554 M. oder 38,98 M. je laufendes Meter. In demselben waren täglich 6 Schachthauer thätig.

Welche Wirkung das Alter der Schächte auf die Unterhaltungskosten ausübt, lässt Tabelle 56 erkennen.

Tabelle 56.

Beginn des Abteufens in den Jahren	Kosten in M. für das lfd. Meter seigerer Schachtteufe bei einem Ausbau, welcher vorwiegend besteht aus:								
	Holz			Schmiedeeisen			Mauerung und gusseiserner Cuvelage		
	Löhne	Material	zusammen	Löhne	Material	zusammen	Löhne	Material	zusammen
Vor 1870	27,20	19,22	46,42	17,44	16,28	33,72	9,36	5,23	14,59
1870—1889	17,24	8,58	25,82	11,37	11,72	23,09	7,48	2,19	9,67
1890—1899	7,71	5,18	12,89	6,58	4,10	10,68	5,86	1,53	7,39

Die Einwirkung des Alters ist somit, wie auch von vornherein zu erwarten war, bei Holz am grössten und bei Mauerung und gusseiserner Cuvelage am geringsten. Es verhalten sich die laufenden Unterhaltungskosten je laufendes Meter seigerer Schachtteufe in den 3 Zeitabschnitten etwa: bei Holz wie 4 : 2 : 1, bei Schmiedeeisen wie 3 : 2 : 1 und bei Mauerung und gusseiserner Cuvelage wie 5 : 3 : 2 $\frac{1}{2}$ .

## II. Aenderungen des Ausbaues.

Erfordert bei einem älteren Schacht der hölzerne Ausbau, wie dies ja meistens der Fall ist, hohe Reparaturkosten, so empfiehlt es sich im allgemeinen, den Holzausbau nachträglich durch einen solchen von längerer Dauerhaftigkeit und grösserem Druckwiderstand zu ersetzen. Natürlich darf der Zustand, in welchem sich der Schacht befindet, nicht derartig schlecht sein, dass auch die Widerstandsfähigkeit des neuen Ausbaues für den vorhandenen Druck nicht ausreicht. Eine weitere Voraussetzung ist

in der Regel die, dass die Aenderung des Ausbaues nicht höhere Kosten als das Abteufen eines neuen Schachtes verursacht.

Besitzt die rechteckige Schachtscheibe eine nicht zu langgestreckte Form, so wird der Schacht am besten mit Mauerung ausgekleidet und zwar bei ganz oder annähernd quadratischem Querschnitt mit kreisrunder, sonst aber mit vierbogiger Mauerung. Bei langgestreckter Form der Schachtscheibe, wo allenfalls nur vierbogige Mauerung in Betracht kommen könnte, würde an den langen Schachtstössen zuviel Gebirge hereingewonnen werden müssen, um die richtige Bogenform herstellen zu können. Man ersetzt daher in einem solchen Falle die hölzernen Geviere zweckmässiger durch solche aus Schmiedeeisen. Unbedingt anzuraten ist jedoch hierbei, dass ausserdem hinter den schmiedeeisernen Geviere zum Schutze der Schachtstösse gegen die Einwirkung der Atmosphärien Scheibenmauern von 1 Stein Stärke aufgeführt werden.

Leider hat man sich im Ruhrbezirk bisher nur in verhältnismässig seltenen Fällen zu einer nachträglichen Aenderung des Ausbaues entschliessen können, weil derselbe besonders bei Förderschächten mit Schwierigkeiten verbunden ist und einmalige Ausgaben verursacht, welche meist ein vielfaches der laufenden Unterhaltungskosten betragen. Auf einige Fälle soll im Nachstehenden näher eingegangen werden.

### 1. Nachträgliche Ausmauerung.

#### a) Zollverein I und II.

Die beiden Schächte standen von 116 bis 340 m, bzw. 116 bis 275 m Teufe noch in Holzausbau von  $4,29 \times 4,29$  bzw.  $4,32 \times 4,55$  m lichter Weite. Um die laufenden Unterhaltungskosten zu vermindern, kleidete man in den Jahren 1882 bis 1886 den Schacht hinter den hölzernen Geviere mit vierbogiger Mauerung aus. Da in beiden Schächten Förderung umging, konnte die Arbeit nur in der Nachtschicht an vier Tagen der Woche ausgeführt werden. In einer Schicht wurden die Schachtstösse auf eine Höhe von 1,25 m nachgerissen und in der nächsten die Mauerung aufgeführt. Man stellte im Monat etwa 8 lfd. Meter fertig. Die Ausgaben je laufendes Meter betragen einschliesslich aller Nebenkosten etwa 300 M.

#### b) Centrum I.

Der Ausbau des Schachtes bestand zwischen der III. und V. Sohle von 238 bis 368 m Teufe aus hölzernen Geviere, im Uebrigen aber aus Mauerung von 5 m l. Durchmesser. Im Jahre 1894 entschloss man sich, den Holzausbau ebenfalls durch Mauerung von 5 m Durchmesser zu ersetzen. Die Arbeit fand unterhalb einer Sicherheitsbühne statt, da über

der II. Sohle Förderung umging. Der monatliche Fortschritt betrug 16 m, während sich die Kosten, wie folgt, stellten:

Löhne . . . . .	42 328 M.
Materialien . . . . .	10 950 »
	<hr/>
Zusammen	53 278 M.

d. i. je laufendes Meter 409 M.

### c) Carolus Magnus, Wetterschacht.

Der Schacht, welcher hauptsächlich zur Wetterführung, nebenbei aber auch zur Förderung dient, war von 206 bis 405 m Teufe mit hölzernen Gevieren von  $3,42 \times 4,25$  m l. Weite ausgekleidet und stand teilweise nicht unerheblich in Druck. Da auch der teils aus Mauerung und teils aus Tubblings bestehende Ausbau von 4,25 m l. Durchmesser im oberen Schachtteil schadhaft war, begann man im Jahre 1895 den ganzen Schacht bis zu Tage mit einem neuen Ausbau aus kreisrunder Mauerung von 3,30 m l. Durchmesser zu versehen.

Die Arbeiter standen beim Mauern auf einer festen Bühne, welche aus durchloctem Blech hergestellt war, um die Wetterführung nicht zu unterbrechen. Zur Förderung benutzte man Fördergestelle. Die hölzernen Geviere wurden zum grössten Teile entfernt, während man im oberen Schachtteil die Mauerung vor dem alten Ausbau auführte. Die nachträgliche Ausmauerung nahm ein Jahr in Anspruch, was einem monatlichen Fortschritt von etwa 34 m entspricht. An Löhnen der Schachthauer sowie für Mauer-Materialien wurden 121 M. je laufendes Meter verausgabt. Hierzu muss jedoch noch ebensoviel für neue Einstriche, Fahrten und Fahrbühnen, Löhne der Tagesarbeiter, Aufsicht, Kohlenverbrauch u. s. w. gerechnet werden, sodass sich die Gesamtkosten je laufendes Meter auf etwa 350 M. belaufen haben dürften.

Der Schacht befindet sich jetzt in fast tadellosem Zustande. Nur an einer Stelle, wo ein Flötz bis nahe an den Schacht abgebaut worden ist, macht sich noch Druck bemerkbar.

### d) Graf Beust II.

Wesentlich schwieriger und kostspieliger als in den vorhergehend beschriebenen Fällen war die nachträgliche Ausmauerung des Schachtes II der Zeche Graf Beust, da es sich hier darum handelte, die rechteckige Form der Schachtscheibe von  $1 \times 3$  m l. Weite in eine kreisrunde von 5 m umzuändern, sodass der Querschnitt von 3 auf etwa 20 qm erhöht wurde. Dazu kam noch, dass der Schacht, welcher bis 2 m aus dem Lote geraten war, wieder möglichst gerade gerichtet werden sollte. Der Umbau erstreckte sich von Tage bis 308 m Teufe; das Nachreissen der Stösse und die Herstellung der Mauerung geschah gleichzeitig in Absätzen von etwa 20 m,

welche vor dem Ausmauern provisorisch mit Eisenringen ausgekleidet wurden. Unter den Leuten, welche die Mauerung aufführten, waren zwei feste Bühnen so angebracht, dass zwischen denselben die Wetter durchströmen konnten. Zum Einlassen des Mauermaterials diente die Kübelförderung. Die Leute, welche das Nachreissen besorgten, arbeiteten über einer Bühne aus durchlochem Blech. Die Berge wurden in Holzkästen nach unten gefördert. In jeder Schicht waren sechs Gesteinsarbeiter und sechs Maurer beschäftigt.

Die Arbeit wurde in der Zeit vom 1. Februar 1894 bis zum 30. September 1895 vorgenommen, sodass der monatliche Fortschritt sich zu 15 m berechnet. Die Kosten stellten sich folgendermassen:

Löhne . . . . .	174 749 M.
Materialien . . . . .	154 804 »
Verschiedenes . . . . .	19 213 »
	<hr/>
Zusammen	348 766 M.

d. i. je laufendes Meter 1147 M.

Da die Mergelüberlagerung bei dem Schachte nur 37 m mächtig ist, hätte das Abteufen eines neuen Schachtes etwa 200 M. je laufendes Meter weniger gekostet (vergl. die Angaben über die Kosten beim Abteufen von Hand, S. 148 ff). Die Lageverhältnisse über Tage nötigten jedoch zum Umbau des vorhandenen Schachtes.

#### e) Graf Beust I.

Später ging man daran, auch den Schacht I von 45 bis 400 m Teufe nachträglich auszumauern. Der ursprüngliche Querschnitt im Lichten der Holzzimmerung betrug  $3,32 \times 4,03$  m. Man wählte vierbogige Mauerung von  $3,23 \times 3,61$  m l. Weite. Das Nachreissen der Stösse erfolgte in der Hauptsache von unten nach oben fortschreitend. Nur von 240 bis 315 m Teufe war der Schacht in so schlechtem Zustande, dass man ihn in diesem Schachtteil verfüllen und sodann von oben nach unten nachreissen musste.

Die Arbeit dauerte vom 1. Juni 1896 bis 15. Oktober 1897, der monatliche Fortschritt belief sich somit auf 21,5 m, während sich die Kosten für das Nachreissen und Ausmauern auf 223 M. je laufendes Meter stellten. Werden hierzu noch die sonstigen Ausgaben gerechnet, so erhält man etwa 350 M. je laufendes Meter.

### 2. Ersatz hölzerner Geviere durch schmiedeeiserne.

#### a) Ver. Wiesche I.

Der Schacht, welcher einen lichten Querschnitt von  $1,84 \times 5,44$  m besitzt, war in früheren Jahren sehr vernachlässigt worden, sodass man

sich im Jahre 1896 genötigt sah, einen neuen Schacht abzuteufen. Nachdem die Förderung in diesen verlegt war, ging man daran, im alten Schachte den Holzausbau, welcher sich von 200 bis 442 m Teufe erstreckte, zu beseitigen und an seiner Stelle schmiedeeiserne Geviere einzubauen und hinter diesen die Stösse mit Scheibenmauern auszukleiden. Der Umbau rückte von oben nach unten vor. Die Leute standen auf einer Bühne, die mittelst Haken an die oberen Geviere angehängt wurde. An manchen Stellen waren in den Stössen bis 5 m tiefe Hohlräume vorhanden, welche mit Mauerung ausgefüllt wurden. Die Steigrohrleitung einer alten Pumpe hatte sich im Schachte so festgeklemmt, dass sie durch Sprengarbeit beseitigt werden musste. Es kam vor, dass unter den Leuten zahlreiche Geviere der Holzzimmerung sich loslösten und in den Schacht hinabfielen.

Der Umbau kostete bei einer Leistung von durchschnittlich 10 m im Monat je laufendes Meter Schacht 337 M., worin 80 M. an Löhnen für die Beseitigung der alten Zimmerung und der Pumpe und 257 M. an Löhnen und Materialien für die Herstellung des neuen Ausbaus enthalten sind.

#### b) Hagenbeck I.

Der Ausbau bestand von 30 m unter Tage bis zur Schachtsohle bei 300 m Teufe aus hölzernen Geviere, hinter welchen man Scheibenmauern aufgeführt hatte. Ursprünglich war der Schacht zur Förderung eingerichtet gewesen, seit längerer Zeit aber nur noch als Wasserhaltungs- und Wetterschacht benutzt worden. Das eine Fördertrumm hatte man bis zur II. Sohle bei 166 m Teufe durch eine Mauer abgeschlossen und teilweise mit Bergen verfüllt. Da der Schacht wieder zur Förderung eingerichtet werden sollte, musste das Trumm aufgewältigt werden. Von der II. Sohle abwärts war dasselbe überhaupt nicht vorhanden, sodass von da ab die Schachtscheibe entsprechend vergrößert werden musste. Die eisernen Geviere, welche zum Einbau gelangten, hatten einen lichten Querschnitt von 1,84×5,62 m. Wo die Scheibenmauerung noch fehlte, wurde sie neu hergestellt.

Die Kosten für den Umbau, mit welchem Anfang Oktober 1899 begonnen wurde, stellten sich bis 245 m Teufe, wie folgt:

Löhne . . . . .	26 294 M.
Mauer-Materialien . . . .	21 420 »
Schmiedeeiserne Geviere .	23 801 »
Verschiedenes . . . . .	2 000 »

Zusammen 73 515 M.

d. i. je laufendes Meter 342 M. Die Leistung betrug 16 m im Monat.

**c) Centrum II.**

Im Jahre 1900 begann man den hölzernen Ausbau von 4,40×5,5 m l. Weite, welcher von 120 bis 417 m Teufe reichte, durch eiserne Geviere mit Bretterverzug zu ersetzen. Der Umbau konnte wegen der sehr lebhaften Förderung wöchentlich nur in der Zeit von Samstag Abend bis Sonntag Abend in 2 Doppelschichten von je 12 stündiger Dauer vorgenommen werden. In jeder Doppelschicht wurde ein neues Gevier eingebaut, sodass sich bei einem Abstand der Geviere von 1 m ein monatlicher Fortschritt von etwa 8 m ergibt. Die Kosten an Löhnen und Materialien betragen 405 M. je laufendes Meter Schacht. Näheres hierüber siehe in dem Abschnitt über schmiedeeisernen Ausbau, S. 66 ff.

**III. Reparaturen an gusseiserner Cuvelage.**

Zu den schwierigsten Schachtreparaturen gehören diejenigen an gusseiserner Cuvelage, weil die gusseisernen Tubblings schwer zu bearbeiten sind und die Arbeit durch die Wasser, welche an den auszubessernden Stellen hervortreten, behindert wird. Ausserdem ist ein Ausbau der beschädigten Tubblings wegen der Grösse der Wasserzuflüsse, die hinter denselben zurückgehalten werden, vielfach nicht möglich. Dies gilt besonders für die aus ganzen Schachtringen bestehende Kind-Chaudron-Cuvelage.

**1. Gewöhnliche Cuvelage.****a) Hannover II.**

Die aus englischen Tubblings von 4,05 m l. Durchmesser hergestellte Cuvelage hatte in einem Tubblingssatze, welcher von 58 bis 81 m Teufe reichte, schon seit längerer Zeit erhebliche Beschädigungen gezeigt, sodass der Wasserzufluss im Schachte sich vermehrte. Die Cuvelage war von vertikalen Rissen durchsetzt, hatte an mehreren Stellen eine ovale Form erhalten und einige Segmente waren gegen einander verschoben. Im Jahre 1897 entschloss man sich daher, den beschädigten Tubblingssatz zu beseitigen und durch deutsche Tubblings zu ersetzen. Die englischen Tubblings wurden von oben nach unten fortschreitend ausgebaut, wobei der Keilkranz des oberen Satzes durch ein Sprengwerk unterfangen und die Schachtstösse mit einer provisorischen Auskleidung aus Grubenschienen versehen wurden. Sodann wurden auf einem Keilkranze von 0,26 m Höhe 15 Aufsatzkränze von 1,5 m Höhe eingebaut und durch einen Passring von 0,50 m Höhe an den oberen Tubblingssatz angeschlossen. Die Arbeit dauerte vom 1. bis 30. September 1897.

Die Kosten betragen:

Löhne . . . . .	5 801 M.
Tubbings nebst Betonierung und allem Zubehör . . . . .	27 380 „
Verschiedenes . . . . .	400 „
	<hr/>
Zusammen	33 581 M.

oder je laufendes Meter 1 460 M.

### b) Hansa I.

Aehnliche Beschädigungen wie auf Hannover II wies auch die englische Cuvelage von 4,40 m l. Durchmesser bei dem Schachte Hansa I auf. Die Beschädigungen erstreckten sich von 90 bis 105 m Teufe. Da der beim Abteufen durch die Cuvelage abgeschlossene Wasserzufluss bis zu 14 cbm be-



Fig. 363.

Reparatur der Cuvelage auf Hansa I.

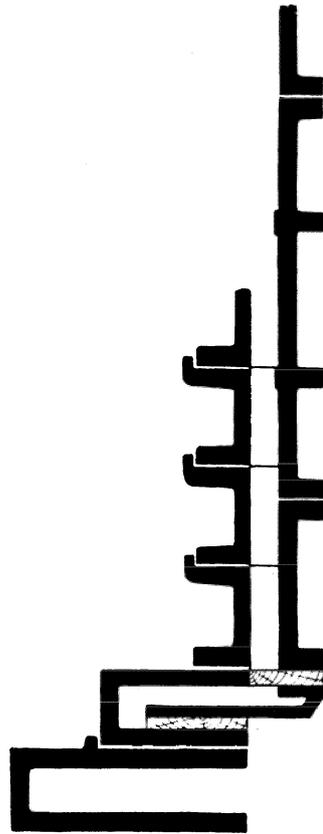


Fig. 364.

Reparatur der Cuvelage auf Hansa II.

tragen hatte, war man genötigt, von einem Ausbau der beschädigten Tubblings abzusehen und die neue Cuvelage vor die alte zu bauen. Zu diesem Zwecke wurden im Inneren eines Keilkranzes der alten Cuvelage Stahlplatten von 120 mm Breite, 300 mm Länge und 40 mm Stärke verlegt, welche als Unterlage für die neue Cuvelage dienen sollten (Fig. 363). Diese bestand aus einem 260 mm hohen Keilkranz und 17 deutschen Aufsatzkränzen von 1 m Höhe und 3,84 m l. Durchmesser. Der Zwischenraum zwischen dem neuen Keilkranz und der alten Cuvelage wurde mit Holzkeilen gefüllt und sodann pikotiert. Ebenso dichtete man auch die Fuge zwischen den Stahlplatten und dem alten Keilkranz einerseits, sowie dem neuen Keilkranz andererseits durch Pikotieren. Der Raum hinter den Aufsatzkränzen wurde mit Beton ausgegossen. Die Arbeit fand ohne Unterbrechung in der Zeit vom 15. Juli bis 1. Dezember 1898 statt. Unterdessen war die Förderung eingestellt.

Die Kosten sind nachstehend angegeben:

Löhne . . . . .	6 403 M.
Materialien . . . . .	27 498 „
	Zusammen 33 901 M.

d. i. je laufendes Meter 1 964 M.

### c) Hansa II.

Die ebenfalls aus englischen Tubblings von 4,40 m l. Durchmesser bestehende Cuvelage war von 100 bis 105 m Teufe beschädigt. Wegen der grossen Menge der abgeschlossenen Wasser musste auch hier die neue Cuvelage vor die alte gesetzt werden. Als Unterlage für die neue Cuvelage, welche einen l. Durchmesser von 3,82 m erhielt, benutzte man Stahlkonsolen von 160 mm Breite, 300 mm Länge und 110 mm Höhe, die in den Keilkranz der alten geschoben wurden (Fig. 364). Die neue Cuvelage war aus einem 572 mm hohen Keilkranz und fünf Aufsatzkränzen von 1,345 m Höhe zusammengesetzt. Da die Förderung in dem Schachte aufrecht erhalten werden musste, konnte der Umbau nur während der Nacht und an Sonn- und Feiertagen vorgenommen werden. Die Arbeit nahm die Zeit vom 1. Juli bis 1. Oktober 1899 in Anspruch und erforderte

an Löhnen . . . . .	4 312 M.
„ Materialien . . . . .	20 569 „
	Zusammen 24 881 M.

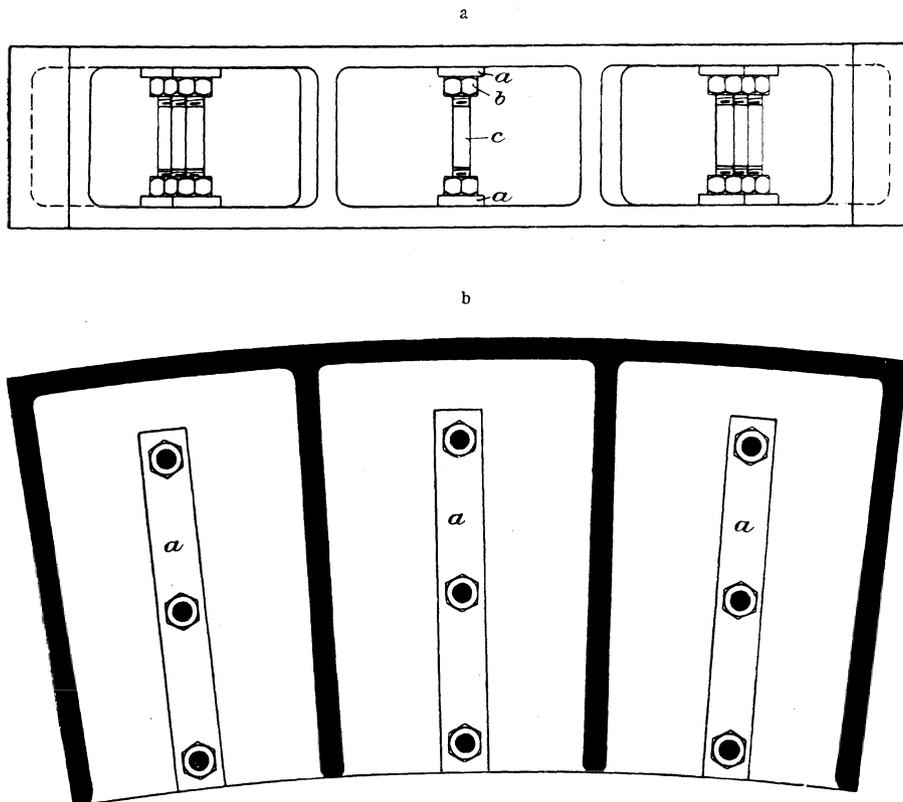
oder für das laufende Meter 3 408 M.

Der Grund für die höheren Kosten gegenüber dem Schacht I ist in der schwierigeren Arbeit, den höheren Ausgaben für die Stahlkonsolen,

vor allem aber in der geringen Anzahl der Tubblings zu suchen, durch welche sich der Einzelpreis erhöhte.

**d) Kölner Bergwerksverein, Wetterschacht der Schachanlage Anna.**

Der Schacht ist von 5 bis 70,5 m Teufe mit deutschen, bearbeiteten Tubblings von 3,20 m l. Durchmesser ausgekleidet. Bald nach dem Einbau im Jahre 1897 traten infolge von Gussfehlern an mehreren Keilkränzen sowie an einem Aufsatzkranze Risse auf, welche Wasser durchliessen. Um



*Fig. 365.*

Versteifung der Keilkränze der gusseisernen Cuvelage auf Kölner Bergwerksverein, Anna, Wetterschacht.

ein weiteres Reissen der Keilkränze zu verhindern, brachte man an denselben Versteifungen an (Fig. 365 a und b). Diese waren aus je zwei Schmiedeeisenplatten *a* hergestellt, welche durch die mit den Schraubmuttern *b* versehenen Bolzen *c* auseinandergehalten wurden. Zur Abdichtung wurde die offene Seite der gerissenen Keilkränze durch Schmiede-

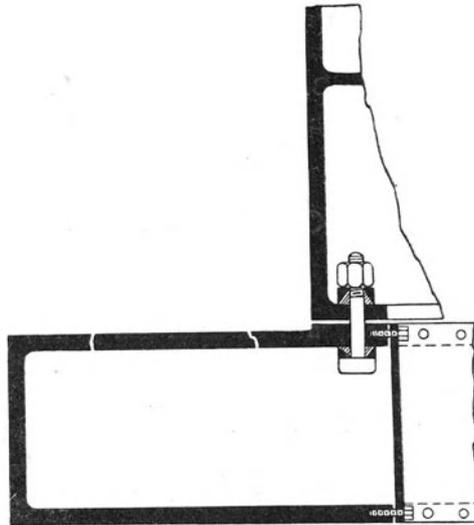


Fig. 366.

Reparatur eines Keilkranzes der gusseisernen Cuvelage auf Kölner Bergwerksverein Anna, Wetterschacht.

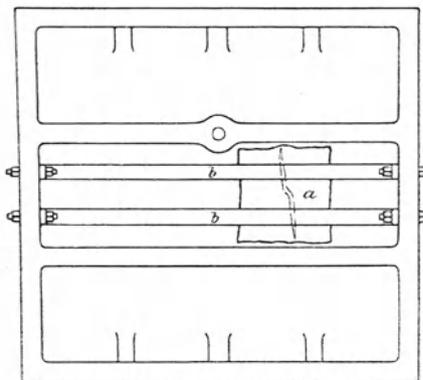


Fig. 367.

Reparatur eines Aufsatzkranzes der gusseisernen Cuvelage auf Kölner Bergwerksverein, Anna, Wetterschacht.

eisenbleche von 13 mm Stärke geschlossen (Fig. 366), welche man durch Schrauben befestigte und mit Bleiplatten hinterlegte.

Der Riss in dem Aufsatzkranze wurde in der aus Figur 367 ersichtlichen Weise abgedichtet. Die Platte a sowie die Bänder b bestanden aus

Schmiedeeisen. Erstere wurde mit Blei hinterlegt, welches in den Fugen verstemmt wurde.

Neben den angegebenen Beschädigungen fanden sich an einigen Aufsatzkränzen kleine Löcher, die ausgebohrt und mit Kupfernieten geschlossen wurden.

## 2. Kind-Chaudron-Cuvelage.

### a) Gneisenau I\*)

Bei dem Schachte Gneisenau I war in den Jahren 1882 bis 1885 von 163 bis 246 m Teufe das Kind-Chaudron-Verfahren zur Anwendung gelangt und der Schacht mit ganzen Schachtringen von 3,65 m l. Durchmesser ausgekleidet worden. Anfang der 90er Jahre beobachtete man bei 200 m Teufe eine allmählich fortschreitende Verschiebung zweier Schachtringe gegeneinander, infolge deren ein Teil der Verbindungsschrauben abgesciebert und die aneinander stossenden Flanschen zerrissen wurden. Ausserdem verloren die beiden Schachtringe ihre kreisrunde Form. Im Laufe der Zeit trat an der Bruchstelle Wasser durch, welches sich schliesslich so vermehrte, dass nichts übrig blieb, als einen Abdichtungsring einzubauen. Dieser (Fig. 368 a—e) setzte sich aus acht Segmenten zusammen, welche durch Schrauben miteinander verbunden wurden und teils aus Gusseisen, teils aus Stahlguss hergestellt waren. Für diejenigen Segmente, welche wegen der Nähe der Förderkörbe, nur eine geringe Wandstärke erhalten konnten, hatte man Stahlguss gewählt. Den Schluss bildete ein Stück A, welches Keilform besass, da man die einzelnen Segmente wegen der vorstehenden Flanschen und Rippen von der Mitte nach der Peripherie zu zusammenschieben musste. Der Ring wurde oben und unten durch je zwei Holzringe gegen die zunächst gelegenen Rippen der Tubbinge verstrebt und sodann durch Pikotieren eine vollständige Abdichtung erzielt. Während des Pikotierens lief das Wasser durch zwei an dem Ring angebrachte Ventile ab, welche später geschlossen wurden. Der Zufluss hatte zuletzt bis zu 4 cbm betragen.

Nach fünf Jahren trat zum zweiten Male eine Verschiebung der beiden Schachtringe ein, sodass die Cuvelage abermals undicht wurde. Man hielt es daher jetzt für geraten, an der betreffenden Stelle eine engere Cuvelagesäule vor die alte zu bauen (Fig. 369). Vor dieser Massregel hatte man sich bisher gescheut, weil sie zur Folge hatte, dass die bisherigen Förderkörbe mit zwei Wagen hintereinander durch solche mit nur einem Wagen auf jeder Etage ersetzt werden mussten.

Die engere Cuvelagesäule erhielt eine Höhe von 15 m bei 2,80 m l. Durch-

---

\*) Glückauf 1899, S. 541.

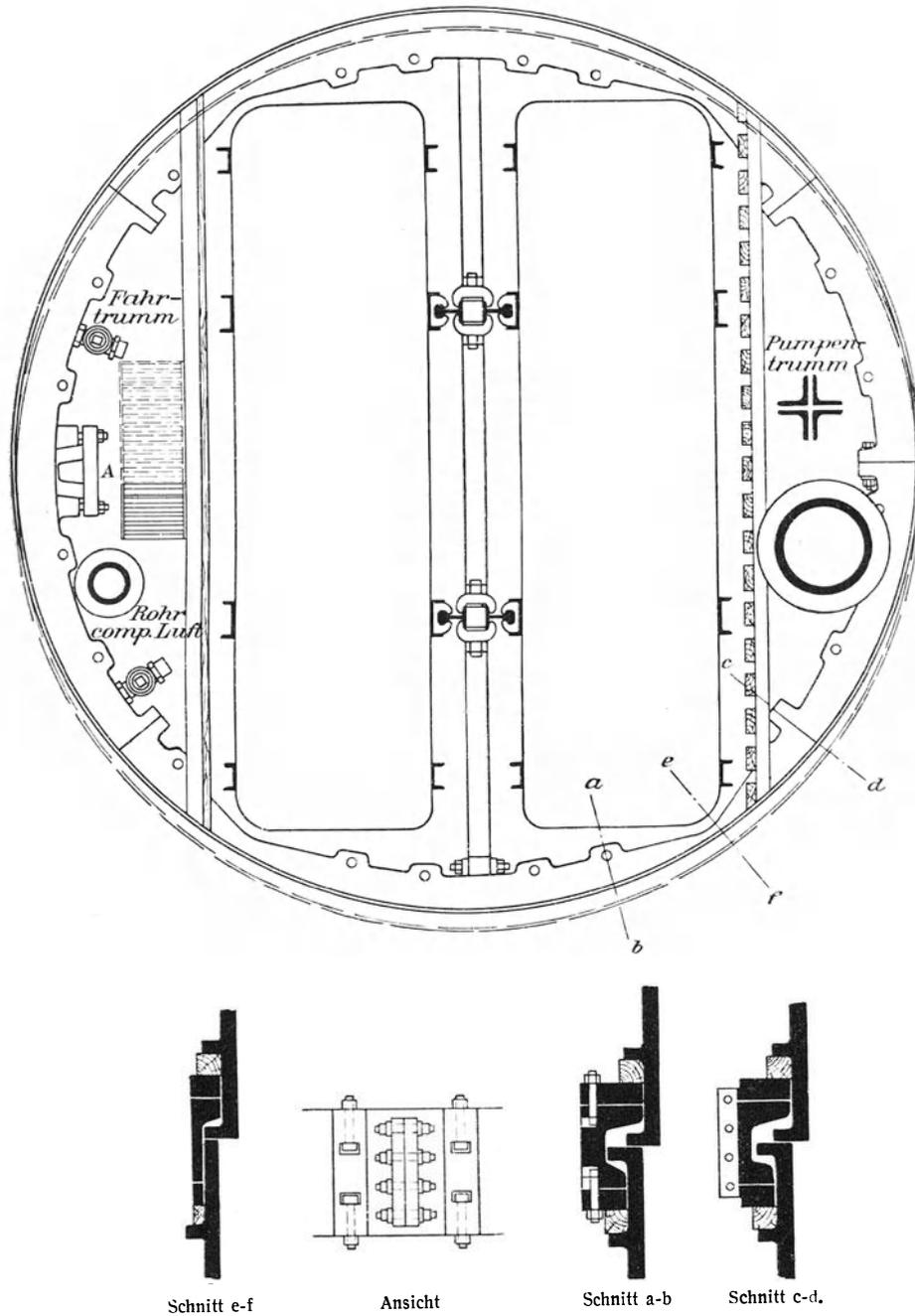
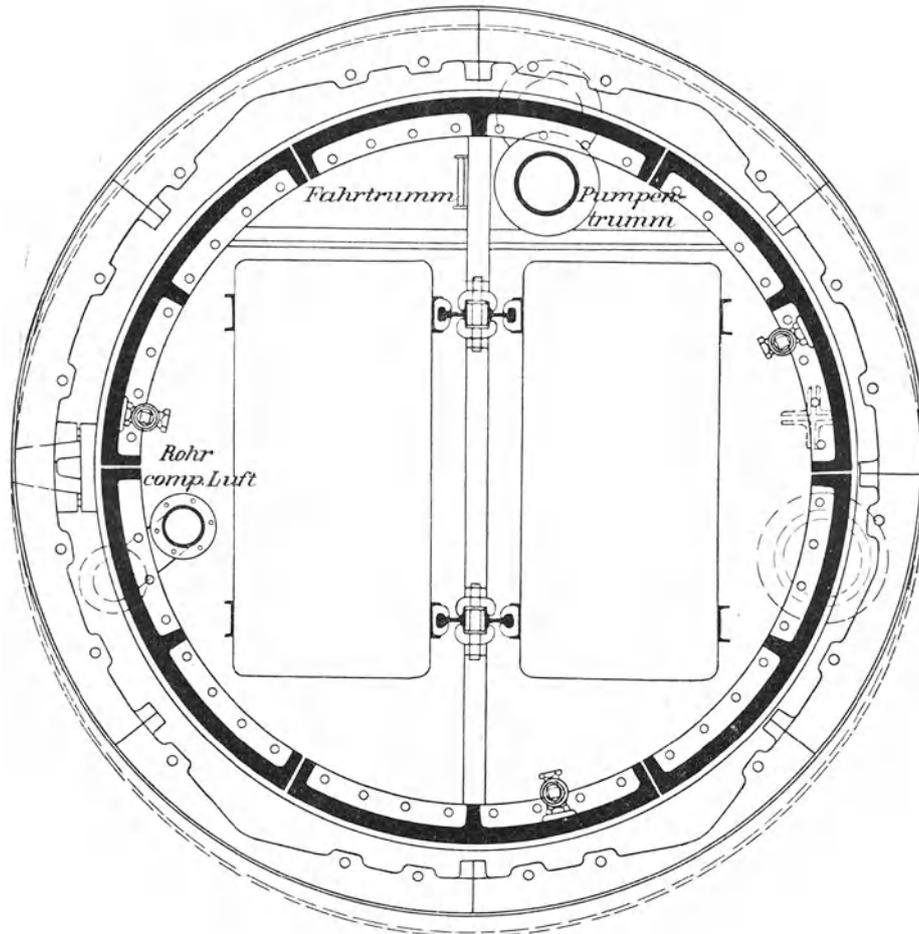


Fig. 368.

Abdichtungsring für die leckgewordene gußeiserne Cuvelage auf Gneisenau.

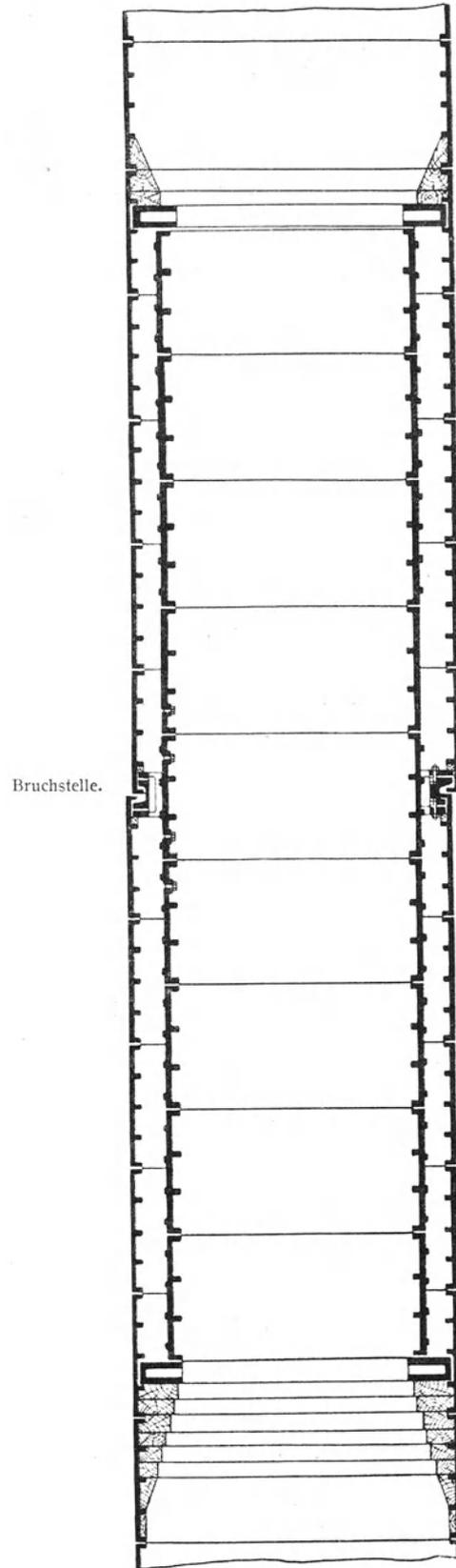
messer und 70 mm Wandstärke. Vor dem Einbau, welcher über einer aus durchlochem Blech bestehende Arbeitsbühne geschah, wurde die Pressluftleitung durch Einschaltung von Krümmern ein Stück nach Innen gerückt. Den Fuss der Cuvelage bildete ein Keilkranz (Fig. 370), welcher mit



*Fig. 369.*

Zweite Abdichtung für die leck und unrund gewordene Cuvelage auf Gneisenau.

Cement hinterfüllt und gegen die darüber liegende Verstärkungsrippe durch Pikotage abgedichtet wurde. Zur Verlagerung desselben wurden zunächst übereinander zwei Reihen eichene Spreitzen eingebaut. Darüber kamen sechs Holzringe, deren Breite nach oben immer grösser wurde und hierauf der Keilkranz. Auf diese Weise wurde das Gewicht der Cuvelage



*Fig. 370.*

Reparatur der Cuvelage auf Gneisenau.

auf je vier Flanschen und Verstärkungsrippen verteilt. Die Aufsatzkränze waren 1 508 mm hoch und bestanden aus je sechs Segmenten. Der Zwischenraum zwischen denselben und der alten Cuvelage wurde mit Beton ausgegossen. Damit dieser besser haftete, waren die vier unteren Ringe auf der Aussenseite mit je vier Rippen versehen. An der Stelle, wo aus der alten Cuvelage das Wasser austrat, hinterfüllte man die Tubblings mit Sandstein-Kleinschlag. Um das Wasser abfließen lassen zu können, waren am 4., 5. und 6. Ring im Ganzen 24 Löcher angebracht, welche nach Beendigung der Arbeiten durch Gewindepfropfen verschlossen wurden. Zum Abschluss der Cuvelage nach oben diente ein zweiter Keilkranz, welcher sich oben an eine Verstärkungsrippe der alten Cuvelage anlehnte und gegen letztere in derselben Weise wie der untere Keilkranz abgedichtet wurde. Auf dem oberen Keilkranz verlagerte man noch einen Holzring und verstreute ihn nach oben durch konische Spreitzen.

Die Arbeit, welche in der Zeit vom 26. April bis 5. Juni 1898 vorgenommen wurde, ist vollständig gelungen. Die Ausgaben für den Einbau der Cuvelage betragen an

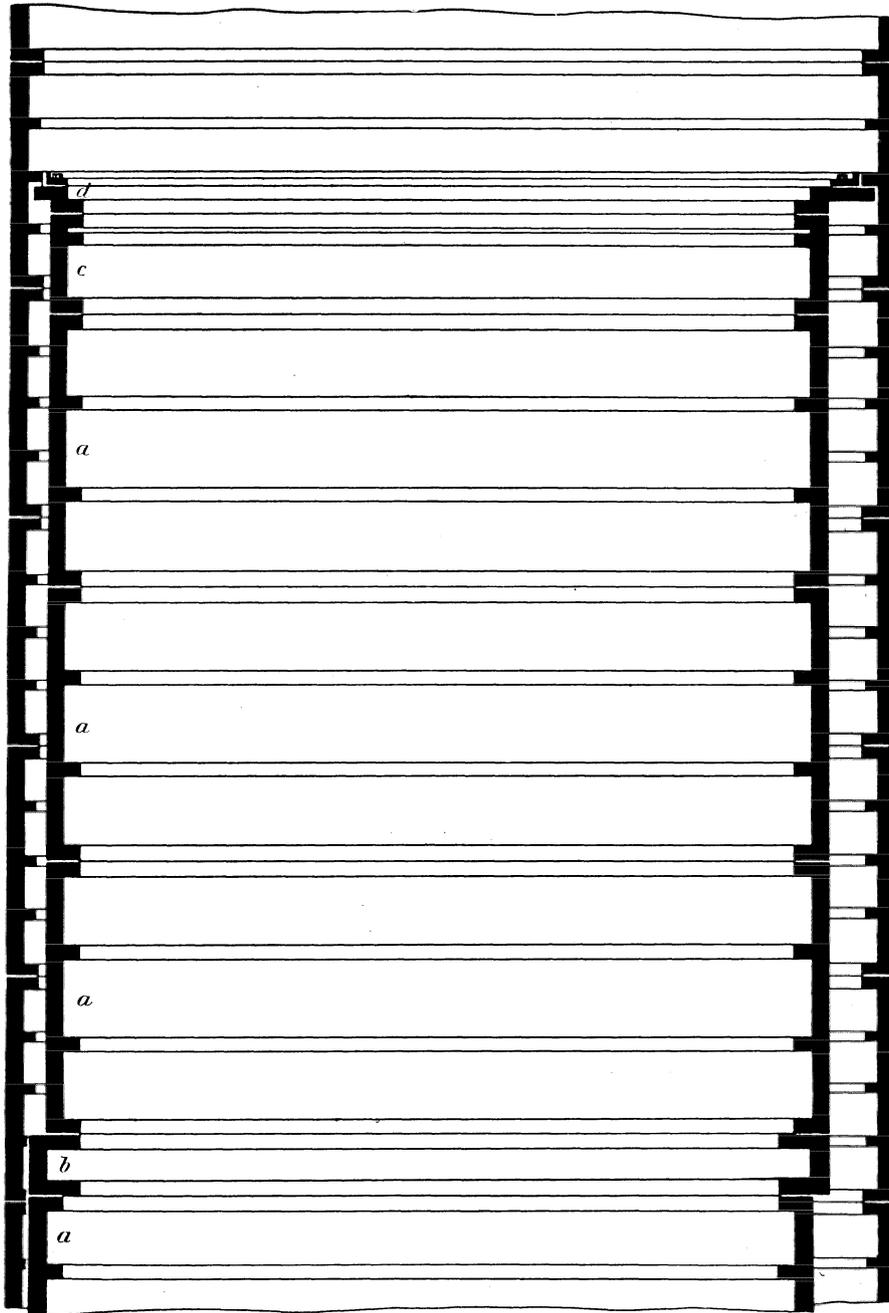
Löhnen . . . .	7 120 M.
Materialien . . .	20 405 »
Verschiedenem . .	975 »
Zusammen	<u>28 500 M.</u>

oder 1 900 M. für das laufende Meter. Hierbei sind die Kosten, welche durch den vorher erfolgten Umbau der Fördereinrichtungen und die Einstellung der Förderung während des Umbaues verursacht wurden, nicht mitgerechnet.

#### b) Adolf von Hansemann III. \*)

Auf Adolf von Hansemann III wurde zu Anfang des Jahres 1900 bei 236 m Teufe ein Schachtring der von 184 bis 253 m Teufe vorhandenen Kind-Chaudron-Cuvelage von 4,40 m l. Durchmesser schadhafte. Zuerst trat ein Bruch an dem unteren Flansch des Schachtringes auf, welcher auf eine Kreisbogenlänge von  $1\frac{1}{2}$  m um einige cm nach der Schachtmittle zu verschoben wurde. Bei dieser Verschiebung rissen die Schrauben, welche zur Verbindung mit dem nächst unteren Ring dienten, durch. Nach und nach sprangen noch mehrere Stücke von dem Flansch ab und zuletzt erhielt der Ring eine Anzahl senkrechter Risse. Die an der Bruchstelle austretenden Wassermengen nahmen allmählich bis auf 3 cbm in der Minute zu.

\*) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1901, Bd. XLIX, B S. 304 und 1902, Bd. L, S. 363.



*Fig. 371.*

Reparatur der gusseisernen Cuvelage auf Adolf von Hanseemann III.

Um ein Hereinbrechen des Schachtringes zu verhüten, erhielt derselbe zunächst eine Verstärkung durch vier aufeinander gelegte  $\square$  Eisenringe. Später entschloss man sich zum Vorbau einer engeren Cuvelage. Zu diesem Zwecke wurden auf der Verstärkungsrippe eines Schachtringes der alten Cuvelage vier doppelte  $\square$  Eisenträger verlagert und von diesen aus kurze Träger nach den Stößen zu gelegt. Hierauf kamen sieben Eichenholzringe von 250 mm Höhe und 500 mm Breite, deren Fugen untereinander und gegen die alte Cuvelage pikotiert wurden. Die neue Cuvelage (Fig. 371) bestand im ganzen aus sieben Ringen a von 1,50 m Höhe, 3,80 m l. Durchmesser und 90 mm Wandstärke, einem Ring b von 330 mm Höhe, dem 540 mm hohen Passring c und dem Anschlussring d.

Der vierte Schachtring von 1,50 m Höhe, welcher vor der Bruchstelle liegt, kam am nordwestlichen Stosse so nahe an die hereingedrückte alte Cuvelage heran, dass sein Einbau erst möglich war, nachdem der untere Flansch und die Verstärkungsrippen des gebrochenen Ringes abgemeißelt waren. Die folgenden Ringe mussten um 85 mm nach Südosten verschoben werden, weshalb als Unterlagen für dieselben der 270 mm breite Ring b, dessen Durchmesser 3715 mm beträgt, eingebaut wurde.

Die einzelnen Ringe wurden mit Beton hintergossen und die zwischen dem Anschlussring und der Verstärkungsrippe der alten Cuvelage freigelassene Fuge pikotiert. Während des Einbaues der engeren Cuvelage flossen die zusitzenden Wasser durch eine Anzahl Ablassstutzen ab.

#### IV. Aufwältigungsarbeiten.

Der oben erwähnte schlechte Zustand mancher in Betrieb befindlichen Schächte mit hölzernem oder schmiedeeisernem Ausbau hat mehrfach zu Zusammenbrüchen Veranlassung gegeben. Zu nennen sind hier besonders Crone, Schacht Elisabeth (1887), Tremonia I (1890), Steingatt, Schacht Laura (1891), Prinz Wilhelm (1896), Borussia II (1896), der Förderschacht der Zeche Altendorf, Südliche Mulde (1896), Ver. Bonifacius II (1897), Friederika I (1898), Victoria Mathias, Schacht Gustav (1898) sowie der Förderschacht der Zeche ver. General und Erbstollen (1899). Bei einigen dieser Schächte (Steingatt und Victoria Mathias) war der Zusammensturz von solchem Umfang, dass die Aufwältigungsarbeiten mehrere Jahre in Anspruch nahmen und die Kosten derselben diejenigen für das Abteufen eines neuen Schachtes überstiegen. In anderen Fällen hat man es vorgezogen, den zusammengebrochenen Schacht aufzugeben und ihn durch einen neuen zu ersetzen (Altendorf, Südliche Mulde, und Friederika I). Auf Prinz Wilhelm wurde auch hiervon Abstand genommen und der Grubenbetrieb dauernd eingestellt.

Die unmittelbare Ursache des Zusammenbruches war in mehreren Fällen das Herabfallen eines schweren Gegenstandes im Schachte (z. B. Altendorf, Südliche Mulde, ver. General und Erbstollen und ver. Bonifacius II) oder das Herausreißen mehrerer Einstriche durch einen Wagen, der sich während des Ganges der Förderung aus dem Förderkorbe über den Korbrand vorgeschoben hatte (z. B. Victoria Mathias und Friederika I).

Auch bei Schächten, welche im Abteufen begriffen waren, ist es mehrmals vorgekommen, dass dieselben ganz oder teilweise zusammenstürzten und wieder aufgewältigt werden mussten (z. B. Wilhelmine Victoria I 1858, Monopol, Grimberg II 1893, Adolf von Hansemann III 1898, Zollern II 1898 und König Wilhelm III 1901).

In einigen wenigen Fällen hat man sich ferner entschlossen, einen verlassenen Schacht wieder in betriebsfähigen Zustand zu setzen (z. B. ver. Bickfeld, Kunstschacht 1897 bis 1902). Der Zeitaufwand und die Kosten, welche eine solche Arbeit verursachen, sind jedoch in der Regel so hoch, dass unbedingt hiervon abzuraten ist.

Die wichtigsten Aufwältigungsarbeiten sind im Nachfolgenden näher beschrieben.

### 1. In Betrieb befindliche Schächte.

#### a) Tremonia I.

Am 6. Februar 1890 stürzte der Schacht von 100 bis 140 m Teufe zusammen. Eine weitere Zertrümmerung wurde dadurch verhütet, dass in einer Teufe von 140 m zwei mächtige Gesteinsblöcke sich querstellten und so den Schacht nach unten verdeckten. Die Aufräumungsarbeiten, welche in dem Herausfordern der Gesteinsmassen und dem Einbau neuer Holzgeviere bestanden, dauerten vom 7. Februar bis 21. April, ergaben also einen monatlichen Fortschritt von 16 m. Die Hohlräume in den Stößen wurden mit altem Holz ausgefüllt. Die Leute waren angeseilt und standen meist auf den hereingestürzten Massen. Im Ganzen waren 28 Mann bei den Aufwältigungsarbeiten beschäftigt. Es wurden verausgabt:

a) für Löhne . . . .	8 334 M.
b) » Materialien . .	6 800 »
c) » Verschiedenes	1 000 »

Zusammen 16 134 M.

oder 403 M. für das laufende Meter.

Da der Schachteinsturz zu einer vollständigen Betriebseinstellung nötigte, wurde ausserdem durch Zahlung von Feierschichtengeldern, Bezug fremder Kohlen für die Kokerei u. s. w. ein Schaden von insgesamt

181 725 M. hervorgerufen. Hierbei sind die Kosten, welche durch Brüche in den Grubenbauen verursacht wurden, noch nicht mitgerechnet.

#### b) Steingatt, Schacht Laura.

In dem 530 m tiefen, vollständig mit Bolzenschrotzimmerung ausgekleideten Schachte erfolgte am 11. September 1891 an der Stelle, wo das mit 75° einfallende Flötz Trompete den Schacht durchsetzt, ein Zusammenbruch, durch welchen von 248 m Teufe abwärts bis zur Schachtsohle die ganze Zimmerung zertrümmert wurde. Der Bruch erstreckte sich am südlichen Schachtstosse von 248 m unter Tage bis zur II. Sohle bei 278 m Teufe und von da, dem Einfallen des Flötzes folgend, am nördlichen Stosse bis etwa 32 m unterhalb der II. Sohle (Tafel VIII, Oberer Schachtbruch). Durch die Zertrümmerung des Holzausbaues und die herabstürzenden Gesteinsmassen kam unterhalb der III. Sohle in der Nähe des Flötzes Dreckbank das Gebirge ebenfalls in Bewegung, sodass der Schacht auch von 379 bis etwa 430 m Teufe zusammenstürzte (Tafel VIII, Unterer Schachtbruch).

Bei den Aufwältungsarbeiten wurden neue Holzgeviere von 4,24 × 5,03 m l. Querschnitt eingebaut und gegen die Stösse durch Stempel verstrebt. Die Entfernung der Geviere betrug im Bereiche des oberen Schachtbruches 70 cm, weiter unterhalb ging man jedoch auf 20 cm herunter. Alle 3 bis 5 m legte man ein oder mehrere Traggeviere. Die Hohlräume in den Schachtstössen, welche bis 6 m tief waren, wurden mit Grubenholz und Faschinen ausgefüllt. Das Füllort der III. Sohle wurde mit Gewölbemauerung versehen, zu deren Unterstützung man am Schachte 0,75 m hohe eiserne Träger verlagerte. Später wurden die Bruchstellen noch teilweise mit Scheibenmauern ausgekleidet, welche ebenfalls auf eisernen, 0,50 m hohen Trägern errichtet wurden. Die Arbeiten fanden von zwei an Flaschenzügen hängenden Kübeln und den Fördergestellen aus statt. Von den letzteren wurde der eine von der Fördermaschine und der andere von einem Dampfkabel bewegt. Die Dauer der Arbeiten, bei welchen auf der Grube bis zu 150 Mann beschäftigt waren, betrug 3½ Jahre, der Fortschritt je Monat auf die Teufe von 248 bis 530 m berechnet somit nicht ganz 7 m. Die Kosten, welche die gewaltige Höhe von 753 369 M. erreichten, verteilen sich, wie nachstehend angegeben:

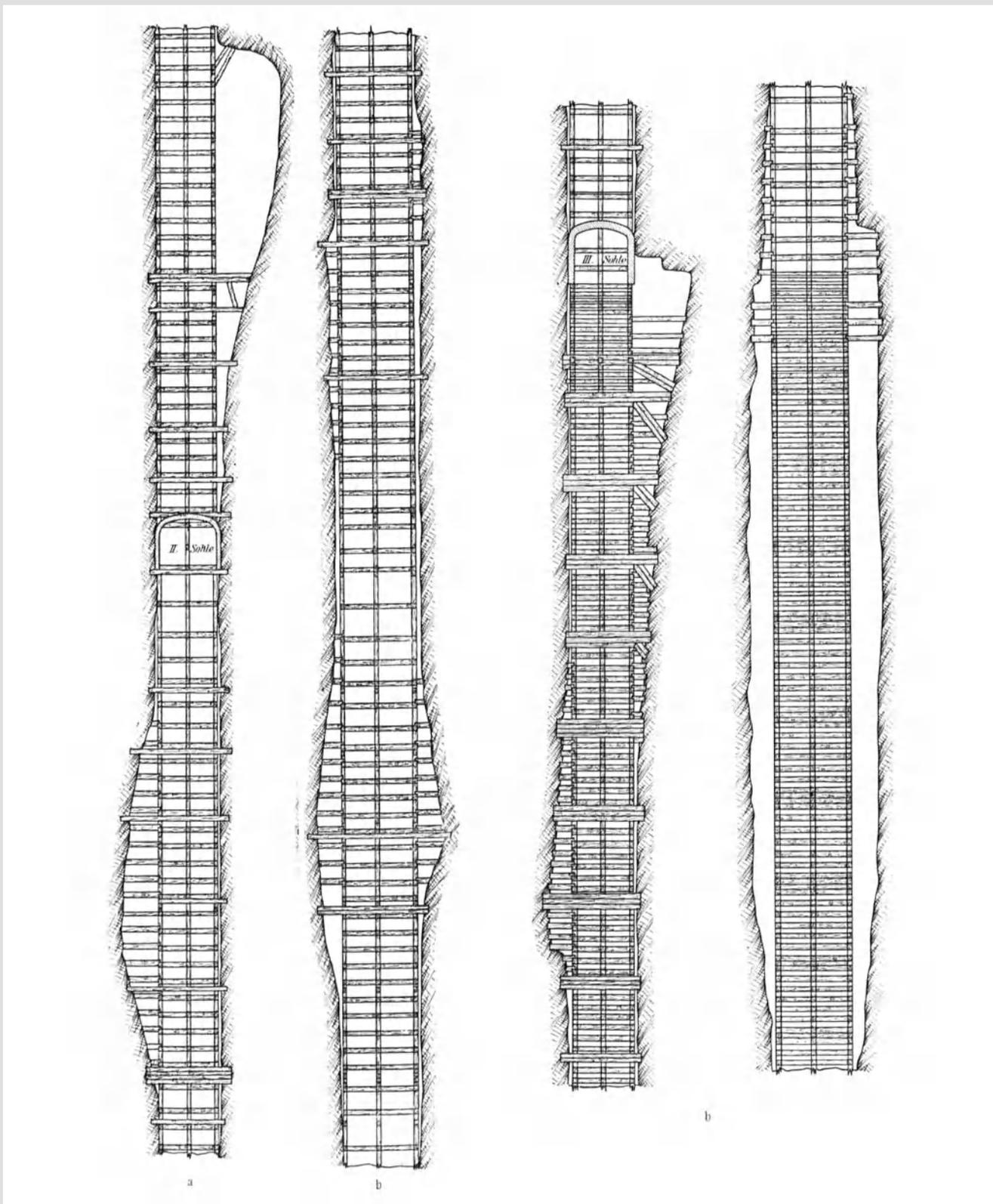
a) Löhne . . . . .	244 000 M.
b) Materialien einschliesslich Kohlenverbrauch	412 969 »
c) Verschiedenes . . . . .	96 400 »

Zusammen 753 369 M.

Aufwältigungsarbeiten auf Steingatt, Schacht Laura.

Oberer Schachtbruch.

Unterer Schachtbruch.



d. i. je laufendes Meter 2 672 M. Verteilt man die Summe auf die ganze Schachtteufe, so ergibt sich ein Betrag von 1 387 M. je laufendes Meter, d. i. etwa 4,50 M. mehr, als beim Abteufen eines neuen und mit Mauerung ausgekleideten Schachtes von demselben Querschnitt (lichter Durchmesser etwa 5,2 m) erforderlich gewesen wären.

#### c) Borussia II.

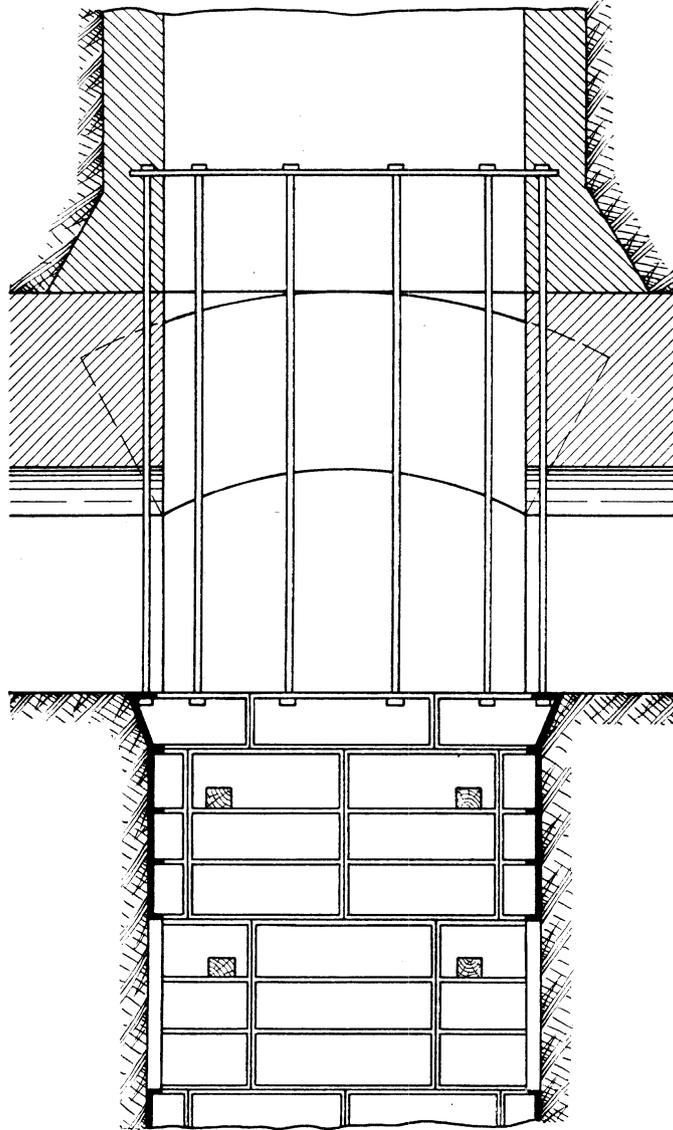
Durch die von der Dampfrohrleitung der unterirdischen Wasserhaltung herrührende Wärme war eine grosse Anzahl von Schachtgevierten stark angefault. Dazu befand sich der Schacht sehr im Druck. Infolgedessen geriet das Gebirge an einer früheren Bruchstelle, wo man 8 Jahre vorher die Hohlräume mit Faschinen ausgefüllt hatte, wieder in Bewegung, sodass der Schacht im Dezember 1896 von 275 bis 325 m unter Tage zu Bruch ging und ausserdem bis 389 m Teufe die Zimmerung stark beschädigt wurde. Die Aufwältigungs- und Reparaturarbeiten, bei welchen die Art des Ausbaues nicht geändert wurde, geschahen von einer schwebenden Bühne und einem der Fördergestelle aus. Sie nahmen die Zeit vom 1. März 1897 bis zum 30. September 1898 in Anspruch und erforderten einen Kostenaufwand von 101 883 M., oder, wenn man die Teufe von 275 bis 389 m berücksichtigt, von 894 M. je laufendes Meter. Der monatliche Fortschritt betrug 6 m.

#### d) Victoria Mathias, Schacht Gustav.

Der 429 m tiefe Schacht stand zum grössten Teile in Bolzenschrotzimmerung von  $4,39 \times 5,75$  m l. Weite; nur zwei kurze Stücke am oberen und unteren Ende waren ausgemauert. Die laufenden Unterhaltungskosten beliefen sich in den letzten Jahren auf durchschnittlich rund 28 000 M.

Am 19. August 1898 hatten die beiden Wagen auf der unteren Etage des aufgehenden Förderkorbes unter die südlichen Einstriche gefasst und dieselben von 397 m Teufe bis beinahe zu Tage fast sämtlich weggerissen. Die Besichtigung des Schachtes ergab ausserdem, dass bei etwa 260 m Teufe eine Anzahl Jöcher fehlten. Tags darauf, nachdem man mit den Reparaturarbeiten begonnen hatte, brach der Schacht von 240 bis 277 m Teufe zusammen. Die hereinstürzenden Massen verschütteten den Förderkorb, von dem aus die Reparaturarbeiten vorgenommen worden waren. Der Korb hatte bei 250 m Teufe gestanden und wurde ohne Reissen des Seiles bis 290 m unter Tage mitgenommen. Bei diesem Unfall kamen sechs Mann, darunter ein Steiger, zu Tode, welche sich teils innerhalb des Förderkorbes, teils ausserhalb desselben aufgehalten hatten.

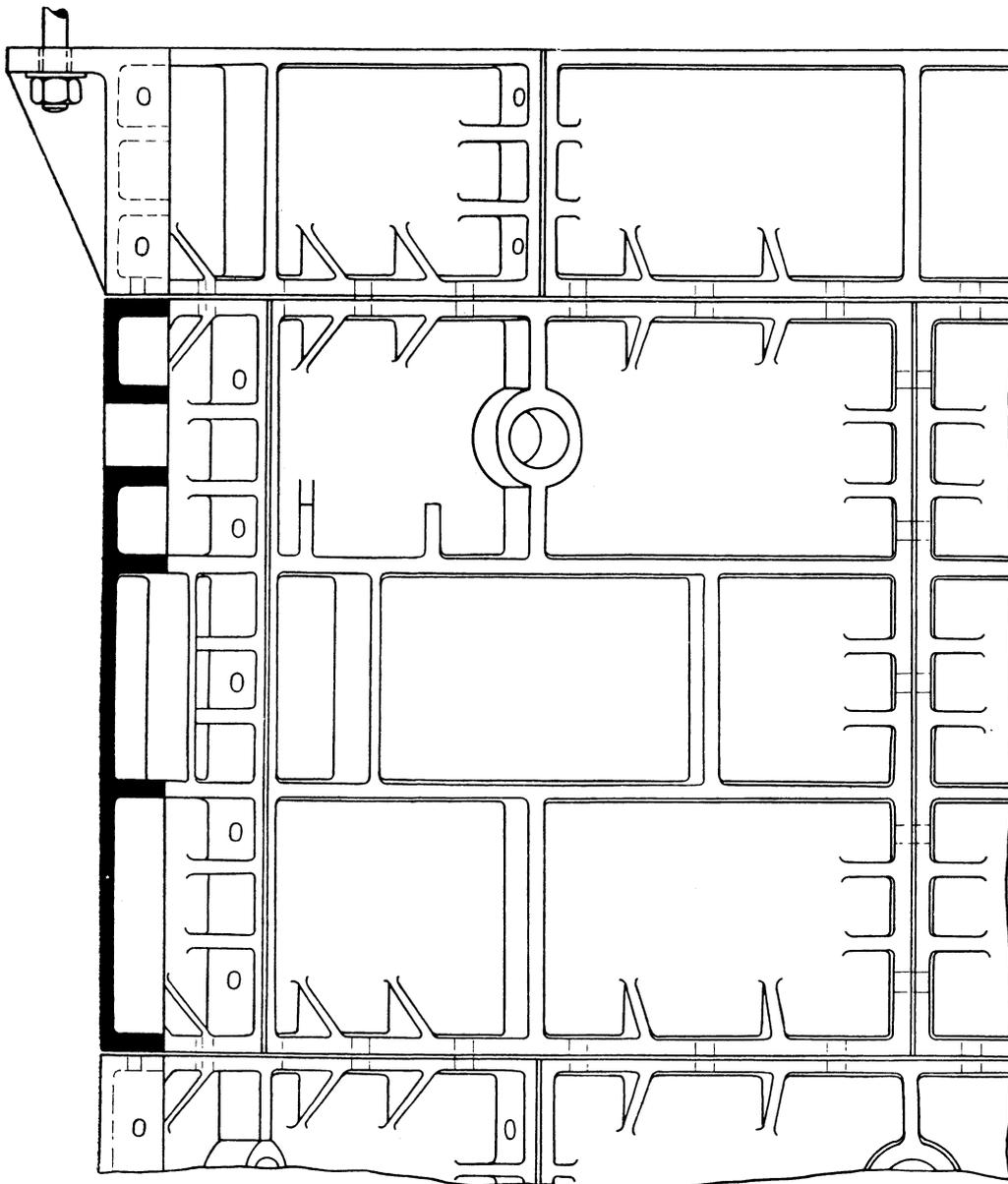
Man entschloss sich nun den Schacht bis 220 m Teufe mit Schlackensand zuzuschütten und kappte deshalb das Förderseil, welches über Tage



*Fig. 372.*

Mauerungs- und Tubbingausbau für Victoria Mathias, Schacht Gustav nach dem Zusammenbruch am 19. August 1898.

mittelst starker Klemmen an zwei Schachthölzern befestigt wurde. Als die Ausfüllung beendet war, rutschte das Seil durch die Klemmen hindurch und der Förderkorb sank in die Tiefe. Es wurde jetzt abermals Schlackensand eingefüllt und zwar diesmal bis 135 m unter Tage, nachdem



*Fig. 373.*

Unbearbeitete deutsche Tübbings für Victoria Mathias, Schacht Gustav.

man durch eine inzwischen vorgenommene genauere Untersuchung des Schachtes festgestellt hatte, dass bis 145 m Teufe Stellen vorhanden waren, die einen Einsturz befürchten liessen.

Hierauf ging man daran, den Schacht oberhalb des Schlackensandes

bis zu Tage auszumauern. Um der Schachtmauer einen festen Fuss zu geben, wurden bei 122 m Teufe am nördlichen und südlichen Stosse zwei Mauerbögen von 1,50 m Stärke, 4,83 m Spannweite und 0,70 m Bogenhöhe und über diesen am östlichen und westlichen Stosse zwei Bögen von derselben Stärke, 3 m Spannweite und 1,45 m Bogenhöhe hergestellt (Fig. 372). Die Schachtmauer erhielt 3 m Durchmesser und wurde mit Beton hinterfüllt. In Abständen von 20 m brachte man Entlastungsbögen an, denen als Widerlager die tief in die Stösse hineinreichende Betonhinterfüllung diente.

Als Ausbau in dem mit Schlackensand ausgefüllten Schachtteil wählte man gusseiserne Cuvelage, die den Vorteil bot, dass die Ringe der Hereingewinnung des Schlackensandes unmittelbar folgend untereinander gehängt werden konnten. Es gelangten unbearbeitete, deutsche Tubblings von 1,5 m Höhe, 3 m l. Durchmesser und 25 mm Wandstärke zur Anwendung. (Fig. 373). Jedes der sechs Segmente war mit einem Fülloch zur Einführung von Beton versehen. Der oberste Ring wurde mittelst 12 Ankerstangen von 70 mm Stärke an der Schachtmauerung aufgehängt (Fig. 372). Ausserdem baute man alle 20 bis 30 m zwei  $\perp$  Eisen-Balken N P 30 ein, welche durch Schlitze in den Tubblings gesteckt wurden und tief in die Stösse hineinreichten. Die einzelnen Balken bestanden aus zwei Stücken, die in der Mitte mittelst Laschen verbunden wurden.

Die Arbeiten dauerten, vom Tage des Zusammensturzes an gerechnet, 191½ Monate und waren am 1. April 1900 beendet. Es wurde somit die verhältnismässig hohe Leistung von 22,5 m je Monat erzielt. Obwohl man beim Abteufen in dem Schlackensand nach allen Seiten Bohrlöcher vortrieb, wurden von den Verunglückten nur die Leichen des Steigers und eines Schachthauers gefunden.

Ueber die Kosten der Arbeiten giebt die nachstehende Zusammenstellung Aufschluss:

1. Ausfüllung des Schachtes:	
a) Löhne . . . . .	5 883,46 M.
b) Materialien . . . . .	21 730,85 „
2. Herstellung der Schachtmauer von 122 m Teufe bis zu Tage, einschliesslich Herstellung der Fundamentbögen u. s. w.:	
a) Löhne . . . . .	18 328,10 „
b) Materialien . . . . .	30 833,32 „
3. Herstellung des Tubblingsausbaues von 122 bis 429 m Teufe:	
a) Löhne . . . . .	34 362,60 „
b) Materialien . . . . .	173 583,71 „
4. Sonstiges, Löhne und Materialien . . . . .	175 536,29 „
	<u>Zusammen 460 258,33 M.</u>

Auf das laufende Meter des gemauerten Schachtteiles entfallen 861 M. und auf das mit Tubblings ausgekleidete 1135 M. Im Durchschnitt wurden 1073 Mark je laufendes Meter verausgabt. Das Abteufen eines neuen Schachtes hätte trotz einer Erhöhung des Durchmessers von 3 auf 5 m je laufendes Meter noch etwa 100 bis 150 M. weniger gekostet. Es wären jedoch hierdurch zu kostspielige Veränderungen an den Tagesanlagen notwendig geworden.

#### e) Ver. Bonifacius II. \*)

Am 22. Juni 1897 stürzten auf Bonifacius II durch Ausrutschen eines eingemauerten Pumpenträgers der zweite und dritte Drucksatz der oberirdischen Wasserhaltung nebst den zugehörigen Steigrohrleitungen im Schachte herab. Hierdurch brach der Schacht von etwa 200 m unter Tage bis zum Schachtsumpfe bei 283 m Teufe zusammen, während bis zur I. Sohle (98 m) sämtliche Schachtgeviere herausgerissen wurden. Die hereinstürzenden Massen fielen auf den einen an der III. Sohle (226 m) stehenden Förderkorb der Hauptförderung und nahmen diesen ohne Reissen des Seiles mit in die Tiefe. Infolgedessen ging der andere Korb, auf welchen an der Hängebank die leeren Wagen gerade halb aufgeschoben waren, in die Höhe und verursachte erhebliche Beschädigungen an dem Fördergerüst. Das Seil riss, worauf der Korb sich in dem beschädigten Fördergerüst verfang. Gleichzeitig wurden auch die beiden Seilscheiben einer Hilfsförderung zertrümmert, sodass deren Körbe in die Tiefe stürzten.

Man ging nun sofort daran, den Schacht bis zur I. Sohle zuzuschütten. Als Füllmaterial benutzte man ein Gemenge von Schlackensand und Schlackenmehl, wozu noch Waschberge zugesetzt wurden. Da dieses Material die Eigenschaft besitzt, dass die einzelnen Bestandteile sich zu einer festen Masse verbinden, erschien es nicht erforderlich, die Schachtstöße beim Aufwältigen mit Mauerung zu verkleiden.

Während man mit dem Zuschütten des Schachtes beschäftigt war, stürzte auch ein Teil der Steigrohrleitung des ersten Drucksatzes herab und zertrümmerte bis 37 m unter Tage die noch unversehrt gebliebene Zimmerung. Man sah sich daher genötigt, die Ausfüllung noch bis dahin fortzusetzen.

Die Aufwältigungsarbeiten nahmen am 20. Juli 1897 ihren Anfang. An Stelle der früheren Holzzimmerung kleidete man den Schacht mit den in dem Abschnitt über Schachtausbau beschriebenen schmiedeeisernen Geviere von  $5,33 \times 5,96$  m l. Querschnitt aus. Die eichenen Bretter, mit welchen die Stöße verzogen wurden, trieb man anfangs noch vor. Es konnte und musste jedoch sehr bald hiervon Abstand genommen werden,

---

\*) Glückauf 1898, S. 624.

da das Ausfüllungsmaterial sich als so fest erwies, dass stellenweise geschossen werden musste. Beim späteren Abteufen in dem zusammengebrochenen Schachtteil füllte man die Hohlräume in den Schachtstößen mit Schlackensand und Waschbergen aus, welche noch einen Zusatz von Kalkmilch erhielten.

Am 25. April 1898 waren die Arbeiten so weit fortgeschritten, dass die Förderung von der III. Sohle wieder aufgenommen werden konnte.

Die Förderung der hereingewonnenen Massen erfolgte im nördlichen Fördertrummittelst der Hauptfördermaschine. Zur Kohlenförderung von der III. Sohle diente nach Wiederaufnahme derselben die Hilfsförder-einrichtung. Zur Sicherung der Arbeiter hatte man unter der III. Sohle eine doppelte Sicherheitsbühne hergestellt. Gegen Ende Dezember war der Schacht wieder vollständig aufgewältigt. Der durchschnittliche monatliche Fortschritt berechnet sich auf 13 m.

Die Kosten der Aufwältigung betragen je laufendes Meter:

an Löhnen . . . . .	245 M.
„ Materialien . . . . .	526 „
	771 M.
zusammen . . . . .	

Das Aussehen des Schachtes nach seiner Wiederherstellung bis zur III. Sohle zeigt Figur 374.

## 2. Im Abteufen begriffene Schächte.

### a) Adolf von Hansemann III.

Der Schacht war in den Jahren 1896 bis 1898 von 195 bis 253 m Teufe mittelst des Kind-Chaudron-Verfahrens niedergebracht worden. Das Abteufen wurde sodann von Hand bis 331 m Teufe fortgesetzt, wo man nur noch 6 m von der Firste eines entgegengetriebenen Aufbruchs entfernt war. Von 312 m Teufe ab aufwärts hatte man den Schacht ausgemauert. Es entstand nun ein Stillstand von mehreren Wochen.

Als man nach Wiederaufnahme der Arbeiten die Bergfeste von oben her durchschliessen wollte, rutschte diese an einer durch den Schacht setzenden Verwerfungskluft ab. Nach und nach brach auch der von 312 bis 331 m Teufe reichende provisorische Ausbau und auf der südlichen Seite des Schachtes ein 4 m hohes Stück der Schachtmauerung herein.

Man verlagerte nun bei etwa 300 m Teufe in dem Schachte eine Anzahl doppelter Träger aus geschnittenem Eichenholz von 20×20 cm Querschnitt und hing an diesen mittelst 8 Drahtseilen eine schwere Bühne auf, die bis unterhalb der Bruchstelle herabgelassen war und bis an die Schacht-

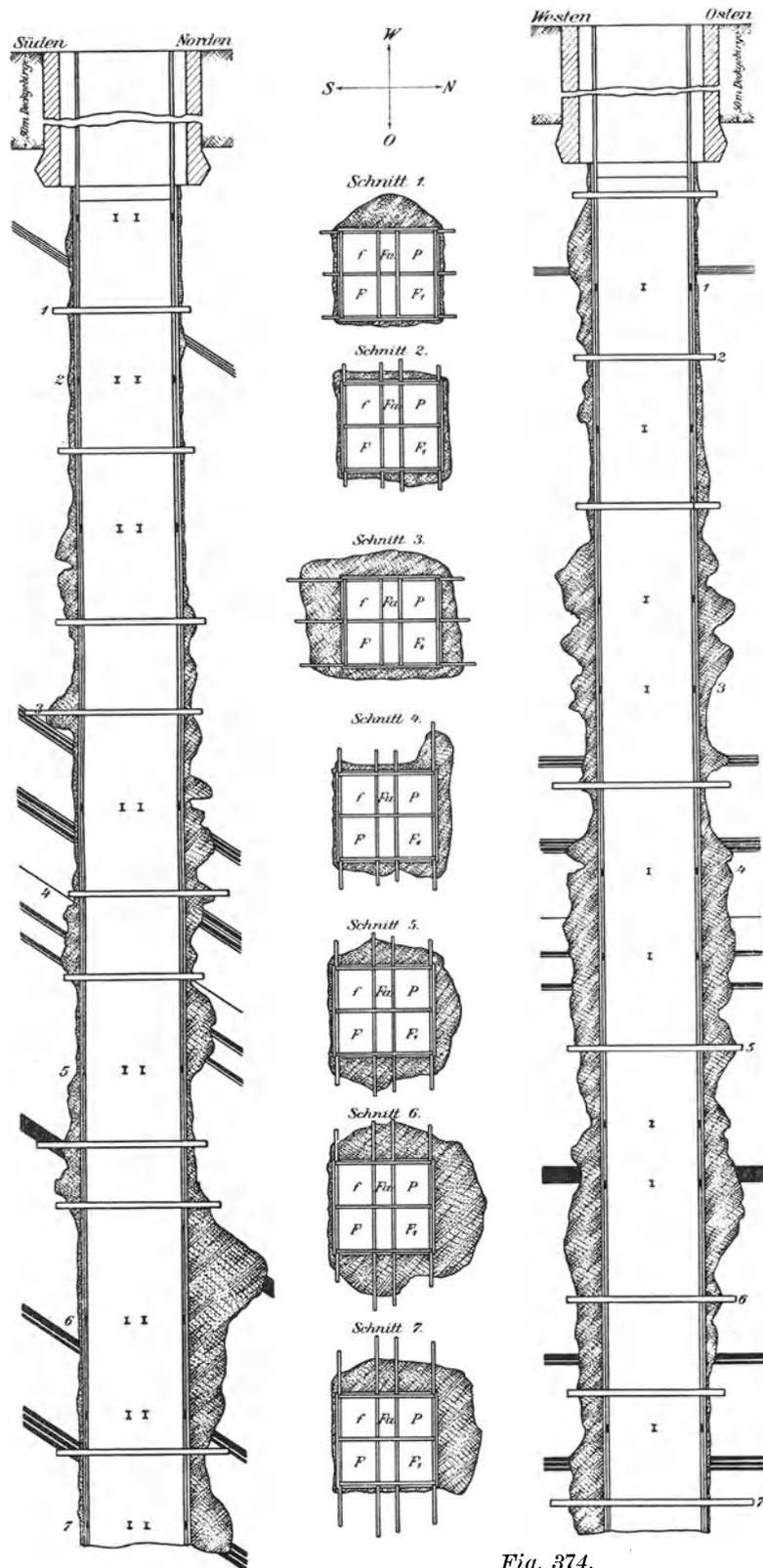


Fig. 374.  
 Profil des Schachtes II der Zeche Ver. Bonifacius.

mauerung mit Faschinen bedeckt wurde. Alsdann wurden im nördlichen Teil der Schachtmauer 3 eiserne  $\pi$  Träger NP 24 eingespitzt und die freien Enden wiederum an Drahtseilen aufgehängt. Die eisernen Träger dienten als Unterlage für das Mauerwerk, welches an Stelle des herausgebrochenen Mauerstücks hergestellt wurde. Hierauf nahm man den oberen Teil der Faschinen wieder heraus, baute 3  $\square$  Eisenträger ein und führte auf diesen ein 4 m hohes Mauerstück bis zur alten Schachtmauerung auf. Die unteren  $\square$  Eisenträger hatte man an den oberen durch Ankerschrauben befestigt.

Nachdem die Schachtmauer auf diese Weise sichergestellt war, wurde auch der untere Teil der Faschinenpackung allmählich entfernt und hierbei der Schacht unter sorgfältiger Verpfählung der Stösse mit  $\square$  Eisenringen ausgekleidet. Den Schluss der Arbeiten, welche innerhalb eines Zeitraumes von 35 Tagen ausgeführt wurden, bildete die Ausmauerung des in provisorischem Ausbau stehenden Schachtteils und die Ausfüllung der entstandenen Hohlräume in den Schachtstössen mit Beton.

#### b) Zollern II.

Den Schacht Zollern II hatte man im Jahre 1898 bis 33 m Teufe auf gewöhnliche Weise abgeteuft und von unten herauf bis 17 m unter Tage ausgemauert. Von da ab war er noch mit provisorischem Ausbau aus  $\square$  Eisenringen versehen. Das durchteufte Gebirge bestand bis 6 m Teufe aus Lehm und Sand und sodann aus sehr weichem Mergel.

Als bei der weiteren Aufführung der Schachtmauerung der unterste der  $\square$  Eisenringe entfernt werden sollte, geriet das Gebirge in Bewegung. Die hierauf angestellten Versuche, dasselbe zurückzuhalten, erwiesen sich als erfolglos, und nach und nach rutschten die Stösse trichterförmig zusammen. Man füllte daher den Schacht vollständig zu und teufte ihn unter Anwendung von Getriebezimmerung von neuem ab. Das Ereignis hatte einen Zeitverlust von 2 Monaten zur Folge.

#### c) König Wilhelm, Schacht III.

Man war im Jahre 1901 mit dem Schachte bis 75 m Teufe gelangt und hatte denselben im Mergel von 50 m aufwärts mit Tubblings ausgekleidet. Bei 68 m Teufe war das Steinkohlegebirge angefahren worden, welches sehr zerklüftet war. Durch starke Wasserzuflüsse wurden sowohl dieses, als auch der darüber lagernde untere Grünsand stark gelockert, sodass die  $\square$  Eisenringe des provisorischen Ausbaues in Druck kamen und teilweise rissen. Hierdurch stürzte der Schacht von 65 m Teufe abwärts zusammen. Die Aufwältigung geschah auch hier mittelst Abtreibarbeit.

## 3. Verlassene Schächte.

**Ver. Bickefeld Tiefbau, Kunstschacht bei Hörde.**

Der 186 m tiefe Schacht von  $1,5 \times 4,5$  m l. Querschnitt war im Jahre 1873 verlassen worden und seitdem teilweise zusammengestürzt. Mit der Aufwältigung wurde im August 1897 begonnen. Da der Schacht bis 7 m Teufe unter Wasser stand, wurden 2 Duplex-Senkpumpen von Weise & Monski eingebaut, welche an Seilen hingen und die Wasser einander zuhoben. Man erweiterte den Querschnitt des Schachtes und kleidete die Stösse mit vierbogiger Mauerung von  $2,50 \times 4,25$  m l. Weite aus. Die Arbeiten, welche mehrfache Unterbrechungen erlitten, waren gegen Mitte des Jahres 1902 beendigt. Die Kosten werden bis 106 m Teufe, wie folgt, angegeben:

Löhne . . . . .	56 031 M.
Materialien . . . . .	15 473 »
Verschiedenes . . . . .	41 089 »
	<hr/>
zusammen . . . . .	112 593 M.

d. i. je laufendes Meter 1 062 M.

Tabelle 57.

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigertiefe des Schachtes von der Kasenhängebank bis zum Schachtfließen m	Lichte Maasse der Schacht- scheibe m	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe qm	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde) m	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute cbm	Beginn des Abteufens*) im Jahre
1.	Ver. Adolar . . . . .	I t	F, P, w	25	1,50 × 2,50	3,75	—	—	1898
2.	Adolf von Hansemann . . . . .	II s	F, P, f, W	447	5,20	21,25	256 (8)	7,0	1888
3.		III s	F, f, w	447	4,90	18,84	255 (10)	22,0	1894
4.	Alstaden I . . . . .	s	F, P, f, w, W	290	3,70 × 4,09	15,13	70	—	1855
5.	„ II . . . . .	II s	F, P, f, w, W	508	4,4 × 5,3	23,32	84	—	1873
6.	Alte Haase . . . . .	Julie s	F, P, f, w	186	3,00 × 3,80	11,40	—	—	1874
7.		Wetterschacht s	W	21	2,00	3,14	—	—	1895
8.	Altendorf, nördliche Mulde . . . . .	I s	F, P, f, w	457	2,70 × 6,50	17,55	—	—	50er Jahre
9.		Wetterschacht s	W	449	1,00 × 2,00	2,00	—	—	„
10.	„ südliche Mulde . . . . .	I s	F, P, f, w	279	2,20 × 8,47	18,54	—	—	1856
11.		II s	F, P, f, w	408	5,00	19,63	—	0,08	1896 <sup>a</sup>
12.		Wetterschacht gb	W	269	1,50 × 2,00	3,00	—	—	50er Jahre
13.	Amalia . . . . .	Hauptschacht s	F, P, f, w	260	5,50	23,74	80	9,0	1876
14.		Jakob s	P, f, w	272	3,95 × 6,46	25,52	58 (18)	10,0	1856
15.		Wetterschacht s	P, f, W	380	3,50	9,61	80	1,5	1892
16.	Baaker Mulde . . . . .	Hauptschacht s	F, P, f, w	342	2,67 × 8,42	22,48	—	—	1858
17.		Wetterschacht s	W	138	1,75	2,40	—	—	1880
18.	Bergmann . . . . .	Förderschacht t	F, w	120	1,90 × 3,60	6,84	—	—	1892
19.		Wetterschacht gb	P, f, W	46	0,80 × 3,00	2,40	—	—	1898
20.	Berneck . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	228	2,00 × 4,58	9,16	—	—	1892
21.		Wetterschacht t	f, W	50	1,5 × 2,0	3,00	—	—	1889
22.	Ver. Bickefeld Tiefbau . . . . .	Martin s	F, P, f, w	540	2,21 × 6,87	15,18	—	—	1867
23.		Kunstschacht s	f, W	105	1,40 × 3,90	5,46	—	—	1868
24.		Wetterschacht t	f, W	195	2,00 × 3,00	6,00	—	—	1871
25.	Blankenburg . . . . .	Tiefbauschacht s	F, P, f, W	214	2,20 × 6,30	13,86	—	—	1874
26.	Ver. Bommerbänker Tiefbau . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	237	2,48 × 8,14	20,16	—	—	1876
27.		Südstern t	f, W	110	2,26	4,01	—	—	1898
28.		Bleiche t	W	10	2,00	3,14	—	—	1898
29.		Best t	w	60	1,50	1,76	—	—	1878
30.		Rosa t	f, W	110	2,00	3,14	—	—	1888
31.		Kamin-Wetterschacht t	W	35	1,50 × 2,00	3,00	—	—	1879
32.	Ver. Bonifacius I u. II . . . . .	I s	F, P, f, w	293	4,20 × 4,70	19,74	48 (10)	?	1859
33.		II s	F, P, f, w	293	5,33 × 5,96	31,76	50 (11)	1,7	1871
34.		Wetterschacht s	W	160	3,0	7,06	65 (16)	3,5	1891
35.	„ „ III . . . . .	III s	F, w, W	78	5,5	23,74	33 (36)	0,25	1898 <sup>a</sup>
36.	Borussia . . . . .	I s	F, P, f, w	498	2,24 × 5,40	12,09	20	?	1862
37.		II s	f, W	400	2,25 × 5,34	12,02	20	?	1852
38.		III t	W	70	2 × 3	6,00	8	?	1894

\*) Bei den mit a bezeichneten Jahreszahlen befand sich der Schacht am 1. 1. 00 noch im Abteufen.

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigerteufe des Schachtes	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				von der Rasenhängebank bis zum Schachtstiefen					
39.	Bruchstrasse . . . . .	I s	F, P, f, w	406	3,40 × 3,75	12,75	12 (17)	—	1872
40.		II s	F, P, f, w	298	3,20	8,04	10 (15)	—	1896
41.	Carl Friedrich Erbstollen . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	400	6,28	30,96	—	—	1864
42.		Wetterschacht s	W	220	2,50	4,90	—	—	1884
43.		Brockhauser Tfb. s	W	150	2,25 × 2,75	12,94	—	—	1874
44.	Caroline (bei Harpen) . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	360	4,31 × 6,60	27,30	52	4,6	1857
45.	Caroline (bei Holzwickede) . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	257	3,50 × 4,25	14,87	20 (30)	—	1872
46.		Wetterschacht I s	W	60	1,50	1,76	20 (30)	—	1890
47.		Wetterschacht II s	W	60	2,60	5,31	20	—	1899
48.	Ver. Carolinenglück . . . . .	I s	P, f, W	250	2,40 × 3,71	8,93	42 (11)	3,8	1847
49.		II s	F, P, f, w	345	5,00	19,63	70	viel	1860
50.		Wetterschacht s	f, W	345	2,00	3,14	70	?	1871
51.	Carolus Magnus . . . . .	Catho s	F, P, f, w	425	4,20	13,85	100 (18)	viel	1891
52.		Wetterschacht s	F, f, W	556	3,30	8,55	100 (6)	?	1865
53.	Centrum I u. III . . . . .	I s	F, P, W	483	5,00	19,63	59 (20)	1,5	1858
54.		III s	F, P, f, w	380	4,80	18,08	60 (20)	0,2	1891
55.	" II . . . . .	II s	F, P, f, w, W	562	4,40 × 5,50	23,62	59 (16)	2,5	1873
56.		V t	W	99	2,30 × 2,80	6,44	52	0,15	1892
57.	" IV u. VI . . . . .	IV s	F, f, w	158	4,00	12,56	30	0,7	1898 a
58.		VI s	W	58	4,00	12,56	30	0,5	1899 a
59.	Ver. Charlotte . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	296	2,19 × 5,34	11,69	—	—	40er Jahre
60.		Wetterschacht s	f, W	96	2,00 × 2,00	4,00	—	—	1842
61.	Concordia I . . . . .	I s	F, P, f, w, W	420	4,24 × 4,82	20,44	78 (21)	7,0	1851
62.		II s	F, P, f, w	420	4,63 × 5,49	25,47	82 (21)	?	1857
63.		III s	F, f, W	245	5,00	19,63	80 (18,5)	wenig	1893
64.	Consolidation I u. VI . . . . .	I s	F, P, f, w	551	4,08	13,07	151	viel	1863
65.		V s	W	333	3,00	7,07	151 (9)	"	1874
66.	" II . . . . .	VI s	F, P, f, W	574	5,70	25,50	151 (6)	0,08	1897
67.		II s	F, P, f, w, W	662	4,70	17,34	148 (5)	viel	1869
68.	" III u. IV . . . . .	III s	F, P, f, w	560	4,08	13,07	156 (6)	"	1871
69.		IV s	F, P, f, W	665	4,50	15,89	156 (12)	1,0	1893
70.	Ver. Constantin der Grosse I . . . . .	I s	F, P, f, w	400	3,90 × 4,50	17,55	58 (15)	4,5	1850
71.		II s	F, P, f, w	500	3,48 × 5,13	17,85	56 (6)	2,0	1858
72.	" " " " III . . . . .	Wetterschacht s	W	110	2,50	4,90	56	?	?
73.		III s	F, P, f, w	453	4,50 × 4,50	20,25	74	?	1864
74.	" " " " IV u. V . . . . .	Wetterschacht s	W	118	2,00	3,14	74	?	1883
75.		IV s	F, P, f, w, W	325	5,00	19,63	155	0,9	1893
76.	V s	F, f, w	213	5,40	22,89	155	1,0	1898 a	

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläßig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Fördere- rung, f = Fahrung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigerteufe des Schachtes von der Rasenhangebank bis zum Schachtfließen	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abtaufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abtaufens im Jahre
				m					
77.	Courl . . . . .	I s	F, P, f, w	413	4,50 × 4,50	20,25	171	?	1855
78.		II s	F, P, f, W	413	4,50 × 4,50	20,25	171	?	1855
79.	Crone . . . . .	Christine s	F, f, W	264	4,70	17,36		—	1880
80.		Elisabeth s	F, P, f, w	424	3,50 × 5,59	19,57	—	—	1847
81.		Wetterschacht I s	W	68	2,25	3,97	—	—	1852
82.		Wetterschacht II s	w	16	1,55 × 1,90	2,95	—	—	1896
83.	Dahlbusch I . . . . .	I s	F, f, w	365	3,00	7,07	102 (10)	viel	1853
84.		Wetterschacht s	W	418	1,90	2,83	110 (8)	"	1865
85.	" II u. V . . . . .	II s	F, f, W	600	3,50	9,62	112 (12)	"	1866
86.		V s	F, P, f, w	530	4,72	17,48	112,4 (14)	1,0	1890
87.	" III u. IV . . . . .	III s	F, P, f, w	444	4,00	12,56	100 (10)	viel	1874
88.		IV s	F, f, W	540	4,00	12,56	99 (12)	"	1874
89.		VI s	F, P, f, w	555	5,00	19,63	101 (7)	5,0	1895
90.	Ver. Dahlhauser Tiefbau . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	330	3,42 × 4,63	15,83	—	—	1858
91.		Wetterschacht gb	f, W	315	2,50	4,90	—	—	1897
92.	Dannenbaum I . . . . .	I s	F, P, f, w	510	4,60	16,61	12	wenig	1859
93.		Wetterschacht s	P, f, W	500	2,00 × 2,10	4,20	12	—	1890
94.		Eulbaum s	W	171	3,60	10,17	—	wenig	1898a
95.	" II . . . . .	II s	F, P, f, w	510	4,40	15,20	—	—	1873
96.	Deutscher Kaiser I . . . . .	I s	F, P, f, w, W	471	4,50	15,89	128 (75)	?	1871
97.	" " II . . . . .	II s	F, P, f, w, W	470	5,00	19,63	233 (116)	?	1888
98.	" " III . . . . .	III s	F, P, f, w, W	371	5,50	23,74	173 (76)	?	1889
99.	" " IV . . . . .	IV s	F, P, f, w, W	4	6,50	33,16	150 (58)	?	1899a
100.	Deutschland, Scht. Ulenberg . . . . .	I s	F, P, w	333	3,9 × 4	15,60	—	—	1890
101.		Wetterschacht gb	W	163	1,50 × 2,50	3,75	—	—	1895
102.	Dorstfeld I . . . . .	I s	F, f, w, W	453	3,74 × 4,34	16,23	76	3,9	1849
103.		Wetterschacht s	W	100	2,20	3,79	76	?	1881
104.	" II . . . . .	II s	F, P, f, w	542	4,40 × 4,78	21,03	55	?	1849
105.		Wetterschacht s	f, W	55	4,20	13,85	55	?	1899a
106.	Eiberg I . . . . .	I s	F, P, f, w	342	4,00 × 6,50	26,00	—	—	1858
107.		Wetterschacht s	W	129	1,25 × 2,00	2,50	—	—	1857
108.	" Scht. Ueberruhr . . . . .	Hermann s	F, f, w	100	4,00	12,56	—	—	1899a
109.	Eintracht Tiefbau I . . . . .	I s	F, P, f, w	474	4,52 × 6,44	29,17	—	—	1856
110.		Wetterschacht s	W	30	3,80	11,34	—	—	1890
111.	" " II . . . . .	Heintzmann s	F, P, f, w	308	5,20	21,25	15	0,05	1873
112.		Wetterschacht gb	W	131	2,50 × 2,57	6,43	17	—	1896
113.	Ver. Engelsburg . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w, W	580	4,00 × 6,00	26,40	20 (20)	?	1873
114.		Wetterschacht s	W	121	3,20	5,99	20	?	1885
115.	Erin . . . . .	I s	F, P, f, w	349	4,40	15,20	210 (15)	2,5	1866
116.		II s	F, P, f, w	469	4,40	15,20	210 (15)	2,5	1866
117.		III s	W	268	4,40	15,20	210 (10)	1,5	1889

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob steiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Steigertiefe des Schachtes	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klam- mern gehen an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				von der Rasenlängsbank bis zum Schachtstiefen					
				m	m	qm	m	cbm	
118.	Ewald I u. II . . . . .	I s	F, P, f, W	742	5,03	19,86	298 (13)	?	1872
119.		II s	F, P, f, w	600	5,00	19,63	302 (27)	1,02	1888
120.	„ III u. IV . . . . .	III s	F, w	504	4,05	12,87	327 (8)	1,5	1895
121.		IV s	F, f, W	566	4,60	16,61	328 (8)	1,5	1895
122.	Freiberg . . . . .	Clemens s	F, P, f, w	244	3,48 × 4,45	15,49	24	?	1856
123.		Wetterschacht gb	f, W	114	2,00 × 2,50	5,00	24	?	1890
124.	Freie Vogel und Unverhofft . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	566	1,64 × 4,75	7,81	20	—	1850
125.		Wetterschacht s	W	90	1,60 × 1,75	2,80	24	—	1848
126.		Fahrschacht s	f	68	1,60 × 1,60	2,56	30	0,5	1897
127.	Friederika . . . . .	I s	F, P, f, w, W	320	3,98 × 6,62	26,35	—	—	1869
128.		II s	F, f, W	140	2,23 × 4,22	9,41	—	—	1873
129.		III s	F, f, w	325	3,80	11,34	—	—	1898
130.		Wetterschacht s	W	25	2,20	3,80	—	—	1890
131.	Friedlicher Nachbar . . . . .	I s	F, P, f, w	410	3,58 × 6,43	23,02	—	—	1867
132.		II s	F, f, w	70	4,60	16,61	—	—	1899 a
133.		Wetterschacht t	f, W	302	1,56 × 1,70	2,65	—	—	1871
134.	Friedrich der Grosse . . . . .	Hagedorn s	F, P, f, w	432	5,00	19,63	220	3,8	1870
135.		Waldthausen s	F, f, W	562	5,00	19,63	220	3,8	1891
136.	Friedrich Ernestine . . . . .	I s	F, P, f, w	563	4,70	17,36	107 (12)	1,0	1870
137.		II s	F, f, W	338	3,20	8,04	107 (13)	0,75	1898
138.	Friedrich Wilhelm, Scht. Wilhelm . . . . .	Wilhelm s	F, P, f, w	460	4,09 × 6,02	24,66	54	?	1868
139.		Wetterschacht s	W	110	2,25	3,97	50	?	1848
140.	Fröhliche Morgensonne . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w, W	525	6,59	34,09	20	2,0	1874
141.	General Blumenthal I u. II . . . . .	I s	F, P, f, W	640	5,00	19,63	359 (6)	?	1872
142.		II s	F, f, w	758	5,00	19,63	375 (17)	4,0	1890
143.	„ „ III u. IV . . . . .	III s	F, f, w, W	603	5,60	24,62	509	9,4	1895
144.		IV s	F, f, W	334	5,00	19,63	509	14,0	1898 a
145.	Ver. General und Erbstollen . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	374	3,63 × 6,67	24,28	—	—	1871
146.		Wetterschacht gb	P, f, W	183	2,50 × 4,30	10,75	—	—	1834
147.	Ver. Germania I . . . . .	I s	F, P, f, w	460	3,46 × 5,83	20,17	40	?	70er Jahre
148.		Wetterschacht s	f, W	70	4,00	12,56	24	?	1885
149.	„ „ II . . . . .	Hauptschacht s	F, P, f, w	335	5,50	23,74	60	6—7	70er Jahre
150.		Wetterschacht s	P, f, W	126	4,00	12,56	55,1 (10)	5,5	1892
151.	Ver. Gladbeck I u. II . . . . .	I s	F, P, f, w	330	6,60	34,19	444	2,0	1896 a
152.		II s	F, P, f, W	304	5,50	23,74	444	5,0	1898 a
153.	„ „ III u. IV . . . . .	III s	F, f, w	285	5,50	23,74	317 (35)	0,6	1898 a
154.		IV s	F, f, W	175	6,50	33,16	317 (16)	1,5	1899 a

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigertiefe des Schachtes von der Rasenhangbank bis zum Schachtiefsten m	Lichte Maasse der Schacht- scheibe m	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe qm	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu weicher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde) m	Grösster Wasserfluss beim Abströmen im Deck- gebirge je Minute cbm	Beginn des Abteufens im Jahre
155.	Glückauf Tiefbau I . . . . .	Giesbert s	F, P, f, w	340	2,50 × 7,50	18,75	—	—	1866
156.	„ „ II . . . . .	Gotthelf s	F, P, f, w	290	2,22 × 6,68	14,83	—	—	1850
157.	„ „ III . . . . .	Traugott s	W	500	2,52 × 4,42	11,14	—	—	1850
158.	Glückwinkelsburg . . . . .	Förderschacht t	F, f	75	2,80 × 3,30	9,24	—	—	1890
159.	„ „ „	Wetterschacht t	w	73	1,25 × 2,50	3,13	—	—	1890
160.	Gneisenau . . . . .	I s	F, P, f, w	390	4,30	14,51	240 (16)	20	1873
161.	„ „ „	II s	F, P, W	390	4,30	14,51	244 (15)	20	1883
162.	Gottesseggen . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	300	3,50 × 5,30	18,55	10	—	1891
163.	„ „ „	Wetterschacht gb	W	75	1,60 × 2,60	4,16	—	—	1892
164.	Graf Beust . . . . .	I s	F, W	535	3,23 × 3,61	11,66	37	wenig	1839
165.	„ „ „	II s	F, P, f, w	406	5,00	19,63	37	?	1894
166.	Graf Bismarck I . . . . .	I s	F, P, f, w, W	520	5,00	19,63	198 (14)	0,6	1869
167.	„ „ „	IV s	F, f, w	56	5,70	25,50	198 (10)	0,3	1899 a
168.	„ „ II . . . . .	II s	F, P, f, w, W	632	5,08	20,25	225 (10)	0,5	1882
169.	„ „ III . . . . .	III s	F, f, w, W	618	5,06	20,09	270	1,25	1893
170.	Graf Moltke . . . . .	I s	F, P, f, W	460	4,86	18,54	311 (8)	1,0	1873
171.	„ „ „	II s	F, f, w	460	4,86	18,54	311	wenig	1887
172.	Graf Schwerin . . . . .	I s	F, P, f, W	508	5,02	19,78	230 (19)	0,33	1872
173.	„ „ „	II s	F, P, f, w	608	4,20	13,85	234 (13)	0,5	1892
174.	Graf Waldersee, Scht. Ewald, Fortsetzung . . .	I s	F, P, f, W	25	5,40	22,89	—	—	1899 a
175.	„ „ „	II s	F, w	27	5,40	22,89	—	—	1899 a
176.	Grünwald . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	103	5,00	19,63	—	—	1899 a
177.	Ver. Hagenbeck . . . . .	I s	F, P, W	300	1,84 × 5,62	10,35	30	?	1837
178.	„ „ „	II s	F, P, f, w	408	4,30 × 6,70	28,81	30	?	1857
179.	„ „ „	Wetterschacht im Westfelde s	W	106	2,00 × 2,00	4,00	20	?	1893
180.	„ „ „	Wetterschacht Frohnhauser Mulde s	W	110	2,00	3,14	20	?	1876
181.	Hamburg und Franziska, Scht. Hamburg . . .	Adolf s	F, P, f, w	333	2,25 × 5,37	12,08	8	0,25	1851
182.	„ „ „	Wilhelm s	F, w, W	604	2,25 × 5,235	11,79	8	?	1874
183.	„ „ „	Ringeltaube s	F, P, f, w	270	2,38 × 8,19	21,87	2	?	1862
184.	„ „ „	Wttscht. im Flötz No.1 t	w	188	2,3	4,15	—	—	1893
185.	„ „ „	„ „ „ No.5 t	w	56	2,3	4,15	—	—	1893
186.	„ „ „	„ „ „ No.10 t	w	65	2,5	4,90	—	—	1852
187.	„ „ „	Christiana s	W	52	2,2	4,00	—	—	1880
188.	„ „ „	Ventilatorschacht s	W	63	2,6	5,31	—	—	1893
189.	„ „ „ Scht. Franziska . . .	Eleonore s	F, P, f, w	505	2,2 × 5,28	11,62	2	—	1857
190.	„ „ „	Haardt s	P, w, W	505	2,5 × 3,15	7,88	2	—	1836
191.	„ „ „	Hauptwetterschacht s	W	85	3,5	9,62	2	—	1897
192.	„ „ „	Wetterschacht auf dem Helenenberg s	w	73	1,5 × 1,5	2,25	—	—	1843
193.	„ „ „	Wetterschacht in der Borbecker Mulde gb	w	60	1 × 1,8	1,80	—	—	1889
194.	„ „ „	Wallfisch s	F, P, f, w	320	2,36 × 7,55	17,82	—	—	1873
195.	„ „ „	Wetterschacht I gb	w	380	1 × 2	2,00	—	—	1895
196.	„ „ „	Wetterschacht II gb	w	230	1 × 2	2,00	—	—	1894

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigerteufe des Schachtes von der Rasenlängsbank bis zum Schachtstiefen	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				m					
197.	Ver. Hannibal I . . . . .	I s	F, P, f, w	515	3,814 × 4,036	15,39	102 (3)	?	1848
198.		Wetterschacht s	W	290	2,2	3,80	110	?	1858
199.	„ „ II . . . . .	II s	F, P, w	531	5,02	19,78	135	?	1873
200.	Hannover I u. II . . . . .	I s	F, P, f, w	489	5,35	21,63	104	8,7	1857
201.		II s	F, f, W	505	4,20	12,87	102	?	60er Jahre
202.	„ III u. IV . . . . .	III s	F, P, f, w	386	4,70	17,36	80 (10)	6,0	1873
203.		IV s	f, W	310	4,50	15,89	80 (9)	2,9	1873
204.	Hansa . . . . .	I s	F, P, f, W	615	4,4	15,20	144 (16)	14,0	1857
205.		II s	F, P, f, w	720	4,4	15,20	144 (15)	19,5	1871
206.	Hasenwinkel . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	486	5 × 7	35,00	—	—	1859
207.		Wetterschacht s	W	65	2,25	3,97	—	—	1888
208.		Constanz August s	f	30	2,62 × 3,7	9,69	—	—	1832
209.	Heinrich . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	316	3,165 × 4,94	15,66	—	—	1851
210.		Wetterschacht gb	W	208	1,1 × 3	3,30	—	—	1892
211.	Heinrich Gustav, Scht. Arnold . . . . .	Arnold s	F, P, f, w	468	3,95 × 6,460	25,35	40	5,4	1859
212.		Wetterschacht s	W	572	2,83	6,28	35 (13)	0,03	1880
213.	Helene und Amalia, Scht. Helene . . . . .	Helene s	F, P, f, w, W	479	5,49	23,66	88	13,0	1870
214.		Bertha s	F, W	174	5,50	23,74	88	4,0	1898a
215.	„ „ „ Scht. Amalia . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	566	3,96 × 5,38	21,30	55	0,66	1850
216.		Wetterschacht s	W	224	2,5 × 4,37	10,93	74	?	1840
217.	Hercules I u. II . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	493	4,308 × 5,05	21,76	35	?	1857
218.		alter Wetterschacht s	f, W	375	1,9	2,83	36	?	1863
219.		Wttscht. in Huttrop s	P, f, W	65	4,0	12,56	20	0,09	1894
220.	„ Scht. Catharina . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	13	5,8	26,41	38	?	1899a
221.	Ver. Hermann . . . . .	Förderschacht s	F, P, w	15	1,6 × 3,85	6,16	—	—	1899a
222.	von der Heydt . . . . .	I s	F, P, f, w	487	4,60	16,61	170	0,75	1864
223.		II s	F, f, W	495	3,30	8,55	176	0,80	1895
224.	Hibernia . . . . .	I s	F, f, w	616	4,077	13,07	112 (11)	3,5	1855
225.		II s	F, f, w	616	3,145	7,24	112	?	1856
226.		III s	P, W	616	5,00	19,63	113	0,75	1891
227.	Hoffnungsthal . . . . .	I t	F, P, w	75	2 × 3	6,00	—	—	1891
228.		II s	F, P, f, w	125	4,5	15,89	4	0,06	1899a
229.	Holland I u. II . . . . .	I s	F, P, W	490	3,61 × 6,02	21,73	68 (8)	10	1854
230.		II s	F, f, w	388	3,26 × 4,60	15,00	68 (8)	10	1856
231.	„ III u. IV . . . . .	III s	F, f, w, W	500	4,82	18,24	69 (20)	2,8	1873
232.		IV s	F, f, w	280	5,5	23,74	69 (16)	3,0	1898a
233.	Hörder Kohlenwerk, Scht. Schleswig . . . . .	I s	F, f, w	540	4,08 × 4,395	17,95	78	?	1855
234.		II s	P, f, W	415	4,08 × 4,395	17,95	78	?	1855
235.	„ „ Scht. Holstein . . . . .	I s	F, P, f, w	356	5,328	22,30	68	?	1874
236.		II s	W	155	2,65	5,51	68	?	1893

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläßig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Fördern, f = Fahrweg, P = Wasserhaltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigertiefe des Schachtes von der Rasenlängsbank bis zum Schachtfließen	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zahlen in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetroffen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				m					
237.	Hugo I . . . . .	I s	F, P, f, w	606	5,02	19,78	287 (6)	0,30	1873
238.		IV s	F, f, w	80	4,5	15,89	287 (8)	2,5	1899a
239.	„ II . . . . .	II s	F, P, f, W	486	4,4	15,20	304 (8)	3,09	1882
240.	„ III . . . . .	III s	F, f, W	624	3,6	10,17	217 (11)	0,30	1891
241.	Hugo bei Holten . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w, W	74	6,65	34,71	330(177,9)	?	1899a
242.	Humboldt . . . . .	Franz s	F, P, f, w	345	4,60 × 4,70	21,62	10 (10)	—	1855
243.		Wetterschacht gb	f, W	106	1 × 3,5	3,50	8	—	1889
244.	Johann Deimelsberg . . . . .	Johann s	F, P, w	529	4,157 × 4,397	18,30	4	0,5	1873
245.		Deimelsberg s	F, P, f, w	541	4,05 × 5,858	23,73	4	?	1866
246.		Wetterschacht t	f, W	145	2 × 2	4,00	—	—	1862
247.	Julia . . . . .	I s	F, P, f, w	415	3,45	9,34	144 (12)	0,35	1868
248.		Wetterschacht s	W	260	2,50	4,90	144	3,0	1886
249.	Julius Philipp . . . . .	I s	F, P, f, w	270	5,40	22,89	—	—	1875
250.		II s	F, P, f, W	385	3,65	10,46	—	—	1890
251.		Wetterschacht s	w	40	2 × 2	4,00	—	—	1898
252.	Kaiser Friedrich, Scht. Holthausen . . . . .	I s	F, P, f, w	307	3,42 × 6,067	20,76	—	—	1872
253.		II s	F, f, w	311	4,5	15,89	—	—	1895
254.		III s	W	296	2,5	4,90	—	—	1897
255.	Kölner Bergwerksverein, Scht. Anna . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	374	3,14 × 3,62	11,37	103 (14)	1,2	1847
256.		Wetterschacht s	W	148	3,20	8,04	103 (10)	3,5	1896
257.	„ „ Scht. Karl . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	382	4,325 × 4,535	19,25	125 (12)	?	1855
258.		Wetterschacht s	W	152	3,0	7,07	126 (16)	0,37	1886
259.	„ „ Emserschächte . . . . .	I s	F, P, f, w	376	4,56	15,89	119 (13)	1,23	1873
260.		II s	F, f, w	281	4,40	15,20	119 (18)	0,30	1894
261.		Wetterschacht s	W	165	3,20	8,04	119 (8)	0,87	1895
262.	Königin Elisabeth, Scht. Wilhelm . . . . .	I s	F, P, f, w	311	4,187 × 4,761	19,90	31	?	1846
263.		Wetterschacht s	W	112	2,12	3,53	74 (11)	?	1878
264.	„ „ Scht. Hubert . . . . .	I s	F, P, f, w	307	4,50	15,89	63 (14)	0,7	1896
265.		II s	F, f, W	185	4,50	15,89	63	0,7	1898a
266.	„ „ Scht. Friedrich Joachim . . . . .	I s	F, P, f, w, W	267	5,2 × 6,1	31,72	65 (10)	?	1869
267.	Königsborn I . . . . .	I s	F, P, f, w, W	368	4,30	14,51	178 (10)	viel	1874
268.	„ II . . . . .	II s	F, P, f, w, W	475	5,388	29,05	221 (12)	mässig	1887
269.	„ III . . . . .	III s	F, P, f, w, W	138	5,70	25,50	300	0,05	1899a
270.	Königsgrube . . . . .	Louise s	F, P, f, w	485	4 × 4,7	18,80	125	?	1855?
271.		Ernestine s	F, w	480	4,2 × 3,75	15,75	125	?	1855?
272.		Wetterschacht s	f, W	410	2,8	6,15	125	?	1888
273.	König Ludwig . . . . .	I s	F, P, f, w	452	4,50	15,89	307 (18)	10	1872
274.		II s	F, P, f, w, W	535	4,50	15,89	308 (9)	10	1890
275.		III s	f, W	425	3,80	11,34	283	0,75	1894



Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläßig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter,	Seigerteufe des Schachtes von der Rasenhangbank bis zum Schachtfließen	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zahlen in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				m					
314.	Mont Cenis I . . . . .	I s	F, P, f, w	411	4,45	15,54	198	?	1872
315.		Wetterschacht s	W	222	2,50	4,90	193	3,00	1885
316.	" " II . . . . .	II s	F, f, w, W	416	5,08	20,25	201	3,50	1895
317.		Wetterschacht s	W	8	3,50	9,62	201	—	1899a
318.	Neu-Essen, Scht. Heinrich . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	443	4,1 × 4,38	17,96	124 (7)	1,00	1855
319.		Wetterschacht s	W	175	2,50	4,90	122 (12)	0,20	1890
320.	" " Fritz . . . . .	I s	F, P, w, W	447	4,70	17,36	143 (5)	1,00	1872
321.		II s	F, f, w	446	4,70	17,36	144 (10)	0,70	1895
322.	Neuglück . . . . .	Förderschacht t	F, w	190	2 × 3,60	7,20	—	—	1896
323.		Wetterschacht t	P, f, W	170	2 × 2,35	4,70	—	—	1896
324.	Neu-Iserlohn I . . . . .	I s	F, P, f, w	479	3,84 × 5,70	21,89	20	0,33	1856
325.		Wetterschacht s	W	525	2,30	4,15	12	0,12	1864
326.	" II . . . . .	II s	F, f, w	397	3,84 × 4,84	18,58	46	2,50	1865
327.		Wetterschacht s	W	514	2,85	6,37	47	2,50	1873
328.	Neumühl . . . . .	I s	F, P, f, w, W	379	5,80	26,41	120 (48)	0,10	1893
329.		II s	F, f, W	277	5,80	26,41	125 (32)	3,00	1897
330.	Nordstern I u. II . . . . .	I s	F, f, W	607	4,50	15,89	205 (8)	?	50er Jahre
331.		II s	F, P, f, w	610	5,40	22,89	205 (14)	0,80	1890
332.	" III . . . . .	III s	F, P, f, w, W	55	6,50	33,21	123 (15)	0,70	1899a
333.	Oberhausen I u. II . . . . .	I s	F, f, w	609	4,18 × 4,29	17,93	142 (16)	wenig	1854
334.		II s	F, P, f, W	609	4,18 × 4,29	17,93	139 (17)	wenig	1855
335.		III s	F, P, f, W	265	5,00	19,63	168 (25)	0,03	1898a
336.	" Scht. Osterfeld . . . . .	I s	F, P, f, w, W	498	5,60	24,62	237 (19)	0,03	1875
337.		II s	F, P, f, W	266	4,50	15,89	238 (76,5)	1,50	1898a
338.	Paul . . . . .	Förderschacht t	F, P, f, w	152	2 × 2,20	4,40	—	—	?
339.		Wetterschacht t	f, W	94	2 × 1,50	3,00	—	—	?
340.	Pauline . . . . .	Förderschacht t	F, f, W	225	2 × 4,00	8,00	—	—	1880
341.		Pumpenschacht t	P, W	225	2 × 1,50	3,00	—	—	1880
342.	Pluto, Scht. Thies . . . . .	I s	F, P, f, w	620	4,26 × 6,12	26,07	150	?	1856
343.		Wetterschacht s	W	330	2,50	4,90	150	?	1875
344.		IV s	F, f, W	190	5,60	24,62	150 (5)	0,30	1899a
345.	" " Wilhelm . . . . .	II s	F, P, f, w	607	4,708	17,41	180	?	1873
346.		III s	F, P, f, W	495	4,00	12,56	180 (5)	0,65	1893
347.	Ver. Pörtingsiepen . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	400	3,66 × 4,37	15,99	—	—	1872
348.		Wetterschacht I t	W	60	1,58 × 1,97	3,41	—	—	1888
349.		" II t	W	60	2 × 2,50	5,00	—	—	1899a
350.	Ver. Präsident I . . . . .	I s	F, P, f, w	520	2,43 × 4,93	11,98	42	0,5	1842
351.		Wetterschacht gb	W	345	2 × 2,5	5,00	40	?	1871
352.	" " II . . . . .	II s	F, P, f, W	530	3,6 × 3,9	14,04	56 (16)	1,5	1871

Laufende Nummer	Schachanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnlägig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rungs, f = Fahrung, p = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigertiefe des Schachtes von der Regenhangbank bis zum Schachtflösten	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				m			m		
353.	Preussen I . . . . .	I s	F, P, f, W	567	5,10	20,42	348 (8)	20,0	1873
354.		II s	F, P, w	600	5,10	20,42	348 (7)	0,30	1892
355.	Preussen II . . . . .	I s	F, P, f, W	370	5,20	21,25	370 (7)	mehr als 6	1873 a
356.		II s	F, f, w	368	5,25	21,63	370 (6)	27,0	1897 a
357.	Prinz Georg . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	213	5,00	19,63	3	0,5	1898 a
358.	Prinz Regent . . . . .	I s	F, P, f, w	386	5,30	22,05	—	—	1870
359.		II s	F, f, W	510	3,50	9,62	—	—	1895
360.	Prinz von Preussen . . . . .	Oeynhausens	F, P, f, w	473	3,292 × 6,06	19,95	—	5,4	1856
361.		Wetterschacht s	P, f, W	153	3,50	9,62	(12)	?	1893
362.	Prosper I . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	382	5,3 × 5,85	31,00	180 (11)	?	1856
363.		Wetterschacht s	W	457	3,50	9,62	180 (14)	0,03	1892
364.	„ II . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	446	5,65	25,06	204 (10)	wenig	1871
365.		Wetterschacht s	F, W	300	4,0	12,56	205 (12)	„	1893
366.	Rabe . . . . .	Förderschacht t	F, W	85	2 × 3	6,00	—	—	1892
367.	Recklinghausen I . . . . .	I s	F, f, w, W	454	4,40	15,20	228 (13)	0,6	1869
368.	Recklinghausen II . . . . .	I s	F, P, f, w, W	460	5,02	19,78	254 (8)	0,25	1882
369.		II s	F, w	170	5,40	22,89	254 (10)	?	1899 a
370.	Ver. Rheinelbe und Alma, Scht. Rheinelbe I u. II .	I s	F, P, f, w	385	4,70	17,36	104 (25)	17,0	1857
371.		II s	F, w, W	448	4,0	12,56	104 (25)	viel	1857
372.		Wetterschacht s	f, W	321	3,65	10,46	85 (38)	3,5	1893
373.	„ „ „ „ Scht. Rheinelbe III . .	III s	F, P, f, w	689	5,5	23,74	96 (22)	13	1895 a
374.	„ „ „ „ Scht. Alma . . . . .	I s	F, P, f, w	435	5,0	19,63	116 (13)	?	1871
375.		II s	f, W	249	2,5	4,90	116 (16)	?	1872
376.		III s	f, W	163	4,50	15,89	134 (12)	0,06	1898
377.	Rheinische Anthracit-Kohlenwerke . . . . .	Karl Funke s	F, P, f, w	310	5,0	19,63	5	0,3	1896
378.		Pumpenschacht t	P, W	200	1,5 × 2	3,00	—	—	1878
379.		Wetterschacht t	f, W	200	1,6 × 3,4	5,44	—	—	1870
380.	Rheinpreussen I u. II . . . . .	I s	F, P, f, W	600	3,80	11,34	132(125,5)	?	1857
381.		II s	F, P, f, w, W	450	4,865	18,58	131 (128)	?	1866
382.	„ III . . . . .	III s	F, P, f, w, W	470	4,50	15,89	103 103	?	1891
383.	Richardt . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	256	2,825 × 4,446	12,56	—	—	1862
384.		Wetterschacht s	W	40	2,20	3,00	—	—	1894
385.		Rohrschacht s	f	230	1,412 × 1,726	2,43	—	—	1887
386.	Roland . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	358	3,76 × 3,97	14,93	45	2,0	1847
387.		Wetterschacht gb	W	109	2,85	6,38	42	0,3	1893
388.	Ver. Rosenblumendelle . . . . .	I s	F, P, f, w	362	3,876 × 5,846	22,66	18	?	50er Jahre
389.		II s	F, P, f, W	360	5,50	23,74	18 (18)	viel	1897
390.	Rudolph . . . . .	Wilhelm s	F, P, f, w	50	5,5	23,74	—	—	1899 a

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F — Fördere- rung, f — Fahrweg, P — Wasser- haltung, w — Einziehen der Wetter, W — Ausziehen der Wetter	Seigerteufe des Schachtes	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				von der Rasenlängsbank bis zum Schachtfenster					
391.	Ver. Sälzer und Neuack . . . . .	Schmitz s	F, P, f, w	420	4,63 × 5,23	24,21	37	?	1857
392.		Huyssen s	F, f, w	310	1,83 × 4,65	8,51	36	?	1847
393.		Wetterschacht s	W	420	2,5	4,90	35	?	1854
394.	Scharnhorst . . . . .	I s	F, P, f, w	112	5,00	19,63	140 (10)	30	1873 a
395.		II s	F, P, f, W	327	5,20	21,25	140 (11)	4,0	1897 a
396.	Schlägel und Eisen I u. II . . . . .	I s	F, P, f, w	710	5,00	19,63	340 (8)	1,0	1874
397.		II s	F, P, f, w, W	608	5,00	19,63	340	0,1	1890
398.	" " " III . . . . .	III s	F, f, w, W	480	5,40	22,89	391	0,35	1895
399.	" " " V u. VI . . . . .	V s	F, W	294	5,50	23,74	411	0,06	1898 a
400.		VI s	F, P, f, w	417	4,25	14,18	411	0,07	1898 a
401.	Ver. Sellerbeck, Scht. Müller . . . . .	Müller s	F, f, w	368	1,83 × 4,50	8,24	20	1,40	1836
402.		Humboldt s	P, f, W	374	1,83 × 4,50	8,24	20	?	1836
403.	" " Scht. Carnall . . . . .	Carnall s	F, P, f, w	391	3,87 × 3,87	14,94	60 (6)	?	1854
404.		Christian s	f, W	60	3,0	7,07	60	?	1894
405.	Schnabel ins Osten . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	11	5,0	19,63	—	—	1899 a
406.	Ver. Schürbank u. Charlottenburg . . . . .	I s	F, P, f, w	600	2,08 × 6	12,48	25	—	1840
407.		II s	W	139	2,10	3,46	25	—	1848
408.	Shamrock . . . . .	I s	F, P, f, w	580	4,10	13,20	153 (10)	2,0	1857
409.		II s	F, P, f, w	476	3,12	7,64	152 (9)	2,0	1862
410.		V s	w, W	272	3,50	9,62	158 (8)	0,4	1897
411.		VI gb	P, f, W	579	3,50	9,62	153 (9)	1,67	1897
412.	Shamrock III/IV . . . . .	III s	F, f, w	375	5,0	19,63	161	0,20	1890
413.		IV s	f, W	365	5,0	19,63	162	0,12	1891
414.		VII s	W	12	4,25	14,18	150	wenig	1899 a
415.	Siebenplaneten . . . . .	Eduard s	F, P, f, w	270	2,5 × 5,6	14,00	4	?	1870
416.		Mathilde s	F, f, w	160	3,5	9,62	5	?	1891
417.		Wetterschacht t	f, W	160	1,88 × 2,51	4,72	—	—	1899
418.	Sprockhövel . . . . .	I s	F, P, f, w, W	242	3,56 × 5,34	19,01	11	0,50	1896
419.	Ver. Stein und Hardenberg, Scht. Minister Stein . . . . .	I s	F, f, W	393	4,10	13,20	177 (25)	?	1871
420.		II s	F, f, w	459	5,00	19,63	177 (18)	3,00	1891
421.	" " " " Scht. Fürst Hardenberg . . . . .	I s	F, P, W	457	4,75	17,71	171 (8)	?	1872
422.		II s	F, f, w, W	458	6,00	28,26	174 (10)	1,00	1897
423.	Steingatt . . . . .	Laura s	F, P, f, w	530	4,24 × 5,02	21,28	—	—	1856
424.		Wetterschacht t	W	276	1,75 × 2,0	3,50	—	—	1889
425.	Sterkrade . . . . .	I s	F, P, f, w, W	120	5,90	27,33	278 (136,5)	?	1897 a
426.	Ver. Stock und Scherenberg, Scht. Beust . . . . .	Beust s	F, P, f, w	217	1,83 × 2,83	5,17	—	—	1852?
427.		Wetterschacht t	W	134	1,5 × 3,0	4,50	—	—	1898
428.	" " " " Scht. Hövel . . . . .	Hövel s	F, P, f, w	290	2,2 × 3,3	7,26	—	—	1856
429.		Wetterschacht t	W	175	2 × 2	4,00	—	—	1892

Laufende Nummer	Schachanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläufig (t) oder gebrochen (gl <sup>b</sup> )	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigerteufe des Schachtes vort der Rasenlängsbank bis zum Schachtfließen	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächt- keit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				m					
430.	Ver. Trappe . . . . .	Voerster s	F, P, f, w	274	4 × 6	24,00	—	—	50er Jahre
431.		Karl s	w	135	2,5	4,90	—	—	1882
432.		Wilhelm s	W	135	3,0	7,07	—	—	1898
433.	Tremonia . . . . .	I s	F, P, f, w	534	4,15 × 6,15	25,52	50	?	1856
434.		II s	F, W	421	3,4	9,09	50	—	1889
435.	Unser Fritz I . . . . .	I s	F, f, w, W	550	4,08	13,06	211 (10)	0,24	1871
436.	„ „ II u. III . . . . .	II s	F, P, f, w, W	450	4,40	15,20	228 (12)	1,0	1882
437.		III s	F, P, W	270	4,40	15,20	228 (12)	1,0	1897 a
438.	Victor I u. II . . . . .	I s	F, P, f, w	500	4,75	17,71	300 (10)	2,0	1872
439.		II s	F, w, W	506	5,20	21,25	301 (18)	21	1894
440.		Wetterschacht s	W	350	3,50	9,62	257	?	1884
441.	„ III . . . . .	III s	F, f	15	5,50	23,74	350 (6)	?	1899 a
442.	Victoria . . . . .	Wilhelm t	F, P, f, W	178	1,8 × 7,5	13,50	—	—	1890
443.	Victoria Mathias . . . . .	Gustav s	F, f, w	410	3,0	7,07	88	?	1856
444.		II s	F, P, f, W	290	4,5	15,89	88	1,0	1898 a
445.	Vollmond . . . . .	I s	F, P, f, w	380	3,7 × 6,15	22,76	27 (27)	5,5	1856
446.		II s	F, f, W	380	3,70	10,75	28 (28)	3,5	1894
447.	Werne . . . . .	I s	F, P, f, w	29	5,80	26,41	580 (12)	0,33	1899 a
448.		II s	F, P, f, W	29	5,80	26,41	580 (12)	0,33	1899 a
449.	Westende . . . . .	I s	F, P, f, w	350	4,16	13,58	103 (38)	0,03	1856
450.		II s	F, P, f, W	403	5,00	19,63	104 (38)	0,03	1889
451.	Westhausen . . . . .	I s	F, P, f, w	433	4,0	12,56	200 (13)	wenig	1872
452.		II s	W	315	3,40	9,09	178 (15)	8,0	1891
453.	Ver. Westfalia, Scht. Kaiserstuhl I . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w, W	316	5,20	21,25	123 (13)	9,0	1872
454.		Wetterschacht s	W	141	4,00	12,56	123 (13)	2,5	1898 a
455.	„ „ Scht. Kaiserstuhl II . . . . .	Förderschacht s	F, P, f, w	316	5,50	23,74	128 (6)	3,5	1891
456.		Wetterschacht s	W	205	3,50	9,62	128 (6)	viel	1895
457.	Wiendahlsbank . . . . .	Wilhelm s	P, f	405	2,2 × 4,69	10,32	2,0	0,14	1857
458.		Friedrich s	F, f, w	405	2,2 × 4,14	9,11	2,0	0,06	1860
459.		Wetterschacht gb	W	51	1,9 × 2,0	3,80	—	—	?
460.	Ver. Wiesche . . . . .	Emilie I s	F, P, f, W	442	1,84 × 5,44	10,00	16	?	1814
461.		Emilie II s	F, f, w	442	4,20	13,85	16 (16)	0,2	1896
462.		nördl. Wetterschacht s	W	55	1,75	2,40	45	?	1875
463.		südl. Wetterschacht s	W	44	2,00	3,14	—	?	1895
464.	Wilhelmine Victoria I u. IV . . . . .	I s	F, f, W	608	4,64 × 4,84	22,45	145	?	1856
465.		IV s	F, P, f, W	608	4,1	13,20	145 (6)	0,03	1898
466.	„ „ II u. III . . . . .	II s	F, W	610	4,80	18,09	145 (10)	?	1874
467.		III s	F, P, f, w	706	5,50	23,74	145 (10)	0,004	1888

Laufende Nummer	Schachtanlage	Schacht; Angabe, ob seiger (s), tonnläßig (t) oder gebrochen (gb)	Zweck des Schachtes F = Förde- rung, f = Fahr- ung, P = Wasser- haltung, w = Einziehen der Wetter, W = Ausziehen der Wetter	Seigertiefe des Schachtes von der Rasenlängsbank bis zum Schachtfließen	Lichte Maasse der Schacht- scheibe	Flächen-Inhalt der Schachtscheibe	Mächtigkeit des Deck- gebirges (die Zah- len in Klammern geben an, bis zu welcher Teufe lockeres Gebirge angetrof- fen wurde)	Grösster Wasserfluss beim Abteufen im Deck- gebirge je Minute	Beginn des Abteufens im Jahre
				m					
468.	Wolfsbank und Neuweasel, Scht. Wolfsbank . . .	Wolfsbank s	F, P, f, w	460	4,31 × 5,98	25,77	73	?	1855
469.	Neuweasel s	Neuweasel s	W	350	2,4 × 4,2	10,08	88	?	1844
470.	Zollern I . . . . .	I s	F, P, f, w, W	351	5,35	22,47	110	37	1856
471.	„ II . . . . .	II s	F, P, f, W	193	5,50	23,74	137	2,12	1898a
472.	Zollverein I u. II . . . . .	I s	F, P, f, w	576	4,29 × 4,29	18,40	114 (5)	3,00	1847
473.	„ . . . . .	II s	F, P, f, w, W	454	4,32 × 4,55	19,66	113 (8)	wenig	1849
474.	„ III u. VII . . . . .	III s	F, P, f, w, W	364	5,39	22,72	118 (8)	8,00	1880
475.	„ . . . . .	VII s	F, f, W	495	3,00	7,07	98 (9)	5,25	1897
476.	„ IV u. V . . . . .	IV s	F, P, f, w	408	5,50	23,74	130 (7)	0,05	1891
477.	„ . . . . .	V s	W	275	3,00	7,07	130 (12)	0,20	1894
478.	„ VI . . . . .	VI s	F, f, w	280	5,50	23,74	108	3,50	1895