

WEBERS ILLUSTRIRTE KATECHISMEN

№ 129

Köhler.

Bergbaukunde.

4 Mart

LEIPZIG, VERLAG VON J. J. WEBER.

CA 6182



A 6182

A 6182



51

Bz. 4434

630365 I

# Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

## Webers illustrierte Katechismen.

- Chemie.** Katechismus der Chemie. Von Prof. Dr. S. Hirzel. Sechste, vermehrte Auflage. Mit 31 in den Text gedruckten Abbildungen. *M. 3*
- Dampfmaschinen.** Katechismus der stationären Dampfkessel, Dampfmaschinen und anderer Wärmemotoren. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwarze. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 247 in den Text gedruckten und 9 Tafeln Abbildungen. *M. 4*
- Elektrotechnik.** Katechismus der Elektrotechnik. Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwarze. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 383 in den Text gedruckten Abbildungen. *M. 4. 50*
- Geologie.** Katechismus der Geologie, oder Lehre vom innern Bau der festen Erdkruste und von deren Bildungsweise. Von Prof. S. Haas. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 144 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Tabelle. *M. 3*
- Heizung, Beleuchtung und Ventilation.** Katechismus der Heizung, Beleuchtung und Ventilation. Von Ingenieur Th. Schwarze. Mit 159 in den Text gedruckten Abbildungen. *M. 3*
- Hüttenkunde.** Katechismus der allgemeinen Hüttenkunde. Von Dr. C. F. Dürre. Mit 209 in den Text gedruckten Abbildungen. *M. 4*
- Mechanik.** Katechismus der Mechanik. Von Ph. Huber. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 181 in den Text gedruckten Abbildungen. *M. 2. 50*
- Meteorologie.** Katechismus der Meteorologie. Von Heinr. Gretschel. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 53 in den Text gedruckten Abbildungen. *M. 1. 50*

Webers illustrierte Katechismen.

---

- Mineralogie.** Katechismus der Mineralogie. Von Privatdozent Dr. Eugen Hussak. Vierte, neu bearbeitete Auflage. Mit 154 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 2*
- Naturlehre.** Katechismus der Naturlehre, oder Erklärung der wichtigsten physikalischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens. Nach dem Englischen des Dr. C. E. Brewer. Dritte, von Heinrich Gretschel umgearbeitete Auflage. Mit 55 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 2*
- Nivellierkunst.** Katechismus der Nivellierkunst. Von Dr. C. Pietsch. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 61 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 2*
- Petrographie.** Katechismus der Petrographie. Lehre von der Beschaffenheit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine. Von Dr. S. Blas. Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 2*
- Physik.** Katechismus der Physik. Von Dr. J. Kollert. Vierte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 231 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 4*
- Raumberechnung.** Katechismus der Raumberechnung. Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art. Von Fr. Herrmann. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage von Dr. C. Pietsch. Mit 55 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 1. 80*
- Technologie, mechanische.** Katechismus der mechanischen Technologie. Von A. v. Sbering. Mit 163 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 4*
- Versteinerungskunde.** Katechismus der Versteinerungskunde (Petrefaktentunde, Paläontologie). Von Prof. H. Haas. Mit 178 in den Text gedruckten Abbildungen. *Nr. 3*
-

Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

**Webers Naturwissenschaftliche Bibliothek.**

Erster Band:

**Die Vorfahren der Säugetiere in Europa.**

Von

**Albert Gaudry.**

Aus dem Französischen übersetzt

von

**William Marshall.**

Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis in Original-Leinenband 3 Mark.

**Inhalt:**

- |                                                                                      |                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Geschichtliches über die Fortschritte der Paläontologie.                          | IV. Pikermi.                                                                                                          |
| II. Entwicklung und Darwinismus.                                                     | V. Über das Licht, welches die Geologie auf einige Punkte in der Geschichte des alten Athens zu werfen im stande ist. |
| III. Der phylogenetische Zusammenhang der Säugetiere in den geologischen Zeitaltern. | VI. Leberon.                                                                                                          |

Jeder Band der Naturwissenschaftlichen Bibliothek wird ein in sich abgeschlossenes Ganzes bilden und von einer Autorität auf dem Gebiet, von welchem er handelt, in klarer leichtfasslicher Form, aber doch unter vollständiger Wahrung des wissenschaftlichen Standpunktes verfasst werden. Soweit es der Inhalt erfordert, werden Abbildungen, welche den Text ergänzen und zum bessern Verständnis desselben dienen, beigegeben werden.

Originalarbeiten deutscher Gelehrten und Forscher werden mit Übersetzungen von hervorragenden ausländischen Verfassern abwechseln.

Für die weiteren Bände sind folgende Stoffe in Aussicht genommen:

**W. Marshall:** Der Bau der Vögel.

**E. Jourdan:** Die Sinne und Sinnesorgane der niederen Tiere.

**W. Marshall:** Das Leben der Vögel.

**H. Gadeau de Kerville:** Leuchtende Pflanzen und Tiere.

**C. Chun:** Das Tierleben auf der Oberfläche des Meeres.

**E. L. Trouessart:** Die geographische Verbreitung der Tiere.

**E. Gerland:** Geschichte der Physik.

—◊—◊— Jeder Band ist einzeln zu haben. —◊—◊—

Verlag von J. G. Weber in Leipzig.

---

**Neues Wörterbuch**  
der  
**Deutschen und Französischen Sprache**  
von  
**Schuster-Régnier.**

---

**Funfzehnte Auflage,**

mit Rücksicht auf die Begriffsbestimmung, Ursprung, Verwandtschaft, Aemendung und Umwandlung der Wörter, und mit besonderer Bezugnahme auf die in den Naturwissenschaften, dem Handel u. üblichen Kunst- und Fachausdrücke auf Grund der neuesten Sprachforschungen und mit Zugrundelegung der neuen deutschen Orthographie

neu bearbeitet von

**Christ. Wilh. Damour.**

---

Zwei Bände:

I. Französisch-Deutsch. 1097 Seiten.

II. Deutsch-Französisch. 1086 Seiten.

Nebst Anhang: Die Konjugationen, Konjugationstabelle der Verben mit starker Konjugation, Verzeichniß der Eigennamen, Wörterbuch der älteren und neueren Geographie.

---

Preis in Halbfranzband 16 Mark.

Schülerausgabe in Leinwand gebunden 10 Mark.

---

Dieses in seiner Art vollständig zu nennende Wörterbuch muß unter die besten lexikographischen Hilfsmittel gezählt werden. Die typographische Ausstattung, Papier, Druck und Einband sind nach jeder Seite hin vortrefflich, bei allen diesen Vorzügen aber ist das Ganze außergewöhnlich preiswürdig. Es sei allen denen empfohlen, welche von einem Wörterbuch etwas mehr als das gewöhnliche beanspruchen: „Es wird nicht versagen“. Der wissenschaftliche Wert des Buches ist im Laufe der Jahre allseitig anerkannt und es wird denselben in der jetzigen, 15. Auflage, auf die wir hiermit die Aufmerksamkeit lenken wollen, nach allen Richtungen zu bewahren und zu vermehren wissen.

Katechismus der Bergbaukunde.

---



# Katechismus

der

# Bergbaukunde.

Von

**G. Köhler,**

Königl. Bergrat und Direktor der ver. Kgl. Bergakademie und Bergschule  
in Clausthal.

Mit 217 in den Text gedruckten Abbildungen.



Leipzig

Verlagsbuchhandlung von S. S. Weber

1891

8-7

*Handwritten red and black ink marks, including a large 'I' and 'u'.*

B2 4434
630365 I

AG182

Alle Rechte vorbehalten.



5.

7-8

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	3
A. Die Lagerstätten . . . . .	3
1. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten . . . . .	4
2. Massige (eruptive) Lagerstätten . . . . .	5
3. Hohraumausfüllungen . . . . .	6
4. Metamorphische (metasomatische) Lagerstätten . . . . .	7
B. Die Störungen der Lagerstätten . . . . .	8
1. Faltenverwerfungen . . . . .	8
2. Spaltenverwerfungen . . . . .	10
3. Verschiebungen . . . . .	11
4. Gangablenkungen . . . . .	13
5. Wiederausrichtung verworfener Lagerstätten . . . . .	14

## Erster Abschnitt.

<b>Aussuchen der Lagerstätten, Schürfs- und Bohrarbeiten</b>	17
A. Schürfen . . . . .	18
B. Tiefbohrung . . . . .	19
Erstes Kapitel. Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen . . . . .	20
Zweites Kapitel. Stoßendes Bohren mit Gestänge . . . . .	22
1. Bohren mit steifem Gestänge . . . . .	22
2. Bohren mit Zwischenstücken . . . . .	22
3. Englisch-Kanadisches Bohrverfahren . . . . .	40
Drittes Kapitel. Stoßendes Bohren mit Seil . . . . .	40
Viertes Kapitel. Bohrverfahren mit Wasserspülung . . . . .	41

## Zweiter Abschnitt.

<b>Säuer- oder Gewinnungsarbeiten</b> . . . . .	47
Erstes Kapitel. Wegfüllarbeit . . . . .	48
Zweites Kapitel. Seilhauenarbeit . . . . .	49

	Seite
A. Handarbeit . . . . .	49
B. Maschinenarbeit . . . . .	52
Drittes Kapitel. Schlägel- und Eisenarbeit . . . . .	54
Viertes Kapitel. Hereintreibarbeit . . . . .	55
Fünftes Kapitel. Sprengarbeit . . . . .	56
A. Herstellung der Bohrlöcher . . . . .	56
a) Handarbeit S. 56; b) Maschinenarbeit 59.	
B. Wegthun der Bohrlöcher . . . . .	77
Sechstes Kapitel. Feuersetzen . . . . .	85
Siebentes Kapitel. Gewinnungs-Arbeit mit Wasser . . . . .	86

### Dritter Abschnitt.

<b>Abbau der Lagerstätten</b> . . . . .	87
Erstes Kapitel. Stollen und Strecken . . . . .	88
Zweites Kapitel. Schächte . . . . .	91
Drittes Kapitel. Ausrichtung und Vorrichtung . . . . .	94
Viertes Kapitel. Abbau . . . . .	98
A. Abbaumethoden mit Bergeversatz . . . . .	100
a) Stroffenbau 100; b) Firstenbau 101; c) Quer- bau 105; d) Strebbau 105.	
B. Abbaumethoden ohne Bergeversatz . . . . .	110
a) Pfeilerabbau 110; b) Andere Abbaumethoden 118.	
C. Tagebau . . . . .	119

### Vierter Abschnitt.

<b>Förderung</b> . . . . .	123
A. Grubensförderung . . . . .	124
Erstes Kapitel. Streckenförderung . . . . .	124
a) Geräte 124; b) Förderbahnen 132; c) Förder- kräfte 136.	
Zweites Kapitel. Bremsbergförderung . . . . .	144
a) Bremshaspel 145; b) Bremsgestelle 146; c) Gegen- gewichte 146; d) Sonstige Einrichtungen bei Bremsbergen 147.	
Drittes Kapitel. Aufwärtsgehende Streckenförderung . . . . .	148
Viertes Kapitel. Schachtförderung . . . . .	150
a) Seile 150; b) Schachtfördergeräte 152; c) Aufsetzen der Fördergestelle 155; d) Abfertigen der Förder- gestelle 161; e) Fördermaschinen mit Zubehör 163; f) Besondere Fördermethoden 169.	
B. Tagesförderung . . . . .	171

	Seite
Fünftes Kapitel. Fortschaffung des Fördergutes über Tage	171
a) Einrichtungen auf Hängebank und Ladebühne	171;
b) Fortbewegen der Eisenbahnwagen	172.
Sechstes Kapitel. Drahtseilbahnen . . . . .	173
a) Drahtseilbahnen mit Seil ohne Ende	173;
b) Drahtseilbahnen mit Leit- und Treibseil	174.

### fünfter Abschnitt.

<b>Fahrung</b> . . . . .	176
Erstes Kapitel. Fahrung ohne Maschinenkraft . . . . .	176
Zweites Kapitel. Fahrung mit Maschinenkraft . . . . .	177
a) Fahrkünste	177;
b) Seilfahrung	180.

### Sechster Abschnitt.

<b>Grubenausbau</b> . . . . .	185
A. Gewöhnlicher Ausbau . . . . .	185
Erstes Kapitel. Zimmerung . . . . .	185
a) Material und Gezüge	185;
b) Streckenzimmerung	188;
c) Zimmerung in Abbauen	190;
d) Zimmerung in Schächten	192;
e) Getriebezimmerung	195.
Zweites Kapitel. Eisenausbau . . . . .	197
a) Eisenausbau in Strecken	197;
b) Eisenausbau in Schächten	199.
Drittes Kapitel. Mauerung . . . . .	201
a) Material	201;
b) Mauerung in Strecken und Abbauen	202;
c) Mauerung in Schächten	202.
B. Wasserdichter Ausbau . . . . .	203
Viertes Kapitel. Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit mäßigen Wasserzuflüssen . . . . .	205
a) Hölzerne Cuvelage	205;
b) Eiserner Cuvelage	206;
c) Wasserdichte Schachtmauerung	208.
Fünftes Kapitel. Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen . . . . .	210
a) Abbohren von Schächten	210;
b) Eiserner Ausbau der Bohrschächte	213.
Sechstes Kapitel. Wasserdichter Ausbau in Schwimmsand . . . . .	216
a) Allgemeines über die Herstellung der Sentschächte	216;
b) Herstellung des Ausbaues	220;
c) Anwendung der Luftschleuse und Abschluß des Fußes der Sentschächte	222.
C. Neuere Methoden des Abteufens in Schwimmsand . . . . .	224

	Seite
<b>Siebenter Abschnitt.</b>	
<b>Wasserhaltung</b> . . . . .	
A. Wasserhebung . . . . .	227
Erstes Kapitel. Feststehende Pumpen mit Gestänge . . . . .	228
a) Allgemeines 228; b) Arten der Pumpen und deren Verlagerung. — Sumpfstrecken 229; c) Pumpenröhren 237; d) Kolben 238; e) Ventile 240.	
Zweites Kapitel. Gestänge . . . . .	243
a) Gestänge in Hauptschächten 243; b) Gestänge in Nebenschächten 248.	
Drittes Kapitel. Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen . . . . .	249
Viertes Kapitel. Abteuspumpen . . . . .	251
Fünftes Kapitel. Andere Mittel zur Wasserhebung . . . . .	254
B. Verdämmung . . . . .	257
Sechstes Kapitel. Verdämmung in Strecken . . . . .	257
a) Hölzerne Dämme 257; b) Gemauerte Dämme 259.	
<b>Achter Abschnitt.</b>	
<b>Wetterlehre</b> . . . . .	
Erstes Kapitel. Die schlechten Wetter . . . . .	261
a) Entstehung der schlechten Wetter 261; b) Mittel zum Erkennen schlagender Wetter 269.	
Zweites Kapitel. Wetterversorgung . . . . .	270
a) Umlauf der frischen Wetter in den Grubenbauen 270; b) Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges 273; c) Natürliche und künstliche Wetterversorgung 277.	
Drittes Kapitel. Bewetterung einzelner Grubenbaue (Sonderventilation) . . . . .	279
Viertes Kapitel. Bewetterung ganzer Gruben . . . . .	286
a) Allgemeines 286; b) Erwärmung des ausziehenden Wetterstroms 288; c) Verdünnung des ausziehenden Wetterstroms durch saugende Wettermaschinen 290; d) Vergleich zwischen Wetteröfen und Wettermaschinen 298; e) Wetterführung 299.	
Fünftes Kapitel. Beleuchtung der Grubenräume . . . . .	301
a) Allgemeines 301; b) Einrichtung der Wetterlampen 302; c) Verschluss der Wetterlampen 308.	
Sechstes Kapitel. Grubenbrand . . . . .	309
Siebentes Kapitel. Fahrung in bösen Wettern . . . . .	310
Register . . . . .	313

# Katechismus der Bergbaukunde.

---



# Einleitung.

---

## 1. Was bezweckt der Bergbau?

Der Bergbau bezweckt den Erwerb nutzbarer Fossilien an der Erdoberfläche und im Innern der Erde.

## 2. Was versteht man unter nutzbaren Fossilien?

Man versteht darunter solche Bestandteile der festen Erdrinde, welche für technische Zwecke mit Nutzen zu verwerten sind. Dahin gehören: Erze, Fossilien, Brennstoffe, Salze, feste und erdige Mineralien, sowie mehrere Gesteinsarten (Dachschiefer, Traß, Bausteine, Pflastersteine zc.).

## 3. Was versteht man unter Erzen?

Unter Erzen versteht der Bergmann solche Mineralien oder nutzbare Fossilien, aus denen sich mit Vorteil und im Großen Metalle und Metallverbindungen darstellen lassen.

## A. Die Lagerstätten.

### 4. Was versteht man unter Lagerstätten?

Lagerstätten sind diejenigen mehr oder weniger deutlich abgeforderten Teile der festen Erdrinde, innerhalb deren sich die nutzbaren Fossilien befinden.

### 5. Wie teilt man die Lagerstätten ein?

In solche, welche gleichzeitig mit dem Nebengestein entstanden sind, nämlich:

1. Geschichtete (sedimentäre),
2. massige (eruptive) Lagerstätten,

und solche, welche später als das Nebengestein entstanden sind, nämlich:

3. Hohraumausfüllungen,
4. metamorphische (metasomatische) Lagerstätten.

#### 1. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten.

6. Welches sind die Arten und die näheren Kennzeichen der geschichteten Lagerstätten?

Zu diesen Lagerstätten gehören Flöze (Stein- und Braunkohlenflöze, Kupferschieferflöze) und Lager (Erzlager). Beide sind jünger, als das unterliegende Nebengestein — das Liegende —, und älter, als das darüberliegende Nebengestein — das Hangende.

7. Welches ist der Unterschied zwischen Flözen und Lagern?

Flöze nennt man ohne Rücksicht auf ihre Ausfüllung solche geschichteten Lagerstätten, welche selbst bei geringer Mächtigkeit eine große Flächenausdehnung haben, wogegen Lager selbst bei großer Mächtigkeit auf einen geringern Raum beschränkt sind.

8. Wie denkt man sich die Entstehung der Flöze und Lager?

Die meisten Steinkohlenflöze sind nach der bis jetzt herrschenden Ansicht nach Art der Torfmoore entstanden, also durch die Vermoderung von Pflanzen (Farn, Sigillarien, Lepidodendren u.), deren Reste man reichlich in der Steinkohle und im Nebengestein findet. Da in den Hauptkohlenrevieren bis über 200 teils bauwürdige, teils unbauwürdige Flöze in einer Gesamtheit von 2800 m über einander liegen, also abwechselnd eine Flözbildung und ein Bodensatz von sandigen und thonigen Massen (die das Nebengestein bildenden Sandsteine und Schieferthone) stattgefunden haben muß, so nimmt man vielfach ein abwechselndes Heben und Senken des

Untergrundes an. Es ist jedoch schwer einzusehen, wie an ein und derselben Stelle entgegengesetzte Kräfte wirksam sein konnten, zumal man die Erscheinung genügend durch allmähliche, infolge der Erkaltung der Erdrinde entstandene Einsenkung des Untergrundes erklären kann. Erfolgte die letztere sehr langsam, so konnten sich mächtige, im andern Falle nur schwache Flöze bilden.

Bei dieser Erklärung für die Entstehung der meisten Steinkohlenflöze ist nicht ausgeschlossen, daß es auch solche giebt, welche durch Einschwemmen in Binnenseen entstanden sind\*), besonders wenn man erwägt, daß nach stattgehabter Faltung des Steinkohlenegebirges ein großer Teil desselben durch Erosion abgetragen und durch Fluten fortgeschwemmt ist.

Die Braunkohlenflöze sind allem Anscheine nach in der Weise entstanden, daß Waldbestände in Binnenseen zusammengeschwemmt sind.

Sowohl das Kupferschieferflöz (u. a. bei Mansfeld) als auch Erzlager (Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz und Zinkblende im Rammelsberge bei Goslar, Schwefelkies bei Schwelm und Rio Tinto zc.) sind als Bodensatzbildungen zu betrachten. Beweis dafür ist die feine Streifung, welche die Erze in den genannten Lagern zeigen und welche allen später erfolgten Faltungen entspricht.

Auch Trümmerlager (Gold-, Silber- und Platinstreifen in Kalifornien, Brasilien, Australien zc.), Eisensteinlager bei Peine, Salzgitter zc.) sind ebenso, wie gewisse, weiter oben erwähnte Steinkohlenflöze, an anderen Orten gelöst und an ihrem gegenwärtigen Fundort abgelagert.

## 2. Massige (eruptive) Lagerstätten.

### 9. Was versteht man unter massigen (eruptiven) Lagerstätten?

Derartige Lagerstätten sind solche Teile von Eruptivgesteinen (Diorit, Gabbro zc.), welche Erze, wie Magnetkies, Kupfer- und Schwefelkies, in unregelmäßig verteilten Körnern, größeren Klumpen oder Adern enthalten.

\*) Bulletin de la société de l'industrie minière. Tome XV, livr. 3 et 4. 1886.

Als Beispiele sind u. a. zu nennen: die Magneteisenerze des Taberges bei Jönköping und der Berge Gora Blagodat, Katschanar und Wissakaja im Ural, die Riesstöcke von La Balma bei Locarno im Val Sesia.

### 3. Hohlraumausfüllungen.

#### 10. Welches sind die Arten der Hohlraumausfüllungen?

Nach der Entstehung der Hohlräume unterscheidet man solche, welche durch Aufreißen von Spalten, und solche, welche in geeigneten Gesteinen, namentlich in Kalksteinen oder Dolomiten, durch Auflösen und Auswaschen entstanden sind. Die hierdurch gebildeten Höhlen blieben mitunter leer — Tropfsteinhöhlen —, mitunter wurden sie von Erzen ausgefüllt und erhielten je nach ihrer Größe die Namen Nieren, Nester, Büxen. Beispiel: der Berg bei Grund am Harz.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Spaltenfüllungen, zu denen man die Gänge, sowie die Sprünge im Steinkohlengebirge zu rechnen hat.

#### 11. Welche Beziehungen bestehen zwischen Gängen und Sprüngen?

Gänge sind ausgefüllte Spalten, welche sich vom geschichteten Nebengestein durch Streichen und Fallen\*), vom geschichteten und ungeschichteten Nebengestein durch die ausfüllenden Mineralmassen unterscheiden. Je nachdem die letzteren Erze oder taube Gesteine sind, unterscheidet man Erzgänge und Gesteinsgänge.

Auch die Sprünge sind ausgefüllte Spalten, welche innerhalb des Steinkohlengebirges mit sandigen und thonigen Massen (Produkte der Reibung bei der Senkung der hangenden Gebirgsmassen) ausgefüllt sind, außerdem aber auch an einzelnen Punkten alle diejenigen Erze und sonstige Mineralien enthalten, welche die hauptsächlichliche Ausfüllung der Gänge bilden.

---

\*) Streichen bezeichnet denjenigen Winkel, welchen eine in der Ebene einer Lagerstätte oder Gesteinschicht gedachte horizontale Linie (Streichlinie) mit dem magnetischen Meridian, Fallen denjenigen Winkel, welchen eine rechtwinklig zur Streichlinie gezogene Linie (Falllinie) mit ihrer Horizontalprojektion einschließt.

Die schon hierdurch wahrscheinliche nahe Verwandtschaft zwischen Gängen und Sprüngen wird zur Gewißheit, wenn man beachtet, daß viele wichtige Erzgänge im Rheinland (Selbeck und Lintorf bei Düsseldorf, die Gruben Breinigerberg bei Aachen und Centrum bei Eschweiler u. a. m.) unzweifelhaft mit bekannten Sprüngen in den benachbarten Kohlengebieten im Zusammenhange stehen.

12. Wie verhalten sich Gänge und Sprünge, wenn sie mit anderen im Streichen oder Fallen zusammentreffen?

Treffen zwei Gänge oder Sprünge zusammen, so durchsetzen sie sich entweder so, daß ein verschiedenes Alter nicht zu erkennen ist, oder der eine durchsetzt den andern selbständig. Der durchsetzende Gang ist dann der jüngere, der durchsetzte ist am ersteren ohne Zertrümmerung abgeschnitten.

Liegen in solchem Falle die getrennten Teile nicht mehr in derselben Richtung, so hat eine Verwerfung (S. 8 ff.) stattgefunden, sind die getrennten Teile gleichzeitig zertrümmert, so liegt eine Gangablenkung (S. 13) vor. Bei dieser war der Verwerfer der ältere und veranlaßte eine Zertrümmerung des durchsetzenden Ganges schon beim Aufreißen der Spalte.

Auch kann es vorkommen, daß zwei Gänge nach dem Zusammentreffen (Scharen) nebeneinander fortstreichen (sich schleppen).

13. Was versteht man unter Stockwerken?

Stockwerke sind Teile von massigen Gesteinen (Gneis, Granit, Porphyre), welche so dicht mit Netzgängen durchzogen sind, daß die ganze Masse mehr oder weniger bauwürdig ist. Hierher gehören: Zinnstockwerke bei Altenberg und Zinnwald im Erzgebirge, Hubertusstockwerk b. Schlaggenwald in Böhmen.

#### 4. Metamorphische (metasomatische) Lagerstätten.

14. Was versteht man unter metamorphischen Lagerstätten?

Metamorphische Lagerstätten sind solche, deren Erzgehalt das Resultat einer chemischen Umwandlung ist. So hält

man die Galmeilager von Moresnet bei Aachen, Raibl in Kärnten, Beuthen in Oberschlesien, Santander in Spanien 2c. für in oxydische Zinkerze umgewandelte Kalklager.

## B. Die Störungen der Lagerstätten.

### 15. Welches sind die Störungen der Lagerstätten?

Jede Veränderung, welche Lage und Gestalt der Lagerstätten seit ihrer Entstehung erfahren haben, nennt man eine Störung. Da die geschichteten Lagerstätten ursprünglich flach abgelagert sein müssen, so ist schon die Faltung der Flöze und Lager eine Störung. Besonders aber gehören hierher die Faltenverwerfungen oder Wechsel, die Spaltenverwerfungen oder Sprünge, die Verschiebungen und die Gangablenkungen.

Bei allen diesen Störungen ist nicht allein der Zusammenhang der Lagerstätten an irgend einer Stelle unterbrochen, sondern auch die streichende Richtung, so daß man die Fortsetzung derselben seitwärts im tauben Gestein wieder aufsuchen muß.

### 1. Faltenverwerfungen.

#### 16. Was ist eine Faltenverwerfung?

Eine Faltenverwerfung ist der höchste Grad einer Faltung. Die Figuren 1, 2, 3 stellen drei Stadien von der einfachen Faltung bis zur Faltenverwerfung dar. Der zwischen den Linien a b und c d in Figur 1 und 2 liegende Gebirgsteil mit dem darin eingeschlossenen Kohlenflöze F ist dabei bis zu einer mehr oder weniger dünnen, aus fein gefältelem Schiefer bestehenden, bei Zutritt von Feuchtigkeit weich und aufgelöst erscheinenden Masse e f in Figur 3 zusammengepreßt.

Diese, durch die Figuren 1, 2, 3 dargestellten Stadien einer Faltenverwerfung kommen nicht selten innerhalb einer gewissen streichenden Länge in einem und demselben Flöze vor, so daß sich also in solchem Falle eine Faltenverwerfung nach einer Seite hin in einfache Faltung auflöst.

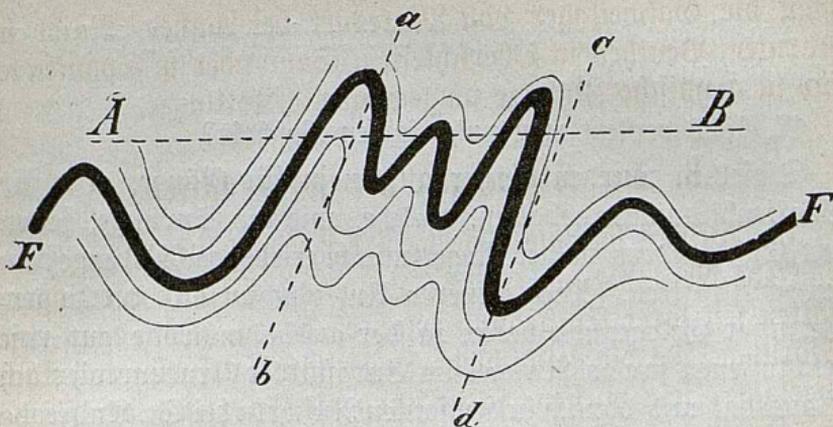


Fig. 1. Faltenverwerfung.

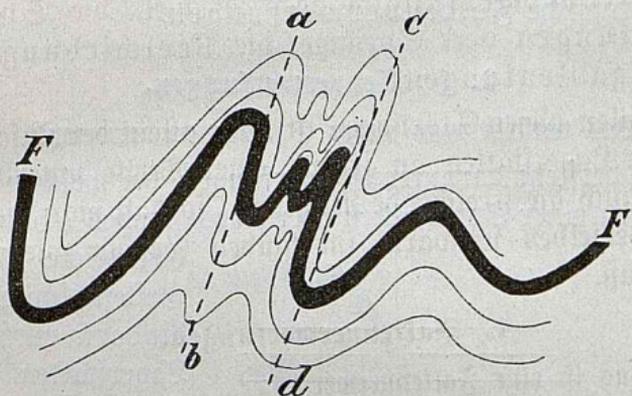


Fig. 2. Faltenverwerfung.

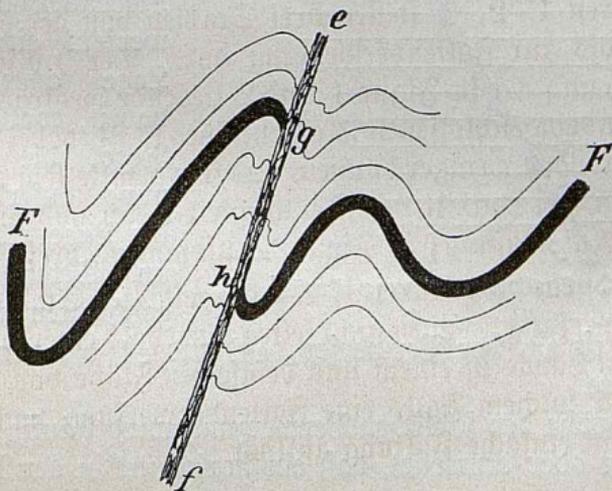


Fig. 3. Faltenverwerfung.

Die Größe derartiger Faltenverwerfungen (g h in Fig. 3) steigt bis zu 500 m.

### 17. Was versteht man unter faulen Muscheln?

Dieselben wurden bisher allgemein für Gänge, also für Spaltenbildungen gehalten, welche, wie die Sprünge, selten mit Erz, sondern in der Regel mit verriebenem Nebengestein ausgefüllt seien. Nach neueren Untersuchungen, welche der Verfasser Gelegenheit hatte, in der ausnahmsweise gut aufgeschlossenen faulen Muschel im Burgstädter Grubenrevier bei Klausthal und danach in den faulen Muscheln bei St. Andreasberg vorzunehmen, sind dieselben keine Spaltenbildungen, sondern typische Faltenverwerfungen.

## 2. Spaltenverwerfungen.

### 18. Was versteht man unter Spaltenverwerfungen?

Man versteht darunter Verwerfungen, bei welchen der im Hangenden einer Sprungkluft oder eines Ganges a b in Fig. 4

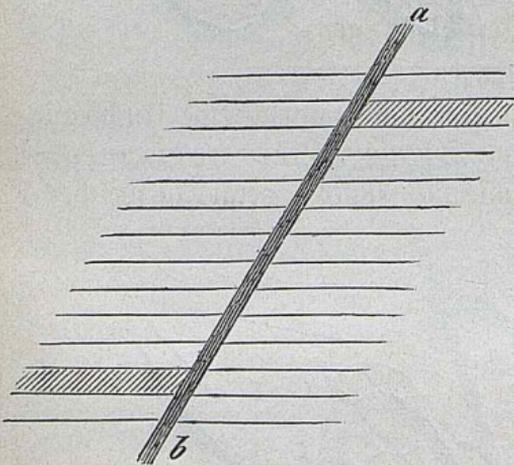


Fig. 4. Spaltenverwerfung: Profil.

befindliche Teil der Gesteinsschichten und die darin enthaltenen Lagerstätten durch Senkung auf dem Liegenden des Verwerfers eine tiefere Lage angenommen haben, wobei in der Regel die Erscheinung auftritt, daß die Lagerstätte auch im Streichen abgeschnitten ist. In

Figur 5 ist a b der Verwerfer, c d und e f die verworfene Lagerstätte.

Die Größe der seitlichen Verwerfung wird häufig dadurch verringert oder vermehrt, daß ein horizontal in der Richtung

des Berwerfers wirkender Druck gleichzeitig mit der Senkung thätig war.

Die Spuren beider Kräfte sind oft deutlich in den Rutschflächen in Gestalt von Furchen eingegraben. Liegen die Furchen in der Falllinie, so war nur die Schwerkraft thätig, haben sie aber eine diagonale Richtung, so muß auch Seiten-  
druck angenommen werden; liegen sie ganz oder nahezu horizontal, so war der letztere allein thätig und es hat eine Verschiebung der Lagerstätten stattgefunden.

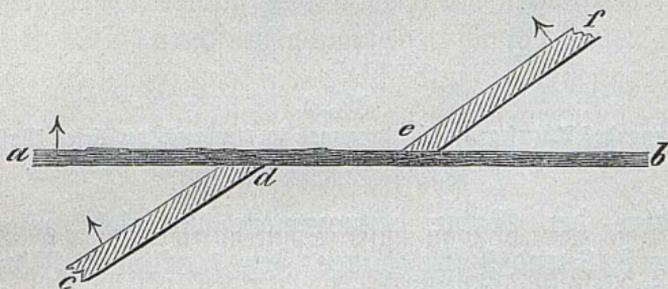


Fig. 5. Spaltenverwerfung: Grundriß.

### 3. Verschiebungen.

#### 19. Was sind Verschiebungen?

Bei den Verschiebungen hat meistens eine Umbiegung der Lagerstättenenden im Sinne eines horizontalen Druckes stattgefunden, wie die Figur 6 zeigt, in welcher F

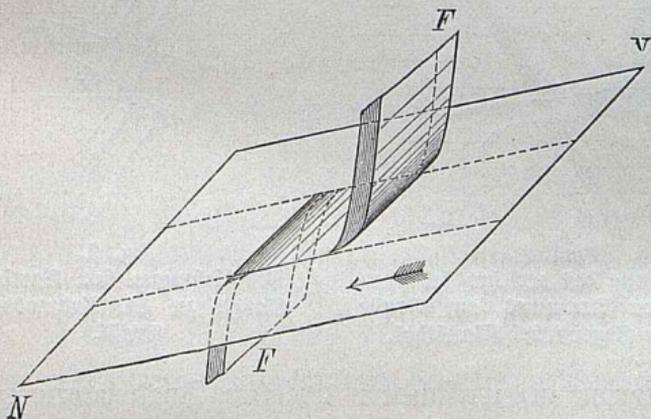


Fig. 6. Verschiebung.

eine verschobene Lagerstätte, N die Zerreiungsebene (das „Geschiebe“) darstellt.

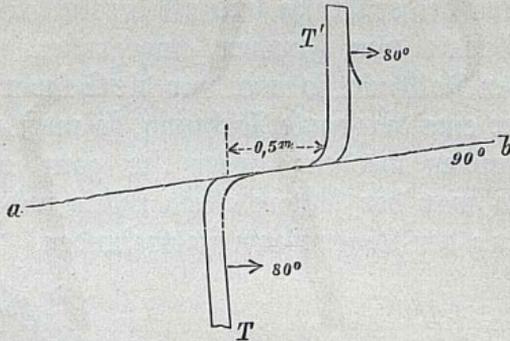


Fig. 7.

Verschiebung des Altensegener Hauptganges im Umbruch der tiefen Wasserstrecke, etwa 80 m westlich vom Rosenhofer Schachte: Grundriß.

Anderer der Natur entnommene Beispiele zeigen die Figuren 7, 8 und 9 für Gänge, Fig. 10 für ein Flo.

Verschiebungen kommen in Gängen, Flößen und Lagern sehr häufig vor, niemals jedoch in flachgelagertem Gebirge, in welchem auch keine

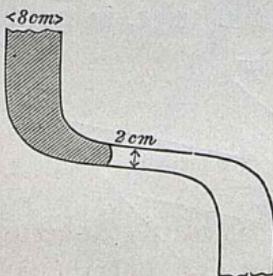


Fig. 8.

Verschiebung des verkehrt fallenden hangenden Trummes auf Grube „Alter Segen“ bei Klausthal.

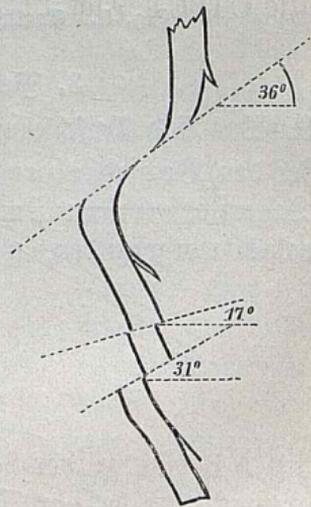


Fig. 9.

Verschiebungen im Samsoner Gange zu St. Andreasberg: Profil.

Faltenverwerfungen, sondern lediglich Spaltenverwerfungen vorkommen können.

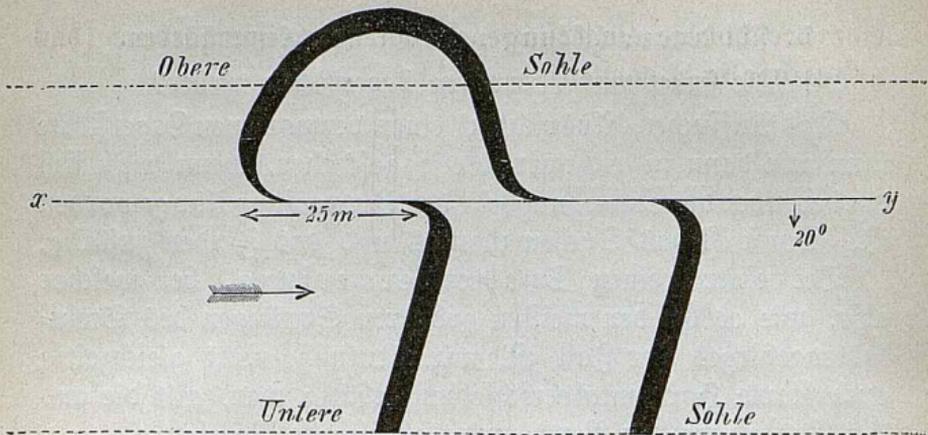


Fig. 10. Flößerverschiebung auf Zeche Westhausen bei Dortmund: Profil.

#### 4. Gangablenkungen.

##### 20. Was sind Gangablenkungen?

Man versteht darunter solche Erscheinungen, bei denen die Spalte CDEF Fig. 11 bei ihrem Aufreißen in dem Ver-

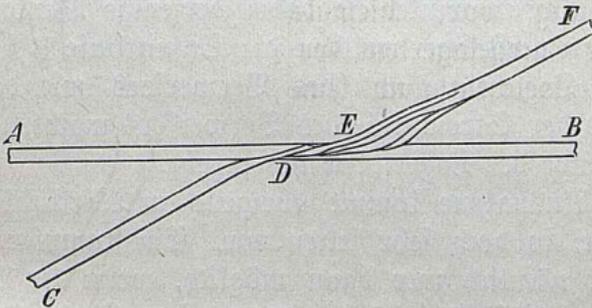


Fig. 11. Gangablenkung: Grundriß.

werfer AB eine, in der Regel nicht bedeutende Änderung der Streichrichtung erfuhr. Häufig zeigt sich dabei auf beiden Seiten des Verwerfers in dem abgelenkten Gange eine starke Zertrümmerung. Auch setzen einzelne Trümmer, zumteil mit reicher werdender Erzführung, durch den Verwerfer hindurch.

Bis jetzt sind als Verwerfer bei Gangablenkungen nur faule Muscheln bekannt.

### 5. Wiederausrichtung verworfener Lagerstätten.

#### 21. Wie findet man verworfene Lagerstätten wieder?

Das Auffuchen (Ausrichten) einer verworfenen Lagerstätte kann nur dann in richtiger Weise geschehen, wenn man sich vorher über die Entstehungsart der Verwerfung klar geworden ist. Sonst ist das Suchen planlos und das Finden zufällig.

Bei einer reinen Spaltenverwerfung, bei welcher also, wie es bei den meisten größeren Sprüngen des Steinkohlengebirges der Fall ist, nur Senkung, nicht gleichzeitig auch starke Horizontalverschiebung thätig war, gilt die aus der Entstehung der Verwerfung abgeleitete Regel:

„Trifft man beim Anfahren des Verwerfers auf dessen Hangendes, so hat man ihn zu durchbrechen und sodann in das Hangende der verworfenen Lagerstätte aufzufahren. Trifft man dagegen auf das Liegende des Verwerfers, so muß man nach seiner Durchbrechung die verworfene Lagerstätte durch Auffahren in das Liegende derselben auffuchen.“

Bei stumpfem Sprungwinkel ist die Regel umzukehren.

Unter Sprungwinkel ist dabei derjenige Winkel Sp. W. Fig. 12 zu verstehen, welchen die Schnittlinie BA der verworfenen Lagerstätte und des Verwerfers mit demjenigen Teile CD der Streichlinie des Verwerfers macht, welcher in das Liegende der Lagerstätte hineingeht.

Diese Ausnahme kommt übrigens in Wirklichkeit, wenn überhaupt, so doch sehr selten vor. Ein stumpfer Sprungwinkel ist nämlich nur dann möglich, wenn der Verwerfer viel flacher einfällt, als die verworfene Lagerstätte (siehe Fig. 12), während Spaltenbildungen in der Regel ein steiles Einfallen haben.

Außer vorstehender, ursprünglich von Bergrat Schmidt in Siegen aufgestellten Regel giebt es noch eine zweite von Bergrat Zimmermann\*) in Klausthal, bei welcher dasselbe

---

\*) Chr. Zimmermann, „Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flöze“. Darmstadt und Leipzig 1828, S. 49. — G. Röhrer, „Lehrb. der Bergbaukunde“. Leipzig 1887, S. 29.

Ziel durch Konstruktion erreicht wird und zwar ohne die Ausnahme des stumpfen Sprungwinkels.

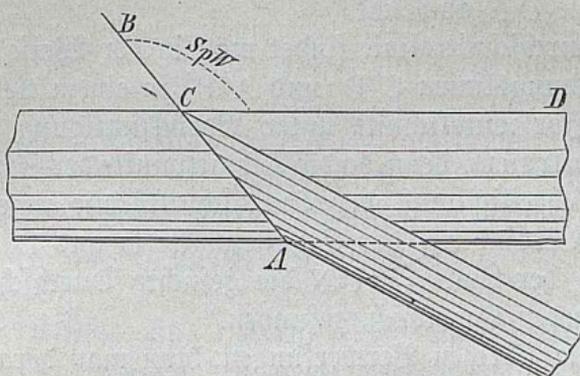


Fig. 12. Konstruktion des Sprungwinkels.

Diese Regel lautet in allgemeingültiger Fassung folgendermaßen:

„Man errichte in dem Punkte D Fig. 13, in welchem der Verwerfer AB von C aus angefahren wurde, ein Lot DL

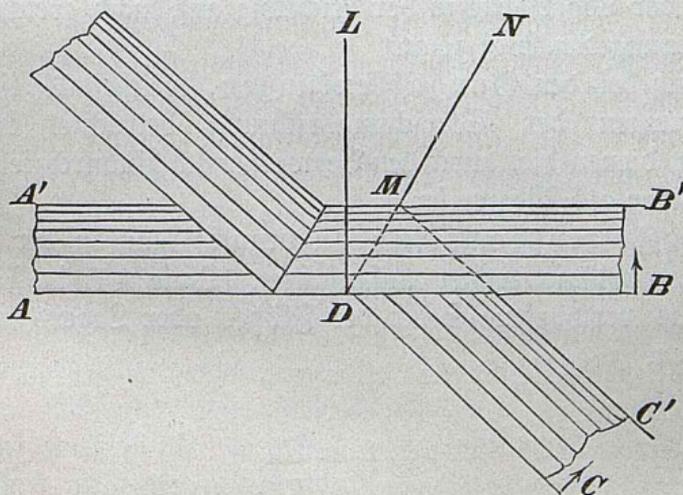


Fig. 13. Anwendung der Zimmermannschen Regel.

auf die Streichungslinie AB, bestimme die Lage der Durchschnittslinie DN zwischen den Ebenen der verworfenen Lagerstätte CDC'M und des Verwerfers ABA'B' und suche nach

Durchfahring des Verwerfers die verworfene Lagerstätte in der Richtung auf, nach welcher das Lot DL von der Durchschnittslinie DN abweicht.

Die Durchschnittslinie findet man in der Weise, daß man die Streichungslinien C'D' und A'B' in einem tieferen oder höheren Horizontalschnitt unter Berücksichtigung der Fallwinkel konstruiert, denn da die Schnittpunkte der Streichungslinien gleichzeitig auch der Durchschnittslinie angehören, so ist durch Verbindung der Schnittpunkte D und D' und Verlängerung der Linie = DN die gesuchte Durchschnittslinie, richtiger deren Grundriß, gefunden."

Für die übrigen Verwerfungen kann man derartige feste Regeln nicht aufstellen, weil auch ihre Entstehung nicht nach festen Regeln, sondern unter dem Einfluß von mehrfachen Zufälligkeiten geschah. Nur bei den Verschiebungen kann man als eine, sich aus der Entstehung von selbst ergebende Regel die folgende aufstellen:

„Man durchbricht das Geschiebe und sucht das verschobene Stück der Lagerstätte in der Richtung auf, nach welcher die Umbiegung den Weg zeigt.“

Auch bei den Gangablenkungen, welche als einfache Änderungen der Streichungsrichtung betrachtet werden können, dienen die, durch den Verwerfer sich hindurchziehenden Trümmer als Wegweiser.

Bei Faltenverwerfungen braucht man in der Regel nur querschlägig weiter aufzufahren (Linie AB in Fig. 1), um das verworfene Stück des Flözes oder Lagers wiederzufinden.

## Erster Abschnitt.

# Aussuchen der Lagerstätten, Schürf- und Bohrarbeiten.

---

22. Womit soll das Aussuchen der Lagerstätten beginnen?

Das Aussuchen der Lagerstätten soll mit der geognostischen Untersuchung der Gegend beginnen, zumal wenn es sich um Lagerstätten handelt, welche an bestimmte geognostische Formationen gebunden sind, wie Kohlenflöze.

Sodann ist zu untersuchen, ob man nicht schon an der Oberfläche Anzeichen für das Vorhandensein der gesuchten Lagerstätte oder gar deren Ausgehendes (Ausbiß) selbst findet.

Solche Anzeichen rühren von der Verwitterung des Ausgehenden her und bestehen in allerhand Färbungen, sogen. Schweißen oder Blumen. Dieselben sind grün bei Kupfererzen, rot bei Eisenerzen, schwarz bei Steinkohlen zc.

Ebenso ist eine Reihe fortlaufender, schräg an einem Berg-  
abhäng sich hinziehender Quellsprünge ein sicheres Anzeichen für das Vorhandensein eines Ganges.

Hat man durch derartige Untersuchungen Stellen aufgefunden, an denen mit Aussicht auf Erfolg weitere Arbeiten vorgenommen werden können, so beginnen die eigentlichen Schürfarbeiten, entweder an der Tagesoberfläche oder durch tieferes Eindringen in dieselbe.

---

## A. Schürfen.

### 23. Was versteht man unter Schürfen?

Unter Schürfen versteht man zunächst im allgemeinen das Auffuchen von Lagerstätten, im besondern die zu diesem Zweck vorgenommenen Arbeiten, mit welchen man die Lagerstätten dem Auge und der Hand zugänglich macht.

### 24. Welches sind die verschiedenen Arten des Schürfens?

Das Schürfen kann an der Tagesoberfläche mit Schürfglöben oder Röschen, unter der Tagesoberfläche mit Schürfschächten oder Schurfstollen geschehen.

Mit den Schurfgräben kann man immer nur das Ausgehende einer Lagerstätte bloßlegen. Handelt es sich um das Auffuchen von unregelmäßig geformten Lagerstätten, so lassen sich Regeln für Lage und Richtung der Schurfgräben nicht geben. Bei plattenförmigen Lagerstätten dagegen, deren Ausgehendes immer ein bestimmtes Streichen hat, soll, wenn letzteres überhaupt bekannt ist oder vermutet werden kann, die Längsrichtung der Schurfgräben rechtwinklig zum Streichen genommen werden.

Man setzt einen Schurfgraben an einer Stelle an, wo man das Ausgehende der Lagerstätte vermutet, geht mit demselben zunächst bis auf das feste Gestein nieder und verlängert ihn alsdann nach beiden Seiten hin, indem man das gewonnene Gebirge nicht herauswirft, sondern hinter sich verstürzt, einmal, um weniger Oberfläche einzunehmen, sodann, um die Arbeit bequemer und billiger zu gestalten. Nur solche Stellen, an denen es zweifelhaft ist, ob man die Lagerstätte gefunden hat oder nicht, müssen freigelassen werden.

Muß man die Untersuchung in größeren Tiefen vornehmen, so bedient man sich je nach örtlichen Verhältnissen der Schürfschächte oder Schurfstollen. Dieselben haben vor den Bohrlöchern den Vorzug, daß man das Auffuchen der Lagerstätten mit größerer Sicherheit vornehmen kann, während es bei Bohrlöchern oft vorkommt, daß wirklich vorhandene Lager-

stätten gar nicht bemerkt werden, weil die betreffenden Spuren zu sehr zerstoßen und mit anderen Gesteinen vermenget, oder weil die Bohrproben durch starken Wasserauftrieb vor der Probenahme entfernt sind. Außerdem ergeben Schurffschächte und Schurffstollen direkten Aufschluß über Lagerung, Ausfüllung und Reichhaltigkeit bezw. Bauwürdigkeit der Lagerstätte.

Bei Comstock und im Curleka-Bergreviere in Nevada sind durch C. Barus Versuche mit elektrischer Schürfung gemacht. Das Verfahren beruht darauf, daß die Erze, was die Leitung der Elektrizität anbetrifft, sich wie die Metalle verhalten. Wenn die Erzkörper mit dem tauben Gestein in einen rationellen Kontakt gesetzt werden, so zeigt ein in die Drahtleitung eingeschaltetes empfindliches Galvanometer einen, durch die Potentialdifferenz der Endpunkte hervorgerufenen elektrischen Strom an. Praktische Resultate zum Auffinden unbekannter Erzkörper hat die Methode bis jetzt nicht ergeben, jedoch ist dadurch das Vorhandensein von elektrischen Strömungen in den Erzarten nachgewiesen.

## B. Tiefbohrung\*).

### 25. Welches ist der Zweck der Tiefbohrung?

Der wichtigste Zweck der Tiefbohrung ist die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Fossilien, sodann die Gewinnung von Sole, Erdöl und Wasser; ferner die Untersuchung des Baugrundes für aufzuführende Gebäude oder der Gebirgsschichten für abzuteufende Schächte.

Außerdem dient die Tiefbohrung zur Erleichterung der Wasserhaltung in Schächten, indem man den Wassern durch Bohrlöcher einen Abfluß auf tiefere Sohlen verschafft, sodann für die Verbesserung der Wetterführung und zum Abzapfen (Lösen) alter Grubenbaue.

\*) Th. Decklenburg, „Handbuch der Tiefbohrkunde“. 3 Bände. Leipzig 1886—1889.

Während die Richtung der Bohrlöcher für die letzteren Zwecke eine verschiedene sein kann, ist sie für die Auf- und Untersuchung von Lagerstätten und Gebirgsschichten stets eine senkrecht abwärts gehende.

Nur von diesen Bohrlöchern, also von der Tiefbohrung, wird hier die Rede sein, während die übrigen, verschiedenen Betriebszwecken dienenden Bohrlöcher an anderen Stellen erwähnt werden.

26. Welches sind die verschiedenen Methoden der Tiefbohrung?

Die verschiedenen Methoden zur Herstellung tiefer Bohrlöcher lassen sich zunächst in zwei Hauptklassen bringen, nämlich in das drehende und in das stoßende Bohren.

Das drehende Bohren geschieht immer mit Gestängen, und zwar bei milden Gebirgsmassen (Lehm, Letten, Sand etc.) mit Gezähstückchen, welche in die ersteren eindringen und sie beim Ausziehen mit zu Tage schaffen, bei festem Gestein dagegen mit einer stählernen, gezahnten, oder mit Diamanten besetzten Bohrkronen.

Das stoßende Bohren wird ausschließlich in festem Gestein mit Meißeln verschiedener Konstruktion, und entweder mit Gestänge oder mit Seil ausgeführt. Das dabei gelöste Gebirge, der Bohrschmand oder Bohrschlamm, wird mit Bohrlöffeln entfernt, was besonders bei tiefen Bohrlöchern sehr zeitraubend ist.

In neuerer Zeit hat man diesen Nachteil mit bestem Erfolg durch Einführung der Bohrmethoden mit Wasser- spülung beseitigt.

#### Erstes Kapitel.

### Drehendes Bohren für milde Gebirgsmassen.

27. Welches sind die bei milden Gebirgsmassen anzuwendenden Apparate?

Die beim drehenden Bohren in milden oder flüssigen Gebirgsmassen anzuwendenden Apparate richten sich nach der Konsistenz des Gebirges. Ist dieselbe groß, wie bei Letten, Lehm etc., so eignet sich am besten die Schappe (Vöffelbohrer,

Schneckenbohrer). Dieselbe ist ein der Länge nach mehr oder weniger breit aufgeschlitzter Cylinder aus Schmiedeeisen (Fig. 14), welcher am unteren Ende gewöhnlich mit einer „Schnecke“ zum Eindringen in die Massen versehen ist.

Bei wenig konsistentem Gebirge ist der Cylinder ringsum geschlossen, hat am untern Ende ein Ventil (Klappe, Kugel etc.) und heißt Ventilbohrer (Fig. 15).

Ist das Eindringen der Bohrer wegen großer Konsistenz mit Schwierigkeiten verbunden, so bedient man sich der Schlangen- oder Spiralbohrer, welche unten in zwei Spitzen auslaufen (Fig. 16 und 17).



Fig. 14.  
Schappe.



Fig. 15.  
Ventilbohrer.

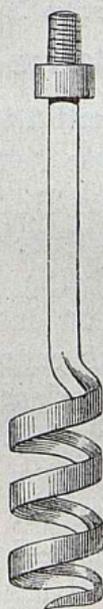


Fig. 16.  
Spiralbohrer.

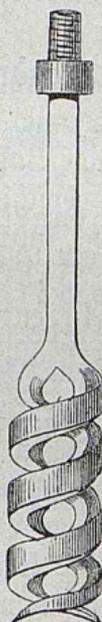


Fig. 17.



Fig. 18.  
Sandpumpe.

Zum Durchbohren von Schwimmsand gebraucht man in engen Bohrlöchern häufig die Sandpumpe (Fig. 18), d. i. ein Blechcylinder mit einem Bodenventil, durch welches

mittels Aufziehens eines Kolbens der Schwimmsand hindurch gesaugt wird, bis der Kolben am oberen Ende eine Subbegrenzung findet und bei weiterem Anziehen der gefüllte Vöffel emporgezogen wird.

Die Drehung des Gestänges in leetigen Massen erfolgt mit Hilfe einer hölzernen oder eisernen Stange, welche am oberen Ende des Gestänges angebracht ist.

28. Wie erhält man in solchen Gebirgen das Bohrloch offen?

Um zu verhüten, daß die Wände des Bohrlochs zusammenfallen, muß man eine Verrohrung von Eisenblech dem Bohrer unmittelbar nachfolgen lassen, was entweder durch einfaches Beschwern oder durch gleichzeitiges Drehen der Verrohrung geschieht.

### Zweites Kapitel.

## Stoßendes Bohren mit Gestänge.

### 1. Bohren mit steifem Gestänge.

29. Wie wird das stoßende Bohren mit Gestänge ausgeführt?

Nach der „englischen Bohrmethode“ wird ein mit einem Meißel am unteren Ende versehenes eisernes Gestänge aufgehoben, dabei gleichzeitig etwas gedreht, damit die Meißelschneide jedesmal eine andere Richtung bekommt, und nach jedesmaligem Aufhub entweder niedergestoßen, wie bei kleinen Bohrlöchern von geringer Tiefe, oder fallengelassen. Bei größeren Tiefen geschieht das Anheben mit einem Hebel, dem sogen. Bohrschwengel.

Da bei diesem Bohren mit „steifem Gestänge“ das Letztere durch die Stauchungen sehr häufigen Brüchen ausgesetzt ist, so hat man später das Bohren mit Zwischenstücken, oder die „deutsche Bohrmethode“, eingeführt.

### 2. Bohren mit Zwischenstücken.

30. Welches sind hierbei die wichtigsten Apparate?

Der arbeitende Teil ist bei jeder Methode des stoßenden Bohrens der Meißel, außerdem kommen von unten nach

oben das Untergestänge, die Zwischenstücke, das Obergestänge und die Einrichtungen über Lage in Betracht.

### 31. Wie sind die Bohrmeißel eingerichtet?

Die jetzt angewendeten Bohrer sind bei festem Gesteine in der Regel mit Dhrenschneiden *a* versehen (siehe Fig. 19,

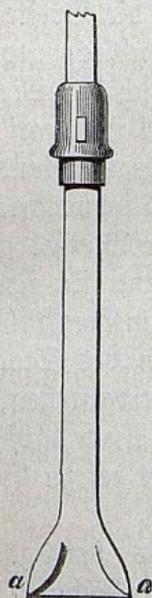


Fig. 19.



Fig. 20.

Laschenbohrer.



Fig. 21.

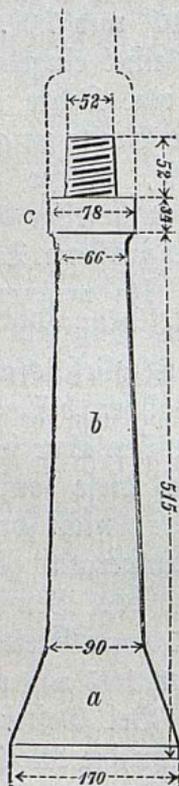


Fig. 22.

Einfacher Bohrmeißel.

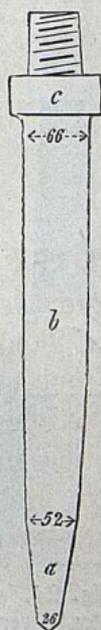


Fig. 23.

20, 21), und heißen Laschenbohrer. Die Dhrenschneiden sollen das Bohrloch rund erhalten.

Der gewöhnliche, einfache Meißel ohne Dhrenschneiden (Fig. 22 u. 23) besteht aus dem Spaten *a* mit der Schneide, dem Schaft *b* und dem mit Schraube versehenen Halse *c*.

Die geradlinige Form der Meißelschneide ist die beste für alle Gesteinsarten, schon deshalb, weil dabei die Sohle des Bohrloches eben und ein vollständiges Säubern derselben möglich ist, hauptsächlich aber, weil die Kraft des Stoßes auf diese Weise am gleichmäßigsten von allen Teilen des Spatens aufgenommen werden kann.

Die Schärfe der Meißelschneide (Schneidenwinkel) muß um so stumpfer sein, je fester das Gebirge ist. Die Grenzen liegen zwischen  $40^\circ$  und  $70^\circ$ .

Bevor der Meißel eingelassen wird, muß die Breite der Schneide durch eine Lehre aus starkem Eisenblech geprüft werden. Ist die Breite zu groß, so klemmt sich der Meißel fest, ist sie zu klein, so verliert man am Durchmesser des Bohrloches, was besonders bei größeren Tiefen sorgfältig zu vermeiden ist.

In neuerer Zeit werden die Meißel ganz aus Gußstahl gefertigt, während sie früher ausschließlich aus Schmiedeeisen mit verstärkten Bahnen bestanden. Die Fasern des Stahles müssen aber senkrecht zur Schneide stehen, da sich diese sonst leicht abnutzt. Auch darf der Stahl nicht spröde sein, also nicht bei zu hoher Temperatur gehärtet werden.

Das Gewicht eines Meißels beträgt bei 350 mm Breite und einer mittlern Schaftstärke von 105 mm etwa 210 kg.

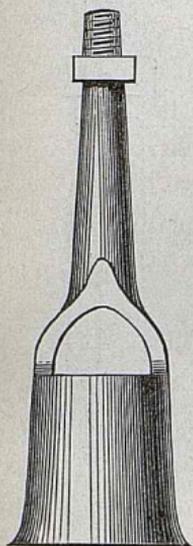


Fig. 24.  
Glockenbohrer.

Bei Gestein von ungleicher Härte, und wenn die Meißelenden sich abgearbeitet haben, verliert das Bohrloch leicht seine runde Form und muß nachgebüchert werden. Dies geschieht mit dem Glockenbohrer oder der Bohrbüchse (Fig. 24), einem Glockenförmigen Instrument, welches einen scharfen oder gezahnten, verstärkten Rand hat.

32. Wie entfernt man die vom Meißel zerstörten Massen?

Der im Bohrloch in Verbindung mit Wasser sich bildende Bohrschlamm wird mit Bohrlöffeln oder Schmand-

Löffeln entfernt. Dies sind aus Eisenblech zusammengenietete Cylinder von 2—3 m Höhe und einem Durchmesser, welcher um 20—30 mm geringer ist, als derjenige des Bohrloches. Am Boden befindet sich ein nach oben schlagendes Ventil.

### 33. Was versteht man unter Untergestänge?

Die Wirkung des Bohrens wird unter sonst gleichen Umständen von der Fallhöhe und dem Gewichte des abfallenden Bohrstückes abhängen. Da man nun das ganze erforderliche Schlaggewicht nicht dem Meißel selbst geben kann, weil dessen Handhabung in der Schmiede zu schwierig werden würde, so hat man lediglich zur größeren Belastung ein besonderes Gezähstück, nämlich die das Untergestänge bildende große Bohrstange (Bär oder Bohrkloß, Fig. 25), d. h. eine mit Ausnahme des oberen Endes quadratische schmiedeeiserne Stange, auf den Meißel gesetzt. Der obere Teil derselben ist cylindrisch abgedreht, um die Bewegung der hier angebrachten, zur Geradföhrung dienenden Lehre zu erleichtern.

Der Bohrkloß erhält je nach der Bohrlochweite und der Gesteinsfestigkeit eine Länge bis zu 6 m und eine Stärke bis zu 160 mm. Das Gewicht beträgt dabei zwischen 200 und 450 kg.

### 34. Welches sind die wichtigsten Zwischenstücke und welchen Zweck haben dieselben?

Die zwischen Unter- und Obergestänge eingeschalteten Zwischenstücke sollen die Erschütterungen, welche der Meißel beim Aufschlagen verursacht, vom Obergestänge fernhalten und dessen Zusammenstauchen verhüten.

Die ersten zu diesem Zweck eingeföhrten Zwischenstücke waren die Wechsel- oder Rutschscheren von Deynhausen und von Kind. Später folgten die Freifallapparate von Kind, Fabian, Zobel etc.



Fig. 25.  
Bohrkloß mit  
Meißel.

35. Welche Konstruktion haben die Rutschscheren oder Wechselfcheren?

Die v. Deynhausensche Wechselfchere (Fig. 26 u. 27) besteht aus den Scherenarmen *c*, welche unten durch einen

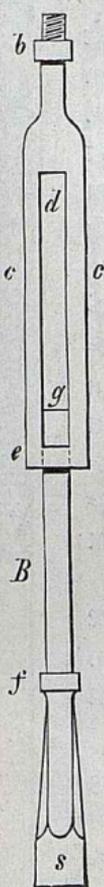


Fig. 26.

Rutschschere von v. Deynhausensche.



Fig. 27.

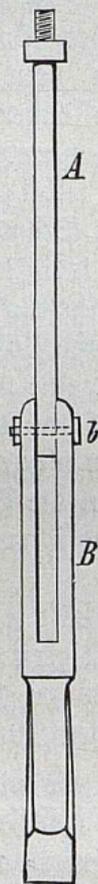


Fig. 28.

Rutschschere von Kind.

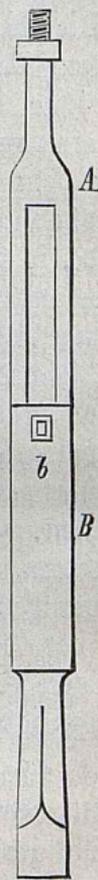


Fig. 29.

runden Wulst abgeschlossen sind. Über den Scherenarmen befindet sich ein Bund *b* mit Schraube zur Verbindung mit dem Obergestänge.

In dem zwischen den Scherenarmen verbleibenden Schlitz *d*, welcher 15 cm höher als der Hub sein muß,

gleitet der Kopf g des Abfallstückes B, welcher gleichfalls mit einem Bunde f und am untern Ende mit einer zur Aufnahme des Untergestänges dienenden Schraubemutter s versehen ist.

Die vielgebrauchte Wechselschere von Kind (Fig. 28 u. 29) besteht aus dem Scherenstück A und dem Abfallstück B. Das letztere ist gleichfalls geschlitzt und führt sich im Scherenstück durch einen festen Querholzen b.

36. Wie ist die Konstruktion des Rindschen Freifallapparates?

Der Rindsche Freifallapparat (Fig. 30 u. 31) besteht aus der Zunge oder dem Abfallstück i und dem Scherenstück f. Jenes hat oben das Köpfchen e und am untern Ende die zur Aufnahme des Untergestänges bestimmte Hülse k, außerdem unter dem Köpfchen die durch eine Schraube befestigten oder schwalbenschwanzförmig eingelassenen Leisten (Nasen) z. Das Scherenstück ist unten durch einen Querriegel geschlossen,

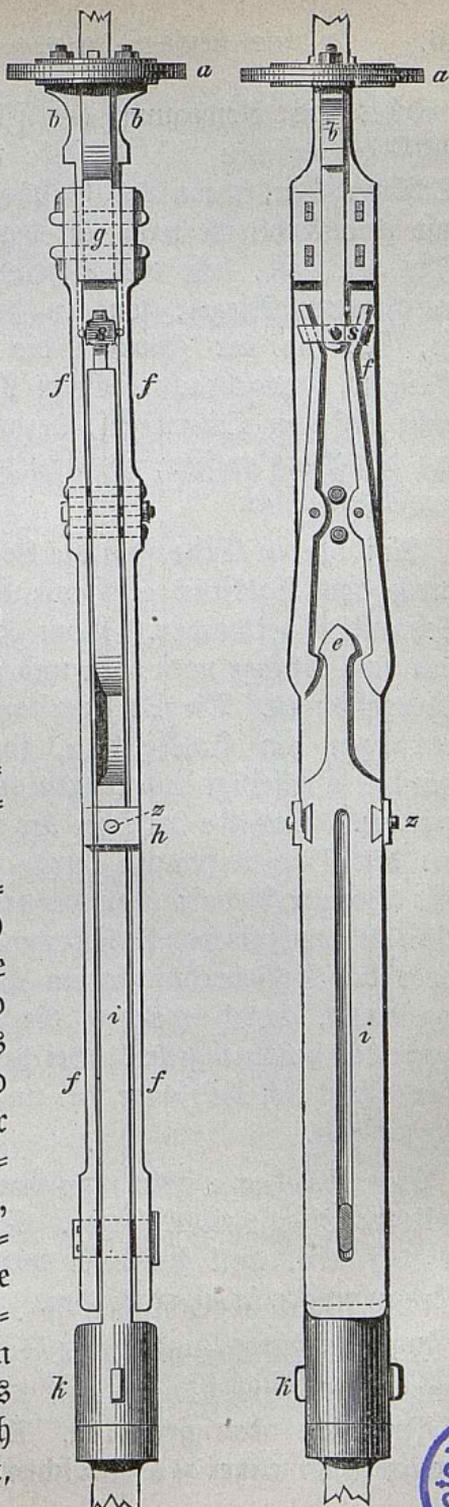


Fig. 30.

Fig. 31.

Kind'scher Freifallapparat.



welcher die Bewegung der Zunge nach unten begrenzt und auf welchen sich dieselbe mit dem obern Teile ihres Schlißes legt, wenn das Gestänge herausgeholt oder wenn mit dem Apparate nach Art der Rutschschere gebohrt wird. Für den Fall, daß das Scherenstück am untern Ende nicht durch einen Kiegel, sondern durch einen Ring geschlossen ist, sind an der Zunge i die schon erwähnten „Nasen“ (Flügel) z angebracht. Beim Niederfallen darf die Zunge nicht auf den Querriegel, bezw. dürfen die Nasen z nicht auf den Ring treffen, sondern müssen noch etwa 3 cm über demselben stehen.

Am oberen Ende sind die Leitschienen des Scherenstückes durch das Halsstück g, sowie durch vier Schloßteile oder Schrauben verbunden. Vom Halsstück (Kopfstück) g ausgeht eine Stange nach oben und dient zum Aufschrauben des Obergestänges. Die Schieberstangen b bewegen sich in Aussparungen am Halsstück g, sind mittels Schrauben am Hütchen a befestigt und tragen am untern Ende den Zangenapparat. Derselbe war bei der ursprünglichen Konstruktion mit den Schieberstangen durch Gelenke verbunden, welche sehr häufiger Reparaturen bedurften. Bei einer durch Kind selbst vorgenommenen Abänderung wurde deshalb am untern Ende der Schieberstangen ein Keilstück s (Fig. 30 und 31) angebracht, durch welches die oberen Arme des Zangenapparates hindurchgehen. Bei der Bewegung des Keiles nach oben öffnet sich die Zange, bei umgekehrter Bewegung schließt sich dieselbe.

Das Hütchen a stellt man durch Lederscheiben her, welche zwischen Eisenscheiben liegen. Dieselben dürfen indes nicht zu steif sein, weil sie dann durch den Druck des Wassers gebogen und gebrochen werden.

Da das Hütchen verschiebbar ist, so wird es beim Niedergange des Obergestänges von dem im Bohrloche stehenden Wasser nach oben geschoben. Dabei gleiten die geöffneten Zangenhaken über das Köpfchen des Abfallstückes hinweg.

Wird alsdann das Obergestänge nach oben gezogen, so wird das Hütchen vom Wasser niedergedrückt, die Zangenhaken schließen sich, fassen unter das Köpfschen und nehmen das Untergestänge mit in die Höhe, um es im Augenblick des Hubwechsels frei fallen zu lassen.

37. Welches ist die Konstruktion des Freifallapparates von Greiffenhagen?

Der Übelstand, daß bei dem Rindschen Apparate die Neigungswinkel der greifenden Zangenflächen bei wechselndem Gestein geändert werden müssen, veranlaßte den Bergmeister Greiffenhagen, bei den Bohrungen in Schöningen den Rindschen Apparat zu beseitigen und folgende, ebenfalls durch große Einfachheit sich auszeichnende Vorrichtung an die Stelle zu setzen.

An einem zwischen zwei Hauptleitbacken B (siehe Figur 32) angebrachten Drehbolzen c bewegt sich ein Zangenarm, welcher unten einen Haken d und oben eine unter 45° geneigte ovale Blechscheibe g trägt. Diese ist aus zwei Teilen zusammengesetzt und umschließt die Schienen des Scherenstückes. Die Nasen (Schlag- und Querleitbacken) b und b, haben denselben Zweck, wie beim Rindschen Apparat.

Die Sitzfläche des Hakens d, sowie die entsprechende des Köpfschens sind horizontal. Beim Aufgange drückt das Wasser auf die Scheibe und dreht den Haken unter das Zungenköpfschen. Beim Beginne des Niederganges macht der Haken eine entgegengesetzte Bewegung und läßt das Untergestänge fallen. Reibungen und Klemmungen sind auf den Bolzen c beschränkt; Bohrschmand und Nachfall rutschen von der schrägen Blechscheibe ab.

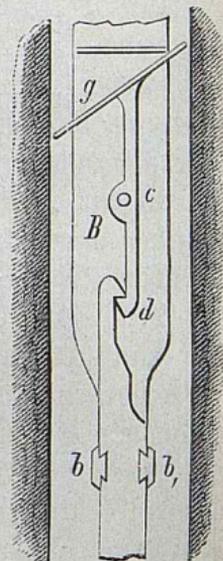


Fig. 32.  
Freifallapparat von  
Greiffenhagen.

38. Welches ist die Konstruktion des Fabianschen Freifallapparates?

Bei dem Fabianschen Freifallapparat (Fig. 33 bis 36) bilden zwei Stücke *a* (Fig. 34) einen Cylinder mit einer Vaterschraube *f* am oberen Ende, auf welche eine Mutterschraube *g* gesetzt wird. Der Cylinder wird unten durch einen warm aufgetriebenen Ring *e* zusammengehalten. In dem Cylinder befinden sich zwei Schlitze *i*, welche oben eine Abschrägung *k* und einen Flügelstift *b* haben; die älteren Instrumente hatten vier Schlitze.

In den Schlitzen gleiten die Flügel oder Nasen *c* eines Quirlstückes (Fig. 35 und 36), dessen untere Verlängerung das Abfallstück bildet. An die Mutterschraube *g* schließt sich das Obergestänge *h* an. Der Cylinder wird mitunter von einem Blechmantel umschlossen, um das Eintreten von Nachfall in die Schlitze zu verhindern.

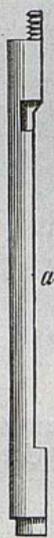
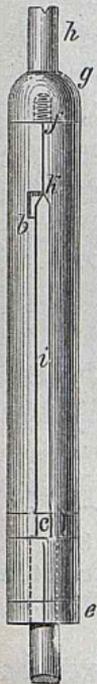


Fig. 35, 36.  
Flügel oder  
Flügelteile.

Fig. 33. Fig. 34.  
Freifallapparat v. Fabian.

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrers müssen die Flügel des Fabianschen Quirlstückes auf dem Ringe *e* des Cylinders ruhen. Nachdem der Meißel auf der Sohle angekommen ist, folgt das Obergestänge nach, während der Cylinder an den Flügeln abwärts gleitet. Diese werden schließlich durch die Abschrägung *k* auf die Sitze gebracht, auf denen sie auch beim Aufgange des Gestänges hängen bleiben, bis sie der Krückelführer durch einen Ruck des Krückels abwirft, worauf das Untergestänge frei abfällt. Das Abwerfen wird durch das Aufschlagen des Bohrschwengels auf die Pressvorrichtung befördert.

Der Fabiansche Freifallapparat ist wegen seiner Einfachheit und Billigkeit eines der beliebtesten und beim stoßenden

Gestängebohren bis zu Tiefen von 400—500 m am häufigsten gebrauchten Freifallstücke.

39. Welches sind die Vervollkommnungen des Fabianschen Apparates?

Zuerst versuchte es Werner, am Fabianschen Abfallstück ein Rindsches Hütchen anzubringen, um das Abwerfen des Untergestänges selbstthätig zu machen.

Später verbesserte der Oberbohrinspektor Zobel das Wernersche Instrument sehr wesentlich und verwendete dasselbe in dem 1271.6 m tiefen Bohrloch zu Sperenberg\*) bei Berlin mit gutem Erfolg.

Der Faucksche selbstthätige Freifallapparat\*\*) ist eine Verbindung des Fabianschen mit demjenigen von Degoussée (Mauget-Lippmann), d. h. das Fabiansche Abfallstück mit dem Bohrmeißel bewegt sich in einem auf der Bohrlochsohle stehenden zweibeinigen, oben durch ein Querkopf verbundenen Gestelle auf und nieder. Gegen Ende des Hubes streifen die Flügelkeile des Abfallstückes unter die abgeschrägten Flächen zweier am Querkopf des Gestelles sitzenden „Keilabschieber“ und werden dadurch von ihren Sitzen abgedrängt.

40. Woraus besteht das Obergestänge?

Das Obergestänge oder eigentliche Bohrgestänge, welches am unteren Ende das Zwischenstück trägt, besteht aus Holz, massivem Eisen oder eisernen Röhren. Bei allen drehend auszuführenden Manipulationen, welche auch beim stoßenden Bohren und zwar bei den Fangarbeiten vorkommen, sind massive eiserne Stangen nicht zu entbehren. — Der Querschnitt der Stangen ist gewöhnlich viereckig, runde Stangen sind weniger gut zu handhaben.

Die Stärke der Stangen schwankt zwischen 20 und 30 mm Seite, sie richtet sich nach der Tiefe des Bohrloches und beträgt

\*) Preuß. Zeitschr. 1872 S. 299. 302. Taf. XV, Fig. 17—25.

\*\*) A. Fauck, „Fortschritte in der Erdbohrtechnik“. Leipzig 1885. S. 20. — D. R.-P. 28 896.

bei 200 m Tiefe, sowie bei Anwendung einer Rutschschere oder eines Freifallstückes 20—24 mm, beim Bohren mit steifem Gestänge, wobei man nicht tiefer als 100 m gehen sollte, 26 mm. Bei 400 m Tiefe ohne Anwendung von steifem Gestänge ist eine Stärke von 26 mm noch ausreichend.

Die Länge der Stangen ist so groß wie möglich zu nehmen, um die Zeit des Aufholens und Einlassens zu kürzen. Indes wird die Länge begrenzt durch die Höhe des Bohrturmes, sowie durch die Schwierigkeit, lange Stangen in der Schmiede schweißen und richten zu lassen. Die größte Länge beträgt 12.30 m (40 Fuß).

In Schöningen hatte man zwar Stangen von nur 8.55 m Länge, zog aber immer drei Stangen auf einmal.

Außer den Hauptstangen braucht man noch Ergänzungsstangen, deren Länge gleich oder ein Vielfaches derjenigen der Stellschraube sein muß. Ist diese z. B.  $1\frac{1}{2}$  m lang, so braucht man bei Hauptstangen von 12 m Länge Ergänzungsstangen von  $1\frac{1}{2}$ , 3 und 6 m Länge.

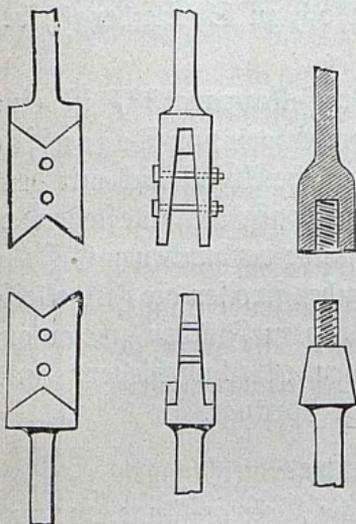


Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39.  
Stangenschlösser.

#### 41. Wie verbindet man die massiven eisernen Stangen?

Die Verbindung geschieht durch Stangenschlösser. Beim stoßenden Bohren ist die beste Verbindung diejenige mit Vater- und Mutterschraube (Fig. 39). Das Keil- oder Gabelschloß (Fig. 37, 38) ist weniger zweckmäßig, weil es durch die Erschütterungen leicht locker wird und die Schraubenbolzen häufig herausfallen.

Beim Schraubenschloß (Fig. 39) muß die Mutterschraube mit dem offenen Ende nach unten gerichtet sein, damit kein Sand hineinkommen kann.

Zum Abfangen während des An- und Abschraubens haben die Stangen unterhalb der Schraubenspindel einen oder zwei aufgeschweißte oder besser aus dem Ganzen geschmiedete Bunde. Die Gewinde werden für den gewöhnlichen Gebrauch rechts, bei Fanggestängen dagegen links geschnitten.

#### 42. Wie verbindet man die hölzernen Stangen?

Hölzerne Stangen werden wegen mancher Nachteile selten angewendet, obgleich sie den Vorteil haben, daß das Ausfördern weniger Kraft erfordert, weil hölzerne Stangen trotz des Eisenbeschlages im Wasser wegen ihrer Dicke mehr an Gewicht verlieren, als massiv eiserne.

An den Enden der Stangen befinden sich Eisenbeschläge in Form von Gabeln oder Blechhülsen, welche durch Schraubenschlösser verbunden werden. Die Verbindung mit Blechhülsen (Hülsenbeschlag), welche von Kind konstruiert wurde, ist weniger angewendet, als der einfachere und billigere gabelförmige Beschlag (Fig. 40).

#### 43. Wie sind beim Gestängebohren die Einrichtungen über Tage?

Das Gestänge wird über Tage mit einem zweiarmigen Hebel, dem Bohrschwengel, aufgehoben. Im höchsten Punkte angelangt, läßt das Freifallinstrument das Untergestänge mit dem Meißel fallen. Mit dem Vorrücken der Bohrlochsohle muß auch das Obergestänge allmählich nachgelassen werden, was entweder mit der Stellschraube oder mit einer Nachlastkette geschieht, welche bei den neueren Bohrmethoden vielfach vorgezogen wird.

Die Stellschraube *g* in Figur 41 (S. 34) geht durch eine Schraubennutter, welche den obern Teil der Schere *f* bildet. Unten trägt dieselbe den Wirbel *h*, welcher mit dem Krüchel *i* zum Umsetzen des Meißels und

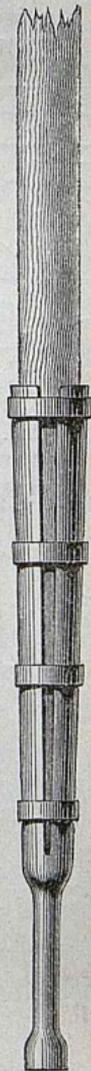


Fig. 40.  
Gabel-  
förmiger  
Beschlag.

der zum Aufschrauben auf das Obergestänge bestimmten Schraube *e* versehen ist.

Das obere Ende der Stellschraube hängt in einem, am kurzen Hebelarm des Bohrschwengels angebrachten Haken.

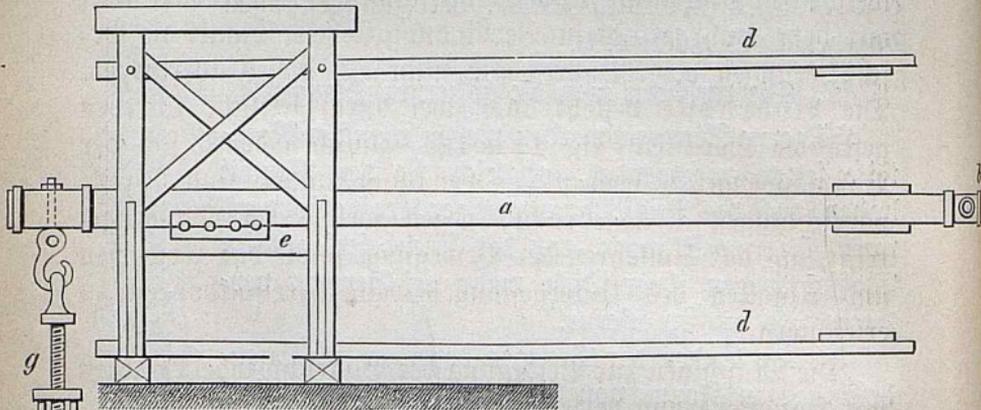


Fig. 41. Bohrschwengel und Bohrdocke.

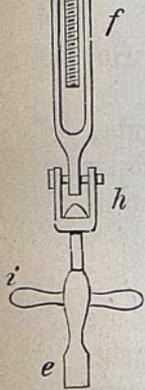


Fig. 42. Bohrschwengel und Bohrdocke.

Beim Bohren steckt man durch die Schere *f* einen Stab und schraubt dieselbe allmählich ab. Alsdann löst man die Stellschraube vom Obergestänge, schraubt die Schere wieder hinauf und setzt in die entstandene Lücke zunächst Ergänzungsstangen und demnächst volle Stangen ein.

Der Bohrschwengel a in Figur 41 u. 42 besteht aus einem Holzstamme mit einem Druckbaume b, an welchem die Arbeiter angreifen. Bei Anwendung von Maschinenkraft fällt der Druckbaum fort. Die Bohrdocke (Schwengeldoche, Schwengelständer), welche den Stützpunkt für den Bohrschwengel liefert, darf nicht mit dem Bohrgerüste in Verbindung stehen, damit die Erschütterungen beim Bohren sich nicht auf dieses übertragen. Die Bohrdocke besteht aus zwei durch seitliche Streben gestützten Gerüsten (Fig. 41 u. 42), zwischen denen sich der Bohrschwengel a bewegt. Oben und unten sind Pressvorrichtungen d angebracht, gegen welche der Schwengel trifft, um das Umkehren der Bewegung, sowie das Abwerfen und Abfallen des Untergestänges beim Freifallbohren zu erleichtern.

Die Maschinen zur Bewegung des Bohrschwengels pflegen mit Handsteuerung versehen zu sein, damit sie bei etwa eintretenden Klemmungen des aufgehenden Meißels sofort angehalten werden können.

44. Welches sind die Vorrichtungen zum Aufholen und Einlassen des Gestänges, sowie zum Löffeln?

Zum Aufholen und Einlassen des Gestänges verwendet man bei kleinen Bohrlöchern gewöhnliche Haspel, bei größeren Lauf- oder Treträder, Sprossen- oder Spillenräder, außerdem Dampfmaschinen.

Die letzteren sind in der Regel sowohl zum Fördern des Gestänges, als auch zum Löffeln eingerichtet. Zu dem Zwecke können sie mittels Klauenfuppelung bald mit dem Treibkorbe, bald mit dem das schwächere Löffelseil tragenden Korbe verbunden werden.

45. Welchen Zweck hat der Bohrturm oder das Bohrgerüst?

Das Förderseil zum Aufholen und Einlassen des Gestänges muß über eine Seilscheibe geführt werden, welche hoch genug liegt, um Stangenzüge bis 24 m Länge auszuziehen. Die Verlagerung dieser Seilscheibe muß in der Spitze eines Gerüstes geschehen, welches bei großer Höhe den Namen

Bohrturm erhält. Für kleine Bohrlöcher genügt ein dreibeiniges Gerüst (Fig. 43), in dessen Spitze die Seilscheibe hängt.

Größere Bohrtürme bestehen aus vier starken Rüstbäumen in den Ecken, welche durch Balken, Kiegel 2c. dauerhaft verbunden sind. Die Außenseite wird mit Brettern verschlagen. Zum Einbringen der Stangen und des Bohrlöffels befindet sich an der einen Seite eine hohe, schmale Thür. Außerdem sind Anbaue angebracht, welche einerseits den Bohrschwengel, andererseits die Treibmaschine überdachen.

Auch pflegt man noch eine Schmiede und einen Materialenschuppen anzubringen.

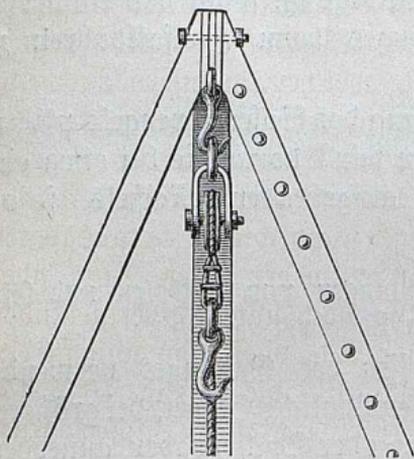


Fig. 43. Einfaches Bohrgerüst.

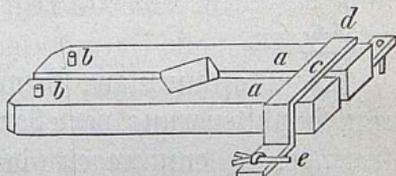


Fig. 44. Bohrschere.



Fig. 45. Abfanggabel.

46. Wie verfährt man beim An- und Abschrauben der Stangen?

Weite Bohrlöcher sind zur Verhütung des Hineinfallens von Eisenteilen mit einer Bohrschere (Fig. 44) bedeckt. Dieselbe besteht aus zwei um Bolzen *b* drehbaren Balken *a*, welche eine Öffnung für das Gestänge zwischen sich lassen und an einem Ende mit einem Bügel *c*, sowie mittels Haspen *d* und Vorstecker *e* befestigt werden.

Die Gabel oder Abfanggabel (Fig. 45) dient zum Abfangen der Gestänge beim An- und Abschrauben. Sie wird unter einen Bund des Gestänges geschoben und ruht auf der Bohrschere.

Zum An- und Abschrauben der Stangen dienen gewöhnliche Schraubenschlüssel von verschiedener Länge.

Am untern Ende des Treibseiles sind die zum Greifen der Stangen bestimmten Vorrichtungen angebracht. Dieselben bestehen aus einer Schraubentute, welche auf die Bohrstangen aufgeschraubt wird, oder besser aus Stangenhaken (Ochsenfuß oder Stuhlkrückel), welche unter einen Bund unterhalb der Schraubenspindel fassen.

In allen Fällen sind diese Vorrichtungen mit dem Seile durch einen Wirbel verbunden, damit die Drehung der Stangen beim Abschrauben sich nicht dem Seile mittheilen kann.

Der Stuhlkrückel (Fig. 46 u. 47) besteht aus einem Bügel *b*, welcher am untern Ende eine mit einem Einschnitte versehene starke Platte *p* trägt. Die Breite des Einschnittes ist so groß, daß die Stangen bequem hineinpasse. Damit die gefaßte Stange nicht wieder herausgleiten kann, schiebt man entweder einen Ring über die in diesem Falle nach unten divergierenden Stangen *b*, oder man schließt den Einschnitt, wie in Fig. 46 u. 47, mit einer um einen Zapfen drehbaren Klinke, welche ihrerseits noch mit einem Haken befestigt wird. Die abgeschraubten Bohr-

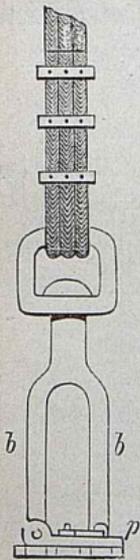


Fig. 46.

Stuhlkrückel.

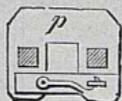


Fig. 47.

stangen werden entweder aufgestellt oder besser an einem Rechen aufgehängt.

47. Welches sind die beim Gestängebohren eintretenden Störungen?

Hat man beim Gestängebohren mit ungleich hartem Gestein zu thun, so klemmt sich der Meißel leicht fest und muß durch Anlegen von Wuchtbäumen gelöst werden.

Klemmungen durch Nachfall treten leicht bei Stillständen ein und darf deshalb bei solchen der Meißel nicht im Bohrloch bleiben.

Weitere Störungen entstehen durch Brüche am Meißel und Gestänge. Dieselben müssen durch besondere Fanginstrumente beseitigt werden.

Ein einfaches und oft gebrauchtes Fanginstrument ist der Glückshaken (Fig. 48—51), mit welchem man die Stangen unter einem Bund zu fassen sucht.

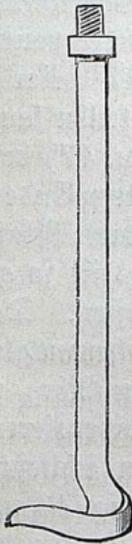


Fig. 48.

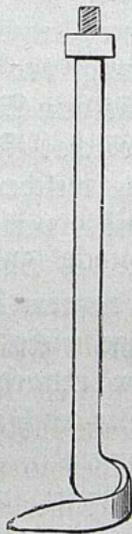


Fig. 49.

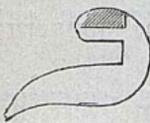


Fig. 50.

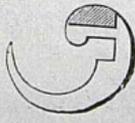


Fig. 51.

Glückshaken.

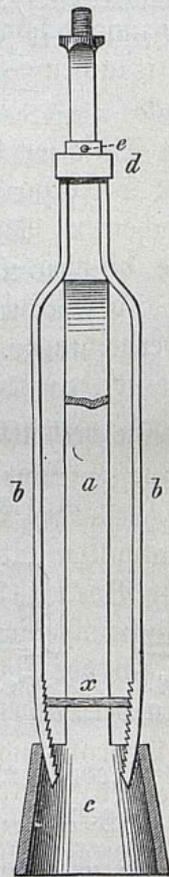


Fig. 52.

Fallfangschere.

Von den anderen Instrumenten zum Fassen eines abgebrochenen Meißels oder einer unter dem Bunde abgebrochenen Stange sei hier nur eins, die Fallfangschere oder der Wolfszrachen (Fig. 52), erwähnt.

Die gabelförmigen Arme a haben zwischen ihren unteren Enden eine Glocke c, an welcher bisweilen noch ein nach Art der Glückshaken gebogener Haken angebracht ist, um die zu fangende Stange möglichst in die Mitte der Glocke zu bringen.

Oben vereinigen sich die Arme a zu einer Stange, welche von einem Ringe d umschlossen wird und einen zur Hubbegrenzung für den letztern dienenden Stift e hat.

Am Ringe d hängen zwei Arme b, deren untere Enden — der Wolfszrachen — mit scharfen stählernen Zähnen versehen sind.

Beim Einlassen wird der Wolfszrachen hochgeschoben und in dieser Stellung durch ein zwischen die Zähne geklemmtes Holzstäbchen x gehalten. Sobald die Glocke über dem Gestänge hinweg geschoben ist, wird das Stäbchen fortgestoßen, der Wolfszrachen fällt herab und hält, während das Obergestänge mit der Glocke angezogen wird, das Gestänge fest.

#### 48. Wie verhütet man den vorhin erwähnten Nachfall?

Bei Gestein von geringer Festigkeit kommt es häufig vor, daß sich Teile der Bohrlochswände loslösen und ins Bohrloch hinabfallen. Um solches zu verhüten, muß das Bohrloch mit einer Verrohrung versehen werden, welche entweder aus zusammengienietetem Eisenblech oder aus Röhren besteht, welche nach der Längsnahit geschweift sind und durch Verschrauben verbunden werden.

Die Verrohrung muß, auch wenn der Nachfall von einer tief liegenden Stelle herrührt, stets bis zu Tage ausgeführt werden.

Muß man beim weitem Abbohren noch mehrere Verrohrungen einbringen und wird dadurch das Bohrloch zu eng, so zieht man am besten die Verrohrung heraus, erweitert das Bohrloch und verrohrt von neuem.

Sind die Röhren festgeklemmt, so müssen sie mit besonders konstruierten Sägen zerschnitten und stückweise herausgeholt werden. Zu diesen Sägen gehört u. a. diejenige von

Degoussée\*), welche sich in Schöningen durchaus nicht bewährte, weshalb Greiffenhagen\*\*) eine andere, sehr zweckmäßige Säge konstruierte.

### 3. Englisch-Kanadisches Bohrverfahren \*\*\*).

49. Wie kennzeichnet sich das Englisch-Kanadische Bohrverfahren?

Das genannte Verfahren ist im wesentlichen ein Gestängebohren mit Wechselfchere und unterscheidet sich von dem bisher besprochenen durch die dem amerikanischen Seilbohren entlehnte sehr einfache, billige und wenig Arbeitskräfte erfordernde Einrichtung, eignet sich jedoch nur für Bohren in mildem Gebirge und für Tiefen bis 200 m.

Die große Zahl der Hübe in Verbindung mit dem im Verhältnis zum Durchmesser des Bohrlochs sehr schweren Schlaggewicht (etwa 600 kg) und die Anwendung einfacher Meißel ohne Peripherie- (Dhren-) Schneiden geben einen guten Effekt, welcher in 24 Stunden durchschnittlich 3.33 m beträgt. Bei Bohrlöchern von nicht mehr als 150 mm Durchmesser sollen in mäßig festem Gestein sogar Leistungen von 10 m pro Tag (zu 24 Stunden) nicht selten sein.

---

### Drittes Kapitel.

#### Stoßendes Bohren mit Seil.

50. Worin besteht das Wesen des Seilbohrens?

Beim Seilbohren, welches schon von den Chinesen in sehr alter Zeit viel angewendet sein soll, ist das Gestänge durch ein Seil ersetzt, durch dessen Auf- und Abwicklung der Meißel in viel kürzerer Zeit ausgewechselt werden kann, als durch das Fördern des Gestänges.

---

\*) A. S. Beer, „Erdbohrkunde“. Prag 1858. S. 308.

\*\*) Berg- und Hüttenm. Zeitung 1866. S. 305. 319. Taf. V, Fig. 7—18.

\*\*\*) Preuß. Zeitschr. 1884 S. 319.

Das Seilbohren hat indes sehr wesentliche Mängel, welche besonders in dem Umstande begründet sind, daß man den Meißel nicht regelmäßig umsetzen kann.

Zwar hat man vielfach versucht, den geraden Meißel durch Kronenbohrer und andere Einrichtungen zu ersetzen, welche die ganze Bohrlochsohle bearbeiten. Da aber hierbei die Leistung geringer wurde, ist man bei dem einzigen Seilbohrverfahren, welches in bedeutender Ausdehnung angewendet wurde, dem Amerikanischen oder Pennsylvanischen\*), zum einfachen Meißel zurückgekehrt, und erhält die runde Form des Bohrlochs durch häufige Anwendung von runden, halbrunden zc. sog. Bohrbüchsen.

Übrigens ist das Seilbohren durch die neueren Methoden des Bohrens mit Wasserspülung — abgesehen von Pennsylvanien — völlig verdrängt.

---

#### Viertes Kapitel.

### Bohrverfahren mit Wasserspülung.

#### 51. Was versteht man unter Bohrverfahren mit Wasserspülung?

Das Bohrverfahren mit Wasserspülung besteht darin, daß man den auf der Bohrlochsohle sich bildenden Bohrschlamm durch einen mit Überdruck in das Bohrloch eintretenden Wasserstrom fortspülen und aus dem Bohrloche wieder austreten läßt.

Damit erspart man die Zeit, welche mit dem Gestängefördern auch dann vergeht, wenn der arbeitende Teil (Meißel, Schappe zc.) noch lange nicht abgenutzt ist, das Löffeln aber dennoch vorgenommen werden muß, weil die Ansammlung des Bohrschlammes dem Fortschreiten der Arbeit hinderlich sein würde.

---

\*) Preuß. Zeitschr. 1877. S. 29. — Handb. der Ing.-Wissensch. Leipzig 1885. Taf. IX, Fig. 27—28.

Durch Versuche ist festgestellt, daß bei einer Geschwindigkeit (Weg in der Sekunde) des aufsteigenden Wasserstromes von

- 10 cm feiner Sand,
- 20 „ grober Sand,
- 50 „ Körner von 2 cm Größe,
- 100 „ alle Kiesel, soweit sie in die Gestängeröhre eintreten können,
- 200 „ sogar Kupfer- und Eisenteile aufwärts bewegt werden.

Die praktische Ausführung der Wasserspülung geschieht in der Weise, daß man das Wasser durch eine Druckpumpe in ein Standrohr drückt und aus diesem entweder in ein hohles Bohrgestänge ein- und zwischen diesem und der Verrohrung des Bohrloches wieder austreten läßt, oder den umgekehrten Weg wählt, wenn der Bohrschlamm etwa Gerölle enthält, welches sich in dem schmalen ringförmigen Raum festklemmen würde, im hohlen Bohrgestänge aber mehr Platz zum Aufsteigen findet. Doch kommt dies seltener und nur dann vor, wenn Bohrlöcher in Diluvialsandsteinen niederzubringen sind.

52. Welches sind die wichtigsten Arten der Bohrung mit Wasserspülung?

Die Wasserspülung kann in allen Gebirgsarten angewendet werden. In sandigen Gebirgsmassen läßt man den Wasserstrom selbst ohne Anwendung eines Bohrinstrumentes den Sand aufwühlen und herauspülen, höchstens kommt man insofern noch zu Hilfe, daß man das in der Regel aus Gasröhren bestehende Gestänge, dessen unteres Ende dann eine Spitze oder Meißelschneide enthält, stoßend bewegt und damit den Sand lockert — Spritzbohrverfahren. Bei diesem Verfahren betrug die Durchschnittsleistung im Felde des Erdölbergwerks Schwabweiler (Elsaß) 20 m in 24 Stunden bei einem Preise von 5.74 Frcs. für ein Meter. Das Hohlgestänge war 26, das Futterrohr 52 mm weit.

Später wurde diese auch als dänisches Bohrverfahren bekannte Bohrung auch in festem Gebirge mit Meißel, aber

mit steifem Gestänge, ausgeführt. Sobald die Bohrlöcher aber Tiefen bis 200 m erreichen, treten dabei häufig Brüche ein, weshalb dabei später Freifallapparate angewendet wurden.

Bei kleinen Bohrlöchern wird das Gestänge mit Bohrschwengel durch Menschenkraft bewegt. Das obere Ende des Gestänges steht mittels eines Schlauches mit einer gleichfalls von einem Arbeiter bedienten Druckpumpe in Verbindung.

Beim Bohren mit dem Meißel verwendet man einen Fabianschen Freifallapparat, welcher von einer Hülse umgeben ist, so daß das Spülwasser erst an der Schneide des durchbohrten Meißels ein- bzw. austreten kann.

Das stoßende Bohren mit dem Hohlreifallapparate benutzt man nur für mäßige Tiefen und ersetzt dasselbe möglichst bald durch das drehende Bohren mit Diamanten\*).

### 53. Wie ist die Einrichtung beim Diamantbohren nach Köbrich?

Die ganze Einrichtung ist so getroffen, daß man schnell und leicht die Schappe durch Hohlreifallapparat mit Meißel und diesen wieder durch die Bohrkronen mit Diamanten ersetzen kann, während die maschinellen Teile im wesentlichen unverändert bleiben, nur der Bohrschwengel muß ein- oder ausgerückt werden, jenachdem man stoßend oder drehend arbeiten will.

Auf der ersten Bühne im Bohrturme ist ein mit vier Laufrädern versehener Holzrahmen angeordnet, welcher den aus zwei konischen Rädern und Riemenscheibe bestehenden Antriebsmechanismus für die in dem horizontal laufenden Rade auf und ab bewegbare Bohrspindel trägt. Betrieben vom Vorgelege des Hauptkabels, ist die Bohrspindel mit einem Klemmfutter für das Arbeitsrohr versehen, und hängt während der Arbeit durch Vermittelung einer Schelle und zweier Hängeeisen an dem vordern Teile des Bohrschwengels. Letzterer übernimmt durch eine einfache Windevorrichtung

\*) Th. Tecklenburg, „Handbuch der Tiefbohrkunde“, Band III: Das Diamantbohren. Leipzig 1889.

je nach dem Fortschreiten der Bohrarbeit nicht allein das allmähliche Sinken des Bohrgestänges, sondern auch dadurch, daß das rückwärtige Schwengelende mit einem entsprechenden Gegengewichte belastet wird, insoweit die Gewichtsausgleichung des Gestänges, als der Druck der sich drehenden Bohrkronen auf das zu durchbohrende Gestein nur noch 250—400 kg beträgt. Betrachtet man diese Anordnung, so leuchtet es ein, daß man nur das Arbeitsrohr vom Gestänge abzuschrauben und die Verbindung zwischen Bohrschwengel und Bohrspindel zu lösen hat, um den Rotationsapparat aus dem Bereiche des Bohrloches abfahren zu können und die Anlage sofort zum Wiedereintritt in das Stoßbohrverfahren zu befähigen. Daß sich umgekehrt die Umwandlung von Stoßbohr- in Diamantbohrverfahren ebenso einfach gestaltet, liegt auf der Hand.

Die Bohrspindel hat in ihrem äußern Umfange eine Nut, in welcher sich ein in der Nabe des umschließenden Winkelrades befindlicher Stift führt, so daß die Spindel und mit ihr das Hohlgestänge an der Drehung des Rades teilnehmen muß, mit dem Vertiefen des Bohrloches jedoch niedersinken kann. Ist dabei das obere Ende der Bohrspindel bis an das Getrieberad gekommen, so wird das Klemmfutter gelöst, die Bohrspindel, nachdem event. ein neues Stück Gestänge aufgesetzt ist, hochgeschoben, das Klemmfutter wieder mit dem Gestänge verschraubt und das Bohren fortgesetzt. Die Wasserspülung erfolgt mittels einer an der Umtriebsmaschine angeschlossenen Pumpe, ferner durch ein Standrohr und einen Spritzenschlauch. Beim stoßenden Bohren und beim Bohren mit Diamanten wird der Spritzenschlauch am obern Ende des hohlen Bohrgestänges angeschlossen.

Auch zum Abreißen der beim Diamantbohren stehenbleibenden Kerne hat Köbrich nach dem Vorgange der American-Diamond-Rock-Boring-Company eine sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen. Im Innern der Bohrkronen liegt ein nach oben stärker werdender loser, an einer Stelle aufgeschlizter Stahlring  $b_1$  (Fig. 53 u. 54). An der innern

Fläche desselben befinden sich mehrere mit Diamanten  $c_1$  besetzte Vorsprünge. Sobald die Bohrkronen angehoben wird, klemmt sich der Stahlring fest, die Diamanten dringen in den Kern hinein, der letztere wird bei einiger Kräfteanwendung abgerissen und gleichzeitig mit der Bohrkronen zutage gebracht.

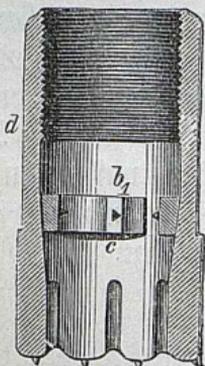


Fig. 53.

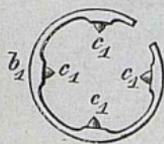


Fig. 54.

Ring zum Abreißen des  
Bohrkerns.

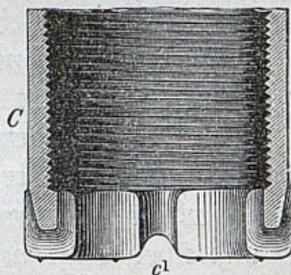
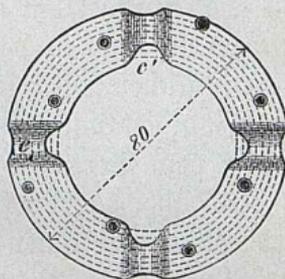


Fig. 55.

Fig. 56.  
Bohrkronen.

54. Wie sind die Diamanten beim Diamantbohren angebracht?

Die beim Diamantbohren gebrauchten schwarzen Diamanten, sogen. Karbonate aus Bahia in Brasilien, werden in Linsen- bis Nußgröße in einen gut geglähten Stahlring eingesetzt, indem kleine Löcher in den letztern gebohrt und ausgemeißelt werden. Nachdem die Steine eingesetzt sind, werden die Lochränder zugestemmt, sodann der Ring (die Krone) im Feuer, gewöhnlich im Bleibade, glühend gemacht, mit blausaurem Kali gekocht und in kaltem Wasser abgelöscht, beziehungsweise gehärtet.

Diamanten von Erbsengröße wiegen etwa 5 Karat. Der Preis ist sehr veränderlich; im Jahre 1883 ist er von 80 auf 62 *M.* pro Karat gesunken, sechs Jahre früher betrug er nur 25 *M.*

Die Bohrkrone C (Fig. 55 u. 56) ist mit dem untern Ende des hohlen Bohrgestänges verschraubt. Bei der Bohrung in Rheinfelden hatte die kleinste Bohrkrone 81 mm äußern und 50 mm innern Durchmesser. Fig. 56 zeigt die Bohrkrone in der untern Ansicht mit den eingesetzten Diamanten; e, e' etc. sind Aushöhlungen, durch welche das im Innern des hohlen Gestänges herabkommende Spülwasser den Bohrschlamm fortführt, worauf es denselben außerhalb emporbrückt und über Tage zum Ausfließen bringt.

## Zweiter Abschnitt.

### Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.

---

55. Was versteht man unter Häuer- oder Gewinnungsarbeiten?

Man versteht darunter diejenigen bergmännischen Arbeiten, welche den Zweck haben, die Fossilien so weit aus ihrem natürlichen Zusammenhange mit dem umgebenden Gestein zu lösen, daß sie zur Förderung gelangen, d. h. behufs ihrer weitern Verwertung zutage geschafft werden können.

56. Von welchen Umständen hängt der Erfolg der Gewinnungsarbeiten ab?

Bei der Ausführung der Gewinnungsarbeiten hat man einen Widerstand zu überwinden, welcher in dem natürlichen Zusammenhange mit dem Gestein (Spannung) und in der Härte des letzteren beruht.

Je geringer diese beiden Umstände sind, um so größer ist der Erfolg der Gewinnungsarbeit und um so geringer ist der Preis für eine bestimmte Leistung der Arbeiter (Gedinge).

Bei der Sprengarbeit muß mit dem Bohrmeißel die Härte, mit dem Sprengmaterial die Spannung überwunden werden.

## Erstes Kapitel.

## Wegfüllarbeit.

## 57. Was versteht man unter Wegfüllarbeit?

Wegfüllarbeit ist diejenige Arbeit, mit welcher Gebirgsmassen ohne natürlichen Zusammenhalt ihrer einzelnen Teile, wie Sand, Gerölle 2c., von ihrem Lagerorte weggenommen werden, um sie sodann an einen anderen Ort schaffen zu können.

## 58. Mit welchen Hilfsmitteln wird diese Arbeit ausgeführt?

Die bei der Wegfüllarbeit nötigen Gevähe sind hauptsächlich die Schaufel, sowie Krake und Trog.

Die Schaufel eignet sich für solche Massen, deren Einzelstücke nicht über Faustgröße haben und welche von verhältnismäßig ebener Sohle wegzufüllen sind.

Bei gröberen Stücken und unebener Sohle ist die Krake (Krückentrake, Fig. 57 u. 58) zweckmäßiger, weil man mit den Spitzen derselben von der Seite her bequemer in die Massen eindringen und diese in den auf die

Füße gelegten und mit der Vorderkante untergeschobenen Trog ziehen kann. Der Trog besteht meistens aus Eisenblech, seltener aus Holz, und hat eine flache, muldenförmige Gestalt.

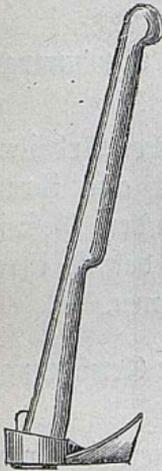


Fig. 57.

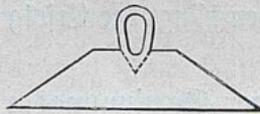


Fig. 58.

Krückentrake.

Bei Erdarbeiten wird gerechnet, daß ein Arbeiter mit der Schaufel in zehnstündiger Schicht 24 300 kg Erde auf eine mittlere Höhe von 1.6 m hebt. — Am Harz werden von einem Arbeiter in drei Stunden 7 cbm Gebirge mit Krake und Trog weggefüllt.

## Zweites Kapitel.

## Keilhauenarbeit.

## A. Sandarbeit.

59. Welches sind die bei der Keilhauenarbeit angewendeten Gezähe?

Wie schon der Name andeutet, ist das hauptsächlichste Gezähe die Keilhau in ihren verschiedenen Formen, nämlich die einfache Keilhau, die Doppelkeilhau und diejenige mit Einsatzspizen oder Einsatzblatt.

Die einfache Keilhau (Fig. 59) besteht aus Blatt, Spitze (Örtchen) und Auge. Das Blatt wird aus Eisen angefertigt und an der Spitze verstäht. Sein Querschnitt ist am zweckmäßigsten ein rechteckiger und die Form eine gebogene, derart, daß die durch das Blatt und das Örtchen gehende Schwerlinie mit einem Bogen zusammenfällt, dessen Mittelpunkt im Ellbogen des die Keilhau führenden Arbeiters liegt. Bei Nichtbefolgung dieser Regel entstehen beim Gebrauche der Keilhau Pressschläge. Nur diejenigen Keilhauen, welche zum Ausputzen der Ecken des Schräms dienen sollen, werden mit stumpfem oder rechtem Winkel zwischen Blatt und Helm hergestellt.

Das Örtchen darf nicht zu einer Spitze ausgezogen sein, sondern muß eine Fläche von 1 mm Seite bilden, weil es sich sonst zu rasch abnutzen oder leicht abbrechen würde.

Das Gewicht einer gewöhnlichen Keilhau beträgt etwa 2.75 kg, schwankt aber zwischen 0.6—4 kg. Die leichteren dienen zum Schrämen.

Einfache Keilhauen mit Doppelspitze, wie sie im Saarbrücker Revier versuchsweise angewendet sind, haben

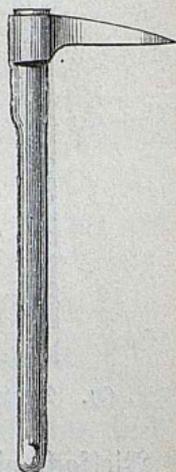


Fig. 59.  
Einfache Keilhau.

sich für feste Kohle nicht bewährt, ebensowenig solche mit einer kleinen querstehenden Schneide.

Die Doppelkeilhau (Fig. 60) hat auf jeder Seite des Helms ein Blatt, darf aber deshalb nicht viel schwerer sein, als eine einfache.

Die Vorteile der in England und Westfalen vielfach angewendeten Doppelkeilhauen bestehen darin,

daß der Arbeiter beim Schrämen in flach liegenden Flözen die Keilhau wegen des Gleichgewichts auf beiden Seiten des Helms leichter schwebend erhalten kann, und ferner, daß eine geringere Anzahl von Keilhauen zum Schärfen in die Schmiede zu transportieren ist.

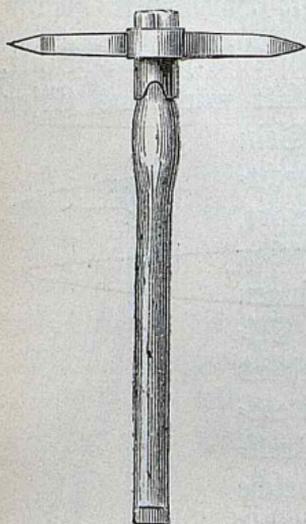


Fig. 60. Doppelkeilhau.

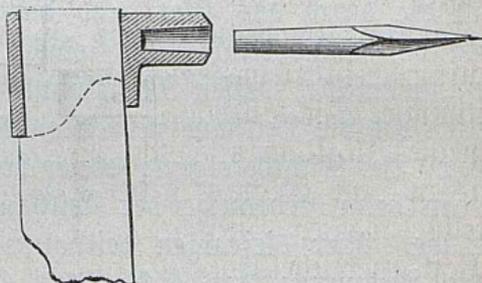


Fig. 61. Keilhau mit Einsatzzspitze.

Vielfach eingeführt sind in neuerer Zeit die einfachen Keilhauen mit Einsatzzspitzen aus Gußstahl von etwa 15 cm Länge; das hintere Ende der Spitze ist konisch zugeführt und paßt in ein ebenso geformtes Loch im Blatt der Keilhau (Fig. 61).

Bei Anwendung dieser Keilhauen braucht der Arbeiter nur ein einziges Helm mit Blatt und hat nicht mehr, wie früher, ganze Bündel von Keilhauen, sondern nur die leicht zu transportierenden Spitzen in die Schmiede zu schaffen.

In Mansfeld sind Keilhauen in Gebrauch, bei welchen das ganze stählerne Blatt eingesetzt wird (Fig. 62 u. 63).

Daselbe hat am hintern Ende einen Dorn b, mit welchem es durch ein am Helme befestigtes Kopfstück c aus schmiedbarem Gußeisen gesteckt wird. Die Befestigung geschieht lediglich durch die konische Form des Dornes. In diesem befindet sich noch ein Ohr a zum Anfädeln der Blätter beim Transporte.

60. Wie wird die Keilhauenarbeit angewendet?

Die wichtigste Anwendung der Keilhauen ist das Schrämen und Schlizzen (Kerben), d. h. das Herstellen eines möglichst engen und tiefen Einschnitts entweder parallel der Flöz-ebene (Schram), oder rechtwinklig dazu (Schliz oder Kern).

Die Lage des Schrams ist keine bestimmte. Im allgemeinen legt man ihn an eine solche Stelle, wo er am billigsten herzustellen ist und die Reinheit

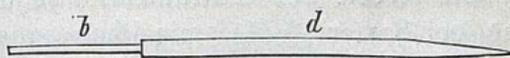


Fig. 62.

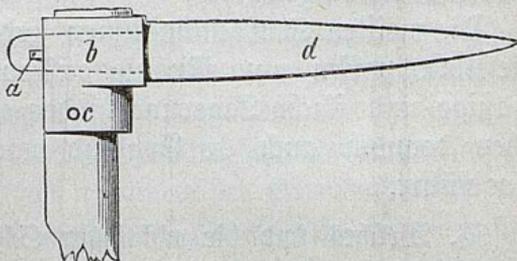


Fig. 63. Mansfelder Keilhaue.

der Kohle am wenigsten beeinträchtigt, z. B. in eine milde Schieferlage, mag dieselbe nahe am Liegenden sein oder nicht. Ist das Flöz frei von Schieferlagen, dann wird stets auf dem Liegenden geschrämt.

61. Was bezweckt man mit dem Schrämen und Schlizzen?

Mit dem Schrämen und Schlizzen will man den Zusammenhalt der zu gewinnenden Fossilien mit ihrer Umgebung verringern und dadurch die Gewinnung erleichtern. Bei Kohlen soll mit dem Schrämen und Schlizzen ein größerer Stückfall erzielt werden.

Bei harten Kohlen und großer Mächtigkeit derselben muß und kann das Schrämen und Schlizzen häufig unterbleiben.

weil die dadurch bedingte Erhöhung der Selbstkosten weder mit der Ersparung an Sprengmaterial, noch auch mit dem Mehrgewinn an Stückkohlen im Verhältnis steht.

Beim Steinkohlenbergbau hält man darauf, daß womöglich pro Schicht 1 m tief geschrämt und in derselben oder in der folgenden Schicht das Unterschrämte „hereingebänkt“ wird.

## B. Maschinenarbeit.

62. Was gilt im allgemeinen von der Anwendbarkeit der Maschinenarbeit\*?)

Die Arbeit des Schrämens und Schlitzens ist mühevoll, und bei harter Kohle, wie schon angedeutet, auch kostspielig. Man ist deshalb schon lange bemüht gewesen, dafür geeignete Maschinen zum Ersatz der Menschenkraft herzustellen, bisher jedoch mit wenig Erfolg.

Die meisten Schrämmaschinen sind in England erfunden; dieselben passen nur für die auf weite Entfernung regelmäßige und flache Lagerung in den englischen Gruben, sind aber dennoch auch in England noch nicht betriebsmäßig eingeführt.

63. Welches sind die wichtigsten Schrämmaschinen und deren Einrichtung?

Es giebt Schrämmaschinen, welche selbstthätig einen langen Kohlenstoß entlang gezogen werden und denselben dabei seitwärts etwa 1.30 m tief unterschrämen, und solche, welche geradeaus arbeiten und vor Ort der Strecken gebraucht werden.

Erstere arbeiten entweder schneidend mit Zähnen, welche die Peripherie einer Kreissäge (Turley\*\*), oder eines Rades bilden (Hurd & Simpson\*\*\*), Walker, Gillet,

\*) Le Technologiste. Paris. Septbr. 1864. — J. Nijha, „Tunnelbaukunst“. 1865. S. 168. — A. Habets, „Über Steinkohलगewinnungsmaschinen“ zc. in Revue univ. 2 livr. 1865. — Verbesserungen an Schrämmaschinen nach Jones. London 1865. — Carret's Schrämmaschine. Polyt. Centralbl. 1865. 21. Bief. und Polyt. Journal 1866, S. 274. — Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14, S. 255.

\*\*\*) Berg- und Hüttenm. Zeitung 1869, Nr. 46 u. 47.

\*\*\*\*) Österr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1876, Nr. 100.

(Copley\*)), oder in eine Laschenkette eingesetzt sind, welche sich um zwei Rollen dreht, von denen eine Drehrolle, die andere Leitrolle ist. Beide Rollen sitzen an einem Arme, welcher auf einem Wagen ruht, und erhalten ihre drehende Bewegung durch eine mit Druckluft oder mit Wasser getriebene Arbeitsmaschine.

Die Schrämmaschine von Carret Marshall & Co. in Leeds\*\*) hat eine geradlinig schneidende Bewegung, indem stählerne, in einer hohlen Röhre sitzende Stichel 1.20 m tief vorgestoßen werden und dabei wie ein Eisenhobel die Kohle streifenweise abschneiden.

Bei Lechners Schrämmaschine\*\*\*) sitzen die Zähne an einer viereckigen, parallel zur Kohlenwand liegenden Welle, welche durch vier Laschenkettten in rasche Drehung gesetzt wird.

Bei der Schrämmaschine von Firth & Donnisthorpe †) wird die Arbeit mit der Keilhau direkt nachgeahmt, indem durch eine Maschine mit Druckluft eine Keilhau in der Ebene des Flözes bewegt wird.

Die stoßend wirkenden Schrämmaschinen von Schramm ††) und Dubois-François †††) können bei Streckenbetrieb verwendet werden. Für denselben Zweck sind die Schrämmaschinen von Neuerburg \*†) und Norris \*††) bestimmt,

\*) Berg- und Hüttenm. Ztg. 1872. S. 296. — 1874. S. 13.

\*\*) Blühme in Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14 S. 261. — Berggeist 1866. S. 314. — Dinglers Polyt. Journal. Bd. 171 S. 11; Bd. 182 S. 274. — Berg- und Hüttenm. Ztg. 1866. S. 295; 1867. S. 190. — The Mechanics Magazine 1866. S. 132.

\*\*\*) Österr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1876, Nr. 100.

†) Blühme a. a. D. S. 264 ff. — Berg- und Hüttenm. Ztg. 1863. S. 397; 1864. S. 148. — Dinglers Polyt. Journal. Bd. 173, S. 189, Bd. 170. S. 413; Bd. 171. S. 401. — Practical Mechanics Journal 1864, Heft 1 S. 260. — Revue universelle. Jahrg. 8, Lieferung 3. 1864.

††) Berg- und Hüttenm. Ztg. 1877. S. 203.

†††) Österr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenw. 1881. S. 436. — Dinglers Polyt. Journal. Bd. 227 S. 455. Taf. XXIX, Fig. 8—16.

\*†) Preuß. Zeitschr. 1877. Bd. 25, S. 227. Taf. XI, Fig. 1—5.

\*††) Preuß. Zeitschr. 1879. Bd. 27, S. 370. — Schrämmaschine von S. Stutz in Pittsburg, D. R.-P. Nr. 33 075. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1886.

welche mit dicht nebeneinander liegenden drehenden Bohrern Löcher in die Kohle bohren, so daß auch dadurch ein Schram hergestellt wird.

### Drittes Kapitel.

## Schlägel- und Eisenarbeit.

64. Wozu dient die Schlägel- und Eisenarbeit und mit welchen Gezähen wird sie ausgeführt?

Die Schlägel- und Eisenarbeit war bis zum 17. Jahrhundert die einzige Gewinnungsarbeit für feste Massen. Seit Einführung der Sprengarbeit dient sie lediglich zum Herstellen ebener Flächen (Widerlager für Pumpenträger, für Dämme und Mauerfüße, Bühnlöcher für Stempel *ic.*) und wird außerdem als Gewinnungsarbeit nur dann noch angewendet, wenn das Gestein durch Sprengarbeit nicht rissig werden darf, z. B. beim Abteufen der ersten Meter unter dem Fuße eines wasserdichten Schachtausbaues.

Die dabei angewendeten Gezähe sind der Schlägel und das Eisen.



Fig. 64.  
Bergeisen.

Der Schlägel, jetzt das Fäustel genannt, wird bei der Sprengarbeit näher betrachtet werden.

Das Eisen oder Bergeisen (Fig. 64) besteht entweder aus Eisen mit verstärkter Spitze oder ganz aus Stahl. Stählerne Eisen pflanzen den Schlag besser fort und nutzen sich weniger ab, als die eisernen. Es befindet sich deshalb das Auge für das Helm bei den eisernen nicht in der Mitte, sondern näher an der Spitze.

Das Helm wird bei diesen Bergeisen nicht besonders hergestellt, weil es zu häufig zerschlagen wird, sondern es besteht aus einem beliebigen, passenden Stück Holz, welches man in das Auge eintreibt.

Lange Bergeisen ohne Helm, welche wie ein Meißel gehandhabt werden, sind nicht zweckmäßig, schon deshalb, weil sie die Schläge weniger gut übertragen und mehr pressen.

## Viertes Kapitel.

## Hereintreibarbeit.

## 65. Welchen Zweck hat die Hereintreibarbeit?

Die Hereintreibarbeit bezweckt, zum Unterschiede von der Schlägel- und Eisenarbeit, die Gewinnung größerer Gesteinsmassen durch Eintreiben von Keilen in die natürlichen oder durch Sprengarbeit entstandenen Absonderungen und Spalten des Gesteins.

Die hierbei verwendeten Gezüge sind: das Treibfäustel, der Keil, der Fimmel, das Legeisen, die Brechstange, der Spitzhammer.

Das Treibfäustel (Keilfäustel, großes Fäustel, Häufschel) besteht aus Eisen, hat verstärkte Bahnen, gebrochene Kanten, ein rundes oder länglich vierseitiges Auge und wiegt 3.5—6 kg. Das runde Auge ist dann vorzuziehen, wenn man runde, elastische Stiele aus jungen Stämmen von Eschen- oder Eichenholz anwenden will, welche keine Brellschläge geben.

Der Keil (Scheitkeil, Strebkeil) besteht aus Eisen und läuft in eine Schneide aus; seine Länge beträgt 18—26 cm. Um das Einklemmen des Keiles zu verhindern, sind seine breiten Seitenflächen nicht eben, sondern gebogen.

Der Fimmel läuft nicht, wie der Keil, in eine Schneide, sondern in eine Spitze aus, ist also eigentlich nichts anderes, als ein größeres Bergeisen, welchen Namen der Fimmel neben „Steineisen“ auch in Westfalen führt.

Die Legeisen (Quetten) sind starke Eisenbleche, welche zur Seite der Keile eingelegt werden, wenn sich dieselben in weiche Gebirgsmassen eindrängen, ohne dieselben zu spalten.

Die Brechstange, ein zweiarmiger Hebel mit dem Stützpunkt d (Fig. 65), ist ein für die Hereintreibarbeit sehr wichtiges Gezügestück. Sie besteht aus einer eisernen



Fig. 65.  
Brechstange.

Stange, welche an dem einen Ende einen eisernen Schuh besitzt und nach dem andern allmählich spitz zuläuft, um das Gewicht möglichst zu verringern.

Der Spitzhammer ist eine Keilhaue mit einem hammerähnlichen Ansätze an der dem Blatte entgegengesetzten Seite. Derselbe wird sowohl zum Zerschlagen, als auch als Winkelhebel zum Losbrechen halb gelöster Massen gebraucht. Dort, wo der Spitzhammer für letzteren Zweck nicht zum Ziele führt, greift man zur Brechstange.

#### Fünftes Kapitel.

### Sprengarbeit.

66. Welches ist die Geschichte der Sprengarbeit und ihre Einteilung?

Die Sprengarbeit ist nach D. Hoppe („Beiträge zur Geschichte der Erfindungen“. 1. Lieferung. Klaußthal 1880) im Jahre 1627 von Ungarn aus in Deutschland bekannt geworden, beim deutschen Bergbau zuerst am Harze im Jahre 1632 eingeführt und von hier aus 1644 durch den Harzer Bergmann Morgenstern nach Sachsen gebracht. Der ursprüngliche Erfinder und das Erfindungsjahr sind unbekannt.

Bei der Sprengarbeit hat man zu beachten:

Die Herstellung der Bohrlöcher mit Handarbeit und mit Maschinenarbeit, ferner das Besetzen und Wegthun der Bohrlöcher und endlich die Regeln für die Ausführung der Sprengarbeit.

#### A. Herstellung der Bohrlöcher.

##### a) Handarbeit.

67. Welches sind die beim Handbohren gebrauchten Gezüge?

Die für die Bohrarbeit erforderlichen Gezüge sind: Säustel, Bohrer, Kräker oder Wischer, Bohrkuppe oder Bohrschere, Lettenbohrer oder Trockenbohrer, Bohrscheibe, Bohrfranz und Bohrtrog.

Das Fäustel (Fig. 66 u. 67) besteht aus Eisen mit verstärkten Bahnen oder besser ganz aus Gußstahl.

Das Fäustel soll, ähnlich wie die Keilhaue, so konstruiert sein, daß die in demselben gedachte Schwerlinie in einen Kreisbogen fällt, dessen Mittelpunkt im Schultergelenk des Arbeiters liegt, wobei aber nicht der ausgestreckte Arm, sondern die gerade Linie zwischen Fäustel und Schultergelenk als Halbmesser gilt, weil das Fäustel mit gekrümmtem Arm geführt wird. Hiernach ist der Halbmesser etwa 50 cm.

Ferner müssen die Bahnen des Fäustels rechtwinkelig zur Schwerlinie stehen, verbrochene Kanten haben, etwas zusammengezogen und gewölbt sein, damit sich die Schlagwirkung im Schwerpunkte der Bahn zusammendrängt und in günstiger Weise auf den Bohrer übertragen wird. Bei anderer Konstruktion

prellt das Fäustel, es wird ein Teil der aufgewendeten Kraft in den Arm zurückwirken und den Bohrer zur Seite treiben, jedenfalls aber die Kraft nicht zur Wirkung kommen lassen.

Endlich soll das Ohr so groß sein, daß man ein Helm von hinreichender Stärke hineinstecken kann, weil dasselbe gerade am Ohr dem Abbrechen am meisten ausgesetzt ist. Dieser Bedingung wird durch ein Ohr von 4.5 cm Länge und 2 cm Breite genügt.

Das Gewicht der einmännischen Fäustel beträgt  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  kg, das der zweimännischen etwa 2.5 kg. Für eine



Fig. 66.

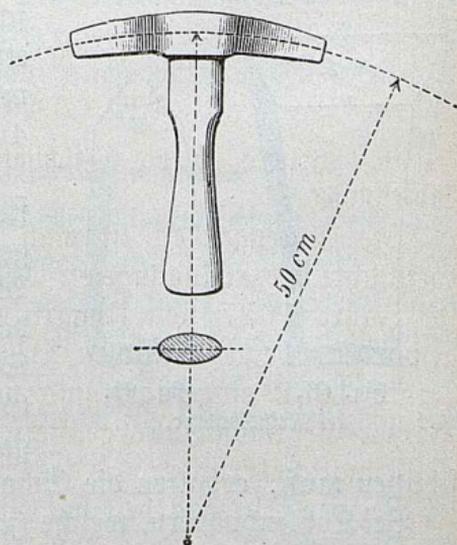


Fig. 67. Bohrfäustel.

besondere Art des Bohrens, das Schlenkerbohren, steigt das Gewicht des einmännischen Häustels bis 3 und 4 kg.

Bei den Bohrern (Meißeln) hat man solche für Gesteins- von denen für Kohlenarbeiten zu unterscheiden.

Die ältesten Gesteinsmeißel waren vom Bergeisen abgeleitet und hatten als arbeitenden Teil eine vierseitige Pyramide mit stumpfen (Kolbenbohrer) oder zugespitzten Kanten (Kronenbohrer).

Die Gesteinsmeißel (Fig. 68 u. 69) sollen 10—12 cm breite Seitenflächen haben. Der Winkel, welchen die letzteren einschließen, soll bei festem Gestein etwa  $70^\circ$  betragen, bei sehr mildem Gestein kann er bis  $40^\circ$  heruntergehen.

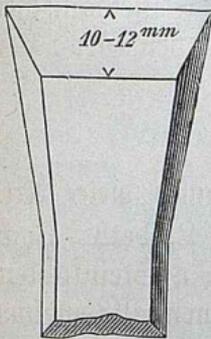


Fig. 68.

Meißelbohrer.

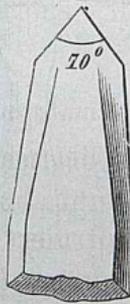


Fig. 69.

Die Schneide ist bei Gesteinsbohrern am besten ganz gerade, nicht allein wegen der Wirkung bei der Arbeit, sondern auch wegen des einfachern Schärfens. Nur bei sehr festem Gestein, wo man die Ecken gegen eine schnelle Abnutzung

schützen muß, erhalten die Schneiden eine geringe Wölbung.

Bei Kohlenbohrern, welche (z. B. in Oberschlesien) stoßend geführt werden und deshalb an der Bahn mit einem Knopfe versehen sind, hat man in der Mitte der Schneide eine vorstehende Spitze, auch ist die Schneide sehr schlanke geführt, so daß die Schneidenflächen nur etwa 3 cm breit ausfallen.

Zum Herstellen von Bohrlöchern in Kohle und Steinsalz wird außer dem Meißel der Schlangenbohrer verwendet. Derselbe besteht aus einer spiralig gewundenen Eisen- oder Stahlstange, welche in zwei Spitzen endigt, und wird drehend gehandhabt.

Zum Reinigen der Bohrlöcher von Mehl oder Schlamm dient der Kräzer oder Wischer, eine flache, 15 mm breite Eisenstange mit einer kleinen Scheibe an dem einen Ende.

## b) Maschinenarbeit.

68. Welches sind die verschiedenen Arten der Bohrmaschinen?

Bei den Bohrmaschinen hat man zwei Hauptklassen zu unterscheiden, nämlich Handbohrmaschinen und mechanische Bohrmaschinen. Jede Klasse zerfällt in zwei Unterabteilungen, nämlich in drehend und stoßend arbeitende Maschinen.

Die stoßenden Handbohrmaschinen (Jordan Son & Meiß, Frig & Schrader, Faber) haben sich keinen Eingang verschaffen können, wohingegen die drehenden Handbohrmaschinen namentlich für die Steinsalzbergwerke, und die mechanischen Bohrmaschinen für Gesteinsarbeiten einen hohen Grad von Wichtigkeit erlangt haben.

## 1. Drehende Handbohrmaschinen.

69. Welches sind die wichtigsten Bohrmaschinen dieser Art?

Drehende Handbohrmaschinen sind von Lisbeth, Loch, Stanek & Reska, Jarolimel u. a. konstruiert. In Steinkohlengruben haben sich auch diese Maschinen keinen allgemeinen Eingang verschafft, in Kalisalzwerken dagegen hat man mit der Lisbeth'schen Maschine eine wesentlich höhere Leistung und eine Minderung der Selbstkosten erzielt.

Die Lisbeth'sche Maschine\*) (Fig. 70 und 71 S. 60) besteht aus einer am vorderen Ende mit einem Schlangenbohrer p versehenen Schraubenspindel i, welche mittels Kurbel k durch eine in einem Gestelle festgelegte Schraubenmutter g hindurchgedreht wird. Die letztere ist zweiteilig und kann leicht geöffnet und geschlossen werden, sodaß das Zurückziehen und Auswechseln der Bohrer wenig Zeit kostet.

Das Gestell besteht aus zwei, wie eine Rutschschere verschiebbaren Teilen a und b, welche mit durchgesteckten eisernen Bolzen festgestellt werden. Mittels einer Streckschraube c wird das Gestell eingespannt.

\*) Bluhme in Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13, S. 719. Taf. XV, Fig. 4—8.

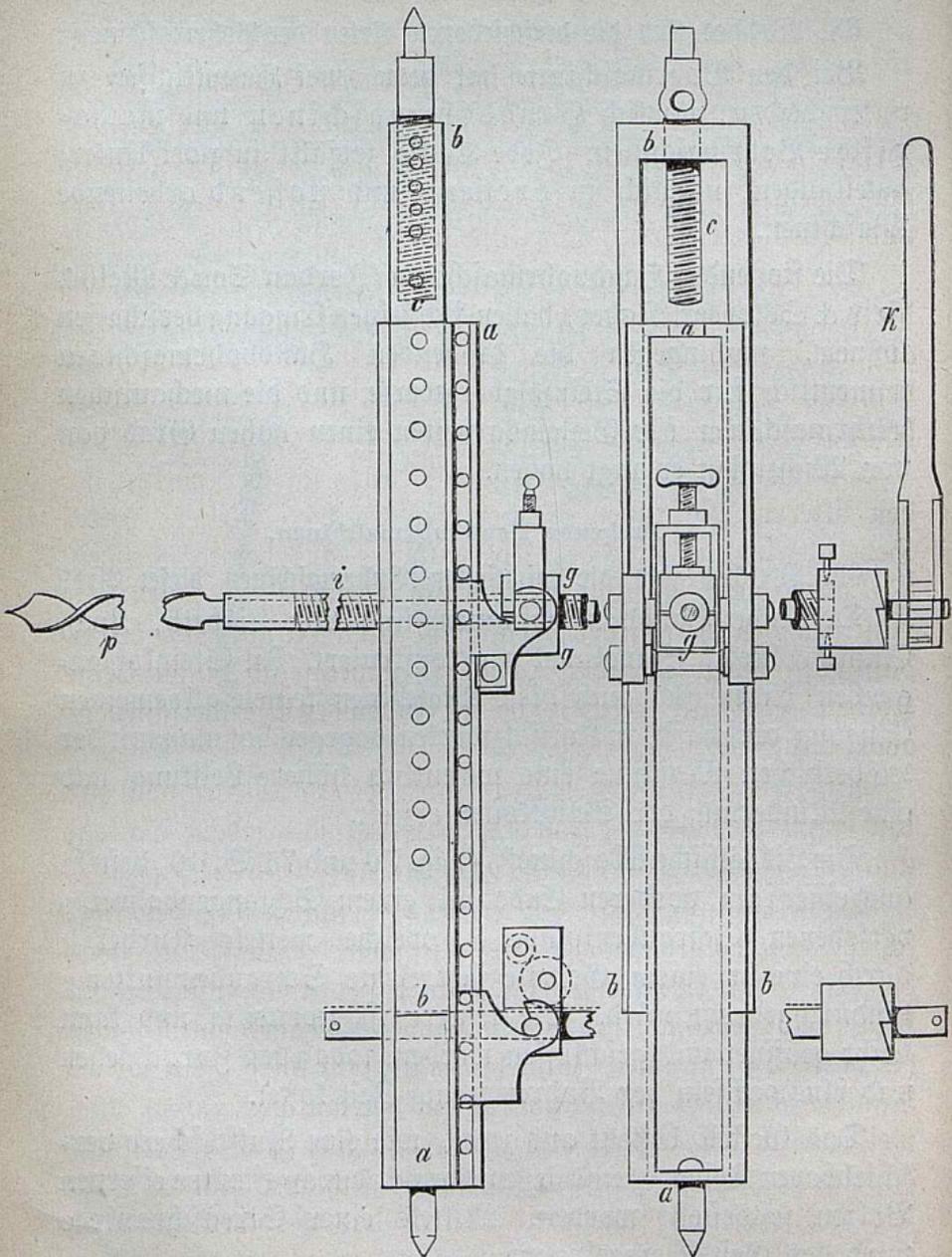


Fig. 70.

Fig. 71.

Liébeth'sche Bohrmaschine.

## 2. Mechanische Bohrmaschinen.

## a. Stoßende.

## 70. Wie ist die Einrichtung der stoßenden Bohrmaschinen?

Die stoßenden (Perkussions-)Bohrmaschinen werden mit Druckluft betrieben, welche ebenso wie der Dampf bei Dampfmaschinen mit Hilfe einer Steuervorrichtung einen Kolben und damit den Meißel hin- und herbewegt.

Um den Meißel vorzustößen, läßt man die Druckluft auf die volle Kolbenfläche wirken, während auf der anderen Seite, auf welcher sich die mit dem Meißel verbundene Kolbenstange befindet, nur ein ringförmiger Raum übrig bleibt, sodaß beim Zurückziehen eine geringere Kraft ausgeübt wird.

Die meisten Steuerungen sind Muschelschieber, welche bei den älteren Maschinen (Ingersoll, Sachs, Meyer) durch Hebelübertragung von der Kolbenstange aus bewegt werden. Da aber diese Maschinenteile rasch verschleifen, so bewegt man den Muschelschieber bei allen neueren Maschinen dadurch, daß man einen Teil der Druckluft abwechselnd hinter kleine Kolben treten läßt, welche an beiden Enden des Muschelschiebers angebracht sind.

Außer der gradlinigen Bewegung des Kolbens ist noch das Umsetzen desselben, bezw. des Meißels, nach jedem Schläge und das Vorrücken der Maschine auszuführen.

Das Umsetzen des Meißels geschieht bei den verschiedensten Konstruktionen nur auf zweierlei Weise und zwar bei den älteren Maschinen dadurch, daß mittels einer Schubklinge beim jedesmaligen Rückgang des Bohrers ein Rädchen (Schaltrrad) um einen Zahn herumgedreht wird. An diesem Rädchen befindet sich entweder ein vierkantiger Dorn, über welchen sich der hohle Kolben hinwegschiebt (z. B. Osterkamp, Frölich etc.), oder der Dorn befindet sich am hintern Ende des Kolbens und schiebt sich durch das Rädchen hindurch (z. B. Sachs). Ist der Dorn rund, so hat er eine gerade Nut, in welcher ein in der Nabe des Schaltrades angebrachter Führungstift gleitet. Bei dieser Anordnung können Kolben

und Bohrer ungehindert hin- und hergehen, müssen aber gleichwohl der Drehung des Schaltrades folgen.

Die zweite, einfachere und bei allen neueren Maschinen angewendete Art des Umsetzens ist diejenige mit Drallzügen und Sperrrad (Schaltrad).

In der eben erwähnten runden Spindel sind ein oder zwei Drallzüge d. h. spiralförmig gewundene Nuten eingearbeitet, während ein in diese Nuten passender Stift sich in der Nabe eines Sperrrades oder in der Öffnung des hohlen Kolbens befindet, durch welches die Spindel hindurchgeht. Beim Zurückgehen würde der Kolben trotz der Drallzüge geradeaus gehen, wenn das Sperrrad nicht durch eine Sperrklinke festgehalten würde; somit müssen Kolben und Bohrer die Drehung allein machen. Beim Vorstoßen dagegen geht der Bohrer geradeaus, weil nunmehr das Rad die Drehung mitmacht, denn die Sperrklinke hindert es an dieser Bewegung nicht.

Das Vorrücken der Maschine geschieht dadurch, daß entweder eine Schraubenspindel gedreht wird, während die Maschine mit der zugehörigen Schraubemutter in fester Verbindung steht — oder die letztere wird gedreht und die Spindel liegt fest, in welchem Falle die Mutter von einer Hülse umgeben ist, welche mit der Bohrmaschine ein festes Stück bildet.

Die erstere Konstruktion findet sich bei allen denjenigen Maschinen, welche mit der Hand vorgerückt werden, zu welchem Zwecke an der Spindel eine Kurbel angebracht ist (Osterkamp, Jüngerfoll, Darlington u.), — die andere an den Maschinen mit selbstthätiger Vorrückung (Sachs, Meyer u.). Die letztere wird übrigens selten angewendet, weil die Maschine durch die dafür nötigen bewegten Teile reparaturbedürftiger wird.

Die Bohrmaschinen ruhen auf tragbaren oder auf fahrbaren Gestellen. Die ersteren kommen in allen solchen Fällen in Anwendung, wo man kein Geleise zur Verfügung hat, z. B. in Abbauen.

Als Meißel verwendet man in ungleich hartem Gestein oder zum Anfang Kreuzmeißel (+) oder solche in Z-form, oder Sternmeißel (✳), im übrigen einfache Meißel.

Die Befestigung geschieht am einfachsten, indem man das hintere, konische Ende der Meißelstange in ein entsprechend ausgebohrtes Loch der Kolbenstange steckt und den Meißel mit einigen leichten Schlägen der Maschine eintreibt. Zum Zweck des LöSENS wird hinter dem konischen Zapfen der Meißelstange ein stählerner Keil durch eine zu diesem Zweck vorhandene Öffnung quer eingetrieben.

71. Welches sind die Namen der bekannteren Bohrmaschinen?

Unter den älteren Bohrmaschinen sind zu nennen diejenigen von Sachs, Dubois & François, Meyer, Jagersoll, Burleigh, unter den neueren, deren Umsteuerung also ohne mechanische

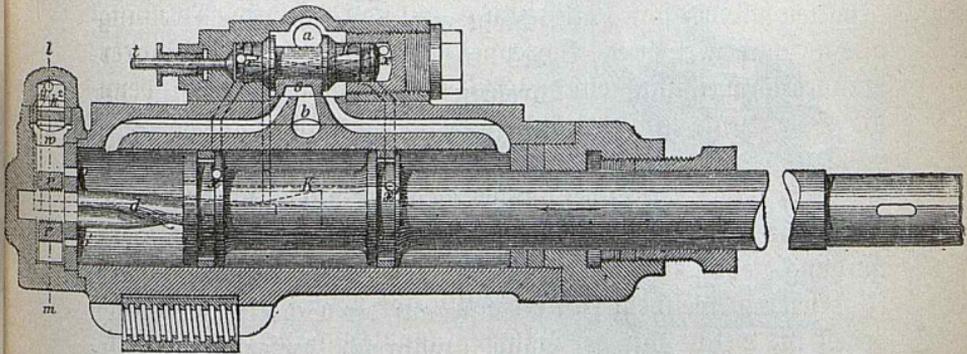


Fig. 72. Schram'sche Bohrmaschine.

Umsehung lediglich durch Druckluft geschieht, diejenigen von Schram & Mahler, Frölich, Jäger, Broßmann & Kachelmann, Darlington, Neill, welche als Beispiele beschrieben werden sollen. Die nicht unbedeutende Zahl der übrigen stoßenden Bohrmaschinen stimmt in den Grundprinzipien mit den vorstehenden überein, nur die Konstruktion ist eine verschiedene.

72. Welches ist die Einrichtung der Maschine von Schram & Mahler?

Die Steuerung erfolgt durch einen mit den beiden Kolben I und II versehenen Muschelschieber *s* (Fig. 72), welcher durch den Stift *t* geführt wird. Mit den Räumen hinter den Steuerkolben I und II stehen noch Kanäle *x* und *x'* in Verbindung, welche in die Innenwand des Arbeitszylinders münden.

Der Eintritt der Luft in den geschlossenen Schieberkasten findet durch die Öffnung *a* statt und der Kolben *K* ist auf dem Rückwege begriffen. Wird dabei die Öffnung *x'* frei, so tritt die Druckluft hinter den Steuerkolben I und bewirkt die Umsteuerung. Am Ende des nunmehr erfolgenden Vorstoßens tritt die Luft durch *x* hinter den Steuerkolben II und bringt den Muschelschieber wiederum in die abgebildete Stellung.

Sofort nach jeder Umsteuerung stehen die Kanäle *x* und *x'* für einen Moment durch die Ausströmung *b* mit der atmosphärischen Luft in Verbindung, so daß die gespannte Luft hinter dem Steuerkolben entweichen kann.

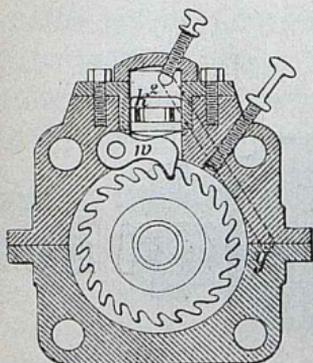


Fig. 73. Schnitt nach *l m*.

Das Umsetzen des Meißels geschieht mit Hilfe des Sperrrades *r*, des vierkantigen, spiralgewickelten Dornes *d* und der in der vordern Kolbenfläche angebrachten Mutter *u*. Auf den Sperrhaken *w* (Fig. 73) drückt der Schaltkolben *k*<sup>2</sup>, weil beim Rückgang des Arbeitskolbens die Druckluft durch den Kanal *y* auf den Schaltkolben treten kann, während dieser beim Vorstoßen durch die in zwei Kanäle ein-

getretene Druckluft emporgehoben wird, zumal nunmehr der mit dem hinteren Teile des Cylinders und somit mit der Ausströmung in Verbindung stehende Kanal *y* eine Entlastung des Schaltkolbens ermöglicht. Die Zähne des Sperrrades gleiten unter dem Sperrhaken hinweg und der Kolben mit dem Meißel werden ohne Drehung vorgestoßen.

Das Vorrücken der Maschine geschieht mit der Hand.

### 73. Wie ist die Bohrmaschine von Frölich gebaut?

Bei der Frölich'schen Maschine (Fig. 74) befinden sich in den beiden mit dem Muschelschiefer verbundenen Steuerkolben I und II die rechtwinkligen Kanäle *a* und *b*, welche abwechselnd mit den in der Cylinderwand angebrachten

Öffnungen *c* und *d* durch die punktierten Kanäle *e* und *f* verbunden sind.

Bei der gezeichneten Stellung des Arbeitskolbens findet die gespannte Luft durch die Öffnungen *c* und *d* ihren Eingang in beide Kanäle *e* und *f*, kann aber nur hinter den Steuerkolben II treten, weil der Kanal *a* nicht mit *e* in Verbindung steht. Dagegen tritt die gespannte Luft durch die Öffnung *g* vor die ringförmige Fläche des Steuerkolbens I und schiebt denselben gemeinschaftlich mit der hinter den Kolben II getretenen Luft nach links, bewirkt also damit die Umsteuerung.

Auf der vollen Fläche des Kolbens I steht bei dieser Bewegung ausgedehnte Luft, welche so lange zusammengedrückt werden muß, bis der Kanal *a* über der entsprechenden Öffnung von *e* steht,

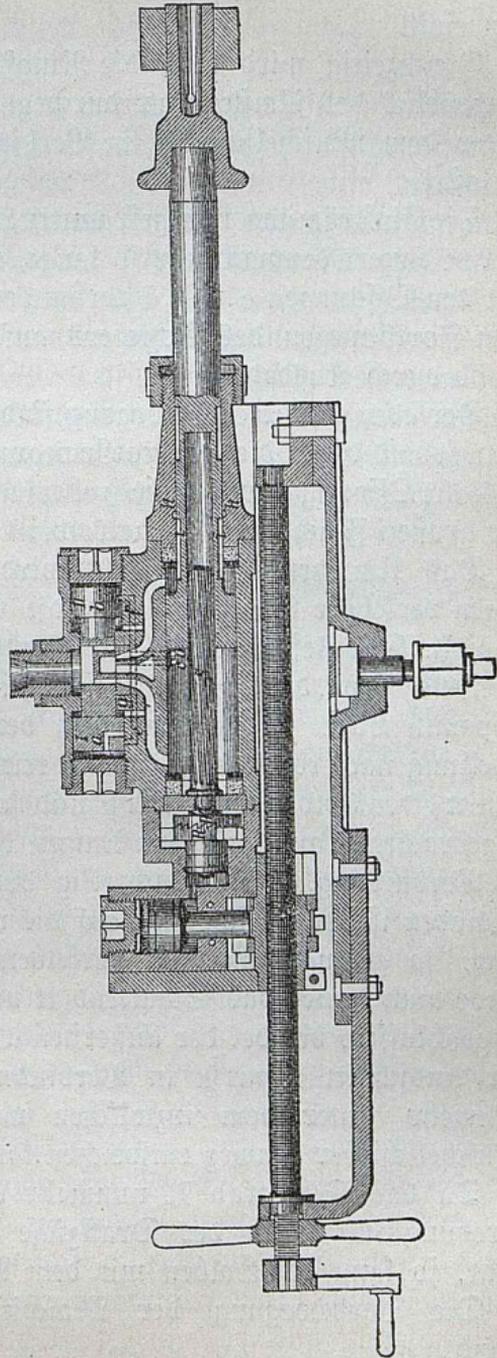


Fig. 74. Rotierende Bohrmaschine.

worauf die Luft durch e unter dem Muschelschieber hinweg entweicht.

Gleichzeitig wird auch die Ringsfläche des Kolbens I im Augenblick des Umsteuerns durch g mit der Ausströmung unter dem Muschelschieber in Verbindung gesetzt und damit entlastet.

Die Einströmung von gespannter Luft hinter beide Steuerkolben dauert demnach nur so lange, als die Kanäle a und b mit den Öffnungen c und d verbunden sind; hört dieses bei dem Fortbewegen des Schiebers auf, so wirkt die Luft von da ab durch Ausdehnung.

Der eben geschilderte Vorgang findet in umgekehrter Weise statt, sobald durch die weitere Bewegung des Kraftkolbens nach links die Öffnung e wiederum frei wird und somit durch a mit der großen Fläche des Steuerkolbens I in Verbindung tritt.

Das Umsetzen des Meißels wird durch die mit Drallzügen versehene Spindel S und die Schalträder R und R' bewirkt. Das Festhalten des Schaltrades R beim Rückgang des Meißels, bezw. des Kolbens, geschieht, wie bei Schram, durch gespannte Luft. Sobald nämlich der Kolben seine äußerste Stellung nach rechts erreicht hat, tritt der ringförmige Ausschnitt i der Kolbenstange mit k und somit durch einen seitlich angebrachten Kanal mit dem Raume hinter dem Schaltrade R in Verbindung. Da gleichzeitig der Schieber nach links geschoben ist und frische Luft auf die rechte Seite des Kolbens tritt, so gelangt ein Teil derselben auf dem angegebenen Wege auch hinter das Schaltrad R und bleibt dort so lange eingeschlossen, bis bei der äußersten Kolbenstellung nach links der Ausschnitt l mit k in Verbindung tritt und die Luft nunmehr unter dem inzwischen nach rechts geschobenen Muschelschieber hinweg entweichen kann.

Da das Schaltrad R nunmehr entlastet ist und seiner Drehung im Sinne der Drallzüge nichts mehr im Wege steht, so kann der Kolben mit dem Meißel geradeausgehen.

Die Vorbewegung der Maschine geschieht mit der Hand.

Vor beiden Cylinderdeckeln ist eine Puffervorrichtung angebracht, um die Schläge des Kolbens unschädlich zu machen.

Die Frölich'sche Maschine hat durch Jäger\*) in Düsseldorf einige Abänderungen erfahren, durch welche dieselbe einen selbstthätigen Vorschub und eine ebenso wirkende Arretierung des Stoßkolbens (beim Durchschlagen oder Lösen desselben) erhalten hat. Ferner liegen alle leicht verschleißenden Teile außerhalb der Maschine, können leicht ausgewechselt und fast sämtlich durch Grubenschlosser angefertigt werden. Außerdem soll Jägers Maschine schneller arbeiten und entsprechend mehr leisten, als die von Frölich. Übrigens hat Frölich auch eine ganz neue Konstruktion angegeben, welche indes noch nicht allgemein in die Praxis eingeführt ist.

#### 74. Wie ist die Maschine von Broßmann & Kachelmann gebaut?

In der durch die Figuren 75 bis 78\*\*) S. 68 dargestellten Maschine nehmen die Steuerkolben  $f$  und  $f'$  ihre äußerste Stellung nach links ein und werden in derselben dadurch erhalten, daß die äußeren Flächen beider Steuerkolben entlastet sind, weil sie mit der atmosphärischen Luft in Verbindung stehen, und zwar  $f'$  durch  $h'$ , ferner durch die Einschnürung des Kolbens  $m$  und die Ausströmung  $d$ , dagegen Kolbenfläche  $f$  durch  $h$ ,  $z$  und  $d$ . Der auf beiden ringförmigen Kolbenflächen beständig stehende Druck hebt sich für beide Richtungen auf.

Die Druckluft tritt durch  $x$  in den Cylinder und treibt den Kolben nach rechts, wobei die verbrauchte Luft durch  $z$  und  $d$  entweicht. Nach Freiwerden der Öffnung  $h'$  tritt die Druckluft hinter den Steuerkolben  $f'$  und bewirkt die Umsteuerung, wobei die hinter dem Steuerkolben  $f$  noch befindliche atmosphärische Luft durch  $h$ ,  $m$  und  $d$  entweichen kann.

\*) Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, Bd. IV, Abt. 2, S. 199, 206—209. Taf. XIV, Fig. 15—18.

\*\*) Handb. der Ing.-Wiss. Bd. IV, Abt. 2. Taf. XIV, Fig. 1—4.

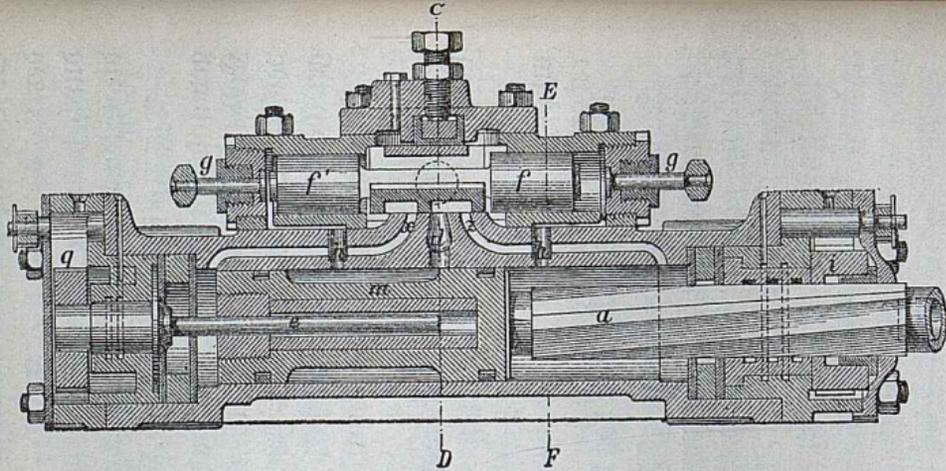


Fig. 75.

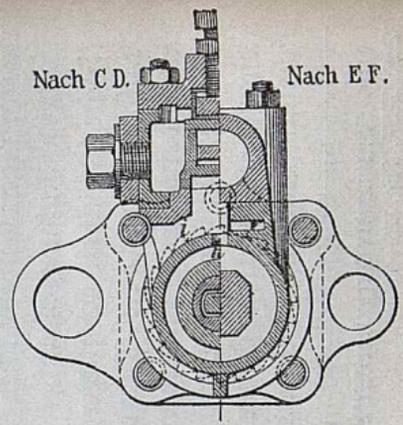


Fig. 77.

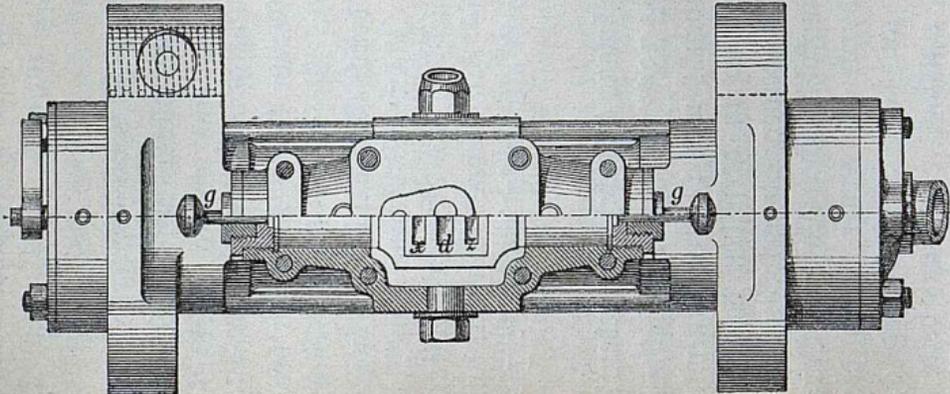


Fig. 76.

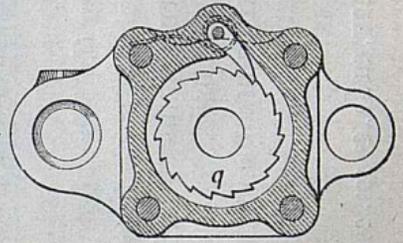


Fig. 78.

Bohrmaschine von Profmann.

Sofort nach der Umsteuerung findet aber auch die Entlastung der Kolbenfläche  $f'$  statt, weil dieselbe für einen Augenblick durch  $h$  und  $x$  mit  $d$  verbunden ist. Durch die Buffer  $g$  kann die Stellung des Steuerschiebers geregelt werden.

Das Umsetzen des Meißels geschieht mit Hilfe der spiralig gewundenen Kolbenstange  $a$  mit Sperrrad  $i$ . Geht der Kolben vorwärts, so wird er durch den mit gerader Nut versehenen, mit dem Sperrrade  $q$  verbundenen Dorn  $e$  geradegeführt.

Der Vorschub der Maschine erfolgt mit der Hand.

75. Welches ist die Einrichtung der Maschinen von Darlington und Keil?

Beide Maschinen haben keinen besondern Steuermechanismus und sind deshalb die einfachsten und am wenigsten reparaturbedürftigen.

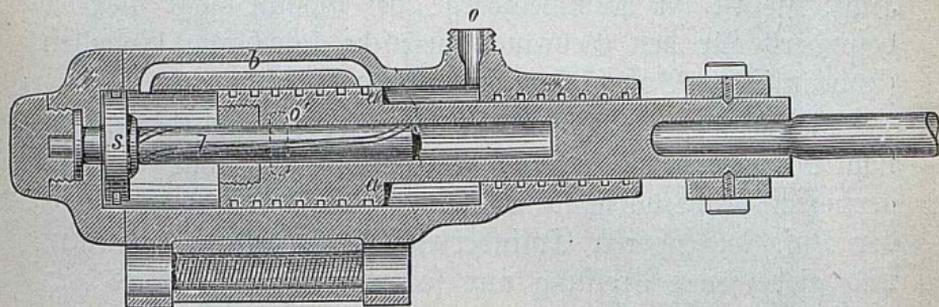


Fig. 79. Bohrmaschine von Darlington: Grundriß.

Der Cylinder hat bei der Maschine von Darlington (Fig. 79) eine Einströmungsöffnung  $o$  und oben in der Cylinderwand eine Ausströmung  $o'$ , außerdem ist an den Cylinder eine Verstärkung angegossen, in welcher sich ein Seitenkanal  $b$  befindet. Die frische Luft drückt dauernd auf die kleinere Kolbenfläche  $a$  und schiebt zunächst den Kolben zurück. Sobald der Kanal  $b$  frei wird, tritt die Luft auch hinter die große Kolbenfläche und es erfolgt der Vorstoß mit einer der Differenz beider Kolbenflächen entsprechenden Kraft. Demnächst wird der Kanal  $b$  wieder verschlossen und die

Luft wirkt noch eine Zeit lang durch Ausdehnung, bis sie nach dem Freiverden der Ausströmung  $o'$  entweicht.

In diesem Augenblicke bekommt der dauernde Druck auf die kleinere Kolbenfläche wieder das Übergewicht und der Meißel wird zurückgezogen.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch das mit einer Sperrklinke verbundene Schaltrad  $s$  und den mit Drallzügen versehenen Dorn  $l$ , über welchen sich der Kolben mit Spurstift hinweg schiebt.

Die Vor- und Rückwärtsbewegung der Maschine wird mit der Hand bewirkt.

Die erforderliche Spannung der Luft soll  $2\frac{1}{2}$ —3 Atmosphären, der Verbrauch 0.54 l pro Hub und zwar beim Vorstoßen 0.32 l und beim Rückgange 0.22 l betragen.

Die Maschine macht 500 Schläge pro Minute bei 105 mm Hub; sie ist im Rammelsberge bei Goslar sehr beliebt, besonders für den Gebrauch an nicht fahrbaren Gestellen (hydraulischen Bohrsäulen) in den Abbauen.

Die Maschine von Keill ist eine Verbesserung derjenigen von Darlington, sie beseitigt den, wenn auch nur noch in geringem Grade vorhandenen Mangel, daß durch die Pressung der Luft im engeren Cylinderteile Kraftverluste entstehen, und giebt jener Pressung nur so weit Raum, als es zur Herstellung eines Puffers notwendig ist.

Die gepreßte Luft strömt bei  $o$ , Fig. 80, in den Raum  $r''$  hinter dem Kolben  $K$  ein und stößt denselben mit Volldruck so lange vor, bis der Luftweg  $w$  bei  $x$  geöffnet wird. In diesem Augenblicke ist auch der Schlag des Bohrers gegen das Gestein ausgeführt.

Von den Cylinderräumen  $r$  und  $r'$ , welche bis dahin mit atmosphärischer Luft gefüllt waren, wird  $r'$  jetzt mit  $r''$  in Verbindung gesetzt, der Druck auf die Ringsfläche  $qq$ , welche doppelt so groß ist als  $q'q'$ , stößt den Kolben zurück, die Öffnung  $x$  wird geschlossen, die Ausströmung  $o$  frei und in  $r'$  das Gleichgewicht mit der atmosphärischen Luft wieder

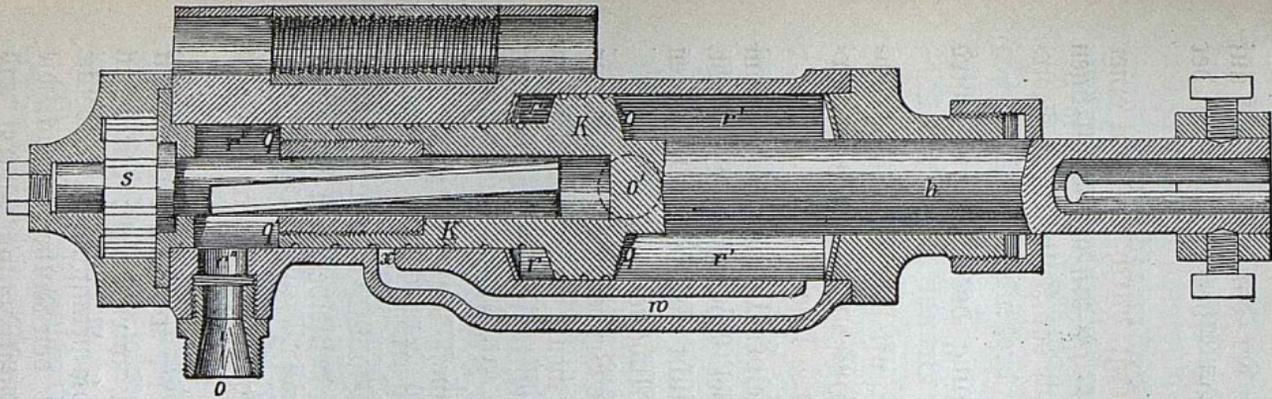


Fig. 80. Bohrmaschine von Neill.

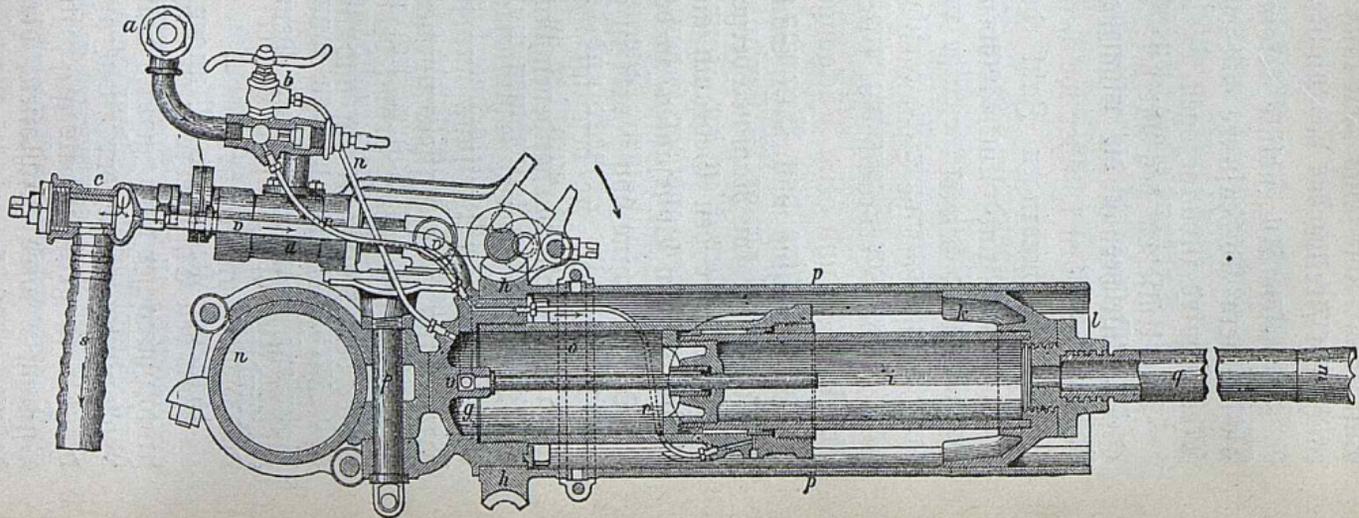


Fig. 81. Hydraulische Bohrmaschine von Brandt.

hergestellt, worauf das Spiel von neuem beginnt. Der Raum r steht dauernd mit der Atmosphäre in Verbindung.

Das Umsetzen des Meißels und das Vorrücken der Maschine geschieht ebenso wie bei Darlington.

β. Drehende mechanische Bohrmaschinen.

76. Welches ist die wichtigste der drehenden mechanischen Bohrmaschinen?

Von der geringen Zahl der drehenden mechanischen Bohrmaschinen (de la Roche-Tolay, Jarolimek, Frank, Brandt) hat sich nur diejenige von Brandt dauernden Eingang beim Grubenbetriebe verschafft und ist in Gestein von nicht zu großer Spannung vielfach mit sehr gutem Erfolge angewendet.

Die Maschine von Brandt (Fig. 81) wird durch eine kleine zweicylindrige Wasser säulenmaschine betrieben, deren rechter Cylinder d in der Figur angedeutet ist. Die Kraftwasser gelangen aus der Hauptleitung durch ein Gelenkrohr bei a in die Maschine. Die letztere wirkt mittels zweier Kurbeln auf eine Schnecke und diese auf das Schneckenrad h, an dessen Drehung auch der mit ihm fest verbundene Mitnehmercylinder p teilnehmen muß. An dem vordern Ende des letztern — im Mitnehmerkopfe k — ist der Bohrkopf l nebst der hohlen Bohrstange q und dem Bohrer m derart befestigt, daß der Bohrer sich mit dem Mitnehmercylinder wohl drehen muß, aber unabhängig von diesem vorgeschoben und zurückgezogen werden kann, zu welchem Zwecke der Bohrkopf l außerdem mit dem Preßcylinder i in fester Verbindung steht.

Letzterer steckt als Plunger, durch eine Stopfbüchse abgedichtet, in dem Vorschubcylinder o, welcher seinerseits durch Hauptstück und Spannschuh (f, g) mit der hydraulischen Spannsäule n (Bohrspreize) in Verbindung steht.

Das Vorrücken des Bohrers während der Drehung erfolgt dadurch, daß mittels des Verteilungshahnes b ein Teil des

Kraftwassers durch das Kupferröhrchen n in den Vorschubcylinder gelangt.

Ein anderer Teil des Kraftwassers wird durch das Röhrchen r dauernd auf die dem Boden des Preßcylinders i entgegengesetzte schmale Ringfläche geführt (Differentialkolben). Sobald der Wasserdruck durch entsprechende Drehung des Hahnes b aus dem Vorschubcylinder o entfernt ist, kommt der Druck auf die Ringfläche zur Geltung und es erfolgt das Zurückgehen des Bohrers.

Es mag gleich an dieser Stelle erwähnt werden, daß auch die Spannsäule aus Vorschub- und Preßcylinder besteht und daß sie genau in der eben beschriebenen Weise mit Hilfe des Kraftwassers der Hauptleitung festgestellt und gelöst wird.

Das Abwasser der Maschine findet seinen Abfluß durch den Schlauch s. Ein Teil desselben gelangt aber bei entsprechender Drehung des Hahnes c durch das Rohr v in das Innere des Preßcylinders i und von da als Spülwasser durch die hohle Bohrstange ins Bohrloch.

Die Maschine ist mit der Spannsäule durch einen Ziehring verbunden; beide befinden sich auf einem Transportwagen.

Der arbeitende Teil des Bohrers ist ein Stahlring von 75—78 mm äußerem Durchmesser, dessen vordere Kante je nach der Festigkeit des Gesteins mit zwei bis fünf Zähnen versehen ist. Die Wirkung der Zähne soll keine schneidende, sondern eine brechende sein. Der sich in die hohle Bohrstange schiebende Kern bricht meistens von selbst ab und wird mit dem Bohrer herausgezogen.

#### 7. Bohrmaschinengestelle.

##### 77. Wie sind die Gestelle für die Bohrmaschinen gebaut?

Wie schon erwähnt, unterscheidet man tragbare Gestelle oder Spannsäulen und fahrbare Gestelle.

Die besten tragbaren Gestelle sind die hydraulischen Spannsäulen. Dieselben bestehen aus zwei teleskopartig ineinandergesteckten, eisernen Röhren, von denen die innere a

(Fig. 82) gegen die äußere *b* durch eine Ledermanschette dicht abgelidert, auch am untern Ende verschlossen ist. In die äußere Röhre wird mittels einer hydraulischen Presse Wasser gedrückt und dadurch das innere Rohr mit seinem Teller gegen ein unter die First gelegtes Stück Holz gepreßt. Nachdem man alsdann durch die Schraube *c* dem Wasser den Rückweg abgeschnitten hat, steht die Spreize unverrückbar fest.

Die hydraulische Presse besteht aus den Pumpen *d* und dem Führungskolben *e*, welche beide durch den Schwengel *f* bewegt werden. Bei *g* und *h* liegen Ventile, welche durch Spiralfedern geschlossen gehalten werden. Beim Rückgange des Plungers wird das Wasser durch das Saugventil *g* und das Röhrchen *i* angesaugt, beim andern Weg durch das Druckventil *h* und durch eine in der Spindel *c* befindliche Öffnung fortgedrückt. Soll die Spreize gelöst werden, so öffnet man durch

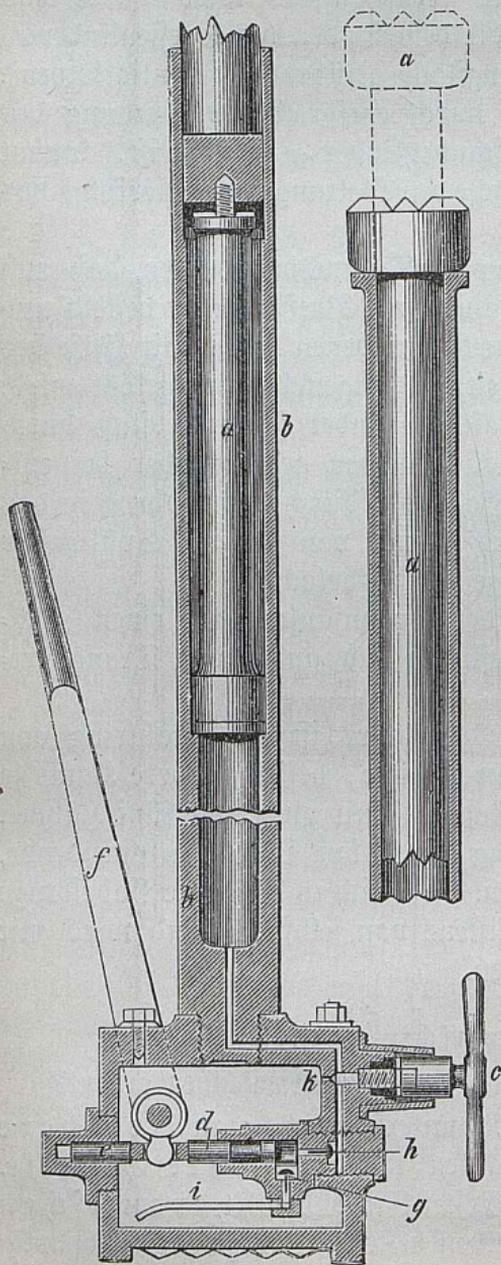


Fig. 82. Hydraulische Spannsäule.

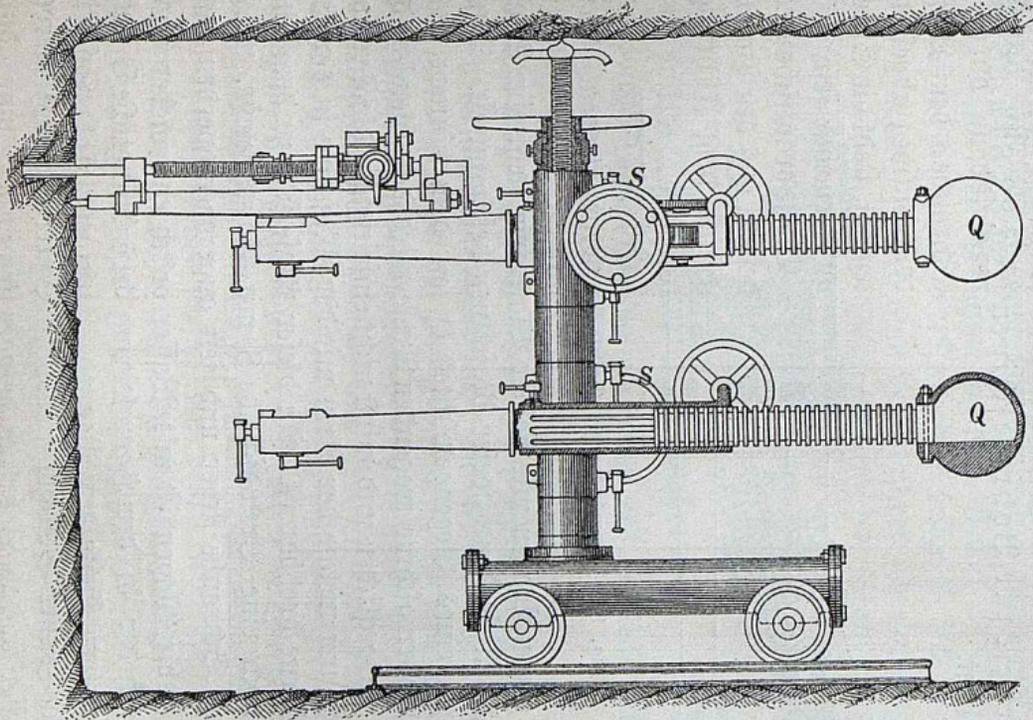


Fig. 83.

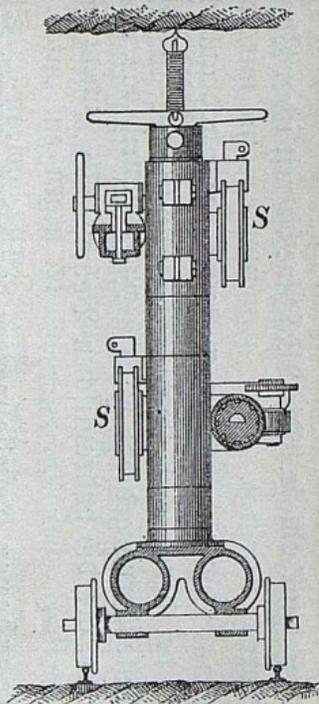


Fig. 84.

Humboldt'sches Gestell für Bohrmaschinen.

Sprengarbeit.

Zurückziehen der Spindel *c* den Kanal *k*, so daß das Wasser in die Presse zurückfließt. Die Maschine ist mit einer Kluppe an der Spreize befestigt.

Übrigens werden auch häufig solche Bohrspreizen angewendet, bei denen eine starke Schraubenspindel aus dem hohlen Teile hervorgedreht wird. Dieselben sind einfacher und billiger, als die hydraulischen Bohrspreizen, halten aber nicht so fest.

Die fahrbaren Gestelle werden durch das Humboldt'sche Gestell für Bohrmaschinen (Fig. 83, 84 u. 85) veranschaulicht.

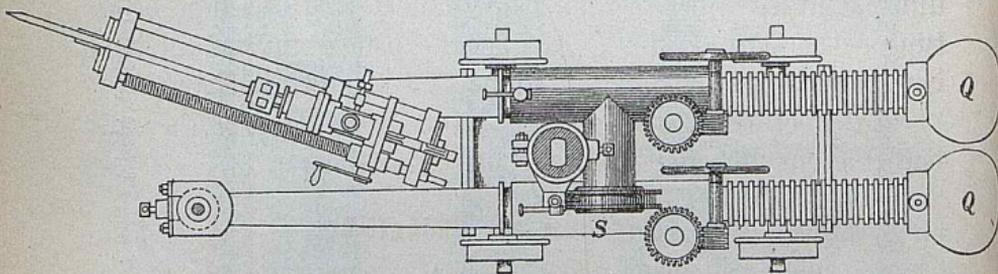


Fig. 85. Humboldt'sches Gestell für Bohrmaschinen.

Auf einem Wagen mit hohler Plattform steht eine Säule, welche zur Aufnahme zweier Maschinen bestimmt ist. Durch Anbringen eines Gegengewichtes *Q* an dem hintern Ende der die Bohrmaschine tragenden Arme wird das Gewicht der letzteren ausgeglichen und wirkt nicht einseitig auf die Drehung der Achse, um welche der Arm mit der Maschine in der vertikalen Ebene drehbar ist. An dieser Achse sitzt zu demselben Zwecke noch eine Bremscheibe *S* mit Bandbremse, welche durch eine Schraube sicher und fest angezogen werden kann.

Der hohle Wagen ist mit Wasser gefüllt, welches unter dem Druck der in der Hauptleitung befindlichen Luft steht. An der untern Seite des Wagens ist ein mit Hahnverschluß versehener kleiner Schlauch angebracht, mit dessen Hilfe man Spülwasser in das Bohrloch bringen kann.

Im Rammelsberge bei Goslar hat es sich besser bewährt, das Spülwasser ganz wie bei der Handarbeit mit Holzbüchsen in das Bohrloch zu schütten.

Anderere sehr brauchbare Gestelle sind diejenigen von Pelzer und Meyer.

Für das Schachtabteufen hat die Maschinenfabrik von Sievers & Co. in Ralk bei Deuß ein den Theodolit-Stativen ähnliches dreibeiniges Gestell konstruiert, bei welchem die Maschine selbst mit den beiden Längsstangen das eine Bein bildet, während die beiden anderen Beine am oberen Ende der Maschine mittels Gelenk verbunden und dadurch verstellbar sind. Außerdem lassen sie sich verlängern und verkürzen, so daß man dem Bohrer jede beliebige Richtung geben kann. Zur Vergrößerung der Stabilität wird in der Mitte des Gestelles ein schweres Gewicht angehängt.

An zwei oben am Gestelle befindlichen Handhaben hält dasselbe ein Arbeiter während des Bohrens fest.

### B. Wegthun der Bohrlöcher.

78. Mit welchen Hilfsmitteln erfolgt das Wegthun (Abschießen) der Bohrlöcher?

Nach der Fertigstellung eines Bohrlochs wird dasselbe bis zu einem gewissen Teile seiner Tiefe (gewöhnlich ein Drittel) mit Sprengmaterial gefüllt und darauf mit einem geeigneten „Besatz“ bis oben hin vollgestampft. Um jedoch mit dem Zündmittel an das Sprengmaterial kommen zu können, wird bei gewissen Zündmethoden vor dem Besetzen eine kupferne Schießnadel in die Sprengpatrone gesteckt. Nach dem Ausziehen der Nadel bleibt im Besatz eine offene Spur, in welche man kleine, mit Pulver gefüllte Papiertüten (Schwedel) oder Strohhalme steckt. An beide klebt man ein Stück Schwefelsaden von etwa 8 cm Länge, welches vorsichtig angezündet wird und sodann das Feuer überträgt.

Zündschnüre von Vickford, d. i. Stränge von Hanfgewebe mit einer Pulverseele im Kern, welche entweder geteert oder für nasse Bohrlöcher mit einem Überzug von

Guttapercha überzogen sind, werden beim Besetzen eben so behandelt, wie Schießnadeln, und ebenfalls mit einem „Schwefelmännchen“ entzündet.

Bei der elektrischen Zündung dienen zu demselben Zweck zwei zusammengedrehte, mit Guttapercha überzogene Drähte, deren untere Spitzen, jenachdem die Zündung unmittelbar durch Feuer (beim Pulver) oder durch Schlag (bei Dynamit) erfolgen soll, entweder in feinem Pulver, oder in einem aus Knallsatz gefüllten Zündhütchen stecken, während die oberen Enden aus dem Besätze hervorragen und mit den zur Zündmaschine führenden Drähten verbunden werden.

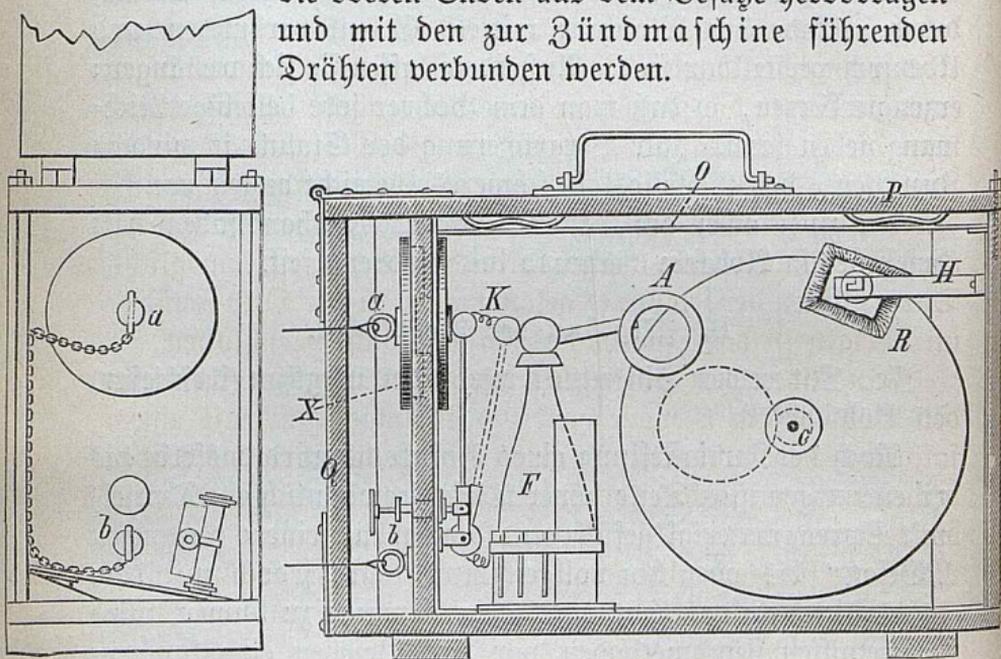


Fig. 86 und 87. Borchardtsche Zündmaschine.

Als Zündmaschinen verwendet man Reibungsmaschinen, wie solche zuerst von Abegg, später von Mahler & Eschenbacher und von Borchardt hergestellt sind.

Die Maschine von Borchardt (Fig. 86 u. 87) hat eine oder zwei Scheiben von Hartgummi mit einer eisernen, außerhalb des Gehäuses ein Getriebe tragenden Achse c. Das Reibzeug R besteht aus einem kleinen Stücke Pelzwerk,

welches durch eine schwache Doppelfeder W beiderseits an die Scheibe angedrückt wird. Die Saugringe A saugen die erzeugte Elektrizität auf und laden den Flaschenkondensator F. Zur Entladung desselben dient der Entlader K, welcher durch den Druck auf den über der Öse b befindlichen Knopf mit dem Knopf der Flasche in Verbindung tritt und durch eine Spiralfeder demnächst zurückgezogen wird. Die Öse b steht mit der äußern Belegung der Flasche in Verbindung. Zur leichtern Prüfung des normalen Zustandes der Maschine ist bei X eine Reihe von Metallknöpfen angebracht, welche durch Ketten mit den Ösen a und b verbunden werden kann. Überspringt der durch etwa fünfzehn bis zwanzig Umdrehungen erzeugte Funke die Zwischenräume der Knöpfe lebhaft, wenn man die Flasche entladet, dann ist die Maschine in gutem Zustande. Oben befindet sich eine Gummischeibe O, welche durch Aufschrauben des, an der untern Fläche mit Federn versehenen Holzdeckels P einen luftdichten Verschuß ermöglicht. Durch Öffnen der Klappe Q gelangt man zu den Ösen a und b, im übrigen ist das Innere des Kastens dicht verschlossen.

Zum Zweck des Sprengens verbindet man je einen aus den Bohrlöchern hervorragenden Zündungsdraht mit einem solchen des benachbarten Bohrlochs, und die übrig bleibenden beiden Drähte mit den Hauptleitungsdrähten. Sobald darauf die letzteren in die Ösen a und b eingehängt sind und die Maschine fünfzehn- bis zwanzigmal gedreht ist, erfolgt durch einen Druck auf den Entladungsknopf die Explosion sämtlicher Bohrlöcher.

79. Welches sind die in Schlagwettergruben angewendeten Zündmethoden?

In Kohlengruben, in denen Schlagwetter auftreten, darf keine Zündmethode angewendet werden, welche einen Feuerstrahl nach außen sendet. Es sind deshalb Schwedel, Halme und Zündschnur gleich gefährlich. Elektrische Zündung würde ungefährlich sein, wenn man nicht befürchten müßte, daß durch zufällige Berührung der Leitungsdrähte das Überspringen von Funken veranlaßt werden kann.

Am besten hat sich bis jetzt der Lauer'sche Reibungszündler bewährt. In einer Hülse, welche mit einer durch Reibung zu entzündenden Masse gefüllt ist, steckt ein, am unteren Ende gezahnter Draht. Die Hülse wird in die Patrone gesteckt, während der Draht nach dem Befestigen aus dem Bohrloch hervorragt und mit einer Öse versehen ist. In dieser Öse befestigt man eine Schnur, mit welcher man von einer sicheren Stelle aus den Draht mit einem Ruck anzieht und durch die in der Zündhülse hervorgebrachte Reibung Zündmasse und Sprengmaterial zur Explosion bringt.

Auch mit den Lauer'schen Zündern kann man durch entsprechend angebrachte Zugschnüre mehrere Bohrlöcher gleichzeitig wegthun.

80. Auf welchen Vorgängen beruht die Wirkung der Sprengstoffe?

Die Sprengmaterialien sind Gemenge von festen oder flüssigen chemischen Verbindungen, deren Bestandteile sich bei der Entzündung plötzlich in gasförmige Verbindungen umsetzen. Die Spannung dieser Gase ist die Sprengkraft, welche von der Zündstelle aus nach allen Richtungen hin in gleicher Weise wirkt.

Der chemische Vorgang, auf welchem die Entstehung der Gasverbindungen beruht, ist die Verbrennung, also die Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff. Der verbrennende Teil — Kohlenstoff — nimmt den nötigen Sauerstoff aus einem in dem Sprengmaterialie enthaltenen sauerstoffreichen Körper, z. B. Salpeter. Explosion ist augenblickliche Verbrennung, bezw. plötzliche Bildung von gasförmigen Verbrennungsprodukten mit hoher Spannkraft.

Die letzteren sind hauptsächlich Kohlensäure und Wasser, bei nicht genügend vorhandenem Sauerstoff auch Kohlenoxydgas. Ein Teil des Sprengmaterials kann sogar unverbrannt entweichen, und dürfte es lediglich einer solchen unvollkommenen Verbrennung zuzuschreiben sein, wenn man hie und da hört, die Sprenggase irgend eines Sprengmaterials verursachten Kopfweh, Übelkeit zc.

Im allgemeinen ist dasjenige Sprengmaterial am stärksten, bei welchem die größte Gasmenge in der kürzesten Zeit und unter Entwicklung der höchsten Temperatur durch die Explosion erzeugt wird.

Hiernach muß zunächst der Kohlenstoff leicht entzündlich, mithin möglichst fein verteilt sein, der sauerstoffhaltige Körper muß seinen Sauerstoff leicht und schnell abgeben, die Bestandteile, welche demnächst eine gasförmige Verbindung eingehen sollen, müssen innig gemengt sein, und endlich muß sich die Ursache der Entzündung, welche zunächst nur auf einen kleinen Teil des Sprengmaterials wirkt, möglichst in einem Augenblick durch die ganze Masse fortpflanzen.

Im allgemeinen unterscheidet man zwei Hauptgruppen, nämlich die Sprengpulvermischungen und die Nitroverbindungen, jene von geringer, diese von hoher Brisanz.

#### 81. Welches sind die Eigenschaften des Sprengpulvers?

Sprengpulver besteht aus Salpeter ( $KNO_3$ ), Kohle (C) und Schwefel (S). Je nach dem Verhältnis von Salpeter zu Kohle bildet sich bei der Verbrennung Kohlenensäure und Kohlenoxydgas. Der Schwefel verbindet sich mit dem Kalium des Salpeters, befördert dadurch die augenblickliche Abgabe des Sauerstoffs und verhindert die Bildung von Kaliumcarbonat.

Durch Zusatz von Salpeter wird das Pulver stärker und teurer, durch Zusatz von Kohle schwächer und billiger. Starkes Pulver enthält etwa

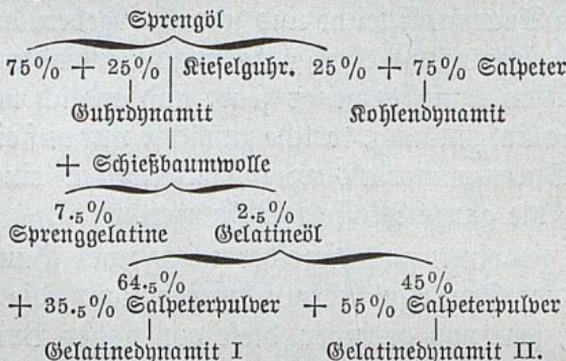
75	Gewichtsteile	Salpeter,
12	"	Schwefel,
13	"	Kohle.

Durch Pressen des noch feuchten Pulvers zu Kernen mit einem Längskanal in der Mitte erhält man das komprimierte oder Kartuschenpulver, welches zwar relativ stark, aber wegen der durch das Pressen verlangsamten Verbrennung nicht brisant wirkt und deshalb günstige Resultate in Bezug auf Stückkohlenfall ergeben hat.

## 82. Wie sind die Nitroverbindungen zusammengesetzt?

Die grundlegenden Stoffe aus der Klasse der Nitroverbindungen sind \*): Trinitroglycerin = Sprengöl, Trinitrozellulose = Schießbaumwolle, Trinitrophenol bezw. Benzol.

Folgender Stammbaum giebt eine Übersicht über die Entwicklung der Dynamite:



Außer den vorgenannten und noch einer großen Zahl anderer Dynamite giebt es noch Sprengstoffe, welche erst zur Zeit der Verwendung durch Vermischung getrennter Komponenten zusammengesetzt werden, wie das Sprengelsche Sprengpulver, ferner Hellhoffit und Koburit.

Hellhoffit ist eine Mischung von konzentrierter Salpetersäure mit Kohlenwasserstoffen (Benzol und Nitrobenzol). Durch Zusatz von Kieselguhr entstand Karbonit. Koburit enthält auch Chlor.

Endlich sind noch eine ganze Reihe neuerer Sprengmaterialien zu nennen, welche indes sämtlich den brisanten Nitroverbindungen angehören, wie Bellit, Kinetit, Komit, Bronolit, Nitrocolle, Kakaopulver, Hannans Sprengstoff etc.\*\*).

Die schon genannte Schießbaumwolle, wegen ihrer stark hygroskopischen Eigenschaften nur noch in gepreßtem Zustande hergestellt, ist eine durch Behandlung von Baumwolle mit Salpetersäure gewonnene weißgraue Masse.

\*) M. Georgi, „Mitteilg. über die theor. Bewertung u. prakt. Unterf. der Sprengstoffe“ im Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Königr. Sachsen 1887.

\*\*) Dinglers Polyt. Journ. Bd. 258, S. 220.

Schießbaumwolle hat wegen ihres hohen Preises und wegen der schon erwähnten hygroskopischen Eigenschaften keinen Eingang beim Grubenbetriebe gefunden.

### 83. Wie mißt man die Kraft der Sprengmaterialien?

Bis vor kurzem kannte man nur die sogenannte Stangen- und Pistolenprobe, mit welchen indes lediglich die Kraft des Sprengpulvers gemessen werden konnte und welche beide sehr ungenaue Resultate ergaben. Bei der Stangenprobe wird das Pulver in einem Mörser zur Entzündung gebracht und dabei ein auf dem Mörser stehendes Gewicht in die Höhe geschleudert. Auf dem Gewicht ist eine mit einer Einteilung versehene und an beiden Seiten gezahnte Stange angebracht, welche am höchsten Punkte durch Sperrklinken festgehalten wird, so daß man die Wurshöhe an der Einteilung ablesen kann.

Bei der Pistolenprobe ist ein pistolenähnlicher Lauf durch eine Platte geschlossen, welche an einer im Mittelpunkte eines Gradbogens drehbar angebrachten Stange sitzt. Nach dem Abfeuern wird die Platte am Gradbogen hinaufgeschleudert und gleichfalls am höchsten Punkte festgehalten.

Weit zuverlässigere Resultate geben die Bleichylinder von Trauzl, welche für jedes Sprengmaterial geeignet sind. Dieselben sind 230 mm hoch, oben 40 mm weit und haben einen cylindrischen Hohlraum von 144 mm Tiefe und 33 mm Durchmesser.

Die unteren 60 mm bilden den Raum a (Fig. 88) für den Sprengstoff, der übrige Teil wird durch einen eisernen Zapfen b verschlossen, durch welchen eine konzentrische Bohrung für die Zündschnur geht.

Der Hohlraum wird vor und nach dem Schusse mit Hilfe einer Bürette ausgemessen; die Differenz ist das Maß für die Kraft des Sprengmaterials.

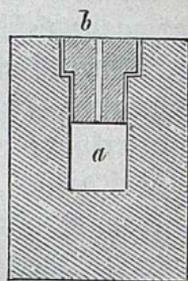


Fig. 88.  
Bleichylinder von  
Trauzl.

Der Kraftmesser von Guttman besteht in Bleistopfen, welche von den bei Entzündung des Pulvers entwickelten Gasen mehr oder weniger weit in die leeren Konus an beiden Seiten eines Stahlrohres eingetrieben werden.

84. Wie vermeidet man die, durch die Sprengmaterialien veranlaßte Entzündung der Schlagwetter?

Die größte Gefahr ist erfahrungsmäßig dann vorhanden, wenn das Sprengmaterial die dem Bohrloch vorgegebene Kohle nicht hereinwirft, sondern wenn die heißen Sprenggase, teilweise oder ganz, wie bei einem Böller, aus dem Bohrloche herausgetrieben werden. Am geringsten ist diese Gefahr bei den brisanten Sprengmaterialien, weil bei deren plötzlicher Wirkung „Lochpfeifer“ am seltensten vorkommen.

Um jedoch die, auch bei brisanten Sprengmaterialien immer noch vorhandene Gefahr womöglich ganz zu beseitigen, hat man dieselben innig mit solchen Salzen gemengt, welche viel Krystallwasser enthalten. Am besten hat sich in dieser Beziehung eine Mischung von Dynamit und Soda oder salpetersaurem Ammoniak bewährt.

Bei diesen „Wetterdynamiten“ müssen die heißen Sprenggase das Krystallwasser in Dampf verwandeln und sie werden dabei so weit abgekühlt, daß sie Schlagwetter nicht mehr entzünden können. Allerdings sind diese Wetterdynamite schwächer, als reines Dynamit, was jedoch bei Kohlen-gewinnung nicht schwer ins Gewicht fällt.

Auch bei Anwendung von Carbonit, Sekurit und Roburit hat man bis jetzt ziemlich günstige Resultate in Bezug auf Gefahrlosigkeit beim Sprengen in Schlagwettern und Kohlenstaub erzielt.

85. Mit welchen Mitteln kann man Steinkohle, ohne brisante Sprengstoffe anzuwenden, gewinnen?

Alle hierhergehörigen Vorschläge werden eine allgemeine Einführung schwerlich finden.

Das Verfahren, ungelöschten Kalk in ein Bohrloch zu bringen, dasselbe zu besetzen und den Kalk durch Einführen von Wasser zu löschen, wobei die erzeugte Volumvermehrung

die Sprengkraft bilden soll, hat sich als zu schwach wirkend herausgestellt.

Sodann sind die verschiedenen Versuche zu erwähnen, welche darauf beruhen, entweder Keile zwischen zwei Keilbacken einzutreiben, oder den Keil mit dem starken Ende zwischen die Keilbacken zu bringen und mit einer Druckpumpe herauszuziehen (Levetzcher Keil).

Das erste Mittel (Demanetscher Keil oder Boffeheuse) wird bis jetzt hauptsächlich in den Kohlenwerken von Marihaye (Belgien) angewendet. Man stellt dabei mit der Bohrmaschine von Dubois & François zunächst ein Bohrloch her, vertauscht den Meißel mit einem Schläger und treibt mit diesem den Keil ein.

Bei dem Apparat von Walcher werden zwei Brechbacken dadurch auseinandergepreßt, daß man mit einer Druckpumpe ein Mittelstück herauszieht und damit eine Anzahl kurzer stählerner Bolzen, welche in Vertiefungen zwischen Mittelstück und Brechbacken liegen, nach und nach in eine rechtwinklige Stellung zu den Brechbacken bringt.

---

#### Sechstes Kapitel.

### Feuer setzen.

86. In welcher Weise wird das Feuersetzen angewendet?

Bei solchen Erzen, welche wegen ihrer großen Härte das Herstellen von Bohrlöchern mit Handarbeit sehr erschweren, wie bei den schwefelkieshaltigen Erzen des Rammelsberges bei Goslar, wurde früher das Erz dadurch gewonnen, daß man Stöße von scharf getrocknetem Holz anzündete und die vom Feuer berührten Erzmassen durch die ausdehnende Kraft der Wärme absprengte. Im Rammelsberge hat man das Feuersetzen gegenwärtig mit bestem Erfolge durch Anwendung von Bohrmaschinen beseitigt. In Gegenden, wo billiges Holz zur Verfügung steht, kann das Feuersetzen indes immer noch vorteilhafte Verwendung finden.

---

## Siebentes Kapitel.

**Gewinnungs-Arbeit mit Wasser.**

87. Wie kann man Wasser zur Gewinnung von Gebirgsmassen benutzen?

Das Wasser kann ausdehnend, auflösend und fortschaffend wirken, ausdehnend u. a. beim Lossprengen von Granitplatten, indem man eine Reihe Löcher bohrt, getrocknete Holzpflocke einschlägt und Wasser auf dieselben tröpfelt, so daß die Pflocke aufquellen. Auflösend wirkt das Wasser beim Sinkwerksbau in Steinsalzgruben, indem man durch süßes Wasser das Salz löst und die gesättigte Sole zu Tage pumpt. Fortschaffend ist die Wirkung des Wassers bei der Gewinnung von Seifen, in großartigem Maßstabe in Kalifornien, wo ein starker Wasserstrahl den goldhaltigen Seifenstoß unterschrämt, bis derselbe hereinbricht. Das Ganze wird bis in die Aufbereitungsanstalt fortgeschlämmt und zwar durch eigens dazu hergestellte, mitunter sehr lange Abfallgerinne, in denen sich das gröbere Gold je nach der Größe der Körner früher oder später absetzt.

---

### Dritter Abschnitt.

## Abbau der Lagerstätten.

---

#### 88. Womit beginnt der Abbau der Lagerstätten?

Der Abbau der Lagerstätten ist der eigentliche Zweck aller bergmännischen Unternehmungen, die anderen Arbeiten beim Bergbau sind als Hilfsarbeiten anzusehen.

Bevor jedoch zum Abbau selbst geschritten wird, muß man in die zuvor erforschten Lagerstätten einzudringen suchen, man muß sie „ausrichten“. Dies geschieht durch Abteufen von Schächten, sowie durch Treiben von Strecken und Stollen.

Nach beendeter Ausrichtung folgt die Vorrichtung, nämlich zum Abbau, indem man die Lagerstätte durch horizontale und in der Fallungslinie getriebene Strecken bezw. durch Nebenschächte in Abschnitte von solcher Größe teilt, daß der Abbau möglichst zweckmäßig und vorteilhaft erfolgen kann.

Beim Tagebau, d. h. beim Abbau solcher Lagerstätten, welche über Tage liegen, besteht die Ausrichtung in der Entfernung des Deckgebirges, eine eigentliche Vorrichtung findet nicht statt.

---

## Erstes Kapitel.

## Stollen und Strecken.

89. Was versteht man unter Stollen und welchen Zweck haben dieselben?

Ein Stollen ist ein ganz oder nahezu horizontaler Grubenbau, welcher bis zu Tage ausmündet, also ein „Mundloch“ hat. Die Stollen dienen nicht nur zum Aufschließen von Lagerstätten, größere Anlagen dieser Art haben vielmehr in erster Linie den Zweck, vorliegenden Gruben Wetter zu- und Wasser aus ihnen abzuführen.

Noch bis zum Anfange dieses Jahrhunderts waren Stollen für den gesamten Bergbau von großer Wichtigkeit. Sie haben auch jetzt noch für solche Bergwerksreviere großen Wert, wo die Schächte tief, bezw. die Kräfte zum Auspumpen der Wasser bis zu Tage unzureichend sind, wo ferner wegen hoher Kosten für Kohlen das Auspumpen zu kostspielig sein würde, und wo außerdem das aus dem Stollen abzuführende Wasser nicht zu schlammig ist — Verhältnisse, welche z. B. in den alten Gangrevieren von Freiberg, am Harz u. die Anwendung von Stollen als sehr vorteilhaft erscheinen lassen.

Ein fernerer Umstand, welcher die Anlage solcher Stollen von oft mehreren Meilen Länge veranlassen kann, ist die Benutzung von Wasserkraft für die Zwecke der Förderung und Wasserhaltung. Stehen keine Stollen zur Verfügung, so muß die Wasserkraft auf die über Tage vorhandenen Gefälle beschränkt bleiben, während andernfalls dieselbe Wassermenge mehrmals benutzt werden kann, indem man die betr. Maschinen (Wasserräder, Turbinen, Wassersäulenmaschinen) in unterirdischen Räumen stufenweise untereinander anbringt und das Wasser schließlich durch Stollen ausfließen läßt\*).

\*) Vergl. A. Dumreicher, „Die Wasserwirtschaft des nordw. Oberharzes“. Klaustral 1868.

## 90. Wie beschleunigt man den Betrieb größerer Stollenanlagen?

Bei bedeutenden Längen ist es notwendig, den Stollen an möglichst vielen Punkten mit Ort und Gegenort gleichzeitig zu betreiben, was jedoch sehr zuverlässige marktscheiderische Angaben, besonders in Bezug auf das richtige Zusammentreffen der Sohlen, erfordert.

Man benützt in erster Linie bereits vorhandene Schächte, in deren Ermangelung aber auch eigens zu diesem Zwecke abgeteuftete Hilfschächte, die sogenannten Lichtlöcher oder Lichtschächte, welche einige Meter seitwärts vom Stollen angelegt werden müssen. Derartige Hilfschächte werden außerdem benützt, um den Stollenorts-Betrieben Wetter zuzuführen.

## 91. Welches sind die bei Stollen vorkommenden verschiedenen Benennungen?

Flügelörter sind Abzweigungen des Hauptstollens nach seitwärts belegenen Gruben hin; sie werden immer etwas über der Stollensohle angelegt, damit das Wasser des Hauptstollens den Abfluß aus dem Flügelort nicht hindert. — Tagesstollen oder Tagesröschen sind kleine Stollen, welche einen am Bergabhange liegenden Schacht von der Thalsohle aus lösen. — Ein Hilfsstollen wird neben dem Hauptstollen getrieben, wenn derselbe allein nicht im Stande ist, die Wasser abzuführen. — Gesprenge sind plötzliche Absätze in der Sohle des Stollens. — Wasserseige ist derjenige Teil des Stollens (oder einer Strecke), welcher das Wasser aufnimmt, — Tragewerk oder Tretwerk der über der Wasserseige durch Querlager und Pfosten hergestellte Fußboden zum Fahren (Begehen). Die Lager dienen event. gleichzeitig als Schwellen für die Förderbahn. — Rösche ist ein vor einem Stollenmundloche in der Böschung des Bergabhanges hergestellter Graben, welcher das Wasser bis ins Thal führt. — Bei Stollen und Strecken bedeuten Ort: die Gesteinswand am Ende derselben, Firste die Decke, Sohle oder Strosse die untere Gesteinsfläche,

Wangen, Almen oder Stöße die seitlichen Begrenzungsflächen.

92. Was versteht man unter Strecken und welches sind die verschiedenen Arten derselben?

Strecken sind ebenso wie die Stollen ganz oder nahezu horizontale Grubenbaue, welche jedoch kein Mundloch am Tage haben.

Im allgemeinen unterscheidet man: streichende, schwebende, einfallende, diagonale und querschlägige Strecken. Die streichenden Strecken folgen dem Streichen, die schwebenden Strecken dem Fallen aufwärts, die einfallenden demselben abwärts, diagonale Strecken oder Diagonalen liegen zwischen Streichen und Fallen, querschlägige Strecken oder Querschläge werden rechtwinklig zum Streichen der Lagerstätte aufgeföhren. Unter Auslängen (weniger richtig auch „Auslenken“ genannt) versteht man die Fortsetzung einer streichenden Strecke.

Wasser- oder Sumpfstrecken dienen zur Ansammlung von Wasser. Dieselben bilden entweder eine Reserve für die Wasserhaltungskräfte einer Grube, falls höher stehende Pumpen zeitweilig außer Betrieb sind, oder sie nehmen die mit kleinen Schachtpumpen auf ihnen abgehobenen Wasser mehrerer Gruben auf, und führen sie einer Central-Wasserhebungsmaschine zu. Den letzteren Zweck erfüllen die tiefste Wasserstrecke bei Klausthal mit den Wassersäulenmaschinen am Marienschacht, ferner die Sumpfstrecken der Galmeigruben bei Scharley (Oberschlesien) mit den gemeinschaftlichen sehr kräftigen Maschinen in den Schmidt-Schächten.

Eine Wetterstrecke dient als Abzugskanal für den ausziehenden Wetterstrom.

Andere Bezeichnungen von Strecken sind später bei den Abbaumethoden zu besprechen.

## Zweites Kapitel.

**Schächte.**

93. Welche Zwecke haben die Schächte zu erfüllen und welches sind die verschiedenen Arten der Schächte?

Die Schächte dienen zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung und Fahrung, sowie für das Hineinschaffen der beim Bergbau notwendigen Materialien, Gezähe, Apparate zc. in die unterirdischen Grubenbaue.

Erfüllt ein Schacht alle diese Erfordernisse, oder die wichtigsten derselben, so nennt man ihn Hauptschacht, dient er im wesentlichen nur einem der vorgenannten Zwecke, so unterscheidet man Förderschacht, Wasserhaltungsschacht, Wetterschacht zc.

Die Hauptschächte haben Abteilungen, welche nach einem alten bergmännischen Ausdruck als Trümmer (Einzahl: Trumm) bezeichnet werden, z. B. Fördertrumm, Kunsttrumm oder Pumpentrumm, Wettertrumm zc.

Die obere Öffnung eines Schachtes, bzw. deren nächste Umgebung, heißt Hängebank. Liegt dieselbe nicht am Tage, so heißt der Schacht „blinder Schacht“.

Befindet sich die Hängebank nicht an einem Bergabhange, sondern in der Ebene, so muß dieselbe, um Haldensturz zu gewinnen, aufgesattelt, d. h. erhöht werden.

Richtschächte oder feigere Schächte werden mit ganz oder nahezu lotrechten Stößen, tonnlägige Schächte unter einem Neigungswinkel von weniger als  $75^\circ$  abgeteuft. Schächte mit sehr viel Tonnlage nennt man auch flache Schächte oder Flache (im Wormrevier: Lauffschächte), solche von verschiedenen Neigungswinkeln heißen gebrochene Schächte. Letztere kommen besonders bei tonnlägigen Schächten vor, weil dieselben stets auf der Lagerstätte abgeteuft sind und dem verschiedenen Einfallen derselben folgen müssen.

94. Unter welchen Umständen finden Richtschächte und tonnlägige Schächte zweckmäßige Anwendung?

In früherer Zeit wendete man ausschließlich tonnlägige Schächte an. Im allgemeinen sind die ersten Unlagekosten

derselben billig, denn es werden nicht nur die Ausrichtungsquerschläge vom Schachte nach der Lagerstätte erspart, sondern man gewinnt auch beim Abteufen schon Erze bezw. Kohlen, und lernt beim Gangbergbau die Erzführung des Ganges kennen.

Aus gleichen Gründen wird man bei Versucharbeiten immer noch tonnlägige Schächte beibehalten können, aber gleichzeitig darauf Bedacht nehmen müssen, für die tieferen Sohlen einen Richtschacht herzustellen.

Die feigeren Schächte kommen zwar in der ersten Anlage teurerer, haben aber für die ganze Dauer des Betriebes überwiegende Vorteile und sind deshalb im allgemeinen den tonnlägigen vorzuziehen.

#### 95. Welches sind die verschiedenen Querschnitte der Schächte?

Man unterscheidet Schächte von rechteckigem, quadratischem und rundem, ferner von elliptischem, polygonalem und einem aus vier flachen Bögen zusammengesetzten Querschnitte.

Eckige Schachtformen sind nicht gut zu umgehen, wenn für den Ausbau Holz verwendet oder der Schacht tonnlägig in den Lagerstätten abgeteuft wird.

Im letztern Falle ergibt sich die oblonge Form der Schachtscheibe u. a. schon dadurch, daß Förder- und Pumpentrumm nebeneinander liegen müssen, weil auf dem Liegenden sowohl die Führung der Fördergefäße, als auch der Pumpengestänge (Tragrollen) am besten anzubringen ist.

An und für sich ist die oblonge Form nicht zweckmäßig und deshalb für Richtschächte, wenn man auf Holzbau angewiesen ist, die quadratische Form vorzuziehen.

Runde Schächte haben bei größtem Inhalte des Querschnitts den kleinsten Umfang und bieten sowohl beim Abteufen, als auch beim Ausbau so viele Vorteile, daß sie in neuerer Zeit am meisten angewendet werden. In erster Linie erspart man beim Abteufen runder Schächte das lästige, zeitraubende und kostspielige Herausheben der Ecken, erhöht gleichzeitig die Festigkeit der Schachtstöße und gestaltet sowohl den Gebirgs-

druck als auch den Druck des Wassers (bei wasserdichtem Ausbau) in allen Theilen der Schachtköpfe gleich.

### 96. Wie erfolgt das Abteufen der Schächte?

Das Abteufen der Schächte erfolgt bei mäßig wasserreichem, festem Gebirge durch Handarbeit, bei festem, sehr wasserreichem Gebirge durch Abbohren und in Schwimmsand durch Getriebearbeit, oder Herstellen von Senkschächten, nach dem Verfahren von Poetsch auch dadurch, daß man den Schwimmsand zum Gefrieren bringt und alsdann abteuft, oder endlich nach dem Verfahren von Haase. Alle diese Abteufarten werden später Erwähnung finden.

Geschieht das Abteufen der Schächte durch Sprengarbeit, so schießt man den Einbruch bei flacher Lagerung in der Mitte, falls nicht etwaige Schlechten andere Stellen als zweckmäßiger erscheinen lassen, sonst unter dem Kunsttrumm.

Ist das Schachtabteufen zu beschleunigen, und kann die Arbeit nur vom Tage herein betrieben werden, so werden Bohrmaschinen angewendet, und eine entsprechend größere Zahl von Arbeitern mit kurzer Schichtdauer von acht, sechs oder vier Stunden — jenachdem die Arbeiter durch Wasser oder matte Wetter weniger oder mehr behindert werden — eingestellt. Wo man den Schacht in mehreren Sohlen unterfahren kann, ist eine bedeutende Beschleunigung noch dadurch zu erzielen, daß man ihn an möglichst vielen Punkten gleichzeitig durch Abteufen und Überbrechen in Angriff nimmt.

Das Überbrechen erfolgt am besten in der Weise, daß man so viel Berge liegen läßt, um darauf stehend arbeiten zu können. Der überschießende Teil der Berge wird durch eine aus Schrothholz herzustellende Rolle abgestürzt; eine zweite derartige Rolle muß für die Fahrung offen erhalten werden.

## Drittes Kapitel.

## Ausrichtung und Vorrichtung.

97. Wie erfolgt die Ausrichtung flach und steil einfallender Lagerstätten?

Die Ausrichtung flach liegender Flöze und Lager geschieht durch Tiefbauschächte. Ist die Lagerstätte erreicht, so erfolgt sofort die Vorrichtung, demnächst der Abbau und darauf das weitere Abteufen des Schachtes bis zum nächsten Flöz. Unter solchen Umständen, welche in England gewöhnlich, auf dem europäischen Continent aber selten sind, ist man in der günstigen Lage, wenig oder gar keine Arbeiten im Nebengestein vornehmen zu müssen.

Im allgemeinen ist es für die Zwecke des Abbaues, der Förderung und Wetterversorgung nötig, eine Lagerstätte durch die Vorrichtungsarbeiten in Abteilungen von gewisser Größe zu zerlegen. Steil einfallende Lagerstätten werden zunächst in horizontale Abschnitte geteilt, deren untere Begrenzung man Sohle nennt.

Während eine Sohlenbildung bei der Ausrichtung steil einfallender Lagerstätten mittels Stollen dadurch erreicht wird, daß man mehrere Stollen untereinander treibt, werden bei seigeren Tiefbauschächten die Sohlen dadurch gebildet, daß man vom Schachte aus die Lagerstätte mit Querschlägen (Schacht-, Haupt- oder Ausrichtungsquerschlägen) anfährt. Da diese Querschläge beim späteren Abbau durch Sicherheitspfeiler geschont werden müssen, so empfiehlt es sich, sie unter einander zu legen.

Beim Vorhandensein einer größeren Anzahl von Flözen gehen diese Querschläge vom Schachte aus bis an die Marktscheiden, und zwar nach der einen Seite ins Liegende, nach der anderen ins Hangende der Flöze.

Vom Querschlage aus sind in den bauwürdigen Flözen zunächst streichende Sohlenstrecken, die sogen. Grundstrecken, aufzufahren, welche unter sich in angemessener Entfernung wieder durch Abteilungsquerschläge (s. o.) verbunden werden.

Beim Gangbergbau haben die Schachtquerschläge mit dem Erreichen des Ganges ihr Ende erreicht, sofern man nicht mit mehreren Gängen zu thun hat. In einer der eben erwähnten ganz entsprechenden Weise treibt man von dem Querschlage aus Sohlenstrecken, welche in Sachsen Gezeugstrecken, am Harze Feldortstrecken, in Oesterreich Läufe genannt werden.

Bei tonnlägigen, auf der Lagerstätte abgeteuften Schächten setzt man die Sohlenstrecken direkt am Schachte an und bedarf der Ausrichtungsquerschläge wiederum nur in dem Falle, daß mehrere Gänge vorliegen.

98. Nach welchen Grundsätzen bestimmt man die Abstände der Sohlen?

Die Abstände der Tiefbausohlen können seiger oder flach, d. h. nach der Fallungslinie, gemessen werden, und bilden im letztern Falle die Abbauhöhe oder Höhe der Bauabteilung.

Bei der Ausrichtung von Tiefbauschächten aus wird lediglich der seigere Abstand der Schachtquerschläge, bei tonnlägigen Schächten gewöhnlich der flache Abstand der Sohlenstrecken angegeben.

In Westfalen wählt man die Abstände so groß, daß die darüber anstehenden Kohlen jeder Bauabteilung in vier bis fünf Jahren abzubauen sind. Bei längerer Dauer würde das Offenerhalten der Bremsberge und sonstiger Strecken zu kostspielig werden. Es betragen die seigeren Abstände der Tiefbausohlen in Westfalen bei mittlerem Fallwinkel 75—80 m, bei flachem Einfallen 25—30 m. Abstände von 100 m kommen selten vor.

In Saarbrücken betragen die Sohlenabstände auf den östlichen Fettkohlengruben, entsprechend dem größern Kohlenreichtum, nur 55 m, dagegen in den flözärmeren und flach gelagerten Teilen der westlichen Flammkohlenreviere, nämlich auf den Gruben:

Friedrichsthal . . . . .	75 m
Albertschacht (Serlo) . . . . .	100 „
Burbachstollen . . . . .	104 „
Gerhard . . . . .	158 „

Betreffs der Berechnung für die Abbauhöhe wird einfach der feste kubische Inhalt des Abbaufeldes als Förderkohle betrachtet ( $1 \text{ cbm} = 10 \text{ hl}$ ).

99. Wie verfährt man beim Betrieb der Vorrichtungstrecken?

Bei dem Betriebe streichender Vorrichtungstrecken (Sohlen-, Abbau-, Wetterstrecken) gelten folgende Regeln:

Vor allem müssen sämtliche Strecken in möglichst gerader Richtung und mit regelmäßigem Neigungswinkel der Sohle getrieben werden. Verstöße hiergegen erschweren die Förderung und veranlassen hohe Förderkosten.

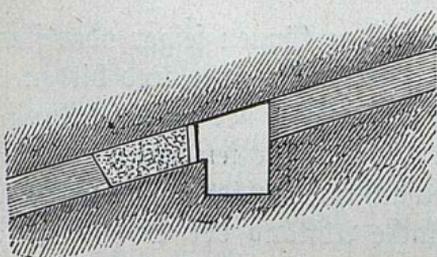


Fig. 89.

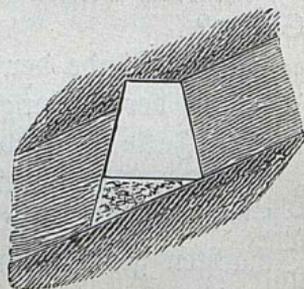


Fig. 90.

Abbaustrecken mit Bergeversatz.

Wenig mächtige, steil einfallende Lagerstätten nimmt man beim Betriebe der Strecken in die Mitte des Ortes, wenn die Festigkeit des hangenden und liegenden Nebengesteins gleich ist. Die Strecke kann alsdann bei geringen Schwankungen im Streichen der Lagerstätte gerade bleiben, auch findet man bei Erzgängen auf diese Weise etwa abzweigende Trümmer.

Die beim Nachreißen des Nebengesteins gewonnenen Berge müssen, besonders beim Kohlenbergbau, ohne weiten Transport, also unmittelbar vor Ort versetzt werden können. Der nötige Raum hierzu ist durch Aushauen von Kohle herzustellen. Bei schwebenden Strecken, Diagonalen und ganz besonders bei Bremsbergen sind jedoch, weil man dieselben nicht zu breit hauen darf, die gewonnenen Berge zu fördern. Das Versetzen derselben beschränkt sich mithin im wesentlichen auf die Abbaustrecken (siehe Fig. 89 und 90).

## 100. Was versteht man unter Unterwerksbau?

Unterwerksbau ist dasjenige Abbauverfahren, bei welchem man von einer Sohlenstrecke aus dem Einfallen der Lagerstätte nach vorgeht und von unten nach oben abbaut.

Dieses Verfahren kann unter Umständen sehr empfehlenswert sein und kommt besonders häufig bei flach einfallenden Flözen und kleinen Mulden in Anwendung, wenn man die Kosten für ein weiteres Abteufen des Schachtes und für einen langen Ausrichtungsquerschlag ersparen oder an Zeit gewinnen will. Würde ein solcher tiefer liegender Flözteil lediglich mit einem liegenden Querschlage ausgerichtet, so müßte man erst aufwärts vorrichten und könnte mit dem Abbau nicht eher beginnen, als bis die obersten, also die letzten Strecken genügend weit fortgebracht sind.

Bei Anwendung des Unterwerksbaues kann aber das Feld während des Querschlagsbetriebes soweit vorgerichtet werden, daß man, sobald mit dem letzteren das Flöz erreicht und der Durchschlag mit einer einfallend getriebenen Strecke gemacht ist, sofort mit dem Abbau der Pfeiler beginnen kann.

Die Vorrichtung kann bei Unterwerksbau entweder mit Diagonalen, oder mit flachen Schächten, bezw. solchen Strecken erfolgen, welche in der Fallungslinie getrieben sind. Jenes Verfahren wird angewendet, wenn bei einem Flözfallen von  $6-15^\circ$  die geförderte Kohle mit Pferden auf die obere Sohle geschafft, dieses, wenn zu demselben Zwecke Maschinen verwendet werden sollen. Als Maschinen dienen Haspel mit Vorgelege, sowie Lufthaspel und hydraulische Maschinen. Letztere sind vorteilhafter, weil die Übertragung der Kraft durch Wasser mit weniger Verlusten verbunden ist, als diejenige durch Druckluft.

Ist die einfallende Strecke in der Nähe des Schachtes angelegt, dann erfolgt die Förderung auch wohl in der Weise, daß die Seile einer über Tage aufgestellten Fördermaschine in den Schacht und durch Rollen in die einfallende Strecke hineingeführt werden.

Die Wasserhaltung kann ebenfalls durch pneumatische oder hydraulische Maschinen erfolgen. Ist ein tieferer Schacht in der Nähe, dann lassen sich mit großem Vorteil Heber anwenden.

### Drittes Kapitel.

## Abbau.

101. Welches sind die allgemeinen Regeln für den Abbau?

Der Abbau der Lagerstätte erfolgt, nachdem die Vorrichtung so weit vorgeschritten ist, daß gewisse Teile der Lagerstätte, zunächst die durch die Sohlenstrecken gebildeten, in kleinere, zum Abbau geeignete Felder zerlegt sind.

Die Abbaumethoden selbst sind wesentlich verschieden je nach der Art und Weise, wie die Vorrichtung zwischen den Sohlenstrecken geschah. Hierüber wird bei jeder Abbaumethode das Nähere besprochen werden.

Im allgemeinen ist der Abbau nach Maßgabe der verlangten Förderung auf möglichst wenig Bauabteilungen zu beschränken. Dies bietet mehrere Vorteile: Zunächst ist die Beaufsichtigung leichter und billiger, sodann wird an Schienenwegen erspart. Weil ferner der Abbau dabei rasch beendet ist, so kann man die Vorrichtungstrecken früher abwerfen und braucht deshalb weniger Kosten auf die Erhaltung des Ausbaues derselben zu verwenden, was besonders für die Bremsberge bei druckhaftem Hangenden wichtig ist.

Beim Steinkohlenbergbau kommen noch die Rücksichten auf eine gute Wetterführung, sowie auf das Verhüten des Austrocknens und der Entgasung der Kohle hinzu, weil diese sonst für die Koksfabrikation minderwertig wird.

Endlich muß der Abbau so geführt werden, daß so wenig als möglich von den nützlichen Mineralien verloren geht und daß die Gefahr für das Leben und die Gesundheit der Arbeiter, sowie unter Umständen auch die Gefährdung der Tagesoberfläche auf das geringste Maß beschränkt wird.

Eine Abbaumeiße, bei welcher nur der augenblickliche größte Nutzen, ohne Rücksicht auf dessen Nachhaltigkeit, erstrebt wird, heißt Raubbau.

### 102. Wie werden die Abbaumethoden eingeteilt?

Die wichtigsten Methoden zum Abbau der Lagerstätten nutzbarer Fossilien werden in zwei Hauptklassen eingeteilt, nämlich in solche mit und in solche ohne Bergeversatz. Der Bergeversatz, d. h. das Ausfüllen der ausgehauenen Räume mit Bergen, muß stets angewendet werden, wenn man eine Sohle braucht, auf der man stehen und arbeiten kann, also zunächst bei steil einfallenden Lagerstätten von größerer Mächtigkeit, sodann bei Lagerstätten von wenig haltbarem Nebengestein, welches ohne Ausfüllung hereinbrechen würde, und endlich beim Abbau solcher flach liegenden Lagerstätten von geringer Mächtigkeit, welche ein größeres Quantum von Bergen liefern, deren Förderung man durch das Unterbringen derselben in den ausgehauenen Räumen (dem „alten Manne“) ersparen will.

Für die Berechnung der zur Füllung der ausgehauenen Räume nötigen Berge, welche entweder beim Abbau selbst gewonnen, oder von anderen Stellen herbeigeschafft werden, geben folgende Zahlen die bei der Umwandlung fester in lose Massen stattfindende Volumvermehrung an:

Sand, Kies, Gerölle	auf $\frac{5}{4}$
weiches Gestein, Steinkohle	„ $\frac{3}{2}$
festes Gestein	„ $\frac{5}{3}$
sehr festes Gestein	„ $\frac{9}{4}$ .

Ohne Bergeversatz werden mächtige, flach liegende und solche steil einfallende Lagerstätten von geringer Mächtigkeit abgebaut, welche keine Füllberge liefern und deren Liegendes eine natürliche Sohle bildet. Will man mächtige Lagerstätten von steilem Einfallen ohne Bergeversatz abbauen, wie beim Stockwerksbau, so muß man Sicherheitspfeiler stehen lassen.

Übrigens ist diese Trennung keine scharfe. Auch bei Abbaumethoden, welche in der Regel ohne Bergeversatz geführt

werden, wie beim Pfeilerabbau, wird Bergeversatz angewendet, wenn man entweder Senkungen an der Tagesoberfläche vermeiden, oder Berge unterbringen will, für welche über Tage kein genügender Platz ist.

### A. Abbaumethoden mit Bergeversatz.

#### a) Strossenbau.

103. Wie wird der Strossenbau ausgeführt?

Der Strossenbau beginnt mit einem Absinken b, Fig. 91. Ist dasselbe genügend weit abgeteuft, dann faßt man von ihm aus den ersten Strossenstoß entweder nach einer oder

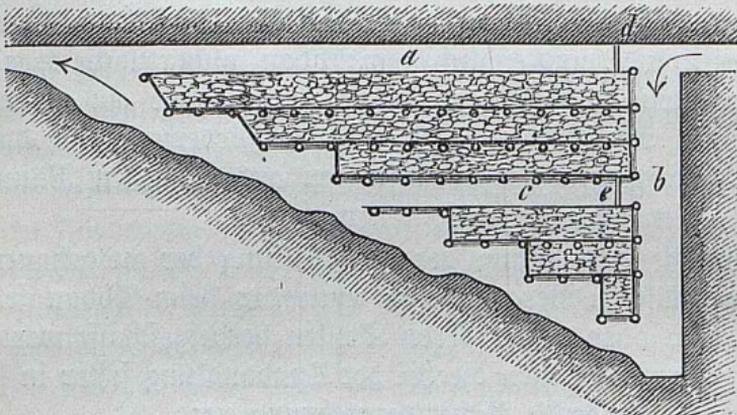


Fig. 91. Strossenbau.

nach beiden Seiten hin (einsflügeliger und zweiflügeliger Strossenbau). Bei gleichzeitigem Weiterabteufen des Absinkens wird demnächst der zweite, dritte zc. Stoß gefaßt, so daß im festen Gestein eine Treppe entsteht.

Mit jedem Stoß wird eine Reihe Stempel nachgeführt, welche man zunächst mit Halbholz bedeckt. In die dadurch gebildeten kastenförmigen Räume (Strossenkasten) werden die bei dem Abbau fallenden Berge verpackt.

Die Förderung geschieht beim obersten Stoß dadurch, daß man die Erze in Trögen auf die Streckensole a setzt und dort verladet. Von den tieferen Stößen gehen die Erze dann dem

auf dem Absinken stehenden Haseel zu, und zwar von den untersten Stößen unmittelbar, von den übrigen durch Strecken *c*, welche bei jedem zweiten oder dritten Stoß offen erhalten werden.

Der Strossenbau erfordert viel Holz. Kann man den Holzausbau jedoch bei genügender Gesteinsfestigkeit und geringer Mächtigkeit ersparen, so ist der Strossenbau in solchen einzelnen Fällen mit Vorteil angewendet worden, wenn Erzmittel von geringer Ausdehnung nicht bis auf die nächst tiefere Sohle hinabreichen und deren Vorrichtung durch Firstenbau zu umständlich und kostspielig sein würde.

#### b) Firstenbau.

104. In welcher Weise wird der Firstenbau geführt?

Der Firstenbau, außer bei Gängen auch bei steil einfallenden Flözen von geringer Mächtigkeit angewendet, beginnt

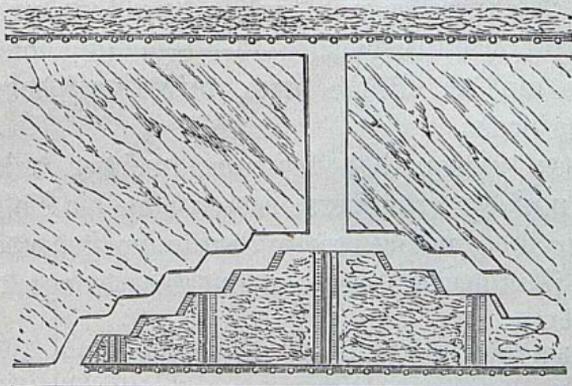


Fig. 92. Firstenbau.

am unteren Ende derjenigen Nebenschächte, welche von einer oberen auf die nächst untere Sohlenstrecke abgeteuft werden, um die Lagerstätte dadurch in Abteilungen von geeigneter Länge zu zerlegen. Wasser und Erze fallen nach unten und gehen auf der unteren Sohle den Maschinenkräften des Schachtes zu. Beim Bergeversatz ist nicht für jeden Stoß, wie beim Strossenbau, sondern nur einmal in der Firste der unteren Sohlenstrecke ein Stempelschlag erforderlich.

Der Abbau erfolgt streifenweise nach einer oder zwei Seiten (ein- oder zweiflügeliger Abbau). Dadurch entsteht eine umgekehrte Treppe (Fig. 101), während der Bergeversatz in richtiger Treppenform nachgeführt wird. Im Bergeversatz wird für je zwei Stöße eine Förderrolle nachgeführt, und zwar bei geringen Sohlenunterschieden in Schrotholz, bei größeren der längeren Dauer halber in Mauerung, eisernen oder stählernen Röhren.

Die Länge der Firstenstöße beträgt in der Regel 10 bis 20 m, die Höhe 3 m.

105. Wie vermeidet man die Offenhaltung der Feldortstrecken?

Um den kostspieligen Ausbau der Feldortstrecken und dessen Unterhaltung ganz zu umgehen, treibt man im Liegenden des Ganges eine besondere Strecke, die Umbruchstrecke oder Förderstrecke. Von ihr aus geht man in Abständen von 20—40 m mit sog. Rollenquerschlägen (in welche demnächst die Förderrollen münden) in den Gang und treibt die Feldortstrecke, versüllt dieselbe aber demnächst wieder, so daß die Berge auf der Sohle bezw. direkt auf dem künftigen Deckelstoße liegen.

Um den Abbau des letzteren, welcher mit Getriebe geschehen muß, zu erleichtern, bedeckt man die Sohle zunächst etwa 50 cm hoch mit etwa zur Verfügung stehendem mildem Gebirge, Dammerde oder Letten und bringt darauf erst gröbere Berge.

Da die Umbruchstrecken im Nebengesteine liegen, so bedürfen sie auch meistens nur eines leichten Ausbaues oder stehen ganz im festen Gestein.

Die Umbruchstrecken legt man deshalb ins Liegende Nebengestein (und zwar der besseren Wasserabführung halber etwas tiefer als die Feldortstrecke), weil sie im Hangenden nach dem Abbau der nächst unteren Firste zu Bruche gebaut werden würden, was besonders dann bedenklich ist, wenn auf der betreffenden Strecke Wasser abgeführt wird.

Außerdem kann man in erzarmen Gängen von genügender Gesteinsfestigkeit und mäßiger Mächtigkeit in der Firste der

Sohlenstrecken ein Mittel von 1 bis 2 m Höhe stehen lassen und auf diese den Bergeversatz bringen.

### 106. Wie ist die Einrichtung der Förderrollen?

Man unterscheidet geschlossene und offene Rollen.

Geschlossene Rollen (Stürzrollen) werden so angelegt, daß sie in die eine Wange der Feldortstrecke münden und mit einer Schütze verschlossen sind, nach deren Öffnung die Erze in die darunter gestellten Förderhunde fallen, so daß das Einfüllen erspart wird. Dabei sind aber Verstopfungen schwer zu beseitigen, auch ist bei groben Erzstücken das Öffnen und Schließen der Schützen mit Schwierigkeiten verknüpft.

Die offenen Rollen (Füllrollen) *c* (Fig. 93) stehen mit ihrem untern Teile immer im liegenden Nebengesteine, und münden entweder dicht neben der im Gange offenerhaltenen Feldortstrecke, oder sie sind durch einen Rollenquererschlag *b* mit der Umbruchstrecke *a* verbunden.

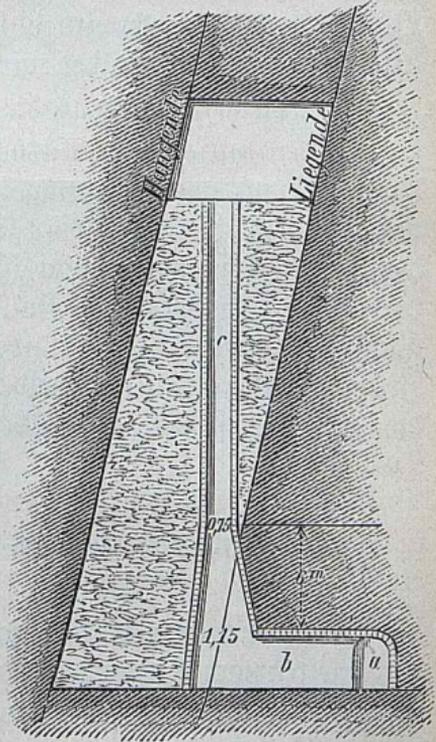


Fig. 93. Offene Rolle (Füllrolle).

Am Harz giebt man den Rollen am untersten Ende eine Weite von 1.15 m und führt sie bis 6 m Höhe konisch, von da an mit einem Durchmesser von 0.75 m cylindrisch auf.

### 107. Wie wird der Firstenbau in Steinkohlenflözen geführt?

Die Vorrichtung erfolgt in derselben Weise, wie bei Gängen. In einem Abstände von 20—30 m werden zwei

Sohlenstrecken getrieben, von denen die obere C (Fig. 94) als Wetterstrecke (voie d'aérage), die untere D als Förderstrecke (voie de roulage) dient. A und B sind Querschläge zur Ausrichtung anderer Flöze.

Der Bergebersatz bekommt eine unter  $40^\circ$  geneigte Oberfläche, nach welcher sich auch die Stöße a (tailles) zu richten haben. Dieselben erhalten 2—3 m Höhe bei 3—4 m Länge. Jeder Arbeiter bekommt einen Stoß und steht auf einer Bühne, welche durch einige schwache Stempel mit darübergelegten Brettern gebildet wird.

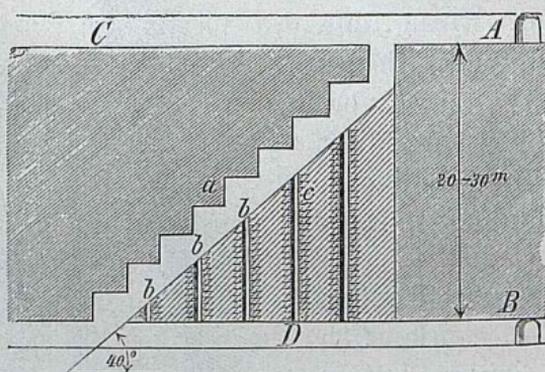


Fig. 94. Firstenabbau in Steinkohlenflözen.

Die gewonnenen Kohlen fallen zunächst auf diese Bühnen und gleiten nach Emporheben der Bühnenbretter in geschlossene Rollen, welche mit 4—10 m Entfernung im Bergebersatz nachgeführt werden.

#### 108. Was versteht man unter Stoßbau?

Der Stoßbau ist ein Firstenbau, bei welchem jeder Stoß für sich allein aufgefahren wird. Man umgeht dabei (zur Schonung der Kohlen gegen Zertrümmerung) die Förderrollen, indem man auf den Bergebersatz eine Förderbahn legt, welche in einen Bremsberg mündet.

## c) Querbau.

109. Was versteht man unter Querbau und wann findet derselbe Anwendung?

Querbau ist eine Art des Abbaues, bei welcher man die Lagerstätte von einer am Liegenden oder am Hangenden getriebenen streichenden Strecke aus in einzelnen quer gegen das Streichen gerichteten wagerechten Abschnitten von Ortshöhe abbaut und gleichzeitig versüßt.

Die zweckmäßigste Anwendung findet der Querbau auf mächtigen Lagerstätten aller Art von nicht weniger als  $40^\circ$  Einfallen, so auf dem Georger Stollen bei Schemnitz, im Hüttenberge bei Krain, im Quecksilberstock zu Idria, auf der Galmeigrube am Altenberge bei Aachen, in Diepenlinchen bei Stolberg und im Stahlberge bei Müsen. Ferner auf dem stockförmigen Kohlenflöze zu Creuzot in Frankreich, auf den mächtigen Kohlenflözen bei St. Etienne 2c.

Auch der in den fiskalischen Kalisalzgruben bei Staßfurt neu eingeführte Abbau ist Firstenbau, bei welchem die einzelnen Stöße nicht streichend, sondern quer vom Liegenden zum Hangenden abgebaut werden.

## d) Strebbau.

110. Wie wird der Strebbau ausgeführt?

Strebbau ist diejenige Abbaumethode, bei welcher eine Lagerstätte in einer vom Schacht-Sicherheitspfeiler aus nach den Feldesgrenzen gehenden Richtung und in breiten Stößen abgebaut wird, ohne daß eine besondere Vorrichtung erforderlich ist.

Die zwischen dem Schachte und den Arbeitspunkten entstehenden ausgehauenen Räume müssen, um das Zusammenbrechen zu vermeiden, mit Bergen versehen, dabei aber die zur Förderung und Fahrung nötigen Strecken offen gelassen werden.

Es ergibt sich hieraus, daß Strebbau zunächst in Lagerstätten mit einem Einfallen von nicht über  $30^\circ$  anwendbar

ist, weil bei steilerem Einfallen der Bergeversatz in die Förderstrecken hineinrutschen würde. Bei steilerem Flözfalln müßte dies durch besondere Vorkehrungen, etwa durch Stempelschlag oder Mauerbogen, wie beim Firstenbau, verhindert werden.

Strebbau ist ferner nur anwendbar bei genügender Festigkeit des hangenden Nebengesteins, welches ein Freilegen größerer Flächen ohne Gefahr vorzeitigen Einbrechens gestattet, sowie bei der Möglichkeit, die ausgehauenen Räume bequem und billig verfüllen zu können. Dabei wird im allgemeinen vorausgesetzt, daß die Flöze nicht über 1 m mächtig sind und die Versatzberge beim Abbau gewonnen werden können, doch bildet eine größere Flözmächtigkeit für den Strebbau kein Hindernis, wenn sich in einem Flöze starke Bergemittel befinden, oder das Hangende sehr fest ist, so daß schon ein teilweises Versetzen der abgebauten Feldesteile genügt, um ein Zusammenbrechen zu verhüten.

Bei einem schwachen Flöze ohne Bergemittel gewinnt man die Berge durch Nachreißen des Nebengesteins, zumteil auch schon dadurch, daß man genötigt ist, den im Versatze nachzuführenden Förderstrecken eine angemessene Höhe zu geben.

Da der Bergeversatz niemals so dicht gemacht werden kann, daß sein späteres Setzen ausgeschlossen wäre, so erfolgt nach und nach ein Sinken des Hangenden im ganzen, vorausgesetzt, daß dieses nicht kurzklüftig ist, in welchem Falle übrigens Strebbau auch nicht gut anwendbar sein würde. Das Hangende legt sich deshalb zunächst auf den Bergeversatz. Da jedoch das Durchbiegen der hangenden Schichten am festen Kohlenstoße beginnt, so wird auch dieser von dem Drucke beeinflusst, was bei fester Kohle die Gewinnung erleichtert, bei milder Kohle aber ein zu starkes Zerbröckeln derselben und einen geringeren Stückkohlenfall zur Folge haben kann.

Der Strebbau hat da, wo die Verhältnisse seine Anwendung gestatten, wesentliche Vorteile. Zunächst erspart man gegenüber dem Pfeilerbau den Betrieb der Abbaustrecken, erzielt

also von vornherein eine größere Leistung pro Arbeiter bei geringeren Selbstkosten. Sodann ist der Betrieb ein konzentrierter, deshalb die Aufsicht leicht und die Wetterführung vorteilhaft, weil letztere kürzere und geradere Wege durchläuft, als bei anderen Abbaumethoden.

Die wesentlichste Schwierigkeit verursacht die Offenhaltung der Förderstrecken. Dieselben werden nämlich so lange zusammengedrückt und müssen entsprechend nachgerissen werden, bis das Hangende sich fest auf die Füllberge gelegt hat.

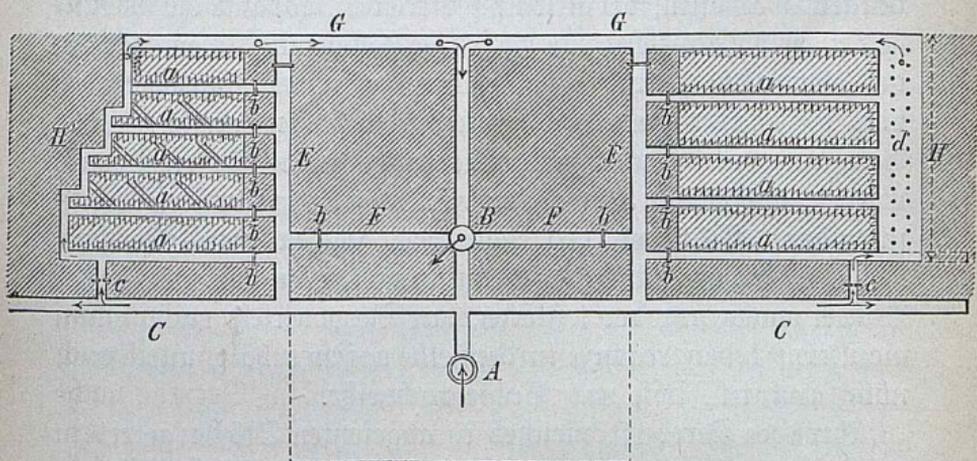


Fig. 95. Allgemeines Beispiel für Strebbau.

Aus dem Umstande, daß der Strebbau nur für flach fallende Flöze anwendbar ist, ergibt sich als weiteres Vorteil die Möglichkeit, eine Hauptregel des Abbaues zu befolgen, nach welcher derselbe rechtwinklig gegen die in den Lagerstätten befindlichen Schichten (clivage; — backs, lines of coal) geführt sein muß, weil dann die Gewinnung eine leichtere und der Stückkohlenfall ein größerer ist. Man kann deshalb den Strebbau streichend, diagonal oder schwebend führen.

Durch Figur 95 wird der streichende Strebbau im allgemeinen veranschaulicht.

Nachdem man vom Förderschachte A (Fig. 95) aus, welcher gleichzeitig die Wetter einziehen läßt, mit einem

Querschläge das Flöz erreicht hat, treibt man zunächst die Grundstrecken C. Haben dieselben den durch punktierte Linien angedeuteten, zur Erhaltung des Schachtes stehen zu lassenden Sicherheitspfeiler verlassen, dann können die schwebenden später event. als Bremsberge zu benutzenden Strecken E und mittels der Strecken F der Durchschlag mit dem Wettereschachte B hergestellt werden.

Während des Betriebs der schwebenden Strecken E kann man in Entfernungen von etwa 12 m die künftigen Förderstrecken a ansetzen, 10 m weit forttreiben, sodann durch Aufhauen eine Parallelstrecke zu E herstellen und, wenn letztere die obere Grenze des Abbaufeldes bei einer flachen Länge von beispielsweise 40 m erreicht hat, nunmehr, unter Belassung eines Sicherheitspfeilers von 10 m für die Grundstrecken, mit einem 30 m hohen Streb H „zum breiten Blick“ vorgehen. Während des Abbauens schlägt man zum vorläufigen Schutz Stempel (d), führt aber, unter möglichster Wiedergewinnung der letzteren, den Bergeversatz nach, indem man die Förderstrecken a in demselben offen erhält, und soweit nötig auch in Firste und Sohle nachreißt.

Bei dem Streb H', welches in abgesetzten Stößen getrieben wird, hat man den Abbau mit der untersten Förderstrecke a begonnen, bevor der Bremsberg E die obere Abbaugrenze erreicht hatte. Unter derselben Voraussetzung kann das Streb auch eine schräge Richtung ohne abgesetzte Stöße erhalten.

Endlich kommt es bei genügend flachem Einfallen des Flözes vor, daß man, um das gewonnene Material auf dem kürzesten Wege in die Förderstrecken gelangen zu lassen, von diesen aus kurze Diagonalen nach dem Strebstoß hin offen läßt, wie es bei H' angedeutet ist.

Auf den Gruben Serlo und von der Heydt bei Saarbrücken kann man die normale flache Höhe zu 200 m und die normale Breite zu 300—360 m annehmen. Die einzelnen Strebstöße haben je nach örtlichen Verhältnissen 12—16 m Breite.

## 111. Was versteht man unter Strebbaue mit Pfeilern?

Der Strebbaue mit Pfeilern, oder der vereinigte Streb- und Pfeilerbaue, bildet den Übergang von dem einen zum andern. Er besteht im allgemeinen darin, daß man strebbaue-ähnlich mit 18—20 m breiten Strecken vorgeht, zwischen denselben aber Pfeiler von 20 m Stärke und darüber stehen läßt, welche demnächst von der Grenze des Baufeldes nach rückwärts abgebaut werden, und zwar zur Hälfte von je einer Abbaustrecke aus. Diese werden beim Aufhauen derart mit Bergen versehen, daß drei Strecken, eine in der Mitte und je eine an jedem Stoße, für Förderung und Wetterführung durch trockene Mauerung offen erhalten werden. Kann man wegen geringer Festigkeit des Hangenden den Strecken nicht die nötige Breite geben, so bleibt die mittlere Strecke fort.

Fehlt es bei diesem Abbaueverfahren an Bergeversatz, so hilft man sich dadurch, daß man Schränke von altem Grubenholze in angemessenen Entfernungen aufstellt.

Der Strebbaue mit Pfeilern wird angewendet, wenn die Verhältnisse zwar keinen reinen Strebbaue zulassen, aber doch derart sind (Festigkeit des Hangenden, Gewinnung von Bergen), daß man den mit breiten Abbaustrecken verbundenen Vorteil der billigen Kohलगewinnung genießen kann.

Beispiele für diese Abbaumethode finden sich sehr zahlreich in England, außerdem im Beust- und Heinrichsflöze der Grube Gerhard Prinz Wilhelm bei Saarbrücken und in Obernkirchen. Im letzteren Revier werden die Abbaustrecken in diagonaler Richtung von beiden Grenzen eines Abbaufeldes (200—250 m lang) so getrieben, daß sie in der Mitte des Feldes zusammentreffen. Die Abbaustrecken erhalten außerdem nur eine Breite von 1—1 $\frac{1}{4}$  m.

Der Abbau der 15—17 m breiten Pfeiler geschieht in der Weise, daß vor jedem Streb fünf Häuser in abgesetzten Stößen arbeiten.

## B. Abbaumethoden ohne Bergeversatz.

### a) Pfeilerabbau.

112. Was versteht man unter Pfeilerabbau?

Pfeilerabbau ist eine in Steinkohlen- und Braunkohlenflözen angewendete Abbaumethode, bei welcher vom Schachte aus ein Grubensfeld, oder einzelne Abteilungen eines solchen mit Vorrichtungsstrecken durchörtert werden. Zwischen den letzteren bleiben Pfeiler stehen, welche schließlich nach rückwärts abgebaut werden, indem man das hangende Nebengestein hinter sich zu Bruche gehen läßt.

Während also beim eigentlichen Strebau außer den Sohlenstrecken und etwaigen Mittelstrecken eine weitergehende Vorrichtung nicht erforderlich war, ist sie beim Pfeilerbau unerläßlich.

An einen bestimmten Fallwinkel ist der Pfeilerbau nicht gebunden, hat aber den Nachteil, daß er viel Holz beansprucht, welches man jedoch, wenn auch nur teilweise, wieder zu gewinnen (zu rauben) vermag.

Außerdem ist die Oberfläche der durch die Vorrichtungsstrecken freigelegten Kohle beim Pfeilerabbau eine sehr große; infolgedessen findet eine weit stärkere Entgasung der Kohle statt, was ungünstig auf die Backfähigkeit beim Verkokeln einwirkt, auch die Wetter verschlechtert.

Endlich ist wegen der notwendigen Vorrichtung durch ausgedehnten Betrieb enger Strecken die Leistung geringer und die Gewinnung teurer als beim Strebau, so daß Pfeilerbau nur zu empfehlen ist, wenn der an und für sich zweckmäßigere Strebau oder die Verbindung von beiden nicht möglich sein sollte.

113. Welche allgemeinen Regeln gelten für den Pfeilerbau?

Je druckhafter das hangende Nebengestein einer Lagerstätte ist, um so teurer wird auch die Unterhaltung des Ausbaues in den Vorrichtungsstrecken.

Um diesen Übelstand zu vermeiden, muß man die Maße der Strecken bei schlechtem Hangenden möglichst einschränken

und bei mächtigen Lagerstätten nur gewöhnliche Streckenhöhe anwenden, da man die stehengelassene Kohle später beim Gewinnen der Pfeiler mit abbauen kann.

Muß aber das Hangende entblößt werden, dann empfiehlt es sich, die Zahl der Strecken, soweit es die Anforderungen an die Höhe der Förderung und an die Zahl der Arbeitspunkte gestatten, einzuschränken, indem man z. B. mindestens eine Strecke um die andere fehlen läßt, und eine solche womöglich erst dann treibt, wenn der Abbau bald nachfolgen kann.

Am vollkommensten könnte dies Ziel erreicht werden, wenn man mit nur einer Grundstrecke nebst Wetterstrecke zunächst streichend bis etwa 200 m vor der Markscheide, dann schwebend bis zur obern Feldesgrenze vordringen, hier die ersten Abbau-  
strecken ansetzen, die unteren allmählich nachfolgen lassen und nun, wie es ohnehin allgemeine Regel ist, am Ende der obersten Abbau-  
strecke den Abbau nach rückwärts beginnen würde.

Da ein solches Vorgehen jedoch selten möglich, auch wegen zu langen Ausbleibens der Erträge nicht vorteilhaft ist, so empfiehlt sich der Mittelweg, schon nahe beim Sicherheits-  
pfeiler des Schachtes zu beginnen, das ganze Grubensfeld in kleinere Abbau-  
felder von 200 bis 300 m Länge zu zerlegen und innerhalb derselben so zu verfahren, wie es oben beschrieben wurde.

Danach sollen also die obersten Strecken, deren Pfeiler zuerst zum Abbau kommen, am weitesten vorge-  
rückt sein, während demnächst die Abbaue-  
so liegen müssen, daß

jeder Pfeiler auf zwei Seiten alten Mann hat (Fig. 96). Allerdings müssen dabei zwischen den einzelnen Baufeldern

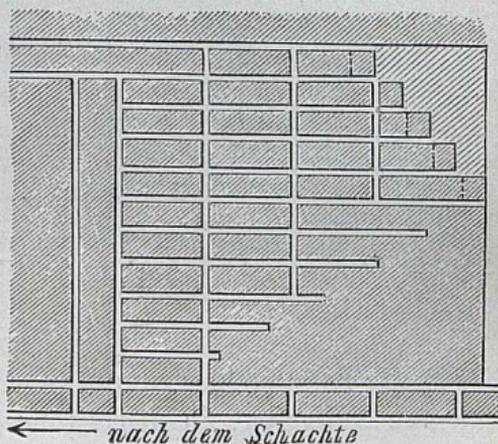


Fig. 96. Pfeilerabbau.

Sicherheitspfeiler stehen bleiben, welche aber, sofern sie genügende Stärke erhalten, später noch gewonnen werden können.

Die Wetterversorgung der Ortsbetriebe und Abbaue wird dadurch erreicht, daß man die Pfeiler in angemessenen Entfernungen von nicht über 30 m mittels Aufhau oder Durchhiebe durchörtert, aber immer nur die dem Orte zunächst befindlichen offen läßt, die anderen durch Wetterverschlüge abschließt.

Sind schlagende Wetter vor Ort, so müssen frische Wetter durch Sonderventilation (s. d.) zugeführt werden.

Bei mehr als  $15 - 20^\circ$  Einfallen des Flözes muß streichender Pfeilerabbau, bei geringerem Einfallen kann, wenn es die Lage der Schichten erfordert, schwebender oder diagonaler Abbau angewendet werden. Jedenfalls dürfen die Abbaustrecken nicht mehr als  $4\frac{1}{2}^\circ$  Ansteigen bekommen.

114. Wie ist der Betrieb der Abbaustrecken beim streichenden Pfeilerbau zu führen?

Beim streichenden Pfeilerbau, welcher am meisten angewendet wird, teilt man die einzelnen Abbaufelder durch streichend geführte Abbaustrecken in Pfeiler von 10—12 m flacher Höhe.

Da der Ortsbetrieb teurer ist, als der Pfeilerbau, so müssen die Strecken so weit hergestellt werden, als es die Festigkeit des Hangenden und der Kohle gestattet. Bei milder Kohle müssen die Pfeiler stärker bleiben, als bei fester, weil sie sonst dem Drucke des Hangenden nicht genügend widerstehen können.

Sind die Abbaustrecken bei schwachen Flözen in Firste oder Sohle nachzureißen, um genügende Höhe für die Förderwagen zu beschaffen, so werden sie am untern Stöße so viel breiter gehauen, daß die gewonnenen Berge versetzt werden können.

In Westfalen werden  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{2}$ , in Oberschlesien  $\frac{1}{7}$  bis  $\frac{3}{7}$  der Kohlenmasse durch Ortsbetrieb gewonnen.

Zu schwache Pfeiler werden beim Ortsbetrieb zerbröckelt und liefern zu viel Gruskohle, auch kommt das Hangende dabei so sehr in Bewegung, daß es beim Abbau der Pfeiler vorzeitig hereinbricht und damit große Kohlenverluste veranlaßt.

Sind die Pfeiler zu stark, so erschweren sie den Abbau gleichfalls durch häufiges Zubruchegehen, weil das Hangende dabei in einer zu großen Fläche auf Stempel gestellt werden muß, und diese dem Druck nicht genügend widerstehen können.

Das Ansetzen der Abbaustrecken geschieht je nach dem flachern oder steilern Einfallen der Lagerstätten von schwebenden Strecken, Diagonalen oder Bremsbergen aus.

Schwebende Strecken sind nur bei einem Einfallen bis  $5^\circ$  zulässig, ebenso dürfen die Diagonalen kein größeres Ansteigen haben, weil sonst der leere Wagen durch zwei Wagenstöße heraufgebracht werden muß.

Diagonalen sind nur zu empfehlen, wenn man bei dem genannten Ansteigen in gerader Linie diejenige äußerste Ecke des Abbaufeldes erreichen kann, in welcher der Pfeilerabbau beginnen soll. Bei größeren Förderwagen darf man sogar ein Ansteigen von  $4-4\frac{1}{2}^\circ$  nicht übersteigen. In Saarbrücken geht man nur bis  $3\frac{1}{2}^\circ$ , wobei die Wagen auf Holzgestängen von selbst abwärts laufen; bei eisernen Gestängen genügt dazu schon  $1\frac{1}{2}^\circ$  Ansteigen.

Diagonalen haben, besonders bei steilem Flözfallen, immer den Übelstand, daß sie an den Kreuzpunkten mit streichenden Strecken die Pfeiler in spitzen Winkeln schneiden, so daß jene leicht zerbröckeln.

#### 115. Wie sind Bremsberge eingerichtet?

Unter Bremsbergen, welche bei steilem Einfallen zu Bremschächten werden, versteht man schwebende Strecken, in denen die volle Last mit Hilfe einer Bremsvorrichtung, wie sie in dem Abschnitt über Förderung spezieller beschrieben wird, nach unten, die leeren Förderwagen nach oben geschafft werden.

Die Anlagelkosten eines Bremsberges müssen in richtigem Verhältnisse zur Dauer desselben, bezw. zur Größe der Baufelder stehen. Im allgemeinen sind die letzteren so groß zu gestalten, daß sie vollständig abgebaut sind, bevor der Bremsberg zu stark in Druck kommt. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei nicht festem Dache, sowie ganz besonders bei quellender Sohle zweiflügelige, d. h. solche Bremsberge anzulegen, von denen aus nach beiden Seiten hin abgebaut werden kann. Dieselben sind auch dann vorteilhaft, wenn die Grundstrecke weit genug voraus ist und es sich darum handelt, rasch eine möglichst große Zahl von Angriffspunkten zu gewinnen.

Da man aber hierbei auf einer Seite des Bremsberges immer Rückförderung hat, so sind unter gewöhnlichen Verhältnissen die einflügeligen Bremsberge vorzuziehen.

Die Abbaustrecken setzt man, um den Bremsberg nicht zu sehr in Druck zu bringen, in geringen Dimensionen an und erweitert sie erst bei etwa 10 m Länge. Auch macht man aus demselben Grunde wohl nur eine um die andere Strecke mit dem Bremsberge durchschlägig und verbindet sie mit den anderen durch kurze Diagonalen.

Da das Betreten des Bremsberges, besonders bei steilem Flößfallen, gefährlich ist, so muß auf jeder im Betriebe befindlichen Seite desselben ein Fahrüberhauen vorhanden sein.

Die Dimensionen der Bremsberge müssen möglichst gering gehalten werden, um die Offenhaltung zu erleichtern. Bei schlechtem Gangenden dürfen deshalb keine breiten, doppeltrümmigen Bremsberge, oder solche mit nebenlaufendem Gegengewichte hergestellt werden.

#### 116. Wie erfolgt der Abbau der Pfeiler?

Der Abbau der Pfeiler erfolgt entweder streichend mit der vollen Pfeilerstärke als Abbaustoß, oder in schwebenden Abschnitten.

Der streichende Abbau ist bei steilem Einfallen der allein zweckmäßige, aber auch, wenn es die Lage der Schlechten

erfordern sollte, bei flachem Einfallen anwendbar. Im letztern Falle kann man gewöhnlich bis zum obern alten Manne abbauen, während bei steilem Einfallen das Hereinrollen der Berge dadurch zu verhindern ist, daß eine „Schwebe“ von 1 m Stärke stehen bleibt, oder auf der obern Ortssohle ein Stempelschlag hergestellt wird.

Der Raum vor dem Kohlenstoße kann durch Stempel freigehalten werden; da dies aber bei großer Flözmächtigkeit schwer ausführbar ist, so baut man in solchem Falle und bei flacher Lagerung mit schwebenden Abschnitten ab, was u. a. in Oberschlesien noch durch den Umstand geboten ist, daß die Schlichten in den meisten Flözen parallel dem Streichen liegen.

Die Breite der Abschnitte richtet sich nach der Festigkeit des Hangenden; in Saarbrücken beträgt sie 6—8 m, in Oberschlesien  $4\frac{1}{2}$ —6 m.

#### 117. Welchen Zweck hat das Rauben der Zimmerung?

Ist der Abbau eines Pfeilerabschnittes beendet, dann folgt das Rauben der Stempel, welche reihenweise gestellt und bei brüchigem Hangenden mit Anspählen (Rückholz, Schalholz) versehen sind. Außerdem müssen in solchem Falle die Zwischenräume zwischen den Anspählen — die Felder — verzogen werden.

Das Rauben der Zimmerung geschieht nicht allein, um die Stempel wieder zu gewinnen und in weniger mächtigen Flözen noch einmal zu verwenden, sondern namentlich deshalb, um das Hangende zu Bruche zu werfen. Geschähe dies nicht, so würde das Gewicht des hangenden Nebengesteines über dem abgebauten Flözteil gleichzeitig auf die im Abbau befindlichen Pfeiler drücken.

#### 118. Wie verfährt man, wenn das Flöz ein Bergemittel enthält?

Haben die Bergemittel nur geringe Mächtigkeit, so geht man unter denselben etwa 1 m vor, entfernt das Bergemittel, um eine Verunreinigung der Kohle zu vermeiden, und wirft sodann die Oberbank herein.

Sind mehrere schwache Bergemittel in einem Flöze, so wird ähnlich verfahren.

Ist das Bergemittel mächtiger und fest, so kann man nach vier Methoden vorgehen:

1. Man baut die obere Bank zuerst ab, läßt das Hangende zu Bruche gehen und nimmt nach einigen Jahren, wenn der Bruch sich gesetzt hat, die Unterbank in Angriff.

2. In beiden Bänken werden Borrichtung und Abbau gleichzeitig vorgenommen, jedoch so, daß der letztere in der Oberbank immer etwas voraus ist.

3. Die Borrichtung findet allein in der Unterbank statt; von hier aus werden nach Durchbruch des Bergemittels in der Oberbank kurze Strecken getrieben und sofort abgebaut, während man in der Unterbank nachfolgt.

4. Man bringt in die zuerst abgebaute Unterbank einen dichten Bergeversatz ein und nimmt, auf diesem stehend, die Oberbank in Angriff.

#### 119. Wie erfolgt der Pfeilerabbau in Braunkohlenflözen?

Der Pfeilerabbau in Braunkohlenflözen unterscheidet sich wesentlich von demjenigen der Steinkohlenflöze, weil das Hangende bei jenen wegen seiner geringen Festigkeit (Sand und Thon) nicht bloßgelegt werden darf, ferner, weil die Mächtigkeit der Braunkohlenflöze weit größer ist, als diejenige der Steinkohlenflöze.

Außerdem ist auch die Abbaumeise in den einzelnen Braunkohlengruben je nach der Festigkeit der Braunkohle selbst verschieden. Hat dieselbe ein festes holziges Gefüge, wie in Böhmen, dann teilt man das Feld durch rechtwinkelig sich kreuzende Borrichtungstrecken in Pfeiler von 24 m Seite, während man bei erdiger Braunkohle die Teilung so weit treibt, daß die Pfeilerstärke zwischen 4 und 1 m schwankt.

In beiden Fällen wird der Fuß des Pfeilers in Streckenhöhe ausgeweitet. Um ein vorzeitiges Hereinbrechen zu vermeiden, läßt man in Böhmen in der am alten Mann befindlichen Ecke einen Sicherheitspfeiler  $s$  stehen (Fig. 97),

und erwartet das Hereinbrechen der nächsten, in der Regel durch Thonlagen begrenzten Bank, oder befördert dasselbe durch Schliken. Das Ausfördern der Kohle und Hereinbrechen der nächst oberen Bänke wechselt so lange ab, bis mit der letzten Bank auch das hangende Nebengestein hereinbricht.

Im Duxer Revier wird der Bruch nach oben durch eine Strecke begrenzt, welche man von einem Überhauen aus unter der abzubauen- den obersten Kohlenbank an den beiden nicht durch- gebrochenen Seiten des Pfeilers auffährt, oder man schlägt zunächst auf einer, event. auf der zweiten Seite bis zu der, unter dem Hangenden anzubauenden Bank und baut stufenweise ab, wobei die Arbeiter auf loser Kohle stehen.

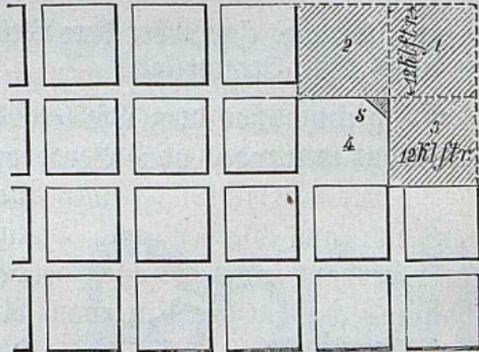


Fig. 97. Pfeilerabbau in den böhmischen Braunkohlengruben.

120. Wann und wie verhindert man beim Pfeilerabbau das Einbrechen des Hangenden?

Sobald es erforderlich ist, die Tagesoberfläche in größerer Ausdehnung als etwa bei einzelnen Gebäuden zc. zu schützen, z. B. beim Abbau unter Flußbetten, Teichen, Ortschaften oder gar unter dem Meere, so muß man das Hereinbrechen des Hangenden zu verhüten suchen. Dies geschieht entweder durch unvollständigen Abbau, indem man nur rechtwinkelig sich kreuzende Strecken treibt und Pfeiler von genügender Stärke stehen läßt (Orterbau), oder durch sorgfältiges Ver- setzen der abgebauten Räume. Letzteres verdient unbedingt den Vorzug, denn die Erfahrung hat oft gelehrt, daß das Opfer, welches man mit dem Verlust an Pfeilern bringt, ein vergebliches war. Im Laufe der Zeit bröckeln die Pfeiler infolge des Gebirgsdruckes an den Rändern ab, werden dadurch immer mehr geschwächt und können schließlich die

hängenden Gebirgsschichten nicht mehr aufrecht erhalten. Bergeversatz dagegen erfüllt den angestrebten Zweck vollständig und mit Sicherheit, während gleichzeitig Abbauverluste vermieden werden.

### b) Andere Abbaumethoden.

121. Welches sind außer dem Pfeilerabbau die anderen Abbaumethoden ohne Bergeversatz?

Es giebt außer dem Pfeilerabbau noch eine ganze Reihe von Abbaumethoden ohne Bergeversatz, welche aber entweder

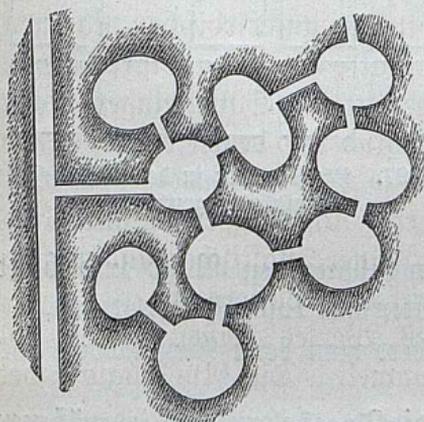


Fig. 98. Stockwerksbau.

veraltet sind oder nur örtliche Wichtigkeit haben. Zu den ersteren gehören der Abbau von Stockwerken oder der Stockwerksbau, dessen Wesen durch Figur 98 dargestellt ist und welcher im Abbau von bauwürdigen Erzmitteln mit Weitungen von unregelmäßiger Form, abwechselnd mit dem Aufsuchen neuer bauwürdiger Erzmittel von streichenden Strecken aus besteht.

Ferner der Säulen- und Almenbau, ebenso wie der Weitungsbau, in Felsöbánya (Ungarn) gebräuchlich, ferner der Kammer- und Glockenbau, früher in Steinsalzbergwerken angewendet, der Tummelbau, Stoppel- und Ruttbau, Bruchbau (d. i. Gewinnung von Erzen aus altem Mann, Halden etc.), Duckelbau und Sinkwerksbau.

Beim Duckelbau teuft man durch das Deckgebirge enge Schächte (Duckeln) bis in die Lagerstätte ab, weitert um den Schacht herum so lange aus, bis derselbe zu Bruche zu gehen droht, teuft dann in etwa 20 m Entfernung eine neue Duckel ab, verfährt dort ebenso etc.

In dieser mit großen Abbauverlusten verbundenen Weise erfolgt zum großen Teil noch heute die Gewinnung von Erdwachs (Ozokerit in Boryslaw, Ostgalizien).

Der Sinkwerksbau ist diejenige Abbaumethode, bei welcher das Steinsalz aus unreinen Lagerstätten oder Teilen derselben durch Auslaugen mit Wasser gewonnen und über Tage versotten wird.

In Süddeutschland und Österreich findet der Sinkwerksbau im sogen. „Haselgebirge“ statt, d. i. ein Gemenge von Thon, Gips, Anhydrit und Kochsalz, welches vom „Stockscheider“ (Salzthon und Gips) umgeben und durch diesen gegen das Eindringen süßer Wasser geschützt ist.

Der Auslaugeprozess findet in den unterirdischen Räumen, den Werken oder Sinkwerken, statt, welche an ihrer Sohle mit einem zum Abzapfen der gesättigten Sohle eingerichteten Damme oder Wehre geschlossen sind und denen von oben her süßes Wasser zugeführt wird.

Die auf der Sohle des Werkes sich ablagernde unlösliche Masse, der Laist, wird um so feiner, plastischer und wasserdichter, je langsamer der Angriff des Wassers ist.

Die Seitenbegrenzungen des Werkes heißen Ulmen, die Decke Himmel oder Werkshimmel. Die Auslaugung des Gebirges heißt Versiedung.

### C. Tagebau.

#### 122. Was versteht man unter Tagebau?

Tagebau ist ein in der Erdoberfläche zur Gewinnung nutzbarer Fossilien hergestellter Raum. Tagebaue werden zum Abbau solcher Lagerstätten angewendet, welche wenig Deckgebirge haben, so daß dessen Entfernung vorteilhafter ist, als unterirdischer Abbau oder Grubenbau.

Liegen die Lagerstätten ganz oder beinahe an der Tagesoberfläche, wie Torf, Raseneisenstein, die meisten Seifen zc., so nennt man die Tagebaue Gräbereien bzw. Seifenwerke. Haben die Lagerstätten dagegen ein mächtigeres Deckgebirge, so nennt man den Tagebau Aufdekarbeit, —

handelt es sich um die Gewinnung von Steinarten (Marmor, Schiefer, Sandstein z.), so sind es Steinbrüche.

### 123. Unter welchen Umständen findet Aufdeckerarbeit Anwendung?

Die Aufdeckerarbeit findet Anwendung bei Lagerstätten aller Art, so u. a. bei Steinkohlenflözen in Südwales und bei Dombrowa in Russisch-Polen, auf Braunkohlenflözen bei Nachterstedt zwischen Halberstadt und Aschersleben, am Rhein und bei Dux in Böhmen; auf Eisenstein am Hüggel bei Georgs-Marienhütte, ferner bei Groß-Döhren und Ohley am Nordrande des Harzes und bei Bültzen und Akenstedt in der Provinz Hannover (Isleder Hütte), auf Bleierz am Bleiberge bei Commern, auf Traß im Brohlthale bei Andernach, auf Zinkblende in Ammeberg (Schweden) zc.

Die Frage, bei welcher Mächtigkeit des Deckgebirges der Tagebau noch vorteilhaft ist, läßt sich mit bestimmten Zahlen nicht beantworten, es ist vielmehr in jedem einzelnen Falle durch Rechnung zu ermitteln, ob das Fortschaffen des Deckgebirges (das Aufdecken oder Abkummern) oder unterirdischer Abbau vorteilhafter ist. Dabei kommen hauptsächlich in Betracht einerseits die Gewinnbarkeit des Deckgebirges, die Kosten für den Transport desselben und der Wert des zu gewinnenden Fossiles, andererseits die Kosten des Abbaues bei unterirdischem Betriebe. Beim sächsischen Braunkohlenbergbau hält man den Tagebau noch für zweckmäßig, wenn sich die Mächtigkeit der Kohle zu der des Deckgebirges wie 1 : 3 verhält.

Ähnlich ist es in dem Eisensteinbergbau der Isleder Hütte, wo man mit dem Aufdecken so lange fortzufahren gedenkt, bis über dem 10 m hohen Abbaustoße das Deckgebirge eine Mächtigkeit von 20 m erreicht haben wird.

### 124. Welches sind die Regeln für Anlage und Betrieb eines Tagebaues?

Beim Eröffnen eines Tagebaues muß der erste Abraum an eine Stelle gebracht werden, wo er keine bauwürdigen Teile der Lagerstätte bedeckt. Späterhin kommt der Abraum

immer an die abgebauten Stellen und rückt somit dem Abbau nach.

Der Transport muß um so billiger eingerichtet werden, je größer die zu fördernden Massen sind.

Sobald das Aufdecken hinreichend weit vorgeschritten ist, beginnt der Abbau, welcher bei mächtigen Lagerstätten gleichfalls in abgesetzten Stößen, also stroffenmäßig, zu führen ist, einmal, um die Zahl der freien Flächen und die Angriffspunkte zu vermehren, und außerdem, um den Arbeitern eine sichere und bequeme Stellung zu verschaffen.

Die Richtung der Stöße muß rechtwinkelig zu etwa vorhandenen regelmäßigen Schichten sein.

Wasserhaltung und Förderung geschieht am besten in Schächten, welche man außerhalb des Tagebaues anlegt und mit diesem durch Sumpf- und Förderstrecken verbindet. Wo man mit Stößen abbaut, wird die Förderung auch wohl durch einen Aufzug bewirkt, der in einer der Böschungen so anzulegen ist, daß er mit einem Gestellwagen die auf jedem Stoß herankommenden Förderwagen aufnehmen kann.

Bei dem Tagebau in Ladowitz (Böhmen) findet der Abbau des 20 m mächtigen, mit 4 oder 5° einfallenden Braunkohlenflözes in folgender Weise statt.

Zunächst geschieht die Gewinnung und Verladung des etwa 12 m hohen Abraumes durch den Dampf-Erdarbeiter von Dunbar & Ruston, wodurch 60—70 Arbeiter erspart werden. Ein eiserner, mit Stahlzähnen versehener Eimer von 0.75 cbm Inhalt wird von der Maschine mittels Kette am Abraumstoß hinaufgezogen und füllt sich dabei. In der höchsten Stellung wird er durch einen Drehkran über einen, neben der Maschine stehenden Wagen gebracht, durch Öffnen der Bodenklappe entleert und behufs Wiederholung der Arbeit bis zum Fuße des Abraumstoßes gesenkt. In der Stunde können 60—70 Schnitte gemacht werden. Die Vorwärtsbewegung der Maschine auf dem Geleise geschieht selbstthätig, die Bedienung durch drei Mann.

Das abgeräumte Flöz wird sodann von der im Schachtpfeiler liegenden Förderstrecke aus in einer Länge von 20 m Breite und 2 m Höhe durchörtert, sowie an der einen Längsseite bis nahe unter Tage geschlizt. Alsdann bohrt man in jeden der durch die Strecken gebildeten Pfeiler von 1.50 m Seite ein Loch von 1 m Tiefe, besetzt mit Dynamit und sprengt mittels Elektrizität. Dabei stürzt die ganze Masse in sich zusammen und liefert ungefähr zur Hälfte Stückkohlen.

In ähnlicher Weise erfolgt der Abbau in den Kalksteinbrüchen von Rüdersdorf bei Berlin.

#### Vierter Abschnitt.

### F ö r d e r u n g .

---

#### 125. Was versteht man unter Förderung?

Unter Förderung versteht man den Transport der durch die Häuerarbeiten gewonnenen Fossilien vom Gewinnungspunkte bis zum Verbrauchsorte (Aufbereitung, Hütte) oder bis zu den Abfuhrreinrichtungen (Wagen, Eisenbahnwagen, Schiffe) über Tage.

Demnach ergeben sich für die Förderung naturgemäß zwei Hauptabteilungen, nämlich:

1. die Förderung unter Tage oder die **Grubenförderung**;
2. die Förderung über Tage oder die **Tagesförderung**.

Bei der Grubenförderung ist der Transport vom Gewinnungspunkte bis zum Schachte — Streckenförderung — von der Schachtförderung zu unterscheiden.

Auch bei der Streckenförderung kommen mehrere Arten vor, je nach der Neigung der Förderbahnen und der Richtung, welche die Förderung nimmt: Förderung auf ganz oder nahezu horizontalen Bahnen und solche auf stärker geneigten Bahnen, entweder abwärts (Bremsberge und Bremschächte) oder aufwärts aus Unterwerksbauen.

---

## A. Grubenförderung.

### Erstes Kapitel.

### Streckenförderung.

126. Welches sind die verschiedenen Arten der Streckenförderung?

Die Streckenförderung beginnt mit dem Einladen der Massen in die Fördergefäße durch Wegfüllarbeit.

Diese Gefäße werden entweder getragen — tragende Förderung —, oder geschleift — schleifende oder schleppende Förderung —, oder mit Rädern versehen auf entsprechenden Bahnen durch einen Motor (Menschen, Tiere, Maschinen) fortbewegt — rollende Förderung.

Die tragende Förderung beschränkt sich im wesentlichen auf das Tragen der Fördermassen in Fülltrögen, z. B. beim Einstürzen der Erze in nahe gelegene Rollen oder beim Füllen der Förderwagen mit Kohle, wenn sie für das Werfen mit der Schaufel zu entfernt stehen.

Die schleppende Förderung geschieht in weniger mächtigen Flößen mit Schlitten oder Schlepptrögen vom Abbaustoß bis zur Förderstrecke, wo das Umladen in Förderwagen stattfindet. — Von größerer Wichtigkeit ist die rollende Förderung.

#### a) Geräte.

127. Welches sind die bei der rollenden Förderung gebrauchten Geräte?

Bei geringen Förderlängen gebraucht man Handkarren unter Zuhilfenahme eines über die linke Schulter und den rechten Oberarm gelegten Seilzeuges, bei größeren Förderlängen ausschließlich Hunde (Förderwagen). Hund ist die ältere bergmännische, Förderwagen die neuere Benennung für alle vierrädrigen Streckenfördergefäße (Wagen slowakisch: Hyntow; das erste derartige Gerät kam aus Ungarn unter dem Namen „ungarischer Hund“; richtiger wäre wohl „Hunt“).

## 128. Wie sind die Hunde eingerichtet?

Die nur beim Mansfelder Kupferschieferbergbau gebrauchten Strebräderhunde, der eben genannte ungarische Hund (von welchem Fig. 99 und 100 ein Bild geben), und der deutsche Hund haben glatte Räder und laufen auf glatten, zumteil mit Eisen belegten Bahnen. Der ungarische und der deutsche Hund sind kaum noch im Gebrauch, an ihre Stelle sind die Hunde mit Spurkranzrädern getreten, nachdem man sich vorher vergeblich bemüht hatte, das „Spurhalten“ dadurch zu erreichen, daß man im Boden des sonst nur wenig veränderten ungarischen Hundes einen Spurnagel anbrachte, welcher sich in einer zwischen den Laufpfosten offengelassenen Spur führte.

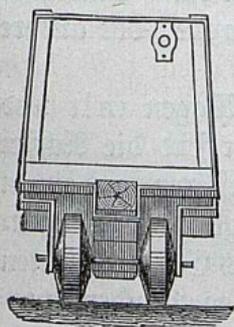
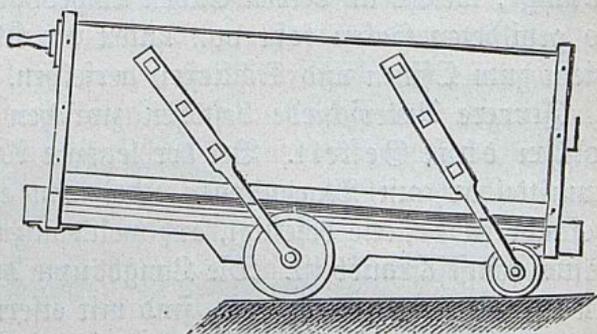


Fig. 99.

Fig. 100.  
Ungarischer Hund.

Die Hunde mit Spurkranzrädern werden englische Hunde oder englische Förderwagen genannt, obgleich sie eine rein deutsche Erfindung sind, indem sie in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zuerst zwischen der Grube Dorothea und der Dorotheer Erzwäsche bei Klausthal angewendet wurden. Von hier wurden die Spurkranzräder 1810 nach England gebracht. — Stephenson wendete sie bei der ersten Lokomotive an.

## 129. Wie sind die neueren Förderwagen eingerichtet?

Von den neueren Förderwagen giebt es mehrere Arten. Die gebräuchlichsten sind solche ohne Klappen, welche über

Tage mittels besonderer Stürzvorrichtungen — Wipper — entleert werden müssen, während die Wagen mit Klappen einfach hinten aufgehoben und nach Öffnen der Klappe entleert werden. Aus diesem Grunde sind die Vorrichtungen zum Ausstürzen bei Anwendung der Hunde mit Klappen einfacher und billiger; sie haben aber den Nachteil, daß die Klappen sich während der Förderung leicht öffnen, was eine Verzettlung von Kohle und eine Verunreinigung der Förderbahn verursacht. Auch sind die Wagen mit Klappen viel weniger haltbar. Der Verschuß der Klappen geschieht u. a. mittels eines einfachen stehenden Riegels oder, wie zumeist auf den böhmischen Braunkohlengruben, mittels einer unter dem Wagen hindurch gehenden und in Lagern geführten Stange, welche an beiden Enden umgebogen ist. Einer der so gebildeten Haken faßt von unten die Klappe, der andere dient zum Öffnen und Schließen derselben.

Fernere Unterschiede bestehen zwischen Wagen mit und solchen ohne Gestell. Bei der letztern Art sind die Achsen unmittelbar am Wagenboden, bei den ersteren an einem besonderen Gestelle befestigt, auf welchem zugleich der Wagenkasten festgeschraubt ist. Die Langbäume des Gestelles treten an beiden Enden etwas vor, sind mit eisernen Bändern umgeben und dienen als Puffer.

In Westfalen sind beide eben genannten Arten vertreten; bei eisernen Förderwagen fehlt häufig das Gestell, so z. B. bei dem Förderwagen von Zeche Konstantin der Große (Fig. 101 und 102). Derselbe hat eine Blechstärke von  $2\frac{1}{2}$  mm, ein Ladungsgewicht von 500 und ein Leergewicht von 232 kg, nämlich:

der Kasten . . . . .	184 kg
vier Gußstahlräder . .	30 „
zwei Cbrardsche Achsen	18 „

In Saarbrücken beträgt das Gewicht des leichtesten (hölzernen) Förderwagens (Sulzbach-Altenwald) 265 kg mit 0.57 cbm Inhalt, dasjenige des schwersten (bei der Kettenförderung im Burbachstollen) 346 kg bei 0.58 cbm Inhalt.

Auf den Gruben Heinitz und Dechen setzt sich das Gewicht eines Wagens folgendermaßen zusammen:

Holzkaften und Langbäume . . . . . 108 kg

Eisenbeschlag einschließlich Schrauben 116 „

zwei Radsätze mit Achsen . . . . . 88 „

Im ganzen 312 kg.

Bei einer Nutzlast (einschließlich Überladung) von 525 kg schwankt in Saarbrücken demnach das Gewicht der toten Last zur Gesamtlast zwischen 33 und 40 Proz. Der Preis beträgt pro Wagen zwischen 50 und (Heinitz) 89 *M.*

In Westfalen stellt sich das durchschnittliche Gewicht eines Förderwagens auf 288 kg.

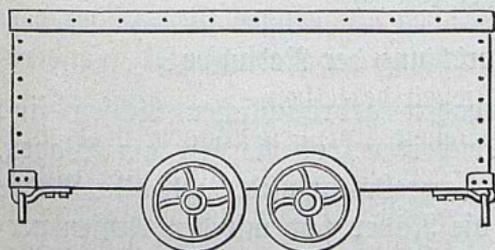


Fig. 101.  
Förderwagen von Zeche Konstantin.

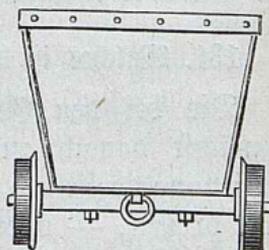


Fig. 102.

### 130. Wie sind die jetzt gebräuchlichen Räder eingerichtet?

Die Räder bestanden früher ausschließlich aus Gußeisen (Hartguß), neuerdings bestehen sie vielfach aus Gußstahl. Gußstählerne Räder sind zwar teurer nach Gewichtseinheit, weniger nach Stück, weil sie sehr leicht sind. Auch sind sie haltbarer als gußeiserne.

Die Räder sind entweder Scheibenräder mit und ohne Löchern, oder Speichenräder. Bei Förderung in Diagonalen sind Scheibenräder ohne Löcher nicht brauchbar, wenn man bremsen muß, was durch Einstecken von dicken Holzstöcken in die Löcher oder Speichen geschieht.

Der Durchmesser der Räder muß möglichst groß sein, weil die Wagen dann leichter gehen; es dürfen aber die Wagen selbst nicht zu hoch werden. In Westfalen ist ein

Durchmesser des Laufkranzes von 36.4 cm (am Spurfrenze 41.0 cm), in Saarbrücken ein solcher von 38 cm üblich. Ein solches Rad wiegt in Saarbrücken 14.5 bis 15 kg, ein Paar Räder mit Patentachse für 673 mm Spurfweite 45.2 bis 52.1 kg. Unter 26.5 cm wird man nur bei sehr niedrigen Strecken herabgehen. Damit sich die Räder von vornherein gut einlaufen, müssen ihre Naben bei festen Achsen glatt ausgedreht sein.

Der Spurfrenz wird nach dem Rande zu schwächer; dabei ist allerdings ein Entgleisen leichter möglich, aber dafür die Reibung geringer.

Der Laufkranz hat eine Breite von 26 bis 46 mm, und ist entweder cylindrisch oder konisch.

### 131. Welches ist die Einrichtung der Radachsen?

Die bei den Grubenwagen gebräuchlichen Achsen sind zunächst danach zu unterscheiden, ob sie fest am Wagen, beziehungsweise am Gestell angebracht sind, wobei die Räder sich drehen, — oder ob die Räder fest mit den Achsen verbunden sind, wobei letztere in besonderen Lagern laufen.

Im ersteren Falle haben die Achsen schwach konische, gut abgedrehte Zapfen, im anderen Falle sind sie an der im Lager laufenden Stelle abgedreht.

Die älteren Förderwagen hatten ausschließlich feste Achsen und bewegliche Räder; auch jetzt sind solche noch vorwiegend in Anwendung, weil die Wagen dabei leicht durch Krümmungen zu bringen sind und sich am billigsten stellen. Sie haben aber den Übelstand, daß die Radnaben sehr leicht verunreinigt werden, daß die Wagen infolgedessen schwer gehen und Naben sowohl als Achsenzapfen sich schnell abnutzen. Außerdem erfordern sie sehr viel Schmiermaterial, weil dasselbe leicht herausgepreßt wird und zum großen Teile schon beim Schmieren verloren geht.

Bei beweglichen Achsen und festen Rädern lassen sich diese Nachteile allerdings leicht beseitigen; die Wagen gehen aber

beim Durchlaufen von Kurven schwer, weil die Räder an der Außenseite der Kurven in gleicher Zeit einen größeren Weg zurücklegen müssen, als die anderen, und deshalb von diesen gebremst werden, ein Übelstand, welcher mit der Spurweite wächst. Man hat deshalb am Harz bei großer Spurweite an Erzhusden jedem Rade eine besondere bewegliche Achse gegeben, welche in zwei Lagern läuft, erreicht aber denselben Zweck in neuerer Zeit weit einfacher durch die immer allgemeiner angewendete Einrichtung, daß man an beweglichen Achsen zwei über Kreuz stehende Räder fest und zwei beweglich macht, indem man bei zwei Rädern einen Splint in die Nabe eingreifen, bei den anderen jedoch nur durch den aus der Nabe hervorragenden Achsenzapfen gehen läßt.

Auf gerader Bahn werden sich dabei nur die Achsen bewegen, weil sie in ihren Lagern gut geschmiert sind.

Die Achsen bestehen aus Schmiedeeisen und in neuerer Zeit vielfach aus Gußstahl.

### 132. Wie geschieht das Schmieren der Wagen?

Das Schmieren der Wagen hat einen großen Einfluß auf die Förderleistung. Dasselbe muß in solcher Weise geschehen, daß bei möglichst geringem Aufwand an Material die Förderwagen gleichmäßig gut laufen.

Bei den gewöhnlichen festen Achsen mit beweglichen Rädern werden die Wagen, am besten in sogenannten Schmierwippen, auf die Seite gelegt und flüssiges Öl in die Nabe gegossen, während das Rad schnell umgedreht wird; bei Anwendung zäher Schmiere, welche nach dem Abnehmen des Rades mit einem Pinsel aufgetragen wird, geht allerdings weniger Material, aber mehr Zeit verloren. Dabei muß jeder Wagen in einer Schicht mindestens einmal geschmiert werden.

Besser sind die Einrichtungen, bei denen ein größeres Quantum Schmiermaterial für längere Zeit anhält und allmählich den tragenden Stellen zugeführt wird, wie es u. a. bei der Cbrardschen Patentachse der Fall ist.

Dieselbe besteht aus einer beweglichen Achse *a* (Fig. 103, 104, 105), welche von einem die Schmierkammer bildenden hohlen Cylinder *b* umgeben ist. Dieser wird durch den mit einer Schraube verschließbaren Ansatz *c* gefüllt und mit den Lagern *d* am Bogen des Wagens oder am Gestelle befestigt.

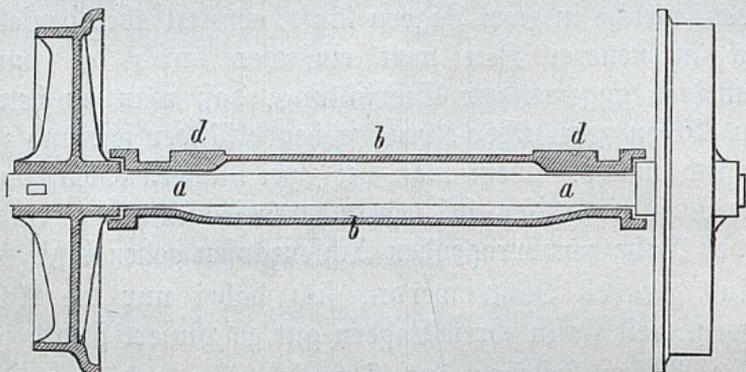


Fig. 103.

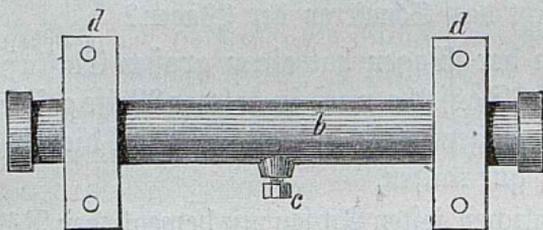


Fig. 104.

Patentachse von Cuvard.



Fig. 105.

Die Schmiere arbeitet sich allmählich nach den tragenden Stellen hin, ist aber durch das genaue Anschließen der Radnabe an die Schmierbüchse am Austreten verhindert.

Die Cuvardsche Patentachse ist in Saarbrücken und Westfalen viel in Anwendung. Sie braucht nur alle vier bis acht Wochen frisch gefüllt zu werden und erhält während dieser Zeit die Wagen in gleichmäßig guter Schmierung.

Auf Beche Fortschritt bei Dux in Böhmen sind die Patentachsen durch folgende einfache, billige und zweckmäßige

Vorrichtung ersetzt (Fig. 106, 107). Die beweglichen Radachsen haben an ihren Enden eine mit Schraubengewinde versehene Hohlung von 80 cem Inhalt, von welcher aus eine rechtwinklig verlaufende Bohrung an der tragenden Stelle unter dem Achsenlager mündet. Durch Drehung

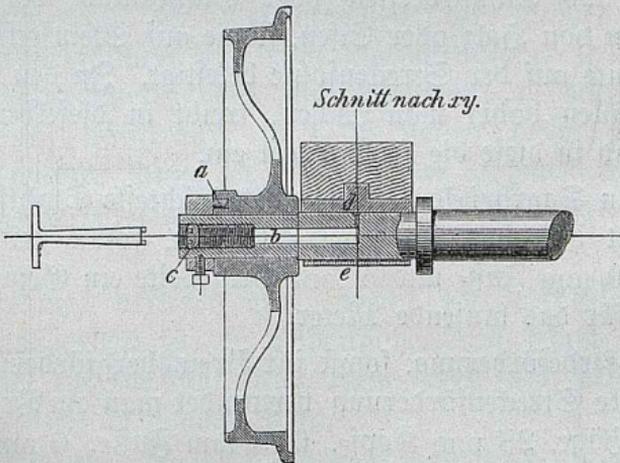


Fig. 106. Schmiervorrichtung auf Zeche Fortschritt bei Dux in Böhmen.

einer, in die Schmierkammer passenden, mit Liderung versehenen Schraube wird die Schmiere herausgepreßt. Die Schraube wird mit Hilfe eines Schlüssels alle drei Tage um  $\frac{1}{4}$  Windung gedreht.

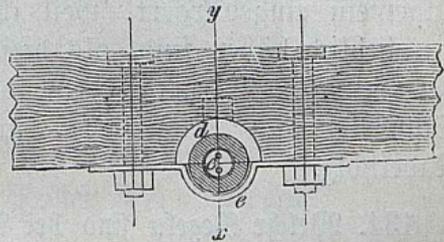


Fig. 107. Schmiervorrichtung auf Zeche Fortschritt bei Dux in Böhmen.

Die Achsenlager sind halbe, unten offene. Um das Herausfallen der Achsen zu verhindern, sind unter denselben einfache Bleche angebracht. Von den Rädern ist je eines fest und eins beweglich.

### b) Förderbahnen.

133. Welches sind die gegenwärtig gebrauchten Förderbahnen?

Die gegenwärtig gebrauchten besseren Förderbahnen entsprechen genau den Eisenbahnen und unterscheiden sich von diesen nur durch entsprechend kleinere Maße. Die Schienen bestehen aus Schmiedeeisen oder Stahl und werden auf Schwellen von Holz oder Eisen, sowie auf Steinsokeln, bisweilen auch auf der Streckensohle befestigt. In den letzteren beiden Fällen bohrt man Löcher, treibt in dieselben Holzpflocke und in diese die Hafennägel ein.

Das in Saarbrücken angewendete leichteste Stahlschienenprofil hat bei einer Höhe von 47.5 mm, sowie bei 33 mm Kopf-, 40 mm Fuß- und 5 mm Stegbreite ein Gewicht von  $5\frac{3}{4}$  kg für das laufende Meter.

Für Pferdeförderung, sowie für Bremsbergförderung und maschinelle Streckenförderung verwendet man ein Profil von 79 mm Höhe, 28 mm Kopf-, 61.5 mm Fuß-, 6 mm Stegbreite, von welchem das laufende Meter 11 kg wiegt.

Eiserne und stählerne Schwellen haben sich noch nicht allgemein eingebürgert, weil ihre Anschaffungskosten nicht unerheblich höher sind, als diejenigen hölzerner Schwellen. In Hauptförderstrecken verwendet man deshalb vorwiegend Schwellen aus Eichenholz, in Abbaustrecken solche aus Nadelholz.

134. Welche Regeln sind bei Anlage einer guten Förderung zu befolgen?

Die Förderbahnen müssen in Richtung und Neigung möglichst gleichmäßig sein und auch eine an allen Punkten gleiche Spurweite haben, damit die Wagen weder durchfallen, noch die Räder festgehalten werden können.

In letzterer Beziehung ist vor allem darauf zu sehen, daß die eisernen und stählernen Schienen bei wichtigen Bahnen gleichzeitig mit dem Befestigen auf den Schwellen auch gerade gerichtet werden.

Die Spurweite schwankt zwischen 50 und 78 cm, gewöhnlich beträgt sie etwa 63 cm, geht aber bei engen und vielfach gekrümmten Strecken auf 41 cm herab.

Ferner soll das Heraufbewegen der leeren und das Abwärtsbewegen der vollen Last gleichen Kraftaufwand beanspruchen. Die hierzu erforderliche Neigung hängt wesentlich von der Beschaffenheit der Bahn, von der Schmiervorrichtung und vom Verhältnisse  $d:D$  ab, wenn  $d$  der Durchmesser des Achsenzapfens,  $D$  derjenige des Rades am Laufkranz ist. Je kleiner dieser Bruch ist, um so leichter läuft der Wagen. Im allgemeinen schwankt die Neigung der Förderbahnen zwischen vier und sechs auf tausend.

Allerdings verliert man, wenn die Förderbahn nicht horizontal gelegt ist, an Abbauhöhe, was jedoch nur dann wesentlich ins Gewicht fällt, wenn man eine tiefere Sohle nicht in Aussicht nehmen kann.

Bei der Berechnung der Neigung für Förderbahnen wird es darauf ankommen, zunächst die bestimmten Faktoren zu ermitteln. Diese sind bei Steinkohlengruben in runden Zahlen anzunehmen wie folgt:

Gewicht der Ladung	500 kg
Gewicht des Wagens	250 „
Durchmesser des Zapfens ( $d$ )	4 cm
„ „ Rades ( $D$ )	40 cm.

Für den Koeffizienten der Zapfenreibung nimmt v. Hauer die Werte 0.054, bei Patentachsen dagegen 0.07—0.14 bei periodischer Schmierung (festen Achsen und beweglichen Rädern), sowie für rollende Reibung 0.11 an.

Im allgemeinen kann man als Erfahrungszahl betrachten, daß die gesamten Widerstände bei dem Transporte einer 1000 kg schweren Last auf Grubenschienen zwischen 12.35 und 21.76 kg oder zwischen  $\frac{1}{81}$  und  $\frac{1}{49}$  einer beliebigen Last schwanken.

## 135. Wie sind die Weichen bei Förderbahnen eingerichtet?

Die einfachste Weise besteht aus einzelnen auf Schwellen festgenagelten Teilen; sie ist durch Figur 108 dargestellt. Besser sind Zungenweichen, bei denen die Weichen durch drehbare „Zungen“ geöffnet und geschlossen werden. Fig. 109 zeigt eine Weiche, bei welcher zwei Fördergeleise durch enge Stellen geführt werden, ohne daß die Räder ihr Geleise zu verlassen brauchen.

Bei Wechsell, durch welche die Förderwagen stets in derselben Richtung laufen, wie in Figur 110, wo der gefiederte

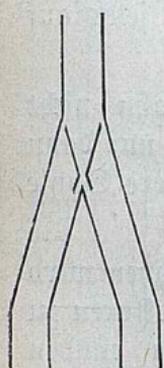


Fig. 108.

Weiche mit festen  
Zungen.

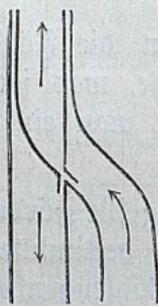


Fig. 109.

Zwei Geleise zu einer  
Weiche zusammengezogen.

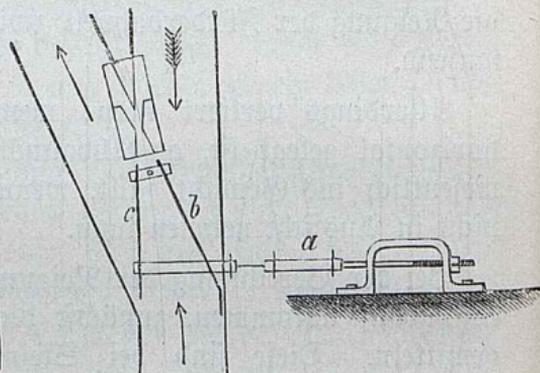


Fig. 110.

Selbständige Weiche mit Gummiseil.

Pfeil die Richtung der gefüllten, der andere diejenige der leeren Wagen andeuten soll, ist anstatt der Zugstange ein Gummiseil *a* angebracht, welches die beiden Zungen *b* und *c* immer in der gezeichneten Stellung, also für die leeren Wagen offen erhält. Durch die Spurkränze der vollen Wagen werden die Zungen zur Seite gedrängt, nach dem Vorbeilaufen derselben werden sie durch das Gummiseil wieder angezogen.

Figur 111 und 112 sind Weichen für Bremsberge und Förderstrecken, welche in engen Mäßen gehalten werden, auf der Mitte aber eine Gelegenheit zum Ausweichen der vollen und leeren Wagen bieten müssen. Bei Anwendung von drei Schienen, wie in Figur 112, geht das Ausweichen von selbst,

bei zwei Schienen muß man jedoch entweder selbstthätige Weichen nach Art der Gummiweichen einlegen oder, wie es auf den Kohlenwerken der österr. Staatsbahngesellschaft geschieht, den Bremsgestellen auf der Seite der äußeren, durchgehenden Schienen Räder mit doppeltem Spurkranz geben.

Sehr geeignet für Bremsberge und einfallende Strecken ist auch das Geleise (Fig. 113), welches unter der Ausweiche-  
stelle aus drei, über derselben aus zwei Schienen besteht.

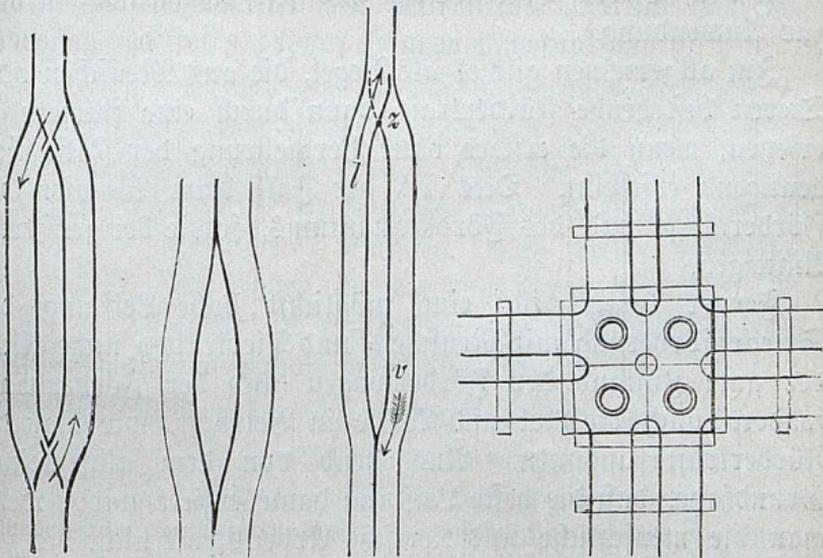


Fig. 111.  
Förderbahnen mit Ausweiche-  
stellen.

Fig. 112.

Fig. 113.  
Förderbahn  
mit zwei und drei  
Schienen.

Fig. 114.  
Wendepfah.

Die bewegliche Zunge *z* stand in der punktierten Stellung, als der Zug *v* einlief, während sie der Zug *l* selbstthätig zur Seite geschoben hat. In dieser Stellung wird die Zunge verbleiben, bis der nächste abwärts laufende Zug vorbei ist, während sie der aufwärts kommende wiederum in die punktierte Lage bringt.

An Stellen, wo Geleise sich kreuzen, legt man Wendepfah mit Wechselplatten ein. Dieselben bestehen am besten aus Gußeisen, haben eine Stärke von 16 bis 20 mm,

ferner aufgegossene Rippen, nämlich eine ringförmige in der Mitte und je eine in der Größe eines Viertelkreises an jeder Ecke zum Anschluß der Schienen (siehe Fig. 114).

### c) Förderkräfte.

136. Welche Förderkräfte kommen bei der Streckenförderung in Anwendung?

Bei der Streckenförderung kommen die Kräfte von Menschen, Tieren, Lokomotiven und feststehenden Maschinen zur Anwendung.

Im allgemeinen gilt es als Regel, die aus Menschen oder Tieren bestehende Förderkraft dann durch eine stärkere zu ersetzen, wenn die erstere ohne Vermehrung der Zahl nicht genügend erscheint. Dies ist der Fall beim Wachsen der Förderlänge und des Förderquantums, sowie bei größerem Ansteigen.

Ferner kommt für eine möglichst hohe Leistung der Streckenförderung mit Menschen- und Tierkräften nicht allein der gute Zustand der Förderwagen und der Förderbahn, sondern auch die Art und Weise in Betracht, wie man die Förderkräfte ausnutzt. Ausgehend von dem allgemeinen Grundsatz, daß die beste Leistung dann erzielt wird, wenn man die menschliche und tierische Arbeitskraft nicht bis zur Erschöpfung in Anspruch nimmt, und daß eine größere Anstrengung stets mit einer geringeren wechseln soll, werden ebenso, wie bei der Karrenförderung, größere Förderlängen auch für Förderwagen in Wechsel eingeteilt. So hat man auf Gräfin Lauragrube in Oberschlesien durch eine zweckmäßige Verteilung der Wechsel, welche man für die Füller auf 77 m, für die Wagenstößer auf 165 m und für Pferde auf 455 m festsetzte, eine Vermehrung der Leistung um 80—100 Proz. erzielt.

137. Wie wird die Pferdeförderung eingerichtet?

Während bei Förderung mit Menschenkraft jeder Arbeiter gewöhnlich nur einen Hund schiebt, kuppelt man für ein

Pferd etwa acht bis zehn, bei sehr gutem Zustande der Wagen und Bahnen aber bis zwanzig Förderwagen à 500 kg Inhalt zu einem Zuge zusammen.

Die Förderlänge, bei welcher Pferdekraft die Menschenkraft mit Vorteil ersetzen kann, richtet sich nach den bei der Förderung zu überwindenden Widerständen, nach dem Preise der Pferde und nach dem Vorhandensein von menschlichen Arbeitskräften. Auf fehlerfreien Bahnen und mit der besten Wagenkonstruktion ist der Unterschied zwischen den Nutzleistungen noch bei großen Längen unbedeutend.

Die Streckensohle muß bei der Pferdeförderung fest, darf aber nicht glatt oder so eingerichtet sein, daß sich die Pferde an den Hufen verletzen können. Glatter Bohlenbelag mit aufgenagelten Leisten ist deshalb unzweckmäßig, besser sind gestampfte (chaussierte) Bahnen, noch besser gepflasterte. Ziegelsteine sind dabei auf die hohe Kante zu stellen. Das geeignetste Pflaster ist unstreitig dasjenige mit Holzklößen, welche auf das Hirnholz gestellt werden.

Die Pferde haben ihre Stallung entweder über oder unter Tage. Im ersteren Falle müssen die Pferde täglich ein- und ausgefördert werden, was in der Regel mit dem Förderkorbe geschieht. Sind die Schächte zu eng, so werden die Pferde in Schlingen eingehängt. In Saarbrücken läßt man die Pferde durch besondere einfallende Strecken ein- und ausfahren.

138. Welches sind die verschiedenen Arten der Streckenförderung mit stehenden Maschinen?

Man unterscheidet fünf Arten:

1. das Newcastle System mit Vorder- und Hinterseil,
2. mit Gegenseil,
3. mit Seil oder Kette ohne Ende,
4. mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseil,
5. mit schwebender Kette.

## 1. Vorder- und Hinterseil.

Bei der Förderung mit Vorder- und Hinterseil geht von dem einen Treibkorbe  $t$  der Maschine (Fig. 115) das Vorderseil  $v$  zum Wagenzuge  $w$ ; an diesen schließt sich das Hinterseil  $h$  an, welches über eine am Ende der Bahn befindliche Scheibe  $s$  hinweg zum Treibkorbe  $t$ , zurückkehrt. Das Vorderseil liegt in der Mitte eines Geleises und wird in passenden Abständen auf Rollen geführt. Das Hinterseil liegt neben der Bahn, gewöhnlich an der Wange, oder unter der Firste, auch wohl in einer besonderen Strecke, und wird ebenfalls auf Rollen geführt.

Beide Körbe sind beweglich. Ist der beladene Zug bei  $s$  fertig aufgestellt, so wird der Korb  $t$  eingekuppelt und nun mit dem Vorderseile der volle Zug herangeholt, während

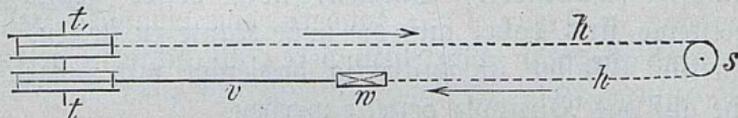


Fig. 115. Förderung mit Vorder- und Hinterseil.

gleichzeitig das Hinterseil nachgezogen, beziehungsweise von dem losen Korb  $t$ , abgewickelt wird.

Bei Ankunft des Zuges werden die Seile  $v$  und  $h$  von demselben gelöst und an den leeren Zug gehängt, welcher auf einem, mit dem Hauptgeleise durch eine Weiche verbundenen Nebengeleise fertig zusammengekuppelt stehen muß. Sodann wird der Korb  $t$ , eingekuppelt, worauf das Hinterseil  $h$  den leeren Wagenzug auf demselben Geleise zurückbringt und dabei das Vorderseil vom losen Korb  $t$  abwickelt.

Bei Ankunft des leeren Zuges hängt man die Seile wiederum an den unmittelbar daneben stehenden vollen Zug  $z$ .

Das Hinterseil kann entsprechend seiner geringeren Belastung schwächer sein, als das Vorderseil, muß aber die doppelte Länge desselben, sowie der Förderbahn haben.

An den Seilenden befinden sich zum Einhängen in den vorderen und hinteren Wagen ebensolche Haken, wie an den Kuppelketten (Fig. 116), welche zur Verbindung der Förderwagen zu Zügen dienen. Die Ringe *b* sollen das Aushängen der Haken *b* verhüten. Die Seilgeschwindigkeit beträgt 3 m und die Wagenzahl 130 bis 150.

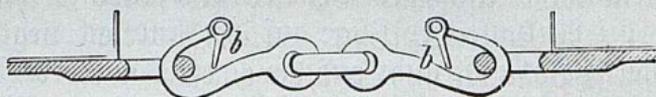


Fig. 116. Kuppelkette.

## 2. Förderung mit Seil und Gegenseil.

Diese Förderung unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen dadurch, daß die Körbe für das Seil (Vorderseil) und das Gegenseil (Hinterseil) nicht auf derselben Achse, wie in Figur 115, sondern von einander entfernt liegen und deshalb von besonderen Maschinen getrieben werden müssen (Fig. 117).

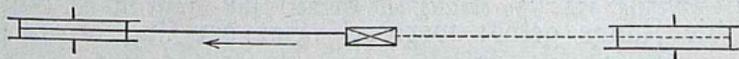


Fig. 117. Förderung mit Seil und Gegenseil.

Diese brauchen nicht gerade an den Endpunkten der Bahn zu stehen, sondern können an beliebigen Punkten derselben angebracht sein, nur müssen dann die Seile über Scheiben geführt werden, welche sich an den Endpunkten der Bahn befinden.

## 3. Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende (Fig. 118).

Während man bei beiden vorher beschriebenen Methoden die vollen und leeren Züge auf demselben Geleise befördert,

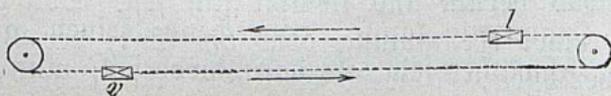


Fig. 118. Seil (Kette) ohne Ende.

kann die Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende entweder auf einem oder auf zwei Geleisen stattfinden. Im ersteren Falle muß in der Bewegung der Maschine bei Ankunft der Züge auf den Endstationen ein Stillstand und sodann ein Umkehren der Bewegung eintreten, während sich die Maschine bei Anwendung doppelter Geleise stets in derselben Richtung, entweder ohne Unterbrechung, oder mit Pausen bei Ankunft der Züge auf den Endstationen bewegt. Im letzteren Falle ist nicht auf die ganze Länge ein Doppelgeleise erforderlich, es genügt vielmehr, auf der Mitte der Bahn, wo die Züge sich begegnen, eine Ausweichstelle anzulegen, im übrigen kann die Bahn einfach sein. Ist dagegen die Bewegungsrichtung des Seiles immer dieselbe, so sind zwei Bahnen notwendig, eine für die vollen, eine für die leeren Wagen.

Läuft das Seil oder die Kette unter dem Zuge, so verbindet man dieselben mit Seil oder Kette durch Zangen, welche von einem Zugführer von dem vordersten Wagen aus gehandhabt werden. Beim Durchlaufen von Krümmungen muß die Zange gelöst werden. Hat der Zug durch seine lebendige Kraft die Krümmung durchlaufen, so faßt der Zugführer das Seil von neuem und läßt es schließlich am Ende der Bahn wieder los.

Reicht die lebendige Kraft nicht aus, so wird der Zug vor der Krümmung eine schiefe Ebene hinaufgeführt und erst beim Abwärtsgehen losgelassen.

Einzelne Wagen werden mit einem unterlaufenden Seil durch Hanfzöpfe verbunden.

Seile, welche hoch geführt werden, legt man zweckmäßig in Gabeln. Diese sind an einer der kurzen Wagenwände drehbar angebracht und zwar mit einer exzentrisch stehenden senkrechten Achse. Das Seil dreht beim Anziehen die Gabel etwas herum und klemmt sich fest. Soll das Seil, etwa vor einer Krümmung oder am Ende der Bahn, den Wagen verlassen, so wird es über hoch liegende Rollen geführt.

Ein endloses Seil wird an dem einen Ende der Bahn über Spannrollen geführt, damit es straff gehalten werden kann.

#### 4. Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Verbindungsseile.

Von den Körben  $t$  und  $t'$  (Fig. 119) laufen die Vorderseile  $v$  und  $v'$  ab, während die Verbindung mit den Wagen  $w$  und  $w'$  durch das Hinterseil  $h$  geschlossen wird. Dieses läuft über die Scheibe  $s$ , welche durch einen Spannwagen

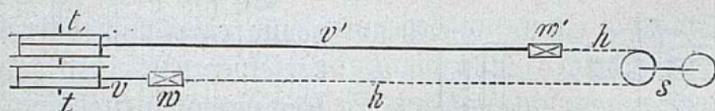


Fig. 119. Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseil.

straff gehalten wird. Deshalb kann ein Aus- und Einschalten von Zügen nicht stattfinden, das Seil muß vielmehr stets geschlossen bleiben.  $w$   $w'$  sind Gestellwagen, welche je zwei Förderwagen aufzunehmen vermögen. Zum Aufschieben der letzteren sind besondere Vorkehrungen in der Förderstrecke getroffen. Die Länge der Bahn beträgt nur 100 m.

Diese Fördermethode entspricht bei gerader Bahn vollständig einer geneigten Förderung mit Gestellwagen oder auch der Schachtförderung mit Körben, und kann, wie diese, mit großer Geschwindigkeit ausgeführt werden. Für größere Längen erscheint sie aber trotzdem nicht leistungsfähig genug.

#### 5. Förderung mit schwebender Kette.

Man versteht darunter diejenige\* Fördermethode, bei welcher eine Kette ohne Ende mit dauernder Bewegung nicht durch Rollen, sondern durch Förderwagen getragen wird, Figur 120, welche in gleichen Abständen unter die Kette

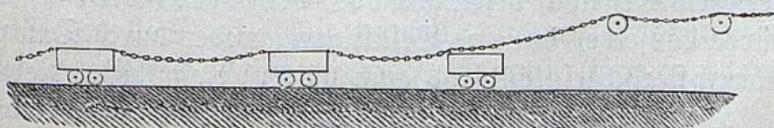


Fig. 120. Förderung mit schwebender Kette.

geschoben werden. An den beiden Enden der Förderbahn wird die Kette über höher gelegte Leitscheiben geführt und kommt von diesen wieder herab, so daß sie die untergeschobenen Wagen mitnehmen kann.

Vor Krümmungen der Bahn läßt man die Wagen zunächst eine schiefe Ebene hinaufziehen und sodann mit dem dadurch gewonnenen Gefälle die Krümmung durchlaufen, während die Kette wiederum über Rollen geführt wird und erst hinter der Krümmung die Wagen wieder mitnimmt.

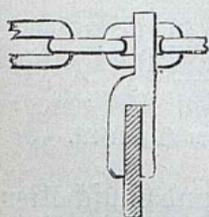


Fig. 121.

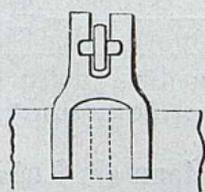


Fig. 122.

Auffsteckgabeln.

Ist die Kette schwer, so genügt ein einfaches Auflegen derselben; bei einer leichtern Kette müssen Gabeln (Fig. 121 u. 122) auf den Wagenrand gesteckt werden, in deren obern Einschnitt ein vertikales Glied der Kette eingesetzt wird.

Die nicht sehr große Geschwindigkeit von 0.75—2 m wird durch eine größere Zahl im Gange befindlicher Wagen ausgeglichen, erträgt aber auch weit stärkere Krümmungen der Strecke, als die Förderungen mit großer Geschwindigkeit.

139. Welches sind die für die Grubenförderung in Betracht kommenden Lokomotiven?

Dampflokomotiven können für die Grubenförderung in den seltensten Fällen in Betracht kommen, weil Dampf und Rauch zu sehr belästigen. Ähnliches gilt von den Heißwasserlokomotiven von Lamm-Francq.

Mit den Honigmannschen feuerlosen oder Natronlokomotiven werden noch Versuche angestellt. Sollten sich die diesem System anhaftenden Übelstände (hoher Preis, großes Gewicht) noch beseitigen oder doch vermindern lassen, so würde dasselbe, da eine Belästigung weder durch Dampf noch durch Rauch eintritt und auch die Kraft eine beständigere ist, als bei Heißwasser- und Luftlokomotiven, für die Streckenförderung von Wichtigkeit werden können.

Luftlokomotiven ergeben sehr viel Kraftverluste und sind deshalb teuer im Betrieb.

Elektrische Lokomotiven sind mehrfach in Gebrauch; es ist noch fraglich, ob ihre Leistung und ihre Selbstkosten eine allgemeinere Anwendung vorteilhaft erscheinen lassen. Auf einzelnen Gruben hat man eine feststehende elektrische Sekundärmaschine für Streckenförderung mit Seil oder Kette vorgezogen.

140. Unter welchen Umständen ist die Schiffsförderung anwendbar?

Die Schiffsförderung in der Grube ist für große Förderlängen und schwere Erztransporte eine sehr billige und zweckmäßige Fördermethode, sobald Strecken von genügendem Querschnitt zur Verfügung stehen. Für den Transport großer Massen eignet sich die Schiffsförderung in der Grube nicht und ist deshalb für Kohlenförderung nicht mehr in Gebrauch.

Der Inhalt eines Bootes beträgt am Harz 5—7.5 t ( $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{3}{4}$  Treiben); dasselbe wird von einem Schiffer in der Weise bewegt, daß derselbe im Vorderteile des Schiffes sitzt und sich mit beiden Händen an einem in der Firste ausgespannten Drahtseile fortarbeitet. In England legte sich der Arbeiter mit dem Rücken auf die Ladung und trat mit den Füßen gegen die Firste, im Hauptschlüsselerbstollen bei Fahrze waren an den Streckenwangen Pflöcke eingetrieben, welche mit den Händen erfaßt wurden.

Bei der größten Förderlänge bringt am Harz ein Arbeiter in einer Schicht ein Boot mit 5 t Erz bei 11 m Geschwindigkeit in der Minute voll hin und 22 m leer zurück. Die dabei erzielte Leistung beträgt in der Schicht 7547 mkg oder für 100 m Länge und 1 Minute 387.5 kg.

Um das zeitraubende Entladen der Schiffe mit Kraxe und Trog zu ersparen, hat man Kästen in die Boote gesetzt. Nachdem die letzteren unter dem Förderseil (Dittiliaeschacht) angelangt sind, werden die Kästen direkt am Seil angeschlagen und über Tage mit einer besonderen Vorrichtung selbstthätig entleert.

## Zweites Kapitel.

**Bremsbergförderung.****141. Was versteht man unter Bremsberg?**

Unter Bremsberg versteht man eine schiefe Ebene, auf welcher die Förderung an einem Seile oder einer Kette herabgelassen und die leere Last mit Hilfe des Herabgleitungs- triebes entweder direkt oder durch ein Gegengewicht aufwärts- gezogen wird.

Die geringste Neigung eines Bremsberges, bei welcher die volle Last noch im Stande ist, die leere heraufzuziehen, würde sich nach den Gesetzen der schiefen Ebene berechnen lassen; bei der Schwierigkeit indes, die einschlagenden Faktoren, besonders die Reibungswiderstände, richtig zu beurteilen, ist eine solche Berechnung unzuverlässig. In der Praxis schwankt diese Minimalneigung zwischen 2 und 10°, je nach der Länge des Bremsberges, bezw. des leeren Seilgewichts und der Anzahl der herabgehenden Wagen.

**142. Was versteht man unter einrömmigen und zweitrömmigen Bremsbergen?**

Einrömmige Bremsberge sind solche, welche nur ein nutzbares Fördergeleise haben, während auf einem zweiten Geleise ein Gegengewicht auf- und niederbewegt wird. Das letztere kann nebenlaufend oder unterlaufend sein.

Zweitrömmige Bremsberge haben zwei nutzbare Fördergeleise. Während auf dem einen die volle Last abwärtsgeht, wird gleichzeitig auf dem zweiten Geleise die leere Last nach oben bewegt.

Wo es sich darum handelt, das Förderquantum vom Kopfe des Bremsberges bis zum Fuße desselben zu schaffen, sind zweitrömmige Bremsberge anzuwenden, während einrömmige vorzuziehen sind, wenn mehrere Anschlagspunkte in den Bremsberg münden.

Findet der Abbau vom Bremsberg aus einflügelig statt, dann sind nebenlaufende, bei zweiflügeligem Abbau dagegen unterlaufende Gegengewichte anzuwenden.

## 143. Welches ist die Ausrüstung eines Bremsberges?

Ein Bremsberg muß am Kopfe mit einem Bremsapparat (Bremshaspel) versehen sein. Bis zu einer Steigung von  $20^\circ$  können die Wagen unmittelbar auf den Schienen laufen, bei mehr als  $20^\circ$  Neigung müssen Bremsgestelle (Bremsböcke) angewendet werden, welche ebenso wie die Gegengewichte mit dem Seile oder der Kette zu verbinden sind.

## a) Bremshaspel.

## 144. Wie sind die Bremshaspel eingerichtet?

Die Bremshaspel bestehen aus den Seiltrommeln, oder aus einer einfachen Seilscheibe (Scheibenbremse) mit einer Bremsvorrichtung. Diese ist entweder eine einfache oder doppelte Backenbremse, oder eine eiserne Bandbremse,

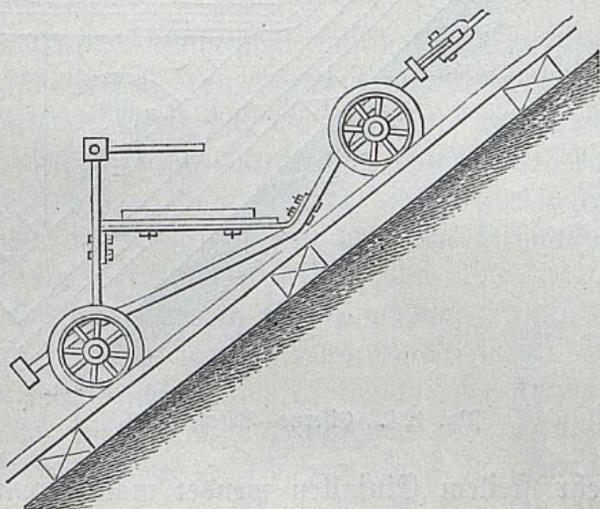


Fig. 123. Hölzernes Bremsgestell.

an welcher zweckmäßig ein Holzfutter mit Schrauben befestigt ist. Auf den preußischen Bergwerken ist vorgeschrieben, daß die Bremsen durch ein angehängtes Gewicht selbstthätig schließen müssen, und daß erst durch Anheben des Gewichtes mittels eines Hebels die Bewegung erfolgen darf.

Die Scheibenbremsen haben vor den Trommelbremsen den Vorzug, daß sie einfacher und leichter zu versehen sind.

### b) Bremsgestelle.

145. Welches ist die Konstruktion der Bremsgestelle?

Die Bremsgestelle bestehen aus einem in der Ebene des Bremsberges liegenden hölzernen oder eisernen Rahmen mit Rädern, auf welchem eine horizontale Plattform zur Aufnahme der Wagen angebracht ist (Fig. 123 u. 124).

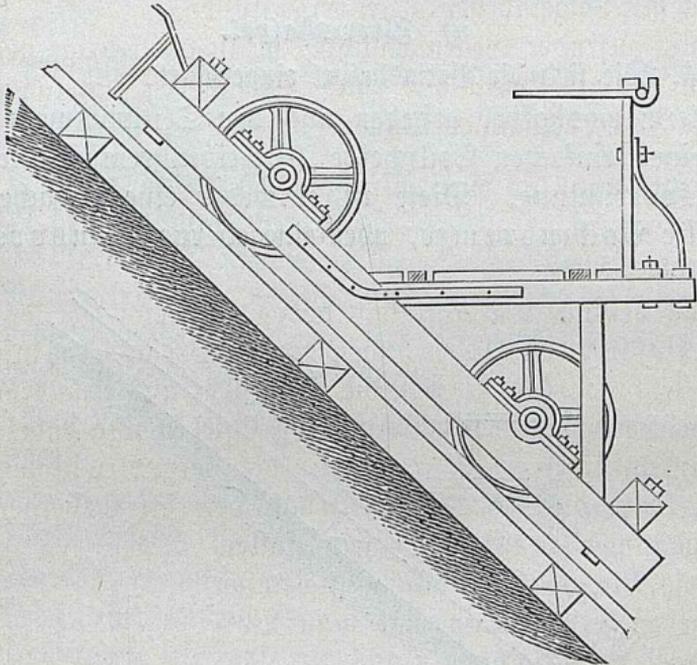


Fig. 124. Eisernes Bremsgestell.

Bei sehr steilem Einfallen wendet man Bremschlitten mit Rufen aus  $\Gamma$ -Eisen an, welche auf Latten von Buchenholz laufen.

### c) Gegengewichte.

146. Wie sind die Gegengewichte eingerichtet?

Die Gegengewichte müssen einschließl. Seil etwas leichter sein, als der Herabgleitungstrieb der vollen Last, damit durch das Hinaufziehen des Gegengewichtes der überschüssige Teil des Herabgleitungstriebes in ihnen aufgespeichert wird. Nach-

dem unten der volle Wagen durch einen leeren ersetzt ist, zieht das abwärts gehende Gegengewicht die leere Last und das zugehörige Seil aufwärts.

Da die Gegengewichte häufig von einem Bremsberge zum andern zu schaffen sind, so müssen sie aus einzelnen, nicht zu schweren Teilen zusammengesetzt sein.

Die einfachsten (nebenlaufenden) Gegengewichte sind Wagen mit eingeladenen alten Eisenstücken.

Unterlaufende Gegengewichte müssen niedrig gehalten werden, damit Bremsbock und Bremsberg eine möglichst geringe Höhe bekommen können.

#### d) Sonstige Einrichtungen bei Bremsbergen.

147. Wie sind die beim Pfeilerabbau gebräuchlichen Bremsberge eingerichtet?

Eine besondere Wichtigkeit haben die beim Pfeilerabbau in steil einfallenden Flözen angewendeten Bremsberge insofern, als es leicht vorkommt, daß die Schlepper aus Unachtsamkeit die Förderwagen in den Bremsberg schieben und dabei selbst mit hineinstürzen. Zwar besteht die bergpolizeiliche Vorschrift, daß die Abbaustrecken vor den Bremsbergen mit Schlagbäumen verschlossen sein sollen.

Da diese Vorschrift jedoch häufig außer acht gelassen wird, so hat man Vorrichtungen angebracht, welche eine größere Sicherheit in dieser Beziehung bieten.

Ein sehr einfacher Verschuß dieser Art ist auf Zeche Borussia bei Dortmund eingeführt. Derselbe besteht aus

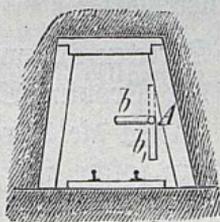


Fig. 125.

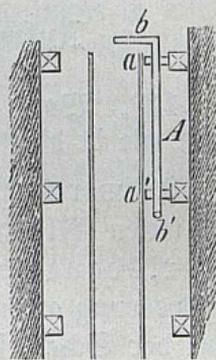


Fig. 126.

Bremsbergverschuß.

einer eisernen Stange A (Fig. 125 u. 126), deren Enden b und b' wie Haspelhörner umgebogen sind und einen Winkel von 90° einschließen. Die Stange dreht sich in den Lagern a

und  $a'$  und hat eine solche Länge, daß zwischen den Armen  $b$  und  $b'$  ein Förderwagen bequem Platz findet.

Bei der in den Figuren 125 und 126 angegebenen Stellung des Verschlußes dient der Arm  $b$  als Schlagbaum für den Bremsberg. Will der Schlepper seinen Wagen aufschieben, so muß er den Arm  $b$  in die punktierte Stellung (Fig. 125), drehen, womit aber gleichzeitig der andere, nach unten hängende Arm  $b'$  in horizontale Lage gebracht wird, dem Schlepper den Rückweg versperrt und ihn deshalb zwingt, nach vollendetem Wagenwechsel den Arm  $b$  wieder in die horizontale Lage, bezw. den Arm  $b'$  abwärts zu drehen, so daß der stetige Verschluß des Bremsberges unabhängig von der Aufmerksamkeit des Fördermannes durchaus nötig ist.

Ohne jede mechanische Vorrichtung wird derselbe Zweck erreicht, wenn man die Förderbahn kurz vor der Einmündung in den Bremsberg etwas seitlich verrückt, wie es u. a. auf der Zeche Mansfeld in Westfalen geschehen ist.

### Drittes Kapitel.

## Aufwärtsgehende Streckenförderung.

148. Wann kommt aufwärtsgehende Streckenförderung vor und wie ist dieselbe eingerichtet?

Aufwärtsgehende Streckenförderung kommt in einfallenden Strecken (Flache in der Provinz Sachsen) und bei Untertwerksbauen vor. Fallen die Strecken steil ein, so geht die Förderung allmählich in solche aus Gefenken, bezw. in die bei der Schachtförderung zu beschreibenden Methoden über.

Ist das Einfallen stärker als  $20^\circ$ , so sind, wie bei Bremsbergen, Gestelle mit einem und mehreren Wagen anzuwenden; im letztern Falle ist die Plattform treppenförmig. Bei flacherem Einfallen laufen die Wagen entweder einzeln oder in Zügen direkt auf den Schienen.

Bei der Förderung ohne Gestelle müssen an den Enden der Bahn horizontale Anschlagelplätze mit zwei Geleisen für volle und leere Wagen eingerichtet werden. Damit bei dem Überschieben der Wagen von einem Geleise auf das andere die Seile nicht im Wege sind, läßt man sie bis zum Ende der Anschlagelplätze unter der Bahn laufen. Im übrigen müssen die Seile auf Rollen geführt werden, um das Schleifen auf der Sohle zu verhüten und um sie bei Benutzung von Weichen in der Bahnmitte zu halten.

Die Förderung mit Seil und Kette ohne Ende in einfallenden Strecken entspricht der Horizontalförderung mit Stillständen nach Ankunft der Züge und immer gleicher Bewegungsrichtung des Seiles, so daß volle und leere Wagen stets auf demselben Geleise laufen.

Als Förderkräfte dienen Haspel mit und ohne Vorgelege, ferner Pferddegöpel, Dampf-, Luft- und hydraulische Maschinen. Dampfhaspel stellt man unter Tage auf, wenn der Dampf unschädlich zu machen ist, sonst stehen sie über Tage, wenn die einfallende Strecke nahe beim Schachte abgeht. Die Seile läßt man im Schachte hinabgehen und führt sie über Leitseiben in die einfallende Strecke.

Lufthaspel sind auf Zeche Ber. Hamburg, sowie in Saarbrücken und England in Gebrauch, wenn die einfallenden Strecken oder Gesenke fern vom Schachte liegen. Eine vorteilhafte Kraftübertragung bietet auch in diesem Falle das Wasser unter Benutzung kleiner Wassersäulenmaschinen, Turbinen und hydraulischer Aufzüge.

---

## Viertes Kapitel.

## Schachtförderung.

## a) Seile.

149. Welches sind die bei der Schachtförderung gebrauchten Seile?

Die ersten in älterer Zeit beim Bergbau gebrauchten Seile wurden aus Hanf geflochten. Da dieselben mit zunehmender Tiefe der Schächte sehr kostspielig wurden, so führte man am Harze im Anfange dieses Jahrhunderts „eiserne“ Seile in Gestalt von Ketten ein. Dieselben waren zwar billiger, aber zu schwer, trotzdem daß man sie nach unten verjüngte. Man glich zwar mit Erfolg durch untergehängtes „Ballastseil“ oder Unterseil das Gewicht aus, aber es zeigten sich neue Übelstände durch häufiges Zerbrechen der Ketten, welche durch die fortwährende Bewegung in den Gliedern spröde wurden.

Allen Unzuträglichkeiten wurde dadurch ein Ende gemacht, daß Oberberggrat Albert und Maschinendirektor Mühlenspfordt in Klausthal im Jahre 1834 die Drahtseile erfanden.

Zur Hasepelförderung, besonders bei kleinem Durchmesser des Rundbaumes, werden immer noch runde Hanfseile, sehr häufig aber auch biegsame Seile aus dünnem Eisen- oder Stahldraht angewendet. Bei der Göpelförderung kommen zwar auch noch hie und da Bandschlingen aus Hanf oder Aloë vor, doch werden dieselben ebenfalls mehr und mehr von Rundseilen und Bandschlingen aus Draht verdrängt.

Bandschlingen bestehen aus mehreren neben einander liegenden und durch Zusammennähen verbundenen Rundseilen.

150. Wie groß ist das Gewicht und die Tragfähigkeit der einzelnen Seilarten?

Hanfseile von gleichbleibendem Querschnitt würden bei 800 m Fördertiefe und 1500 kg Förderlast zu stark und schwer (30 000 kg), also unbrauchbar werden.

Setzt man dagegen das Hanfseil aus zehn Abteilungen von je 80 m Länge und abnehmendem Querschnitt zusammen, so beträgt das Gesamtgewicht nur 2110 kg und geteert 2400 kg.

Moseile haben ungeteert ein um  $\frac{1}{9}$  geringeres Eigengewicht als Hanfseile, aber eine geringere Zugfestigkeit, als diese.

Das Gewicht eines eisernen Rundseiles beträgt für 1 cbm 3900 kg, d. h. nahezu die Hälfte von Rundeseisen.

Die Traglänge, d. h. diejenige Länge, bei welcher das Seil durch sein Eigengewicht am obern Ende die Inanspruchnahme von 10 kg für 1 qmm allein hervorruft, beträgt 1026 m.

Zieht man von der Traglänge die Förderlast ab, so bleibt das zulässige Seilgewicht übrig.

Für Bandseile aus Eisendraht beträgt die Traglänge 886 m, für runde Gußstahlseile 1540 m, für stählerne Bandseile 1330 m, die zulässige Inanspruchnahme für Gußstahl zu 15 kg für 1 qmm Querschnitt angenommen.

Mit verzüngten Seilen ist ein wesentlicher Nutzen erst bei Tiefen von über 500 m zu erwarten.

Im allgemeinen wiegen Stahlseile bei gleicher Tragfähigkeit nur etwa  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{5}$  von Eisenseilen und nur etwa  $\frac{1}{3}$  von Hanfseilen.

Die Seilkosten sind bei Bandseilen aus Gußstahl und Eisen am höchsten, bei Rundseilen aus Holzkohlendraht am geringsten. Da dieselben aber bei großen Tiefen sehr stark und schwer sein müßten, um die Eigenlast zu tragen, so ist man in solchem Falle lediglich auf Rundseile von mittelweichem Tiegelgußstahl (nicht Bessemerstahl) angewiesen.

151. Welche Mittel werden angewendet, um die Drahtseile möglichst lange gebrauchen zu können?

Da bei abgelegten Gußstahlseilen die Drähte mehr Bruch als Verschleiß zeigen, so darf man für dieselben nicht zu kleine Seilkörbe und Seilscheiben anwenden.

Um das Kosten zu verhüten empfiehlt sich ein sorgfältiges Schmieren des Seiles oder die Anwendung von verzinkten Drähten.

Ferner ist es wichtig, das Seil vor heftigen Stößen zu bewahren, wie sie besonders beim Anheben der Förderlast vorkommen. Man versieht zu diesem Zweck das untere Seilende mit Seilfederbüchsen, welche die Stöße aufnehmen sollen. Auch die später zu erwähnenden hydraulischen und Kniegelenk-Schachtfallen sind in dieser Beziehung von Vorteil.

Im übrigen hat man immer mehr die Überzeugung gewonnen, daß es zweckmäßig und auch am vorteilhaftesten ist, ein Seil nicht bis aufs äußerste auszunutzen, sondern nach bestimmter Leistung, bezw. in bestimmten Zeiträumen, also etwa alle einundeinhalb oder zwei Jahre, durch ein neues zu ersetzen und die abgelegten Seile in Bremsbergseile umarbeiten zu lassen.

### b) Schachtfördergeräte.

152. Welches sind die zur Schachtförderung angewendeten Geräte?

Werden die zur Streckenförderung benutzten Geräte am Schachte entleert und mit dem Fördergut besondere Schachtfördergefäße gefüllt, so verwendet man in Haspelschächten Kübel, in tieferen Göpelschächten Tonnen und Fördergestelle. Kübel und Tonnen sind entweder aus Holz mit Eisenbeschlag, oder ganz aus Eisenblech angefertigt.

Runde Kübel und Tonnen finden in seigeren, ovale in tonnlägigen Schächten Verwendung. Während die ersteren durch Führungskreuze an Spurlatten geführt werden, geschieht dies bei den letzteren entweder auf runden Stangen oder auf Pfosten, die am Liegenden des Schachtes angebracht sind.

Die zur Haspelförderung verwendeten Kübel haben einen Inhalt von 0.15—0.3 cbm, die Tonnen einen solchen von 0.5—1.5 cbm.

## 153. Was versteht man unter Füllort?

Füllort ist derjenige Teil der Zuförderstrecke, welche unmittelbar am Schachte liegt und von welcher aus das Füllen der Kübel bezw. Tonnen stattfindet.

Am einfachsten benutzt man als Füllort die Streckensohle selbst. Soll größerer Vorrat untergebracht werden, so vertieft man die Sohle entsprechend und überdeckt in solchem Falle das Füllort in der Streckensohle mit einem Pfostenbelag, in welchem nur eine Öffnung zum Einstürzen der Erze bleibt.

## 154. Was versteht man unter Fördergestellen und wie ist deren Einrichtung?

Gehen die Streckenfördergefäße bis zu Tage oder füllt man Förderwagen aus Rollen, welche dicht am Schachte angebracht sind, so werden die Gefäße, abgesehen von den seltenen Fällen, daß man sie an den vier Ecken direkt in das Seil einhakt, in einen kastenförmigen Behälter geschoben, welcher am Förderseile befestigt ist und Fördergestell (=Korb, =Schale, =gerippe) genannt wird. Diese Fördergestelle sind mit einem oder mehreren Boden versehen, auf denen je ein oder zwei Förderwagen neben oder hinter einander Platz finden, und bestehen aus Eisen oder Stahl.

Die Förderschalen müssen bei genügender Haltbarkeit so leicht wie möglich hergestellt werden, um die tote Last für das Seil nicht unnötig zu vermehren. Gewöhnlich beträgt das Gewicht der (eisernen) Förderschalen 0.4—1.6, bei guter Einrichtung 0.6—1.0 der Nutzlast.

In Westfalen beträgt

das Gewicht der Fördergestelle durchschnittlich	2400 kg,
„ „ eines Förderwagens	288 „
„ „ der Nutzlast an Kohlen	1766 „
das Verhältnis der Nutzlast zur toten Last	1:2.

Um bei Anwendung von Fördergestellen mit großer Geschwindigkeit (bis zu 16 m in der Sek.) fördern zu können,

müssen die Gestelle sicher geführt werden, damit sie nirgends anstoßen. Zu diesem Zwecke sind sie mit Leitschuhen versehen, welche die in den Schächten angebrachten hölzernen Leitbäume (Spurlatten) oder eisernen Leitschienen bezw. Leitseile umfassen. Bei Anwendung der Leitschienen findet die Führung zweckmäßig nur an einer Seite der Gestelle statt, aber an zwei Punkten. Dabei kann man die Gestelle im Schachte dicht an einander vorbei gehen lassen und spart an Raum. Im allgemeinen muß die Führung so eingerichtet sein, daß das Gestell ruhig und sicher in seiner Lage erhalten wird, was beispielsweise dann nicht der Fall ist, wenn man langgebaute Gestelle in der Mitte jeder langen Seite führt.

Ferner muß jedes Fördergestell eine Vorrichtung enthalten, mit welcher die aufgeschobenen Förderwagen festgehalten werden, welche aber gleichzeitig das rasche Auswechseln der vollen und leeren Wagen gestattet. Am besten eignet sich hierzu eine, an der Innenseite des Gestelles angebrachte, an beiden Enden umgebogene Kundeisenstange, welche sich in zwei Lagern dreht. Stehen die umgebogenen Enden horizontal, so halten sie den Wagen fest, soll dieser gewechselt werden, so dreht man die Haken aufwärts. Damit dieselben nicht über diese beiden äußersten Stellungen kommen können, sind an der Längsstange Anaggen mit zwei Flächen befestigt, deren eine sich bei aufrechter, die andere bei horizontaler Stellung der Haken gegen die Korbwandung legt.

Die gewöhnliche ältere Verbindung des Korbes mit dem Seile ist diejenige mittels vier Schurzketten, welche sich am untern Ende des Seiles in einem Ringe vereinigen und an den Ecken des Korbes befestigt sind.

Bei den neueren Konstruktionen ist das Gestell in der Mitte an einer starken, runden, eisernen Stange, der sogenannten Königsstange, aufgehängt, welche sich beim Aufsetzen durch das Kopfstück des Gestelles hindurchschiebt, also die Bildung von Hängeseil verhindert und sich in einem am Seile angebrachten Wirbel drehen kann.

### c) Aufsätzen der Fördergestelle.

155. Welches sind die verschiedenen Vorrichtungen zum Aufsätzen der Fördergestelle?

Um bei der Förderung mit Gestellen die Wagen ohne Aufenthalt leicht wechseln zu können, muß der Boden der Gestelle mit den Böden der Hängebank und des Anschlagortes in eine Ebene gebracht werden. Da ein freies Halten im Schachte, wie es vielfach in England üblich ist, sehr geübte Maschinenwärter voraussetzt, so hat man Vorrichtungen angebracht, auf welche sich die Gestelle aufsätzen können. Diese Vorrichtungen werden auf der Hängebank meistens so eingerichtet, daß sie den Schacht selbstthätig verschließen, aber durch das heraufkommende Gestell zur Seite geschoben werden. Soll das Gestell wieder in den Schacht hinabgehen, so muß es zunächst etwas angehoben werden, worauf die Aufsatzvorrichtungen (Schachtfallen, Kaps) mit einem Hebel zurückgezogen werden.

Bei der Förderung von verschiedenen Sohlen muß man die auf den letzteren befindlichen Schachtfallen so einrichten, daß sie sowohl ein- als auch ausgerückt werden. Immer aber müssen die Schachtfallen durch einen Hebelruck auf beiden Seiten des Schachtes geöffnet oder geschlossen werden können, auch ist danach zu sehen, daß der Hebelarm des sich aufsätzenden Gewichtes möglichst klein hergestellt wird.

Übrigens können die Fördergestelle sowohl aufgesetzt, als auch aufgehängt werden.

Eine der besseren Schachtfallen ist die durch Figur 127 (S. 156) dargestellte.

In der gezeichneten Stellung ist der Schacht geschlossen und der Korb K steht auf den Stützen s, von denen je zwei auf jeder Seite des Schachtes angebracht sind. Bewegt man den Hebel H in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung, so drehen sich beide Stützen mit Hilfe der Zugstange in der punktierten Richtung und der Schacht ist für den hinabgehenden Korb frei.

Ein Nachteil dieser Schachtfallen ist es, daß man das Fördergestell, bevor es in den Schacht hinabgelassen wird, erst anheben muß. Dadurch bildet sich über dem unteren Korbe Hängefesil, welches gewöhnlich plötzlich und mit heftigem Ruck weggeholt wird. In diesem Umstande dürfte aber in erster Linie der Grund für die Erscheinung zu suchen sein, daß die Förderseile am unteren Ende so schnell brüchig werden und deshalb, um größeren Schaden zu vermeiden, öfters abgehauen werden müssen.

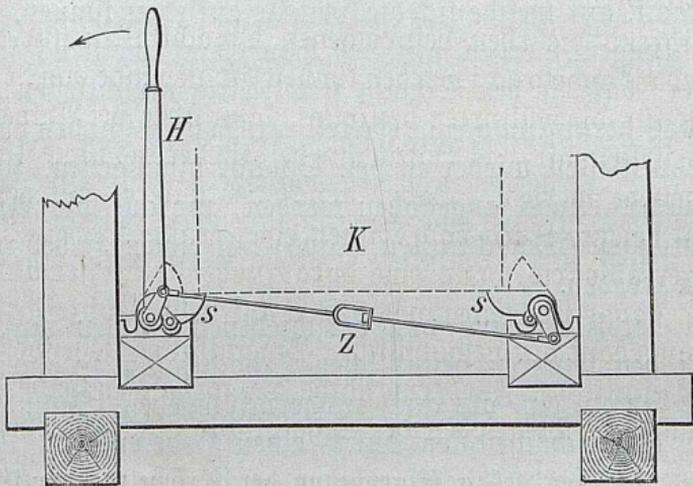


Fig. 127. Schachtfalle.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, sind neuerdings Schachtfallen hergestellt, welche durch das aufstehende Fördergestell zur Seite geschoben werden können, so daß dasselbe, ohne angehoben werden zu müssen, unmittelbar in den Schacht hinabgeht. Die ersten Schachtfallen dieser Art waren die hydraulischen von Franz, welche so eingerichtet sind, daß jedes Gestell auf vier Plungern steht, deren Röhren durch Wasser (später Baseline) mit einem Akkumulator in Verbindung stehen. Wird ein in der Verbindungsrohre angebrachter Hahn durch einen Hebel geschlossen, so steht das Fördergestell fest, wird der Hahn geöffnet, so drückt das Fördergestell vermehrt durch seinen Inhalt die Plunger nieder und somit das

Akkumulatorgewicht in die Höhe. Ist das Fördergestell in den Schacht hinabgegangen, dann überwiegt das Akkumulatorgewicht und bringt die Plunger in ihre ursprüngliche Stellung. Die Plunger sind dabei so eingerichtet, daß sie den heraufkommenden Korb vorbeilassen, sich sodann aber wieder in den Schacht hineinlegen und das Aufsetzen des Gestelles ermöglichen.

Bei anderen hydraulischen Schachtfällen ist das Akkumulatorgewicht durch Luft ersetzt, welche in einem Windkessel zusammengedrückt wird.

Während die eben besprochenen Schachtfällen nur an der Hängebank angebracht werden können, ist diejenige von Rosenkrantz für die Füllörter bestimmt, kann aber bei Anwendung von Gestellen mit zwei Böden nur bei Förderung ohne Unterseil angewendet werden. Dabei drückt der untere, mit gefüllten Wagen besetzte Korb nach Öffnen eines Hahnes ebenfalls vier Plunger abwärts, bezw. eine darauffstehende Wassersäule aufwärts, hängt sich dabei in das Seil und hebt gleichzeitig das an der Hängebank auf gewöhnlichen Schachtfällen stehende Gestell ohne Beihilfe der Fördermaschine an, so daß dasselbe darauf und nach dem Wegziehen der Schachtfalle abwärtsgehen kann.

#### 156. Welches ist die Einrichtung der Kniegelenkstützen?

Da besonders die über Tage angebrachten hydraulischen Schachtfällen in der Anlage teuer sind, so zieht man ihnen vielfach die einfacheren und billigeren Kniegelenkstützen vor. Dahin gehören die Schachtfällen von Schwadt (D. R.-P. 20 008), Stauß (D. R.-P. 24 583 und 28 904), Nicolaus Sartorius und Wilhelm Holzer (D. R.-P. 33 483), Gebr. Westmeyer (D. R.-P. 37 991) und die Hängestützen von J. W. Schüler (D. R.-P. 34 343).

Um das Wesen dieser Kniegelenkstützen zu kennzeichnen, soll hier diejenige von Stauß (Fig. 128 — 130) als Beispiel gewählt werden.

Der Lagerbock A trägt die Ausrückwelle L mit dem festangeschlossenen Handhebel H und Hebel K, die Welle D mit

den fest auf ihr sitzenden Hängeeisen E und dem darin befestigten Zapfen B. Auf dem letzteren sitzt drehbar der einarmige Aufsatzknaggen C, welcher außerdem auf der schrägen Fläche x

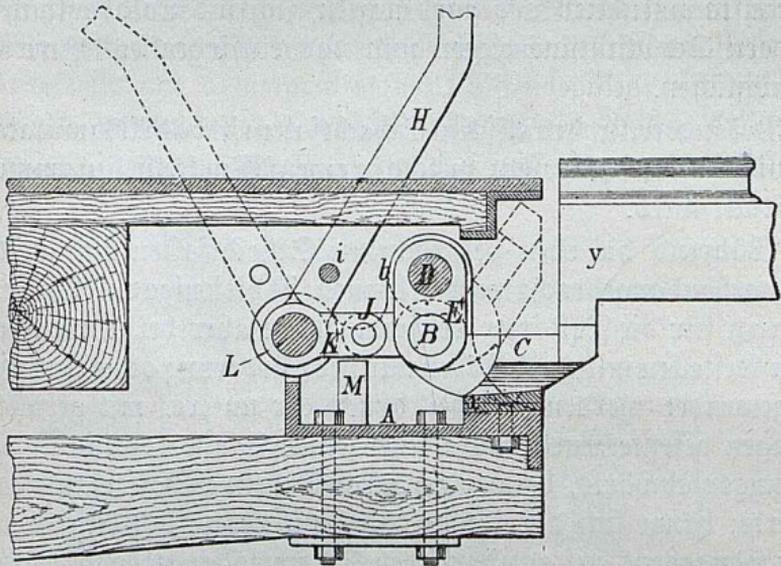


Fig. 128. Schachtfalle von Stauß: Aufsicht.

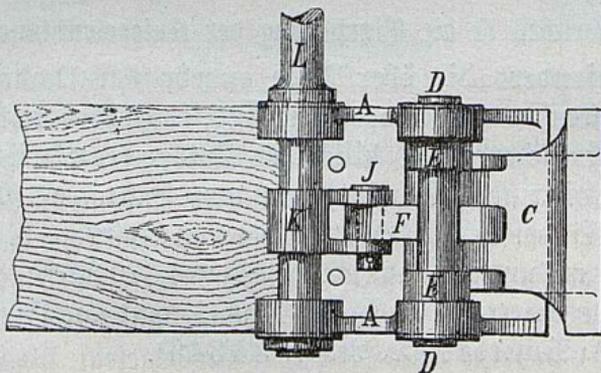


Fig. 129. Schachtfalle von Stauß: Grundriß.

des Lagerbockes A beweglich ruht; ferner sitzt auf B das Gelenkstück F, welches mittels des Bolzens J mit dem Hebel K ein Kniegelenk bildet.

In Figur 128 ruht der Korb *y* auf dem Knaggen *C*. Ein Zurückschieben desselben ist nicht möglich, so lange der auf den Block *M* sich stützende Hebel *K* durch das Gewicht des Handhebels *H* in seiner horizontalen und somit das Kniegelenk *LJB* in gestreckter Stellung erhalten wird. Das Festhalten in vertikaler Richtung geschieht durch die Hängeeisen *E*, welche auf die in *A* gelagerten Wellen *D* drücken.

Wird jedoch der Hebel in die in Figur 128 angedeutete punktierte Lage gebracht, d. h. um  $\frac{1}{4}$  Kreis gedreht, so gelangt

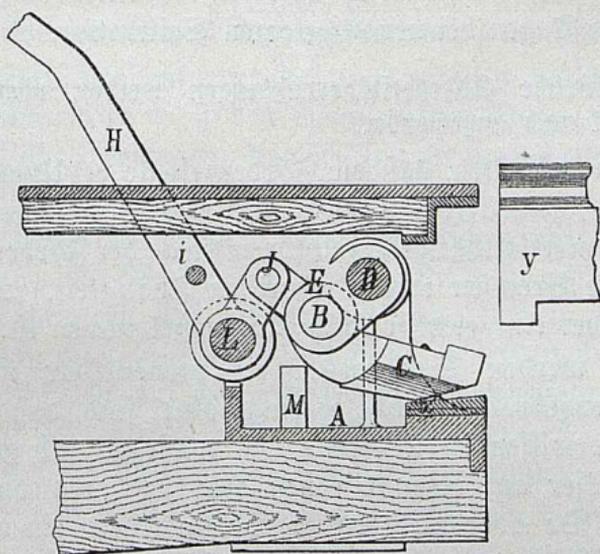


Fig. 130. Schachtfalle von Stauf: Aufsicht.

*J* nach *i* und *B* nach *b*, wodurch die Aufsatzknaggen *C* unter dem Förderkorbe weggezogen und gleichzeitig gesenkt werden, so daß der Korb frei in die Tiefe gehen kann (siehe Figur 130).

Nachdem der Korb wieder zur Hängebank gelangt ist, wird der Hebel *H* in seine erste Stellung zurückgelegt, die Knaggen treten dadurch hervor und der Korb kann wieder aufsetzen. Sollten die Knaggen vorzeitig vorgeschoben werden, so kann sie der heraufkommende Förderkorb zurückklappen, weil sie um den Zapfen *B* drehbar sind, worauf sie durch ihr eigenes Gewicht zurückfallen.

Die Reibung, welche beim Ausrücken zwischen den Flächen  $x$ ,  $y$  und in den Gelenken auftritt, wird am Handhebel leicht überwunden, da die Last des Förderkorbes selbst die hauptsächlichste Arbeit verrichtet. Um ein Ausrücken der Schachtfalle bei 5000 kg Belastung zu erzielen, ist am Handhebel  $H$  nur eine Kraft von weit unter 20 kg aufzuwenden. Um das Seil stets soweit gespannt zu erhalten, daß der Korb nach dem Ausrücken nicht fallen kann, wird mittels einer von Freudenberg in Lipine D.-Schl. konstruierten Spannvorrichtung das Seilkürzen schnell und leicht bewirkt, kommt indes fast nur in den ersten Tagen bei neuaufgelegten Seilen vor.

157. Welche Sicherheitsvorrichtungen werden oberhalb der Hängebank noch angewendet?

Um zu verhüten, daß die Fördergestelle bei Unachtsamkeit des Maschinenwärters über die Seilscheiben gezogen werden, bringt man selbstthätige Dampfbremsen an der Fördermaschine an. Diese Bremsen treten sofort in Thätigkeit, sobald das Gestell über eine gewisse Höhe hinausgekommen ist.

Auch werden Seilauslöser unmittelbar über dem Gestelle angebracht, welche so eingerichtet sind, daß das Seil an einer gewissen Stelle frei wird, während sich gleichzeitig der Auslöser auf einen eisernen Hut setzt und das Gestell festhält. Da aber mit solchen Seilauslösern ein unsicheres Glied mehr in das Seil gebracht wird, so bedient man sich derselben nicht häufig.

Derselbe Zweck wird auch erreicht, wenn man oberhalb der Hängebank die Leitbäume etwas konvergieren läßt, zwischen denen sich das Gestell allmählich festklemmt, bis entweder das Seil reißt oder der Maschinenwärter Zeit zum Bremsen gefunden hat. An passender Stelle angebrachte Schachtfallen verhüten das Zurückfallen des Gestelles.

Außerdem muß die Hängebank, während die Gestelle im Schachte sind, verschlossen gehalten werden. Dies geschieht entweder durch senkrecht geführte Gitter, welche vom Gestelle mit in die Höhe genommen werden und beim Niedergehen

desselben sich durch ihr Eigengewicht senken, oder, um den Stoß beim Unterfassen des Gestelles zu verhüten, durch weniger einfache Vorrichtungen, welche so eingerichtet sind, daß das Unterfassen des Fördergestelles allmählich erfolgt. Hierher gehört ein auf Camphausenschacht I bei Saarbrücken angewendeter Schachtverschluß\*), ferner ein dem Ingenieur Brech in Zeche Fortschritt bei Dux patentierter\*\*), sowie mehrere andere.

#### d) Abfertigen der Fördergestelle.

158. Wie beschleunigt man die Abfertigung der Fördergestelle?

Bei jeder Massenförderung ist es wichtig, das Abfertigen der Fördergestelle, d. h. das Wechseln der Wagen, so schnell als möglich zu besorgen, um an Zeit zu sparen und dadurch die Leistung zu vergrößern.

In erster Linie ist es in dieser Beziehung notwendig; die Befestigung der Wagen auf dem Gestelle sowohl, als auch die Einrichtungen auf Hängebank und Füllort derart zu treffen, daß man zu gleicher Zeit die auf dem Gestelle stehenden gefüllten Wagen auf der einen Seite herausziehen und die leeren auf der andern Seite einschieben kann.

Ein anderes Mittel zur schnellen Abfertigung der Fördergestelle besteht darin, daß die einzelnen Böden derselben nicht nach einander, sondern gleichzeitig bedient werden und zu diesem Zweck z. B. bei zweibödigen Gestellen über der Hängebank sowohl als unter der Anschlag- (Füllort-) Sohle für den zweiten Gestellboden eine Bühne hergestellt wird, welche mit der Hängebank bezw. dem Füllort durch eine Bremsvorrichtung in Verbindung steht. Damit werden die auf der oberen Bühne abgezogenen, sowie die Hälfte der auf dem Füllort ankommenden vollen Wagen auf die Hängebank bezw. auf das untere Füllort gebracht und gleichzeitig die leeren Wagen heraufgeholt.

\*) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28, Seite 252.

\*\*) Österr. Ztschr. 1886. Seite 303.

159. In welcher Weise werden die Schachtsignale gegeben?

Außer dem Zurufen mit und ohne Sprachrohr für geringe Tiefen werden durch Seile in Bewegung gesetzte Signalhämmer oder Signalglocken angewendet.

Will man von jedem beliebigen Punkte im Schachte aus signalisieren, wie es bei Tonnenförderung und auch bei Anwendung von Fahrkünsten wünschenswert ist, so wendet man Hanfseile an, die beim Anziehen einigemal um den Arm geschlungen werden. Haltbarer und im allgemeinen vorzuziehen sind dünne Seile von schwachem, verzinktem Draht.

Recht zweckmäßig sind auch Stangensignale, wie sie bei der maschinellen Streckenförderung angewendet werden, weil dabei keine Störung vorkommen kann. Auf der Grube Dudweiler kann man das Anschlagen des Hammers bei 200 m Tiefe auf der Hängebank deutlich vernehmen.

Pfeifen- und Luftdrucksignale haben wenig, Telephone und elektrische Signale dagegen vielfache Anwendung gefunden, die letzteren sowohl mit Induktionsapparaten, als auch mit Batterien.

Bei den ersteren schlägt durch die Drehung einer Kurbel um einen Halbkreis, abwechselnd nach rechts und nach links, durch den Polwechsel ein Hammer mit schrillum Tone gegen die eine oder andere Glocke. Die Leitungsdrähte sind durch Kautschukumhüllung isoliert.

Batterien werden in den tiefen Schächten des Oberharzes in folgender Weise verwendet. Von 50 zu 50 m sind Kontakte im Schachte angebracht, in denen sich ein metallenes Kreissegment befindet. Auf derselben Achse mit letzterem zusammen sitzen zwei kleine Seilscheiben, von denen die eine durch ein Gewicht so gedreht wird, daß das Segment außer Berührung mit einem, durch einen isolierten Kupferdraht mit der Batterie in Verbindung stehenden Metallknopf gebracht wird. Auf der andern Seilscheibe ist das nach unten gehende Zugseil befestigt, durch dessen Anziehen das gleichfalls mit der Batterie verbundene Segment derartig gedreht wird, daß es den oben erwähnten Metallknopf berührt und durch die damit

bewirkte Schließung des Stromes das über Tage befindliche Läutewerk in Bewegung setzt. Mit dieser Vorrichtung können an jeder beliebigen Stelle des Schachtes Signale gegeben werden.

Außerdem benutzt man auch Batterien, um vom Förderkorbe aus Signale zu geben.

Nach dem Verfahren von Oliviero & Ebeling (Salzbrunn und Hermsdorf) wird der eiserne Förderkorb durch Vordrücken einer Drahtbürste mit einem in dem einen Leitbaum angebrachten Kupferstreifen in Verbindung gebracht, während das Seil als Rückleitung dient.

Auch hat man die eiserne Leitschiene und das durch einen Gummischlauch isolierte Förderseil in gleicher Weise als Leitung und Rückleitung benutzt\*).

### e) Fördermaschinen mit Zubehör.

#### 160. Was versteht man unter Göpelförderung?

Göpelförderung nennt man zum Unterschied von Haspelförderung, bei welcher das Seil vom Rundbaum unmittelbar in den Schacht hinabgeht, diejenige Einrichtung, bei welcher das Förderseil von einem durch tierische oder mechanische Kraft getriebenen Seilkorbe aus über Seilscheiben, welche im oberen Teile von Fördergerüsten verlagert sind, in den Schacht hinabgeleitet wird.

#### 161. Welches sind die verschiedenen Arten der Göpelförderung?

Je nach Art der bewegenden Kraft unterscheidet man Pferde-, Wasser- und Dampfgöpel.

Die Pferdegöpel finden vorteilhafte Anwendung, wenn die Fördertiefe nicht groß ist und weder Wasser- noch Dampfkraft zur Verfügung stehen. Die Pferde sind in Deichseln eingespannt und drehen einen senkrecht stehenden Rundbaum, an dessen oberem Ende sich die beiden Seilkörbe befinden.

Wassergöpel können durch Wasserräder, Turbinen oder Wassersäulenmaschinen getrieben werden.

\*) Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31, S. 202.

Dampfgöpel finden bei der Möglichkeit, überall Kohlen beziehen zu können, die ausgedehnteste Anwendung und haben vor den Wassergöpeln den Vorzug, daß sie eine regelmäßige Kraft liefern, überall leicht anzulegen und leistungsfähiger sind. Bei guter Einrichtung der Maschinen, sowie der Gestelleleitungen beträgt die Fördergeschwindigkeit bis 16 m.

### 162. Welche Regeln gelten für das Anbringen der Seilscheiben?

Die Höhe der Seilscheiben über der Hängebank soll so groß sein, daß das aufsteigende Fördergefäß bei verspätetem Anhalten der Maschine dieselben nicht leicht erreicht. Danach beträgt die Höhe gewöhnlich 12—16 m, selten 6 oder 24 m.

Der Durchmesser der Seilscheiben beträgt 2,5 bis 3 m. Sie werden aus Eisen hergestellt und haben eine nach außen sich erweiternde Nut.

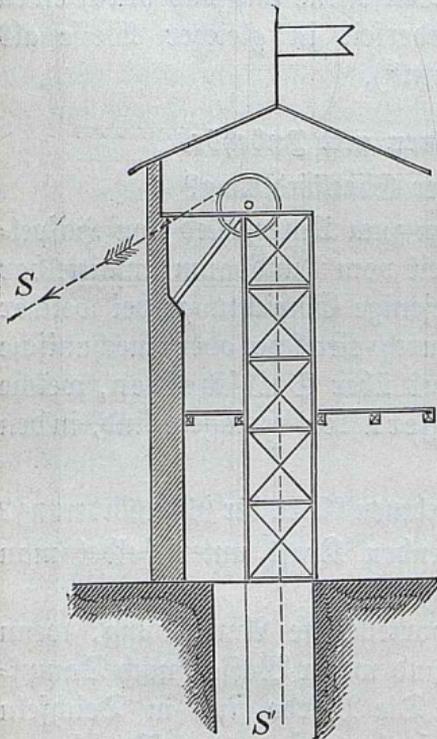


Fig. 131. Schachturm und Seilscheibengerüst auf Zeche Julius Philipp bei Bochum.

### 163. Wie sind die Fördergerüste eingerichtet?

Die einfachsten Fördergerüste bestehen aus vier hölzernen Bockbeinen mit übergelegten Holmen, welche die Seilscheibenträger aufzunehmen haben.

Bei größeren Anlagen wendet man entweder eine Verbindung von Mauerung und Eisen oder eine Eisenkonstruktion allein an. Figur 131 zeigt ein Beispiel der

erstern Art. Hier ruhen die Seilscheiben auf Lagern von I-Eisen, welche einerseits von dem einfachen eisernen Schachtgerüst,

andererseits von einem Vorsprunge der Mauer getragen werden, während die Hauptlast von stärkeren, in der resultierenden

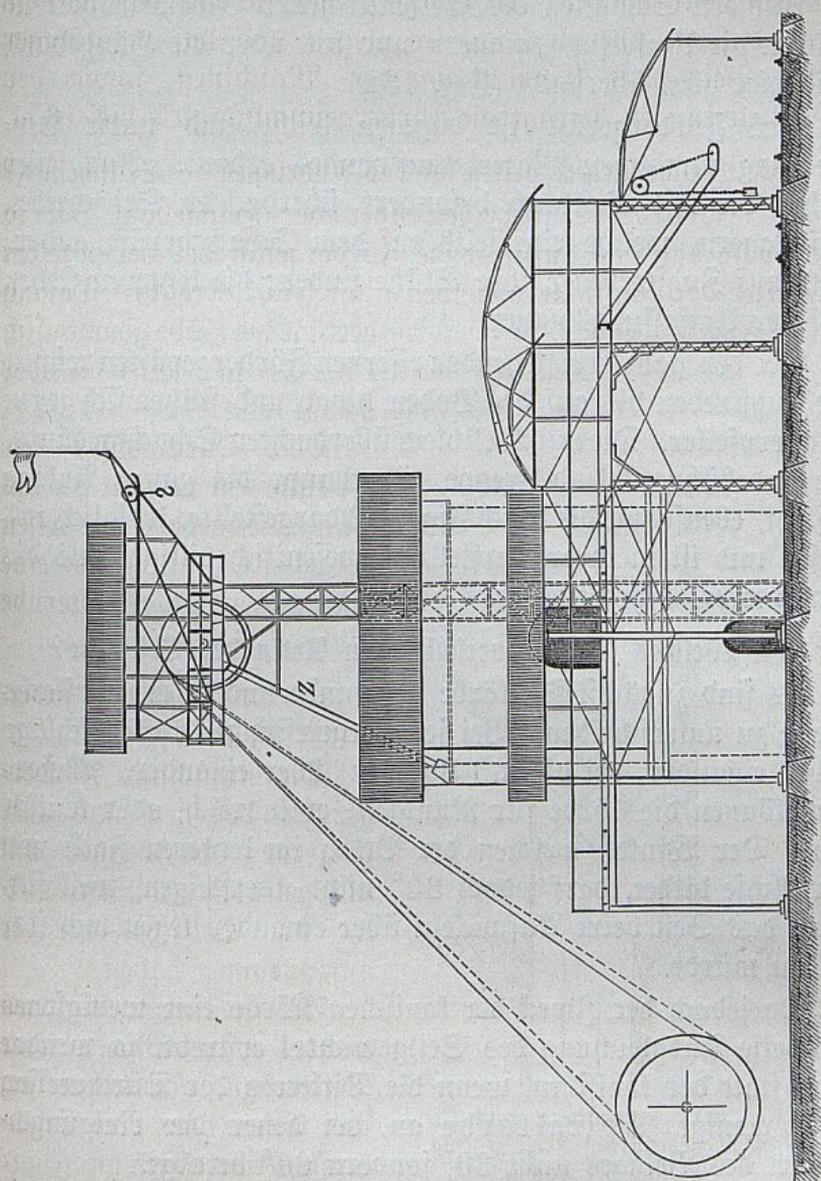


Fig. 132. Fördergerüst nebst Ladehöhe der Seihen Weineibe und Alma bei Gelsenkirchen.

Richtung zwischen Seilzug und der senkrechten Zugrichtung des Korbes angebrachten Streben aufgenommen wird. S ist

das in das Maschinenhaus gehende, S' das aus dem Schachte kommende Seil.

Auf den Schächten des Gelsenkirchener Bergwerksvereins reichen die Umfassungsmauern nur bis über die Hängebank, sind hier aber überdacht (Fig. 132).

Das Fördergerüst ist dagegen leicht und unter Vermeidung unnötigen Materialaufwandes erbaut. Auch hier ruhen die mit Wellblech besonders überdachten Seilscheiben auf Lagern, welche einerseits auf dem Schachtgerüst, anderseits auf Zugstreben Z ihre Stütze finden; die letzteren stehen auf der Umfassungsmauer.

Bei den ganz frei stehenden eisernen Fördergerüsten reichen die Zugstreben bis auf den Boden hinab und stützen sich gegen Mauerpfeiler. Die mit Wellblech überdachten Schachtgebäude, die Ladebühne, Wendeltreppe, überhaupt die ganze Anlage besteht, ebenso wie die durch Fig. 132 dargestellte, lediglich aus Eisen und ist in ihrer Herstellung wesentlich billiger, als die gemauerten Schachttürme.

#### 164. Welches sind die verschiedenen Arten der Seilkörbe?

Es sind zunächst Seilkörbe für runde und solche für flache Seile zu unterscheiden. Bei jenen legen sich die Seilumschläge neben einander, bei diesen (Bobinen) über einander. Außerdem können die Körbe für Rundseile cylindrisch, oder konisch sein. Der Winkel, welchen der Belag im letzteren Falle mit der Achse bildet, darf jedoch  $30^\circ$  nicht übersteigen, weil sich sonst das Seil beim Aufwickeln über einander legen und sich reiben würde.

Da jedoch der Zweck der konischen Körbe eine wenigstens teilweise Ausgleichung des Seilgewichtes erstrebt, so wendet man statt der konischen, wenn die Differenz der Durchmesser nicht genügt, Spiralkörbe an, bei denen der Neigungswinkel des Belages nicht  $30^\circ$ , sondern  $60^\circ$  beträgt.

Der Belag ist aber in diesem Falle kein glatter, sondern die Seile legen sich in eiserne, spiralförmig gewundene Nuten. Übrigens haben derartige Körbe auch mancherlei Nachteile

und werden immer mehr durch runde Körbe verdrängt, seitdem andere Mittel der Seilausgleichung angewendet werden.

### 165. Worin besteht die Seilausgleichung?

Fördermaschinen müssen stark genug sein, um außer der Förderlast auch das Gewicht des im Schachte hängenden Seiles zu heben. Nach der Begegnung der Fördergefäße nimmt das Übergewicht des niedergehenden Seiles immer mehr zu, so daß von nun an unter Umständen ein starkes Bremsen eintreten muß. Diese Gegenkräfte wachsen mit der Tiefe der Schächte.

Die früheren Mittel, welche man ausschließlich anwendete, um die Seillast ganz oder teilweise auszugleichen, bestanden in der Anwendung von konischen Seilkörben, Spiralkörben und Bobinen. Dieselben wirken in der Weise, daß die volle Last mit dem vollen Seilgewicht im Anfange des Aufzuges am kleinsten, die auf der Hängebank stehende leere Last ohne Seilgewicht am größten Hebelarm wirkt, so daß die Momente sich teilweise, oder bei großer Differenz der Durchmesser und bei mäßiger Schachttiefe völlig ausgleichen. Da jedoch Spiralkörbe nicht größer, als 10 m, und nicht kleiner, als 6 m im Durchmesser hergestellt werden können, so ist eine vollständige Ausglei chung bei Seilen von 46 mm Seilstärke nur bis 400 m, bei schwächeren Stahlseilen von 40 mm Stärke nur bis zu 500 m Tiefe zu erreichen.

Am einfachsten, sowie vollständig und bei jeder Schachttiefe bewirkt man die Seilausgleichung in Nichtschächten mit Unterseil, d. h. dadurch, daß man unter die Fördergefäße ein Seil hängt, welches dasselbe Gewicht hat, wie das Förderseil.

Soll dabei von mehreren Sohlen gefördert werden, so muß das Seil als solches ohne Ende eingerichtet sein. Die Fördergestelle werden dabei mit einer eigens dazu konstruierten Vorrichtung, z. B. der Baumannschen Seilklemme (Fig. 133 u. 134 S. 168), befestigt. Dieselbe besteht aus einer dreiteiligen, außen konischen Hülse a, welche den Windungen

der Seillagen entsprechend ausgehöhlt ist und durch die Last selbstthätig in eine auf den Konus der Hülse passend ausgedrehte Büchse *b* gezogen wird. Bei hinter einander stehenden Wagen kann man das Seil nicht durch das Gestell hindurchgehen lassen, sondern muß das Unterseil mittels Umführungsgestänge an das Oberseil anschließen.

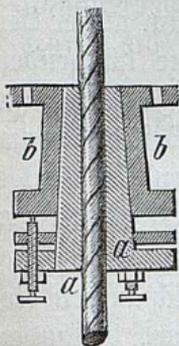


Fig. 133.

Baumannsche Seilklemme.

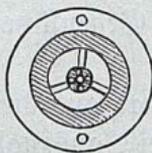


Fig. 134.

Nach einer von Lindenbergl und Meinicke vorgeschlagenen Methode\*) legt man das Ausgleichseil als Seil ohne Ende um eine auf der Seilforbachse angebrachte Scheibe und führt es als selbstständiges Seil in den Schacht hinab.

Bei tonnlägigen Schächten kann man die durch Fig. 135 dargestellte Gewichtsausgleichung benutzen.

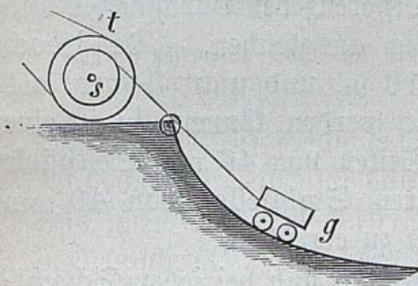


Fig. 135. Seilausgleichung durch Gewicht und schiefe Ebene.

Von einer auf der Welle der Treibkörbe *t* sitzenden Trommel *s* aus läuft ein Seil zum Ausgleichshunde *g*, welcher sich auf einer Bahn mit abnehmender Neigung bewegt. Beim Anheben des unteren Gestelles befindet sich der Hund auf der steilsten Stelle und entspricht sein Herabgleitungstrieb der Seillast. Beim Begegnen der Gestelle ist der Wagen an der geringsten Neigung angelangt, das Seil wickelt sich wieder auf und zieht den Hund nach oben, so daß er in der zweiten Hälfte der Förderzeit bremsend wirkt.

\*) „Glückauf.“ Essen 1884. Nr. 17. — Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32, S. 239 und 324.

### 1) Besondere Fördermethoden.

166. Welches sind die besonderen Methoden der Schachtförderung?

Außer der gewöhnlich ausgeführten Methode der Schachtförderung sind zu nennen: die Koepesche und die pneumatische Fördermethode.

Bei der Koepeschen Förderung fallen Maschinenhaus und Seilkörbe fort. Die Maschine *m* in Figur 136 ist in den Schachtturm verlegt und greift unmittelbar an der Seilscheibe *s* an, wobei sie sowohl stehend als liegend angeordnet sein kann. Die Seilscheibe ist, um ein Rutschen des einfach übergelegten Bandseiles zu verhüten, von einem größeren Durchmesser, als die Entfernung der Schachtmitten beträgt. Das Seil wird über zwei Leitscheiben *l l'* in den Schacht geführt.

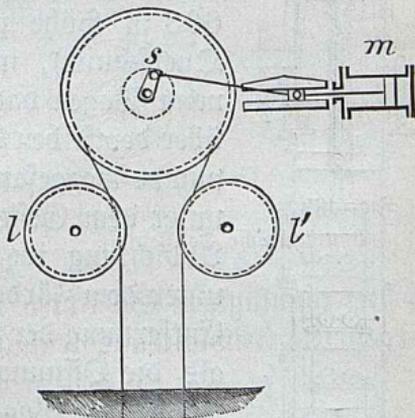


Fig. 136. Koepesche Förder-einrichtung.

Diese Methode eignet sich ganz besonders für Förderungen aus blinden Schächten, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Ein Übertreiben über die Seilscheiben kann nicht vorkommen, weil in diesem Falle das Seil in der Treibscheibennut zum Gleiten kommen würde, zumal der untere Korb sich inzwischen aufgesetzt hat.

2. Aus diesem Grunde brauchen die Seilscheiben nicht so hoch zu liegen, wie bei der gewöhnlichen Einrichtung; es können also auch die Seilscheibengerüste entsprechend niedriger und billiger hergestellt werden.

3. Der Seilverschleiß ist ein geringerer, da das Seil nur einer einmaligen Biegung und geringerer Reibung unterworfen ist.

4. Die Anlage ist, besonders für blinde Schächte, wie in Hängen bei Aachen, eine sehr einfache, und beansprucht wenig

Raum, sowie unbedeutende Fundamentierung, da der Seilkorb wegfällt.

5. Die Unterhaltungskosten sind entsprechend gering.

Ein wesentlicher Nachteil dürfte der sein, daß bei einem Seilbruche beide Körbe fallen, wenn sie nicht gefangen werden.

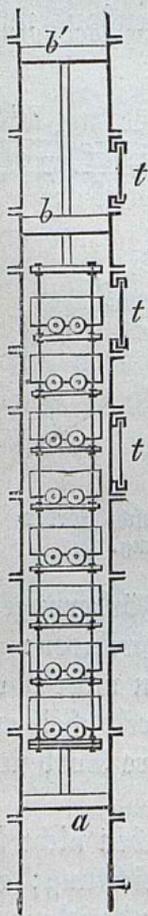


Fig. 137.  
Pneumatische  
Schacht-  
förderung.

Zur pneumatischen Förderung (Fig. 137) dient ein gußeisernes Förderrohr von 603 m Höhe und 1.6 m Durchmesser (2 qm Querschnitt), in welchem ein Fördergestell mit neun Wagen dadurch emporgetrieben wird, daß über demselben die Luft durch eine Evakuationspumpe weggesaugt wird, infolgedessen die Luft unter dem Gestelle als Überdruck wirkt. Zur Abdichtung im Rohre befinden sich über und unter dem Fördergestelle die Kolben a b'. Die Entfernung der Kolben b und b' ist etwas größer, als die Öffnung der Verschlussthüren t, durch welche der Wagenwechsel erfolgt.

Der Niedergang des Gestelles wird durch dessen Gewicht bewirkt, wobei die unter dem Kolben a befindliche Grubenluft durch ein besonderes Ausblasrohr zutage tritt, während das Förderrohr sich über dem Kolben b' durch entsprechende Beschränkung des Zufließens der äußern atmosphärischen mit verdünnter Luft füllt. Gleichzeitig ist beim Niedergange die Verbindung des Förderrohres mit der Grubenluft abgesperrt, beim Aufgange dagegen geöffnet, während das Ausblasrohr geschlossen ist.

Die pneumatische Förderung ist durch den Wegfall des Förderseiles zwar gefahrlos, was indes mehr für die Seilföhrung in Betracht kommt, anderseits aber wegen starken Kohlenverbrauches sehr kostspielig.

## B. Tagesförderung.

### Fünftes Kapitel.

#### Fortschaffung des Fördergutes über Tage.

##### a) Einrichtungen auf Hängebahn und Ladebühne.

167. Wie erfolgt das Fortschaffen der Wagen bei großer Entfernung der Sturzvorrichtung?

In diesem Falle würde es sehr viel Arbeitslöhne kosten, wenn die Arbeiter jeden Wagen hin und zurück bringen müßten, und es sind deshalb entweder Rücklaufbahnen oder maschinelle Förderung mit Seil bezw. Kette anzuwenden.

Unter Rücklaufbahnen versteht man die Einrichtung, wodurch sowohl die vollen, als auch die leeren Förderwagen erst eine kurze, aber steile schiefe Ebene hinaufgeschoben werden, um sodann den übrigen Teil der Bahn selbstthätig zurückzulegen.

Für sehr große Entfernungen werden Pferde und kleine Lokomotiven, die letzteren in ausgedehntem Maße in Luisenthal bei Saarbrücken, verwendet.

Auch die auf Grube Friedrichsberg bei Oberlahnstein im Betriebe befindliche Zahnradbahn, nach dem Muster der Rigibahn, erscheint für starke Gefälle und ansteigende Transporte zweckmäßig.

Für die Erzherzoglich Albrechtischen Spateisensteingruben bei Marienhütte im Göllnitzthale (Ungarn) ist eine Zahnradbahn gemischten Systems seit 1885 in Betrieb.

Endlich sind für geeignete Fälle Wasseraufzüge und Bremsberge anwendbar.

168. Wie erfolgt das Entleeren der Förderwagen?

Förderwagen mit Klappen werden von einer mit Eisenplatten belegten Brücke aus unmittelbar in die untergestellten Transportgefäße entleert, solche ohne Klappen schiebt man zunächst in Wipper.

Von diesen werden aber die Sturzwipper, bei denen die Wagen in ihrer Längsrichtung umgestürzt werden, nicht mehr angewendet, sondern sind durch Kreiswipper ersetzt, deren Entleerung ohne Stoß erfolgt und welche deshalb weniger leicht beschädigt werden, als Sturzwipper.

Die Kreiswipper bestehen aus zwei runden eisernen, durch Längsschienen verbundenen Kränzen, welche auf Tragrollen laufen. Sie können auch mit Maschinenkraft gedreht werden und ferner so eingerichtet sein, daß sie sich, wie der Karliksche, zuerst rasch, während des Entleerens langsam und danach wieder rasch bewegen, wodurch das Fördergut den Klassierungsapparaten gleichmäßiger zugeführt wird. Diese abwechselnde Geschwindigkeit wird einfach dadurch erreicht, daß der Wipper von zwei ungleich großen Reibungsrollen, denen verschieden große Kranzprofile entsprechen, bewegt wird.

Es giebt auch Einrichtungen, bei denen die Wipper auf Gestellen mit Rädern fahrbar gemacht sind, um sie über den zu beladenden Eisenbahnwagen aufstellen zu können.

### b) Fortbewegen der Eisenbahnwagen.

#### 169. Wie erfolgt das Fortbewegen der Eisenbahnwagen?

Bei allen festen Wippeln müssen die gefüllten Eisenbahnwagen fortgeschafft und durch leere ersetzt werden. Bei kleinen Förderungen geschieht dies durch Arbeiter, bei größeren Förderungen bedient man sich vielfach kräftiger Pferde. Da jedoch die Arbeit hauptsächlich im Anziehen der schweren Wagen besteht, so sind die besten Pferde in kurzer Zeit arbeitsunfähig. Auf mehreren Zechen sind deshalb Ochsen angewendet, welche etwa zwei Jahre leistungsfähig bleiben und sodann als Schlachtvieh gute Verwertung finden.

Auch stehen vielfach kleine Lokomotiven in Gebrauch, welche wegen ihrer Beweglichkeit besonders zweckmäßig erscheinen.

## Sechstes Kapitel.

## Drahtseilbahnen.

## 170. Was versteht man unter Drahtseilbahnen?

Die Drahtseilbahnen oder Seileisenbahnen sind hängende Schienenwege, bei denen die Schienen durch Drahtseile oder Rundeisen ersetzt sind. Sie eignen sich besonders für Tagestransport und wegen ihrer geringen Unlagelkosten namentlich für bergige oder hügelige Oberfläche, wo die Herstellung von Kunststraßen oder Schienenwegen zu teuer oder unmöglich sein würde. Drahtseilbahnen sind unschwer über Täler, Flüsse zc. zu führen, sie gestatten auch ein wechselndes Steigen und Fallen, nur darf dasselbe 1 : 10 bis 1 : 8 nicht übersteigen.

## a) Drahtseilbahnen mit Seil ohne Ende.

171. Wie ist die Einrichtung der Drahtseilbahnen mit Seil ohne Ende?

Das Seil ohne Ende geht von der Umtriebsmaschine, welche entweder an einem Ende der Bahn oder an einer

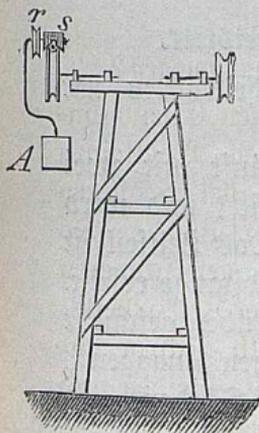


Fig. 138.

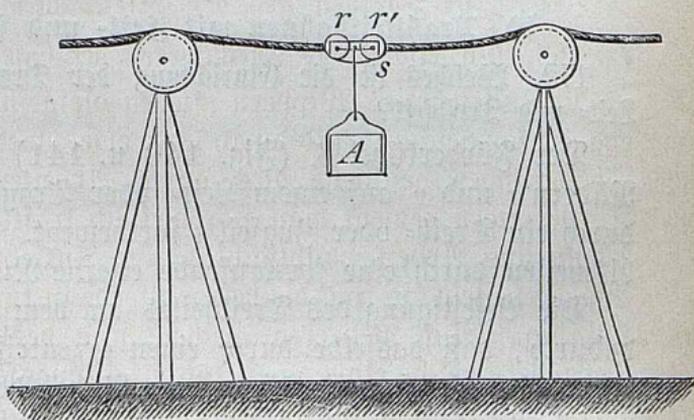


Fig. 139.

Drahtseilbahn mit Seil ohne Ende.

Biegung derselben aufgestellt werden kann, über Rollen, welche an den beiden Enden von Böcken angebracht sind (Fig. 138 und 139), und ist am anderen Ende der Bahn

um eine bewegliche Scheibe geschlungen. Die letztere ruht auf einem Gestellwagen, von dessen hinterem Ende eine Kette oder ein Seil über eine stehende Rolle läuft und einen Gewichtskasten trägt, so daß damit die Spannung des Seiles in derselben Weise erreicht wird, wie bei der Streckenförderung mit Seil ohne Ende.

Unter dem Seile hängt das Fördergefäß A an einem gebogenen Hafen, welcher an seinem oberen Ende den mit zwei Rollen  $r$   $r'$  versehenen Schlitten  $s$  trägt. Derselbe ist im Innern mit Holz (auch mit Guttapercha) ausgefüllt und hat eine Hohlkehle, mit der er auf dem Seile ruht. Kommt der Schlitten an die Tragrollen der Böcke, so setzen sich die abgeschrägten Flächen auf die Kränze derselben, der Schlitten wird durch die Drehung der Rollen über dieselben hinweggehoben und auf der anderen Seite wieder auf das Seil gesetzt.

Derartige Bahnen eignen sich nur für kleine Anlagen und kurze Entfernungen. Für größere Anlagen bedient man sich der nachstehenden Einrichtung.

### b) Drahtseilbahnen mit Leit- und Treibseil.

172. Welches ist die Einrichtung der Drahtseilbahnen mit Leit- und Treibseil?

Der Förderkübel K (Fig. 140 u. 141) läuft mit zwei Rädern  $r$  und  $r'$  auf einem Leit- oder Tragsseil  $l$  und wird durch ein Treib- oder Zugseil  $t$  fortbewegt. Das Leitseil ist bisweilen durch eine fortlaufende eiserne Rundstange ersetzt.

Die Befestigung des Treibseiles an dem Kübel geschieht dadurch, daß dasselbe durch einen exzentrischen Knaggen  $e$  gegen eine ebenso wie dieser am Bügel des Förderkübels angebrachte Scheibe  $s$  gedrückt wird.

An den Endstationen stößt ein kleiner, aufrecht stehender Hebel  $h$  gegen eine Schiene  $u$ ; der Knaggen wird dadurch umgedreht, der Kübel freigemacht und nunmehr, nachdem Treib- und Leitseil nach unten gegangen sind, in derselben Weise, wie bei dem Systeme mit Seil ohne Ende, mittels der

Laufträder  $r$   $r'$  auf einer festen Bahn von  $\perp$ -Eisen oder auf hochkantig gestellten Flachschienen mit der Hand fortbewegt und nach dem Entleeren, bezw. Füllen, auf das zweite Leit-

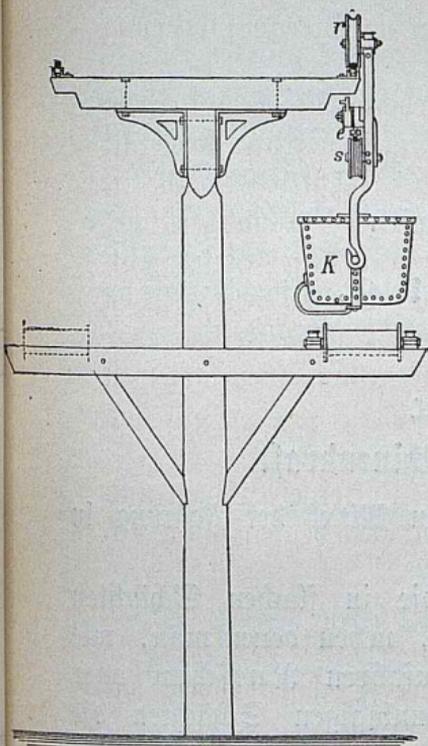


Fig. 140.

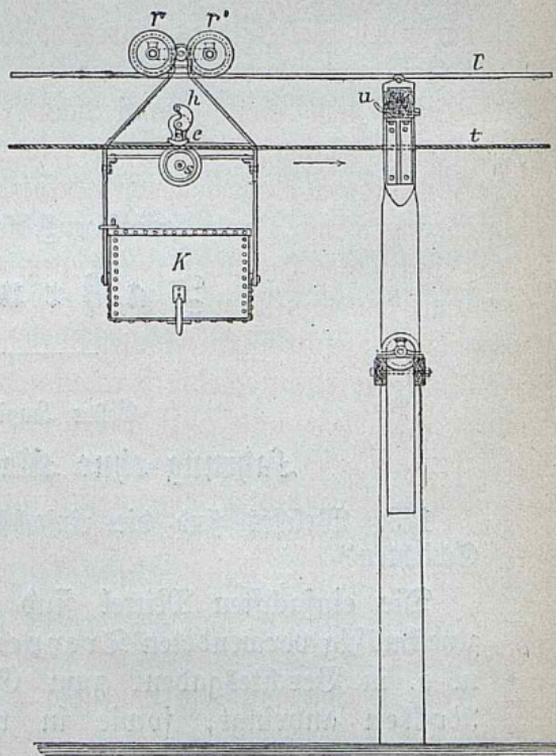


Fig. 141.

Drahtseilbahn mit Leit- und Treibseil.

seil gebracht. Nachdem der Anaggen eingerückt ist, erfolgt der Rücktransport, so daß jedes Fördergefäß einen Kreislauf macht.

Diese Bahnen werden besonders von zwei Firmen, Bleichert & Otto in Leipzig und Th. Obach in Wien, angefertigt.

## Fünfter Abschnitt.

# F a h r u n g .

### Erstes Kapitel.

## Fahrung ohne Maschinenkraft.

173. Welches sind die einfachsten Mittel der Fahrung in Schächten?

Die einfachsten Mittel sind die in flachen Schächten zweckmäßig verwendeten Treppen, neben denen man, wie u. a. in Berchtesgaden, zum Einfahren Kutschen oder Rollen anbringt, sowie in tonnlägigen Schächten die Fahrten.

Beim Einfahren auf Kutschen gleitet der Fahrende auf einem glatten Sitze nach abwärts, indem er sich, mit Handschuhen und mit durch Riemen befestigtem Fahrleder versehen, an einem nicht straff gespannten Seile führt. Feuchte Kutschen halten beim Fahren sehr auf. Geht dasselbe zu rasch, so verlangsamt man es durch Zurücklegen des Oberkörpers.

Fahrten sollen in seigeren Schächten nicht mehr als 75 bis 80° Neigung haben, weil man auf steiler stehenden Fahrten sehr rasch ermüdet. Die bequemste Neigung ist 70°.

Außerdem sollen die Fahrten nicht länger als 6—8 m sein und auf Ruhebühnen stehen, um den Fahrenden Gelegenheit zur Erholung zu geben.

Die Fahrten bestehen aus den Fahrtschenkeln und den Sprossen. Erstere sind meistens von Holz. An solchen Punkten, wo ein rasches Vermodern zu befürchten ist, werden Fahrtschenkel aus Walzeisen oder Drahtseil angewendet.

Fahrtschenkel werden aus runden Stangen von Tannenholz hergestellt, indem dieselben zunächst mit den Sprossenlöchern versehen und sodann in zwei Hälften getrennt werden. Die Schnittflächen kommen nach außen.

Die Sprossen müssen der bessern Haltbarkeit wegen flach sein. Gewöhnlich nimmt man sie an den Enden 52, in der Mitte 78 mm hoch und 20—26 mm stark. Die Entfernung der Fahrtsprossen zwischen den Oberkanten beträgt am Harz 31 cm, an anderen Orten weniger, bis 21 cm.

---

### Zweites Kapitel.

## Fahrung mit Maschinenkraft.

### a) Fahrkünste.

174. Welche Arten von Fahrkünsten sind zu unterscheiden?

Die Fahrkünste sind im Jahre 1833 von dem Bergmeister Dörell in Zellerfeld am Harz erfunden und zuerst im Spiegelthaler Schachte angewendet. Da das Fahren auf der Fahrt in tiefen Schächten die Gesundheit der Arbeiter im besten Mannesalter zerstört, so war die Erfindung der Fahrkünste, zunächst für die schon damals sehr tiefen Harzer Gruben, von eben so großer Wichtigkeit, als die etwa gleichzeitige Erfindung der Drahtseile. Vom Harz aus haben die Fahrkünste eine rasche Verbreitung gefunden. Sie sind im Laufe der Zeit vielfach abgeändert und vervollkommenet.

Die jetzigen Konstruktionen sind in zweitrümmige und einrümmige Fahrkünste zu unterscheiden.

Die Bewegung der Fahrkünste geschieht entweder mittelbar mittels Krummzapfen und Kunstkreuze, bezw. Kunstwinkel, oder mit unmittelbar wirkenden Maschinen.

## 175. Wie sind die zweitrümmigen Fahrkünste eingerichtet?

Die zweitrümmigen Fahrkünste sind die ältesten und am Harz in ausschließlicher Anwendung gebliebenen. An zwei auf- und abgehenden Gestängen befinden sich Tritte und Handgriffe, welche beim Hubwechsel in gleicher Höhe stehen und ein Übertreten gestatten. Die Entfernung der Gestänge beträgt etwa 70 cm, die Hubhöhe bei den älteren Künsten 100—143 cm, bei den neueren 200—384 cm, die Anzahl der Hübe sechs bis zehn pro Minute.

Die hölzernen Tritte sind bei den älteren Harzer Fahrkünsten 26—32 cm im Quadrat und werden mit versenkten Schrauben oder mit Nägeln an gebogenen Tritteisen angebracht, welche ihrerseits am Gestänge ebenfalls mit Schrauben oder Nägeln befestigt sind. Die Handgriffe sind eiserne, an beiden Seiten des Gestänges angenagelte Bügel.

Nach einer Angabe von Lorimier sollen die Gestänge einer mittelbar und doppelt wirkenden Fahrkunst über Tage mit Kolben verbunden werden, welche eine Kraftmaschine mit Hilfe von Wasser abwechselnd in die Höhe drückt, während das letztere beim Niedergange entweicht. Der Erfinder glaubt zehn Spiele in der Minute bei der bedeutenden Hubhöhe von 6 m unschwer erzielen zu können, was einer mittlern Fahrgeschwindigkeit von 1.5 m entsprechen würde.

In ähnlicher Weise wird eine neue Fahrkunst bei Klausthal gebaut, nur erfolgt die Bewegung nicht durch Dampf, sondern durch Wasserdruck, welcher abwechselnd zwei, mit den Gestängen direkt verbundene Kolben in die Höhe drückt.

Die Gestänge werden an beiden Seiten mit Tritten versehen, so daß die eine Seite zum Ausfahren, die andere zum Einfahren benutzt werden kann.

## 176. Was versteht man unter einrümmigen Fahrkünsten?

Einrümmige Fahrkünste sind solche mit einem Gestänge. Die an diesem angebrachten Tritte passen am Ende jedes Hubes mit festen Bühnen, welche sich im Schachtstöße befinden. Auf die Bühnen treten die Fahrenden am Ende jedes Hubes

über, um am Ende des folgenden Hubes wieder auf die Gestängetritte zu treten.

177. Aus welchem Material bestehen die Gestänge der Fahrkünste?

Die für Fahrkünste benutzten Gestänge werden aus Holzstangen oder Walzeisen oder Drahtseilen hergestellt.

Hölzerne Stangen stellt man durch Verkämmen zweier fortlaufenden Hälften auf deren flachen Seiten her. Über jedem Wechsel liegen Eisenschienen, welche durch Schrauben verbunden sind.

Gestänge aus Walzeisen bestehen entweder aus vier runden oder vier flachen, oder, wie im Marienschachte bei Klausthal, aus zwei flachen Schienen, welche die Tritte zwischen sich fassen.

Gestänge von Drahtseilen sind bis jetzt nur auf dem Samsoner Schachte in St. Andreasberg und auf dem Schmidt-Schachte bei Eisleben angewendet.

Um das Schlottern des untern Endes zu verringern, müssen die Drahtseile genügend beschwert werden.

Derartige Gestänge eignen sich für Schächte mit verschiedener Tonnlage und haben auch den Vorteil eines geringen Gewichtes.

178. Welche Einrichtungen müssen für die Sicherheit der Fahrenden getroffen werden?

Die Gestänge der Fahrkünste müssen zunächst mit Geradführungen, sodann mit Fangvorrichtungen versehen sein. Die Geradführung geschieht durch Lehlager und Rollen, die Fangvorrichtungen älterer Konstruktion sind „Schwingen“, d. h. starke hölzerne Balken mit einer Drehachse in der Mitte, welche an den beiden Enden durch Ketten mit je einem Gestänge verbunden sind. Bricht ein Gestänge oberhalb einer Schwinge, so kann das untere, abgebrochene Ende nicht tiefer fallen, weil es durch die Schwinge mit dem andern Gestänge in Verbindung bleibt. Derartige Schwingen sind mehrere übereinander in Entfernungen von 60—100 m angebracht.

Da die Schwingen länger sind, als die Entfernung zwischen den Gestängen, so werden die letzteren unter den Schwingen sehr aus einander gezogen. Aus diesem Grunde sind die Schwingen in neuerer Zeit durch Scheiben ersetzt, deren Durchmesser der Entfernung der Gestänge gleich ist.

Außerdem kann man zweckmäßig Kolben an jedem Gestänge befestigen, welche in mit Wasser gefüllte und mit einander verbundene Blungerröhren tauchen.

179. Welches sind die Vorteile und Nachteile der Fahrkünste?

Fahrkünste sind insofern von großem Vorteil, als der Fahrende jederzeit und an jeder Stelle des Schachtes beliebig auf- und abtreten kann, was besonders bei altem Gangbergbau wichtig ist, wo stets mehrere Sohlen gleichzeitig in Betrieb sind und wo häufig noch in oberen Teufen neue Erzmittel gefunden werden, während der Hauptabbau schon längst in große Teufe gerückt ist.

Die Sicherheit der Fahrenden ist nach statistischen Ermittlungen nicht größer als bei der Seilsfahrung, nur ließe sich anführen, daß, von ganz seltenen Fällen abgesehen, der Fahrende auf der Fahrkunst für seine Sicherheit durch Ruhe und Aufmerksamkeit selbst sorgen kann, während er bei der Seilsfahrt von der Aufmerksamkeit des Maschinenwärters und von der Haltbarkeit des Seiles abhängt.

Als Nachteil der Fahrkünste ist anzuführen, daß man bei Anwendung derselben einer besonderen Maschine und eines besonderen Raumes im Schachte bedarf.

### b) Seilsfahrung.

180. In welcher Weise erfolgt die Seilsfahrung in Schächten?

Sieht man von Haspelschächten ab, in denen sich der Fahrende mit einem Bein in den Küssel stellt oder sich auf einen „Knebel“ setzt, so erfolgt die Seilsfahrung in Schächten in der Weise, daß die Fahrenden sich in den Förderkorb stellen und von der Fördermaschine eingesenkt oder herausgezogen werden.

Die Geschwindigkeit bei der Seilfahrgung soll 6 m nicht übersteigen.

181. Welche Sicherheitsmaßregeln sind bei der Seilfahrgung zu treffen?

Zunächst muß das Fördergestell so verschlossen sein, daß während der Fahrt niemand durch Ausstrecken eines Körperteiles oder Herabfallen eines Gegenstandes Schaden nehmen kann.

Vor allem müssen Förderseil, Bremsen, Maschine zc. in gutem Zustande sein.

Sodann sind Fangvorrichtungen vorgeschrieben, durch welche im Falle eines Seilbruches verhütet werden soll, daß das Gestell in die Tiefe stürzt. Dieselben haben aber den Nachteil, daß sie die tote Last des Seiles nicht unwesentlich erhöhen. Auch muß erwähnt werden, daß bis jetzt noch keine der zahlreichen Konstruktionen volles Vertrauen verdient. Außerdem wird von vielen Seiten eingewendet, daß beim Vorhandensein einer Fangvorrichtung auf die Seile weniger Sorgfalt verwendet werde.

182. Auf welchen Grundsätzen beruht die Konstruktion und die Wirkung der Fangvorrichtungen?

Die meisten Fangvorrichtungen beruhen darauf, daß durch das Förderseil eine Federkraft gespannt wird und daß diese nach eingetretenem Seilbruche einen Mechanismus in Bewegung setzt, durch welchen das Festklemmen des Korbes an der Leitung bewirkt werden soll.

Als Federkraft verwendet man in erster Linie stählerne Federn verschiedener Konstruktion, seltener Gummi oder Luft.

Bezüglich aller plötzlich wirkenden Fangvorrichtungen ist noch der große Nachteil hervorzuheben, daß die auf den Gestellen fahrenden Menschen mit einer der niedergehenden Geschwindigkeit entsprechenden Kraft etwa in derselben Weise beschädigt werden müssen, als wenn sie mit gleicher Geschwindigkeit in aufrechter Haltung auf einen festen Boden fielen.

Aus diesem Grunde sind diejenigen Fangvorrichtungen vorzuziehen, welche durch allmähliche Aufzehrung der lebendigen Kraft wirken.

### 183. Welches sind die wichtigsten Arten der Fangvorrichtungen?

Die meisten der gebräuchlichen sehr zahlreichen Konstruktionen lassen sich auf wenige Systeme zurückführen, von denen zwei lange Zeit allein die Herrschaft behauptet haben, nämlich die Systeme Fontaine und White & Grant.

Das System Fontaine ist in Figur 142 veranschaulicht. Darin ist a ein schmiedeeiserner Balken mit Leitschuhen, b

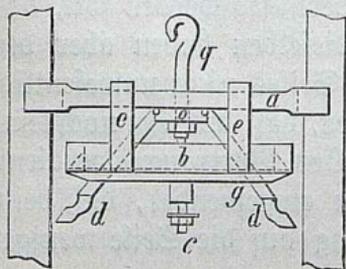


Fig. 142. Fangvorrichtung, System Fontaine.

der obere Rahmen der Schale, welcher in der Mitte offen und durch Schienen e gestützt ist; die letzteren liegen auf a und laufen von da beiderseits schräg nach dem Rahmen herab, g ist eine unter b befestigte Gußeisenplatte, q die am Seile hängende Königsstange, welche durch a und b hindurchgeht und unten eine Mutter c trägt. Über dieser liegt

eine Spiralfeder, welche in zwei gegen einander verschiebbaren Büchsen eingeschlossen ist. Zweckmäßiger erscheint es, die Federn frei anzubringen, damit sie beobachtet und leicht ausgewechselt werden können. d sind die mit o drehbar verbundenen Fänger.

Dringen die Fänger in starke Bretter ein und zersplittern dieselben, bis sie eine Auflage auf den Einstrichen finden, so wird der schließliche Stoß gemildert und das Fangen ein allmähliches.

Das System White & Grant kennzeichnet sich dadurch, daß die Leitungen auf beiden Seiten von gezahnten exzentrischen Scheiben s und s' (Fig. 143) gefaßt werden. Diese sind bei gespanntem Seile durch die Ketten K K' und die Hebel h h' in der durch Figur 143 vorgeschriebenen Stellung gehalten.

Beim Seilbruche werden durch Federkraft die Hebel  $h h'$  niedergedrückt und dadurch die Zähne zum Eingreifen gebracht.

Von anderen Fangvorrichtungen sind folgende zu nennen:

Diejenige von Lohmann (Fig. 144), welche darauf beruht, daß die Fangarme  $a a'$  nach dem Seilbruche und beim darauf folgenden freien Fall ihr Gewicht verlieren und nunmehr von den Federn  $f$  und  $f'$ , deren Stärke nur dem halben Gewichte der Fangarme entspricht, hochgezogen und zum Eingriff gebracht werden.

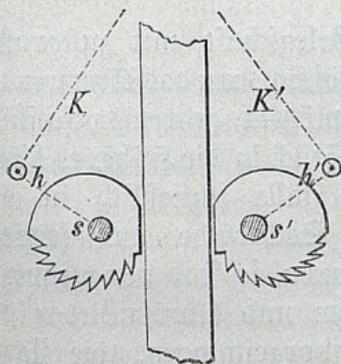


Fig. 143. Fangvorrichtung von White & Grant.

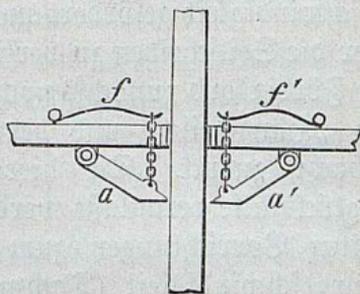


Fig. 144. Fangvorrichtung von Lohmann.

Ferner sind die Keilfangvorrichtungen zu erwähnen. Bei diesen Apparaten, welche zu den besten der hier besprochenen Vorrichtungen gehören und in neuerer Zeit immer mehr Anwendung finden, befinden sich zwischen Gestell und Leitbaum, entweder an der Vorderfläche, oder besser an beiden Seitenflächen des Leitbaumes, eiserne Keile, deren stumpfes Ende nach unten gerichtet ist. Bei gespanntem Seile sind die Keile durch Hebel nach unten gedrückt, beim Seilbruche werden sie durch Federkraft nach oben gezogen, klemmen sich bei weiterem Falle des Korbes immer fester und zehren so die lebendige Kraft desselben allmählich auf. Bei hölzernen Leitungen sind die Keile auf ihren, den Leitungen zugekehrten Flächen bisweilen gezahnt.

Endlich sind die Fallbremsen von Hoppe-Berlin und Benninghaus-Sterkrade zu erwähnen, welche bei sorgfältiger Konstruktion ihren Zweck sehr gut erfüllen. Bei beiden werden eiserne Leitungen auf zwei Seiten von Gleitbacken berührt. Bei Zunahme der Fallgeschwindigkeit wächst die Reibung, die Gleitbacken stemmen sich gegen federnde Schienen und werden durch die letzteren wiederum stärker angeedrückt, bis die lebendige Kraft aufgezehrt und der Korb zum Stillstand gebracht ist.

184. Welches ist der Zweck der Geschwindigkeitsmesser bei Fördermaschinen?

Wird beim Ausfahren der Belegschaft mit zu großer Geschwindigkeit gefördert und schließlich, um das Überwinden über die Seilscheiben zu verhüten, plötzlich gebremst, so fliegt der Förderkorb zunächst noch ein Stück in die Höhe, es bildet sich „Hängeseil“, und der Korb fällt schließlich in den Schacht zurück. Da hierdurch Seilbrüche und schwere Unglücksfälle veranlaßt werden können, so sind von mehreren Seiten Vorrichtungen zum Messen und Kontrollieren der Fahrgeschwindigkeit (Tachymeter) vorgeschlagen, wie sie in ähnlicher Weise bei den Eisenbahnzügen angewendet werden. Dieselben beruhen darauf, daß bei jeder vollen und teilweisen Umdrehung der Seilkorbachse ein Registrierstift in einen, von einer Wächter-Kontrolluhr bewegten Papierstreifen eingedrückt wird.

Dergleichen Apparate sind konstruiert von Sombart und Buß in Magdeburg, Gerhard in Dudweiler, Sähs in Köln-Nippes, Weidtmann in Dortmund und Weig daselbst.

## Sechster Abschnitt.

# Grubenausbau.

---

185. Was versteht man unter Grubenausbau?

Unter Grubenausbau sind alle Vorkehrungen zu verstehen, welche erforderlich sind, um das Einstürzen offener Grubenträume zu verhüten. Dies geschieht durch Auskleiden der Wände und zwar auf dreierlei Art: mit Holz = Zimmerung, mit Eisen = Eisenausbau, mit Stein = Mauerung.

Alle drei Arten des Ausbaues können wasserdicht hergestellt werden.

---

## A. Gewöhnlicher Ausbau.

### Erstes Kapitel.

## Zimmerung.

### a) Material und Gezüge.

186. Welche Holzarten kommen bei der Zimmerung in Betracht?

Im allgemeinen verwendet man zur Grubenzimmerung dasjenige Holz, welches am billigsten zu haben ist, natürlich unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Haltbarkeit. Letztere ist um so größer, je dichter das Holz, oder je harzreicher dasselbe bei geringerer Dichtigkeit ist. Hiernach kommen, abgesehen von der Kiefer, bei der Zimmerung die Eiche und das langsam, also im Hochgebirge gewachsene Nadelholz in

Betracht, wobei jedoch Weißtanne oder Edeltanne nicht empfohlen werden kann, weil dieselbe weich, harzarm und leicht spaltbar ist. Rotbuche wird ungeachtet ihrer geringen Haltbarkeit sehr viel verwendet, wenn sie in der Nähe der Grube wächst, also billig zu haben ist.

### 187. Wie verlängert man die Haltbarkeit des Holzes?

Die Haltbarkeit des Holzes hängt vom Gebirgsdruck und von solchen Umständen ab, welche seine Zersetzung herbeiführen. Diese erfolgt entweder durch nasse Fäulnis, Verfaulen, oder durch trockene Fäulnis, Vermodern.

Das Verfaulen tritt in erster Linie in Folge von Wechsel zwischen Nässe und Trockenheit ein. Ferner wird sie veranlaßt, wenn Wasser ins Innere des Holzes eindringen kann, sodann durch Berührung mit faulenden organischen Substanzen, stets aber ist die Ursache eine äußerliche.

Der Vermoierungsprozeß des Holzes beginnt, wie bei allen organischen Körpern, mit der Zersetzung der flüssigen Bestandteile, der Säfte, wirkt in zweiter Linie ansteckend auf die feste Holzmasse und wird besonders durch feuchtwarme Luft begünstigt. Alle Mittel, die Vermoierung aufzuhalten oder gänzlich zu beseitigen, haben deshalb den Zweck, entweder die Säfte möglichst zu entfernen, oder sie in einen unschädlichen Zustand überzuführen (Tränken des Holzes mit Lösungen von Salzen), oder endlich die äußeren Einflüsse zu beseitigen, indem man die Luft abzuschließen und deren Temperatur möglichst niedrig zu halten sucht.

Die Entfernung der Säfte erfolgt am einfachsten durch Austrocknen an der Luft.

Versuche, die Säfte durch Auswaschen in fließendem Wasser, wobei man das Holz mit dem Stammende gegen den Strom legte, oder durch Auslaugen mit eingepreßten Dämpfen zu entfernen, haben sich für die Anwendung im großen nicht bewährt.

Die Bemühungen, die Säfte durch Tränken des Holzes in einen solchen Zustand überzuführen, daß sie der Zersetzung

einen bessern Widerstand leisten können, sind sehr zahlreich gewesen, haben aber bis jetzt das Resultat gehabt, daß die verschiedenen Verfahrensweisen sich immer nur für einzelne Fälle anwendbar erwiesen, z. B. um besonders wichtigen Hölzern, deren Auswechslung schwierig, oder mit Betriebsstörungen verbunden ist, wie Pumpenlagern, Schwellen von Förderbahnen 2c., eine möglichst lange Haltbarkeit zu verschaffen. Die Anwendung der Imprägnation auf die gesamte Grubenzimmerung ist zu umständlich und zu kostspielig.

Die angewendeten Flüssigkeiten sind entweder solche, bei denen nach Verdunstung des Lösungsmittels die aufgelösten Stoffe in fester Form auskrystallisieren und dabei die Säfte des Holzes umschließen, oder sie wirken fäulniswidrig (antiseptisch), z. B. Kreosot.

Am besten hat sich seiner Einfachheit und Billigkeit wegen das Verfahren gezeigt, das Holz in eine Lösung von Kochsalz zu legen.

Die Zerfetzung der Säfte durch äußere Einflüsse verhütet man am wirksamsten durch Zuführung frischer kühler Wetter, sodann auch, besonders in Schächten, durch stetiges Bewässern des Holzes, weil hierdurch nicht allein die Luft ferngehalten, sondern auch durch die Verdunstung des Wassers eine Abkühlung der Temperatur in der nächsten Umgebung des Holzes herbeigeführt wird.

188. Welches sind die bei der Grubenzimmerung in Anwendung kommenden Gezüge?

Die bei der Zimmerung gebrauchten Gezüge sind: die Art, das Beil, die Säge, das Sperrmaß, das Lot, die Sezwage und einige Hilfsgezüge, wie Großsäufel, Bohrgezüge, Spitzhammer 2c.

Die Bezeichnungen Art und Beil sind nicht überall getrennt; richtiger ist es aber, das einseitig geschliffene und vorwiegend vom Zimmermann zum Abschlichten des Holzes gebrauchte Beil von der zweiseitig geschliffenen Art zu unterscheiden.

Die Säge ist entweder einmännisch oder zweimännisch. Im letztern Falle ist das Sägenblatt dünner und darf auf beiden Seiten nur ziehend, nicht schiebend gehandhabt werden. Als Material wird an Stelle des früher ausschließlich angewendeten Eisenblechs jetzt vielfach Stahlblech vorgezogen.

Da bei der Grubenzimmerung ausschließlich der Abstand zwischen zwei festen Flächen, bezw. Punkten zu messen ist, so bedient man sich hierzu zweckmäßig eines Sperrmaßes. Dasselbe besteht aus zwei Holzstäben, welche zusammen etwas länger, als die zu messende Entfernung sein müssen.

Nachdem man durch Verschieben der zusammengehaltenen Holzstäbe die Entfernung der festen Punkte bestimmt hat, trägt man die überragende Länge des einen Stabes auf den anderen durch einen Einschnitt auf, so daß man die Summe der Längen auf dem einen Stab hat. Wollte man das Sperrmaß einfach zusammenhalten und bis zu dem abzuschneidenden Holze tragen, so könnte es sich leicht verschieben.

Außerdem braucht man Lot und Sezwage. Die letztere wird einfach durch zwei gleichlange Maßstäbe gebildet, mit welchen man auf dem zu verarbeitenden Stück Holz durch Zusammenhalten am oberen Ende ein gleichschenkliges Dreieck bildet. Trifft das von der Spitze herabgelassene Lot die vorher markierte Mitte der Grundlinie, so liegt das Holz wagerecht.

### b) Streckenzimmerung.

#### 189. Worin besteht die Streckenzimmerung?

Die Zimmerung in Strecken ohne darüber befindlichen Abbau besteht fast ausschließlich aus Thürstöcken, bei welchen ganze und halbe (einbeinige) Thürstöcke unterschieden werden.

Ein ganzer Thürstock (ein Paar Thürstöcke) besteht aus der Kappe und zwei Beinen, welche als Stützen der Kappen dienen. Bei dem halben Thürstocke legt sich die Kappe mit einem Ende gegen das Gestein, während nur das andere Ende durch ein Bein unterstützt wird.

Nach der Art, in welcher Kappe und Beine verbunden werden, sind es polnische, schwedische oder deutsche Thürstöcke.

Bei den polnischen Thürstöcken (Fig. 145) bleibt die Kappe rund, während die Beine am obern Ende ausgespart sind. Da indes bei Seitendruck die Beine leicht umgeworfen werden, so schlägt man dicht unter der Kappe noch einen Pfahl ein.

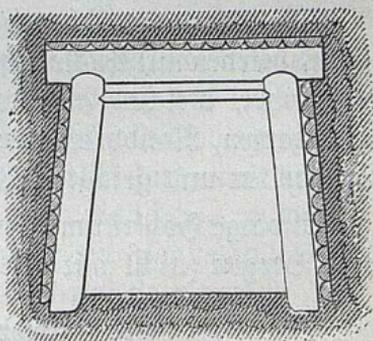


Fig. 145. Polnischer Thürstoc.

Bei den schwedischen Thürstöcken (Fig. 146) geschieht die Verbindung zwischen Kappe und Beinen mit einfachem schrägen Schnitte.

Am gebräuchlichsten sind die deutschen Thürstöcke, bei welchen zweierlei Verbindungen vorkommen.

Die gewöhnlich angewendete ist durch Figur 147 dargestellt und für vorwiegenden Druck von oben bestimmt,

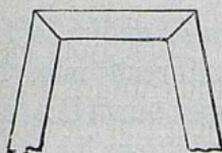


Fig. 146. Schwedischer Thürstoc.

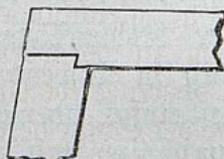


Fig. 147. Deutscher Thürstoc für Firstendruck.

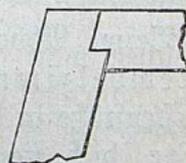


Fig. 148. Deutscher Thürstoc für Seitendruck.

während die Verbindung in Figur 148 bei stärkerem Seitendruck angewendet wird.

In Figur 149 heißen a und d Blatt, b das Gesicht, c und e Eingesechnittenes oder Eingeschneide.

Die Beine bekommen unter gewöhnlichen Umständen einen „Überhang“ von 13 cm auf 1 m Länge, bei quellendem Nebengestein steigt derselbe bis 30 cm. Bei schwimmendem Gebirge, wo eine der Kappe entsprechende

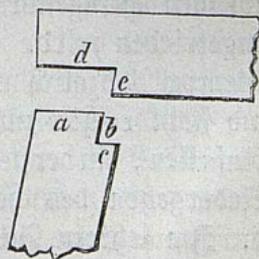


Fig. 149. Deutscher Thürstoc.

Quergrundsohle hinzukommt, so daß das Ganze einen geschlossenen viereckigen Rahmen bildet, stehen die Beine senkrecht.

Die Räume zwischen den Thürstöcken heißen Felder. Dieselben werden mit Ausladeholz (Verzug-, Verzieh-, Füllholz zc.) verwahrt, welches aus runden oder geschnittenen Pfählen, Schwarten, Randbrettern zc., bei schwimmendem Gebirge aus gehobelten und gefugten Pfosten oder Bohlen besteht.

Etwasige Hohlräume hinter und über dem Füllholz müssen mit Bergen (nicht mit altem Holze) dicht verfüllt werden.

### c) Zimmerung in Abbauen.

190. Welchen Zweck hat die Zimmerung in den Abbauen?

Die Zimmerung in den Abbauen hat den Zweck, das freigewordene Hangende der Lagerstätten, sowie einzelne im Abbau begriffene Teile derselben zu stützen. Dies geschieht durch Stempelzimmerung, durch Unterzüge mit Bolzen (polnische Thürstöcke), halbe Thürstöcke, einfache Bolzen, Streben zc.

Beim Abbau der Kohlenflöze kommt ausschließlich Stempelzimmerung in Anwendung, während man die Firstenstöße in den steil einfallenden Erzgängen durch Unterzüge, d. h. starke Rundhölzer mit untergestellten Bolzen, stützt.

191. Was versteht man unter Stempel?

Unter Stempel soll hier ausschließlich ein Stück Holz verstanden werden, welches ganz oder nahezu rechtwinklig zwischen Hangendem und Liegendem einer Lagerstätte eingetrieben wird. Bei flach liegenden Lagerstätten hat der Stempel lediglich den Druck des Hangenden aufzunehmen und steht rechtwinklig zu demselben, während bei steilerem Einfallen, in erster Linie bei Gängen, auch häufig dem Niedergehen des hangenden Nebengesteines entgegenzutreten ist. Im letztern Falle muß der Stempel an der obern Kante einen Winkel von  $95-100^\circ$  mit dem Hangenden einschließen ( $5-10^\circ$  „Strebe“ bekommen). Wollte man ihn genau

rechtwinklig stellen, so würde er schon bei geringer Senkung des Hangenden locker werden, während er bei  $5-10^\circ$  Strebe erst in die rechtwinklige Lage hineingebracht, dabei aber nur noch fester und widerstandsfähiger gemacht werden wird.

Am Stempel selbst unterscheidet man Kopf und Fuß. Der Stempel ist barfuß, wenn er unmittelbar im festen Gesteine und zwar in einem Bühnloche steht. Diejenige Stelle des Hangenden, an welcher der Stempel mit seinem Kopfe anliegt, heißt der Anfall oder das Kopfgeschick. Muß wegen Flüchtigkeit des Hangenden ein Stück Holz angelegt werden, so wird dasselbe Anpfahl genannt. Ein am Liegenden angebrachtes Holz heißt Fußpfahl.

Die einfachste Form des Stempels kommt bei söhligen Flözen vor. Ein Stück Holz, welches der Mächtigkeit des Flözes entspricht, wird in ein Bühnloch am Liegenden eingesetzt und in rechtwinkliger Stellung am Hangenden eingetrieben. Damit der Stempel besser zieht, legt man ein Stück Brett, einen „Anpfahl“, unter das Hangende.

192. In welcher Weise werden die Stempel beim Firstenbau angewendet?

Sollen beim Firstenbau die Feldortstrecken offen bleiben, was der Fall ist, wenn liegende Umbruchstrecken nicht getrieben werden können, so muß man einen Ausbau anwenden, welcher nicht allein die Füllberge des Firstenbaues zu tragen vermag, sondern auch seine Stütze nicht in der Sohle der Feldortstrecke hat. Denn wenn später der Abbau von unten herauf kommt, so muß entweder der „Deckelstoß“ (die Sohle der Feldortstrecke) stehen gelassen werden, oder man muß in sehr umständlicher und gefährlicher Weise denjenigen Ausbau, welcher seine Stütze in der Streckensohle hat, z. B. Thürstockzimmerung, abfangen, um nicht die darauf liegenden Berge des obern Abbaues (des „alten Mannes“) hereinzuziehen.

Am besten eignen sich deshalb für diesen Zweck die Stempel, welche ihre Stütze lediglich im Hangenden und Liegenden

finden und so zu schneiden sind, daß sie wie ein Keil zwischen zwei feste Gesteinsflächen von oben her eingetrieben werden.

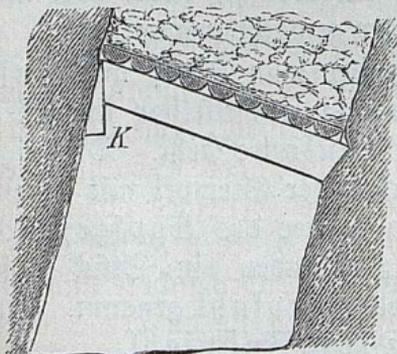


Fig. 150. Hilfsstempel.

Allerdings kann dieses Einlegen von oben nur bei den ersten, in 2 m Entfernung gelegten, sogen. Hauptstempeln geschehen. Sind dieselben erst mit Zulegeholz und ist dieses wieder mit Füllbergen bedeckt, so können die später bei Vergrößerung der Last einzulegenden

Hilfs- oder Einstrichstempel, deren Befestigung

mit Hilfe eines Keiles K (Fig. 150) geschieht, nur von unten eingebracht werden.

#### d) Zimmerung in Schächten.

##### 193. Worin besteht die Zimmerung in Schächten?

Die Zimmerung in Schächten soll den Druck der Schachtstöße aufnehmen, sie muß also im wesentlichen aus viereckigen Rahmen bestehen, welche je nach Bedürfnis eine Verstärkung erhalten.

Da die gewöhnliche Form des für hölzernen Ausbau bestimmten Querschnittes tonnlägiger Schächte eine länglich viereckige ist, derart, daß die langen Stöße parallel zum Hangenden und Liegenden sind, so bestehen die Rahmen oder Gebierte ebenfalls aus zwei langen Hölzern, den Föchern (langen Föchern), und aus zwei kurzen, den Pfändungen oder Haupthölzern (Heithölzer, kurze Föcher, Rappen).

Liegen die Gebierte unmittelbar aufeinander, so hat man Schrot- oder ganze Schrotzimmerung.

Da dieselbe sehr viel Holz erfordert, so wird sie nur bei starkem Drucke angewendet. Meistens genügt die Bolzen-schrotzimmerung, bei welcher die Gebierte je nach der

Festigkeit des Gesteines mindestens 1 m auseinander liegen und durch Bolzen in den vier Ecken und in der Mitte der Fächer von einander abgestrebt sind.

#### 194. Wie wird die ganze Schrotzimmerung ausgeführt?

Die Verbindung der Pfändungen oder Haupthölzer mit den Fächern geschieht bei der ganzen Schrotzimmerung durch einfache Überblattung. Beim Abteufen des Schachtes legt man in einer von der Festigkeit des Gesteines abhängigen Entfernung vom untersten Gebierte, z. B. 3 m tiefer, die beiden Fächer so ein, daß sie an den Enden sichere und feste Auflage haben. Sodann schneidet man sie an den Stellen, wo die Haupthölzer hinkommen sollen, zur Hälfte ein, spaltet das Holz heraus, mißt die lichte Länge der Haupthölzer ab, stellt auch an ihnen durch Einschneiden bis zur Hälfte und durch Ausspalten die Blätter her, und legt sie auf die Fächer.

Auf dieses erste, das sogenannte Traggeviert, legt man die übrigen Gebierte, bei denen indes die Fächer keine feste Auflage zu haben brauchen, bis man den Anschluß an das oberste Traggeviert erreicht.

#### 195. Wie wird die Bolzenschrotzimmerung hergestellt?

Bei der Bolzenschrotzimmerung läßt man es beim Traggevierte der ganzen Schrotzimmerung bewenden und verzieht die offen gebliebenen Felder mit Pfählen, Schwarten, Halbholz etc., welche entweder auf der Mitte des Holzes wechseln, oder hinter dem Gebierte übereinandergreifen. Unter allen Umständen soll das Verzugholz unmittelbar am Gebierte anliegen, um den Feldern eine gleichmäßige Oberfläche zu geben. Damit das Verzugholz nicht wegfallen kann, muß es von hinten verkeilt werden. Auch sind alle etwa verbliebenen Hohlräume dicht mit Bergen zu verfüllen.

Auch bei der Bolzenschrotzimmerung verbindet man Pfändungen und Fächer vielfach in der eben geschilderten Weise. Weil dabei aber das Holz verschwächt wird, so zieht man bei starkem Drucke gegen die Längsachse der Pfändungen, ganz besonders aber bei tonnlägigen, im Ganggesteine

niedergebrachten Schächten eine Verbindung vor, bei welcher die Pfändungen auf beiden Seiten „Überschnittenes“ bekommen, also wie Stempel in Keilform hergestellt werden, während man an den Föchern entsprechende, nach unten konvergierende Flächen anbringt (Fig. 151).

Zur Verstärkung der Gebierte bringt man, wenn es der Gebirgsdruck erfordert, in den vier Ecken, sowie auf der Mitte der Föcher Wandruten an, welche durch Stempel (Schachtstempel) aus einander gehalten werden.

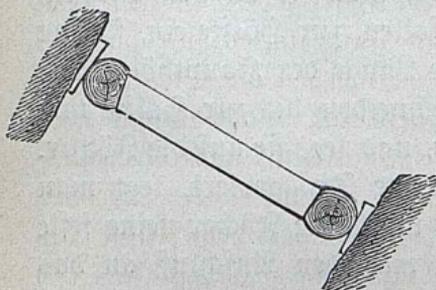


Fig. 151. Föcher mit Pfändung.

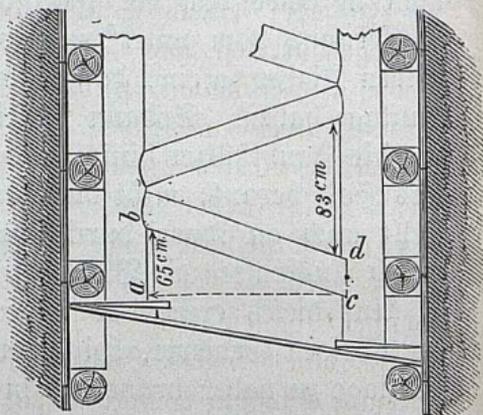


Fig. 152. Verstempeln der Wandruten.

Bei den Schachtstempeln unterscheidet man: Bruststempel und Zapfenstempel, Strebstempel, Lagerstempel.

Bruststempel sind diejenigen, welche zwischen die unteren Enden der Wandruten und zwar so eingetrieben werden, daß sie die hangende Wandrute mit einer Ausrundung („Schar“) umfassen, während sie an der liegenden gerade abgeschnitten sind, und vor einer dort angebrachten „Brust“, d. h. einer geraden Fläche  $c\ d$ , stehen (Fig. 152).

Erhalten die Stempel am Liegenden einen Zapfen, der in ein entsprechendes Zapfenloch paßt, so nennt man sie Zapfenstempel.

Die Bruststempel bekommen an der hangenden Wandrute eine „Strebe“  $a\ b$  von etwa 65 cm über der horizontalen Lage.

Strebstempel sind solche Stempel, welche aufwärts gerichtet sind, Lagerstempel solche, welche horizontal liegen.

In Richtschächten, in denen lediglich die langen Schachtstöße von einander abzustreben sind, wendet man entweder nur horizontale Einstriche, wie meistens beim Flözbergbau, oder nur Strebstempel (Fig. 152) an, diese in der Regel beim Gangbergbau. Im letztern Falle steht jeder Stempel mit dem Fuße auf dem Kopfe des nächst unteren, ebenso bei tonnlägigen Schächten, in denen Strebstempel und Lagerstempel abwechseln.

Ist aber einem Sinken des hangenden Nebengesteines entgegenzutreten, wie es häufig der Fall ist, wenn sich in der Tiefe alte Abbaue befinden, so werden wiederum lediglich Strebstempel und zwar als Bruststempel angewendet. Dieselben müssen aber in diesem Falle unter sich parallel sein. Beim Setzen des Hangenden werden die Stempel erst der rechtwinkligen Lage näher gebracht und dadurch noch mehr befestigt. Damit sie im Anfange nicht nach oben ausweichen können, schlägt man einen kurzen, dicken eisernen Stift, einen sogen. Vorschlag, dicht über dem Kopfe des Stempels in die Wandrute ein.

Bei druckhaftem Gebirge bringt man Tragstempel ein, welche mit beiden Enden im festen Gesteine liegen, und auf welche die Wandruten gesetzt werden. Sollte an einer Stelle ein Schachtbruch entstehen, so kann sich derselbe nur bis zu dem nächst obern Tragstempel fortpflanzen. Im Zickzack gelegte Streb- und Lagerstempel (Fig. 152) erhalten an beiden Enden Schar.

### e) Getriebezimmerung.

196. Was versteht man unter Getriebezimmerung und wie wird dieselbe ausgeführt?

Die Getriebezimmerung (Abtreibearbeit) wird in rolligem und schwimmendem Gebirge, in Strecken, Abbauen und Schächten angewendet. Die dabei zu befolgenden Regeln sind in allen Fällen der Hauptsache nach gleich und sollen durch die Beschreibung eines Thürstockgetriebes näher erörtert werden.

Die Getriebezimmerung besteht darin, daß Pfähle oder Abtreibe- (Getriebe-) Pfähle in die Massen vorausgetrieben werden, während die eigentliche Zimmerung nachfolgt.

Das einfachste Getriebe ist dasjenige in rolligen Massen, welche nur in der Firste vorkommen, während Wange und Sohle fest sind — Firstengetriebe. Andernfalls treten, wie beim Schwimmsande, Seiten- und Sohlengetriebe hinzu.

Als Getriebepfähle verwendet man in rolligen Massen runde fichtene Pfähle, deren starkes Ende zugespitzt und vorausgesteckt wird. Bei großem Druck benutzt man Halbholz. Den schwachen Enden, welche demnächst geschlagen werden sollen, nimmt man die scharfen Kanten, oder legt auch wohl einen eisernen Ring um, wodurch ein zu frühes Aufspalten verhütet wird.

Im schwimmenden Gebirge bestehen die Pfähle aus geschnittenem, besäumtem, mitunter sogar behobeltem Holze (Bretter und Pfosten), damit sie überall dicht abschließen. Die Eckpfähle sind aus demselben Grunde mit schrägem Schnitte zusammengepaßt.

Die Abtreibearbeit beginnt beim Firstengetriebe mit dem Setzen eines Ansteck- oder Hebehürstokes, bezw. Hebestempels, und Herstellen des Schlißes, in welchen die Getriebepfähle eingesteckt werden und demnächst ihre Führung finden. Die Kappe des Hebehürstokes erhält an ihrer obern Fläche einen etwas nach oben gerichteten Beschlag, damit die Pfähle auf einer Fläche aufliegen und die Kappe nicht lediglich an einem Punkte berühren, in welchem Falle sie bei eintretendem Druck leichter eingeklemmt werden.

Der Schliß wird dadurch hergestellt, daß man Pfosten, Halbholz oder auch Rundholz, je nach der Größe des Druckes, auf die Kappe (bezw. hinter die Beine und über die Grundsohle) legt, und diese Pfändung a (Fig. 153) durch Pfänd- oder Schlißkeile b, welche auf die hohe Kante gestellt sind, damit sie wenig Raum einnehmen, gegen die Verzughölzer

des letzten Feldes treibt. Bei grobem, rolligem Gebirge läßt man die Schlißkeile stecken, weil sie bewirken, daß die Pfähle nicht eingeklemmt werden. Die insolgedessen zwischen den Pfählen entstehenden Zwischenräume deckt man nötigenfalls dadurch zu, daß man kurze Schwartenstücke u. dergl. quer darüber schiebt.

Die Pfähle werden mit Ansteigen, also derart angesteckt, daß ihre Spitzen etwas nach aufwärts gerichtet sind. Diese Divergenz mit der Richtung der Streckenfirste muß so groß sein, daß am Ende der Pfahlspitzen genügender Raum für einen neuen Schliß nebst Pfändung bleibt, während die Kappe des

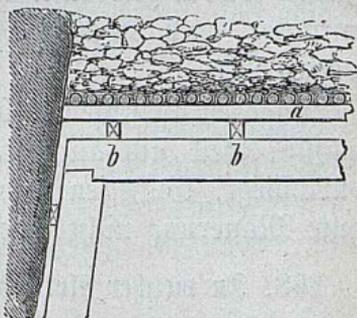


Fig. 153. Getriebezimmerung.

neuen Ansteckpaares in der Höhe der vorhergehenden liegt.

Bei schwimmendem Gebirge ist die Gefahr des Hervorquellens, auch bei kleinen Ritzen, besonders groß. Man muß deshalb immer kleine Strohbüschel zur Hand haben, um die Ritzen verstopfen zu können, wobei aber der freie Durchgang des Wassers nicht verhindert werden darf.

## Zweites Kapitel.

### Eisenausbau.

#### a) Eisenausbau in Strecken.

197. Unter welchen Umständen ist Eisen als Material für Streckenausbau vorteilhaft?

Am besten eignet sich Ausbau in (Schmiede-)Eisen als Ersatz für Zimmerung in solchen Wettern, welche eine rasche Zersetzung des Holzes und ein häufiges Auswechseln des letztern erwarten lassen, ferner bei mäßigem Druck auch als Ersatz für Mauerung, weil Eisenausbau rasch einzubringen ist und weil man die bei Mauerung in der Regel notwendige

verlorene Zimmerung und außerdem an Streckenweite, somit also an Gehingelohn und Förderkosten für die gewonnenen Berge spart.

Bei der Berechnung der Gestehungskosten für 1 m Länge ist außerdem zu berücksichtigen, daß sich Eisenausbau in vielen Fällen wieder gewinnen und mindestens als altes Material, mitunter auch noch mehrmals zum Streckenausbau, verwerten läßt.

Dagegen ist Eisenausbau bei großem Druck nicht zweckmäßig, weil sich auch starkes Schmiedeeisen mit der Zeit durchbiegt, Gußeisen aber bricht. In solchem Falle ist eine gute Mauerung nicht zu ersetzen.

### 198. In welcher Art wird Eisenausbau angewendet?

Abgesehen von der Verwendung des Eisens in Gestalt von alten Eisenbahnschienen oder I-Eisen als Kappe, welche auf Seitenmauern ruht, wird das Eisen bei dem Ausbau der Strecken in Form von Bogen verwendet, welche entweder unten offen, oder ringsum geschlossen sind, aus einem Stücke oder aus mehreren, durch

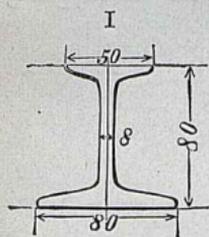


Fig. 154.

Profile für Streckenbogen.

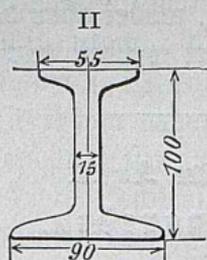


Fig. 155.

Laschen und Schrauben mit einander verbundenen Stücken bestehen.

Gutehoffnungshütte in Sterkrade stellt zwei Profile her (Fig. 154 und 155), von denen das laufende Meter bei Profil I 12.75 kg, bei Profil II 14.00 kg wiegt.

Ein Streckenbogen für einen einspurigen Querschlag mit Profil I wiegt ca. 72 kg, mit Profil II ca. 80 kg, für einen zweispurigen Querschlag mit Profil II und mit geraden Schenkeln 93 kg, unten geschlossen 132 kg.

Die Bogen stehen entweder auf Gußplatten, welche auf den für die Aufnahme der Förderbahn bestimmten Schwellen

angebracht sind, oder in Steinsokeln, wie auf der Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg und am Harz, oder sie stehen direkt auf eichenen Schwellen in fester Sohle, oder endlich in  $\sqcup$ -Eisen, welches als Schwelle quer über die Streckensohle gelegt wird. Bringt man in das  $\sqcup$ -Eisen hölzerne Schwellen, zur Aufnahme der Förderbahn ein, so werden damit gleichzeitig die Bogen gegen das Zusammenschieben geschützt.

Der Verzug wird meistens mit Holz, am besten mit eichenen Schwarten, hergestellt. Am Harz, wo die Strecken auf sehr lange Zeit offen erhalten werden müssen, legt man hinter die Bogen alte Grubenschienen oder  $\vdash$ -Eisen, klemmt flache Grauwackensteine von gleicher Höhe dazwischen und versüllt dahinter sorgfältig mit Bergen.

Zwischen die Berge treibt man in der Firste einen fortlaufenden Pfahl ein, um sie gegen das Umwerfen zu schützen.

#### b) Eisenausbau in Schächten.

##### 199. Worin besteht der Eisenausbau in Schächten?

Abgesehen von vereinzeltten Fällen, in denen man alte Eisenbahnschienen oder I-Eisen an Stelle hölzerner Gebierte verwendet, besteht der nicht wasserdichte Eisenausbau in Schichten aus  $\sqcup$ -förmigen Ringen, welche in Entfernungen von je 1 m gelegt werden. Jeder Ring ist aus vier Teilen zusammengesetzt, welche an den Wechsellinien mittels gleichfalls  $\sqcup$ -förmiger, in das Profil der Ringe passender Laschen und vier einfacher Bolzen verbunden sind. Die Maße für das mehrfach verwendete Ringprofil sind in Figur 156 angegeben.

Die Verbindung der Ringe unter sich geschieht durch Bolzen, welche auch aus  $\sqcup$ -förmigem Schmiedeeisen bestehen. Dieselben sind an den Enden etwas umgebogen und mit Löchern zum Durchstecken von Schraubenbolzen versehen.

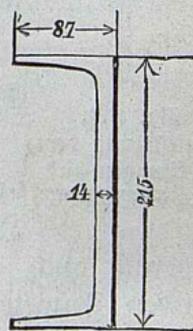


Fig. 156. Profil der eisernen Bögen für Schachtausbau in Saarbrücken.

Die Schachtscheider zwischen den einzelnen Schachtrümmern sind I-Eisen, welche an den Ringen durch einfache Bolzen (Fig. 157), unter sich durch angeschraubte Winkleisen verbunden sind.

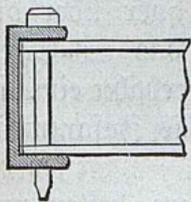


Fig. 157. Verbindung der Schachtringe und Einstriche.

Die Leitungen l (Fig. 158) werden durch Laschen und Schrauben an den Einstrichen in ähnlicher Weise befestigt, wie Grubenschienen auf eisernen Schwellen.

Das Verziehen der Felder geschieht in der Regel mit Holz, nur in Wetterschächten verwendet man dazu Eisenblech, am zweckmäßigsten verzinktes Wellblech.

Der oberste und jedesmal der zehnte Ring werden durch eingeführte Träger, welche in einer senkrechten Ebene mit den Einstrichen (Schachtscheidern) liegen, abgefangen. Außerdem wird jeder Ring für sich, nachdem er sorgfältig nach Lot und Wage gerichtet ist, gegen den Schachtstoß fest verkeilt, so daß schon hierdurch die Schraubenbolzen, mit denen die Ringe unter sich verbunden sind, entlastet und am Abreißen verhindert werden.

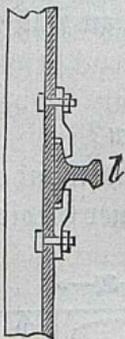


Fig. 158. Befestigung der Leitungen an den Einstrichen.

200. Welches sind die Vorteile dieses eisernen Schachtausbaues?

Der Eisenausbau stellte sich in den Saarbrücker Schächten um ein Viertel bis zur Hälfte billiger, als Mauerung, und ergab überall auch im Vergleich mit Zimmerung einen bedeutenden Zeitgewinn.

## Drittes Kapitel.

**Mauerung.****a) Material.**

201. Welche Materialien kommen bei der Mauerung in Anwendung?

Wenngleich hier zunächst nur von gewöhnlicher Mauerung die Rede sein kann und die wasserdichte erst später besprochen werden wird, so sollen doch die Materialien — Stein und Mörtel — für beide Mauerungsarten im Zusammenhang erwähnt werden.

Die Mauersteine sind entweder natürliche oder künstliche. Die natürlichen oder Bruchsteine (Sandstein, Grauwacke, Kalkstein etc.) müssen in Bänken von 15 bis höchstens 40 cm Mächtigkeit brechen. Sie besitzen dann bereits zwei natürliche Lagerflächen, so daß nur noch die vordere Fläche (Kopf) und die beiden Seitenflächen zu bearbeiten sind. Trotzdem kommt die nasse Mauerung mit Bruchsteinen, gerade wegen des Behauens, sehr teuer und kann deshalb nur beschränkte Anwendung finden. Kohlen sandsteine mit kalkigem Bindemittel zerfallen an der Luft und dürfen deshalb nur bei Fundamentmauern verwendet werden.

Natürliche Steine werden häufig ohne Mörtel verwendet (trockene Mauerung).

Von weit größerer Wichtigkeit sind für die Grubenmauerung die künstlichen Steine, besonders die Ziegelsteine (Backsteine). Die Schlackensteine (saure Schlacken vom Schließschmelzen) haben sich nur in beschränktem Maße bewährt. Bei starkem Druck sind sie nicht widerstandsfähig genug, auch eignen sie sich nicht für nasse Mauerung, weil sie den Mörtel nicht anziehen.

Da, wo die Steine einen großen Druck auszuhalten haben, wie bei Verdämmungen und wasserdichter Schachtmauerung, benutzt man gewöhnlich Klinkerziegel, d. h. Ziegelsteine aus sehr reinem, eisenfreiem Thon, welche ein scharfes Brennen ertragen und dadurch sehr hart werden, ohne an ihrer Oberfläche zu fritten.

Auch hat man zu demselben Zweck Steine aus Zement mit Zusatz von Sand, Kies u. dergl. angewendet.

Für die gewöhnliche Mauerung braucht man Luftmörtel, für die wasserdichte hydraulischen Mörtel. Der erstere besteht aus gebranntem Kalk und einem Zusatz von Sand, er wird nur an der Luft hart, löst sich aber im Wasser auf, während hydraulische Mörtel in beiden Fällen erhärten.

Der hydraulische Mörtel ist entweder Traßmörtel, Romanzement oder Portlandzement.

### b) Mauerung in Strecken und Abbauen.

202. In welcher Weise wird die Mauerung in Strecken ausgeführt?

Die einfachste Art der Mauerung in Strecken und Abbauen ist die Scheibenmauer. Dieselbe kann trocken und naß, senkrecht und mit Böschung hergestellt werden.

Hat man hauptsächlich starkem Firsendrucke zu begegnen, so stellt man die Oberfläche („den Kopf“) der Scheibenmauern als Widerlager her und spannt ein Gewölbe darüber.

Kommt Druck von allen Seiten, so wird eine geschlossene Mauerung mit kreisförmigem Querschnitte (Tonnengewölbe), für eingeleisige Strecken auch die elliptische Form angewendet.

Die Stärke der Mauern beträgt bei Ziegeln, wenn es auf Verband ankommt,  $1\frac{1}{2}$  Steine, sonst 1 oder 2 Steine.

Der Mauerung muß in den meisten Fällen ein verlorener Ausbau in Holz oder Eisen vorausgehen, dessen lichte Weite derjenigen der Strecke einschließlich der Mauerstärke entspricht, und welcher bis auf die Berzughölzer gewöhnlich wieder gewonnen werden kann.

### c) Mauerung in Schächten.

203. Wie erfolgt die gewöhnliche Ausmauerung der Schächte?

Wenn es sich nur um das Verkleiden der Schachtstöße, nicht auch um das Abschließen der Wasser handelt, so findet

die Ausmauerung zweckmäßig in Absätzen statt. Dabei ist entweder gar kein verlorener Ausbau, oder doch nur ein solcher für jeden Absatz in Holz oder besser in Eisen (vergl. Fr. 199) nötig, welche nach vollendeter Mauerung für das Abteufen des folgenden Absatzes wieder zu gewinnen ist.

Die beste Form der ausgemauerten Schächte ist die kreisrunde oder die aus vier flachen Bogen bestehende.

Die Mauerstärke beträgt bei sehr weiten Schächten und Ziegelmauerwerk höchstens  $1\frac{1}{2}$  Steine, für Schächte von geringer Weite genügt 1 Stein.

Die Mauerung geschieht am besten von einer schwebenden Bühne aus. Diese Bühne besteht aus zwei Hälften und ist aus Eisen oder starken Bohlen und Halbholz so eingerichtet, daß sie den Schacht möglichst genau ausfüllt und somit auch als Schablone für die Mauerung dienen kann. Für die Pumpen ist ein Ausschnitt anzubringen. Die an jeder Hälfte der Bühne angebrachten Öfen werden mittels zwei Paar Ketten an je ein Kabelleil angeschlossen. Beide Seile sind entweder im Schachte über Flaschenzüge gelegt oder über Tage auf den senkrechten Wellen von Erdwinden oder Dampfkateln aufgewickelt. Mit dem Aufrücken der Mauer wird auch die fliegende Bühne höhergezogen.

Andere Schiebebühnen sind von Dmmelmann in Dortmund\*) und Demanet in Lüttich\*\*) empföhlen.

## B. Wasserdichter Ausbau.

204. Was gilt im allgemeinen von der Anwendbarkeit des wasserdichten Ausbaues?

Der wasserdichte Ausbau ist in erster Linie für Schächte wichtig und hat nicht nur den Zweck, das Eindringen des

\*) Berg- und Hüttenm. Jtg. 1888. S. 476.

\*\*) Ch. Demanet, „Der Betrieb der Steinkohlenwerke“. Deutsch von C. Leybold. Braunschweig 1885. S. 131.

Wassers in den Schacht zu verhindern, sondern auch den Gebirgsdruck aufzunehmen.

Wo die Umstände seine Anwendung zweckmäßig erscheinen lassen, gewährt der wasserdichte Ausbau wesentliche Vorteile, indem er eine kostspielige Wasserhaltung entbehrlich macht und die Trockenlegung benachbarter Brunnen verhindert, wodurch Prozesse und teure Anlagen zur Wiederbeschaffung des entzogenen Wassers vermieden werden.

Ist jedoch zu befürchten, daß die im Schachte abgesperrten Wasser während des Abbaues der Lagerstätten dennoch in die Grube gelangen, so ist wasserdichter Ausbau der Schächte zu vermeiden. Dies um so mehr, da er an und für sich kostspieliger ist, als gewöhnlicher Ausbau, und außerdem der durch die abgesperrten Wasser auf die Lagerstätte wirkende Druck den Abbau sehr erschwert und gefährlich macht.

Als Beispiel eines wohl seltenen wasserdichten Ausbaues mit eisernen Tubbing's in einer Strecke ist derjenige auf der Tiefbauanlage Krug von Nidda bei Iserlohn zu erwähnen. Man fuhr bei 130 m Tiefe mit einem Querschlage eine wasserreiche, 1 m mächtige Rluft an, welche mit sandigem Letten gefüllt und von verschiedenen kleineren Parallellüften begleitet war, so daß man den Tubbingausbau im ganzen 17 m lang machen mußte.

Dieser schloß auf beiden Seiten mit Keilkränzen ab, wurde nach dem Verteilen der in die Fugen gebrachten Fichtenbretter verschraubt, war aber im übrigen dem eisernen Ausbau in Schächten ganz ähnlich.

Der wasserdichte Ausbau kommt sowohl im festen, als auch im schwimmenden Gebirge vor. Es unterscheidet sich danach die Art und Weise sowohl des Ausbaues, als auch des Abteufens der Schächte.

Im festen Gebirge mit mäßigem Wasserreichtum werden die Schächte in gewöhnlicher Weise abgeteuft und darauf mit einem wasserdichten Ausbau in Holz, Eisen oder Stein versehen.

Im festen Gebirge mit großem Wassergehalte wendet man die Bohrschächte, im schwimmenden Gebirge die Senkschächte, sowie die Methoden von Poetsch oder von Haase an.

#### Viertes Kapitel.

### Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit mäßigen Wasserzuflüssen.

#### a) Hölzerne Cuvelage.

##### 205. Worin besteht die hölzerne Cuvelage?

Die in neuerer Zeit kaum noch angewendete und durch eiserne ersetzte hölzerne Cuvelage besteht darin, daß man mit ganzer Schrotzimmerung von polygonalem Querschnitt einzelne Absätze von 5—6 m Höhe und darüber einbringt. Sind nämlich starke Wasserzuflüsse beim Abteufen aufgeschlossen, so sperrt man dieselben durch die Cuvelage zunächst ab, so daß sie den Pumpen nicht mehr zur Last fallen, und setzt dann erst das Abteufen fort.

Die Arbeit beginnt mit dem Legen eines Keilkranzes. Derselbe hat den Zweck, gewissermaßen eine künstliche wassertragende, gegen das Gestein vollkommen abzudichtende Schicht im Schachte zu bilden, und außerdem als Fundament für die Aufsaßkränze zu dienen. Der Keilkranz besteht aus Eichenholz, ist in den Wechsellinien mit kleinen Zapfen verbunden und mehr breit als hoch.

Zwischen Keilkranz und Gestein bleibt ein Zwischenraum von 8—10 cm. In diesen setzt man Bohlenstücke (Pfändungen, lambourdes) aus weichem Holz von der Höhe der Kränze und etwa 3 cm Stärke ein, und treibt sie zunächst durch Keile gegen den Keilkranz. Den dadurch gebildeten freien Raum stampft man unter Fortnehmen der Keile dicht mit Moos aus und preßt dasselbe durch Verkeilen zwischen Pfändung und Keilkranz gegen das Gestein, wobei man die Unebenheiten desselben ausfüllt und somit die Abdichtung erreicht.

Zum Zusammenpressen des Mooses setzt man zunächst Plattkeile aus Weidenholz, mit dem starken Ende nach unten, ein und verkeilt sodann ebenfalls mit Plattkeilen, so lange dieselben ziehen. Die nicht vollständig eingetriebenen Keile werden weggestemmt.

Sodann folgt das Picotieren oder Verkeilen mit Spizkeilen (picots) von verschiedener Länge und Stärke. Zunächst wird zweimal mit Spizkeilen aus weichem Holze, sodann mit solchen aus hartem Holze verkeilt und dabei mit einem Spizhammer (agrafe à picoter) vorgeschlagen.

Die Aufsaß- oder Cuvelagekränze werden über Tage nach Schablonen angefertigt.

Beim Einbringen der Cuvelagekränze wird der leere Raum dahinter mit Beton ausgefüllt und damit erst der eigentliche wasserdichte Körper hergestellt, für welchen die hölzerne Cuvelage als innerer Mantel dient.

Nachdem noch die Horizontalfugen verkeilt und von oben nach unten mit geteernten Hanffäden, alten aufgedrehten Seilen zc. kalfatert sind, ist die Arbeit beendet.

### b) Eiserne Cuvelage.

206. Wie wird die eiserne Cuvelage ausgeführt?

Das Wesentliche dieses Ausbaues besteht darin, daß er ebenso, wie die hölzerne Cuvelage, nach Maßgabe der beim Abteufen aufgeschlossenen Zuflüsse, und des Auffindens fester, wassertragender Gesteinschichten in Absätzen eingebaut wird und zwar ebenfalls in Form von Keilkränzen und Aufsaßkränzen, welche aus einzelnen Segmenten (Tubbings) zusammengesetzt sind.

Die Dichtung sämtlicher Fugen, von denen diejenigen zwischen den stumpf zusammenstoßenden Segmenten, also die Vertikalfugen, in Verband gelegt werden, wird durch trockene, radial gelegte und astfreie fichtene oder kieferne Bretter von 12 mm Stärke bewirkt, welche demnächst verkeilt werden. Der Raum hinter dem Eisen wird einfach mit Bergen oder besser mit Beton ausgefüllt. Bei Tiefen über 300 m eignen

sich besser Tubbing's mit abgehobelten Flantschen, welche durch Verschraubung mit Bleidichtung verbunden werden.

Die Keilkränze (Fig. 159 u. 160) haben gewöhnlich eine Breite von 40 cm, die Aufsatzkränze eine Flantschenbreite von 10—20 cm, so daß der Keilkranz nach erfolgtem Anschlusse eines unteren Absatzes noch mit 30 cm Breite auf dem

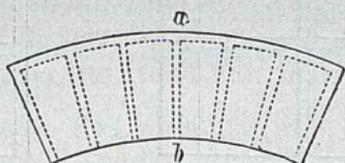


Fig. 159.

Keilkranz.



Fig. 160.

Gestein liegt. Außerdem sind sie hohl, haben Verstärkungsrippen, und nicht unter 26 mm Wandstärke. Die Zahl der Segmente richtet sich im allgemeinen nach dem Durchmesser des Schachtes, gewöhnlich nimmt man die Sehne etwa 1.22 m lang.

Nachdem der Raum hinter den Keilkränzen in derselben Weise, wie es bei der hölzernen Tubelage beschrieben wurde, mit Moos gedichtet ist, erfolgt das Einbringen der Aufsatzkränze.

Dieselben sind je nach der größeren oder geringeren Tiefe 30—62 cm hoch und bestehen aus Segmenten oder Tubbing's von etwa 1530 mm innerer Bogenlänge. Bei den nicht gehobelten Tubbing's befindet sich am oberen horizontalen und am rechten vertikalen Flantsche ein um etwa 13 mm vorspringender Rand r (Fig. 161, 162 und 163 S. 208), welcher beim spätern Verkeilen ein Ausweichen der Fugenbretter verhüten soll.

Nach erfolgtem Anschluß an den nächst oberen Keilkranz, bzw. nach dem Aufsetzen des obersten Aufsatzkranzes erfolgt das Verkeilen der Fugen mit Plattkeilen aus Kiefernholz, das Verschließen der mittleren Löcher in den Segmenten und endlich das Dichten mit Eichenkeilen.

Die an den Flantschen abgehobelten und mit Bleidichtung verschraubten Segmente sind 1.5 m hoch und bilden zu je zehn Stück einen Ring.

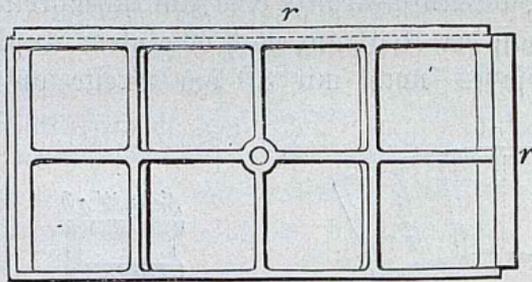


Fig. 161.

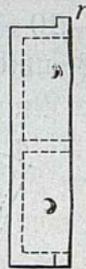
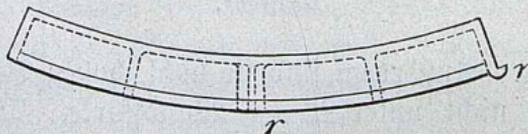


Fig. 162.

Fig. 163.  
Zubbing.

### c) Wasserdichte Schachtmauerung.

207. Unter welchen Umständen empfiehlt sich die Anwendung wasserdichter Mauerung?

Es ist nicht zweifelhaft, daß im allgemeinen eine aus bestem Material sorgfältig hergestellte Ausmauerung die größte Sicherheit bietet. Da jedoch schon bei Teufen von 60 m eine Mauerstärke von nicht unter  $2\frac{1}{2}$  Steinen erforderlich ist und der dafür nötige Raum hergestellt werden muß, so empfiehlt es sich, bei mehr als 60 m Teufe eiserne Cuvelage anzuwenden.

208. Welche Regeln gelten für die Ausführung der wasserdichten Schachtmauerung?

Die wasserdichte Ausmauerung wird, wenn es die Wasserzuflüsse und die Haltbarkeit der Gesteinswände gestatten, am besten in einem Stücke hergestellt. Zeigt sich jedoch, daß der verlorene Ausbau den Gebirgsdruck nicht bis zum vollständigen Abteufen auszuhalten vermag, so ist der Schacht

in Absätzen auszumauern. Dabei verfährt man neuerdings in der Weise, daß man die Mauerstücke auf hölzerne oder eiserne Keilkränze setzt, und den wasserdichten Anschluß an diese durch Verteilen zu erreichen sucht. Der Verband in der wasserdichten Schachtausmauerung muß derart sein, daß die Fugen möglichst viel wechseln. In Westfalen giebt man jedem Ringe horizontal umlaufende Fugen, wechselt aber derart mit Läufer- und Streckerfugen, daß jeder Stein drei andere deckt.

Sobald das wasserreiche Gebirge durchteuft und unter demselben eine feste, unzerklüftete Gesteinschicht erreicht ist, muß zunächst der Raum für einen Mauerfuß hergestellt werden, dem man am besten eine doppelt konische Form giebt (Fig. 164), so daß die Mauerung gewissermaßen mit einem konischen Zapfen in dem Gesteine steckt. Dabei wird die

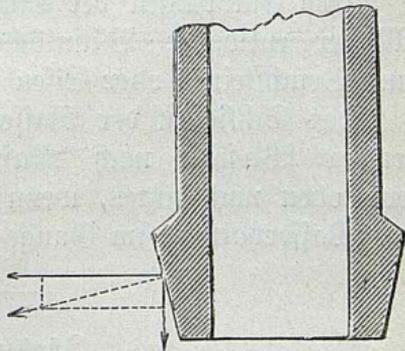


Fig. 164.  
Doppelt konischer Mauerfuß.

Last der Mauerung nach den Gesetzen des Keiles zum größten Teile horizontal auf das Gestein und nur mit einem geringen senkrechten Drucke auf die Grundfläche übertragen. Während des Aufmauerns ist folgendes zu beachten:

Zunächst soll man alles Traufwasser von der Oberfläche der Mauer fernhalten, damit der Mörtel nicht fortgespült wird. Muß die Arbeit, was möglichst zu vermeiden ist, unterbrochen werden, so bedeckt man die Mauer mit Brettern, entfernt aber außerdem beim Wiederbeginn der Arbeit die zwei oberen Lagen. Am Gestein muß die Mauer dicht anschließen, wird jedoch ein Wasserzufluß erreicht, so legt man in die Mauer ein nach hinten sich konisch erweiterndes gußeisernes Wasserrohr mit Flantschen ein, haut ringsum im Gestein eine Sammelrinne aus, und legt in das Rohr von hinten einen konischen Spund von trockenem Eichenholze ein.

Von der horizontalen Sammelrinne aus führt man anderweite Rinnen bis zu höher gelegenen Quellen, so daß alle Wasser im Rohre zum Ausflusse kommen. Gießt dasselbe voll aus, so legt man ein neues ein. Damit das in den Sammelrinnen zirkulierende Wasser den Mörtel an der Hinterwand der Mauer nicht fortspülen kann, schützt man diese durch vorgelegte Bretter. Erst wenn die Mauer vollständig erhärtet ist, werden durch das Vorziehen der eichenen Spunde die Wasserrohre geschlossen.

Zum Einbringen der Einstriche, Lager u. werden in der Mauer entweder Bühlöcher ausgespart, oder Konsolen aus Bruchsteinen oder Eisen mit eingemauert.

Das Schließen der Wasserrohre erfolgt beim Erhärten unter Wasser nach Maßgabe des späteren Sumpfsens von oben nach unten, wenn jedoch während des Erhärtens die Wasserhaltung im Gange bleibt, von unten nach oben.

#### Fünftes Kapitel.

### Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen.

#### a) Abbohren von Schächten.

209. Unter welchen Umständen empfiehlt sich die Anwendung von Bohrschächten?

Ist ein festes Gebirge so wasserreich, daß ein Schacht auf gewöhnliche Weise voraussichtlich entweder gar nicht, oder doch nur unter den größten Schwierigkeiten und mit unverhältnismäßig großen Kosten abgeteuft werden kann, so stellt man zunächst ein Bohrloch von den Dimensionen eines Schachtes her, bringt sodann einen wasserdichten Ausbau ein und hat schließlich nur noch die im Innern des Ausbaues befindlichen Wasser herauszuschaffen.

Die meisten Bohrschächte werden nach dem Verfahren von Kind-Chaudron hergestellt, das Konkurrenzverfahren von Vippmann & Co. hat nur in einzelnen Fällen Anwendung gefunden.

Nach dem erstern Verfahren wird zunächst ein Bohrloch von 1 bis 2 m Durchmesser vorausgebohrt und dann mit einem entsprechend größern Bohrer die volle Weite des Schachtes hergestellt.

210. Welches sind die Einrichtungen und Apparate beim Schachtbohrverfahren von Kind-Chaudron?

Im allgemeinen entsprechen die Einrichtungen zum Schachtbohren denjenigen, welche bei den Tiefbohrungen besprochen wurden.

Zunächst stellt man einen Vorschacht bis auf den Wasserspiegel her, um die schweren Apparate in möglichst geringer Höhe verlagern, bezw. fundamentieren zu können.

Über dem Vorschachte erhebt sich der Bohrturm, in welchem eine Seilscheibe für das Förderseil und unter derselben zwei gut verlagerte und abgestrebte Eisenbahnschienen zum Tragen mehrerer Lauftrane behufs Aufnahme der Bohrgeräte angebracht sind.

An der einen Seite des Bohrturmes befindet sich die Kabelaufschneidmaschine zum Einlassen und Ausfördern der Gestänge, sowie zum Löffeln, an der andern Seite die Bohrmaschine. Diese greift, wie beim Gestängebohren, am Kraftarme eines Bohrschwengels an, ist einfach wirkend und mit Handsteuerung versehen. Außerdem schließt sich an das Maschinenhaus die Schmiede an.

Der kleine Bohrer zum Herstellen des Vorbohrlochs besteht aus zwei Hauptteilen, welche durch Schließkeile mit einander verbunden sind (Fig. 165 und 166), und wiegt in der Regel 6000 bis 8000 kg.

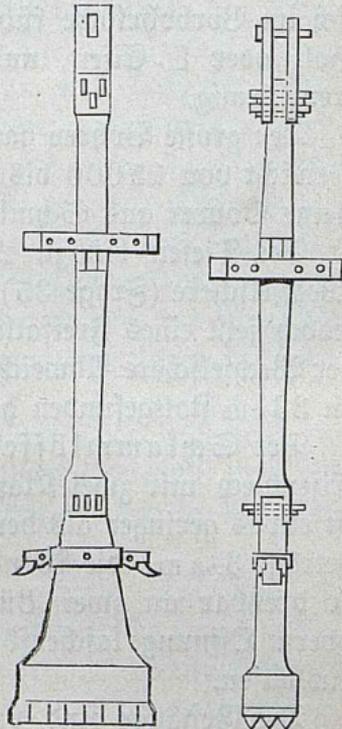


Fig. 165. Fig. 166.  
Kleiner Schachtbohrer von  
Kind-Chaudron.

Die Schneide des Bohrers besteht aus einer Reihe gestählter Zähne, welche ausgewechselt und geschärft werden können.

Die Meißelbreite betrug früher 1.40 bis 1.46 m, in neuerer Zeit geht sie bis zu 2 m.

Der große Bohrer oder Erweiterungsbohrer unterscheidet sich von dem kleinen zunächst durch eine dem Größenverhältnis entsprechend veränderte Konstruktion, sowie dadurch, daß er in der Mitte keine Zähne, dafür aber einen Bügel hat, welcher sich im Vorbohrloche führt. Die Geradföhrung besteht aus Holz oder C-Eisen, und ist wie bei dem kleinen Bohrer kreuzförmig.

Der große Bohrer hat eine Meißelbreite von 4.30 m, ein Gewicht von 15 000 bis 20 000 kg und ist ebenso wie der kleine Bohrer aus Schmiedeeisen hergestellt.

Bei Tiefen bis zu 200 m bohrte Chaudron mit der Wechselschere (Frage 35), bei größeren Tiefen bedient er sich jedoch jetzt eines Freifallinstrumentes, weil bei Anwendung der Wechselschere Abweichungen von der senkrechten Linie bis zu 33 cm stattgefunden hatten.

Der Schlammlöffel besteht aus einem Cylinder von Eisenblech mit zwei Klappen am Boden. Sein Durchmesser ist etwas geringer als derjenige des Vorbohrloches, die Höhe beträgt 3.86 m, die Wandstärke 8 mm. In halber Höhe ist er drehbar an zwei Bügeln aufgehängt, welche über der obern Öffnung laschenförmig zur Aufnahme des Gestänges auslaufen.

Die Gestänge sind von Holz mit gabelförmigem Eisenbeschlag, sie erhalten einen Querschnitt von etwa 20 qcm, nur die Ergänzungsstangen, welche nach dem Abarbeiten der am andern Ende des Bohrschwengels befestigten Stellschraube aufgeschraubt werden müssen, bis eine volle Länge von 14 m für eine hölzerne Stange erreicht ist, bestehen aus Eisen.

Das Umsetzen des Meißels erfolgt durch vier Mann an einem Bohrkübel, — das Ausfördern, Abfangen und Aufhängen der Gestänge ganz wie bei einer gewöhnlichen Tiefbohrung mit Gestänge, das Löffeln dagegen nur am Gestänge.

Bei Nachfall ist es bisweilen notwendig, die durchbohrten Gesteinsschichten mit einer verlorenen Verrohrung aus Kesselblech zu versehen.

### b) Eiserner Ausbau der Bohrschächte.

211. Wie wird bei den Bohrschächten die Abschließung des Wassers erzielt?

Nachdem der Schacht bis zu wasserärmeren Gebirgsschichten abgebohrt ist, erfolgt das Abschließen der Wasser durch Einsenken der Cuvelage. Dieselbe besteht aus geschlossenen, gußeisernen Ringen von 4 m äußerem Durchmesser und 1.5 m Höhe mit sorgfältig abgedrehten oberen und unteren Flantschen und ein bis drei diesen parallel laufenden Verstärkungsrippen. Bei neueren Bohrschächten setzt man diese Ringe auch aus Tubbing's mit abgedrehten Flantschen, Bleidichtung und innerer Verschraubung zusammen.

Die Wandstärke richtet sich natürlich nach der Druckhöhe, sie beträgt jedoch nicht unter 32 mm und steigt bei 100 m Tiefe in vier Serien um je 4 mm.

Die einzelnen Ringe werden über Tage aufgesetzt, und unter Dichtung mit Bleiblech zusammengeschraubt, wobei das herausgepreßte Blei mit Stemmeisen wieder in die Fugen eingestemmt wird.

Die ganze Cuvelage hängt an sechs Ankerstangen a (Fig. 167 S. 214), welche am untern Ende der Cuvelage, jedoch über dem Gleichgewichtsboden G befestigt sind und ebenso wie die Ringe durch Aufsetzen ergänzt werden.

Über Tage sind die Ankerstangen durch Wirbel mit Senkschrauben von 4 m Länge und 8 cm Dicke verbunden, deren Muttern aus Kanonenmetall bestehen und in den Naben konischer Zahnräder festgekeilt sind. In die letzteren greifen andere konische Zahnräder ein, deren Achsen in Lagerböcken ruhen und eine Handkurbel tragen.

Sind die Senkschrauben durch Drehen der Handkurbeln abgeschraubt, dann werden die Ankerstangen, ebenso wie gewöhnliche Bohrgestänge, mit Gabeln abgefangen, die Senk-

Schrauben in die Höhe gebracht und in die Lücken Ergänzungsstücke eingefügt, bis man volle Ankerstangen einbringen kann.

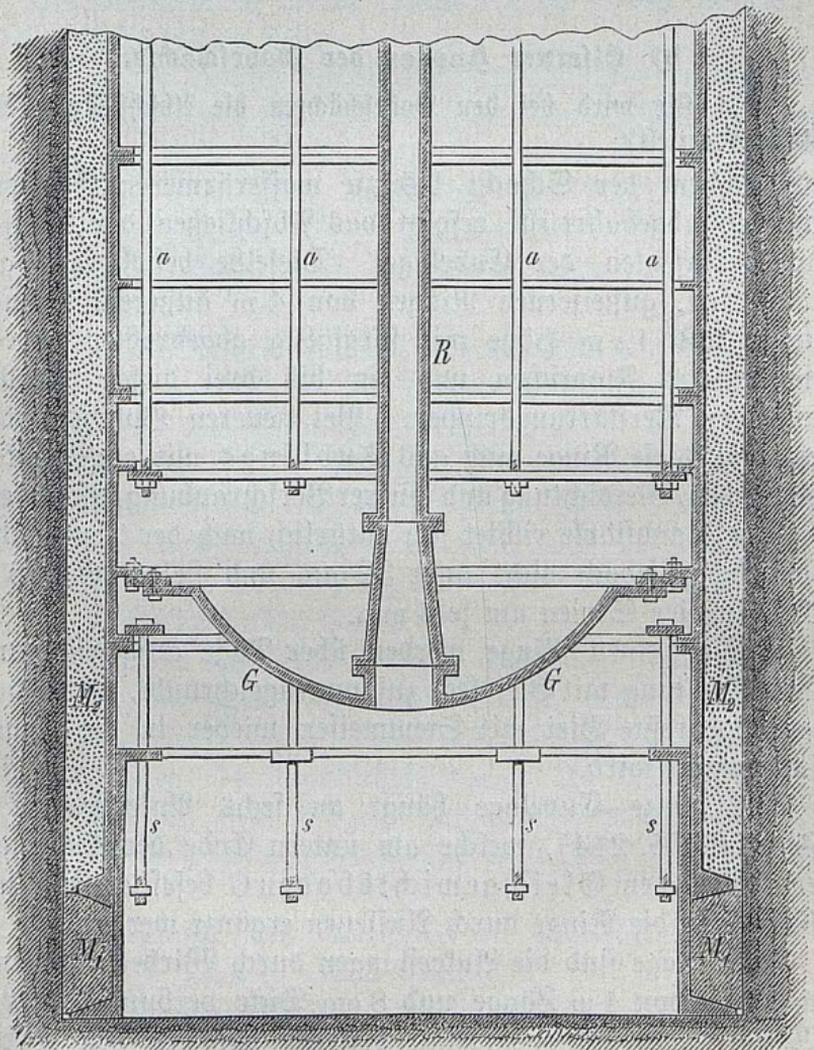


Fig. 167. Cubelage mit Zubehör.

Um jedoch die Ankerstangen nicht mit dem vollen Gewicht der Cubelage zu belasten, wird am untern Ende der letztern der schon erwähnte Gleichgewichtsboden G (Fig. 167) derart an einer der Flantschen angebracht, daß er später bequem

gelöst und durch die Cuvelage hindurch emporgezogen werden kann.

Nunmehr verliert die Cuvelage so viel an Gewicht, als dasjenige des von ihr verdrängten Wassers beträgt, also z. B. bei 100 m Tiefe und 4 m Durchmesser rund 1 200 000 kg.

Da aber das Gewicht der Cuvelage bei derselben Tiefe nur 590 000 kg beträgt, so würde Auftrieb stattfinden, wenn man nicht allmählich so viel Wasser in das Innere der Cuvelage treten ließe, daß die Ankerstangen oben belastet sind.

Um nach dem Eintreffen der Moosbüchse auf der Schachtsohle dem unter dem Gleichgewichtsboden befindlichen Wasser einen Ausweg zu verschaffen, führt Chaudron mit der Cuvelage die Gleichgewichtsröhre R (Fig. 167) so weit auf, daß der obere Rand über den Wasserspiegel emporragt.

Das nötige Ballastwasser wird mittels eines als Heber dienenden Schlauches aus dem Raume hinter der Cuvelage in dieselbe hineingebracht.

Den untersten Teil der Cuvelage bildet die Moosbüchse, welche nach Art einer Stopfbüchse die Abdichtung der Cuvelage auf der Sohle gegen die Schachtwände durch Moos zu bewirken hat.

Die Moosbüchse besteht aus den zwei Ringen  $M_1$  und  $M_2$ , deren Konstruktion aus Figur 167 ersichtlich ist. Bevor der Ring  $M_1$  auf der Sohle eingetroffen ist, hängt er entweder frei an den Stangen  $ss$ , welche durch an dem obern Flantsche des Ringes  $M_2$  angeschraubte Lappen hindurchgehen und auf diesen mittels Bunde aufgehängt sind, oder einfacher auf einem innern Rande am untern Ende des Ringes  $M_2$ .

Nachdem jedoch  $M_1$  auf der Sohle angekommen ist, senkt sich, wie es Figur 167 andeutet, das ganze Gewicht der Cuvelage mit dem Ringe  $M_2$  hinter  $M_1$  hinab und preßt das Moos zusammen, sowie gegen das Gestein.

Der zwischen der Cuvelage und den Schachtstößen bleibende Raum von 20 cm Weite wird mit Beton ausgefüllt, welchen man mit besonders konstruierten Löffeln einbringt, und zwar wendet man in der Regel deren drei gleichzeitig an. Auf

Clotilde-Schacht bei Eisleben wurde an vier Stellen betoniert, indem man je zwei Löffel mit einem über Rollen geführten Seile verband, so daß gleichzeitig zwei gefüllte Löffel nach unten und zwei geleerte nach oben gingen.

Nach dem Erhärten des Betons wird zunächst das Wasser im Innern der Cuvelage gesümpft, was mit gewöhnlichen, am Boden mit einem Ventile versehenen Wassertonnen geschehen kann.

Sobald der Gleichgewichtsboden erreicht ist, wird derselbe gelöst und zutage gebracht, was bei dem Gewichte von 4800 kg am sichersten mit Hilfe der Bohrstangen geschieht.

Es erübrigt jetzt nur noch, der Cuvelage einen festen Fuß zu geben. Zu diesem Ende teuft man den Schacht mit Schlägel und Eisen 3 bis 4 m ab, legt bei 2.8 m unter der Moosbüchse einen aus zwölf Segmenten bestehenden eichenen Keilkranz, auf diesen zwei eiserne von 25 cm Höhe und endlich einen Anschlußkranz. Der zwischen diesem und der Moosbüchse bleibende Raum wird sorgfältig verkeilt.

Bei einigen neueren Anlagen hat man weder Moosbüchse noch Gleichgewichtsboden angewendet. An Stelle der erstern gab man dem untersten Ringe einen 20 cm breiten Fuß und erreichte den wasserdichten Abschluß lediglich durch sorgfältiges Betonieren.

---

#### Sechstes Kapitel.

### Wasserdichter Ausbau in Schwimmsand.

#### a) Allgemeines über die Herstellung der Senkschächte.

##### 212. Was ist das Wesentliche der Senkschächte?

Muß ein Schacht in Schwimmsand abgeteuft werden, so geschieht dies durch einen wasserdichten Ausbau, welcher dem Abteufen unmittelbar nachfolgt oder womöglich etwas vorausgeht und entweder durch sein eigenes Gewicht einsinkt oder durch Belasten und Pressen niedergedrückt, gleichzeitig aber durch Aufbauen über Tage ergänzt wird. Nur bei geringer

Mächtigkeit und geringem Wassergehalt des Schwimmsandes ist Getriebearbeit anwendbar.

Als Material verwendet man für die Senkschächte Mauerung (Klinkerziegel und schnell erhärtenden Zement), ferner Gußeisen oder Schmiedeeisen. In einzelnen Fällen ist sogar Holz angewendet, sowohl sapartig, als auch in Föchern.

Nur für die oberen Teufen eines Schachtes, bezw. bei einer Mächtigkeit des Schwimmsandes von nicht über 20 m, ist Mauerung am zweckmäßigsten anzuwenden. Bereitet jedoch das weitere Einsenken der Mauerung Schwierigkeiten, dann ist es besser, dieselbe stehen zu lassen und einen eisernen Senkschacht einzusetzen, zumal durch das Auflegen von Gewichten der untere Teil einer Senkmauer zerdrückt und diese dann durch den Wasserdruck zerbrochen werden kann.

213. Wie erfolgt das Abteufen der Senkschächte mit Wasserhaltung?

Während bei den Bohrschächten nur in „toten Wassern“, d. h. ohne Wasserhaltung, abgeteuft wird, kann man bei den Senkschächten mit oder ohne Wasserhaltung vorgehen. Das Abteufen mit Wasserhaltung ist bei geringen Wasserzuflüssen und bei geringer Mächtigkeit des Schwimmsandes am gebräuchlichsten. Dabei wird das Gebirge auf der Schachtsohle, nötigenfalls unter Bertäfelung der letzteren mit Brettern, durch Handarbeit gewonnen, während gleichzeitig der oben aufgesetzte Ausbau zum Sinken gebracht wird.

214. Wie geschieht das Abteufen ohne Wasserhaltung?

Das Abteufen ohne Wasserhaltung (in toten Wassern) bietet durch den Gegendruck innerhalb des Ausbaues bessern Schutz gegen Durchbrüche, als dasjenige mit Wasserhaltung. Die Gewinnung des Gebirges auf der Schachtsohle erfolgt durch ein- oder zweiflügelige Sackbohrer und, wenn grobe Kiesbrocken, erratische Blöcke oder feste Gesteinsschichten zu beseitigen sind, durch Anwendung von hufeisenförmigen Messern, mit denen man die Geschiebe ebenfalls drehend beseitigt.

Die Sackbohrer sind im wesentlichen senkrecht stehende eiserne Stangen, welche am unteren Ende starke Bügel haben. An den letzteren sind Säcke von grober Leinwand oder Drilch befestigt, welche sich beim Drehen der Stange füllen, beim Ausziehen jedoch das Wasser fallen lassen und nur den Sand zurückhalten.

Bei dem am Wirbel d aufgehängten Sackbohrer von Diaf (Fig. 168 u. 169) können die Säcke samt den Bügeln mit der Kette a herausgezogen und nach dem Entleeren niedergelassen werden, bis der Sperrhaken b in eine Falle einschnappt, wodurch Bügel und Säcke während des Drehens in richtiger Lage gehalten werden. Vor dem Aufziehen wird der Sperrhaken d durch das Seil e gelöst.

An Stelle der massiven Gestänge hat man auch Hohlgestänge angewendet. Dasselbe hat sich insofern sehr gut bewährt, als es trotz größter Anspannung durch Drehung nicht die geringste Federkraft zeigte und deshalb beim Freiwerden des Arbeitszeuges auch nicht, wie die quadratischen Gestänge, rückwärts geschleudert wurde, wodurch häufige und schwere Brüche vermieden sind.

Die Drehung des Gestänges geschieht bei geringen Tiefen mit der Hand, bei größeren Tiefen durch Maschinen oder durch Ochsen. Die letzteren haben sich insofern bewährt, als sie still stehen, wenn der Bohrer größeren Widerstand findet, während bei Maschinenkraft oft erst eine übermäßige Anspannung des Bohrzeuges, oder gar ein Bruch stattfindet, bevor ein Anhaken an Kieselbrocken zc. bemerkt wird.

#### 215. Wie erfolgt das Sinken des Ausbaues?

Das Sinken erfolgt bei Mauerung durch deren Eigengewicht, allenfalls noch durch besondere Belastung. Bei Eisen müssen von vorn herein Druckschrauben oder hydraulische Pressen vorgesehen werden.

Im letzteren Falle wird auf die Sohle eines bis zum Wasserspiegel abgeteuften Vorschachtes ein aus starken Hölzern

bestehender Preßrost gelegt, welchen man mit Gußeisen belastet.

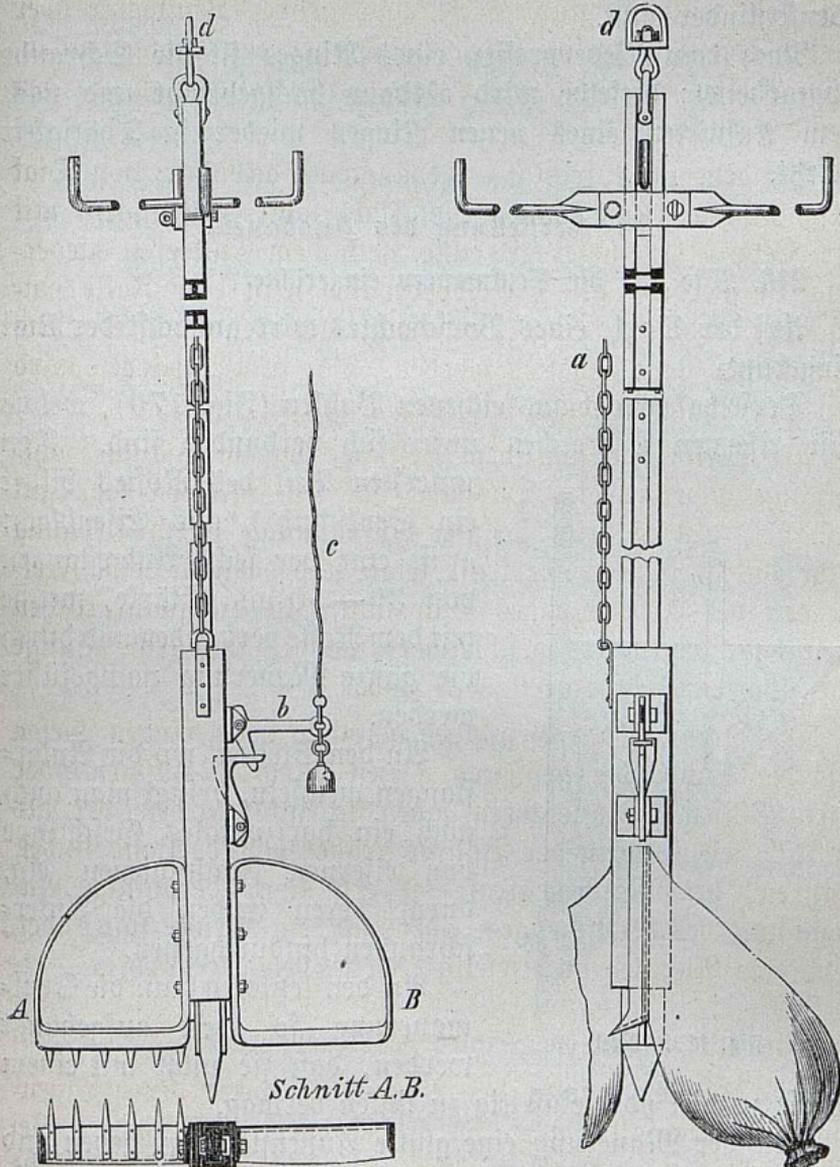


Fig. 168. Sackbohrer von Dial. Fig. 169.

Durch den Preßrost werden vier Stangen gehalten, welche an ihrem oberen Ende in 1.250 m lange Schraubenspindeln

endigen und durch einen Preßkloß gehen, auf welchem sich auch die Preßschraubenmuttern befinden und welcher auf dem Senksylinder ruht.

Nach dem Niederpressen eines Ringes ist die Schraube abgearbeitet; dieselbe wird alsdann hochgebracht und nach dem Aufnieten eines neuen Ringes wieder in Thätigkeit gesetzt.

### b) Herstellung des Ausbaues.

#### 216. Wie sind die Senkmauern eingerichtet?

Auf der Sohle eines Vorschachtes wird zunächst der Krost eingebaut.

Derselbe besteht aus eichenen Bohlen (Fig. 170), welche mit eisernen Schrauben unter sich verbunden sind. Den untersten Teil des Krostes bildet ein Senkschuh *b* aus Eisenblech; *a* ist eine der sechs Ankerstangen von 30—50 mm Stärke, welche mit dem Krost verbunden und durch die ganze Mauerung nachgeführt werden.

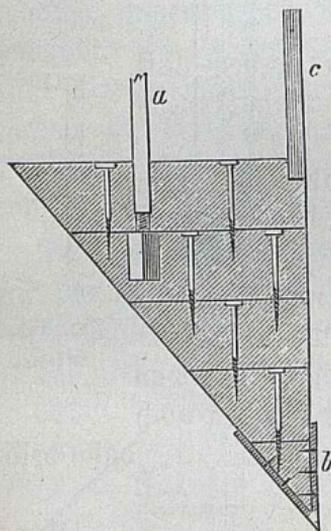


Fig. 170. Krost.

An den Stellen, wo die Ankerstangen wechseln, bringt man auch noch ein horizontales Geschlinge von eisernen Flachschienen ein, durch deren Enden die Anker-schrauben hindurchgehen.

An den letzteren kann die Senk-mauerung so weit aufgehängt werden, daß sie nicht mit einem

Male zu viel oder einseitig zu sinken vermag.

Um der Mauerung eine glatte Außenfläche zu geben und dadurch sowohl das Sinken zu befördern, als auch ein Ab-reißen der Mauer bei etwaigem Aufhängen zu vermeiden, umgiebt man dieselbe mit einem Bretterverschlage *c* (Fig. 170), dessen unteres Ende an die Krostbohlen festgenagelt ist.

Um die Bretter auch in der Mitte und oben befestigen zu können, werden an den betreffenden Stellen Holzkränze mit eingemauert.

Diese Verschalung dient zugleich als Lehre für die Verjüngung des Mauerwerkes, welche auf 1 m Höhe 38 bis 87 mm beträgt.

An Stelle der Holzverschalung hat man mit Vorteil auch einen Mantel von Eisenblech angewendet.

### 217. Wie werden eiserne Senfschächte zusammengesetzt?

Die gußeisernen Senfschächte werden entweder aus einzelnen Tubblings oder aus geschlossenen Cylindern, und zwar in beiden Fällen durch Verschrauben der einzelnen Teile, zusammengesetzt. Das Dichten der Fugen geschieht mit Weidenbrettchen oder Eisenkitt, Bleiblech, geteertem und mit Mennigekitt getränktem Hanf zc.

Die Außenfläche muß des Sinkens wegen glatt sein, weshalb sich die Flantschen immer im Innern des Schachtes befinden.

Auch die eisernen Senfschächte haben an ihrem untern Ende einen Schuh (Fig. 171), der aus gußeisernen Segmenten zusammengesetzt ist.

Bei großem Wasserdruck hat man den in Figur 172 dargestellten Schuh angewendet. Derselbe besteht aus einem geschlossenen Ringe von 0.38 m Höhe und 0.06 m Stärke, über welchen noch ein schmiedeeiserner Ring derart gezogen ist, daß beide Schneiden zusammen auslaufen.

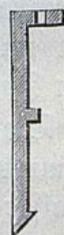


Fig. 171.  
Eiserner  
Senfschuh.

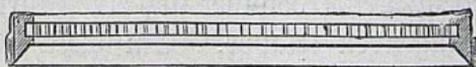


Fig. 172. Eiserner Senfschuh.

Senfschächte aus Eisenblech werden nur ausnahmsweise für kleine Durchmesser angewendet.

### c) Anwendung der Luftschleuse und Abschluß des Fußes der Senkschächte.

218. Wann und in welcher Weise wird Druckluft beim Abteufen der Senkschächte angewendet?

Will man vorübergehend, etwa bei Reparaturen oder beim Abschluß des Fußes der Senkschächte, den Druck auf die Außenwand durch Gegendruck aufheben, so füllt man den Schacht wohl mit Wasser, auch beim Abteufen mit Wasserhaltung.

Sobald jedoch aus irgend welchen Gründen im Schachte mit Handarbeit vorgegangen werden muß, ist dieses Mittel nicht anwendbar. Man hat deshalb den Gegendruck durch Druckluft hergestellt, welche gleichzeitig den Vorteil bietet, daß sich die Arbeiter im Schachte aufhalten können.

Die Druckluft ist ein einfaches Mittel geworden, um Reparaturen innerhalb der Senkschächte vorzunehmen, oder um im schwimmenden Gebirge abzuteufen, oder endlich, um den Fuß der Senkschächte wasserdicht abzuschließen.

Die stärkste bisher angewendete Pressung dürfte  $4\frac{1}{2}$  Atmosphären sein, was einer Druckhöhe von etwa 45 m Wasser entspricht.

Das Verfahren besteht darin, daß unterhalb eines im Schachte angebrachten luftdichten Abschlusses, der Luftschleuse, die Luft gepreßt wird.

Die Luftschleuse besteht aus zwei Deckeln, am besten aus Eisenblech, welches noch durch eiserne Rippen verstärkt ist, und hängt entweder an Seilen oder ist im Schachte fest verlagert. In jedem Deckel befindet sich ein Fahrloch mit einer nach unten schlagenden Klappe. Ein durchgehendes Rohr führt die Druckluft in den Schacht. Dasselbe ist innerhalb der Schleuse mit einem Hahn, sowie mit einem Manometer und einem Sicherheitsventile versehen.

Ein zweites Rohr mit Hahn befindet sich im oberen Deckel und dient zum Ablassen der Luft aus der Schleuse, nachdem die Klappe des unteren Deckels geschlossen ist.

Beim Einfahren der Arbeiter befindet sich in der Luftschleuse natürlicher Druck von 1 Atmosphäre. Nachdem der obere Deckel geschlossen ist, läßt man allmählich Druckluft eintreten, bis die Spannung in der Schleuse und unter derselben die gleiche ist.

Sodann öffnet man den Deckel des unteren Bodens und beginnt die Arbeit, indem das gewonnene Gebirge mittels eines in der Schleuse stehenden Haspels gefördert und in derselben aufgestürzt wird, bis es am Ende der Schicht nach Verschließen der unteren Klappe zu Tage geschafft werden kann.

Vor dem Ausfahren der Arbeiter müssen für die Herabstimmung des Luftdruckes durch allmähliches Ablassen der Luft ungefähr zwölf Minuten für jede Atmosphäre Luftdruck aufgewendet werden.

#### 219. Wie erfolgt der Abschluß des Fußes der Senkschächte?

Ebenso, wie bei den Bohrschächten, hängt das Gelingen der Senkarbeit wesentlich davon ab, ob ein wasserdichter Abschluß auf der Schachtsohle hergestellt werden kann.

Am einfachsten ist dies Ziel zu erreichen, wenn man einen eisernen Senkschacht etwa 2 m hoch in thoniges Gebirge hineinfallen lassen kann.

Ist die Sohle uneben, so räumt man die Hindernisse unter Anwendung der Luftschleuse fort.

Besteht die Sohle aus festem Gestein, so kann das Abdichten bei großen Tiefen und starken Wasserzuflüssen auch in toten Wassern geschehen, indem man durch stoßendes Bohren 1 m tief mit geringerem Durchmesser im festen Gebirge niedergeht, die Sohle mit einer dicken Lage von hydraulischem Mörtel bedeckt, in diese sodann einen Cylinder von Eisenblech einsetzt, welcher noch in den Senkschacht hineinragen muß, und schließlich den dadurch gebildeten ringförmigen Raum gleichfalls mit hydraulischem Mörtel vergießt.

Nach Erhärtung des Mörtels sumpft man das Wasser, entfernt den Mörtel im Innern des Cylinders und teuft

zunächst mit Schlägel und Eisen weiter ab, worauf die Abdichtung der Sohle durch Einbringen von eiserner Cube-  
lage unter dem Senkschacht noch wirksamer gemacht werden  
kann. Auch läßt man wohl die unter dem Senkschacht etwa  
eingebrachte wasserdichte Ausmauerung als Futtermauer  
durch den Senkschacht hindurchgehen.

### C. Neuere Methoden des Abteufens in Schwimmsand.

#### 220. Worin besteht das Gefrierverfahren von Poetsch?

Das dem Berg- und Hütteningenieur Poetsch in Alschers-  
leben patentierte Verfahren, Schächte in schwimmendem  
Gebirge abzuteufen, besteht darin, daß man das letztere zu  
einem massiven Körper gefrieren läßt und in demselben wie  
in festem Gebirge den Schacht herstellt.

Zunächst teuft man bis auf den Wasserspiegel einen  
runden Vorschacht in größeren Dimensionen ab und bringt  
nahe an dem Stöße desselben eine Anzahl verrohrter Bohr-  
löcher von etwa 30 cm Weite und einem Abstände von 1 m  
mit Hilfe der Sandpumpe bis in das Liegende des  
Schwimmsandes nieder. Außer diesen in dem Stöße des  
abzuteufenden Schachtes steckenden Bohrlöchern werden auch  
auf der Schachtsohle selbst mehrere Löcher abgebohrt.

Über Tage befindet sich eine Eismaschine, welche durch  
plötzliche Verdunstung von, unter einem Drucke von zehn  
Atmosphären flüssig gemachtem Ammoniak oder Kohlensäure  
eine Lösung von Chlorcalcium oder Chlormagnesium, deren  
Gefrierpunkt bei  $-40$  bezw.  $-35^{\circ}$  C. liegt, auf eine  
Temperatur von etwa  $-25^{\circ}$  C. bringt.

Diese Lösung gelangt aus dem Gefrierbottiche mit Hilfe  
einer kleinen Druckpumpe zunächst durch ein Fallrohr in den  
Schacht, sodann in ein über dem äußern Kranze der Bohr-  
löcher angebrachtes Verteilungsrohr und aus diesem ver-  
mitteltst kleiner Rohransätze mit Hahnverschluß in etwa 6 cm

weite Kupferröhren, welche die Lösung bis auf die Sohle der Bohrlöcher führen. Von da steigt sie in den Futterröhren nach oben, sammelt sich über den Bohrlöchern in einem Sammelrohre und steigt in einem gemeinschaftlichen Steigrohre bis zu Tage, wo sie wiederum dem Gefrierbottiche zugeht, um denselben Kreislauf aufs neue zu beginnen.

Beim Aufsteigen in dem Futterrohre giebt die Lauge ihre Kälte an die Umgebung ab und bringt dieselbe zum Gefrieren, so daß zunächst von dem äußeren Kranze der Bohrlöcher aus eine Eismauer, außerdem aber auch im Innern derselben ein massiver, sich mit jener zu einem Ganzen verbindender Eiskörper entsteht.

Entsprechend der größten Einwirkung der Kälte am unteren Ende der Bohrlöcher wird die Stärke des Eiskörpers an der Basis gleichfalls am größten sein, ein Umstand, welcher bei dem Abteufen von Wert sein kann, weil auch der Wasserdruck mit der Tiefe wächst.

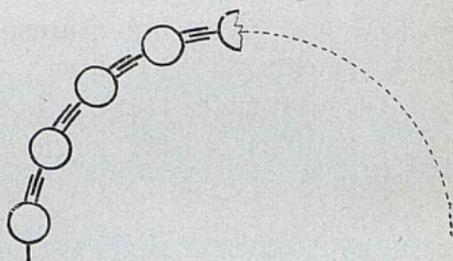


Fig. 173. Haase'sche Getrieberöhren.

Nach beendigtem Gefrieren des Schwimmsandes erfolgt das Abteufen in bereits angedeuteter Weise.

Das Verfahren von Poetsch eignet sich in erster Linie für sehr wasserreichen Schwimmsand, dessen Wasser auch beim Abbau nicht hereingezogen werden kann, weniger für solche Fälle, in denen, wie in der Regel beim Braunkohlenbergbau, die wasserreichen Sande bis auf das Flöz hinabreichen. In diesem Falle liegt sogar eine nicht unbedeutende Gefahr in dem Umstande, einen starken Wasserdruck über sich zu haben, und erscheint in solchen Fällen das Verfahren von Haase zweckmäßiger.

221. Worin besteht das Getrieberöhren-Verfahren von Haase?

Daselbe besteht darin, daß ein Getriebe von 107 mm weiten, in der aus Figur 173 ersichtlichen Weise unter sich

verbundenen Röhren in toten Wassern durch den Schwimmsand gebracht und demnächst der Inhalt der Spundwand, unter gleichzeitiger Einbringung des Schachtausbaues, ausgefördert wird. Ist der Schwimmsand genügend dünnflüssig, so dringt das Wasser durch die Rohrverbindungen in den Schacht, während der Sand zurückgehalten wird.

Das Einsenken der Röhren geschieht durch Anwendung der Wasserpülung unter gleichzeitiger Auflockerung des Sandes mit einem stoßend gehandhabten Meißel. Dabei werden die einzupressenden Röhren durch Bauschrauben unter Druck gehalten.

---

## Siebenter Abschnitt.

# Wasserhaltung.

---

### 222. Was versteht man unter Wasserhaltung?

Unter Wasserhaltung versteht man diejenigen Veranstaltungen, durch welche die Grubenbaue von Wasser frei erhalten werden.

Dieses Ziel ist auf verschiedene Weise erreichbar, entweder indem man das Wasser durch Abfangen und Ableiten von den Grubenbauen fernhält, oder durch wasserdichten Ausbau, sowie durch Verdämmungen in seine Zuflußkanäle zurückdrängt, oder endlich dadurch, daß man das in den Bauen sich ansammelnde Wasser entfernt. Geschieht letzteres durch freien Abfluß auf Stollen, so ist es Wasserlosung, müssen die Wasser aber durch mechanische Hilfsmittel erst gehoben werden, bevor sie auf einem Stollen oder über Tage abfließen können, so ist es Wassergewältigung oder Wasserhebung.

### 223. Wie unterscheiden sich Tagewasser und Grundwasser?

Obgleich alle in die Grubenbaue eindringenden Wasser von atmosphärischen Niederschlägen herkommen, so unterscheidet der Bergmann dennoch Tagewasser und Grundwasser. Erstere gelangen auf kurzen und bekannten oder leicht zu ermittelnden Wegen in die Grubenbaue und sind deshalb oft schon über Tage, oder doch in oberen Teufen

abzufangen oder abzuleiten. Bei Grundwassern ist dies nicht möglich, weil ihre Zuflußkanäle weit verzweigt und unbekannt sind.

Die Tagewasser sind in der Grube leicht daran zu erkennen, daß sie nahezu die Temperatur des Wassers über Tage haben, also im Sommer wärmer, im Winter kälter sind, als Gestein und Grubenluft. Auch wechselt ihre Menge je nach Witterung und Jahreszeit.

Die Grundwasser nehmen, wenn das Gebirge unzerklüftet ist, mit der Tiefe ab. Werden aber wasserführende Sprünge Klüfte zc. in tieferen Sohlen geöffnet, oder ist das obere Gebirge durch den Abbau zerklüftet, so ziehen sich auch die Wasser naturgemäß nach dem tieferen Punkte hin.

## A. Wasserhebung.

### Erstes Kapitel.

### Feststehende Pumpen mit Gestänge.

#### a) Allgemeines.

224. Welches sind die wesentlichsten Bestandteile einer Pumpe?

Der arbeitende Teil der Pumpen ist der in einem Kolbenrohre (Arbeitsrohr, Gasse, Pumpenstiefel) eingeschlossene Kolben, welcher bei den gewöhnlichen Pumpen durch eine Übertragung, Gestänge genannt, mit der Kraftmaschine verbunden ist. Der Kolben erhält durch das Gestänge eine abwechselnde und, weil die gewöhnlichen Schachtpumpen aufrecht stehen, auf- und niedergehende Bewegung.

Zu diesen Teilen kommen noch die Ventile, Saugröhren und Steigeröhren.

225. Welches sind die verschiedenen Arten der Pumpen?

Je nach der Wirkungsweise unterscheidet man Hubpumpen, bei denen das Wasser durch das Gestänge empor-

gehoben, und Druckpumpen, bei denen das Wasser durch das Gewicht des niedergehenden Gestänges in die Höhe gedrückt wird.

Beide Arten von Pumpen können so eingerichtet werden, daß ihre Kolben tiefer stehen, als die Oberfläche des zu hebenden Wassers, so daß dieses von selbst in die Kolbenröhre tritt. In dieser Weise sind Druckpumpen häufig, Hubpumpen selten eingerichtet.

In der Regel befinden sich die Kolben über der Oberfläche des Wassers und müssen sie dasselbe beim Auf- oder Niedergange ansaugen, indem das Gewicht der atmosphärischen Luft (rund 1 kg auf 1 qcm, am Meere gleich 10 m Wassersäule, 760 mm Quecksilbersäule) das Wasser in den durch die Bewegung des Kolbens erzeugten luftverdünnten Raum hineindrückt. Deshalb sind diese Pumpen eigentlich sämtlich Saugpumpen, indes bezeichnet man damit nur die sonst unter dem Namen „niedere Sätze“ bekannten Pumpen, bei denen das Steigerrohr fehlt und der Kolben beim Aufgange fast bis zum Ausgusse gelangt, so daß das Wasser in der That größtenteils durch Saugen gehoben werden muß.

Eine andere allgemeine Unterscheidung ist diejenige der einfach und doppelt wirkenden Pumpen. Die ersteren gießen nur bei einem, die anderen bei beiden Kolbenwegen aus.

#### b) Arten der Pumpen und deren Verlagerung. — Sumpfstrecken.

##### 226. Was versteht man unter Beutelpumpen?

Eine Beutelpumpe besteht aus einer ausgebohrten hölzernen, oder aus einer eisernen Röhre mit einem Ventile (Stand- oder Fußventil) am unteren Ende. In der Röhre befindet sich ein, aus einem trichterförmigen, ledernen Beutel bestehender Kolben. Am oberen Ende der Stange ist ein quer stehender Krüchel zum Anfassen für einen oder zwei Arbeiter angebracht.

Man kann die Beutelpumpen u. a. verwenden, um Wasser in einer Strecke über einen Damm hinwegzuschaffen, also im allgemeinen für geringe Höhen, bis 3 oder 4 m.

## 227. Wie sind die Saugpumpen eingerichtet?

Die Saugpumpen, welche zum Unterschiede von den Hubpumpen mit Steigeröhren oder hohen Säzen auch „niedere Säze“ \*) genannt werden, sind schon wirkliche Schachtpumpen; sie werden durch eine Maschine mittels Gestänge bewegt und schaffen das Wasser dadurch stufenweise höher, daß jeder Saß in einen hölzernen Kasten (den Schachtsumpf) ausgießt, aus welchem das Wasser von dem nächst oberen Saße weggesaugt wird.

Die Höhe derartiger Säze wird so bemessen, daß die senkrechte Entfernung der Wasserspiegel zweier Ausgüßkasten nicht mehr als höchstens 10 m betragen darf, so daß die Höhe, bis zu welcher das Wasser angesaugt werden muß, gleich dieser Entfernung, vermindert um etwa die Hubhöhe, also nicht mehr als 8—9 m ist.

## 228. Welches ist die Einrichtung einer Hubpumpe?

Man versteht darunter solche Pumpen, welche über dem Kolbenrohre noch ein Steigerohr haben, in welchem das über dem Kolben stehende Wasser bis zu dem am oberen Ende befindlichen Ausgüße emporgehoben wird. Wegen ihrer größeren Höhe heißen die Hubpumpen, im Gegensatze zu den niedrigen, hohe Säze.

Die Höhe ist durch die Festigkeit der unteren Steigeröhren, der Kolbenklappen und des Saugventiles begrenzt.

Bei der älteren Konstruktion befindet sich das Gestänge innerhalb der Steigeröhre und kann deshalb nicht überwacht werden. Auch lassen sich etwaige Gestängebrüche schwer beseitigen.

Man hat deshalb bei neueren Ausführungen das Gestänge frei im Schachte heruntergehen lassen und die Kolbenröhre neben die Steigeröhre gestellt.

Das Gestänge geht bei dieser Einrichtung durch eine Stopfbüchse in den Pumpenstiefel a (Fig. 174) und trägt den massiven Kolben b. Am oberen Ende ist der aus Bronze

\*) Saß oder Pumpensaß heißt eine vollständig ausgerüstete Schachtpumpe.

bestehende Pumpenstiefel mit einem Ventilstücke versehen, an welchem sich die beiden Ventilkästen K und K, befinden, s ist das Hubventil, s' das Saugventil, S die Saugeröhre, H die Steigeröhre.

Beim Niedergehen des Kolbens wird die Luft im Pumpenstiefel und über dem Saugventile verdünnt, das letztere hebt sich und läßt das Wasser auf den Kolben treten, durch welchen es beim folgenden Aufgange und bei geöffnetem Hubventile s in die Steigeröhre H gehoben wird.

Damit sich unter dem Kolben weder ein luftverdünnter Raum bilden, noch auch gepreßte Luft ansammeln kann, ist unter dem Pumpenstiefel noch das Rohr J angebracht, in welchem das Wasser mit dem Kolben auf- und niedergeht.

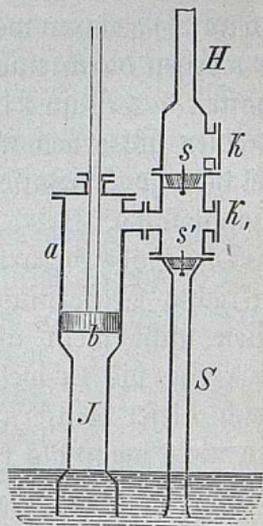


Fig. 174. Hubpumpe mit freiliegendem Gestänge.

229. Welches sind die Vorteile der hohen gegenüber den niedrigen Säzen?

Um mit einem niedrigen Saße (einer Saugpumpe) das Wasser auf eine Höhe von 50 m zu heben, sind nach Vorstehendem mindestens fünf solcher Säze, mithin auch ebensoviel Kolben und Ventile erforderlich. Da aber mit der Anzahl der Kolben die Reibung und mit derjenigen der Ventile die Größe des Ventilverlustes\*) wächst, so ergibt sich schon hieraus, daß die niedrigen Säze im Vergleiche zu denjenigen hohen Säzen (Hubpumpen), welche das Wasser mit nur einem Saße auf dieselbe Höhe bringen, unvorteilhaft arbeiten und viel Kraft gebrauchen. Es kommt noch hinzu, daß mit der Anzahl der Säze auch das Vorkommen von Störungen und Stillständen in geradem Verhältnisse steht.

\*) Ventilverlust ist dasjenige Wasser, welches beim Einwenden des Kolbens durch das Saugventil zurückgeht, bevor dasselbe vollständig geschlossen ist.

Bei den hohen Säzen wird immer nur der, der Hubhöhe entsprechende, oberste Teil der Wassersäule abgegoßen, während das übrige Wasser bei jedem Kolbenaufgange gehoben werden muß. Damit tritt aber keine Mehrbelastung der Pumpen gegenüber den niedrigen Säzen ein, denn diese müssen, um das Wasser auf dieselbe Höhe zu bringen, eine weit größere Arbeit verrichten, weil bei ihnen das Wasser durch enge Saugröhren hindurchgezogen werden muß.

### 230. Wie sind die Druckpumpen eingerichtet?

Die gebräuchlichste Einrichtung der Druckpumpen ist durch Figur 175 dargestellt. Das Kolbenrohr R steht seitwärts vom Saugrohre S und hat unter sich einen fest verlagerten Preßkloß Z, durch welchen bei etwaigem Gestängebruche der Stoß des Plungers aufgenommen und damit weiterer Zerstörung vorgebeugt wird, ein Zweck, welcher übrigens schon durch passend angebrachte Aufsatzvorrichtungen an den Gestängen erreicht werden kann, so daß die Preßklöße nur für einen Bruch nahe über dem Plunger Wert haben.

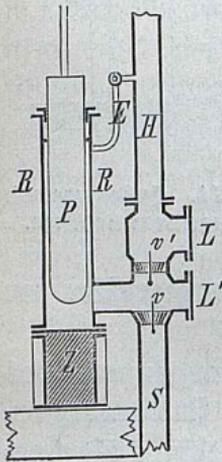


Fig. 175.  
Druckpumpe.

Die Dichtung der Kolben, welche zum Unterschiede von den Scheibenkolben der Saug- und Hubpumpen die Namen Mönchskolben, Taucherkolben und Plunger erhalten haben, erfolgt am obern Ende des Kolbenrohres mit Hilfe einer Stopfbüchse, so daß die Liderung des Kolbens fortfällt.

Die Verbindung des Arbeitscyinders R mit dem Steigerohre H heißt Gurgelrohr. Das Saugventil v und das Druckventil v' sind durch die Ventilkästen L und L' zugänglich.

### 231. Wie ist der Gang der Druckpumpen?

Beim Aufgange des Kolbens bildet sich in dem Arbeitscyylinder ein luftverdünnter Raum und findet mithin das

Ansaugen des Wassers durch das Saugventil  $v$  (Fig. 175) statt. Beim Niedergange des Kolbens wird das Wasser entweder durch das Gewicht des Gestänges und Kolbens, bezw. einer auf letzterem angebrachten Belastung allein oder unter teilweiser Mitwirkung eines durch die Maschine ausgeübten Druckes durch das Ventil  $v'$  in die Höhe getrieben.

Druckpumpen sind dann nicht anwendbar, wenn, wie beim Abteufen, ein teilweises Ansaugen von Luft unvermeidlich ist. Dagegen sind sie zum Heben großer Wassermengen auf bedeutende Höhen die einzig zweckmäßigen und können durch Hubpumpen nicht ersetzt werden.

Die in Figur 175 angedeutete Verbindung E des Kolbenrohres R mit dem Steigerohre H ist eines der Mittel, um der Luft ein Entweichen zu gestatten, indem bei jedem Kolbenhube durch Heben eines Ventiles die Verbindung mit dem Steigerohre hergestellt wird.

### 232. Welches ist die Einrichtung doppelt wirkender Pumpen?

Doppelt wirkende Pumpen sind solche, welche das angesaugte Wasser bei jedem Kolbenwege ausgießen.

Diesen Zweck erreicht man durch Vereinigung zweier oder dreier Pumpen, wie man dieselben bei unterirdischen

Wasserhaltungs-  
maschinen als Zwillings-  
und Drillingsmaschinen in Anwendung gebracht hat. Die Anordnung Figur 176 zeigt z. B. zwei Pumpen mit je einem Saugventile  $u, v$  und je einem Druckventile  $u', v'$ .

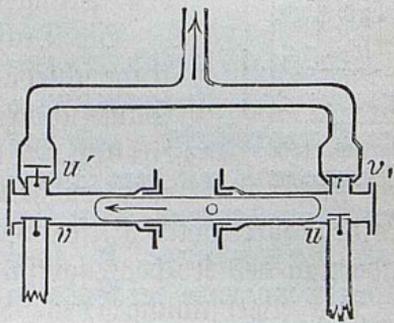


Fig. 176. Unterirdische doppelt wirkende Wasserhaltungsmaschine.

### 233. Was versteht man unter Differentialpumpen?

Dieselben beruhen auf dem Grundsatz, daß Hubpumpen beim Niedergehen so viel Wasser zum Ausflusse bringen, als ihr Gestänge verdrängt. Man hat deshalb mit dem unmittel-

bar am Gestänge befestigten Plunger *m* (Fig. 177) den Scheibenkolben *k* verbunden. Giebt man dem Plunger *m* einen halb so großen Querschnitt, als dem Scheibenkolben, so wird bei jedem Hube gleich viel Wasser in das Steigerohr *D* geschafft.

234. Wie sind die Rittinger-Pumpen eingerichtet?

Die Rittinger- (Perspektiv-) Pumpen sind von Althaus erfunden und von Rittinger verbessert. Dieselben haben in ihrer ursprünglichen Anwendung als Rittinger-Sätze kein besonderes Gestänge, sondern sind so eingerichtet, daß das mit einem hohlen Mönchskolben verbundene Steigerohr gleichzeitig als Gestänge dient und daß sie, ohne eines besonderen Scheibenkolbens zu bedürfen, dennoch sowohl beim Aufgange, als auch beim Niedergange des Kolbens ausgießen, also ebenfalls doppelt wirkend sind.

In Fig. 178 sind fest eingebaut: das Ausgußrohr *r*, der Pumpenstiefel *c* und das Saugrohr *S* mit dem Saugventil *v*, dagegen beweglich das Rohrgestänge *R* (auf Abendsterngrube bei Kosdzin [Oberschlesien] aus 9.3 m

langen Stücken von 20 mm starkem Kesselbleche bestehend) und der hohle Plunger *P* mit dem Hubventile *d*, welches in gewöhnlicher Weise in einem Ventilkasten *b* mit Thür eingeschlossen ist.

Am Gestängerohre *R* greift nahe unter Tage ein mit der Kraftmaschine in Verbindung stehendes kurzes Gestänge *gg*,

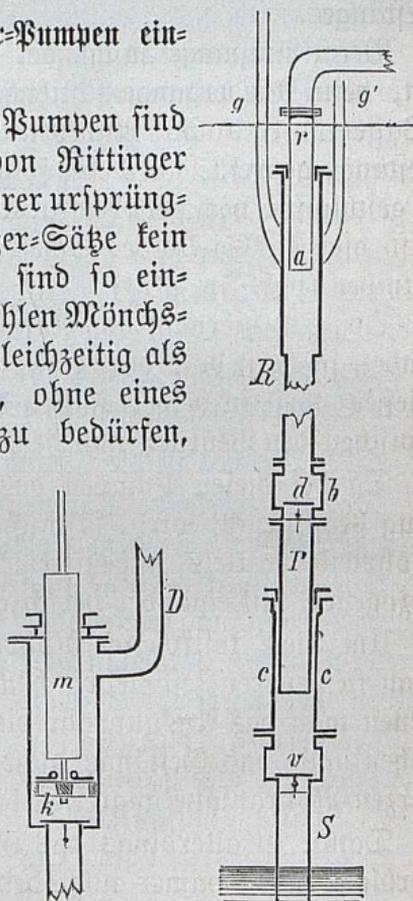


Fig. 177.  
Differentialpumpe.

Fig. 178.  
Rittinger-Satz.

an, schiebt das erstere beim Aufgange über das Ausgußrohr *r* hinweg und taucht es beim Niedergange in den Pumpenstiefel *c* hinein. Die Dichtung erfolgt an beiden Rohren durch Stopfbüchsen. Das Ausgußrohr ist etwas länger, als der Kolbenhub, und hat den halben Querschnitt des Rohrgestänges.

Beim Aufgange saugt der hohle Plunger *P* das Wasser an, beim Niedergange schließt sich das Saugventil und das Wasser wird unter Anheben des Ventiles *d* in das Rohrgestänge gepreßt, um beim folgenden Aufgange, nachdem sich *d* geschlossen hat, gehoben zu werden. Das Ventil *d* vertritt also hier die Stelle des Scheibenkolbens bei den Differentialpumpen (vgl. Fr. 233).

Obgleich hiernach das Ansaugen nur beim Aufgange stattfindet, so muß doch bei beiden Kolbenwegen das Wasser ausfließen, weil in beiden Fällen der mit Wasser gefüllte Raum zwischen den Ventilen und dem Ausgußrohre verkleinert wird.

Da bei diesen Pumpen das Rohrgestänge auf Druck und Zug beansprucht wird, so muß die Verbindung der einzelnen Rohrtheile mittels angenieteteter konischer Ringe und übergezogener, mit einander verschraubter Muffen bewirkt werden.

Um diese kostspielige Rohrverbindung zu umgehen, hat man in neuerer Zeit mehrfach Rittinger-Sätze angewendet, bei denen man das Ausgußrohr bis nahe auf den Plunger herabgehen und das Gestänge dicht über dem letzteren an einem kurzen Rohransätze angreifen läßt.

Damit ist allerdings das Gestänge wieder eingeführt, es verbleibt aber immer noch der Vorteil einer engen und den Schachtraum wenig beschränkenden Steigeröhre.

### 235. Welches sind die Vorteile der doppelt wirkenden Pumpen?

Die doppelt wirkenden Pumpen haben vor allem den Vorteil, daß ihre Steigeröhren bei gleicher Wasserlieferung nur einen halb so großen Querschnitt erfordern, als bei einfach wirkenden. Während ferner bei diesen das Wasser mit jedem Kolbenhube vollständig zur Ruhe kommt und vermöge

seiner Schwere beim Anfange des Kolbenrückganges ein mitunter sehr heftiges Schlagen der Ventile veranlaßt, haben doppelt wirkende Pumpen wegen des dauernden Auftriebes in der Steigeröhre einen ruhigeren Gang.

### 236. Wie findet die Verlagerung der Schachtpumpen statt?

Die Verlagerung der Pumpen soll im allgemeinen vom Ausbaue des Schachtes unabhängig sein. Besonders in gemauerten Schächten tritt der Übelstand ein, daß die Erschütterungen der Pumpen zc., wenn die Träger in der Mauerung ruhen, die letztere lockern.

Die Pumpen werden auf Träger oder Lager aus Holz, aus Eisen oder aus Mauerwerk gestellt. Eine gewisse Biegsamkeit der Träger ist ohne Nachteil, wird sie aber zu groß, dann ist die Pumpe selbst stärkeren Erschütterungen ausgesetzt. Am häufigsten werden hölzerne Lager (für schwere Pumpen am besten aus Eichenholz), in neuerer Zeit auch solche aus Schmiedeeisen angewendet; Gußeisen kommt selten vor.

Die hölzernen Lager bestehen entweder aus zwei nebeneinander liegenden Balken, oder bei schweren Pumpen aus Balkenlagen. Quer darüber sind kurze Hölzer gelegt, auf welche die Rohrflantschen gestellt werden.

Sehr zuverlässige hölzerne Pumpenlager sind die Keil-lager, welche gewöhnlich aus Eichenholz hergestellt werden und ihre Stütze in ausgestuften Widerlagern finden.

Für schwere Pumpen werden meistens schmiedeeiserne Träger in I-Form angewendet und, wenn dieselben eine Höhe von z. B. 0.5 m und darüber haben müssen, durch eine Verbindung von Winkelleisen und Platten hergestellt.

### 237. Welchen Zweck haben die Sumpfstrecken?

Während kleinere Pumpen aus hölzernen, im Schachte angebrachten Wasserkästen saugen und in ebensolche ausgießen, kann derselbe Zweck bei großen Pumpen, bezw. Wasserzuzulüssen durch Sumpfstrecken erreicht werden. Dieselben bilden in diesem Falle Sammelräume, welche die Zugänge

für eine ihrer Ausdehnung entsprechende Zeit aufnehmen können, so daß bei kleineren Reparaturen der Pumpen nicht sofortiges Versaufen der Baue und Störung der Förderung eintritt.

In Kohlengruben sind die Sumpfstrecken möglichst in unbauwürdigen Flözen mit festem Nebengesteine anzulegen, damit sich bei tieferem Abbau das Wasser nicht hereinzieht. Mit dem Schachte verbindet man sie durch kurze Querschläge.

### c) Pumpenröhren.

238. Aus welchem Material bestehen die Steigeröhren?

Die Steigeröhren, bei Druckpumpen auch Druckröhren genannt, bestehen gewöhnlich aus Gußeisen, nur bei sehr hohen Sähen aus Schmiedeeisen.

239. Wie ist die Verbindung der Steigeröhren?

Die Verbindung der gußeisernen Steigeröhren geschieht durch Flantschen, welche so breit sein müssen, daß die Schraubenmutter die Hohlkehle nicht berühren, mittels welcher sich die Flantsche an das Rohr schließt.

Schmiedeeiserne Röhren werden in der Regel durch angeietete gußeiserne Flantschen verbunden.

Als Material für die Dichtung der Flantschen dienen Ringe von Blei, von Kupfer oder Kautschuk, sowie Hanf, Flanell und Roskitt.

240. Wie sind die Kolbenröhren hergestellt?

Die Kolbenröhren (Gossen, Pumpenstiefel, Arbeitsrohr, Pumpenzylinder) bestehen in der Regel aus Gußeisen, nur bei sehr sauren Wassern wendet man Bronze an.

Für Saug- und Hubpumpen sind die Kolbenröhren, um die Liderung des Kolbens zu schonen, ausgedreht.

Bei Druckpumpen werden die Kolbenröhren nicht ausgedreht, weil der Kolben die Wandung derselben nicht berührt. Dies bietet außerdem den Vorteil, daß man die harte Gußhaut belassen kann.

## 241. Wie müssen die Saugeröhren eingerichtet sein?

Die Saugeröhren bestehen ebenfalls in der Regel aus Gußeisen und haben bei raschem Gang der Kraftmaschine  $\frac{3}{5}$  vom Querschnitte des Kolbens.

Die senkrechte Länge der Saugröhre, die Saughöhe, ist bei Saug- und Hubsäzen 4—8 m, bei Druckpumpen geht sie bis auf 2 m herab, mitunter läßt man sogar das Wasser mit Überdruck in das Plungerrohr treten. Damit die Pumpen keine Späne oder sonstige Unreinigkeiten einsaugen können, versieht man die untere Öffnung der Saugröhre mit einem Drahtgeflechte oder einem gußeisernen, durchlochtem Saugkorbe von cylindrischer, kugel- oder birnförmiger Gestalt.

Beim Abteufen von Schächten mit fest eingebauten Pumpen ist es notwendig, daß die Saugröhre entsprechend dem Vorrücken des Abteufens allmählich verlängert werden kann. Zu diesem Zwecke besteht die Saugröhre aus zwei Teilen, einem engeren, mit der Kolbenröhre verbundenen Degen und der Scheide oder dem Schläucher, welcher anfänglich den Degen vollständig umschließt und beim Abteufen allmählich von demselben abgezogen wird.

## d) Kolben.

## 242. Welches sind die verschiedenen Arten von Kolben?

Die Kolben sind entweder massiv oder durchbrochen und letzteren Falls mit Ventilen, außerdem auch mit einer Liderung versehen. Die massiven Kolben kommen bei Druckpumpen und zweiachsigem Hubpumpen, die durchbrochenen ausschließlich bei einachsigen Saug- und Hubpumpen vor.

## 243. Was versteht man unter Scheibenkolben?

Der Scheibenkolben besteht aus einem, mit einer Lederscheibe bedeckten und mehrfach durchbohrten Cylinder von hartem Holze. Beim Aufgange dichtet die Lederscheibe an der Rohrwandung ab, hebt das darauf stehende Wasser und saugt gleichzeitig an. Beim Niedergang drängt sich das

Wasser unter Anheben der Lederscheibe durch die Löcher hindurch.

Die Scheibenkolben sind die ältesten, aber unvollkommensten und werden deshalb zweckmäßig durch Kolben anderer Konstruktion, besonders durch Stulp- oder Sturzkolben ersetzt.

#### 244. Wie ist die Einrichtung der Stulpkolben?

Kolben mit Stulp- oder Sturzlinderung werden für Hub- und Saugpumpen vorwiegend angewendet.

Der eiserne Kolbenkörper A (Fig. 179 u. 180) ist durch einen Steg B in zwei Abteilungen geteilt, durch den Steg geht das Kolbenschwert C hindurch. Von unten wird über den Kolbenkörper der Stulp (Sturz, Manschette, Mütze) D

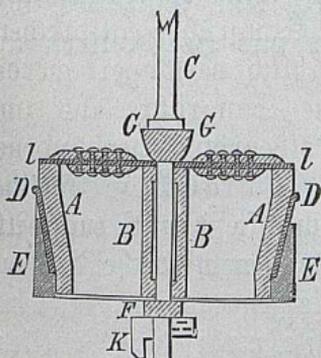


Fig. 179 (Schnitt nach *a b*).

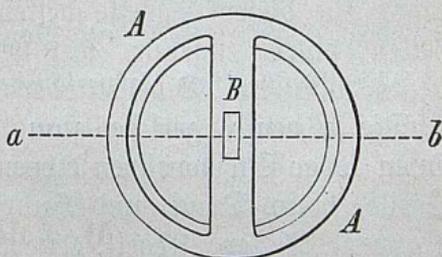


Fig. 180.

Kolben mit Stulpänderung.

gezogen und mit dem Ringe E befestigt, welcher seinerseits durch den, unter dem Kolben hindurchgehenden Steg F mit Hilfe des Keiles K gehalten wird.

Die obere Fläche des Kolbens ist mit einer runden Lederscheibe bedeckt, welche zwischen zwei Eisenplatten liegt, so daß damit zwei Klappen gebildet werden, welche sich beim Niedergange des Kolbens öffnen. Damit das letztere nicht zu weit geschehen kann, liegt auf dem Kolben und der Lederscheibe, dieselbe in zwei Hälften teilend, der obere, unten abgerundete Steg G.

245. Was versteht man unter Ring- oder Rinnenliderung?

Man versteht darunter eine Liderung aus Hanf, Filz, federnden Metallringen zc., welche in, zu diesem Zweck in der Kolbenwand eingedrehte Rinnen gelegt wird. Läßt man über und hinter der Liderung etwas Spielraum, so kann beim Aufgang das Wasser hinter die Liderung treten und dieselbe nachpressen.

246. Wie sind die Plunger- oder Taucherkolben eingerichtet?

Die Plunger- oder Taucherkolben werden für größere Druckpumpen in der Regel aus Gußeisen, nur bei sehr saurem Wasser aus Kupferlegierung hergestellt.

Außerdem werden die Taucherkolben hohl angefertigt und glatt abgedreht. Am unteren Ende sind sie geschlossen, entweder schon beim Gusse, oder durch eine Schraube, oder endlich durch einen Einsatz, welcher mit Holzbrettern und Keilen gedichtet ist.

#### e) Ventile.

247. Welches sind die verschiedenen Arten der Pumpenventile?

Die Ventile, welche zum Abschlusse der Saug- und Druck- oder Steigeröhren dienen und dementsprechend Saugventile, bezw. Druck- und Hubventile genannt werden, sind: Klappen-, Teller-, Regel-, Kugelventile, mehrförmige Ventile zc.

248. Welche allgemeinen Grundsätze gelten für die Konstruktion eines Ventiles?

Die Ventile sollen dicht abschließen, leicht aufgehen, sodann den Wasserstrom ohne Verengung, Teilung und Änderung der Richtung hindurchgehen lassen, sich rasch schließen und zum Zweck der Ausführung von Reparaturen leicht zugänglich sein.

249. Was versteht man unter Regel- und Tellerventilen?

Regelventile sind metallene Scheiben, welche nach unten einen abgestumpften Regel bilden, dessen Mantelfläche auf eine entsprechend geformte Fläche des Ventilsißes trifft. Unter der Scheibe befinden sich drei oder vier Flügel, welche zur Führung dienen.

Zellerventile sind ebenfalls Scheiben, haben aber eine gerade Aufschlagfläche.

### 250. Wie sind die Klappenventile eingerichtet?

Das Material für die Klappenventile, welche bei kleinen Bergwerkspumpen häufig in Anwendung stehen, ist Leder, Metall, Guttapercha oder Gummi.

Die Klappenventile werden bei kleinen Pumpen mit einer, bei größeren mit zwei und mehr Klappen eingerichtet. Als Beispiel für ein Ventil der letztern Art diene Figur 181. Die zwischen Eisenscheiben befindlichen Lederklappen liegen dachförmig und haben ihre Drehachse an der Peripherie.

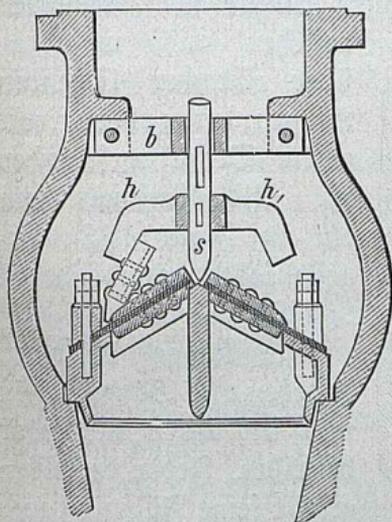


Fig. 181. Dachförmiges Ventil mit zwei Klappen.

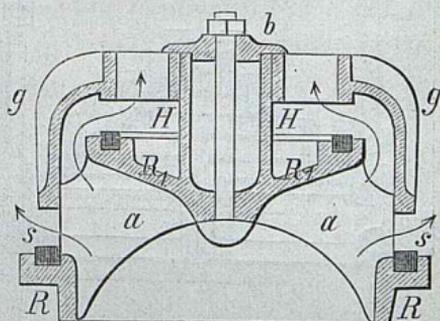


Fig. 182. Glockenventil.

Damit der Ventilkörper nicht gehoben werden kann, steht auf dem Mittelsteg desselben die Spindel *s*. Dieselbe geht oben durch eine im Ventilkasten befestigte Brücke *b* und trägt zur Subbegrenzung die beiden Hörner *h* und *h*,.

### 251. Was versteht man unter Doppelsitzventilen?

Doppelsitzventile sind solche, bei denen das Wasser an zwei Stellen durchströmt.

Die gebräuchlichsten Ventile dieser Art sind die Hauben- oder Glockenventile. In Figur 182 sind *R* und *R*, feststehende ringförmige Ventilkörper, welche durch zwei Rippen

a verbunden sind. In beiden sind Spuren eingedreht, welche mit Ringen s von Buchholz, aufrechtstehenden Lederstreifen und dergl. ausgefüllt sind. Die letzteren bilden die Sitze oder Aufschlagflächen einer Glocke g, welche sich im untern Teile an den Rippen a, im oberen an der Hülse H führt und bei b eine Hubbegrenzung findet. Das Wasser nimmt die durch die Pfeile angedeuteten Wege.

252. Welches sind die mehrstüfigen Ventile und ihre Einrichtung?

Die gebräuchlichsten mehrstüfigen Ventile sind die Pyramidenventile oder stufenförmigen Ringventile. Dieselben bestehen aus mehreren über einander liegenden Ringen, deren oberster mit einem Deckel verschlossen ist. Als Beispiel diene ein in Figur 183 dargestelltes Pyramidenventil von Hoffmann.

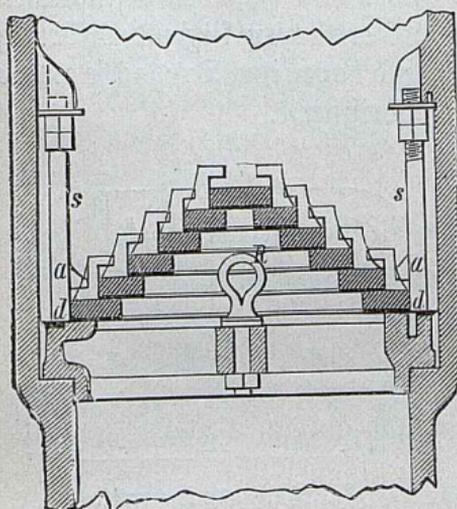


Fig. 183. Pyramidenventil von Hoffmann.

Die Ringe desselben bestehen aus Schmiedeeisen und sind unten mit Leder bekleidet. Jeder derselben erhält seine Führung und Hubbegrenzung durch je vier am nächst unteren Ringe befestigte Haken, von denen drei angenietet sind, während einer festgeschraubt ist, um das Auswechseln der Ringe zu erleichtern. Der unterste derselben stößt gegen Vorsprünge a, welche an den vier Stangen s angebracht sind. Damit das Ausheben des Ventiles, welches am Ringe R geschieht, nicht durch Ansammlung von Sand und Schlamm erschwert werde, ist noch die Dichtung d angebracht, welche gleichfalls durch die Stangen s niedergehalten wird.

In saurem Grubenwasser sind Ringe aus Hartblei den eisernen vorzuziehen.

## Zweites Kapitel.

## Gestänge.

## a) Gestänge in Hauptschächten.

## 253. Was versteht man unter Gestänge?

Gestänge sind diejenigen Vorrichtungen, mit denen die Bewegung der Kraftmaschine auf die Pumpe übertragen wird. Gewöhnlich ist diese Übertragung eine steife. Sie erfordert Führungen zur Innehaltung der geradlinigen Bewegung, sowie Fangvorrichtungen, welche bei Gestängebrüchen wirksam werden sollen, und endlich Vorrichtungen zur Begrenzung des Hubes.

Die vorstehende Erklärung der Gestänge schließt auch die Übertragung durch Wasser (hydraulische Gestänge), Luft und Drahtseile mit ein.

Für steife Gestänge verwendet man Holz, Schmiedeeisen und Stahl. Die Bewegungsrichtung ist senkrecht, tonnläufig oder wagerecht.

## 254. In welcher Weise werden hölzerne Gestänge zusammengesetzt?

Früher wurde zur Verbindung einzelner Holzstangen zu einem Gestänge (Gestängeschloß) die schräge Verzahnung mit Schloßkeil angewendet.

Da jedoch eine derartige schräge Verzahnung die Festigkeit der Verbindung in keiner Weise erhöht, so wendet man neuerdings vorwiegend Gestängeschlösser mit geradem Stoße und eisernen Laschen auf allen vier Seiten an (Fig. 184, 185).

Außerdem gibt es noch ein Gestängeschloß für einfache Stangen mit hölzernen Laschen, welches da anwendbar ist, wo das Holzgestänge eines Druckzuges schon genügendes Übergewicht besitzt. Die Stangenenden stoßen stumpf zusammen und über den Wechsel sind zwei hölzerne Laschen gelegt (Fig. 186 S. 244),

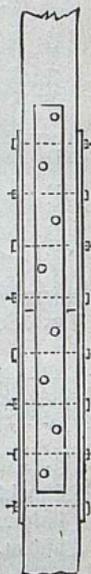


Fig. 184.

Fig. 185.  
Gestängeschloß mit  
geradem  
Stoße.

welche aber nicht mit durchgesteckten Schrauben, sondern in der durch Fig. 187 dargestellten Weise verbunden werden.

### 255. Wie erfolgt die Geradföhrung der Holzgestänge?

In tonnlägigen Schächten läuft das Gestänge auf Rollen, in feigeren Schächten und bei quadratischem Gestänge geschieht die Geradföhrung durch hölzerne Rahmen (Lehrlager), welche, wie die Pumpenträger, aus zwei kurzen Querlagern bestehen (Fig. 188, 189).

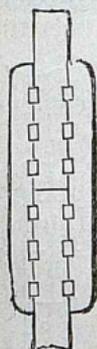


Fig. 186.

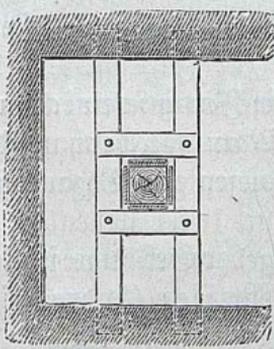


Fig. 188.

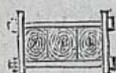


Fig. 187.  
Gestängeschloß  
mit hölzernen  
Lashen.

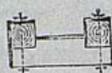


Fig. 189.  
Lehrlager.

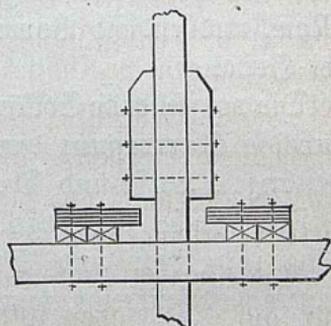


Fig. 190.  
Pumpenstell mit hölzernen  
Fangfröschen.

### 256. Wie sind die Fangvorrichtungen der Gestänge eingerichtet?

Um ein abgerissenes Gestänge aufzufangen, bringt man in gewissen Entfernungen (60—80 m) Fangvorrichtungen an den Holzgestängen an, welche sich auf Fanglager stützen. Die Fangvorrichtungen sind entweder Fangfrösche oder Fangketten.

Fangfrösche sind Holzklöße, welche auf beiden Seiten eines hölzernen Gestänges in der durch Fig. 190 dargestellten Weise angebracht werden.

Um den Stoß beim Auftreffen der Fangfrösche auf die Fanglager zu mildern, versieht man die letzteren mitunter in der in Fig. 190 angedeuteten Weise mit Pressfedern.

Die Fangketten werden in neuerer Zeit über Fangscheiben gelegt, deren Durchmesser der Entfernung zweier Gestänge entspricht, und mit ihren Enden an den letzteren befestigt.

257. Wie verbindet man die hölzernen Gestänge mit den Kolbenstangen?

Die Kolbenstangen einzelner untereinander stehenden kleinen Schachtpumpen werden mit dem Gestänge durch seitlich angebrachte „Stangenhaken“ oder besser durch gußeiserne Krumsen verbunden.

Bei Druckpumpen üben diese Krumsen einen einseitigen Druck in der Stopfbüchse aus. Man legt deshalb die Achsen der Mönchskolben jetzt immer in diejenige des Hauptgestänges, was bei Gestängen, welche noch mit tiefer stehenden Druckpumpen verbunden sind, in der Regel durch Übergabelung oder durch Scherenstücke geschieht.

258. Welches sind die bei den Schachtpumpen gebräuchlichen eisernen Gestänge?

Die eisernen Pumpengestänge sind entweder solche, welche nur auf Zug, oder solche, welche auf Zug und Druck in Anspruch genommen werden. In beiden Fällen zieht die Maschine das Gestänge in die Höhe, während das Niederziehen entweder durch das Eigengewicht allein, oder durch das unten angebrachte Übergewicht erfolgt, so daß das Gestänge sich nach Art eines gespannten Seiles hin und her bewegt.

Bei den meisten Druckpumpen wird das Gestänge auf Zug und Druck in Anspruch genommen, indem die Maschine das Aufziehen besorgt, während entweder das Gestänge durch sein eigenes Gewicht allein oder durch Nachhilfe der Maschine das Wasser im Druckrohre emporschafft.

Die nur auf Zug in Anspruch genommenen Gestänge sind quadratisch oder rund, mitunter bestehen sie auch aus schmiedeeisernen Flachschienen.

Die Eisengestänge für Zug und Druck werden durch Vernieten aus 7 bis 10 m langen Teilen von Winkel-, Flach-, L-Eisen, T-Eisen zc. zusammengesetzt und erhalten

dabei die in den Figuren 191 bis 194 dargestellten Querschnitte.

259. Was versteht man unter hydraulischem Schachtgestänge?

Unter hydraulischem Schachtgestänge versteht man die durch eine oder zwei in Röhren eingeschlossene Wassersäulen bewirkte Übertragung der hin und her gehenden Bewegung eines Kolbens der Kraftmaschine über Tage auf solche Kolben, welche unter Tage unmittelbar mit der Pumpkolbenstange in Verbindung stehen. Dabei wirkt das Wasser in den Röhren in ähnlicher Weise, wie eine Kraftübertragung mit auf- und niedergehendem steifen Gestänge.

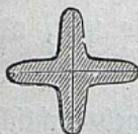


Fig. 191.

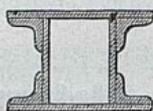


Fig. 192.



Fig. 193.



Fig. 194.

Querschnitte eiserner Pumpengestänge.

Eisernes Gestänge von I-förmigem Querschnitt.

Da der Kraftverlust durch die Wettertransmission etwa 30 Proz. beträgt, und die Dichtung große Schwierigkeiten verursacht, so können hydraulische Gestänge nur in Ausnahmefällen empfohlen werden.

260. Was versteht man unter Regelung des Gestängegewichtes und wie wird dieselbe ausgeführt?

Bei Gestängen kann eine Gewichtsausgleichung oder eine Belastung notwendig sein. Die erstere dann, wenn das Gestänge der Haltbarkeit wegen schwerer ausfällt, als es der Widerstand beim Niedergange erfordert, oder wenn einzelne Pumpen ausgeschaltet werden sollen, ferner bei rotierenden Maschinen mit nur einem Hauptgestänge.

Eine Belastung ist nötig, wenn der auf die Festigkeit berechnete Querschnitt nicht genügendes Gewicht für die Überwindung der Widerstände beim Niedergange liefert und

das Übergewicht nicht durch größeren Querschnitt hergestellt werden soll.

Die Belastung erfolgt durch Belastungsgewichte, die Ausglei chung durch Gegengewichte.

### 261. Wie sind die Gegengewichte eingerichtet?

Die Gegengewichte sind meistens zweiarmige, durch Eisenkonstruktion zusammengesetzte Hebel, an deren einem Ende das Gestänge und die Maschine angreift, während am anderen eine größere Gewichtsmasse in Form von runden oder eckigen gußeisernen Scheiben angebracht ist. Das letztere wird beim Niedergange des Gestänges gehoben, während es beim Aufgange der Maschinenkraft zu Hilfe kommt.

### 262. Was versteht man unter Hinterwassersäulen?

Die Hinterwassersäulen bei Wassersäulenmaschinen sind die verbrauchten Kraftwasser, welche der niedergehende Treibkolben mit Hilfe des überschüssigen Gestängegewichts in einer Röhre bis zum Ausfluß emporzudrücken hat. Der Treib- (Kraft-)Kolben muß demnach so tief unter den Abflußstollen für Kraft- und Lastwasser gestellt werden, daß der Druck, welchen die auf den Stollen zurücktretenden, gebrauchten Kraftwasser ausüben, der Gestängelast die nötige Ausglei chung entgegenstellt.

Außerdem werden Hinterwassersäulen auch bei liegenden Wassersäulenmaschinen angewendet, wenn man die Kraftmaschine unmittelbar mit der Pumpe in Verbindung bringt, um die Übertragung durch ein steifes Gestänge zu ersparen und um die Maschine seitwärts vom Schachte in geeigneten Räumen aufstellen zu können.

### 263. Was versteht man unter Regeneratoren?

Zur Erzielung einer hinreichenden Niedergangsgeschwindigkeit und um die Pumpenventile zu heben, muß bei Druckpumpen das Gestängegewicht den mittleren Widerstand übersteigen. Am Ende des Hubes wird bei nicht rotierenden Maschinen dieser Kraftüberschuß aufgezehrt, geht also verloren.

Die Regeneratoren sollen nun diese Arbeit auffammeln und beim Gestängeaufgange wieder ausgeben, so daß die Maschine nur die dem mittleren Widerstande entsprechende Arbeit zu leisten braucht; sie haben den erheblichen Vorteil, daß sie eine gleichförmigere Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit, einen regelmäßigeren Gang und daher eine Vergrößerung der mittleren Geschwindigkeit selbst ermöglichen.

Bei rotierenden Maschinen dient das Schwungrad, bei doppelt wirkenden Maschinen mit Expansion der Volldruck im Beginn des Hubes zu demselben Zwecke.

In neuerer Zeit sind von der Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf pneumatische Regeneratoren (D. R.-P. 11967) an mehreren Druckpumpen angebracht, welche in einzelnen Fällen aus dem eben angeführten Grunde eine Erhöhung der Maschinenleistung um 60 bis 70 Proz. bewirkt haben.

#### b) Gestänge in Nebenschächten.

264. Wie erfolgt die Bewegung von Pumpen in Nebenschächten?

Pumpen, welche beim Abteufen von Schächten, in denen sich keine Kunstgestänge befinden, angewendet werden, sind durch besondere Kraftübertragung zu bewegen. Steht ein solcher Schacht mit dem Kunstschachte durch eine gerade Strecke in Verbindung, so kann die Kraftübertragung von dem Hauptgestänge aus durch Schleppzeug mit einem Drahtseile oder einer Kette geschehen. Dieselben sind an einem der Kunstgestänge befestigt, gehen nach oben über eine Rolle, von da auf der Verbindungsstrecke zum Nebenschachte, dort über eine zweite Rolle hinweg und sind hier mit dem Gestänge der im Schachte befindlichen Pumpe verbunden.

Beim Niedergange des Hauptgestänges wird dasjenige im Nebenschachte gehoben, während das letztere beim Hubwechsel durch sein eigenes Gewicht oder durch angebrachte Belastung sinkt und das Drahtseil oder die Kette nachzieht, so daß dieselben stets straff gehalten werden. Die Führung des Seiles geschieht durch Rollen.

Außer einem hin- und hergehenden Seile wendet man auch Übertragungen mit einem Seile ohne Ende an. Bei vielen und sehr starken Krümmungen wird die Übertragung in zweckmäßiger Weise mittels Wasser nach Art der hydraulischen Schachtgestänge (vergl. Fr. 259) oder mittels Druckluft bewirkt.

### Drittes Kapitel.

## Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen.

265. Wie sind die unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen eingerichtet und welches sind ihre Vorteile und Nachteile?

Man versteht darunter solche Wasserhaltungsmaschinen, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Pumpen unter Tage ohne jede Übertragung durch Gestänge, Pleuelstangen zc. stehen.

Die Maschinen sind entweder Dampfmaschinen oder Wassersäulenmaschinen.

Der Fortfall der Gestänge beseitigt die Möglichkeit der Gestängebrüche und gestattet, weil außer dem Druckwasser keine großen Massen zu bewegen sind, eine größere Kolbengeschwindigkeit, sowie dementsprechend geringere Dimensionen und weniger Anlagelkosten, als Gestängemaschinen. Außerdem ist nur ein Maschinenwärter, nicht auch ein besonderer Pumpenwärter, überdies im Schachte nur wenig Raum erforderlich, weil außer dem Dampfzuleitungsrohre nur ein Steigerohr von geringen Dimensionen einzubauen ist und das Gestänge, die Lehlager, Fangvorrichtungen zc. in Wegfall kommen.

Der den älteren Maschinen dieser Art anhaftende Nachteil des hohen Dampfverbrauches ist durch Einführung besserer Konstruktionen (Woolfsche und Verbund-Maschinen mit Receiver) beseitigt, dagegen sind alle unterirdischen Maschinen der Gefahr des Versaufens ausgesetzt.

Findet ein Wasserzugang auf mehreren Sohlen statt, so muß auf jeder derselben eine Maschine stehen, wodurch eben-

falls der ökonomische Vorteil der Anlage in Frage gestellt wird. Doch ist zu beachten, daß eine Gestängemaschine bei Erreichung der tieferen Sohlen alt oder weniger leistungsfähig geworden ist, während unterirdische Maschinen für jede Sohle neu hergestellt und in ihrer Leistungsfähigkeit den vorhandenen Wasserzuflüssen angepaßt werden können.

Durch gute Umhüllung der Maschinenteile, sowie durch gute Kondensation und möglichst passende Ventilations-einrichtungen ist dafür zu sorgen, daß die Hitze in den Maschinenräumen verringert wird.

266. Wie unterscheiden sich rotierende und nicht rotierende unterirdische Wasserhaltungsmaschinen?

Die rotierenden unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen sind solche, welche mittels Kurbel ein oder zwei Schwungräder bewegen. Letztere vermindern die in den Hubpausen eintretenden Ungleichheiten in der Druckwirkung und liefern daher die zum Heben der Druckventile nötige Supplementarkraft. Das Wasser im Steigerohre kommt dabei nie zur Ruhe oder gar in umgekehrte Bewegung, so daß solche Maschinen rascher laufen und eine größere Druckhöhe erhalten können, als die nicht rotierenden Maschinen. Aus diesem Grunde wählt man die rotierenden Maschinen gewöhnlich für größere Anlagen mit viel Wasser und bedeutenden Druckhöhen und baut sie als Zwillingss-, Drillings- oder Verbundmaschinen. Besonders bei den letzteren findet eine sehr günstige Ausnutzung der Expansion hochgespannter Dämpfe statt.

Rotierende Maschinen sind auch die im Königin Marienschachte bei Klausthal befindlichen Wassersäulenmaschinen, deren Kolben von einer 597 m hohen Wassersäule betrieben werden.

Die nicht rotierenden unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen ohne Schwungrad, auch amerikanische Pumpen genannt, zeichnen sich dadurch aus, daß sie wegen Mangels einer rotierenden Bewegung eine Anschlagsteuerung und zwar meistens mit einem Stoßchieber haben.

Die besonderen Vorteile dieser Maschinen sind: geringe Kosten, geringer Raumbedarf, leichte Fundamentierung und schnelle Aufstellung.

Dagegen ist keine Expansion anzubringen, die Kolbenfläche muß aus diesem Grunde größer sein, um den Widerstand gegen die Öffnung der Druckventile zu überwinden und es ist aus beiden Ursachen der Dampfverbrauch beträchtlich. Ferner ist der Gang der Maschine unruhig und veranlaßt häufige Betriebsstörungen. Deshalb sind diese Pumpen nur für vorübergehende Zwecke und Druckhöhen von nicht mehr als 100 m zu empfehlen. Die Kolbengeschwindigkeit soll 0.6—0.7 m nicht übersteigen.

Die Fundamentierung kann unter Umständen schon durch einen gegen die Firste verstreuten Holzrahmen geschehen.

Die wichtigsten Arten dieser nicht rotierenden Maschinen sind folgende:

- a) Die Dampfpumpen von Baumann, ausgeführt von Decker & Co. in Kammstatt;
- b) von Maxwell & Co., ausgeführt von Hayward Tyler;
- c) das System von Cameron, ausgeführt von Tangye.

Camerons Pumpe oder, wie sie meistens genannt wird, die Tangye-Pumpe ist unter den nicht rotierenden Maschinen am häufigsten in Anwendung.

---

#### Viertes Kapitel.

### Abteufpumpen.

267. Welche Pumpen wendet man am zweckmäßigsten beim Abteufen der Schächte an?

Die besten Abteufpumpen sind die Hubpumpen, weil sie das Wasser vollständig von der Schachtsohle wegnehmen und dabei Luft ansaugen können, ohne in ihrem Gange gestört zu werden, wie es bei Druckpumpen der Fall ist.

Feste Abteufpumpen mit Schläuchen sind mit allen Teilen fest verlagert, nur das Saugrohr folgt durch Ausziehen des Schläuchers dem Abteufen allmählich nach.

Der Schläucher *a* (Fig. 195) wird durch eine Stopfbüchse am Degen *b* gedichtet. Der letztere steht aber nicht in fester Verbindung mit dem Kolbenrohre, damit er je nach der Lage des tiefsten Einbruchs seitlich verstellbar werden kann.

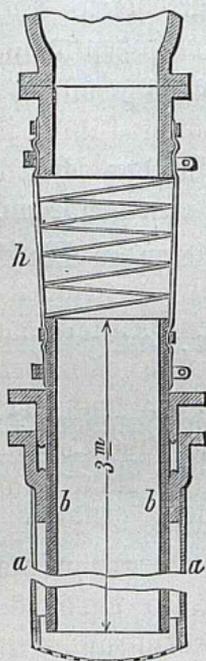


Fig. 195. Schläucher und Degen.

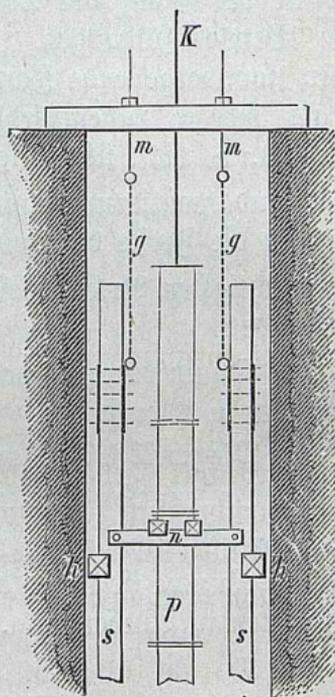


Fig. 196. Schraubensenzzeug.

Gewöhnlich dient zur Verbindung zwischen Kolbenrohr und Schläucher eine im Innern mit einer Spiralfeder versehene Lederhose *h*.

Ist der Schläucher soweit ausgezogen, daß die Saughöhe 6—7 m erreicht hat, so wird das Kolbenrohr vom Steigerohre gelöst und auf das vorher fertiggestellte Lager herabgesenkt. Die entstandene Lücke füllt man durch Einbringen eines neuen Rohrstückes am untern Ende der Steigeröhren

aus. Schließlich wird auch das Gestänge entsprechend verlängert und das Abteufen fortgesetzt.

Bei starken Wasserzugängen sind feste Abteuspumpen nicht zweckmäßig, weil das Senken zu viel Zeit beansprucht und das Wasser inzwischen aufgeht. Sonst aber sind sie einfach und billig, weil alle besonderen Vorrichtungen zum Senken fortfallen.

Die Einrichtung einer beweglichen Abteuspumpe mit Schläucher ist durch Fig. 196 dargestellt.

Der Pumpensatz *p* (Fig. 196) hängt in Senkbäumen *s*, an deren oberen Enden Verbindungsstangen *g* mit Senkschrauben *m* befestigt sind. Die Senkbäume führen sich in Lehrslagern *h* und sind durch Querriegel verbunden, welche die Pumpe *p* unter den Flantschen mit einer Ausbuchtung umschließen.

Die Länge der Senkschrauben muß derjenigen des Schläuchers entsprechen. Die zugehörigen Muttern werden zweckmäßig an der Peripherie gezahnt und entweder mit einer Kurbel und Schnecke ohne Ende, oder nach Art der Bohrknarren mit Hebel und Schaltklinke bewegt. Um die Senkung gleichmäßig zu gestalten, verwendet man auch eine gemeinschaftliche Achse für beide Schrauben.

Hat nach beendigtem Senken das Kolbenrohr die für dasselbe vorbereitete Verlagerung erreicht, so wird es noch verstrebt. Darauf schraubt man die Senkschrauben in die Höhe und schaltet eine kurze Verbindungsstange ein, bis man die Senkbäume selbst um eine volle Länge ergänzen kann.

Das Aufsetzen der Steigeröhren nebst einem Ausgußstücke findet am obern Ende statt.

Anstatt der hölzernen Senkbäume verwendet man auch eiserne Senkschienen und anstatt der Senkschrauben das Nottebohm'sche hydraulische Senkzeug. Bei diesem sind die Senkstangen über Tage mit einem Querhaupte verbunden. Ein an demselben befindlicher Kolben taucht in ein Plungerrohr, welches durch eine Druckpumpe mit Wasser

gefüllt werden kann. Fließt das Wasser aus, so sinkt dementsprechend auch die Pumpe.

Der geringste Aufenthalt beim Senken entsteht bei den beweglichen Pumpen ohne Schläucher. Dieselben bilden in ihrer ganzen Länge eine steife Verbindung und stehen mit dem birnförmigen Korbe des Saugrohres auf der Schachtsohle, jedoch nicht mit ihrem ganzen Gewichte, sondern nur so weit, daß sie eben von selbst sinken, sobald ihnen mit dem Vertiefen der Schachtsohle der Boden entzogen wird. Dementsprechend sind die Pumpen an Erdwinden oder mit starken Seilen an einem Dampfobel mit Bremse aufgehängt.

Da sich die Pumpe mit dem Abteufen allmählich senkt, so muß das Kolbenrohr etwas länger sein, als der doppelte Kolbenhub. Der Kolben arbeitet dabei anfänglich im untern, schließlich aber im obern Teile des Kolbenrohres. Ist die Pumpe bis zu diesem Punkte vom Kolben abgezogen, dann muß das Gestänge entsprechend verlängert und der Kolben dadurch wiederum hinabgeschoben werden.

Das Aufsetzen der Steigeröhren sowie das Ergänzen der Senkbäume findet ebenso, wie bei den beweglichen Pumpen mit Schläuchern, am obern Ende statt.

---

#### Fünftes Kapitel.

### Andere Mittel zur Wasserhebung.

268. Welches sind die Mittel zur Wasserhebung für vorübergehende und kleinere Zwecke?

Um wenig Wasser auf geringe Höhen oder zeitweilig viel Wasser auf bedeutendere Höhen zu schaffen, bedient man sich außer der Pumpen noch der Strahlpumpen, der Pulsometer, der Heber und der Fördermaschine.

Die Strahlpumpen oder Injektoren werden nach den Konstruktionen von Gebr. Körting in Hannover als Dampf- und Wasserstrahlpumpen vielfach angewendet.

Allerdings ist der Dampfverbrauch bei den Dampfstrahlpumpen viel größer, als bei Dampfmaschinen, indes sind jene Apparate wegen ihrer Billigkeit, leichten Bewartung, sowie wegen ihrer schnellen und nur wenig Raum beanspruchenden Aufstellung für vorübergehende Zwecke zu empfehlen.

269. Welchen Wert haben die Pulsometer in Beziehung auf ihre Anwendbarkeit zur Wasserhaltung?

Die kolbenlosen Dampfpumpen (Pulsometer und Aquapulte, bezw. zweikammerige und ein-kammerige kolbenlose Dampfpumpen) werden in den Gruben sehr häufig angewendet, besonders wenn es auf billige Anlage, schnelles Einbauen und auf Bequemlichkeit ankommt, wie meistens für vorübergehende Zwecke. Die Verwendung der kolbenlosen Dampfpumpen zum Abteufen erscheint im allgemeinen unzweckmäßig, weil sie beim Ansaugen von Luft häufigen Störungen ausgesetzt sind.

270. Wie wird der Heber für Grubenzwecke angewendet?

Der Heber gehört zu denjenigen einfachen Apparaten, welche in zahlreichen Fällen sehr zweckmäßige Verwendung beim Grubenbetriebe finden. Er besteht aus Röhren von Zinkblech oder Gußeisen, beide gewöhnlich mit Flantschenverbindung, und hat einen kurzen Schenkel zum Ansaugen (Steigerrohr) und einen längeren zum Ausfließen des Wassers (Fallrohr).

Das Steigerrohr muß weniger als 10 m Seigerhöhe haben. Danach ist der Heber keine eigentliche Wasserhebemaschine, sondern ein Apparat, welcher das Wasser über eine Höhe von weniger als 10 m nach einem tiefer als die Einsaugöffnung des Hebers belegenen Punkte schafft.

Der Heber bietet wesentliche Vorteile. Sein Betrieb erfordert keine bewegende Kraft, mithin auch keine Betriebskosten, und er bleibt bei entsprechender Aufsicht in ununterbrochenem Gange.

Die einzigen Störungen werden durch die Luft veranlaßt, sobald sich dieselbe am höchsten Punkte des Hebers in so großer Menge ansammelt, daß die Wassersäule unterbrochen wird. Es ist deshalb der Luftzutritt durch dichte Verbindung der Röhren, event. auch durch Bestreichen der Gußeisenröhren mit Teer, sowie ferner dadurch zu verhindern, daß man beide Mündungen stets unter Wasser hält.

Trotz aller Vorsicht sich ansammelnde Luft wird durch Luftpumpen oder andere am höchsten Punkte des Hebers anzubringende wirksame Vorrichtungen entfernt.

Das Steigerrohr muß mit einem selbstthätigen, das Fallrohr dagegen mit einem stellbaren Ventil versehen sein. Auch läßt man den Ausfluß, um das Eindringen von Luft zu vermeiden, zweckmäßig unter Wasser geschehen.

Der Heber wird dadurch in Gang gesetzt, daß man ihn bei geschlossenem Fallrohr füllt und sodann den Ausfluß dergestalt stellt, daß der Wasserspiegel im Saugkasten unverändert bleibt.

271. Auf welche Weise wird das Förderseil zur Wasserhebung benutzt?

Die Wasserhebung am Förderseile oder das Wasserziehen geschieht entweder dauernd oder vorübergehend, mit dem Haspel oder mit der Fördermaschine.

Das dauernde Wasserziehen geschieht zur Ersparung der Pumpenanlagen bei geringen Wasserzuflüssen.

Sind bei Maschinenförderung versoffene Schächte zu säumpfen, wobei das Fördergefäß vollständig ins Wasser taucht, so versteht man dasselbe mit einem Bodenventil, welches das Wasser von unten eintreten läßt. Auf der Hängebank schiebt man u. a. ein auf Rädern fahrbares Gerinne unter den Kübel und hebt das mit einer Stange versehene Ventil an. Die vom Wasserkasten ausgehenden Gerinne müssen das Wasser so weit fortführen, daß es nicht durch das Haldengebirge in den Schacht zurückfallen kann.

In Schächten mit Gestellesförderung ersetzt man das Gestell zweckmäßig durch Wasserkästen aus Holz oder Eisen mit einem Bodenventil.

## B. Verdämmung.

### Sechstes Kapitel.

### Verdämmung in Strecken.

272. Welchen Zweck hat die Verdämmung in Strecken?

Das Anbringen von Dämmen in Strecken\*) hat den Zweck, den Wasserzufluß dauernd oder zeitweilig abzusperren. Im letzteren Falle muß eine Ablassvorrichtung angebracht sein, im ersteren legt man nur dann ein Abflußrohr ein, wenn das Wasser während des Dammbaues abfließen soll. Dieses Rohr wird später fest verschlossen.

273. Welche allgemeinen Regeln gelten für die Anlage von Verdämmungen?

Bei allen Arten von Dämmen ist das sorgfältige Auswählen und Herrichten der Dammsstelle von großer Wichtigkeit. Das Gestein an der Dammsstelle muß fest und unzertlüftet sein, auch glatte Flächen bilden. Die Dammsstelle wird durch Schlägel und Eisen hergestellt.

Muß beim Einbauen des Dammes auf der Rückseite desselben gearbeitet werden, so ist eine Öffnung (Mannloch) zu lassen, welche erst ganz zuletzt geschlossen wird.

Das Material für die Dämme ist entweder Eichenholz oder Stein.

#### a) Hölzerne Dämme.

274. Wie werden hölzerne Balkendämme hergestellt?

Bei den hölzernen Dämmen wirkt der Wasserdruck entweder rechtwinklig gegen die Längsrichtung — Balkendämme — oder gegen das Hirnholz — Keilverspün-

\*) Verdämmung in Schächten kommt äußerst selten vor.

dungen. Balkendämme sind entweder liegend oder stehend, jenachdem die Hölzer die geringste Länge bekommen.

Bei den Balkendämmen führt man diejenigen Gesteinsflächen, welche vom Hirnholze der Balken berührt werden, von der Wasserseite her mit Schlägel und Eisen unter einem Winkel von  $20^\circ$  zu, während die beiden anderen Flächen unter sich parallel bleiben. Die Breite der Flächen soll die Stärke des Dammes um  $\frac{2}{3}$  übersteigen, damit der Damm vom Wasserdrucke etwas vorgeschoben werden kann.

Die schräg zugeführten Flächen in Firste und Sohle werden mit einer Mooslage und diese wieder mit Brettstücken bedeckt, deren Längsfasern in der Streckenrichtung liegen. Sodann werden die auf drei Seiten beschlagenen, vorher passend zugeschnittenen Balken nach der Mitte zu fortschreitend eingebracht und an den Enden gegen die bei der Zuführung der schrägen Flächen gebildete Gesteinsbrust durch Streben befestigt, damit sie beim nachherigen Verkeilen nicht ausweichen können.

Der mittlere Balken, welcher schon vorher zurückgeschoben war, wird schließlich mittels eines Bolzens, sowie einer Winde hereingezogen und bis zur beendeten Verkeilung festgehalten.

Der Bolzen trägt hinten eine festgestellte Schraubemutter, welche durch entsprechende Drehung des Bolzens abfällt, worauf derselbe herausgezogen und das Loch durch einen eingeschlagenen Spund und durch Kreuzkeile geschlossen werden kann.

Nach dem Einbringen des mittleren Balkens werden zunächst sämtliche Fugen von den Streckenstößen nach der Mitte zu mit geteertem Berg oder Moos verstopft, worauf, von der Mitte aus beginnend, eine Verkeilung zuerst mit Flachkeilen, sodann mit Spitzkeilen aus hartem Holze in derselben Weise erfolgt, wie es beim Pikotieren der Keilkränze beschrieben ist.

Dicht unter der Firste wird einer der Balken durchbohrt, um die eingeschlossene Luft herauszulassen. Bringt das Loch

Wasser, so wird es ebenfalls verschlossen. Dies hat den Vorteil, daß die ganze Hinterfläche des Dammes von Wasser berührt und dadurch besser gegen Fäulnis geschützt wird.

### 275. Wie werden Keilverspündungen hergestellt?

Die Keilverspündungen sind Spunde von den Maßen einer Strecke und etwa 2 m Länge, welche zwischen entsprechend zugearbeitete Gesteinsflächen eingelegt und später vom Wasserdruck eingetrieben werden. Da sich ein so großer Spund nicht aus einem Stücke herstellen läßt, so setzt man ihn aus einzelnen Balken zusammen, welche eine abgestumpfte Pyramide bilden.

Obgleich die Keilverspündungen ihrem Zwecke auch für größere Druckhöhen vollständig entsprechen, da für die Stärke der Dämme weite Grenzen gegeben sind, so sind die gemauerten Kugeldämme dennoch vorzuziehen, weil sie bei gleicher Sicherheit weit weniger umständlich auszuführen sind.

### b) Gemauerte Dämme.

#### 276. In welcher Form werden gemauerte Dämme ausgeführt?

Von gemauerten Dämmen unterscheidet man Cylinder- und Kugeldämme. Cylinderdämme sind solche, deren Form einem Stücke gleicht, welches mit zwei radialen, parallel zur Längsachse geführten Schnitten aus einem hohlen Cylinder herausgeschnitten ist. Dieselben erfüllen ihren Zweck nicht so vollständig, als die Kugeldämme, welche man sich als ein mit radialem Schnitte aus einer Hohlkugel herausgeschnittenes Stück vorstellen kann.

Als Material dienen Klinkerziegel, seltener Bruchsteine, und hydraulischer Mörtel.

Ein Fahrrohr ist nicht notwendig, weil die Mauerung von hinten nach vorn ausgeführt wird. Auch das Luftrohr würde bei gemauerten Dämmen überflüssig sein, weil der bei Holzdämmen angeführte Grund des Verfaulens der nicht vom Wasser berührten Flächen wegfällt und der Druck auf die einzelnen Stellen des Dammes durch die eingeschlossene Luft in keiner Weise geändert wird. Da jedoch das Mauermaterial porös ist, so wird ein solcher Damm erst dann voll-

ständig dicht, wenn in demselben eine Versinterung stattgefunden hat. Dieselbe kann aber nur dann gleichzeitig in dem ganzen Dammkörper vor sich gehen, wenn ein Luftrohr eingelegt ist. Die vollständige Versinterung und Abdichtung des Dammes ist erfolgt, wenn sich die ganze vordere Fläche desselben mit einer weißen Kruste bedeckt zeigt.

Soll das Wasser hinter dem Damme später wieder abgezapft werden, so ist ein Wasserrohr einzulegen, welches innerhalb der Mauer mehrere Flantschen erhält und nach vollständigem Erhärten des Dammes geschlossen wird.

Die Dammstelle wird, wie bei den Keilverspündungen, mit Schlägel und Eisen in der Weise ausgestuft, daß die Schnüre, welche man von einem für etwa 5 m Krümmungshalbmesser festgesetzten Mittelpunkte ausspannt, die Dammstelle überall berühren müssen.

277. Was versteht man unter Dammhüren und unter welchen Umständen werden sie angewendet?

Mitunter ist ein Damm einzubauen, um später zu erwartende Wasser rasch abschließen zu können. Um aber bis dahin die Förderung nicht unterbrechen zu müssen, giebt man den Dämmen Öffnungen, welche groß genug sind, daß Schlepper und Pferde hindurchgehen können, und bringt in den Öffnungen gut abgedichtete Rahmen mit Thüren an, welche eintretendenfalls nur geschlossen zu werden brauchen, um die Wasser abzusperren.

Zum Abzapfen sind derartige Verschlüsse mit einem möglichst tief liegenden Wasserrohr zu versehen.

Gegenwärtig wendet man ausschließlich schmiedeiserne Dammhüren mit gußeisernen Rahmen aus der Fabrik von Heinzmann & Dreyer in Bochum an. Dieselben werden mit einer oder zwei Thüren geliefert.

Der hinter den Dammhüren aufgestaute Wasserdruck läßt sich in manchen Fällen nutzbar machen, so z. B. zum Betriebe von kleinen Maschinen für Förderung, Wasserhaltung und Wetterversorgung.

## Achter Abschnitt.

# Wetterlehre.

---

278. Was versteht der Bergmann unter Wetter?

Die in den Grubenbauen befindliche Luft einschließlich aller darin enthaltenen Gase nennt der Bergmann die Wetter (Mehrheit). Man unterscheidet gute (frische) und schlechte Wetter. Die ersteren sind solche, deren Zusammensetzung derjenigen der atmosphärischen Luft mehr oder weniger gleichkommt (rund 79 Raumteile oder 77 Gewichtsteile Stickstoff und 21 Raumteile oder 23 Gewichtsteile Sauerstoff), die letzteren solche, welche für Gesundheit und Leben gefährlich sind. Die Wetterlehre beschäftigt sich mit den Mitteln, die Grubenbaue mit frischen Wettern zu versorgen und die mit den schlechten Wettern verbundenen Gefahren möglichst zu beseitigen.

---

### Erstes Kapitel.

## Die schlechten Wetter.

a) Entstehung der schlechten Wetter.

279. Wie entstehen schlechte Wetter?

1. Durch Entziehung von Sauerstoff — matte Wetter,
2. durch Zutritt von schädlichen Gasen — böse Wetter.

Die Entziehung von Sauerstoff erfolgte nach Schondorff auf den von ihm untersuchten Saarbrücker Gruben nur zu  $\frac{1}{17}$  durch die Belegschaft einschl. Lichter und Pferde, im übrigen durch die Oxydation des Schwefelkieses, sowie durch weitere damit in Verbindung stehende chemische Prozesse, und durch das Verfaulen des Holzes.

280. Was versteht man unter chemischem Temperament einer Grube?

Man versteht darunter den Grad des Einflusses, welchen chemische Vorgänge in der Grube auf die Bildung von matten und bösen Wettern ausüben.

Je nach der Größe des chemischen Temperaments bemißt man die den Grubenbauen zuzuführenden Wettermengen. Dieselben betragen in den preußischen Steinkohlengruben für die Sekunde und den Arbeiter zwischen 10 und 117 Liter, im Durchschnitt 26 Liter.

281. Wie erkennt man matte Wetter und welchen Einfluß haben sie auf den Menschen?

Matte Wetter erkennt man daran, daß die Lichtflamme schwächer wird und schließlich erlischt. Bei 15 Proz. Sauerstoff sind die Wetter für den Atemungsprozeß nicht mehr brauchbar. Der Mensch empfindet Brustbeklemmung, fauligen Geschmack, Schwäche und Müdigkeit, bald darauf tritt Schwindel, Krampf und der Tod ein.

282. Welches sind die Ursachen der Bildung böser Wetter?

Die Vermischung von schädlichen Gasen mit den Grubenwettern, also die Bildung böser Wetter, erfolgt durch den Atemungsprozeß von Menschen und Tieren, durch Verbrennung, Fäulnisprozesse und Oxydation, durch Gasentwicklung aus alten Bauen und aus den Kohlen, sowie endlich durch die Sprengarbeit.

Die erstgenannte Ursache ist auch hier, wie bei dem Sauerstoffverbrauche, die kleinste, denn durch das Atmen und die Lichter wird nach Schondorff nur  $\frac{1}{9}$  derjenigen Menge an

Kohlensäure der Luft zugeführt, welche sich durch die Analyse des ausziehenden Wetterstromes als gesamte Zunahme ergab.

283. Welches sind die wichtigsten der hier in Betracht kommenden Gase und ihre Eigenschaften?

Die wichtigsten der hier in Betracht kommenden Gase sind Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ), Kohlenoxyd ( $\text{CO}$ ), Grubengas ( $\text{CH}_4$ ) und Schwefelwasserstoffgas ( $\text{HS}$ ).

Die Kohlensäure (Schwaden, schwere Wetter, kalter Dampf) hat bei ihrem hohen spezifischen Gewichte (1.524) das Bestreben, sich in Vertiefungen der Sohle anzusammeln, beziehungsweise nach tiefer gelegenen Punkten hin abzufließen. Sie ist am augenblicklichen Erlöschen der Lichtflammen zu erkennen, sie wirkt tödlich, wenn davon die Luft mehr als 5 bis 6 Proz. enthält und entwickelt sich, außer durch den Atemungsprozeß, das Brennen der Lichter und die verschossenen Sprengmaterialien, in größeren Mengen bei Bränden in Kohlenflözen, sowie durch chemische Einwirkung der bei der Oxydation des Schwefelkieses entstehenden Schwefelsäure, beziehungsweise der sauren Wasser, auf kohlen-saure Verbindungen. Auch der Nachschwaden — die Verbrennungsprodukte bei der Explosion schlagender Wetter — besteht neben Kohlenoxydgas im wesentlichen aus Kohlensäure.

Das Kohlenoxydgas entwickelt sich bei unvollkommener Verbrennung in besonders reichlicher Menge bei Grubenbränden. Es ist ein um so gefährlicheres Gas, als das Licht in ihm noch brennt, wenn es auf den menschlichen Organismus bereits giftig wirkt, so daß man das Vorhandensein des Gases erst bemerkt, wenn die Vergiftung bereits vorhanden ist.

Das Kohlenoxydgas bewirkt zunächst Aufregung, dann Krämpfe mit Schaum vor dem Munde und schließlich den Tod.

Ein Gehalt der Wetter von 1 Proz. Kohlenoxydgas soll schon tödlich wirken.

Das Gas hat ein spezifisches Gewicht von 0.97, also nahezu dasjenige der atmosphärischen Luft, es mengt sich deshalb mit der letzteren gleichmäßig und strebt weder, wie

die Kohlensäure, nach unten, noch auch, wie das Grubengas, nach oben.

Schwefelwasserstoffgas (spezifisches Gewicht 1.19) kommt in alten versoffenen Bauen und besonders auch in Braunkohlen- und Steinsalzgruben vor. In den letzteren haben plötzliche und unerwartete Ausbrüche dieses sehr giftigen Gases wiederholt schwere Unglücksfälle veranlaßt, so in Schönebeck und Leopoldshall.

Wenn die Wetter etwa  $\frac{1}{10}$  Proz. dieses Gases enthalten, so können auch Explosionen eintreten.

#### 284. Was sind schlagende Wetter?

Schlagende Wetter sind eine besondere Art der bösen Wetter. Sie bilden sich durch Vermischung von Grubengas (leichtes Kohlenwasserstoffgas, Methan,  $\text{CH}_4$ ) mit atmosphärischer Luft.

Das Grubengas hat ein spezifisches Gewicht von 0.552, ist farblos und von süßlichem, stechendem Geruche. Enthält die Luft  $\frac{1}{30}$  Raumteile ( $3\frac{1}{3}$  Proz.) Grubengas, so bemerkt man dessen Anwesenheit zuerst an der Rübölflamme, indem sich dieselbe von einem kleinen, blauen Saume umgeben zeigt, welcher bei Zunahme des Gasgehaltes bis zu einem blauen Flammenkegel (Aureole) wächst und später den Drahtkorb der Wetterlampe vollständig ausfüllt (Fr. 291).

Beträgt der Gasgehalt der Wetter  $\frac{1}{15}$  ( $6\frac{2}{3}$  Proz.), so entzünden sich dieselben, allerdings noch ohne Explosion, welche aber bei weiterem Steigen des Gasgehaltes eintritt und immer heftiger wird, bis sie bei  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{9}$  (10 bis 11 Proz.) Gasgehalt der Luft ihre größte Stärke erreicht. Bei weiterem Steigen des Gasgehaltes werden die Explosionen wieder schwächer, bis die Gasflamme bei  $\frac{1}{3}$  ( $33\frac{1}{3}$  Proz.) Gasgehalt wegen Mangel an Sauerstoff erlischt. Bei den Menschen treten gleichzeitig Kopfschmerzen und Betäubung ein, während man vorher, auch bei der größten Explosionsgefahr, die grubengashaltigen Wetter ohne Beschwerde einatmen konnte.

## 285. Wie erfolgt der Austritt des Grubengases?

Der Austritt des Grubengases aus der Kohle findet entweder allmählich und gleichmäßig über alle bloßgelegten Teile der Kohle verbreitet, oder an einzelnen Stellen in verstärktem Maße und mehr oder weniger nachhaltig, oder endlich plötzlich in großer Menge ohne Nachhaltigkeit statt.

Die erste Art des Austrittes macht sich bisweilen dem Gehör durch sogen. „Krebsen“ bemerkbar. Man erklärt sich dieses Geräusch durch das Plazen von Wasserbläschen, welche, mit Gas gefüllt, aus der Kohle heraustreten. Derartige Gasentwicklung ist vor einem frisch entblößten Kohlenstoß, also beim Ortsbetrieb, stärker, als beim Abbau der Pfeiler.

Die zweite Art des Austrittes erfolgt in Gestalt von Gasquellen, sogen. Bläsern, beim Anfahren von Klüften.

Die dritte Art des Gasaustrittes erfolgt plötzlich und in großen Massen, in Deutschland selten, in England und Belgien dagegen häufiger.

## 286. Welche Gase entstehen bei der Explosion schlagender Wetter?

Durch die Explosion der schlagenden Wetter wird nicht allein Sauerstoff verzehrt, sondern es werden die gesundheits-schädlichen Produkte der Verbrennung, also Kohlen-säure und Kohlenoxyd-gas, den Grubenräumen zugeführt (Schwaden, Nachschwaden) und dadurch die von der Explosion verschont gebliebenen Personen der Gefahr der Erstickung ausgesetzt. Aus diesem Grunde darf auch nicht früher Rettungs-mannschaft einfahren, bis der Wetterzug so reguliert ist, daß man mit den einfallenden frischen Wetterern vordringen kann.

## 287. Welchen Einfluß hat der Barometerstand auf den Austritt der Grubengase?

Die Thatsache, daß viele Explosionen schlagender Wetter bei fallendem Barometerstande beobachtet sind, findet darin ihre Erklärung, daß im allgemeinen alles unter geringer

Pressung stehende Grubengas bei vermindertem Atmosphären-  
drucke in größeren Mengen sich der Grubenluft beimengt,  
als bei hohem Atmosphärendrucke, bezw. Barometerstand.  
Daß sich dieser Einfluß auf die im alten Mann angesammelten  
Gase aller Art ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ) in erster Linie äußern muß,  
liegt nahe.

Aber auch die bisher zweifelhafte\*) Frage, ob die  
Schwankungen des Luftdruckes einen erheblichen Einfluß auf  
die Entwicklung der Schlagwetter aus den Poren der  
Kohlen äußert, muß nach Versuchen, welche auf den Erz-  
herzogl. Albrechtschen Gruben bei Karwin\*\*) und auf den  
Gruben der Vereinigungsgesellschaft bei Aachen\*\*\*) aus-  
geführt sind, entschieden bejaht werden. In Karwin ist man  
dabei zu folgenden, durch graphische Darstellungen näher  
erläuterten Ergebnissen gekommen:

1. Der Gasgehalt der Grubenluft nimmt im allgemeinen  
bei steigendem Luftdrucke ab und bei fallendem Luftdrucke zu.
2. Der Gasgehalt steigt um so rascher, je steiler die  
Luftdruckkurve abfällt; er nimmt um so schneller ab, je steiler  
die Luftdruckkurve ansteigt.
3. Die Entwicklung der schlagenden Wetter ist nicht von  
der absoluten Tiefe des Luftdruckes abhängig.
4. Folgt auf ein steiles Ansteigen der Luftdruckkurve ein  
weniger steiles, oder hält sich der Luftdruck, nachdem er sein  
Maximum erreicht hat, längere Zeit gleichmäßig auf seiner  
Höhe, so tritt ein langsames Steigen des Gasgehaltes ein.  
Folgt auf ein schnelles ein langsames Fallen des Baro-  
meters, oder hält sich die Luftdruckkurve, nachdem sie ihr  
Minimum erreicht hat, längere Zeit auf einem niedrigen

\*) Gáton de la Goupillière in Annales des mines. Sept.-Octbr. 1830.  
— Preuß. Zeitschr. 1832. Bd. 30, S. 292; 1877. Bd. 25, S. 277; 1876. Bd. 24,  
S. 114.

\*\*) Näheres in dem von der Erzherzogl. Albrechtschen Kameraldirektion in  
Teschen herausgegebenen Berichte: „Über den Einfluß von Luftdruckschwankungen  
auf die Einwirkung von Schlagwettern“, von W. Köhler. — Siehe auch Zeitschr.  
des Vereins deutscher Ingen. 1885. S. 893. — Österr. Zeitschr. 1885. Nr. 45.

\*\*\*) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34, S. 72.

Stande, so tritt eine langsame Abnahme des Gasgehaltes ein. Es entspricht deshalb nicht immer dem Maximum bezw. Minimum der Barometerkurve das Minimum bezw. Maximum der Gaskurve.

Daß der Atmosphärendruck in ganz entsprechender Weise auch auf die Bläser und deren Flammenhöhe einwirkt, hat Dr. Broofmann in Bochum nachgewiesen.

Auf die plötzlichen, gewaltsamen Gasausbrüche kann der Atmosphärendruck selbstredend einen nennenswerten Einfluß nicht haben.

288. Wie lassen sich die vorstehend unter 1 bis 4 genannten Erscheinungen erklären?

Von verschiedenen Seiten ist ein Einfluß des Barometerstandes auf den Gasaustritt aus den Poren, Schichten und Klüften der Kohle deshalb nicht anerkannt, weil nachgewiesenermaßen das Grubengas in Bohrlöchern bis 20 m Tiefe eine Spannung von über 30 Atmosphären und höchst wahrscheinlich flüssige oder wohl gar feste Gestalt habe.

Der Bruder des Verfassers, Berggrat W. Köhler in Teschen (Österr. Schlefien), hat indes durch weitere Versuche nachgewiesen, daß Gas von so hoher Spannung nur in dichter Kohle vorkommen kann, weil poröse Kohle den Gasaustritt erleichtert, und daß ferner das Gas selbst bei dichter Kohle an der Oberfläche derselben nur noch eine geringe Spannung hat, weil es dieselbe beim Hindurchdringen durch die feinen Poren verlieren muß.

Fällt nun das Barometer plötzlich, so entgast die Oberfläche der Kohle entsprechend schnell. Bleibt jedoch das Barometer längere Zeit auf seinem tiefen Stande, so nimmt der Gasaustritt deshalb langsam ab, weil die Gase im Innern der Kohle einige Zeit brauchen, um die Poren der Oberfläche wieder zu füllen.

Bei plötzlichem Steigen des Barometers werden die Gase zwar eine Zeitlang zurückgedrängt, sobald jedoch durch Nachschub aus dem Innern der Kohle die Spannung genügend

ist, wird der Atmosphärendruck überwunden und es erfolgt, wenn der Barometerstand ein hoher bleibt, ein langsames Vermehren des Gasaustritts.

Hiernach muß der Gasaustritt am stärksten sein, wenn derselbe durch hohen Barometerstand zeitweilig zurückgedämmt war und nun plötzlich ein starkes Fallen eintritt.

### 289. Was versteht man unter Rückschlag?

Häufig ist die Wahrnehmung gemacht, daß nach einer Explosion ein zweiter, schwächerer Schlag, der sog. Rückschlag, erfolgte. Derselbe entsteht dadurch, daß durch die momentane Verbrennung der schlagenden Wetter zu Kohlen- säure (bezw. Kohlenoxydgas) und Wasser in den Gruben- bauen eine starke Luftverdünnung stattfindet, welche durch plötzliche Einströmung der umgebenden Luft ausgeglichen wird.

### 290. Welchen Einfluß hat der Kohlenstaub bei Explosionen schlagender Wetter?

Durch eingehende praktische Versuche ist festgestellt, daß jeder trockene Kohlenstaub entzündet werden kann, wenn man ihn einer genügend großen Hitze aussetzt, sowie ferner, daß die einzelnen Sorten von Kohlenstaub, je nach ihrer Feinheit und ihrem Gasgehalt, verschiedene Entzündbarkeit haben, und endlich, daß es hauptsächlich die nicht werfenden Schüsse (Lochpfeifer) sind, welche die Entzündung des Kohlenstaubes veranlassen, weil bei ihnen, ähnlich wie bei Böllern, eine Feuergarbe herausschießt, was bei werfenden Schüssen nicht der Fall ist.

Gewisse Kohlenforten können ohne jede Beimengung von Grubengas sehr heftige Explosionen veranlassen, ebenso wie Mehlstaub (Mühle bei Hameln). Beim Hinzutreten geringer Mengen von Grubengas, welche für sich allein ungefährlich sein würden, werden alle Verbrennungsvorgänge heftiger. Steigt der Gasgehalt auf vier und mehr Prozent, so zeigt auch solcher Kohlenstaub unbegrenzte Fortpflanzung der Flammen, bei welchen dies sonst nicht der Fall sein würde.

Endlich können getrennt stehende Grubengasgemenge durch Kohlenstaub auf große Entfernungen vom ersten Explosionsherde zur Entzündung gebracht werden.

### b) Mittel zum Erkennen schlagender Wetter.

291. Was versteht man unter Abprobieren der Wetter?

Man versteht darunter das Verfahren, die Anwesenheit schlagender Wetter durch den blauen Saum zu erkennen, welcher sich an der Lichtflamme zeigt (Fr. 284).

Dieses Verfahren hat sich immer noch als das beste bewährt, während alle vorgeschlagenen Indikatoren über das Versuchsstadium nicht hinausgekommen sind.

Der mit dem Abprobieren beauftragte Feuermann stellt sich die Flamme einer geeigneten Wetterlampe ganz klein, um auch geringe Mengen bemerken zu können. Bei größerer Flamme wird das Auge zu sehr geblendet und die erste Spur des blauen Saumes leicht übersehen.

Das Anzeigen der gewöhnlichen Wetterlampe mit Glaszylinder beginnt bei einem Grubengasgehalte von  $3\frac{1}{3}$  Proz., dasjenige der Davy=Lampe bei 2 Proz., der Pieterschen Spirituslampe bei  $\frac{1}{4}$  Proz., und der Wolffschen Benzinslampe bei 1 Proz.

292. Was versteht man unter Wetterzeichen?

Vor Beginn einer Schicht müssen sämtliche Grubenbaue durch besonders damit beauftragte verantwortliche Personen „abprobiert“ werden (vergl. Frage 291). Werden dabei Schlagwetter gefunden, so legt man vor den Eingang in die betreffenden Grubenbaue zwei sich kreuzende Hölzer, die sog. Wetterzeichen. So lange dieselben an der betreffenden Stelle liegen, dürfen die Grubenbaue nicht betreten werden.

In vielen Gruben sind die Wetterzeichen durch Warnungstafeln ersetzt, welche so angebracht sein müssen, daß sie von keinem Arbeiter übersehen werden können. Auf diesen Tafeln haben die Feuermänner vor Beginn der Schicht die Namen derjenigen Betriebspunkte zu verzeichnen, in denen sie schlagende Wetter („Wetter“) angetroffen haben.

293. Welchen Zweck und welche Einrichtung hat der Gasentdecker von Garforth?

Mit dem Garforth'schen Gasentdecker, welcher aus einer birnenförmigen, 5 cm weiten, 8 cm hohen und am Halse mit einer kleinen Bronzeröhre versehenen Kautschukblase besteht, wird das Grubengas, nachdem durch Zusammendrücken die Luft aus der Kautschukblase entfernt ist, aus Höhlungen in der Firste, in welche man mit der Wetterlampe nicht hineinkommen kann, eingesaugt, und das Gas durch eine am unteren Ende mit einem Kugelventil, oben mit Drahtgewebe verschlossene, durch den Ölbehälter einer Wetterlampe hindurchgehende kleine Blechröhre ausgeblasen. Die Lampe selbst kann man während der Probenahme an einem sicheren Punkte stehen lassen.

---

### Zweites Kapitel.

## Wetterversorgung.

### a) Umlauf der frischen Wetter in den Grubenbauen.

294. Wodurch erfolgt die Bewegung der Wetter in den Grubenbauen?

Die Zuführung frischer Wetter in die Grubenbaue und ihre Bewegung in den letzteren ist nur möglich, wenn das Gleichgewicht der Luftmassen in oder vor der Eintritts- oder Austrittsöffnung ein gestörtes ist. Ebenso wie die Bewegung der Luftmassen über Tage, entsteht der Wetterzug in der Grube dadurch, daß spezifisch schwere Luft die leichtere verdrängt. Diese Störung des Gleichgewichtes kann entweder auf natürlichen oder auf künstlich hervorgebrachten Temperaturunterschieden, sowie auf Verdünnung oder Verdichtung der Luftmassen durch saugende, bezw. blasende Wettermaschinen beruhen.

295. Wie wird die Menge eines Wetterstromes ermittelt?

Die Wettermenge, welche eine Grube durchzieht, ist

$$M = Q v,$$

wobei noch die Reibungswiderstände zu berücksichtigen sind. Die Luftmenge wächst also direkt mit dem Querschnitte  $Q$  und der Geschwindigkeit  $v$ . Die letztere läßt sich berechnen nach der Formel

$$v = \sqrt{2 g H \left( \frac{s_1 - s_2}{s} \right)},$$

in welcher bedeutet:

$g = 9.808,$

$H =$  Tiefe des Schachtes A, Fig. 197,

$s_1 =$  größere Dichtigkeit der Luft in dem höher gelegenen Schachte (im Sommer),

$s_2 =$  geringere Dichtigkeit der äußeren Luftschicht B über dem Stollenmundloche oder über einem tiefer gelegenen Schachte (im Sommer).

Sind  $s_1$  und  $s_2$  nicht durch Manometermessungen gegeben, so kann man dafür die Temperatur der beiden Luftsäulen einsetzen. Bedeutet also

$T^\circ$  die geringere Temperatur im einziehenden Wetterstrome,

$t^\circ$  die größere Temperatur im ausziehenden Wetterstrome,

$a$  den Ausdehnungskoeffizienten der atmosphärischen Luft = 0.00367,

so entsteht die Formel:

$$v = \sqrt{2 g H a \left( \frac{T^\circ - t^\circ}{1 + a T^\circ} \right)}.$$

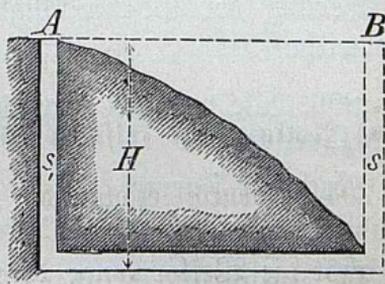


Fig. 197. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

Die Geschwindigkeit läßt sich demnach vergrößern:

1. durch die Vermehrung von  $H$ , also z. B. durch Aufzattlung des Schachtes;

2. durch Vermehrung der Differenz zwischen  $s$ , und  $s$ , beziehungsweise  $T^\circ$  und  $t^\circ$ , also durch Verdünnung der einen und Verdichtung der anderen Luftsäule, sei es durch Erwärmung, bezw. Abkühlung, sei es durch Ausfaugen, bezw. Verdichten. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Geschwindigkeit nur mit der Quadratwurzel aus diesen Werten wächst. Z. B. würde das Aufzatteln eines Wettereschachtes von 100 m Tiefe um 44 m die Geschwindigkeit des Wetterstromes nicht um 44 Proz., sondern nur im Verhältnisse

$$\sqrt{100} : \sqrt{144} = 10 : 12 = 100 : 120,$$

also nur um 20 Proz. vermehren. Dasselbe gilt von der

Vergrößerung des Bruches  $\frac{T^\circ - t^\circ}{1 + aT^\circ}$ . Daraus folgt im

allgemeinen, daß eine Vermehrung der Luftmenge durch Vergrößerung der Geschwindigkeit nur in beschränktem Maße vorteilhaft ist.

296. Wie vermehrt man die Wettermenge durch Vergrößerung des Querschnitts?

Nach der Formel

$$M = Qv$$

wächst die Wettermenge direkt mit der Zunahme des Querschnitts der Grubenräume. Dieselbe erreicht man durch genügende Weite der Schächte und Strecken, hauptsächlich aber durch die Teilung des Wetterstroms und dadurch, daß jedem Teilströme ein besonderer Weg zugewiesen wird.

Höchst ungünstig wirken auf die Geschwindigkeit Verengungen und Krümmungen, welche deshalb besonders in den Hauptwetterstrecken zu vermeiden sind.

Im allgemeinen beträgt die Geschwindigkeit in den Wetterstrecken 4 m, in den Abbauen selten über 1 m in der Sekunde.

## 297. Was versteht man unter äquivalenter Öffnung?

In einer Grube kann bei einer bestimmten Depression  $H$  an der Mündung des ausziehenden Schachtes nur ein Luftquantum  $M$  durchgehen. Solch eine Grube kann mit Rücksicht auf die Widerstände, welche sie dem durchziehenden Wetterstrom entgegensetzt, mit der Öffnung  $a$  in dünner Wand verglichen werden, durch welche das Luftquantum zieht, wenn der Unterschied des Überdruckes auf beiden Seiten der Öffnung  $= H$  ist.

$a$  ist dann die gleichwertige Öffnung (orifice équivalent) der Grube. Wird der Inhalt dieser Öffnung durch eine Zahl ausgedrückt, so kennzeichnet dieselbe die allgemeinen Bedingungen, welche die betreffende Grube für die Wetterbewegung darbietet, und ermöglicht dadurch einen sehr einfachen Vergleich mit anderen Gruben.

Man findet den Wert für  $a$  aus der Formel  $a = \frac{0.38 M}{\sqrt{H}}$ ,

in welcher  $M$  das durchziehende Luftquantum,  $H$  die volle Depression, beide an der Mündung des ausziehenden Schachtes gemessen, bedeuten.

Je nach der Größe von  $a$  kann man unterscheiden:

mittlere Gruben mit	$a = 1.09$	m
enge	" "	$a$ unter 1.09 "
weite	" "	$a$ über 1.09 "

## b) Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges.

298. Welches sind die einfachsten Mittel zur Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges?

Ein einfaches Mittel, die Geschwindigkeit des Wetterstromes in einer Strecke von annähernd gleichem Querschnitte zu messen, besteht darin, daß man eine vorher abgemessene Länge von z. B. 100 m mit einem offenen Lichte in der Hand in der Richtung des Wetterstromes durchschreitet, und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß die Flamme gerade steht. Die Zeit, in welcher diese Wegelänge zurückgelegt wird,

gibt zugleich diejenige an, welche die Wetter brauchen, um 100 m zu durchlaufen. Der in einer Sekunde zurückgelegte Weg kann daraus leicht berechnet werden. Die Beobachtung muß, um einen einigermaßen richtigen Durchschnitt zu ergeben, mehrmals wiederholt werden; auch erfordert das Verfahren einige Übung.

Bei einem anderen Verfahren läßt man an dem einen Ende einer abgemessenen Streckenlänge Pulver entzünden und beobachtet an dem anderen Ende die Zeit, welche der Pulverdampf gebraucht, um bis zu dem Beobachter zu gelangen.

299. Welcher Apparate bedient man sich für genauere Messungen der Geschwindigkeit des Wetterzuges?

Für genauere Messungen dienen Anemometer, von denen man dreierlei Arten unterscheidet, nämlich das Pendelanemometer, das Flügelanemometer und das Kugelanemometer.

Das Pendelanemometer (von Dickinson) wird seltener gebraucht, als die Flügelanemometer, von denen wiederum dasjenige von Casella am beliebtesten ist, weil es die Geschwindigkeit des Wetterzuges in der Sekunde direkt anzeigt, während man an dem Biram'schen Anemometer erst die Zahl der Umdrehungen abzulesen und dann nach einer, durch Versuche festzustellenden Formel die Geschwindigkeit zu berechnen hat.

300. Welches ist die Einrichtung des Anemometers von Casella?

Das Anemometer von Casella hat acht Flügel aus Aluminiumblech, welche auf einer in Saphirlagern ruhenden Gußstahlachse schief angebracht sind. Eine auf der Achse befestigte Schraube ohne Ende steht mit einem Uhrwerke in Verbindung, dessen Zeiger die Geschwindigkeit des Luftstromes in Metern, beziehungsweise den Weg anzeigt, welchen die Wetter während der Beobachtungszeit zurückgelegt haben. Reduziert man den Weg auf eine Minute und addiert dazu

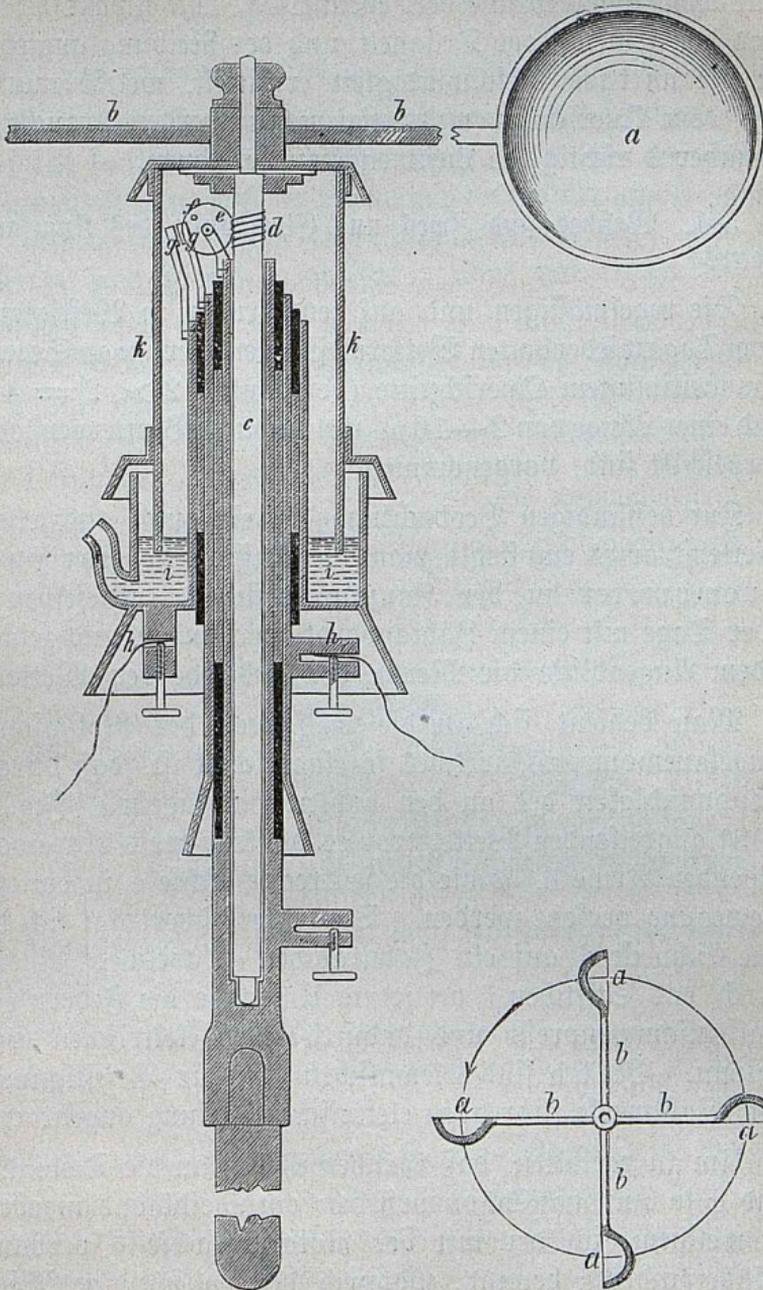


Fig. 198.

Fig. 199.

Kugelanemometer.

eine Konstante, welche bei jedem Casella etwa 10 beträgt und den Einfluß der Trägheit und der Reibung angiebt, so ist die wirkliche Geschwindigkeit ermittelt, welche nur noch mit dem Querschnitt multipliziert zu werden braucht, um annähernd richtig die Luftmenge zu berechnen.

301. Welches sind Zweck und Einrichtung des Kugelanemometers?

Die regelmäßigen und auf den Gruben in Westfalen alle zwei Tage wiederholten Wettermessungen werden an Stationen von bestimmtem Querschnitte (gewöhnlich  $2 \times 2 = 4$  qm) und einer Länge von 2—10 m, welche durch Bretterverkleidung hergestellt sind, vorgenommen.

Zur beständigen Beobachtung des ein- und ausziehenden Wetterstromes empfiehlt man die Aufstellung stationärer Anemometer in der Hauptwetterstrecke. Dieselben sind über Tage mit einem Zählapparate verbunden und zeigen in jedem Augenblicke die Menge der ausziehenden Wetter an.

Man bedient sich zu diesem Zwecke des Robinsonschen Kugelanemometers, welches so eingerichtet ist, daß durch die Geschwindigkeit des an den hohlen Halbkugeln a (Fig. 198, 199) angreifenden Wetterstromes die kreuzweis übereinander liegenden Arme b, sowie die senkrechte Achse c in rotierende Bewegung versetzt werden. Die letztere überträgt sich durch eine Schnecke d auf ein Zahnrädchen e, welches seinerseits durch das Stiftchen f bei jedem Umgange die Federn g einmal zusammenpreßt und dadurch einen elektrischen Strom schließt. Bei h h sind Klemmschrauben zur Befestigung der zum Zählwerke führenden elektrischen Leitung angebracht.

Um zu verhüten, daß Grubenschmutz an die Teile d, e, f und g kommt, hat Schondorff bei i ein Steinölbad angebracht, in welchem sich der mit der Rotationsachse c verbundene Glaszylinder k bewegt, wodurch der vollständige Abschluß der Grubenluft ohne eine erhebliche Vermehrung der Reibung herbeigeführt wird.

### c) Natürliche und künstliche Wetterversorgung.

#### 302. Wie entsteht das Umsetzen des natürlichen Wetterstromes?

Von der Entstehung des natürlichen Wetterstromes selbst war schon weiter oben die Rede (vergl. Fr. 294), es bleibt noch hinzuzufügen, daß der Wetterzug im Winter und Sommer nicht immer die gleiche Bewegungsrichtung hat, also im Frühjahr und Herbst „umsetzt“. Dies hat seinen Grund im Folgenden:

Die Störung des Gleichgewichts an der Einströmungs- und Ausströmungsöffnung der Wetter kann ohne künstliche Hilfsmittel nur dadurch herbeigeführt werden, daß man beide Öffnungen in verschiedene Höhe legt.

Während nun die Temperatur der Tagesluft wechselt, bleibt diejenige der Grubenluft schon bei 20 m Tiefe unverändert, ist also im Winter wärmer und leichter, im Sommer kälter und schwerer, als die Tagesluft. Es wird also im Winter die über dem Stollenmundloch stehende Luftsäule C (Fig. 200) schwerer sein, als diejenige im Schachte A, die Wetter werden folglich im Stollen ein- und im Schachte ausziehen, im Sommer ist dies umgekehrt. Vor dem Umsetzen tritt aber ein Stillstand des Wetterstromes ein.

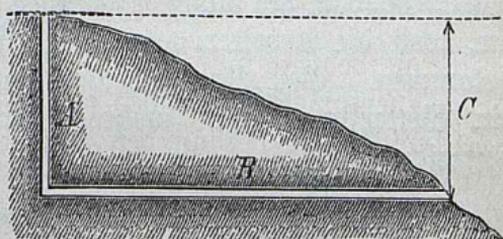


Fig. 200. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

Stehen zwei Schächte, deren Hängebänke nicht in gleichem Horizonte liegen, mit einander in Verbindung, so wird dasselbe Verhältnis stattfinden, nur wird die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Wetterstrom bewegt, entsprechend dem geringeren Unterschiede in den Gewichten der korrespondierenden Luftsäulen, eine kleinere sein.

303. Wann ist die Richtung des natürlichen Wetterstromes beständig?

Sind die Teufen der Schächte groß, so findet ein Umsetzen des Wetterstromes in den verschiedenen Jahreszeiten nicht statt. Man hat es unter solchen Umständen in der Hand, einen neuen Schacht zum Ein- oder zum Ausziehen zu bringen, jenachdem man denselben im Sommer oder im Winter mit vorhandenen Schächten zum Durchschlage bringt.

304. Wie bewirkt man die Bewegung des Wetterstromes auf künstliche Weise?

Bei der künstlichen Wetterversorgung wird die Verdünnung entweder durch Erwärmung oder durch Ansaugen des ausziehenden Wetterstromes, die Verdichtung dagegen entweder durch Abkühlung oder durch Einblasen der einziehenden Wetter bewirkt.

Die saugende Bewetterung wendet man in der Regel für ganze Gruben, die blasende dagegen für einzelne Grubenbaue an, weil die Arbeiter dabei die frischen Wetter unmittelbar bekommen. Bei Vorhandensein von Schlagwettern darf ein Wetterstrom nicht mehrere Grubenbaue nach einander bestreichen.

305. Was versteht man unter Depression?

Depression ist der Unterschied in der Spannung der durch Erwärmung oder Ansaugen verdünnten und der atmosphärischen Luft. Im allgemeinen beträgt dieser Unterschied bei saugenden Ventilatoren 39 bis 52 mm Wasserfäule.

306. Welche Apparate benutzt man zum Messen der Depression?

Zum Messen der Depression oder der bewegenden Druckhöhe der Luft werden Manometer angewendet, welche in der Regel mit Wasser gefüllt sind. Der einfachste Apparat dieser Art ist eine  $\sqcup$ -förmig gebogene Glasröhre mit etwa 16 cm langen Schenkeln, von denen der eine mittels eines gebogenen Messingrohrs in den luftverdünnten Raum mündet,

während der andere Schenkel dem normalen Luftdrucke ausgesetzt ist. Eine zwischen den Schenkeln angebrachte verschiebbare Skala wird mit ihrem Nullpunkte in der Höhe des Wasserstandes an einem der Schenkel eingestellt, so daß man den Abstand des Wasserstandes im andern Schenkel ablesen kann.

Ein genaueres Ablesen gestattet der Druckmesser von Schwadt (D. R.-P. 4510).

### Drittes Kapitel.

## Bewetterung einzelner Grubenbaue (Sonderventilation).

307. Welches sind die einfachsten Mittel der Sonderventilation?

Solange es sich nicht um Verdünnung von Grubengas handelt und vor den einzelnen Betriebspunkten nur Ersatz für den verbrauchten Sauerstoff zu beschaffen ist, kommt man häufig mit sehr einfachen Mitteln aus. Zu diesen Mitteln gehört z. B. der Wetterhut, d. i. ein trichterförmiger Kasten von Holz oder Blech, welcher auf eine, in einen kleinen Schacht hinabgehende Lutte gesetzt und mit der größeren Öffnung der Windrichtung zugekehrt ist. Ist die Hinterwand des Kastens dabei geschlossen, so bläst der Wind in die Lutte hinein, ist sie offen, so bläst der Wind hindurch und wirkt saugend.

Ein anderes einfaches, aber wenig wirksames Mittel ist das „Buschen“ d. h. das wiederholte rasche Hinablassen eines buschigen Zweiges in den Schacht.

308. Was versteht man unter einer Wassertrommel?

Die Wassertrommel ist wohl die älteste Anwendung eines Wasserstrahles zum Ansaugen und Forttreiben von Luft. Es findet dieser Apparat wegen seiner Einfachheit überall da sehr zweckmäßige Verwendung, wo ein frei herabfallender Wasserstrom zur Verfügung steht.

Die Wassertrommel (Fig. 201) besteht aus einem oben offenen, mit Ausfluß *g* versehenen Holzkasten *e*, in welchem ein zweiter, unten offener Kasten *d* (die Glocke) steht. In den letzteren mündet ein, mit zahlreichen, von oben nach unten gerichteten Löchern versehenes Holzrohr *c*. Ein in demselben

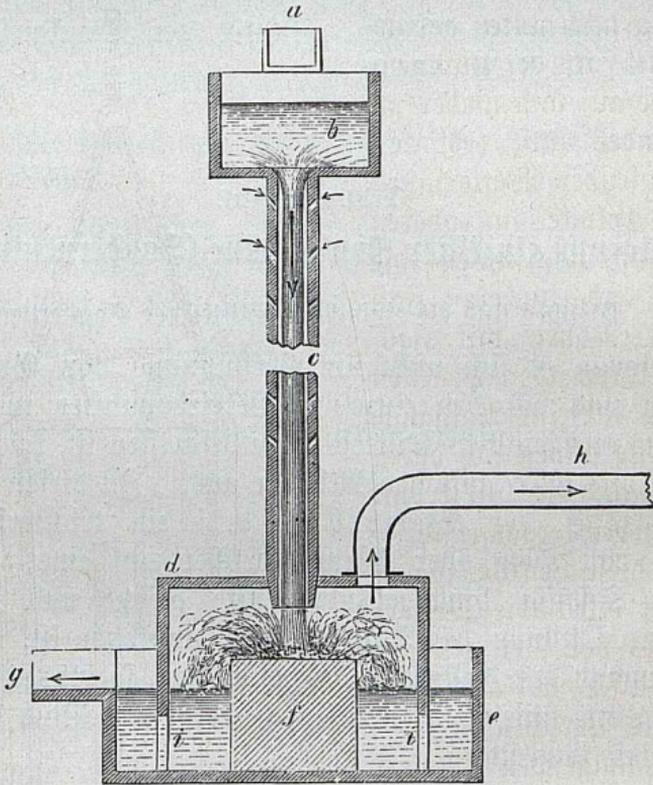


Fig. 201. Wassertrommel.

abstürzender, aus dem Gerinne *a* in den Wasserkasten *b* geführter Wasserstrom saugt durch die Löcher Luft ein, zerstäubt auf dem Klotz *f* und gelangt durch die Öffnungen *i* nach dem Ausflusse *g*, welcher in solcher Höhe anzubringen ist, daß der Klotz *f* stets aus dem Wasser hervorragt. Die bei dem Zerstäuben des Wassers freierwerdende Luft sammelt sich in der Glocke und wird durch das Rohr *h* fortgeblasen.

## 309. Was ist ein Harzer Wetterfaß?

In einem feststehenden, mit Wasser gefüllten Faße (Fig. 202), durch dessen Boden eine mit dem wetternötigen Orte in Verbindung stehende, über den Wasserspiegel emporragende Röhre B geht, befindet sich ein mit der Öffnung nach unten gerichtetes, mit Hilfe der Pumpengestänge auf und nieder zu bewegendes Faß (Glocke). Bei blasenden Wetterfäßen ist die Glocke im oberen Boden mit nach innen, die durch das untere Faß gehende Röhre mit nach außen klappenden Ventilen versehen. Beim Aufgange der Glocke öffnen sich deren Ventile, und die Luft strömt ein, beim Niedergange schließen sich diese Ventile, so daß die Luft durch die Wetterlutte bis vor Ort gelangt. Das Wasser im Faße dient dabei als Verschluss.

Bei saugenden Wetterfäßen ist die Anordnung der Ventile umgekehrt.

Die Harzer Wetterfäße sind einfach und billig, sie können bei genügender Größe in Verbindung mit Wetterluten aus Zinkblech unbedenklich zum Betriebe von Strecken bis 1000 m Länge verwendet werden.

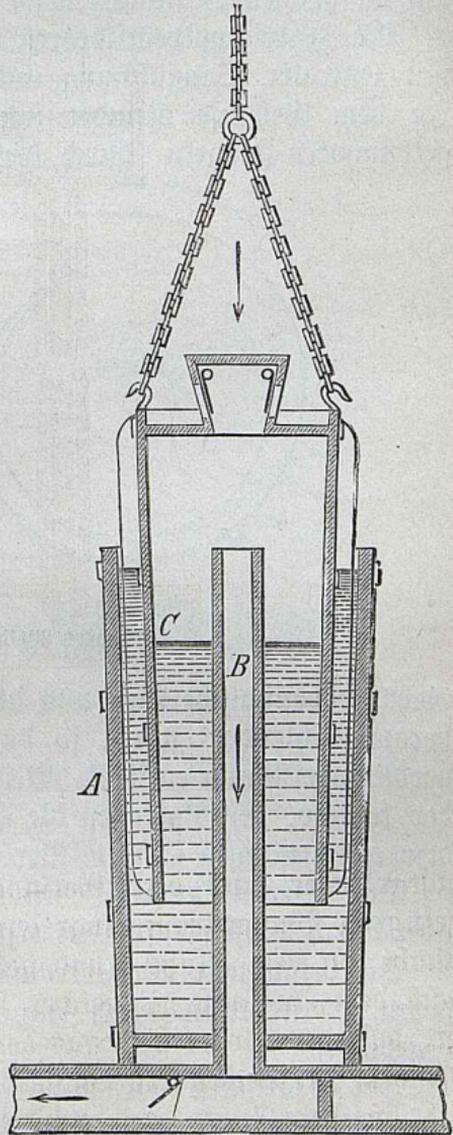


Fig. 202. Harzer Wetterfaß.

310. Wie ist im allgemeinen die Einrichtung der Handventilatoren?

Die Handventilatoren (Wettermühlen oder Wettertrommeln, nicht zu verwechseln mit „Wassertrommeln“, vgl. Fr. 308) sind ebenso verschieden in der Konstruktion, wie die großen Ventilatoren.

Die Zentrifugalventilatoren bestehen aus einem Gehäuse mit zentraler Saugöffnung und tangentialer Ausströmung. In dem Gehäuse befindet sich ein Rad mit ebenen oder gekrümmten Flügeln, durch deren rasche Umdrehung die im

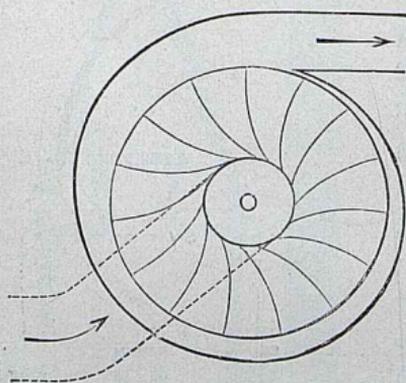


Fig. 203.

Rittingers Wettertrommel.

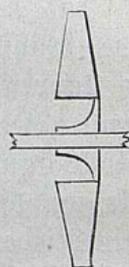


Fig. 204.

Gehäuse befindliche Luft aus der tangentialen Ausströmung herausgeschleudert wird, so daß an der Radachse ein luftverdünnter Raum entsteht. Bei saugenden Ventilatoren steht der letztere, bei blasenden die Peripherie des Gehäuses mit dem wetternötigen Orte in Verbindung.

Der Betrieb dieser Ventilatoren erfolgt mit der Hand oder durch Wasserkraft, Elektrizität zc.

Die bekannteste Wettertrommel ist die von Rittinger, deren Konstruktion durch Fig. 203 u. 204 schematisch angegeben ist.

Der Ventilator von Root (Roots blower) besteht aus zwei Flügelrädern AA (Fig. 205) von Lindenholz, welche sich innerhalb des flachcylinderförmigen Gehäuses d bewegen,

indem ihre Wellen *cc* mittels zweier Räderpaare *aa* gekuppelt sind und die Bewegung durch die Riemenscheibe *b* erhalten.

Sowohl die Flügel *A* als die innere Wandung des Gehäuses sind mit einer dünnen Schicht einer konsistenten Schmiere (Anschlitt mit etwas Wachs) überzogen, wodurch man bei geringer Reibung einen guten Anschluß erreicht, selbst bei nicht vollkommen genauer Flügel- und Gehäuseform.

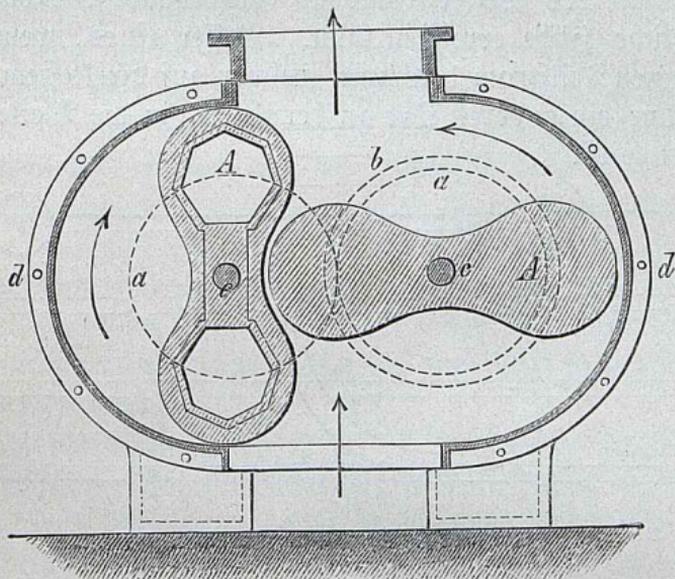


Fig. 205. Roots Ventilator.

Die Breite der Flügelräder beträgt 2 m, ihr Durchmesser 0,9 m, sie werden mit großer Geschwindigkeit 200 bis 250 mal in der Minute umgedreht und liefern einen beständigen Luftstrom (in Mansfeld von 0,5 cbm in einer Sekunde bei 1800 m Luttenlänge) von größerer Pressung, als mit den anderen Ventilatoren zu erreichen ist.

311. Wie bewettert man einzelne Grubenbaue bei Vorhandensein von Schlagwettern?

Zunächst ist daran zu erinnern, daß die Entwicklung von Grubengas aus den Kohlenflözen besonders stark in den Vorrichtungstrecken, also beim Betriebe der Abbaustrecken,

Bremsberge u., mithin beim Vorrichten des Pfeilerabbaues auftritt. Deshalb erfordert derselbe während des Streckenbetriebes eine besonders sorgfältige Sonderventilation.

Die ältere Art dieser Bewetterung, bei welcher ein und derselbe Wetterstrom nach und nach zehn, zwölf und mehr Örter bestreicht, bevor er in die Wetterstrecke eintritt, ist bei starker Gasentwicklung durchaus zu vermeiden, weil dabei der Gehalt des Wetterstroms an Grubengas sehr bald eine gefährliche Höhe erreichen kann. Besser ist es, wenn jedes Ort seinen Teilstrom bekommt, welcher auf direktestem Wege, und ohne ein anderes Ort zu berühren, in die Wetterstrecke geführt wird.

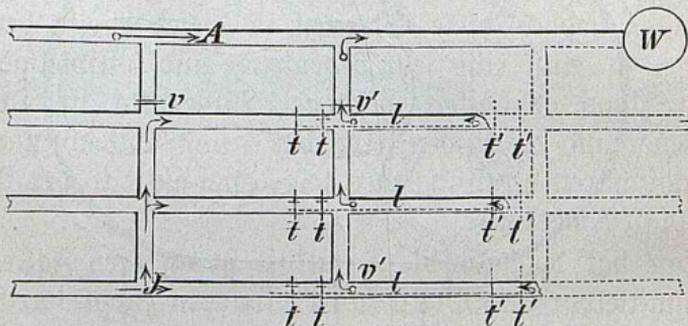


Fig. 206. Sonderventilation mit Lutten.

312. Wie erreicht man dieses Ziel mit Hilfe des Hauptwetterstromes?

In Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg ist folgende Einrichtung getroffen:

In der schematischen Figur 206 ist W der Wetterschacht, A der ausziehende Wetterstrom, J ein Teilstrom in der Grundstrecke, v ein dichter Verschluss, t sind doppelte Wetterthüren. In den Lutten l gelangen die Einzelströme bis vor Ort und gehen von da, wie die Pfeile andeuten, durch das nächste Überhauen direkt in die Wetterstrecke.

Haben die Lutten eine Länge von 50 m erreicht, dann werden die Wetterthüren t nach t' vorgerückt und die Lutten allmählich bis wiederum auf 50 m Länge vorgestoßen.

Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß die frischen Wetter, weil sie mit geringer Geschwindigkeit austreten, sich nicht innig genug mit den sich vor Ort entwickelnden Grubengasen mengen.

313. Wie wendet man Druckluft zur Bewetterung einzelner Grubenbaue an?

Druckluft, welche vor Ort aus Gasröhren mit großer Geschwindigkeit ausbläst, erzeugt Wirbel und verursacht dadurch eine innige Mischung der frischen Wetter mit dem Grubengas, was deshalb von Vorteil ist, weil sich Grubengas bei inniger Mischung trotz seines geringen spezifischen Gewichtes sehr schwer von der atmosphärischen Luft trennt.

Sollen jedoch viele Strecken in dieser Weise bewettert werden, so muß eine sehr bedeutende und kostspielige Kompressoranlage geschaffen werden. Außerdem ist Druckluft sehr teuer und es können selbst bei 5 mm Düsenöffnung und 3 Atmosphären Pressung nur 1.224 cbm Luft in der Minute ausgeblasen werden.

Man hat deshalb die Druckluft in anderen Fällen nicht bis unmittelbar vor Ort geführt, sondern zuvor durch einen Körtingschen Strahlapparat strömen lassen, von welchem aus gewöhnliche Wetterlütten bis vor Ort führen. Die Luftmenge ist dadurch um etwa das 18fache vermehrt.

v. Steindel in Zwickau hat den Strahlapparat entfernt, das 17 mm weite Gasrohr der Druckluftleitung einfach 50 cm weit in die offene Wetterlutte gesteckt und die Druckluft durch eine 1.5 mm große Öffnung ausblasen lassen. Die Leistung war um über 60 Proz. höher, als mit Strahlapparaten.

314. Wie läßt sich gepreßtes Wasser für die Sonderventilation verwerten?

Nach Art der alten Wassertrommel hat man in Schlagwettergruben gepreßtes Wasser aus Düsenöffnungen in Wetterlütten eintreten lassen und damit sehr günstige Resultate erzielt. Bei nur 1.8 Atmosphären Überdruck des Wassers

wurden u. a. in Planitz bei Zwickau in einem 66 m langen Querschlage in 225 mm weiten Lutten und bei 3 mm Düsenöffnung 9.45 cbm Luft mit 218 m Geschwindigkeit, ohne Wasserstrahl dagegen nur 7.37 cbm Luft mit 170 m Geschwindigkeit zugeführt.

Körting empfiehlt, der besseren Wirkung wegen das Wasser aus der in Fig. 207 dargestellten Düse austreten zu lassen,

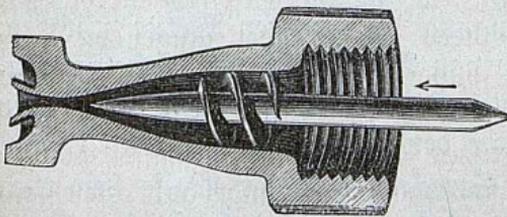


Fig. 207. Körtings Treibdüse.

was mit Hilfe der in die Düse eingesetzten Spirale in Form eines Kegelmantels, also mit wesentlicher Vermehrung der ansaugenden Wasseroberfläche geschieht.

An dieser Stelle ist der Victoria-Ventilator\*) zu erwähnen, bei welchem drei Wasserstrahlen in einem Punkte zusammentreffen, und zerstäuben. Der Apparat kann saugend oder blasend gebraucht werden, jenachdem innerhalb einer Lutte die Richtung der austretenden Wasserstrahlen z. B. nach dem Füllort oder nach dem Streckenorte zu gerichtet ist.

#### Viertes Kapitel.

### Bewetterung ganzer Gruben.

#### a) Allgemeines.

315. In welcher Weise erfolgte bisher die Bewetterung ganzer Gruben?

Bisher ist fast ausschließlich saugende Ventilation angewendet, indem man die Wetter durch einen Wetterofen im Wetterschachte, oder, wenn nur ein Schacht vorhanden ist, durch das Wettertrum zum Ausziehen bringt. Die Ven-

\*) Znl. v. Gauer, „Die Wettermaschinen“. Leipzig 1889. S. 170. Fig. 265.

tilatoren sind dabei mit wenigen Ausnahmen stets über Tage angebracht. Der Wetterschacht wurde dabei bisher sehr selten und gewöhnlich nur dann zur Förderung benutzt, wenn man keinen saugenden Ventilator, sondern einen auf der Sohle des Wetterschachtes stehenden Wetterofen benutzt.

316. Wie kann man auch bei saugenden Ventilatoren die Wetterschächte zur Förderung ausnutzen?

Von dem eben besprochenen Verfahren ist in neuerer Zeit insofern mehrfach abgewichen, als man den saugenden Ventilator nicht mehr über, sondern unter Tage aufstellt und zwar auf der Wettersohle. Der Ventilator saugt dabei aus der Wetterstrecke und bläst zum Wetterschachte hinaus, welcher aber bei dieser Einrichtung an der Hängebank offen sein muß und deshalb für die Förderung mit nutzbar gemacht werden kann.

317. Wie wird die blasende Bewetterung angewendet?

So lange man die Ventilatoren nur über Tage aufstellte, konnte man kaum daran denken, blasende Ventilation anzuwenden, denn es hätte sonst jeder Förderschacht von vornherein mit einer Schleuseneinrichtung versehen werden müssen, welche die Förderung ermöglicht, ohne der eingeblasenen Luft ein Ausstreten in größerer Menge zu gestatten.

Seit man sich aber zur unterirdischen Aufstellung der Ventilatoren entschlossen hat, ist es gerechtfertigt, auch die in Planitz bei Zwickau bereits eingeführte blasende Bewetterung in Betracht zu ziehen.

Der Ventilator findet dabei seinen Platz auf der tiefsten Sohle am einziehenden Schacht, er saugt im Schachte die Wetter ein und bläst sie in die Baue.

Von den Anhängern\*) der blasenden Ventilation wird hervorgehoben, daß dieselbe bei der ihr eigenen verdichtenden Wirkung des Wetterstroms den Austritt der unter geringer Spannung stehenden, besonders also der im alten Mann

\*) B. Otto, „Schlagwetter und sein Ende der Forschung“. Berlin 1886.

angesammelten Gase zu erschweren vermag, während dieser Gasaustritt bei saugender Ventilation befördert wird und zwar um so mehr, je schneller man den Ventilator, etwa bei fallendem Barometer, gehen läßt.

Scheinbar findet derselbe günstige Einfluß auch auf den Gasaustritt aus den Poren der Kohle statt. Jedoch ist hierbei zu beachten, daß, wenn durch die verdichtende Wirkung der blasenden Ventilation wirklich eine zeitweilige Stauung der Gase stattfinden sollte, dieselbe durch die nachdrängenden Gase doch sehr bald überwunden sein wird.

### b) Erwärmung des ausziehenden Wetterstroms.

#### 318. Was versteht man unter Kesseln?

Die einfachste und bei kleinen Gruben oft angewendete Art der Luftermwärmung ist das sogenannte „Kesseln“. In einen Wetterschacht hängt man einen eisernen Feuerkorb ein, nachdem derselbe über Tage mit Holz- oder Kohlenfeuer versehen ist, läßt ihn bis auf die Sohle niedergehen, und erhält dort das Feuer.

Wo schlagende Wetter auftreten ist die Anwendung derartiger Feuerkörbe gefährlich und daher bergpolizeilich untersagt.

#### 319. Welches sind die verschiedenen Arten der Wetteröfen?

Es giebt Wetteröfen über Tage, welche aber ihrer geringen Leistung wegen sehr selten angewendet werden, und Wetteröfen unter Tage.

Als Wetteröfen über Tage wirken auch die Schornsteine der Kesselhäuser, welche man wohl für die Zeit des Schacht- abteufens oder für die erste Zeit des Betriebes mit einem abgeschlossenen Schachttrümme in Verbindung setzt, bis eine endgültige Anlage, sei es ein Wetterofen, oder ein kräftiger Ventilator, beschafft ist.

Bei den Wetteröfen unter Tage sind zweierlei Arten zu unterscheiden, jenachdem die ausziehenden Wetter durch den Ofen selbst gehen, also gleichzeitig als Verbrennungsluft

dienen, oder, was beim Vorhandensein schlagender Wetter geschehen muß, erst oberhalb des Wetterofens durch einen besondern Kanal in den Wetterschacht eintreten. Im letztern Falle wird die Verbrennungsluft dem einziehenden Strome entnommen und dem Wetterofen durch einen besondern Kanal oder Luttenstrang zugeführt.

### 320. Wie ist die Einrichtung eines Wetterofens?

Im allgemeinen ist in Bezug auf die Einrichtung der Wetteröfen folgendes zu bemerken:

Über den gußeisernen Kofen befindet sich ein Gewölbe von feuerfesten Steinen und Lehm, welches am hintern Ende mit einer Feuerbrücke abgeschlossen ist. Dieselbe hält nicht allein das Brennmaterial zusammen, sondern giebt auch der Verbrennungsluft eine aufsteigende Richtung und schließt weiter nach unten den Aschenfall ab, so daß die Verbrennungsluft, wie bei den Dampfesseln, durch den Kofen gehen muß. Von der Feuerbrücke aus geht ein ansteigender Kanal in den Wetterschacht. Die Länge des Kanales, bezw. die Entfernung zwischen Ofen und Wetterschacht, ist gering, wenn schlagende Wetter nicht vorhanden sind, muß aber entgegengesetzten Falles bis zu 20—30 m ausgedehnt werden, damit keine Feuerfunken oder brennende Gase in den Wetterschacht gelangen, welche bei der Vereinigung mit den weiter oben eintretenden schlagenden Wettern eine Explosion herbeiführen können.

Eine besondere Rücksicht ist bei der Anlage der Wetteröfen darauf zu nehmen, daß keine Feuergefahr entstehen kann, besonders wenn Flöße in der Nähe sind. Deshalb ist zunächst die Sohle des Aschenfalles mit einer Schicht Lehm und einer Kollschicht von Ziegeln zu versehen.

Außerdem darf der eigentliche Ofen das umgebende Gestein nicht unmittelbar berühren, sondern muß von einem zweiten Mauerwerk aus gewöhnlichen Ziegeln umgeben sein, so daß zwischen diesem und dem Ofen eine isolierende Luftschicht von 60 cm bleibt.

Bei kleineren Öfen liegt, wie bei den Dampfkesseln, ein einziger Kofst in der Längsrichtung des Ofens. Größere Öfen haben bis zu sechs quergelegte Kofste und die Aufgebethüren befinden sich auf der einen Langseite.

### 321. Wie sind Körtings Dampfstrahlgebläse eingerichtet?

Der Dampf tritt von unten zunächst in eine enge Düse, aus dieser in die nächst höhere und weitere, aus der zweiten in eine dritte, und so nacheinander in sechs Düsen, von denen jede folgende weiter ist, als die vorhergehende. Aus der letzten Düse gelangt der Dampf durch ein nach oben sich erweiterndes Rohr ins Freie. Dabei saugt der Dampf durch die Zwischenräume der Düsen Luft ein und führt sie mit sich fort.

Die sechs Düsen sind in einem, mit dem Wetterfchachte verbundenen gemauerten Kanal eingeschlossen, so daß die angesaugte Luft nur aus der Grube ergänzt werden kann. Auf dem Mauerwerke ist der Schornstein mittels einer Gußeisenplatte verlagert.

### c) Verdünnung des ausziehenden Wetterstroms durch saugende Wettermaschinen\*).

#### 322. In welche Arten lassen sich die Wettermaschinen scheiden?

v. Hauer\*\*) teilt die Wettermaschinen nach ihrer Wirkungsweise in zwei Hauptarten: Volum- und Depressionsmaschinen. Erstere, als deren Typus die Kolbenmaschine (Gefläsemaschine) betrachtet werden kann, schieben in bestimmter Zeit eine, den Maßen der Maschine und der Geschwindigkeit des Ganges entsprechende Menge Luft fort. Dabei stellt sich von selbst diejenige Depressions an der Saugöffnung des Ventilators ein, welche zur Bewegung dieser Luftmenge durch die Grube notwendig ist.

Die am meisten angewendeten Depressionsmaschinen sind die Zentrifugalventilatoren, deren Wirkung, wie schon bei

\*) Zül. v. Hauer, „Die Wettermaschinen“. Leipzig 1889.

\*\*) a. a. D. S. 13.

den Wettertrommeln erwähnt wurde, darauf beruht, daß die Flügel eines in einem Gehäuse eingeschlossenen Rades die zwischen ihnen befindliche Luft an der Peripherie des Gehäuses herausschleudern, wodurch im Innern eine Depression entsteht und das beständige Nachdringen von Luft am Zentrum des Gehäuses veranlaßt wird. Diese Depression wächst mit der Umfangsgeschwindigkeit des Flügelrades, zugleich aber wachsen die Widerstände und sinkt der Wirkungsgrad.

Trotz dieser und anderer Vorteile der Volumventilatoren werden die Depressionsventilatoren zur Bewetterung ganzer Gruben vorgezogen, weil sie eine einfachere Bauart und keine Klappen oder andere Teile besitzen, welche nicht allein der Abnutzung ausgesetzt sind, sondern auch im Betriebe Störungen und Leistungsverluste veranlassen.

Von den genannten zwei Hauptarten teilt v. Hauer \*) die Depressionsventilatoren in Zentrifugal- und Schraubenventilatoren; dann folgen Strahlgebläse. Die zu den Volumventilatoren gehörenden Kolbenmaschinen können in gewöhnliche, rotierende und Kolbenmaschinen mit Wasserliderung unterschieden werden.

Sowohl die Strahlgebläse, als die Kolbenmaschinen mit Wasserliderung können im Folgenden übergangen werden, weil sie schon erwähnt sind und zwar die Strahlgebläse in ihrer verschiedenen Gestalt unter Fr. 313 ff. Kolbenmaschinen mit Wasserliderung sind die Harzer Wetterfäße (vergl. Fr. 309), welche als Glockenmaschinen auch in großem Maßstabe gebaut sind, aber, weil sie viel schädlichen Raum enthalten, eine ausgedehnte Anwendung nicht gefunden haben.

### 1. Zentrifugalventilatoren.

323. Was gilt im allgemeinen über die Einrichtung der Zentrifugalventilatoren?

Die Flügel sind entweder gekrümmt, und zwar vorwärts und rückwärts, oder sie sind gerade und dann nach rückwärts geneigt und radial.

\*) a. a. O. S. 15.

Für weite Gruben (vergl. Tr. 297) eignen sich große Ventilatoren mit kleiner Umlaufzahl, für enge und mittlere die kleinen, schnelllaufenden Räder mit Umsehung.

Vor allen Dingen sind plötzliche Querschnitts- und Richtungsveränderungen zu vermeiden, die letzteren deshalb, weil der Luftstrom sich sonst stößt und die ihm bereits mitgeteilte Geschwindigkeit verliert.

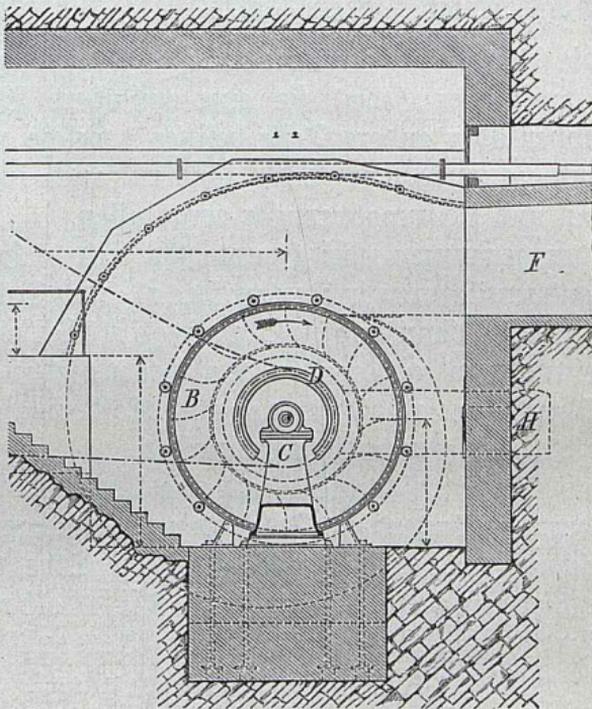


Fig. 208. Ventilator von Geißler.

Zunächst darf deshalb der Saugkanal nur allmähliche Krümmungen enthalten, sodann muß durch Einlaufkegel, welche auf der Achse der Zentrifugalventilatoren anzubringen sind, dafür gesorgt werden, daß die parallel zur Achse einströmende Luft ohne Stoß in die radiale Richtung übergeführt wird. Mit dieser Richtung tritt die Luft in das Rad ein und erhält durch dessen Flügel die drehende Bewegung.

Ferner dürfen hinter den Flügeln keine Wirbelbildungen stattfinden, was bei dem Guibal-Ventilator durch ein, den Flügelraum eng umschließendes Gehäuse, bei dem Kley-, Stevenson-, Geisler-Ventilator zc. durch Verengung des Flügelraums gegen außen erreicht wird.

324. Wie ist der Ventilator von Rittinger gebaut?

Die Bauart dieses Ventilators ist schon durch die Figuren 203 und 204 angedeutet.

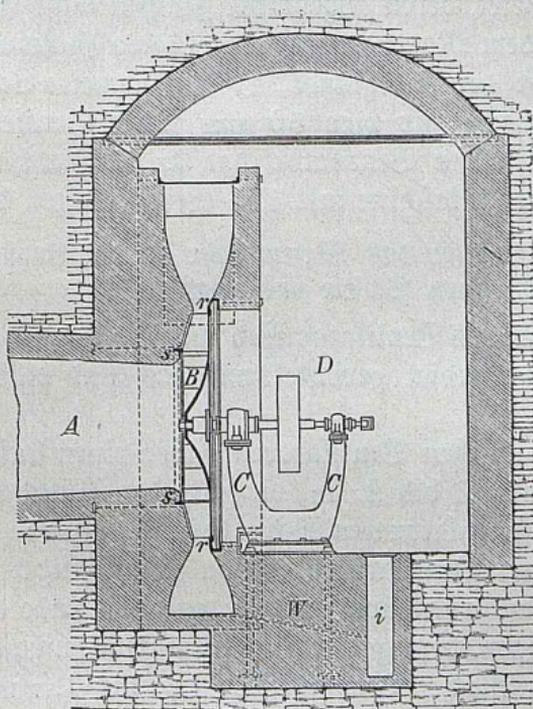


Fig. 209. Ventilator von Geisler.

In größerer Ausführung erhält er 4 m Durchmesser, sowie 16 je 0.42 m breite Schaufeln von Eisenblech, und kann er bei 33 mm Depression eine Wettermenge von 527 cbm in der Minute liefern.

325. Welches ist die Einrichtung des Ventilators von Geisler?

Bei Geislers Ventilator (Fig. 208 u. 209), wie er auf Zeche Shamrock bei Herne eingebaut ist, besteht das Flügelrad

B aus einer ebenen Blechscheibe, an welche die gebogenen Flügel mit der einen Seite angenietet sind. Auf der andern Seite sind die, nach außen hin schmaler werdenden Flügel an einer ringförmigen Blechscheibe befestigt. Ein an der vollen Blechscheibe festgenieteteter Einlaufegel bewirkt das stoßfreie Eintreten der Luft.

Am äußern Umfange dieser Blechscheibe, sowie am innern Umfange der kegelförmigen Schaufelbedeckung sind eiserne Ringe angenietet, deren abgedrehte Flächen dicht in zwei entsprechenden, dem Mauergehäuse eingefügten Gußringen r und s laufen. A ist der Saugkanal, C der doppelte Lagerbock, D eine Rillenscheibe für vier 50 mm starke Hanfseile, F der Ausblasehals. Der Ventilator hat 3.5 m Durchmesser und wird von einer Maschine mit 175 Pferdekraften betrieben.

326. Welches ist das Wesentlichste in der Konstruktion der Ventilatoren Wagner, Schiele und Waddle?

Bei Wagners Ventilator sind die Flügel auch am innern Umfange nahe radial gerichtet und das Rad bläst die Luft ins Freie.

Die Wagnerschen Ventilatoren haben einen äußeren Stadtdurchmesser von 2 bis 2.5 m, die Zahl der Flügel beträgt 10.

Auch der Ventilator von Schiele in Frankfurt a. M. gehört zu den kleineren Ventilatoren. Etwa zwölf Flügel von trapezoidaler Form, rückwärts geneigt und am Ende etwas nach vorn umgebogen, bewegen sich in einem schneckenhausförmigen Gehäuse von Blech. Durchmesser: 1.60 bis 4.57 m, 150 bis 300 Umgänge in der Minute.

Bei dem Ventilator von Waddle sind 8 bis 10 gekrümmte Flügel von Blechwänden eingeschlossen, von denen eine die zentrale Zuführungsöffnung enthält. Durchmesser: 12.20 bis 13.72 m, wie bei Guibal, normale Umdrehungszahl 54.

327. Wie ist der Guibal-Ventilator eingerichtet?

Der unter den Ventilatoren von großem Durchmesser und langsamem Umgang am meisten gebrauchte ist der von Guibal. Das Flügelrad befindet sich in einem gemauerten (selten in

einem aus Stahlblech hergestellten) Gehäuse mit Einlauf und Auslauf, und hat 7 bis 12, ja bis 15 m, meistens 10 m Durchmesser. Das Flügelrad macht wegen dieser Größe nur etwa 60 Umdrehungen und kann deshalb von einer Dampfmaschine ohne Umsehung betrieben werden, was für die Sicherheit bei dauerndem Betriebe wichtig ist.

Bei Guibals Ventilator\*) wird die Luft in den zwischen den Flügeln befindlichen Zellen erst verdichtet, und sodann zum

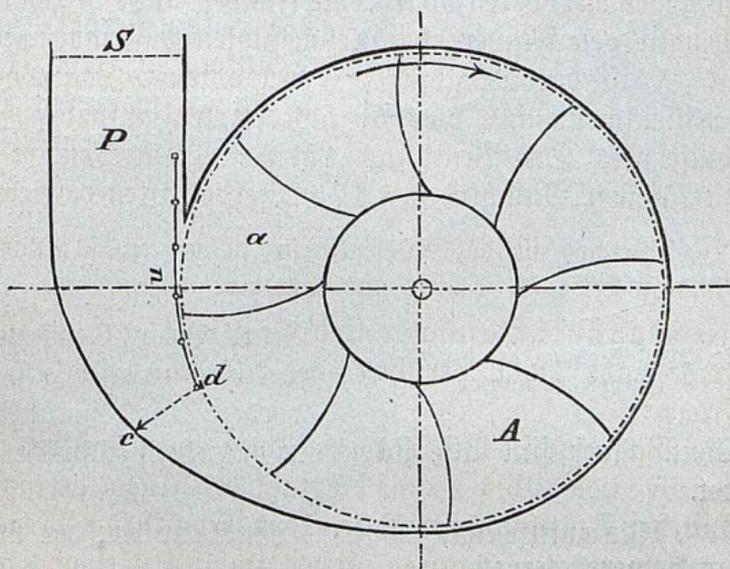


Fig. 210. Guibals Ventilator.

Austritt gebracht. Zu diesem Zweck wird das Flügelrad vom Gehäuse auf etwa  $\frac{3}{4}$  des Umfanges gegen außen abgeschlossen, dann erweitert sich das Gehäuse und geht in den Schlot P über (Fig. 210)\*\*). Die Luft, welche z. B. in der Zelle a von innen einströmt, wird vermöge der Fliehkraft gegen den Umfang gedrängt und verdichtet, bis die Zelle bei der Stellung A sich gegen die Erweiterung des Gehäuses öffnet und einen Teil der Luft austreten läßt, während gleichzeitig wieder

\*) Sul. v. Hauer, S. 47.

\*\*) Ebenda, Fig. 64.

ein vermehrter Zufluß von innen beginnt. Durch einen Schieber  $m$  kann die Größe der Austrittsöffnung  $c d$  reguliert werden, bis die Depression ihren höchsten Grad erreicht\*).

Figur 211 zeigt die Einrichtung des Flügelrades, welches sehr dauerhaft aus Eisen hergestellt ist. Vom Rande der Eintrittsöffnung ab sind die eisernen Arme mit Brettern versehen. Die Breite der Flügel beträgt  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{2}{3}$  des Halbmessers. Guibal-

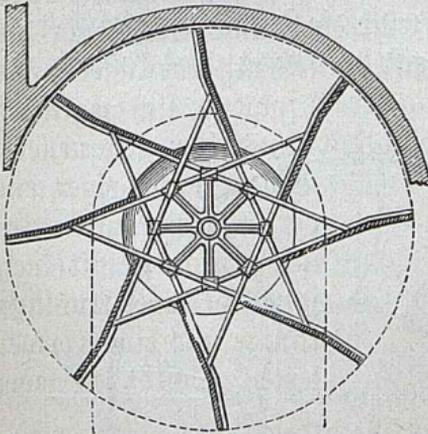


Fig. 211. Stellung der Flügel in Guibals Ventilator.

Ventilatoren von 10 m haben an mehreren Orten 3 m Flügelbreite und liefern 40 cbm in der Sekunde bei einer Depression von 52 mm Wassersäule.

Die neueren Guibal-Ventilatoren, mögen sie ein- oder zweiseitig saugen, werden mit Einlaufsegeln

versehen. Auch sind alle Ecken der Zuführungskanäle abgerundet.

328. Wie unterscheidet sich Kley's Ventilator von den übrigen Zentrifugalventilatoren?

Kley's Ventilator hat vor dem Einlauf einen gemauerten spiralförmigen Raum, in welchem die Luft schon eine drehende Bewegung erhält und mit dieser durch eine im Gehäuse ausgesparte, am Umfange von einer spiraligen Wand begrenzte Höhlung tangential zwischen die Flügel tritt. Der Flügelraum ist gegen außen derart verengt, daß die relative Geschwindigkeit an der Ein- und Austrittsseite gleich wird\*\*). Das Flügelrad steht im Gehäuse exzentrisch.

Nach Versuchen auf Zeche Zollverein in Westfalen lieferte ein Kley-Ventilator von 4 m Durchmesser und 0.5 m Breite

\*) a. a. D. S. 48.

\*\*) a. a. D. S. 97.

bei gleichem Kraftaufwande eine um 14 Proz. größere Leistung, als ein Guibal von 9 m Durchmesser und 3 m Breite.

329. Welches ist die Einrichtung von Pelzers Ventilator?\*)

Auch Pelzers Ventilator unterscheidet sich von anderen besonders durch die Bewegungsart der Luft. Diese strömt dem Rade in der Richtung der Achse zu, erhält zuerst durch die Schöpfschaufeln (Fig. 212) ihre drehende Bewegung und gelangt dann zwischen die eigentlichen Ventilatorflügel V, wo sie, dem Einflusse der Zentrifugalkraft folgend, sich gegen den Umfang des Rades bewegt und dort austritt. Die neueren

Ventilatoren zeigen eine verbesserte Konstruktion insofern, als sie mit einem spiralförmigen Auslauf- raume und einem erwei- terten Schlot versehen werden.

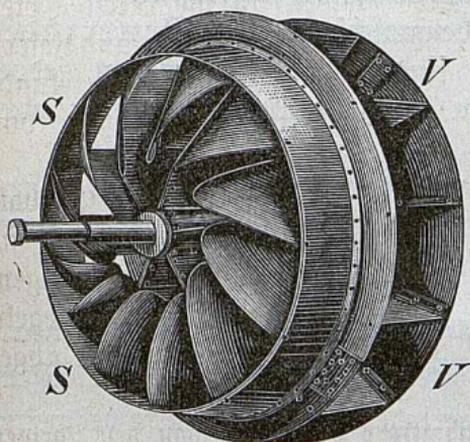


Fig. 212. Pelzers Ventilator mit Schöpfschaufeln.

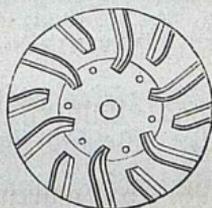


Fig. 213. Windschaufeln im Winterschen Ventilator.

330. Welches sind die wichtigsten Ventilatoren mit vorwärts- gekrümmten Flügeln?

Zu diesen Ventilatoren gehören besonders diejenigen von Ser und Winter. Bei dem letzteren sind auf einem starken Rahmen zwei Saugkasten befestigt, welche an den entsprechenden Öffnungen des Wetterkanals dicht anschließen. Zwischen den Saugkasten befindet sich das Flügelrad von 1.6 m Durchmesser. Dasselbe besteht aus einer eisernen Platte, auf welcher an beiden Seiten die gekrümmten Windschaufeln angeietet sind (Fig. 213). Ein Gehäuse ist nicht vorhanden,

\*) a. a. D. S. 104, 108, 110.

die Luft wird nach allen Seiten aus dem Flügelrade herausgeschleudert.

## 2. Die sonstigen Wettermaschinen.

### 331. Welches sind die wichtigsten Kolbenmaschinen?

Schon Fr. 322 ist erwähnt, was unter Kolbenmaschinen zu verstehen ist und daß man gewöhnliche und rotierende Kolbenmaschinen unterscheidet. Die gewöhnlichen, welche nach Art der Gebläsemaschinen für Schmelzhüttenbetrieb stehend und liegend gebaut werden können, und bei welchen ein Kolben durch Ventile Luft einsaugt und fortbläst, haben viel schädlichen Raum und sind für Grubenventilation ungeeignet.

Die rotierenden Kolbenmaschinen, auch Wetterräder oder Kapselräder genannt, sind wohl bemerkenswert, jedoch sind auch die meisten von diesen Volumventilatoren nicht mehr in Gebrauch.

Hervorzuheben sind diejenigen von Fabry und Root, außerdem sind diejenigen von Lemelle, Evrard, Fournier & Levet, Baker, Coke, Nyist, Jarolimek\*) zu erwähnen.

### d) Vergleich zwischen Wetteröfen und Wettermaschinen.

#### 332. Welches sind die Vorteile und Nachteile der Wetteröfen?

Wetteröfen können bei geringer Depression, also bei weiten Gruben so bedeutende Wettermengen bewegen, wie es sonst nur durch die größten Ventilatoren möglich ist.

Ferner sind Wetteröfen billig in der Anlage und im Betrieb, auch wächst die Leistung mit der Tiefe der Aufstellung, während bei Ventilatoren die Leistung mit der Schachttiefe abnimmt.

Dagegen sind Wetteröfen in Gruben mit Schlagwettern trotz aller Vorsichtsmaßregeln gefährlich.

Sodann ist der Nutzeffekt, d. h. der Vergleich der mechanischen Arbeit der ausziehenden Luft mit der bei der Verbrennung der Kohle geleisteten Arbeit, bei den Wetteröfen geringer als bei Wettermaschinen. Er beträgt nach Favrez

\*) a. a. D. S. 201 bis 205.

bei englischen Wetteröfen 0.00185 bis 0.0056, bei einem guten Ventilator dagegen 0.0143.

Nach Versuchen auf der Grube Sulzbach-Utenwald liefert  $\frac{1}{2}$  kg Kohle

bei Wetteröfen = 358 cbm Luft,

bei einem Guibal = 632 cbm Luft.

### e) Wetterführung.

#### 333. Welches ist die Aufgabe der Wetterführung?

Während die Wetterversorgung bezweckt, die für die Grube nötige Wettermenge zu liefern, soll die Wetterführung diese Wetter derart leiten und verteilen, daß sie an alle wetternötigen Punkte gelangen und daß unterwegs keinerlei Verluste vorkommen können.

#### 334. Mit welchen Mitteln erreicht man eine gute Wetterführung?

Die wichtigste Voraussetzung für eine gute Wetterführung ist diejenige, daß die einfallenden Wetter zunächst bis zum tiefsten Punkte gelangen, von hier aus aber möglichst in aufsteigender Richtung geführt werden. Besonders bei Vorhandensein schlagender Wetter ist es gefährlich, den Wetterstrom abwechselnd auf- und absteigend zu führen.

Ein ferneres wichtiges Mittel, die Wetterführung möglichst zu vervollkommen, ist die Teilung des Hauptwetterstromes in der Art, daß man denselben nicht der Reihe nach durch sämtliche Baue führt, sondern jedem Flöze, bezw. jeder Abbausohle bei starker Ausströmung von Grubengas, wo möglich jedem Abbauorte (vergl. Fr. 311), einen selbständigen Teilstrom zuführt. Nach dem Bestreichen der Abbaufelder vereinigen sich die Teilströme in besonderen Strecken, welche keinem anderen Zwecke dienen dürfen, und ziehen schließlich in einer gemeinschaftlichen Hauptwetterstrecke zum ausziehenden Schachte. In allen zur Förderung und Fahrung dienenden Strecken müssen Wetter sein, welche noch keine Abbaue durchzogen haben. Endlich sind als Mittel zur Wetterführung zu

nennen: Wetterthüren, Wetterlutton, Wetterscheider und Wetterbrücken.

335. Welchen Zweck haben die Wetterthüren und wie sind sie eingerichtet?

Die Wetterthüren zur Richtungsänderung des Wetterstromes bestehen meistens aus Holz, schließen die Strecke dicht ab und sind in einem hölzernen oder eisernen Rahmen befestigt, welcher entweder unmittelbar an den Streckenstößen abgedichtet ist, oder sich in einem Mauerwerke befindet.

Damit jedoch der Wetterstrom durch das Öffnen der Thüren nicht gestört wird, muß man deren in Hauptförderstrecken immer zwei hintereinander anbringen, und zwar in solchen Entfernungen, daß die eine Thür eben geschlossen ist, wenn der Schlepper, bezw. der Wagenzug die andere Thür erreicht. Zur Bedienung derartiger Thüren verwendet man meistens jugendliche Arbeiter.

In Abbaustrecken bedient man sich anstatt der Wetterthüren auch wohl der Wettergardinen aus geteertem Segeltuche, Hanf oder Jute. Dieselben sind billiger, aber weniger haltbar, als Thüren, und außerdem feuergefährlich.

Die Wetterthüren zur Teilung des Wetterstromes sind am einfachsten so eingerichtet, daß sie nicht dicht schließen. Vollkommener sind Thüren mit Öffnungen von bestimmter Größe und mit Schieber.

336. Welches ist der Zweck der Wetterlutton und aus welchem Material werden sie hergestellt?

Wetterlutton werden benutzt, um einzelne Örter entweder durch Teilströme aus dem Hauptwetterstrom, oder mit Hilfe von Wettertrommeln, Strahlgebläsen, Wassertrommeln 2c. zu bewettern. Sie bestehen aus Holz, aus Zinkblech, verzinnem, verbleitem oder verzinktem Eisenblech, Asphaltpappe 2c.

Im allgemeinen sind die hölzernen Wetterlutton zwar billig, sie werden aber leicht undicht, sind dem Verfaulen ausgesetzt und bieten dem Wetterstrom, falls sie inwendig nicht abgehobelt sind, auch viel Reibungsfläche.

In dieser Beziehung sind, namentlich bei größeren Längen, die runden Lutten aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech vorteilhafter.

337. Welches ist der Zweck und die Herstellungsweise der Wetterscheider?

Die Wetterscheider treten an die Stelle der Wetterlutten, wenn es sich um Abtrennung und Fortführung größerer Wettermengen handelt.

In den Strecken werden die Wetterscheider entweder unter der Firste oder an der einen Seite angebracht, jenachdem die Strecke genügende Höhe bezw. Breite hat.

Die in der Firste angebrachten Scheider bestehen immer aus einem Bretterverschlage, die anderen teils aus einem solchen, teils aus Wettergardinen oder Mauerwerk.

In Schächten verwendet man zweckmäßig Wetterscheider aus Brettern mit Nut und Feder oder aus Eisenblech.

---

#### Fünftes Kapitel.

### Beleuchtung der Grubenräume.

#### a) Allgemeines.

338. Welches sind die verschiedenen Arten der Beleuchtung in den Gruben?

Bei der Grubenbeleuchtung sind zunächst feststehende und tragbare Beleuchtung zu unterscheiden.

Die erstere wird durch Lampen verschiedener Art (Petroleum, Sigroin etc.), auch wohl durch Bläser und durch elektrisches Licht auf Füllörter, in Maschinenräumen, Querschlägen, Pferdeställen etc. bewirkt. Derartige Räume, besonders die Füllörter, erhalten zweckmäßig einen weißen Kalkanstrich.

Zur tragbaren Beleuchtung dienen vorwiegend Grubenlampen, sowohl von platter als von hoher Form. In England und Australien trägt man Kerzen in der Hand und klebt dieselben bei der Arbeit mittels Lattenklumpen ans Gestein.

Im sächsischen Erzgebirge und in den benachbarten böhmischen Braunkohlengruben hat man mit Messingblech ausgeschlagene Blenden, in denen für die Arbeiter Rüböllampen, für die Beamten Kerzen stehen.

Von besonderer Wichtigkeit sind die in Schlagwettergruben gebrauchten Wetterlampen.

### b) Einrichtung der Wetterlampen.

#### 339. Worauf beruht die Wirksamkeit einer Wetterlampe?

Die erste Wetterlampe wurde im Jahre 1815 von dem Engländer Davy erfunden und zwar auf Grund der von ihm ermittelten Thatsache, daß brennende Gase, welche sich an dem einen Ende von Metallröhrchen oder innerhalb eines Drahtgewebes befinden, die Entzündung eine Zeit lang nicht durch das Metall fortpflanzen, weil dieses die Wärme schnell ableitet.

Befindet man sich also mit einer, von einem feinen Drahtgewebe umschlossenen Flamme in schlagenden Wettern, so wird innerhalb des Drahtgewebes, bezw. der Wetterlampe, eine Entzündung der Wetter eintreten, ohne daß sich dieselbe den außerhalb der Lampe befindlichen schlagenden Wettern mittheilt (d. h. so lange das Gewebe nicht weißglühend wird).

Mit diesem Warnungszeichen ist aber der Zweck der Wetterlampe erfüllt, darüber hinaus bietet sie durchaus keine Sicherheit mehr und ist deshalb der Name „Sicherheitslampe“ kein passender.

#### 340. Wie ist die Lampe von Davy eingerichtet?

Dieselbe besteht aus einem Ölbehälter von Weißblech, dessen Deckel eine messingene Scheibe mit runder Öffnung ist. Durch letztere geht die Tülle für einen flachen Docht, neben welcher, in einer Röhre eingeschlossen, der zum Putzen des Dochtes dienende Haken liegt.

Auf dem Ölgefäße ist ein Ring aufgeschraubt, welcher das aus vier bis fünf Stangen bestehende, oben durch eine Scheibe abgeschlossene Gestell trägt.

Gleichfalls in diesem Ringe ist ein Cylinder von Drahtgewebe mit 144 Maschen pro qcm befestigt. Die Dicke des Drahtes beträgt 0.48 mm, der Durchmesser der Löcher 0.56 mm. Von der Oberfläche bestehen  $\frac{5}{9}$  aus Draht,  $\frac{4}{9}$  aus Öffnungen.

Der oberste Teil des eisernen Drahtcylinders besteht aus ebenso fein gelochtem Kupferblech, welches der Zerstörung durch die heißen Verbrennungsgase weniger ausgesetzt ist.

Die Davy'sche Lampe hat folgende Mängel:

1. geringe Helligkeit;
2. bei starkem Luftzuge wird der Drahtkorb an einer Stelle glühend, und die Flamme schlägt leicht durch;
3. die Arbeiter können zum Anzünden der Tabakspfeifen die Flamme durch den Drahtcylinder ziehen.

Dauernd eingeführte Änderungen und Verbesserungen an der Davy'schen Lampe, welche auch die folgenden Lampen kennzeichnen, sind folgende:

1. Ersetzen des unteren Theiles vom Drahtgewebe durch einen Glaszylinder, wodurch aber wieder
2. eine Änderung in der Zuführung der Luft geboten war. Dieselbe tritt entweder von unten oder vom oberen Rande des Glaszylinders her, oder von unten und oben ein.
3. Abführung der Verbrennungsprodukte durch einen besonderen Schornstein.

Von den übrigen Wetterlampen sollen im Folgenden nur die gebräuchlichsten erwähnt werden.

341. Welches ist die Einrichtung der gebräuchlichsten Wetterlampen?

1. Bei der Clanny-Lampe ist der untere Teil des Drahtgewebes durch einen Glaszylinder von 78 mm Höhe ersetzt. Die Luft tritt durch den Drahtkorb, also von oben, zur Lichtflamme. Die Lampe hat den Nachteil, daß die Ausstrahlungsfläche des Drahtkorbes im Verhältnis zum Gehalt der Lampe zu gering ist.

Der Clanny-Lampe ähnlich ist die früher in Belgien gebrauchte Boty-Lampe, während die Saarbrücker Lampe wiederum eine weitere Ausbildung derjenigen von Boty ist.

2. Die westfälische Lampe (Fig. 214) ist ebenfalls nach Art der von Clanny eingerichtet, jedoch mit der Abänderung, daß der konische Kupferring, welcher das Glas mit dem Ölbehälter verbindet,

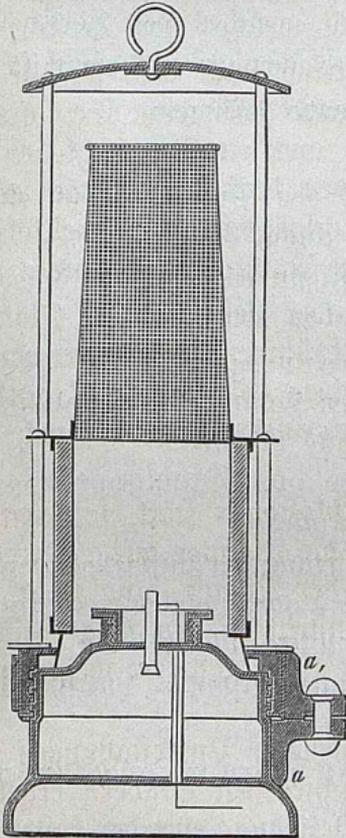


Fig. 214. Westfälische Wetterlampe mit Schröder'schem Verschlusse.

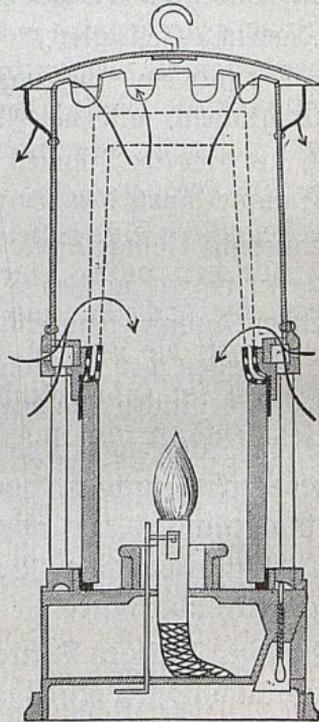


Fig. 215. Lampe von Marsaut.

entweder mit drei Reihen kleiner Löcher, oder mit, durch ein feines Drahtnetz bedeckten größeren Löchern versehen ist, so daß die Verbrennungsluft auch von unten eintreten kann. Der obere Deckel des Ölgefäßes ist konvex geformt, um die Leuchtkraft durch Reflexion des nach unten fallenden Lichtes zu verstärken.

Meistens haben diese Lampen Gewebe von 120 bis 144 Maschen pro qcm, aus Draht von 0.33 mm Stärke. Das Drahtnetz hat gewöhnlich einen Durchmesser von 40 mm und eine Höhe von 92 mm, das Glas dagegen 53 mm Höhe und 5 mm Dicke. Der Docht ist flach.

Die Lampe hat den Übelstand, daß die unteren Luftlöcher sich leicht verstopfen.

Da durch untere Luftzuführung nach dem Urteile der preußischen Wetterkommission leicht gefährliche Explosionen im Innern der Lampe entstehen, auch ein Durchschlagen der innern Flamme begünstigt werden kann, so ist die untere Luftzuführung vielfach wieder aufgegeben. Die westfälische Lampe hat außerdem eine geringe Ausstrahlungsfläche.

3. Die Lampe von Mueseler hat über der Flamme einen besondern Schornstein zur Abführung der Verbrennungsgase, welcher durch eine zwischen Glas und Drahtkorb angebrachte Scheibe aus Drahtgewebe geht. Durch die Scheibe tritt die Luft zu.

Finden im Glaszylinder Explosionen statt, so sammelt sich Kohlensäure an und löscht die Flamme aus. Dasselbe geschieht bei schräger Stellung der Lampe, und zwar um so leichter, je weiter der Schornstein in den Glaszylinder hineinreicht, weil die Kohlensäure ihrer Schwere wegen nicht rasch genug entweichen kann.

Im allgemeinen haben die neueren Untersuchungen der Wetterkommissionen in den verschiedenen Ländern ergeben, daß die Mueseler-Lampe in jeder Beziehung eine der besten ist.

4. Die von Marsaut zu Bessèges in Frankreich konstruierte Wetterlampe (Fig. 215) unterscheidet sich von der Mueseler-Lampe im wesentlichen darin:

- a) daß der Schornstein und das horizontale Drahtnetz der Mueseler-Lampe durch einen innern Drahtkorb ersetzt ist,
- b) daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem Fassungsraume der Lampe und der Oberfläche des Drahtkorbes eingehalten ist,

- c) daß ein Blechschutzmantel äußere Beschädigungen und ein Beschmutzen des Drahtkorbes verhindert, sowie die Einwirkung seitlicher Luftströme nahezu vollständig aufhebt, womit ein Durchschlagen der im Innern der Lampe brennenden Wetter verhindert und ein Erlöschen der Lampe bei innerer Explosion, bezw. auch bei ruhiger Verbrennung erleichtert wird, und daß
- d) die Zuführung der Verbrennungsluft durch sechs horizontale Schlitze von 27 auf 3 mm Weite am unteren Ende des Blechmantels und zwar so geregelt ist, daß die Luft gegen den unteren geschlossenen Ring des Drahtnetzes stößt und gezwungen ist, aufzusteigen, so daß jeder horizontale Luftzug gebrochen ist, während die Verbrennungsprodukte durch rundliche Öffnungen am oberen Ende des Schutzmantels abziehen.

Außerdem beträgt der Inhalt der ganzen Lampe im Mittel rund 200 ccm bei einer Umfangsfläche von 135 qcm des äußeren, 105 qcm des inneren Drahtkorbes, zusammen also 240 qcm, und nimmt deshalb die Marsaut-Lampe in Bezug auf das für die Sicherheit der Lampe wichtige Größenverhältnis der Ausstrahlungsfläche zum Inhalt nach der Davy-Lampe die erste Stelle ein.

5. Die Lampe von Wolff in Zwickau ist für Benzinbrand bestimmt. Die Lampe hat eine um etwa  $\frac{3}{5}$  höhere Leuchtkraft, als die Mueseler-Lampe mit Rüböl, und je nach der angewendeten Benzinsorte eine Lichtstärke von 0.80 bis 1.10 Normalkerzen.

Es darf nicht mehr Benzin auf die Lampe gegeben werden, als die im Ölbehälter befindliche Watte aufzusaugen vermag.

Die Wolffsche Lampe hat außer der hohen Leuchtkraft den Vorteil, daß man während der Arbeit den Docht nicht zu puken braucht. Auch ist Benzin billiger als Rüböl, wobei indes bemerkt werden muß, daß trotzdem nach Versuchen auf Grube Dudweiler bei Saarbrücken die Gesamtkosten der Wolffschen Lampe für 1 Schicht 12, die der Saarbrücker

Lampe nur 9 S. betragen, weil Anschaffung, Reinigung und Füllung sich bei der Wolffschen Lampe teurer stellten.

Zur Vermeidung der belästigenden Benzingase soll man nur Benzin aus Bestandteilen anwenden, welche erst zwischen  $65^{\circ}$  und  $70^{\circ}$  flüchtig werden.

6. Trouvés tragbare elektrische Wetterlampe (Fig. 216 u. 217) ist eine Edison-Glühlampe. Dieselbe besteht

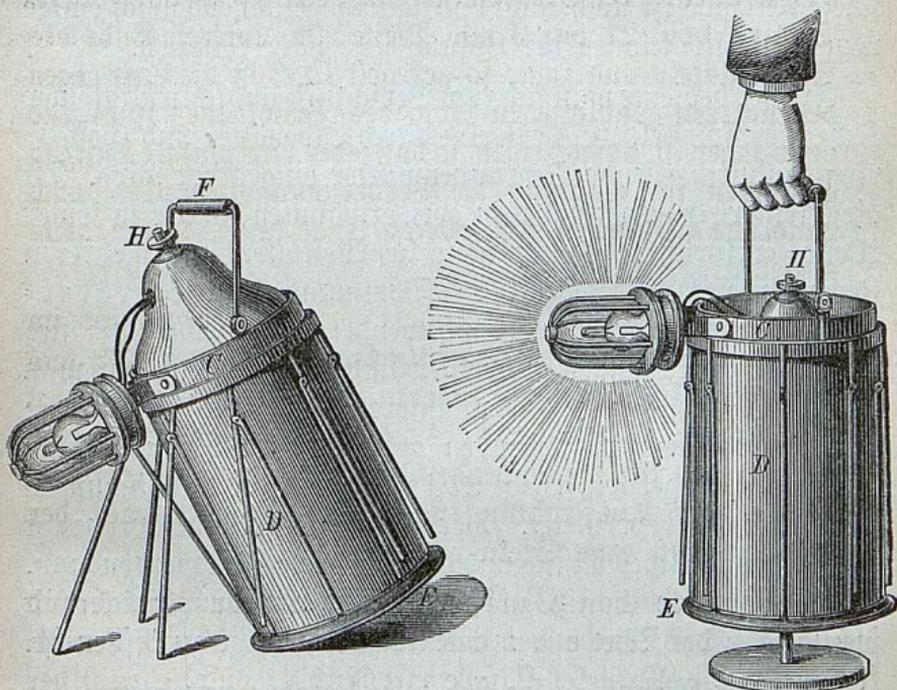


Fig. 216.

Fig. 217.

Trouvés elektrische Wetterlampe.

aus einem, die Batterie enthaltenden Ebenholzcylinder C und dem Metallbeschlage D mit Boden E. Am Cylinder C befindet sich die Handhabe F, der Deckel H mit den Polen der Batterie und die durch Metallstäbe geschützte Lampe. Sobald der Apparat auf den Boden gesetzt wird, erhebt sich der Deckel (s. Fig. 216), die Verbindung der Elektroden mit der Flüssigkeit wird aufgehoben und die Lampe erlischt, während sie sofort wieder leuchtet, wenn der Deckel H eingesenkt wird (s. Fig. 217).

### c) Verschluss der Wetterlampen.

#### 342. Wie ist der Verschluss der Wetterlampen?

Der Verschluss der Wetterlampen soll derart sein, daß der Ölbehälter mit der brennenden Flamme von dem Oberteile nicht willkürlich gelöst werden kann, weil dadurch in schlagenden Wettern sofort eine Explosion verursacht werden würde. Diese Aufgabe ist noch nicht vollständig gelöst, obgleich einige neuere Konstruktionen der Lösung sehr nahe kommen.

Früher bediente man sich zum Verschlusse ausschließlich einer Schraubenspindel, welche in eine durch Ölbehälter und Gestellring hindurchgehende Schraubenmutter eingedreht wird. Da diese letztere Einrichtung dem eben erwähnten Zwecke in keiner Weise entspricht, so hat man in Westfalen auf mehreren Bechen, zuerst auf Westfalia bei Dortmund, den Schröder'schen Patentverschluss angewendet. Derselbe läßt sich leicht bei allen Lampen anbringen und besteht darin, daß man um den Ölbehälter und den unteren Ring des Gestelles je einen, mit einem vorstehenden gebohrten Verbindungsstücke versehenen Bügel a a, (Fig. 214) legt und die Verbindungsstücke mit Blei vernietet. Der betreffende Nietstempel trägt ein Zeichen, welches häufig und beliebig gewechselt werden kann. Der horizontale Schliß zwischen den Verbindungsstücken ist so eng, daß das Niet nur mit einer feinen Säge zu öffnen ist.

In einer Minute lassen sich zehn Lampen vernieten.

Ein gleichfalls sehr zweckmäßiger, einfacher Plombenverschluss wird von Seippel in Bochum empfohlen.

Wenngleich das Öffnen einer solchen Lampe dem Arbeiter nicht unmöglich gemacht ist, so würde ein Thäter doch sofort ermittelt sein, weil kein Unbefugter die Lampe wieder verschließen kann und weil sich an jeder Lampe die Arbeitsnummer des Inhabers befindet.

Aus diesem Grunde und wegen der großen Einfachheit der Plombenverschlüsse werden dieselben den magnetischen

Verschließen, wie sie von Dr. Schondorff bei Saarbrücker Lampen und von Dr. Wolff bei seiner Benzinlampe angewendet sind, vielfach vorgezogen.

### Sechstes Kapitel.

## Grubenbrand.

343. Auf welche Weise kann Grubenbrand entstehen?

Grubenbrand kann entstehen durch Anbrennen der Zimmerung, durch Explosion schlagender Wetter und durch Selbstentzündung der Kohlen.

Brände der Zimmerung können sehr gefährlich werden, wenn die Brandgase, hauptsächlich Kohlenoxydgas und Kohlenäure, durch den Wetterstrom in die Grubenräume getrieben werden.

Durch Explosionen schlagender Wetter werden nachhaltige Brände in Kohlenflözen selten erzeugt, häufiger dagegen durch Selbstentzündung der Kohle und zwar sowohl der Steinkohle, als auch der Braunkohle.

Bei der letzteren tritt die Selbstentzündung, besonders in den Abbauen, sehr leicht ein. Schließt man aber frühzeitig, sobald sich die ersten Spuren der Brandgase dem Geruche bemerklich machen, den Abbau durch Mauern von halber Steinstärke in den Zugangsrörtern luftdicht ab, so wird der Brand erstickt, und man kann den Abbau meistens schon nach drei Monaten wieder öffnen.

Bei Steinkohlen entsteht Grubenbrand weniger leicht, ist aber sehr schwer wieder zu dämpfen. Gewöhnlich muß man sich darauf beschränken, das weitere Vordringen zu verhüten, indem man den Entstehungsherd durch Branddämme abschließt und verlorengiebt.

344. Wodurch wird Selbstentzündung der Kohle verursacht?

Als Ursache der Steinkohlenentzündung bezeichnet Muck in erster Linie Aufnahme von Sauerstoff, also eine rasch

verlaufende Oxydation der Kohle (Verwitterung) unter Bildung von Kohlensäure und Wasser, erst in zweiter Linie die Zersetzung des Schwefelkieses. Letztere wirkt nur bei Anwesenheit von Feuchtigkeit und ist von Wärmeentwicklung begleitet, welche erwiesenermaßen die Sauerstoffaufnahme begünstigt.

Erfahrungsmäßig entsteht Grubenbrand am leichtesten, wenn viel Kleinkohle in den Abbauen zurückbleibt, oder da, wo die Pfeiler durch Druck stark zerbröckelt werden. In den Spalten und an den Rändern der Pfeiler wird dabei viel Kohlenstaub erzeugt, welcher sich aus der angegebenen Ursache entzündet.

#### Siebentes Kapitel.

### Fahrung in bösen Wettern.

345. Welches sind die einfachsten Schutzmittel beim Eindringen in böse Wetter?

Soll nur wenige Meter vorgedrungen und nur kurze Zeit in bösen Wettern verweilt werden, wie es bei Rettungsarbeiten vorzukommen pflegt, dann kann man sich der Masken von Pilatre de Rozier und Humboldt bedienen.

Die erstere bedeckt die Nase, durch welche die frische Luft aus einem Schlauche eingeatmet wird, während mit dem Munde nur ausgeatmet werden soll.

Besser ist die Maske von Humboldt, bei welcher die Nase durch eine Klemme geschlossen wird, während im Mundstück eine Klappe zum Einatmen und eine zweite zum Ausatmen angebracht sind. Die Luft führt man in einem Ledersack auf dem Rücken oder auf einem kleinen Wagen mit. Der tragbare Sack enthält etwa 0.25 cbm, der fahrbare Behälter 1 cbm Luft. Jener reicht für fünfzehn bis sechzehn Minuten, dieser für eine Stunde. Auch die Lampe wird aus demselben Behälter gespeist.

In Essig getränkte und vor Mund und Nase gebundene Schwämme wirken nur kühlend.

Außerdem giebt es einige Apparate zum Atmen böser Wetter, welche durch chemische Prozesse gereinigt sind, so diejenigen von Robert, Schwann und Fleuß.

346. Welches sind die übrigen wichtigeren Atnungsapparate?

Es giebt noch mehrere Apparate, welche ursprünglich für Feuerlöschzwecke konstruiert sind und allenfalls auch für den hier vorliegenden Zweck Verwendung finden können. Unter diesen ist Loebs Patent-Respirationsapparat zu nennen, welcher eine Bervollkommnung der Masken von Bilatre de Rozier und Humboldt ist und darin besteht, daß man bei geschlossener Nase mittels eines, mit Klappen und Filter versehenen Mundstückes aus einem Schlauch atmet, welcher in einen starken Leibgurt eingesenkt und höchstens 30 m lang ist.

Außerdem sind die auch von den Tauchern gebrauchten Apparate von Rouquayrol-Denayrouze hie und da angewendet.

347. Wie ist der Atnungsapparat von L. v. Bremen & Co. in Kiel eingerichtet?

Dieser ursprünglich auch für Feuerlöschzwecke bestimmte Apparat hat sich in einem besondern Falle, wo es darauf ankam, den Betreffenden ein stundenlanges Verweilen und Arbeiten in bösen Wettern zu ermöglichen, besser als irgend ein anderer bewährt.

Der Apparat von L. v. Bremen besteht aus einer leichten Lederjacke mit einem durch Rohr versteiften Korkhelm und einer dicken geschliffenen Glasplatte zum Durchsehen, welche nach Bedarf auch geöffnet werden kann.

Diese im ganzen nur 6 kg schwere Lederjacke wird dem Betreffenden mit einem Leibriemen über seiner Kleidung angeschnallt. Auch die Ärmel werden mit Riemen angezogen, um so den Innenraum gegen das Eindringen der Stickgase einigermaßen abzuschließen. Die Hände und Füße hat der Arbeiter ganz frei. Die zum Atmen nötige Luft wird im Nacken durch einen Luftschlauch von 20 mm Weite zugeleitet und

verteilt sich im Helm in drei Kanäle, welche vor dem Munde des Arbeiters in länglichen Schlitzen ausmünden, wodurch gleichzeitig eine angenehme Kühlung erzeugt wird. Die ausgeatmete Luft entweicht mit dem reichlichen Überflusse der zugeblasenen Luft durch die undichten Abschlüsse am Körper und durch Siebe unter den Ohrklappen im Helme. Die Siebe sollen auch ermöglichen, daß der Arbeiter besser hört.

Zum Apparate gehört eine Luftpumpe, welche aber in dem oben erwähnten Falle (Wilhelmschacht bei Polnisch-Dstrau) nicht genügend erschien, weshalb man sich für Verwendung gepreßter, durch zwei Luftdruckpumpen zu beschaffender Luft entschloß. Die Temperatur der Luft wurde durch Kühlwasser stets auf derselben Höhe von 15 bis 20° C. gehalten.

Für schnelle, unmittelbar nach Explosionen oder nach ausgebrochenem Grubenbrände auszuführende Rettungsarbeiten ist der beschriebene Apparat weniger geeignet.



## Register.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>             Abprobieren S. 269<br/>             Abbau 98<br/>             Abbauhöhe 96<br/>             Abbaustrecken 96<br/>             Abfanggabel 36<br/>             Abteufpumpen 251<br/>             Abtreibearbeit 195<br/>             Äquivalente Öffnung<br/>             273<br/>             Anemometer 274<br/>             Anpfahl (Anfall) 191<br/>             Atnungsapparat von<br/>             L. von Bremen in<br/>             Kiel 311<br/>             Aufdekarbeit 119<br/>             Aufsatzvorrichtung 155<br/>             Auslängen 90<br/>             Ausrichtung (einer<br/>             Lagerstätte) 87. 94<br/>             Bär s. Bohrkloß<br/>             Balkendämme 257<br/>             Barometerstand 265<br/>             Bellit 82<br/>             Bergbau 3<br/>             Bergeisen 54<br/>             Bergeversatz 99<br/>             Beutelpumpen 229<br/>             Bewässern d. Holzes 187<br/>             Bläser 265<br/>             Bläsende Bewetterung<br/>             287         </p> | <p>             Blinder Schacht 91<br/>             Blumen 17<br/>             Bobinen 166<br/>             Böse Wetter 261<br/>             Bohrbüchse 24<br/>             Bohrbocke 34<br/>             Bohrgerüst s. Bohrturm<br/>             Bohrkloß 25<br/>             Bohrlöffel 24<br/>             Bohrmaschinen 61<br/>             B. von Brandt 72<br/>             B. von Darlington 69<br/>             B. von Sachs, Dubois<br/>             &amp; Francois, Meyer,<br/>             Ingersoll, Burleigh<br/>             63<br/>             B. von Frölich 64<br/>             B. von Neill 70<br/>             B. von Schram &amp;<br/>             Mahler 63<br/>             B. von Broßmann &amp;<br/>             Rachelmann 67<br/>             Bohrmeißel 23<br/>             Bohrschächte nach Kind-<br/>             Chaudron 210<br/>             Bohrschere 36<br/>             Bohrschlamm 24<br/>             Bohrschwengel 34<br/>             Bohrturm 35<br/>             Bolzenschrotzimmerung<br/>             192<br/>             Brechstange 55         </p> | <p>             Bremsberge 113. 144<br/>             Bremsbergverschluß 147<br/>             Bremsgestell 145<br/>             Bronolit 82<br/>             Cassella-Anemometer<br/>             274<br/>             Chemisches Tempera-<br/>             ment 262<br/>             Cuvelage in Holz 205<br/>             C. in Eisen 206<br/>             Cylinderdämme 259<br/>             Dänisches Bohrver-<br/>             fahren 42<br/>             Dammtüren 260<br/>             Demanetscher Keil 85<br/>             Depression 278<br/>             Diagonalen 90. 113<br/>             Diamantbohren 43<br/>             Doppelsitzventil 241<br/>             Drahtseilbahnen 173<br/>             Drahtseile 150<br/>             Druckpumpen 232<br/>             Duckelbau 118<br/>             Eisenausbau 197<br/>             Englisch-Kanadisches<br/>             Bohrverfahren 40<br/>             Erz, pl. Erze 3<br/>             Erzlager 5<br/>             Fabians Freifallappa-<br/>             rat 30         </p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- Fahrkünste 177  
 Fahrten 176  
 Fahrung 176  
 Fallen 6  
 Fallfangschere 38  
 Faltenverwerfung 8  
 Fangfrösche 244  
 Fanginstrumente 38  
 Fangketten 244  
 Fangvorrichtungen 181  
 Fäustel 57  
 Fauchs Freifallapparat 31  
 Faule Muschel s. Muschel  
 Feldortstrecken 95  
 Feuersetzen 85  
 Fimmel 55  
 Firste 89  
 Firstenbau 101  
 Flöße 4  
 Flügelort 89  
 Förderbahnen 132  
 Fördergerüst 164  
 Fördergestell 153  
 Förderrolle 102  
 Förderseile 150  
 Förderung 123  
 Fossilien, nutzbare 3  
 Füllort 153  
 Fußspahl 191  
 Gabelschloß s. Keilschloß  
 Gang, pl. Gänge 6  
 Gangablenkung 7. 13  
 Gasentdecker von Garforth 270  
 Gedinge 47  
 Geislers Ventilator 293  
 Gelatinedynamit 82  
 Gelatineöl 82  
 Geradführung der Pumpen-  
 gestänge 244  
 Gesprenge 89  
 Gestängeschloß 243  
 Gestelle für Bohrmaschinen 73  
 Getriebezimmerung 195  
 Gezeugstrecken 95  
 Gleichgewichtsboden 213  
 Glockenbohrer 24  
 Glockenventil 241  
 Glückshaken 38  
 Göpelförderung 163  
 Gräberei 119  
 Greiffenhagens Freifallapparat 29  
 Grubenaußbau 185  
 Grubenbrand 309  
 Grubengas 264  
 Grundwasser 227  
 Guibal-Ventilator 294  
 Guhrdynamit 82  
 Guttmanns Kraftmesser 84  
 Haase, Getrieberöhren von 225  
 Hängebank 91  
 Häuer- oder Gewinnungsarbeiten 47  
 Handbohrmaschinen 59  
 Hannans Sprengstoff 82  
 Haubenventil 241  
 Heber 255  
 Hellhoffit 82  
 Hereintreibarbeit 55  
 Hilfsstollen 89  
 Hinterwassersäule 247  
 Höhlen 6  
 Hohe Pumpensäße 230  
 Hülsenbeschlag 33  
 Hunde 124  
 Hydraulische Schachtgestänge 246  
 Imprägnation siehe Tränken  
 Indikatoren 269  
 Jöcher 192  
 Kataopulver 82  
 Kalter Dampf 263  
 Kap8 155  
 Karbonit 82  
 Kartuschenpulver 81  
 Kegeventil 240  
 Keil 55  
 Keilhaue 49  
 Keilhauenarbeit 49  
 Keilkranz 205  
 Keilschloß 32  
 Keilsverspinnung 257  
 Kesseln 288  
 Kettenförderung 141  
 Kindischer Freifallapparat 27  
 Kinetit 82  
 Klappenventil 241  
 Kley8 Ventilator 296  
 Kniegelenkstützen 157  
 Koepe'sche Fördermethode 169  
 Körtings Dampfstrahlgebläse 290  
 Kohlendynamit 82  
 Kohlenoxydgas 263  
 Kohlen säure 263  
 Kohlenstaub 268  
 Kolbenmaschinen 298  
 Kräzer 58  
 Krätze 48  
 Krebsen 265  
 Kreiselwippen 171  
 Kriickenkrätze 48  
 Krumme 245  
 Kübel 152  
 Kugelanemometer 276  
 Kugeldämme 259  
 Lager 4  
 Lagerstätten 3  
 Lagerstempel 194  
 Laschenbohrer 23  
 Lauf 95  
 Lauerscher Reibungszünder 80  
 Legeisen 55

- Lehrlager 244  
 Levetscher Keil 85  
 Loeb's Respirations-  
 apparat 311  
 Löffelbohrer 20  
 Lokomotiven 142  
 Luftschleuse 222  
**M**  
 Maske von Humboldt  
 310  
 Maske von Pilatre de  
 Rozier 310  
 Matte Wetter 261  
 Mauerfuß 209  
 Mauerung 201  
 Meißelbohrer 58  
 Metamorphische Lager-  
 stätten 7  
 Methan 264  
 Mönchskolben 232  
 Moosbüchse 215  
**N**  
 Nachlastkette 33  
 Niedere Pumpensäze  
 230  
 Nitrocolle 82  
 Nitroverbindungen 82  
**O**  
 Obergestänge 31  
 Ort 89  
**P**  
 Pelzers Ventilator 297  
 Pfändungen 192  
 Pfeilerabbau 110  
 Pistolenprobe 83  
 Blumenverschluss von  
 Schröder 308  
 Plunger 232  
 Pneumatische Förder-  
 methode 170  
 Poetsch, Gefrierver-  
 fahren von 224  
 Prefrost 219  
 Pulsometer 255  
 Pumpen 228  
 Pumpengefänge 243  
 Pumpenlager 236  
 Pumpenröhren 237  
 Pumpenstiefel 231  
 Pyramidenventil 242  
**Q**  
 Querschlag 90  
**R**  
 Radachsen 128  
 Raubbau 99  
 Rauben der Zimmerung  
 115  
 Regeneratoren 247  
 Richtschacht 91  
 Rittinger-Pumpen 234  
 Rittingers Ventilator  
 293  
 Roburit 82  
 Röhrensäge 39  
 Rösche 18  
 Rolle s. Förderrolle  
 Romit 82  
 Roots Ventilator 283  
 Rücklaufbahnen 171  
 Rückschlag 268  
 Rutschel, faule 10  
 Rutschen 176  
 Rutschschere 25  
**S**  
 Sackbohrer 218  
 Sandpumpe 21  
 Satz oder Pumpensatz  
 230  
 Schachtfallen 155  
 Schachtförderung 150  
 Schachtmauerung, ge-  
 wöhnliche 202  
 Schachtmauerung,  
 wasserdichte 208  
 Schachtsignale 162  
 Schächte 91  
 Schappe 20  
 Scharen (von zwei  
 Gängen) 7  
 Schaufel 48  
 Scheibenkolben 238  
 Scherenstück 245  
 Schieles Ventilator 294  
 Schießbaumwolle 82  
 Schießnadel 77  
 Schlägel- und Eisen-  
 arbeit 54  
 Schläucher 238  
 Schlagende Wetter 264  
 Schlangenbohrer 21, 58  
 Schlenkerbohren 58  
 Schlitzen 51  
 Schmandlöffel 24  
 Schmidtsche Regel 14  
 Schneckenbohrer 21  
 Schrämen 51  
 Schrämmaschinen 52  
 Schraubenschloß 32  
 Schrotzimmerung 192  
 Schürfen 18  
 Schürfgraben 18  
 Schwaben 263  
 Schweb. Bühnen 203  
 Schwedel 77  
 Schwefelwasserstoffgas  
 264  
 Schweife 17  
 Schwere Wetter 263  
 Seisenwerk 119  
 Seilausgleichung 167  
 Seilauflöser 160  
 Seilbohren 40  
 Seilfahrgang 180  
 Seilklemme 167  
 Seilkörbe 166  
 Seilscheibengerüste 164  
 Selbstentzündung der  
 Kohle 309  
 Senkschächte 216  
 Senkschuh 220  
 Sers Ventilator 297  
 Sinkwerksbau 119  
 Sohle s. Strosse  
 Sohlenabstände 95  
 Sonderventilation 279  
 Spalten 6  
 Spaltenverwerfung 10  
 Spannsäule 74  
 Spannung 47  
 Spiralbohrer 21  
 Spiralkörbe 166

- Spitzhammer 56  
 Sprengarbeit 56  
 Sprengels Pulver 82  
 Sprengelatine 82  
 Sprengöl 82  
 Sprengpulver 81  
 Spritzbohrverfahren 42  
 Sprung, pl Sprünge 6  
 Stangenprobe 83  
 Stangenschloß 32  
 Steinbruch 120  
 Stellschraube 33  
 Stempelzimmerung 190  
 Stockwerk 7  
 Stockwerksbau 118  
 Stollen 88  
 Stoßbau 104  
 Strahlpumpen 254  
 Strebbau 105  
 Str. mit Pfeilern 109  
 Strebstempel 194  
 Strecken 88  
 Streckenförderung 124  
 Str., maschinelle 137  
 Streichen 6  
 Strosse 89  
 Strossenbau 100  
 Stuhlriickel 37  
 Stulp- od. Sturzkolben 239  
 Sturzwipper 171  
 Sumpfstrecken 96. 236  
 Tagebau 119  
 Tagesstollen 89  
 Tagewasser 227  
 Taucherkolben 232  
 Teilung des Wetterstromes 299  
 Tellerventil 240  
 Thürstöcke 188  
 Tiefbohrung 19  
 Tonnen 152  
 Tonnlägige Schächte 91  
 Tränken des Holzes 185  
 Tragewerk 89  
 Trauzls Bleichsinder 83  
 Trog 48  
 Trümmerlager 5  
 Trumm 91  
 Tubbing 206  
 Überbrechen 93  
 Ulme s. Wange  
 Umbruchstrecke 102  
 Umsetzen des Wetterstroms 277  
 Ungarischer Hund 125  
 Untergestänge 25  
 Unterirdische Wasserhaltungsmaschine 249  
 Unterseil 167  
 Unterwerksbau 97  
 Verdämmung 257  
 Verrohrung 39  
 Ventilbohrer 21  
 Ventile 240  
 Verschiebung 11  
 Verwerfung 7  
 Victoria-Ventilat. 286  
 Vorrichtung 87  
 Waddles Ventilat. 294  
 Wagners Ventilat. 294  
 Walchers Brechapparat 85  
 Wandruten 194  
 Wange 90  
 Wasserdichter Ausbau 203  
 Wassergewältigung 227  
 Wasserhaltung 227  
 Wasserlosung 227  
 Wassersäulenmasch. 249  
 Wasserseige 89  
 Wasserspülung 41  
 Wasserstrecke 90  
 Wassertrommel 270
- Wechsellplatten 135  
 Wechselfchere 25  
 Wegfüllarbeit 48  
 Wegthun der Bohrlöcher 77  
 Weichen 134  
 Wendeplatz 135  
 Wetter 261  
 Wetterdynamit 84  
 Wetterhut 270  
 Wettergardinen 300  
 Wetterlampen 302  
 W. von Boty 304  
 W. von Clanny 303  
 W. von Davy 303  
 W. von Marsaut 304  
 W. von Mueseler 305  
 W. elektr. v. Trouvé 307  
 W., westf. 304  
 Wettermühlen 282  
 Wetteröfen 288  
 Wetterräder 298  
 Wetterfaß, Harzer 281  
 Wetterseider 301  
 Wetterstrecke 90  
 Wetterthüren 300  
 Wettertrommel 282  
 Wetterzeichen 269  
 Winters Ventilator 297  
 Wipper 171  
 Wischer 58  
 Wolfsrachen s. Fallfangschere  
 Zahnradbahn 171  
 Zentrifugalventilatoren 291  
 Zimmermanns Regel 14  
 Zimmerung 185  
 Zobel's Freifallapparat 31  
 Zündmaschine 78  
 Zündschnur 77  
 Zwischenstück 25.

Im Verlage von J. J. Weber in Leipzig sind erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

# Illustrierte Katechismen.

Belehrungen aus dem Gebiete  
der  
Wissenschaften, Künste und Gewerbe.  
In Original-Leinenbänden.

- Ackerbau.** Dritte Auflage. — **Katechismus des praktischen Ackerbaues.** Von Wilhelm Hamm. Dritte Auflage, gänzlich umgearbeitet von A. G. Schmitter. Mit 138 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Agrikulturchemie.** Sechste Auflage. — **Katechismus der Agrikulturchemie.** Von Dr. E. Wildt. Sechste Auflage, neu bearbeitet unter Benutzung der fünften Auflage von Hamm's „Katechismus der Ackerbauchemie, der Bodenkunde und Düngerlehre“. Mit 41 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Algebra.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Algebra, oder die Grund-  
lehren der allgemeinen Arithmetik.** Von Friedrich Herrmann. Dritte Auflage, vermehrt und verbessert von K. F. Heym. Mit 8 in den Text gedruckten Figuren und vielen Übungsbeispielen. M. 2
- Archäologie.** — **Katechismus der Archäologie. Übersicht über die Ent-  
wickelung der Kunst bei den Völkern des Altertums.** Von Dr. Ernst Kroker. Mit 3 Tafeln und 127 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Archivkunde** s. Registratur.
- Arithmetik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der praktischen Arithmetik.** Kurzgefaßtes Lehrbuch der Rechenkunst für Lehrende u. Lernende. Von E. Schick. Dritte, umgearbeitete u. vermehrte Auflage, bearbeitet von Max Meyer. M. 3
- Ästhetik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Ästhetik. Belehrungen  
über die Wissenschaft vom Schönen und der Kunst.** Von Robert Pröhl. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 3
- Astronomie.** Siebente Auflage. — **Katechismus der Astronomie. Be-  
lehrungen über den gestirnten Himmel, die Erde und den Kalender.** Von Dr. Adolph Drechsler. Siebente, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit einer Sternkarte und 170 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Auswanderung.** Sechste Auflage. — **Kompaß für Auswanderer nach  
Ungarn, Rumänien, Serbien, Bosnien, Polen, Rußland, Algerien, der Kap-  
kolonie, nach Australien, den Samoa-Inseln, den süd- und mittelamerikanischen  
Staaten, den Westindischen Inseln, Mexiko, den Vereinigten Staaten von  
Nordamerika und Canada.** Von Eduard Pelz. Sechste, völlig umgearbeitete  
Auflage. Mit 4 Karten und einer Abbildung. M. 1. 50
- Bank- und Börsenwesen.** — **Katechismus des Bankwesens.** Von Dr.  
E. Gleisberg. Mit 4 Check-Formularen und einer Übersicht über die  
deutschen Notenbanken. M. 2
- Baukonstruktionslehre.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Baukon-  
struktionslehre.** Mit besonderer Berücksichtigung von Reparaturen und Um-  
bauten. Von Walther Lange. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.  
Mit 277 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3

Die mit \* versehenen Bändchen sind zurzeit nur broschiert zu haben.

Ein ausführliches Verzeichnis mit Inhaltsangabe jedes einzelnen Bandes wird auf Verlangen unberechnet abgegeben.

- Baustile.** Neunte Auflage. — **Katechismus der Baustile, oder Lehre der architektonischen Stilarten** von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart. Von Dr. Ed. Freiherrn von Sacken. Neunte, verbesserte Auflage. Mit einem Verzeichnis von Kunstausdrücken und 103 in den Text gedruckten Abbild. M. 2
- Bergbaukunde.** — **Katechismus der Bergbaukunde.** Von Bergrat G. Köhler. Mit 217 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Bibliothekslehre.** — **Grundzüge der Bibliothekslehre mit bibliographischen und erläuternden Anmerkungen.** Neubearbeitung von Dr. Julius Beyholdts **Katechismus der Bibliothekenlehre.** Von Dr. Arnim Gräsel. Mit 33 in den Text gedruckten Abbildungen und 11 Christtafeln. M. 4. 50
- Bienenkunde.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Bienenkunde und Bienenzucht.** Von G. Kirsten. Dritte, verm. und verb. Auflage, herausgegeben von J. Kirsten. Mit 51 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Bleicherei** s. Wäscherei zc.
- Börsengeschäft** s. Bankwesen.
- \*Botanik.** — **Katechismus der Allgemeinen Botanik.** Von Prof. Dr. Ernst Hallier. Mit 95 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Botanik, landwirtschaftliche.** Zweite Auflage. — **Katechismus der landwirtschaftlichen Botanik.** Von Karl Müller. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage von R. Herrmann. Mit 4 Tafeln und 48 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- Buchdruckerkunst.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Buchdruckerkunst und der verwandten Geschäftszweige.** Von C. A. Franke. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, bearbeitet von Alexander Waldow. Mit 43 in den Text gedruckten Abbildungen und Tafeln. M. 2. 50
- Buchführung.** Vierte Auflage. — **Katechismus der kaufmännischen Buchführung.** Von Oskar Fleming. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 7 in den Text gedruckten Abbildungen und 3 Wechselsformularen. M. 2. 50
- Buchführung, landwirtschaftliche.** — **Katechismus der landwirtschaftlichen Buchführung.** Von Prof. R. Birnbaum. M. 2
- Chemie.** Sechste Auflage. — **Katechismus der Chemie.** Von Prof. Dr. H. Hirzel. Sechste, vermehrte Aufl. Mit 31 in den Text gedruckten Abbild. M. 3
- Chemikalienkunde.** — **Katechismus der Chemikalienkunde.** Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Chemikalien des Handels. Von Dr. G. Hepppe. M. 2
- Chronologie.** Dritte Auflage. — **Kalenderbüchlein.** **Katechismus der Chronologie** mit Beschreibung von 33 Kalendern verschiedener Völker und Zeiten. Von Dr. Ad. Drechsler. Dritte, verbesserte und sehr verm. Aufl. M. 1. 50
- Dampfmaschinen.** Dritte Auflage. — **Katechismus der stationären Dampfessel, Dampfmaschinen und anderer Wärmemotoren.** Ein Lehr- und Nachschlagebüchlein für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwärze. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 247 in den Text gedruckten und 9 Tafeln Abbildungen. M. 4
- Drainierung.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Drainierung und der Entwässerung des Bodens überhaupt.** Von Dr. William Lübe. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 92 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- \*Dramaturgie.** — **Katechismus der Dramaturgie.** Von N. Prölsch. M. 2. 50
- Drogenkunde.** — **Katechismus der Drogenkunde.** Von Dr. G. Hepppe. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50

- \*Einjährig-Freiwillige.** Zweite Ausgabe. — **Katechismus für den Einjährig-Freiwilligen.** Von M. von Süßmilch, gen. Hörnig. Zweite, durchgesehene Ausgabe. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Elektrotechnik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Elektrotechnik.** Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwarze. Dritte, verbesserte u. vermehrte Aufl. Mit 388 in den Text gedr. Abbild. M. 4. 50
- Ethik.** — **Katechismus der Sittenlehre.** Von Lic. Dr. Friedrich Kirchner. M. 2. 50
- Färberei und Zeugdruck.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Färberei und des Zeugdrucks.** Von Dr. Herm. Grothe. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 78 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Farbwarenkunde.** — **Katechismus der Farbwarenkunde.** Von Dr. G. Heppe. M. 2
- Feldmessenkunst.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Feldmessenkunst mit Kette, Winkelspiegel und Meßtisch.** Von Fr. Herrmann. Vierte, durchgesehene Auflage. Mit 92 in den Text gedruckten Figuren und einer Plurkarte. M. 1. 50
- Feuerwerkerei.** — **Katechismus der Luftfeuerwerkerei.** Kurzer Lehrgang für die gründliche Ausbildung in allen Theilen der Pyrotechnik. Von C. A. v. Nida. Mit 124 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Finanzwissenschaft.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Finanzwissenschaft oder die Kenntnis der Grundbegriffe und Hauptlehren der Verwaltung der Staatseinkünfte.** Von A. Bischof. Fünfte, verbesserte Auflage. M. 1. 50
- Fischzucht.** — **Katechismus der künstlichen Fischzucht und der Teichwirtschaft.** Wirtschaftslehre der zahmen Fischerei. Von E. A. Schroeder. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- \*Flachsbau.** — **Katechismus des Flachsbauens und der Flachsbereitung.** Von R. Sonntag. Mit 12 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1
- Fleischbeschau.** Zweite Auflage. — **Katechismus der mikroskopischen Fleischbeschau.** Von F. W. Küffert. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1 20
- Forstbotanik.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Forstbotanik.** Von H. Fischbach. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 79 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Galvanoplastik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Galvanoplastik.** Ein Handbuch für das Selbststudium und den Gebrauch in der Werkstatt. Von Dr. G. Seelhorst. Dritte, durchgesehene und vermehrte Auflage. Von Dr. G. Langbein. Mit Titelbild und 42 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Gedächtniskunst.** Sechste Auflage. — **Katechismus der Gedächtniskunst oder Mnemotechnik.** Von Hermann Kothke. Sechste, von J. B. Montag sehr verbesserte und vermehrte Auflage. M. 1. 50
- Geflügelzucht.** — **Katechismus der Geflügelzucht.** Ein Merkbüchlein für Liebhaber, Züchter und Aussteller schönen Rassegeflügels. Von Bruno Dirigen. Mit 40 in den Text gedruckten und 7 Tafeln Abbildungen. M. 4
- Geographie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Geographie.** Vierte Auflage, gänzlich umgearbeitet von Karl Arerz, Kaiserl. Rat und Direktor der Prager Handelsakademie. Mit 57 Karten und Ansichten. M. 2. 40
- Geographie, mathematische.** — **Katechismus der mathemat. Geographie.** Von Dr. A. Drechsler. Mit 113 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2. 50

- Geologie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Geologie, oder Lehre vom innern Bau der festen Erdkruste und von deren Bildungsweise.** Von Prof. H. Haas. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 144 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Tabelle. M. 3
- Geometrie, analytische.** — **Katechismus der analytischen Geometrie.** Von Dr. Max Friedrich. Mit 56 in den Text gedr. Abbild. M. 2. 40
- \***Geometrie.** Zweite Aufl. — **Katechismus der ebenen und räumlichen Geometrie.** Von Prof. Dr. K. Ed. Zehsche. Zweite, vermehrte und verbesserte Aufl. Mit 209 in den Text gedr. Figuren und 2 Tabellen zur Maßverwandlung. M. 2
- Gefangskunst.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Gefangskunst.** Von F. Sieber. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit vielen in den Text gedruckten Notenbeispielen. M. 2. 40
- Geschichte** s. Weltgeschichte.
- \***Geschichte, deutsche.** — **Katechismus der deutschen Geschichte.** Von Dr. Wilh. Kentsler. M. 2. 50
- Gesundheitslehre** s. Makrobiotik.
- Girowesen.** — **Katechismus des Girowesens.** Von Karl Berger. Mit 21 Geschäfts-Formularen. M. 2
- Handelskorrespondenz.** Zweite Aufl. — **Katechismus der kaufm. Korrespondenz in deutscher Sprache.** Von C. F. Findeisen. Zweite, verb. Aufl. M. 2
- Handelsrecht.** Dritte Auflage. — **Katechismus des deutschen Handelsrechts, nach dem Allgem. Deutschen Handelsgesetzbuche.** Von Reg.-Rat Robert Fischer. Dritte, umgearbeitete Auflage. M. 1. 50
- Handelswissenschaft.** Sechste Auflage. — **Katechismus der Handelswissenschaft.** Von K. Arenz. Sechste, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Gust. Rothbaum und Ed. Deimel. M. 2
- Heerwesen.** — **Katechismus des Deutschen Heerwesens.** Von Oberstleutnant a. D. H. Vogt. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von R. v. Hirsch, Hauptmann a. D. M. 2. 50
- Heizung, Beleuchtung und Ventilation.** — **Katechismus der Heizung, Beleuchtung und Ventilation.** Von Ingenieur Th. Schwarze. Mit 159 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Heraldik.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Heraldik. Grundzüge der Wappenkunde.** Von Dr. Ed. Freih. v. Sacken. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 202 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Hufbeschlagnag.** Dritte Auflage. — **Katechismus des Hufbeschlagnags.** Zum Selbstunterricht für jedermann. Von C. Th. Walther. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 67 in den Text gedr. Abbild. M. 1. 50
- \***Hüttenkunde.** — **Katechismus der allgemeinen Hüttenkunde.** Von Dr. C. F. Dürre. Mit 209 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Kalenderbüchlein** s. Chronologie.
- \***Kalenderkunde.** — **Katechismus der Kalenderkunde. Belehrungen über Zeitrechnung, Kalenderwesen und Feste.** Von D. Freih. v. Reinsberg-Düringsfeld. Mit 2 in den Text gedruckten Tafeln. M. 1
- Kindergärtnerei.** Dritte Auflage. — **Katechismus der praktischen Kindergärtnerei.** Von Fr. Seidel. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 35 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- Kirchengeschichte.** — **Katechismus der Kirchengeschichte.** Von Llo. Dr. Friedrich Kirchner. M. 2. 50

- Klavierspiel.** — **Katechismus des Klavierspiels.** Von Fr. Taylor, deutsch von Math. Stegmayer. Mit vielen in den Text gedr. Notenbeispielen. M. 1. 50
- Kompositionslehre.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Kompositionslehre.** Von Prof. F. C. Lobe. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit vielen in den Text gedruckten Musikbeispielen. M. 2
- Korrespondenz** s. Handelskorrespondenz.
- Kostümkunde.** — **Katechismus der Kostümkunde.** Von Wolsq. Quincke. Mit 453 Kostümfiguren in 150 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Kriegsmarine, Deutsche.** — **Katechismus der Deutschen Kriegsmarine.** Von Kapitän zur See z. D. Dittmer. Mit 126 in den Text gedr. Abbild. M. 3
- Kulturgeschichte.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Kulturgeschichte.** Von F. J. Honegger. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 2
- Kunstgeschichte.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Kunstgeschichte.** Von Bruno Bucher. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 276 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Litteraturgeschichte.** Zweite Auflage. — **Katechismus der allgemeinen Litteraturgeschichte.** Von Dr. Ad. Stern. Zweite, durchges. Aufl. M. 2. 50
- Litteraturgeschichte, deutsche.** Sechste Auflage. — **Katechismus der deutschen Litteraturgeschichte.** Von Oberschulrat Dr. Paul Möb us. Sechste, vervollständigte Auflage. M. 2
- Logarithmen.** — **Katechismus der Logarithmen.** Von Max Meyer. Mit 3 Tafeln Logarithmen und trigonometrischen Zahlen und 7 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Logik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Logik.** Von Lio. Dr. Friedr. Kirchner. Zweite, durchges. Aufl. Mit 36 in den Text gedr. Abbild. M. 2. 50
- Lustfeuerwerkerei** s. Feuerwerkerei.
- \*Makrobiotik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Makrobiotik, oder der Lehre, gesund und lange zu leben.** Von Dr. med. H. Klencke. Dritte, durchgearbeitete und verm. Auflage. Mit 63 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- Marine** s. Kriegsmarine.
- Mechanik.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Mechanik.** Von Ph. Huber. Vierte, verm. u. verb. Auflage. Mit 181 in den Text gedr. Figuren. M. 2. 50
- \*Meteorologie.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Meteorologie.** Von Heinr. Gretschel. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 53 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- Mikroskopie.** **Katechismus der Mikroskopie.** — Von Prof. Carl Chun. Mit 97 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Milchwirtschaft.** — **Katechismus der Milchwirtschaft.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 23 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Militärwesen** s. Heerwesen.
- Mineralogie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Mineralogie.** Von Privatdozent Dr. Eugen Hussak. Vierte, neu bearbeitete Auflage. Mit 154 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Mnemonotechnik** s. Gedächtniskunst.
- Musik.** Vierundzwanzigste Auflage. — **Katechismus der Musik.** Erläuterung der Begriffe und Grundsätze der allgemeinen Musiklehre. Von Prof. F. C. Lobe. Vierundzwanzigste Auflage. M. 1. 50
- Musikgeschichte.** — **Katechismus der Musikgeschichte.** Von N. Musiol. Mit 15 in den Text gedruckten Abbildungen und 34 Notenbeispielen. M. 2. 50

- Musikinstrumente.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Musikinstrumente.** Von Richard Hofmann. Fünfte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 189 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Mythologie.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Mythologie aller Kulturvölker.** Fünfte Auflage. Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen. [Zu Vorbereitung.]
- \***Naturlehre.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Naturlehre, oder Erklärung der wichtigsten physikalischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens.** Nach dem Englischen des Dr. C. E. Brewer. Dritte, von Heinrich Gretschel umgearb. Auflage. Mit 55 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- Nivellierkunst.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Nivellierkunst.** Von Dr. C. Pietsch. Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 61 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Russgärtnerei.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Russgärtnerei, oder Grundzüge des Gemüße- und Obstbaues.** Von Hermann Jäger. Vierte, verm. und verb. Auflage. Mit 54 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- Orgel.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Orgel. Erklärung ihrer Struktur, besonders in Beziehung auf technische Behandlung beim Spiel.** Von Prof. C. F. Richter. Dritte, durchgesehene Auflage. Mit 25 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- Ornamentik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Ornamentik. Leitfaden über die Geschichte, Entwicklung und die charakteristischen Formen der Verzierungsstile aller Zeiten.** Von F. Kaniß. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 131 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Verzeichniß von 100 Specialwerken zum Studium der Ornamentikstile. M. 2
- \***Orthographie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der deutschen Orthographie.** Von Dr. D. Sanders. Vierte, verbesserte Auflage. M. 1. 50
- Pädagogik.** — **Katechismus der Pädagogik.** Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. M. 2
- Petrographie.** — **Katechismus der Petrographie. Lehre von der Beschaffenheit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine.** Von Dr. J. Blas. Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Philosophie.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Philosophie.** Von F. H. v. Kirchner. Dritte, verbesserte Auflage. M. 2. 50
- Zweite Auflage. — **Katechismus der Geschichte der Philosophie von Thales bis zur Gegenwart.** Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 3
- Photographie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Photographie, oder Anleitung zur Erzeugung photograph. Bilder.** Von Dr. J. Schaub. Vierte, den neuesten Fortschritten entspr. verb. Aufl. Mit 34 in den Text gedr. Abbild. M. 2
- Phrenologie.** Siebente Auflage. — **Katechismus der Phrenologie.** Von Dr. G. Scheve. Siebente Auflage. Mit einem Titelbild und 18 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Physik.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Physik.** Von Dr. J. Kollert. Vierte, vollständig neu bearbeitete Aufl. Mit 231 in den Text gedr. Abbild. M. 4
- Poetik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Poetik.** Von Prof. Dr. J. Minckwitz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 1. 80
- Psychologie.** — **Katechismus der Psychologie.** Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. M. 3

- Maumberechnung.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Maumberechnung.** Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art. Von Fr. Herrmann. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage von Dr. C. Pietzsch. Mit 55 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 80
- Nedekunst.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Nedekunst.** Anleitung zum mündlichen Vortrage. Von Dr. Roderich Benedix. Vierte, durchgesehene Auflage. M. 1. 50
- Registrator- und Archivkunde.** — **Katechismus der Registrator- und Archivkunde.** Handbuch für das Registrator- und Archivwesen bei den Reichs-, Staats-, Hof-, Kirchen-, Schul- und Gemeindebehörden, den Rechtsanwälten u., sowie bei den Staatsarchiven. Von Georg Holzinger. Mit Beiträgen von Dr. Friedr. Leist. M. 3
- Reichspost.** — **Katechismus der Deutschen Reichspost.** Von Wilh. Venz. Mit 10 in den Text gedruckten Formularen. M. 2. 50
- Reichsverfassung.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Deutschen Reiches.** Ein Unterrichtsbuch in den Grundsätzen des deutschen Staatsrechts, der Verfassung und Gesetzgebung des Deutschen Reiches. Von Dr. Wilh. Keller. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 3
- Rosenzucht.** — **Katechismus der Rosenzucht.** Von Herm. Jäger. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Schachspielkunst.** Zehnte Auflage. — **Katechismus der Schachspielkunst.** Von K. J. S. Portius. Zehnte, vermehrte und verbesserte Aufl. M. 2
- \*Schreibunterricht.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Schreibunterrichts.** Zweite, neubearbeitete Auflage. Von Herm. Kaplan. Mit 147 in den Text gedruckten Figuren. M. 1
- Schwimmkunst.** — **Katechismus der Schwimmkunst.** Von Martin Schwägerl. Mit 113 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Spinnerei und Weberei.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Spinnerei, Weberei und Appretur, oder Lehre von der mechan. Verarbeitung der Gespinnstfasern.** Dritte, bedeut. verm. Aufl., unter teilweiser Benutzung des Grotthjeschen Originals bearb. v. Dr. A. Ganswindt. Mit 196 in den Text gedr. Abbild. M. 4
- Sprachlehre.** Dritte Auflage. — **Katechismus der deutschen Sprachlehre.** Von Dr. Konrad Michelsen. Dritte, verbesserte Auflage, herausgegeben von Ed. Michelsen. M. 2. 50
- Stenographie.** Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Stenographie.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende der Stenographie im allgemeinen und des Systems von Gabelsberger im besondern. Von Heinrich Krieg. Zweite, verbesserte Aufl. Mit vielen in den Text gedr. stenogr. Vorlagen. M. 2. 50
- Stilistik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Stilistik. Eine Anweisung zur Ausarbeitung schriftlicher Aufsätze.** Von Dr. Konrad Michelsen. Zweite, durchgesehene Auflage, herausgegeben von Ed. Michelsen. M. 2
- Tanzkunst.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Tanzkunst. Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende.** Von Bernhard Klemm. Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 82 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Technologie, mechanische.** — **Katechismus der mechanischen Technologie.** Von A. v. Jhering. Mit 163 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Telegraphie.** Sechste Auflage. — **Katechismus der elektrischen Telegraphie.** Von Prof. Dr. K. Ed. Beßsche. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 315 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4

- Tierzucht, landwirtschaftliche.** — **Katechismus der landwirtschaftlichen Tierzucht.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 20 in den Text gedr. Abbild. M. 2. 50
- Trigonometrie.** — **Katechismus der ebenen und sphärischen Trigonometrie.** Von Franz Vendt. Mit 86 in den Text gedr. Abbild. M. 1. 50
- Turnkunst.** Sechste Auflage. — **Katechismus der Turnkunst.** Von Dr. W. Kloss. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 100 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Uhrmacherkunst.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Uhrmacherkunst.** Von F. W. Kliffert. Dritte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 229 in den Text gedruckten Abbildungen und 7 Tabellen. M. 4
- Unterricht s. Pädagogik.**
- Urkundenlehre.** — **Katechismus der Diplomatik, Paläographie, Chronologie und Sphragistik.** Von Dr. Fr. Leist. Mit 5 Tafeln Abbildungen. M. 4
- Versicherungswesen.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Versicherungswesens.** Von Oskar Lemke. Zweite, verm. und verb. Aufl. M. 2. 40
- Verkunst.** Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Verkunst.** Von Dr. Roderich Benedikt. Zweite Auflage. M. 1. 20
- Versteinerungskunde.** — **Katechismus der Versteinerungskunde (Petrefactenkunde, Paläontologie).** Von Prof. G. Haas. Mit 178 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- \***Völkerrecht.** — **Katechismus des Völkerrechts.** Mit Rücksicht auf die Zeit- und Streitfragen des internationalen Rechts. Von A. Bichsel. M. 1. 20
- Volkswirtschaftslehre.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Volkswirtschaftslehre.** Katechismus in den Anfangsgründen der Wirtschaftslehre. Von Dr. Hugo Schöber. Vierte, durchgesehene Auflage. M. 3
- Warenkunde.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Warenkunde.** Von E. Schick. Fünfte, verm. u. verb. Aufl., bearbeitet von Dr. G. Heppel. M. 3
- Wäscherei, Reinigung und Bleicherei.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Wäscherei, Reinigung und Bleicherei.** Von Dr. Herm. Grothe in Berlin. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 41 in den Text gedr. Abbild. M. 2
- Wechselrecht.** Dritte Auflage. — **Katechismus des allgemeinen deutschen Wechselrechts.** Mit besonderer Berücksichtigung der Abweichungen und Zusätze der österreichischen und ungarischen Wechselordnung und des eidgenössischen Wechsel- und Check-Gesetzes. Von Karl Arenz. Dritte, ganz umgearbeitete und vermehrte Auflage. M. 2
- \***Weinbau.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Weinbaues.** Von Fr. Jac. Dohnahl. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 88 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 20
- Weltgeschichte.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Allgemeinen Weltgeschichte.** Von Theodor Flath. Zweite Auflage. Mit 5 Stammtafeln und einer tabellarischen Übersicht. M. 3
- Ziergärtnerei.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Ziergärtnerei, oder Belehrung über Anlage, Ausschmückung und Unterhaltung der Gärten, so wie über Blumenzucht.** Von G. Jäger. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 76 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Zimmergärtnerei.** — **Katechismus der Zimmergärtnerei.** Nebst einem Anhang über Anlegung und Ausschmückung kleiner Gärtchen an den Wohngebäuden. Von M. Lebl. Mit 56 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- \***Zoologie.** — **Katechismus der Zoologie.** Von Prof. C. G. Siebel. Mit 125 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2

Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Die mit \* versehenen Bändchen sind zurzeit nur broschirt zu haben.







Bibliothek Śląska w Katowicach

ID: 0030001524983



I 630365

für Familien und Lehrkräfte, Bibliotheken,  
Hotels, Cafés und Restaurationen

Einladung zum Abonnement auf die

# Illustrierte Zeitung

Wöchentliche Nachrichten

über die  
Zustände, Ereignisse und Persön-  
lichkeiten der Gegenwart,

Tagesgeschichte, Wissenschaft und Kunst,  
Moral, Charakter und Mode

Jeden Sonnabend eine Nummer mit  
25 Beilagen

Mit jährlich über 1000 Original-Abbildungen  
Probe-Nummern gratis und franco.

Abonnement-Preis vierteljährlich 7 Mark. —  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und  
Veranstaltungen

Leipzig,

Expedition der Illustrierten Zeitung  
J. G. Weber.