

WEBERS ILLUSTRIRTE KATECHISMEN.

272 129

Köhler.

Bergbaukunde.

2. Auflage.

4 Mark

LEIPZIG, VERLAG VON J. J. WEBER.





M 7993

# Webers Illustrierte Katechismen

---

**Chemie.** Von Prof. Dr. H. Hirzel. Siebente, vermehrte Auflage. Mit 35 Abbildungen. In Originalleinenband 4 Mark.

**Dampfkessel, Dampfmaschinen und andere Wärmemotoren.** Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker, Techniker und Industrielle von Th. Schwarze. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 268 Abbildungen und 13 Tafeln. In Originalleinenband 4 Mark 50 Pf.

**Differential- und Integralrechnung.** Von Franz Bendt. Mit 39 Figuren. In Originalleinenband 3 Mark.

**Elektrochemie.** Von Dr. Walthar Löb. Mit 43 Abbildungen. In Originalleinenband 3 Mark.

**Elektrotechnik.** Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle von Th. Schwarze. Sechste, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 256 Abbildungen. In Originalleinenband 4 Mark 50 Pf.

**Feldmesskunst.** Von Dr. C. Pietsch. Sechste Auflage. Mit 75 Abbildungen. In Originalleinenband 1 Mark 80 Pf.

**Geologie.** Von Dr. Hippolyt Haas. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit Abbildungen. [Unter der Presse.]

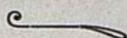
**Geometrie, analytische.** Von Dr. Max Friedrich. Mit 56 Abbildungen. In Originalleinenband 2 Mark 40 Pf.

**Geometrie, ebene und räumliche.** Von Prof. Dr. K. Ed. Zeysche. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 223 Abbildungen und 2 Tabellen. In Originalleinenband 3 Mark.

**Hüttenkunde, allgemeine.** Von Dr. E. f. Dürre. Mit 209 Abbildungen. In Originalleinenband 4 Mark 50 Pf.

**Markscheidkunst.** Von O. Brathuhn. Mit 174 Abbildungen. In Originalleinenband 3 Mark.

- Mechanik.** Von Ph. Huber. Sechste Auflage, den Fortschritten der Technik entsprechend neu bearbeitet von Walther Lange. Mit 196 Abbildungen. In Originalleinenband 3 Mark 50 Pf.
- Mineralogie.** Von Dr. Eugen Hussak. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 154 Abbildungen. In Originalleinenband 2 Mark 50 Pf.
- Nivellierkunst.** Von Prof. Dr. C. Pietsch. Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 61 Abbildungen. In Originalleinenband 2 Mark.
- Petrographie.** Lehre von der Beschaffenheit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine von Dr. J. Blaas. Mit 40 Abbildungen. In Originalleinenband 2 Mark.
- Physik.** Von Dr. J. Kollert. Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 273 Abbildungen. In Originalleinenband 4 Mark 50 Pf.
- Projektionslehre.** Mit einem Anhang, enthaltend die Elemente der Perspektive. Von Julius Hoch. Mit 100 Abbildungen. In Originalleinenband 2 Mark.
- Rauberechnung.** Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art von Dr. C. Pietsch. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 55 Abbildungen. In Originalleinenband 1 Mark 80 Pf.
- Statik.** Mit gesonderter Berücksichtigung der zeichnerischen und rechnerischen Methoden von Walther Lange. Mit 284 Abbildungen. In Originalleinenband 4 Mark.
- Trigonometrie.** Von Franz Bendt. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 42 Figuren. In Originalleinenband 1 Mark 80 Pf.
- Versteinerungskunde** (Petrefaktenkunde, Paläontologie). Von Hippolyt Haas. Mit 178 Abbildungen. In Originalleinenband 3 Mark.



Verzeichnisse mit ausführlicher Inhaltsangabe jedes einzelnen Bandes und Schlagwortregister stehen auf Wunsch kostenfrei zur Verfügung.

## Die Schöpfung

von Edgar Quinet. Deutsche, autorisierte Ausgabe. Durchgesehen und eingeführt von Bernh. von Cotta. Mit dem Stahlstichporträt des Verfassers. Zwei Bände. Preis 9 Mark; in Halbfranzband 12 Mark.

### Inhalt:

1. Band. Der neue Geist in den Naturwissenschaften. — Die großen Fragen unseres Jahrhunderts. Der Ursprung der organischen Wesen. — Die neue Genesis. — Die Bibel der Natur. — Der Affe und der Mensch.  
2. Band. Der Mensch. — Die Propyläen der Geschichte. — Paläon-

nologie der Sprachen. Die Gesetze des Lebens und jene der Sprache. — Prinzipien einer neuen Wissenschaft. Parallelismus der Natur- und Menschenreiche. — Der Geist der Schöpfung im Menschen. Versöhnung der moralischen und physischen Weltordnung.

## Geologische Bilder

von Bernh. von Cotta. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 228 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis 5 Mark; in Originalleinenband 6 Mark 50 Pf.

### Inhalt:

Vorwort. Entstehung der Erdkruste. — Vulkane. — Die geologischen Wirkungen des Wassers. — Schnee und Eis in ihrer geologischen Bedeutung. — Die Gesteine, woraus die feste Erdkruste besteht. — Archi-

tektur der festen Erdkruste. — Bau und Entstehung der Gebirge. — Die Erzlagerstätten. — Die Kohlenlager. — Geschichte des organischen Lebens auf der Erde.

## Das bewohnte Welten-All

Astronomische und philosophische Betrachtungen von Camille Flammarion. Deutsche, vom Verfasser autorisierte Ausgabe. Zweite Auflage, nach der Originalausgabe bearbeitet von Dr. Adolf Drechsler. Mit 6 Tafeln Abbildungen. Preis 4 Mark; in Originalleinenband 5 Mark.

# Die Lehre von der Elektrizität

und deren praktische Verwendung von  
Th. Schwarze, Ingenieur.

Mit 153 in den Text gedruckten Abbildungen. Preis  
10 Mark; in Halbfranzband 12 Mark.

## Inhalt:

**Allgemeine physikalische Grundprinzipien.** Die Elemente der physikalischen Größen. — Die Energiegesetze. — Die physikalischen Kraftfelder. — Die Schwingungen. — Die Gesetze des Stoßes und der verlorenen Geschwindigkeit. — Die Zusammensetzung der Kräfte. — Das Rotationsproblem. **Die elektrischen und magnetischen Vorgänge.** Definition der elektrischen und magnetischen Größen. — Die elektrostatischen Vorgänge. — Einige allgemeine Lehrensätze. — Die Kapazität und der Kondensator. — Der konstante elektrische Strom. — Die galvanischen Elemente

als Stromerzeuger. — Die Thermo-  
elektrizität. — Der Magnetismus. —  
Der Elektromagnetismus. — Die  
elektromagnetische Induktion. — Be-  
sondere Erscheinungen der Induktion.  
**Elektrotechnisches.** Die elektrischen  
Messmethoden. — Elektrostatische  
Messinstrumente. — Messung von  
Kapazitäten. — Die Strommessinstru-  
mente. — Die gebräuchlichsten Gal-  
vanometer. — Messung der Wider-  
stände und Ströme. — Die elektro-  
magnetischen Induktionsmaschinen.  
— Anhang: Grundprinzipien der  
Molekularphysik.



**D**as vorstehende Werk bringt mit Geschick die Elektrizitätslehre im Sinne Faradays in möglichste Uebereinstimmung mit den allgemeinen physikalischen Grundsätzen und stellt dabei die unzweifelhaft richtige Anschauung in den Vordergrund, daß alle Vorgänge einheitlichen und vor allem einfachen Gesetzen unterliegen. Man ersieht aus der klaren Darstellungsweise des bekannten Verfassers, daß er dieses Buch in der Absicht geschrieben hat, den neuesten wissenschaftlichen Ergebnissen der Elektrizitätslehre mit Rücksicht auf die Elektrotechnik Rechnung zu tragen, jedoch sind darin auch teilweise eigene Anschauungen zu baredem Ausdruck gelangt. Wenn man bedenkt, daß an Büchern, welche die Elektrizitätslehre in der herkömmlichen Weise behandeln, durchaus kein Mangel ist, ja viel zu viel bei der Behandlung dieses vielseitigen, hochbedeutenden und erst im Anfange einer großen Entwickelungsperiode stehenden Stoffes über einen Leisten gearbeitet worden ist, so berührt einen die das Große und Ganze fassende Form und der nach Vereinfachung und Einheit strebende Gedankengang, welcher in der ganzen Arbeit ausgeprägt erscheint, äußerst wohlthuend. Bei alledem haben aber auch die gegenwärtig noch üblichen Anschauungen in praktischen Teile des Buches Berücksichtigung gefunden in der richtigen Annahme, daß durch die neueren Anschauungen nur die Begriffsbildungen, nicht aber die gebräuchlichen Regeln und Rechnungsformeln der Elektrotechnik beeinflusst werden.

# Grundgesetze der Molekularphysik

von Th. Schwartze, Ingenieur.

Mit 25 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis 4 Mark.

## Inhalt:

Die Entwicklung der mechanischen Grundprinzipien. — Die elektrodynamische Wellentheorie. — Die allgemeinen Gesetze der Kraftwirkung. — Anhang: Bemerkungen zur Farbentheorie.

Der Verfasser sucht in diesem Buche dem infolge der neueren, die Einheitlichkeit in der Verursachung aller Naturvorgänge mehr und mehr hervorhebenden Forschungsergebnisse auftretenden Bedürfnis nach einer gegenseitigen Annäherung und selbst innigen Verschmelzung der mechanisch-physikalischen Grundprinzipien Rechnung zu tragen. Zu dem Zweck hat der Verfasser auf der Grundlage des Parallelogrammgesetzes der Kräftezusammensetzung eine allgemeine, für Statik und Dynamik gültige Grundformel in einfach rationeller Weise entwickelt, welche analog der berühmten Maxwell'schen elektrodynamischen Grundgleichung ist und eine systematische Gestaltung der gesamten Statik und Dynamik gestattet, wie solche schon von d'Alembert und Lagrange angestrebt wurde. Aus dieser neuen Grundformel sind die Formeln aller mechanisch-physikalischen Grundprinzipien abzuleiten, und es wird dadurch der Beweis geliefert, daß das ganze mechanische Naturgetriebe auf dem Dualismus von Wirkung und Gegenwirkung beruhend sich in Schwingungen und Rotationen vollzieht, wie von den bedeutendsten Forschern bereits angenommen worden ist. Als Anhang ist dem Buche eine auf neuere Beobachtungen begründete Farbentheorie beigelegt, wodurch der in der Newton'schen Hypothese liegende Widerspruch, daß weißes Licht zugleich vielfarbiges Licht sei, beseitigt und die Wahrnehmung von Licht und Farbe auf einen physikalisch-optischen Prozeß zurückgeführt wird.

## Geschichte der Physik

von Dr. E. Gerland, Dozent für Physik an der königl. Bergakademie zu Clausthal. Mit 72 Abbildungen.  
Preis in Originalleinenband 4 Mark.

**G**erlands Geschichte der Physik bildet den 4. Band von Webers „Naturwissenschaftlicher Bibliothek“. Zur Bearbeitung dieses interessanten Gebietes war der Verfasser, der sich schon durch eine Reihe von Einzel Forschungen auf demselben bekannt gemacht hatte, wie kaum ein anderer berufen, und eine Darstellung der Geschichte der Physik in diesem Umfange war ein längst gefühltes Bedürfnis. Namentlich werden die Lehrer und Studierenden der Physik das Erscheinen dieses Buches mit Freuden begrüßt haben; vielleicht trägt dasselbe etwas zur Belebung des historischen Sinnes bei, und das thut namentlich manchem Physiker not. Es wird auch ferner eine vortreffliche Vorstufe für das Studium der umfangreichen Werke von Heller und Rosenberger bilden. Der Inhalt gliedert sich in die Geschichte der Physik im Mittelalter und in die der neuen Zeit. Der Verfasser hat es vorzüglich verstanden, den allmählichen Aufbau der Physik von den ersten Anfängen im Altertum bis zu der heute erreichten hohen Stufe in fesselnder Weise darzustellen. Eine sehr willkommene Beigabe bilden die 72 Abbildungen historischer physikalischer Apparate, die man selten in physikalischen Lehrbüchern findet, und ein Literaturverzeichnis giebt in chronologischer Reihenfolge die Quellen an, aus denen der Leser noch weitere Belehrung schöpfen kann.



## Quellenkunde

Lehre von der Bildung und vom Vorkommen der Quellen und des Grundwassers von Prof. Dr. Hippolyt J. Haas. Mit 45 Abbildungen. Preis 4 Mark 50 Pf.; in Leinwand gebunden 6 Mark.

**N**ach einer sehr interessanten Uebersicht der verschiedenen Ansichten über den Quellenursprung seit dem Altertum erklärt der Verfasser die neuesten Theorien über die Entstehungsweise der Quellen in ihren Hauptzügen und behandelt sodann in fünf Abschnitten das Verhältnis der Quellen zu ihrem Areale, die Thermalquellen, die Mineralquellen, das Grundwasser und endlich die Kunst, wie man Quellen finden kann. Der Leser wird durch dieses Buch also darüber aufgeklärt, wie das aus den Wolken auf die Erdoberfläche herabströmende Regenwasser durch die verschiedenen geologischen Schichten der Erde hindurchdringt, um dann je nach den Umständen der Temperatur, der chemischen Beschaffenheit des Bodens u. s. w. als Grundwasser, als Thermal- oder als Mineralquelle wieder an irgend einer oft weit entfernten Stelle hervorzutreten.

Katechismus der Bergbaukunde.

---



Katechismus

der

# Bergbaukunde

von

G. Köhler

Königl. Oberberggrat und Professor für Bergbau und Aufbereitungskunde,  
Direktor der ver. Bergakademie und Bergschule in Clausthal.

---

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.

---

Mit 224 in den Text gedruckten Abbildungen.

---

Leipzig

Verlagsbuchhandlung von F. F. Weber

1898



7.

2007-07-06

Alle Rechte vorbehalten.



B2 40061
G38512 I

M-4993

## Vorwort.

---

Die vorliegende zweite Auflage des Katechismus der Bergbaukunde hat insofern eine Aenderung erfahren, als die Fragen der ersten Auflage in einfache Ueberschriften umgeändert sind. Im übrigen schließt sich der Katechismus eng an mein Lehrbuch der Bergbaukunde an, ist also eigentlich ein kurzer Auszug aus demselben und enthält alles Neue und in der Praxis Bewährte, welches seit 1891 hinzugekommen ist.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß es mir gelungen ist, durch gedrängte Darstellung des Wichtigsten aus dem großen Gebiete der Bergbaukunde auch die zweite Auflage zu einem brauchbaren Buche gemacht zu haben.

G. Köhler.



# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	3
<b>A. Die Lagerstätten</b> . . . . .	3
1. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten . . . . .	4
2. Massige (eruptive) Lagerstätten . . . . .	5
3. Hohraumausfüllungen . . . . .	6
4. Ungewandelte (metamorphische, metasomatische) Lagerstätten . . . . .	7
<b>B. Die Störungen der Lagerstätten</b> . . . . .	8

## 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
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. Keilhauenarbeit . . . . .	49
A. Handarbeit . . . . .	49
B. Maschinenarbeit . . . . .	52

	Seite
Drittes Kapitel. Schlägel- und Eisenarbeit . . . . .	54
Viertes Kapitel. Hereintreibarbeit . . . . .	55
Fünftes Kapitel. Sprengarbeit . . . . .	56
A. Herstellung der Bohrlöcher . . . . .	56
a) Handarbeit . . . . .	56
b) Maschinenarbeit . . . . .	59
1. Drehende Handbohrmaschinen . . . . .	59
2. Mechanische Bohrmaschinen. . . . .	60
a) Stoßende . . . . .	60
β) Drehende mechanische Bohrmaschinen . . . . .	74
γ) Bohrmaschinengestelle . . . . .	77
B. Wegthum der Bohrlöcher . . . . .	81
Sechstes Kapitel. Feuersetzen . . . . .	90
Siebentes Kapitel. Gewinnungsarbeit mit Wasser . . . . .	90

### Dritter Abschnitt.

<b>Abbau der Lagerstätten . . . . .</b>	<b>92</b>
Erstes Kapitel. Stollen und Strecken . . . . .	93
Zweites Kapitel. Schächte . . . . .	96
Drittes Kapitel. Ausrichtung und Vorrichtung . . . . .	99
Viertes Kapitel. Abbau . . . . .	103
A. Abbaumethoden mit Bergeversatz . . . . .	105
B. Abbaumethoden ohne Bergeversatz . . . . .	116
C. Tagebau . . . . .	129

### Vierter Abschnitt.

<b>Förderung . . . . .</b>	<b>129</b>
A. Grubenförderung . . . . .	130
Erstes Kapitel. Streckenförderung . . . . .	130
Zweites Kapitel. Bremsbergförderung . . . . .	152
Drittes Kapitel. Aufwärtsgehende Streckenförderung . . . . .	156
Viertes Kapitel. Schachtförderung . . . . .	158
B. Tagesförderung . . . . .	179
Fünftes Kapitel. Fortschaffung des Fördergutes über Tage . . . . .	179
Sechstes Kapitel. Drahtseilbahnen . . . . .	181

## Fünfter Abschnitt.

	Seite
<b>Fahrung</b> . . . . .	185
Erstes Kapitel. Fahrung ohne Maschinenkraft . . . . .	185
Zweites Kapitel. Fahrung mit Maschinenkraft . . . . .	186

## Sechster Abschnitt.

<b>Grubenausbau</b> . . . . .	194
A. Gewöhnlicher Ausbau . . . . .	194
Erstes Kapitel. Zimmerung . . . . .	194
Zweites Kapitel. Eisenausbau . . . . .	206
Drittes Kapitel. Mauerung . . . . .	209
B. Wasserdichter Ausbau . . . . .	212
Viertes Kapitel. Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit mäßigen Wasserzuflüssen . . . . .	213
Fünftes Kapitel. Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen . . . . .	219
Sechstes Kapitel. Wasserdichter Ausbau in Schwimmsand . . . . .	224
C. Neuere Methoden des Abteufens in Schwimmsand . . . . .	232

## Siebenter Abschnitt.

<b>Wasserhaltung</b> . . . . .	236
A. Wasserhebung . . . . .	237
Erstes Kapitel. Feststehende Pumpen mit Gefänge . . . . .	237
a) Allgemeines . . . . .	237
b) Pumpenröhren . . . . .	246
c) Kolben . . . . .	247
d) Ventile . . . . .	249
Zweites Kapitel. Gefänge . . . . .	252
a) Gefänge in Hauptschächten . . . . .	252
b) Gefänge in Nebenschächten . . . . .	257
Drittes Kapitel. Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen . . . . .	258
Viertes Kapitel. Abteufpumpen . . . . .	260
Fünftes Kapitel. Andere Mittel zur Wasserhebung . . . . .	263
B. Verdämmung . . . . .	266
Sechstes Kapitel. Verdämmung in Strecken . . . . .	266
a) Hölzerne Dämme . . . . .	266
b) Gemauerte Dämme . . . . .	268

Achter Abschnitt.		Seite
<b>Wetterlehre</b> . . . . .		270
Erstes Kapitel. Die schlechten Wetter . . . . .		270
a) Entstehung der schlechten Wetter . . . . .		270
b) Schlagende Wetter und Kohlenstaub . . . . .		273
Zweites Kapitel. Wetterversorgung . . . . .		280
a) Umlauf der frischen Wetter in den Grubenbauen . . . . .		280
b) Geschwindigkeit des Wetterzuges . . . . .		283
c) Natürliche und künstliche Wetterversorgung . . . . .		286
Drittes Kapitel. Bewetterung der Gruben durch künstliche Erzeugung des Wetterstromes . . . . .		289
a) Erwärmung des ausziehenden Wetterstromes . . . . .		290
b) Verdünnung des ausziehenden Wetterstromes durch saugende Maschinen . . . . .		292
1. Schleuderräder oder Zentrifugalventilatoren . . . . .		294
2. Die sonstigen Wettermaschinen . . . . .		301
c) Vergleich zwischen Wetteröfen und Wettermaschinen . . . . .		303
d) Geräte zur Bewetterung einzelner Grubenbaue (Sonderbewetterung) . . . . .		303
Viertes Kapitel. Wetterführung . . . . .		311
Fünftes Kapitel. Beleuchtung der Grubenräume . . . . .		313
a) Allgemeines . . . . .		313
b) Einrichtung der Wetterlampen . . . . .		314
Sechstes Kapitel. Grubenbrand . . . . .		321
Siebentes Kapitel. Führung in bösen Wettern . . . . .		323
Sachregister . . . . .		327

### Berichtigung.

Die Ueberschriften 176 und 177, Seite 172, sind zu vertauschen.

Katechismus der Bergbaukunde.

---



# Einleitung.

---

## 1. Zweck und Gegenstand des Bergbaues.

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

Nutzbare Mineralien sind solche Bestandteile der festen Erdrinde, welche für technische Zwecke mit Nutzen zu verwerten sind. Dahin gehören: Erze, Brennstoffe, Salze, feste und erdige Mineralien, sowie mehrere Gesteinsarten (Dachschiefer, Traß, Bausteine, Pflastersteine 2c.).

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

## A. Die Lagerstätten.

### 2. Erklärung.

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

### 3. Einteilung der Lagerstätten.

Nach der äußeren Form teilt man die Lagerstätten ein in plattenförmige und unregelmäßig gestaltete, nach der Entstehung 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. Hohlräumeausfüllungen,
4. umgewandelte (metamorphische, metasomatische),
5. in das Gestein eingedrungene Lagerstätten.

### 1. Geschichtete (sedimentäre) Lagerstätten.

#### 4. Arten und nähere 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.

#### 5. 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.

#### 6. 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 über 200 theils bauwürdige, theils unbauwürdige Flöze in einer Gesamtheit von 2800 m übereinander 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.

### 7. Erklärung.

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 minérale. 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, Ratschkanar und Wissakaja im Ural, die Kiesstöcke von La Balma bei Locarno im Val Sesia.

### 3. Hohlraumausfüllungen.

#### 8. Arten derselben.

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, Bußen. 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.

#### 9. Beziehungen 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 hauptsächlichste 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.

**10. Verhalten der 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 abgesehritten.

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).

### **11. Stockwerke.**

Stockwerke sind Teile von massigen Gesteinen (Gneis, Granit, Porphyry), 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 bei Schlaggenwald in Böhmen.

### **4. Umgewandelte (metamorphische, metasomatische) Lagerstätten.**

#### **12. Erklärung.**

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 u. s. w. für in oxydische Zinkerze umgewandelte Kalklager.

## B. Die Störungen der Lagerstätten.

### 13. Arten der Störungen.

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.

### 14. Faltenverwerfungen.

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 *ab* und *cd* 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 *ef* 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.

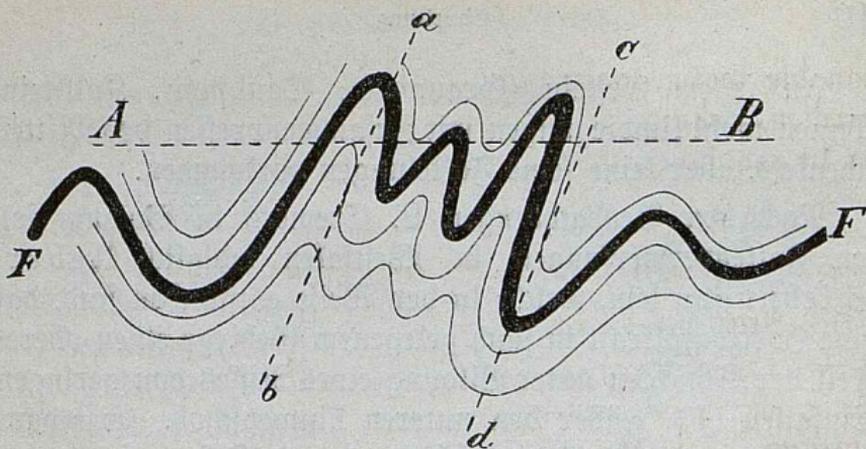


Fig. 1. Faltenverwerfung.

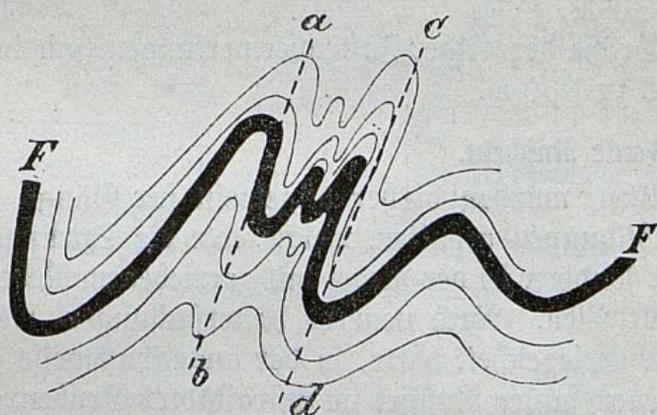


Fig. 2. Faltenverwerfung.

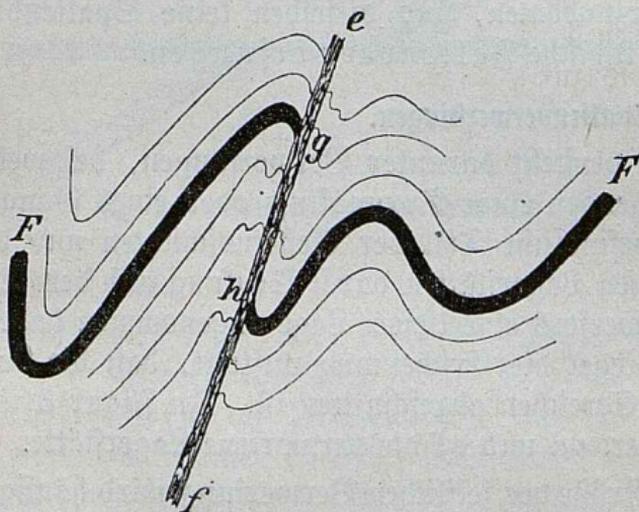


Fig. 3. Faltenverwerfung.

In festem Gestein (Grauwacke, Sandstein, Kalkstein) können wohl Umbiegungen mit Zusammenpressen des Mittelschenkels, aber keine feine Fältelungen vorkommen.

Nach den Beobachtungen L. Cremers in Bochum sollen Faltenverwerfungen in Westfalen lediglich Ueberschiebungen sein, welche in der Weise entstanden sind, daß eine Horizontalkraft in flach gelegenem Gebirge einen oberen Teil der Schichten unter Bildung eines Risses von geringem Einfallen ( $15^\circ$ ) über den unteren hinwegschob. Erst dann trat Faltung der Gebirgsschichten und Flöze, sowie der Risse (Bestege) ein.

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

### 15. Fauler Kuscheln.

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

### 16. Spaltenverwerfungen.

Man versteht darunter Verwerfungen, bei welchen der im Hangenden einer Sprungkluft oder eines Ganges ab in Fig. 4 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 abgebrochen 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 Verwerfers 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 Seitendruck angenommen werden; liegen sie ganz oder nahezu horizontal, so wirkte der Seitendruck allein, und es hat eine Verschiebung der Lagerstätten stattgefunden.

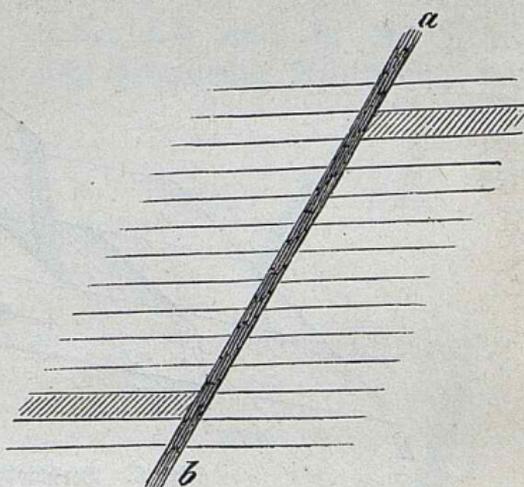


Fig. 4. Spaltenverwerfung: Profil.

Liegen sie ganz oder nahezu horizontal, so wirkte der Seitendruck allein, und es hat eine Verschiebung der Lagerstätten stattgefunden.

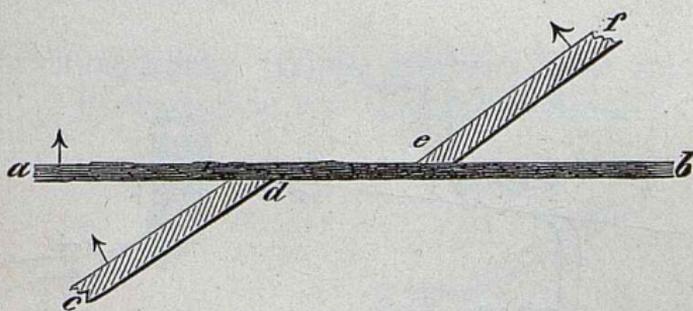


Fig. 5. Spaltenverwerfung: Grundriß.

## 17. Verschiebungen.

Bei den Verschiebungen hat meistens eine Umbiegung der Lagerstättenenden im Sinne eines horizontalen Druckes stattgefunden, wie die Figur 6 S. 12 zeigt, in welcher F eine verschobene Lagerstätte, N die Zerreibungsebene (das „Blatt“ oder „Geschiebe“) darstellt.

Andere der Natur entnommene Beispiele zeigen die Figuren 7, 8 und 9 für Gänge, Fig. 10 für ein Flöz.

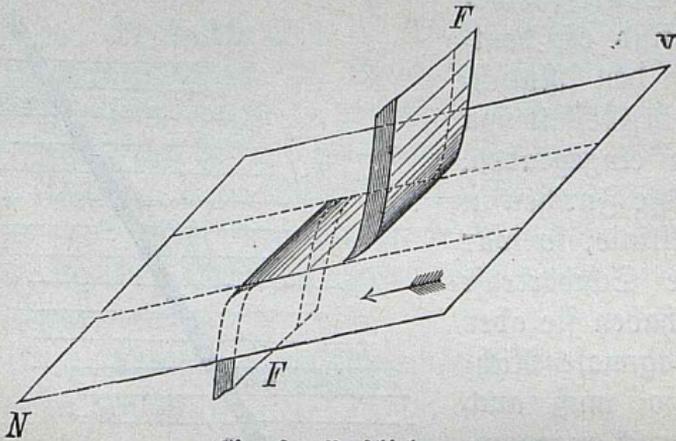


Fig. 6. Verschiebung.

Verschiebungen kommen in Gängen, bereits gefalteten Flözen und Lagern sehr häufig vor und sind außer an der Umbiegung häufig auch an mehr oder weniger horizontalen Rutschstreifen auf dem Blatt (Geschiebe) zu erkennen.

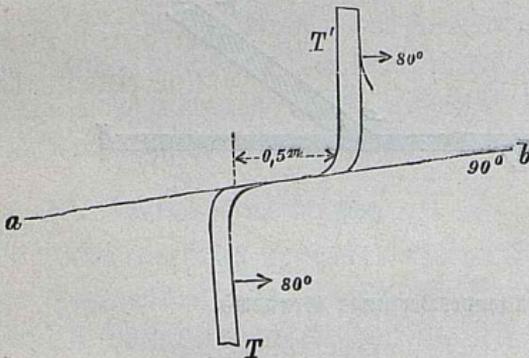


Fig. 7. Verschiebung des Altensegener Hauptganges im Umbruch der tiefen Wasserstrecke, etwa 80 m westlich vom Rosenhöfer Schachte: Grundriß.

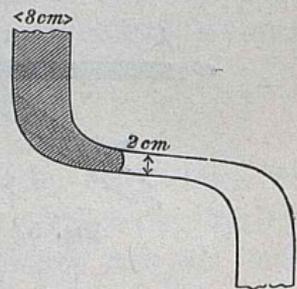


Fig. 8. Verschiebung des verkehrt fallenden hangenden Drummes auf Grube „Alter Segen“ bei Klauenthal.

Im allgemeinen kann man in flach gelagertem Gebirge weder Faltenverwerfungen, noch Verschiebungen, sondern lediglich Spaltenverwerfungen erwarten.

## 18. Gangablenkungen.

Man versteht darunter solche Erscheinungen, bei denen die Spalte CDEF Fig. 11 bei ihrem Aufreißen in dem Verwerfer AB eine, in der Regel nicht bedeutende Aenderung der

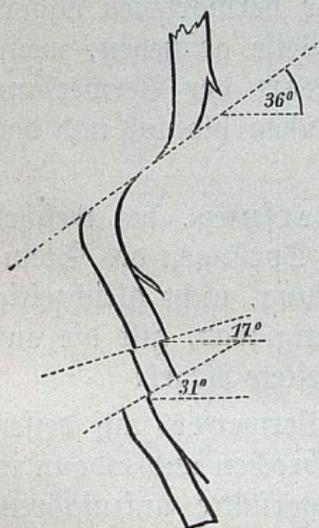


Fig. 9. Verschiebungen im Samsoner Gange zu St. Andreasberg: Profil.

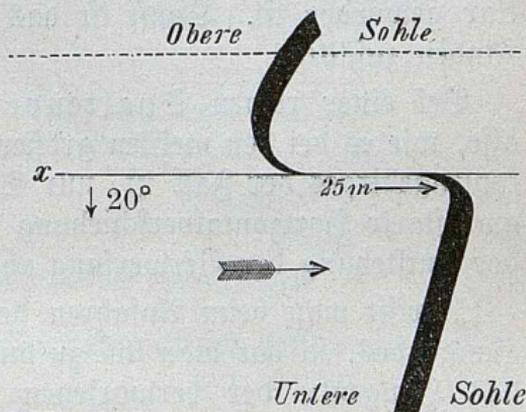


Fig. 10. Flözverschiebung auf Zeche Westhausen bei Dortmund: Profil.

Streichrichtung erfuhr. Häufig zeigt sich dabei auf beiden Seiten des Verwerfers in dem abgelenkten Gange eine starke

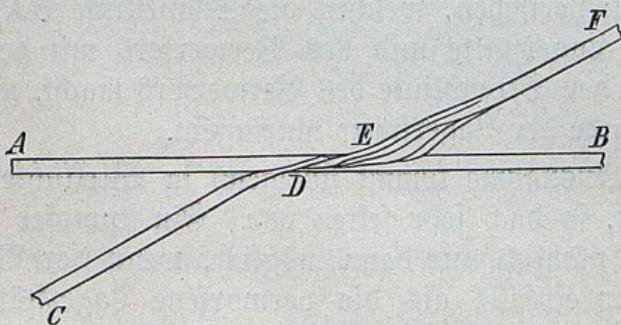


Fig. 11. Gangablenkung: Grundriß.

Zertrümmerung. Auch setzen einzelne Trümmer, zum Teil mit reicher werdender Erzführung, durch den Verwerfer hindurch.

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

### 19. Ausrichtung verworfener Lagerstätten.

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

Berggrat Zimmermann\*) in Klauenthal, bei welcher dasselbe Ziel durch Konstruktion erreicht wird und zwar ohne die Ausnahme des stumpfen Sprungwinkels.

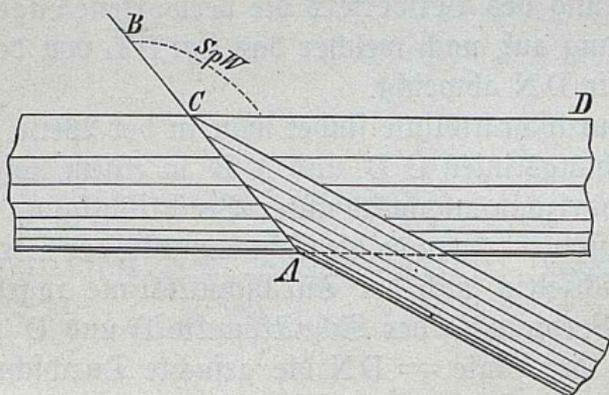


Fig. 12. Konstruktion des Sprungwinkels.

Diese Regel lautet in allgemeingültiger Fassung folgendermaßen:

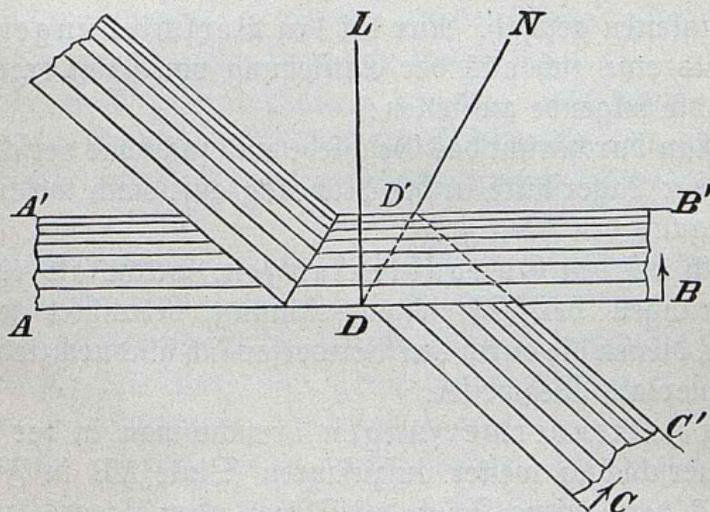


Fig. 13. Anwendung der Zimmermannschen Regel.

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

\*) Chr. Zimmermann, „Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flöze“. Darmstadt und Leipzig 1828, S. 49. — G. Köhler, „Lehrb. der Bergbaukunde“. Leipzig 1897, S. 32.

auf die Streichungslinie  $AB$ , bestimme die Lage der Durchschnittslinie  $DN$  zwischen den Ebenen der verworfenen Lagerstätte  $CD C' D'$  und des Verwerfers  $ABA' B'$  und suche nach Durchfahrung 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 Horizontalabschnitt 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 Gesehie 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 Aenderungen 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.

---

### 20. Beginn des Aussuchens der Lagerstätten.

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 Eisenerzen (eiserner Hut), ferner in allerhand Färbungen, sogenannte Schweifen oder Blumen. Dieselben sind grün bei Kupfererzen, rot bei Eisenerzen, schwarz bei Steinkohlen zc.

Ebenso ist eine Reihe fortlaufender, schräg an einem Bergabhang 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.

### 21. Erklärung.

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.

### 22. Die verschiedenen Arten des Schürfens.

Das Schürfen kann an der Tagesoberfläche mit Schürfglöben oder Röschen, unter der Tagesoberfläche mit Schurfschächten 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 rechtwinkelig 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 Schurfschächte 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 Lagerstätten gar nicht bemerkt werden, weil die betreffenden Spuren zu sehr zerstoßen und mit anderen Gesteinen vermengt, oder weil die Bohrproben durch starken Wasserauftrieb vor der Probenahme entfernt sind. Außerdem ergeben Schurfschächte und Schurfstollen direkten Aufschluß über Lagerung, Ausfüllung und Reichhaltigkeit bezw. Bauwürdigkeit der Lagerstätte.

## B. Tiefbohrung\*).

### 23. 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, 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.

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

### 24. 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.

\*) Th. Tecklenburg, „Handbuch der Tiefbohrkunde“. 6 Bände. Leipzig 1886—1896.

Das drehende Bohren geschieht immer mit Gestängen, und zwar bei milden Gebirgsmassen (Lehm, Letten, Sand zc.) 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.

#### 25. Apparate.

Die beim drehenden Bohren in milden oder flüssigen Gebirgsmassen anzuwendenden Apparate richten sich nach der Zähigkeit des Gebirges. Ist dieselbe groß, wie bei Letten, Lehm zc., so eignet sich am besten die Schappe, (Löffelbohrer, 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 zähem Gebirge ist der Cylinder ringsum geschlossen, hat am untern Ende ein Ventil (Klappe, Kugel zc.) und heißt Ventilbohrer (Fig. 15).

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

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 Hubbegrenzung findet und bei weiterem Anziehen der gefüllte Löffel emporgezogen wird.

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



Fig. 14.  
Schappe.



Fig. 15.  
Ventilbohrer.

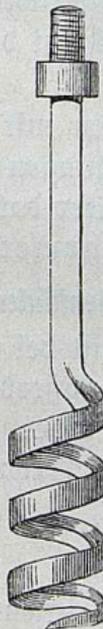


Fig. 16.  
Spiralbohrer.

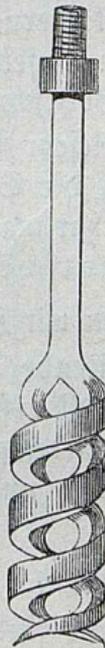


Fig. 17.  
Spiralbohrer.



Fig. 18.  
Sandpumpe.

## 26. Verrohrung der Bohrlöcher.

Um zu verhüten, daß die Wände des Bohrlochs zusammenfallen, muß man eine Verrohrung von Eisenblech dem Bohrer

unmittelbar nachfolgen lassen, was entweder durch einfaches Bescheren oder durch gleichzeitiges Drehen der Verrohrung geschieht.

## Zweites Kapitel.

### Stoßendes Bohren mit Gestänge.

#### 27. Bohren mit steifem Gestänge.

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 fallen gelassen. 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.

#### 28. Bohren mit Zwischenstücken.

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 Tage in Betracht.

#### 29. Bohrmeißel.

Die Bohrer sind bei festem Gesteine in der Regel mit Dhrenschneiden a versehen (siehe Fig. 19, 20, 21) und heißen Laschenbohrer. Die Dhrenschneiden sollen das Bohrloch rund erhalten.

Der gewöhnliche, einfache Meißel (Fig. 22 und 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.

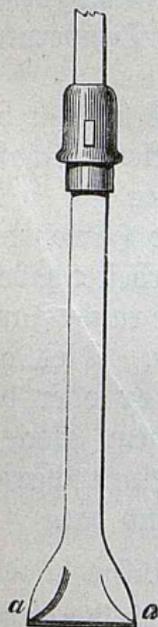


Fig. 19.



Fig. 21.



Fig. 20.

Laschenbohrer.

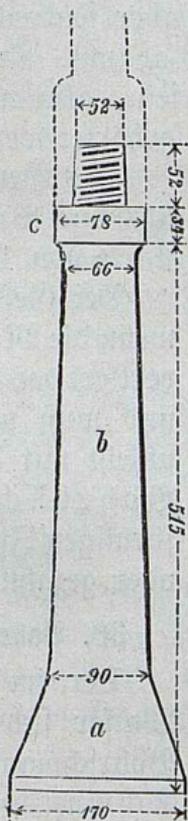


Fig. 22.

Einfacher Bohrmeißel.

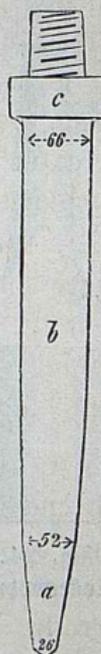


Fig. 23.

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.

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

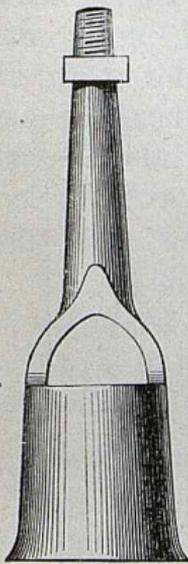


Fig. 24.  
Glockenbohrer.

### 30. Bohr- oder Schmandlöffel.

Der im Bohrloch in Verbindung mit Wasser sich bildende Bohrschlamm oder Bohrschmand wird mit Bohrlöffeln oder Schmandlöffeln 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.

### 31. 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 Bohrfloß, 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 Bohrfloß erhält je nach der Bohrlochsweite 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.

### 32. Zwischenstücke.

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 v. Deynhausen und von Kind. Später folgten die Freifallapparate von Kind, Fabian, Zobel etc.

### 33. Rutschscheren oder Wechselscheren.

Die v. Deynhausensche Rutschschere (Fig. 26 u. 27, S. 26) besteht aus den Scherenarmen c, welche unten durch einen runden Wulst abgeschlossen sind. Ueber 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,

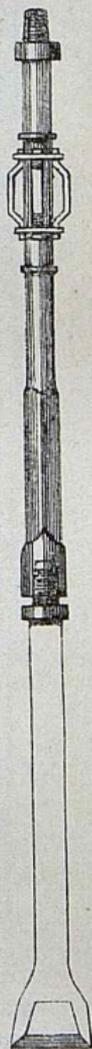


Fig. 25.  
Bohrfloß mit  
Meißel.

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

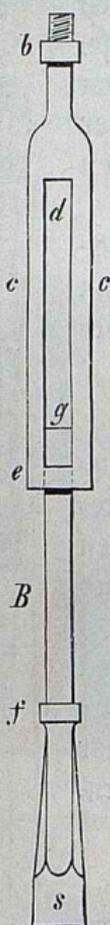


Fig. 26.

Rutschschere von v. Deynhausen.



Fig. 27.

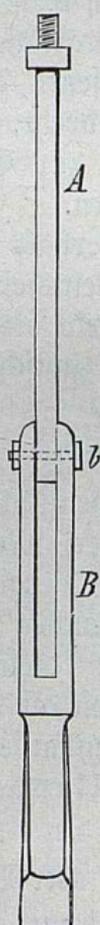


Fig. 28.

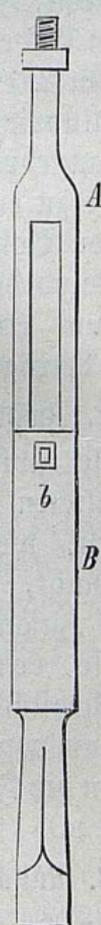


Fig. 29.

Rutschschere von Kind.

Die Wechschlere von Kind (Fig. 28 u. 29) besteht aus dem Scherenstück *A* und dem Abfallstücke *B*. Das letztere ist gleichfalls geschlitzt und führt sich im Scherenstück durch einen festen Querbolzen *b*.

### 34. Freifallapparat von Kind.

Der Kindische Freifallapparat (Figur 30 und 31) besteht aus der Zunge oder dem Abfallstück *i* und dem Scherenstück *f*. Jenes hat oben das Köpfchen *e* und am unteren 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 Querringel geschlossen, welcher die Bewegung der Zunge nach unten begrenzt und auf welchen sich dieselbe mit dem oberen Teile ihres Schlitzes legt, wenn das Gestänge herausgeholt oder wenn mit dem Apparate nach Art der Rutschschere gebohrt wird. Für den Fall, daß das Scherenstück am unteren Ende nicht durch einen Kegel, sondern durch einen Ring geschlossen ist, sind an der Zunge *i* die schon erwähnten „Nasen“ (Flügel) zugebracht. Beim

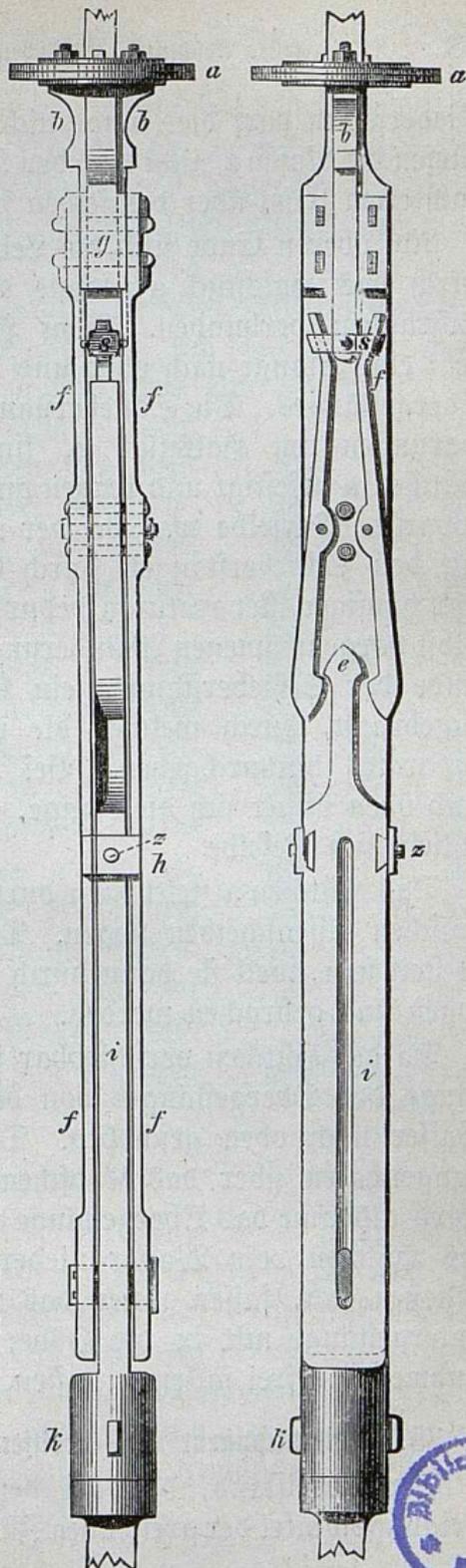


Fig. 30.

Fig. 31.

Kindischer Freifallapparat.



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 Schloßkeile oder Schrauben verbunden. Vom Halsstück (Kopfstück) g aus geht 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 unteren 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 unteren Ende der Schieberstangen ein Keilstück s (Fig. 30 u. 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 Köpfchen und nehmen das Untergestänge mit in die Höhe, um es im Augenblick des Subwechsels frei fallen zu lassen.

### 35. Freifallapparat von Greiffenhagen.

Der Uebelstand, daß bei dem Kindischen 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  $45^\circ$  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 Köpfchens sind horizontal. Beim Aufgange drückt das Wasser auf die Scheibe und dreht den Haken unter das Zungenköpfchen. 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.

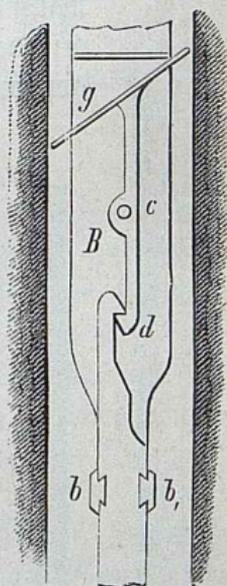


Fig. 32.  
Freifallapparat von  
Greiffenhagen.

### 36. Fabianscher Freifallapparat.

Bei dem Fabianschen Freifallapparat (Fig. 33 bis 36, S. 30) bilden zwei Stücke a (Fig. 34) einen Cylinder mit einer Watterschraube 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 Schlitzeln gleiten die Flügel oder Nasen *c* eines Quirlstückes (Fig. 35 u. 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 Schlitzeln zu verhindern.

Beim Einlassen und Aufholen des Bohrers müssen die Flügel des Fabianschen Quirlstückes auf dem Ring *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 Spitze 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.

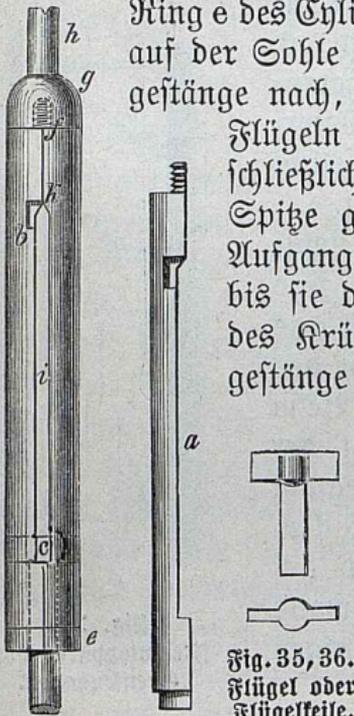


Fig. 33. Fig. 34.  
Freifallapparat v. Fabian.

Fig. 35, 36.  
Flügel oder  
Flügelteile.

Der Fabiansche Freifallapparat ist wegen seiner Einfachheit und Billigkeit eines der beliebtesten und beim stoßenden Gestängebohren bis zu Tiefen von 400 bis 500 m am häufigsten gebrauchten Freifallstücke.

### 37. 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 das=

selbe in dem 1271.6 m tiefen Bohrloch zu Sperenberg\*) bei Berlin mit gutem Erfolg.

Der Fauchsche 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 Querschaupt verbundenen Gestelle auf und nieder. Gegen Ende des Hubes streifen die Flügelkeile des Abfallstückes unter die abge-schrägten Flächen zweier am Querschapte des Gestelles sitzenden „Keilabschieber“ und werden dadurch von ihren Sitzen abgedrängt.

### 38. 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 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

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

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

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.

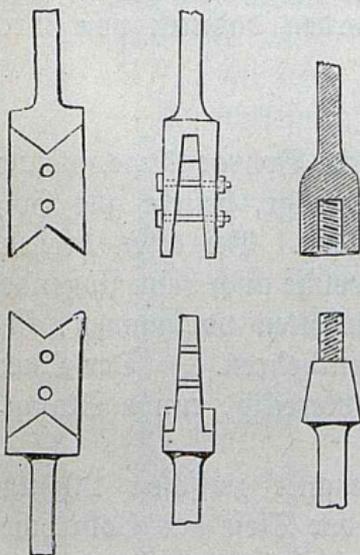


Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39.  
Stangenschlösser.

### 39. Verbindung der 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 (Figur 39) muß die Mutterschraube mit dem offenen Ende nach unten gerichtet sein, da-

mit 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.

### 40. Verbindung der 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 Eisenbeschlage 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).

#### 41. Einrichtungen über Tage beim Gestängebohren.

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 Nachlaßkette geschieht, welche bei den neueren Bohrmethoden vielfach vorgezogen wird.

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

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.

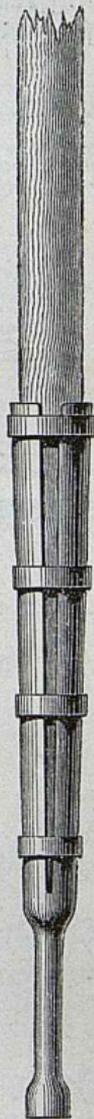


Fig. 40.  
Gabel-  
förmiger  
Beschlag.

Der Bohrschwengel *a* in Fig 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 (Schwengeldocke, Schwengelständer),

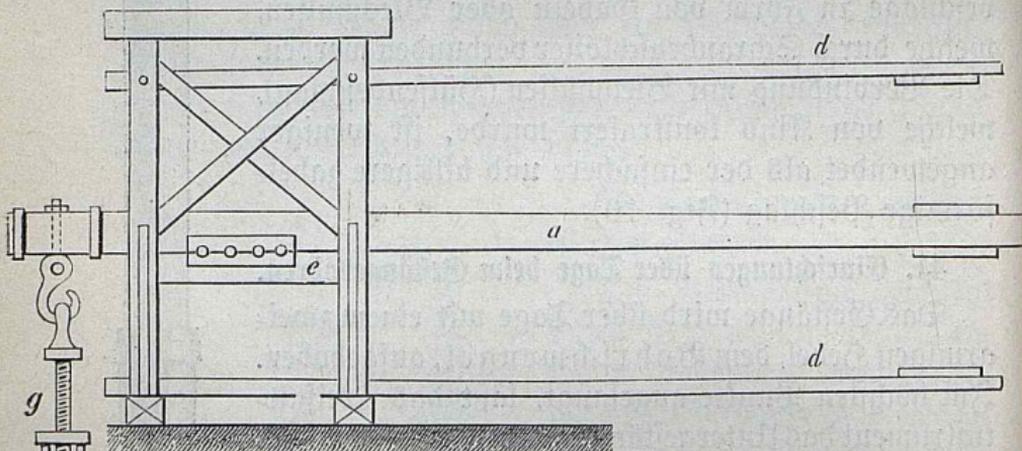


Fig. 41. Bohrschwengel und Bohrdocke.

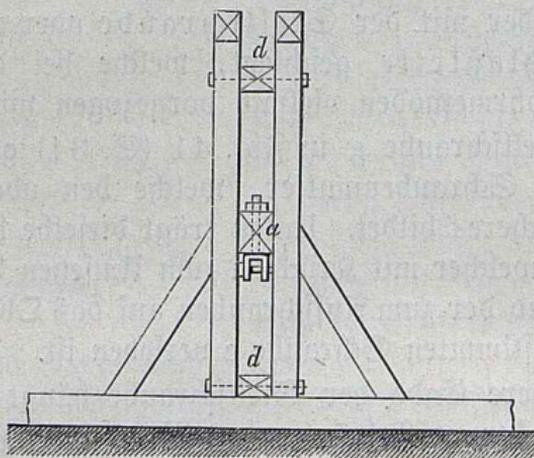
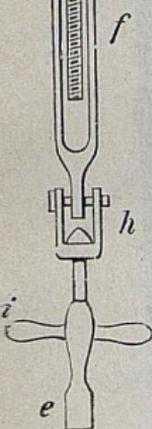


Fig. 42. Bohrschwengel und Bohrdocke.

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.

#### 42. 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 Spilrenräder, 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.

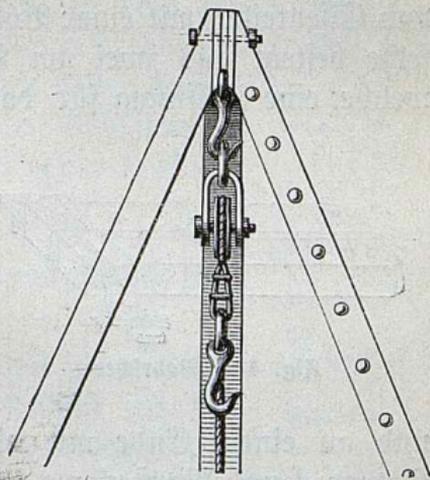


Fig. 43. Einfaches Bohrgerüst.

#### 43. 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 Gerüsts 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, Riegel 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.

#### 44. Verfahren 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 Deffnung für das Gestänge zwischen sich lassen

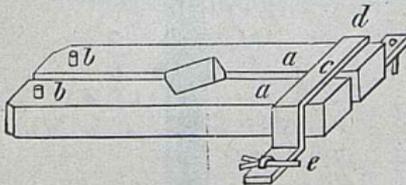


Fig. 44. Bohrschere.

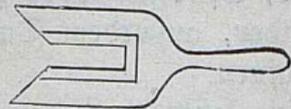


Fig. 45. Abfanggabel.

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 Stuhlkrüchel (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 hineinpasseu. 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 und 47, mit einer um einen Zapfen drehbaren Klinke, welche ihrerseits noch mit einem Haken befestigt wird. Die abgeschraubten Bohrstangen werden entweder aufgestellt oder besser an einem Rechen aufgehängt.

#### 45. 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 deshalb darf 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, S. 38), mit welchem man die Stangen unter einem Bund zu fassen sucht.

Von den anderen Instrumenten zum Fassen eines abgebrochenen Meißels oder einer unter dem Bunde

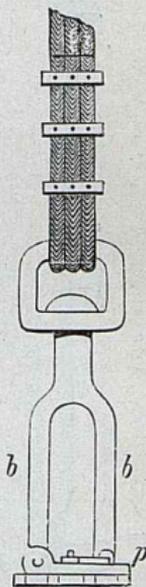


Fig. 46.

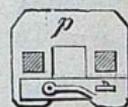


Fig. 47.  
Stuhlkrüchel.

abgebrochenen Stange sei hier nur eins, die Fallfangs-  
schere oder der Wolfsrachen (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.

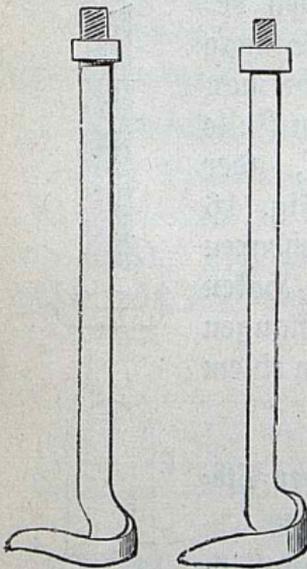


Fig. 48.

Fig. 49.

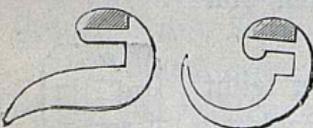


Fig. 50.

Fig. 51.

Glückshaken.

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

Am Ringe d hängen zwei Arme b,  
deren untere Enden, der Wolfsrachen,  
mit scharfen stählernen Zähnen ver-  
sehen sind.

Beim Einlassen wird der Wolfs-  
rachen hochgeschoben und in dieser  
Stellung durch ein zwischen die Zähne  
geklammertes Holzstäbchen x gehalten.  
Sobald die Glocke über das Ge-  
stänge hinweggeschoben ist, wird das  
Stäbchen fortgestoßen, der Wolfs-  
rachen fällt herab und hält, während  
das Obergestänge mit der Glocke  
angezogen wird, das Gestänge fest.

#### 46. Verhütung des Nachfalles.

Bei Gestein von geringer Festigkeit kommt es häufig vor,  
daß sich Teile der Bohrlochswände loslösen und ins Bohr-  
loch hineinfallen. Um solches zu verhüten, muß das Bohr-  
loch mit einer Verrohrung versehen werden, welche  
entweder aus zusammengenietetem Eisenblech oder aus  
Röhren besteht, welche nach der Längsnaht geschweißt 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 weiteren 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.

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

Das genannte Verfahren ist im wesentlichen ein Gestängebohren mit Wechselschere 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 Bohrloches 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

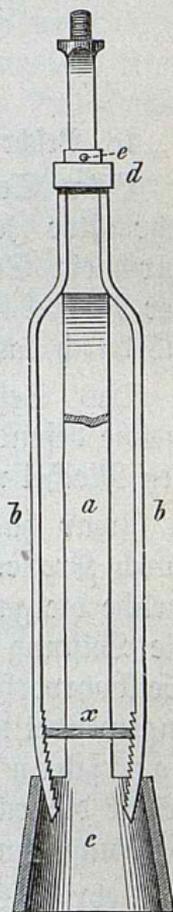


Fig. 52.  
Fallfangsäge.

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

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

\*\*) Preuß. Zeitschr. 1884. S. 319.

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.

### 48. Beschreibung des Verfahrens.

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.

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 Bohrloches durch häufige Anwendung von runden, halbrunden zc. sog. Bohrbüchsen.

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

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

## Viertes Kapitel.

## Bohrverfahren mit Wasserspülung.

## 49. Erklärung.

Das Bohrverfahren mit Wasserspülung besteht darin, daß man den auf der Bohrlochssohle sich bildenden Bohrschlamm durch einen mit Ueberdruck 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.

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 Diluvialsandten niederzubringen sind.

## 50. 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 Frs. 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 dem Rakyschen Verfahren\*) sucht man den Zweck der Freifallapparate dadurch zu erreichen, daß man den Bohrschwengel auf Federn ruhen läßt. Auch helfen die Federn beim Aufgang des steifen Gestänges. Dieses, die Schwertstange und der Meißel sind hohl, das Spülwasser tritt unten am Meißel aus. Die Bewegung des Bohrschwengels geschieht nach Art des Pennsylvanischen Seilbohrens durch Pleuelstange und Kurbelscheibe, welche ihre Bewegung durch einen Riemen erhält. Der Riemen wird durch eine mittels Gegengewicht eingedrückte Rolle gespannt. Bei jeder Umdrehung wird die Spannrolle durch ein an der Kurbelscheibe verstellbar angebrachtes Segment ausgelöst, der Riemen wird schlaff und das Gestänge kann ungehindert fallen.

\*) Glückauf, 1896, S. 225.

Das Rakysche Bohrverfahren hat sich im Elsaß mehrfach sehr gut bewährt. Bei Gunstedt kostete ein 367.60 m tiefes Bohrloch pro Meter 11.09 Mk. Auch ist zu bemerken, daß man rasch und leicht vom Wasserspülen zum Trockenbohren und zum Diamantbohren übergehen kann.

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 Röbrich 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 Hohlfreifallapparate benutzt Röbrich nur für mäßige Tiefen und ersetzt dasselbe, sobald gleichmäßig feste Schichten erreicht sind, durch das drehende Bohren mit Diamanten\*).

### 51. Die Einrichtung beim Diamantbohren nach Röbrich.

Die ganze Einrichtung ist so getroffen, daß man schnell und leicht die Schappe durch Hohlfreifallapparat 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, je nachdem 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 Nennfutter für das Arbeitsrohr versehen und hängt

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

während der Arbeit durch Vermittelung einer Schelle und zweier Hängeeisen an dem vordern Teile des Bohrschwengels. Letzterer übernimmt durch eine einfache Winder Vorrichtung 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 Gewichtsangleichung des Gestänges, als der Druck der sich drehenden Bohrkrone 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 nötigenfalls ein neues Stück Gestänge aufgesetzt ist, hochgeschoben, das Klemmfutter wieder mit dem Gestänge verschraubt und das Bohren fortgesetzt. Die Wasserspülung erfolgt mittels einer an die Antriebsmaschine 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 Röblich nach dem Vorgange der American-Diamond-Rock-Boring-Company eine sehr zweck-

mäßige Einrichtung getroffen. Im Innern der Bohrkronen liegt ein nach oben stärker werdender loser, an einer Stelle aufgeschlitzter Stahlring  $b_1$  (Fig. 53 u. 54). An der inneren Fläche desselben befinden sich mehrere mit Diamanten  $c_1$  besetzte Vorsprünge. Sobald die Bohrkronen angehoben wird, klemmt sich der Strahlring fest, die Diamanten dringen in den Kern hinein, der letztere wird bei einiger Kraft-

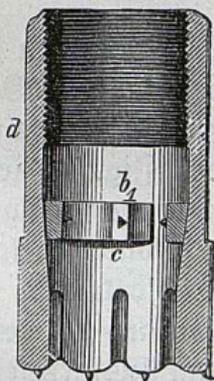


Fig. 53.

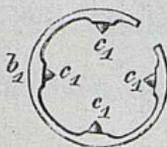


Fig. 54.

Ring zum Abreißen des  
Bohrkerns.

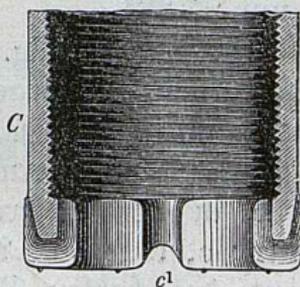


Fig. 55.

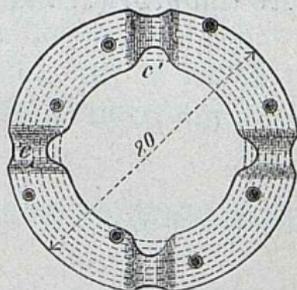


Fig. 56.

Bohrkronen.

anwendung abgerissen und gleichzeitig mit der Bohrkronen zu Tage gebracht.

## 52. Einsetzen der Diamanten.

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 letzteren

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 gekohlt und in kaltem Wasser abgelöscht, beziehungsweise gehärtet.

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

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; c, c' 2c. sind Aushöhungen, durch welche das im Innern des hohlen Gestänges herabkommende Spülwasser den Bohrschlamm fortführt, worauf es denselben außerhalb empordrückt und über Tage zum Ausfließen bringt.

## Zweiter Abschnitt.

### **Häuer- oder Gewinnungsarbeiten.**

#### 53. Erklärung.

Unter Häuer- oder Gewinnungsarbeiten versteht man 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 weitem Verwertung zu Tage geschafft werden können.

#### 54. Umstände, von welchen der Erfolg der Gewinnungsarbeiten abhängt.

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 Widerstände sind, um so größer ist der Erfolg der Gewinnungsarbeit und um so geringer 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.

## 55. Erklärung.

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

## 56. Gezüge (Geräte).

Die bei der Wegfüllarbeit nötigen Gezüge 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 größeren Stücken und unebener Sohle ist die Krake (Krückenkrake, 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.

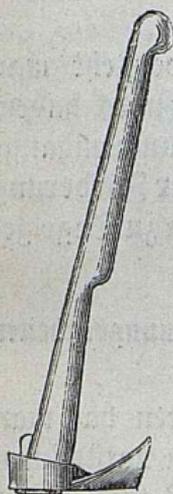


Fig. 57.

Krückenkrake.

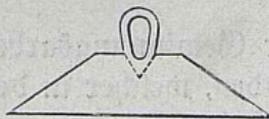


Fig. 58.

Bei Erdarbeiten wird gerechnet, daß ein Arbeiter mit der Schaufel in zehnstündiger Schicht 24300 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.

Reilhauenarbeit.

A. Sandarbeit.

57. Gezähe.

Wie schon der Name andeutet, ist das hauptsächlichste Gezähe die Reilhau in ihren verschiedenen Formen, nämlich die einfache Reilhau, die Doppelreilhau und diejenige mit Einsatzspitzen oder Einsatzblatt.

Die einfache Reilhau (Fig. 59) besteht aus Blatt, Spitze (Dertchen) und Hufe. 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 Dertchen gehende Schwerlinie mit einem Bogen zusammenfällt, dessen Mittelpunkt im Ellbogen des die Reilhau führenden Arbeiters liegt. Bei Nichtbefolgung dieser Regel entstehen beim Gebrauche der Reilhau Preßschläge. Nur diejenigen Reilhauen, welche zum Auspußen der Ecken des Schrams dienen sollen, werden mit stumpfem oder rechtem Winkel zwischen Blatt und Helm hergestellt.



Fig. 59.

Einfache Reilhau.

Das Dertchen 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 Reilhau beträgt etwa 2.75 kg, schwankt aber zwischen 0.6—4 kg. Die leichteren dienen zum Schrämen.

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

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.

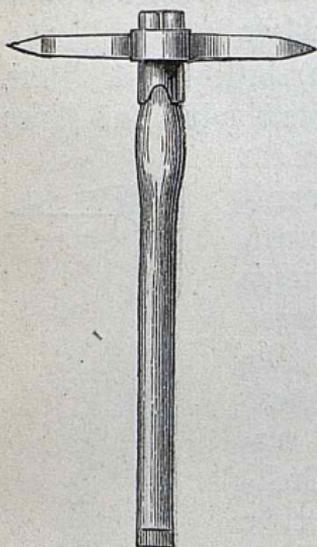


Fig. 60. Doppelkeilhau.

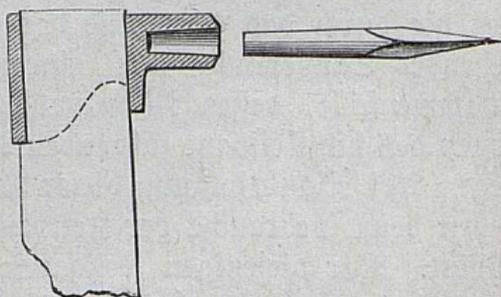


Fig. 61. Keilhau mit Einsatzspitze.

Vielfach eingeführt sind in neuerer Zeit die einfachen Keilhauen mit Einsatzspitzen 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 d eingesetzt wird (Fig. 62 u. 63).

Dasſelbe 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 Dohr a zum Anſädeln der Blätter beim Transporte.

58. Anwendung der Keilhauenarbeit.

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

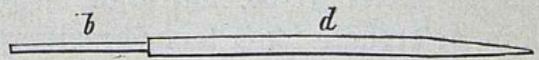


Fig. 62.

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

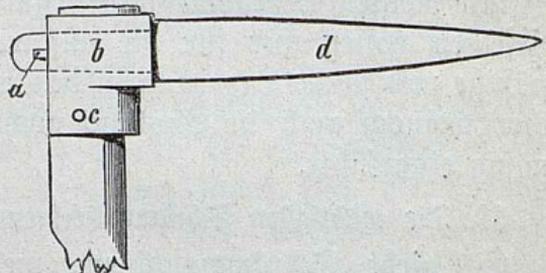


Fig. 63. Mansfelder Keilhaue.

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.

59. Zweck des Schrämens und Schlizens.

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

Bei harten Kohlen und großer Mächtigkeit derselben muß und kann das Schrämen und Schlizen häufig unterbleiben,

weil die dadurch bedingte Erhöhung der Selbstkosten weder mit der Ersparung an Sprengmaterial, noch auch mit dem Mehrerwerb 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.

### 60. 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 überall betriebsmäßig eingeführt.

### 61. 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 Kreisfräse (Turlay\*\*), oder eines Rades bilden (Hurd & Simpson\*\*\*), Walker, Gillot, Copley†), oder in eine Laschenkette eingesetzt sind, welche sich

\*) Le Technologiste. Paris. Septbr. 1864. — J. R. z i h a, „Tunnelbaukunst“. 1865. S. 168. — A. H a b e t s, „Ueber Steinkohlengewinnungsmaschinen“ zc. in Revue univ. 2 livr. 1865. — Verbesserungen an Schrämmaschinen nach Jones. London 1865. — Carret's Schrämmaschine. Polyt. Centralbl. 1865. 21. Tief- und Polyt. Journal 1866, S. 274. — Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14, S. 255.

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

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

†) Berg- und Hüttem. Ztg. 1872, S. 296. — 1874. S. 13.

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 Laschenketten 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 Schram†) und Dubois=François††) können bei Streckenbetrieb verwendet werden. Für denselben Zweck sind die Schrämmaschinen von Neuerburg†††) und Norris\*†) bestimmt, welche mit dicht nebeneinander liegenden drehenden Bohrern Löcher in die Kohle bohren, so daß auch dadurch ein Schram hergestellt wird.

\*) Bluhme in Preuß. Zeitschr. 1866. Bd. 14 S. 261. — Bergzeit 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.

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

\*\*\*) Bluhme 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.

††) Oesterr. 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. 33075. — Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1886.

## Drittes Kapitel.

## Schlägel- und Eisenarbeit.

## 62. Zweck der Schlägel- und Eisenarbeit und Gezähe.

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, Bühlöcher für Stempel u.) 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.

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.



Fig. 64.  
Bergeisen.

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.

## Hereintreibearbeit.

## 63. Zweck der Hereintreibearbeit.

Die Hereintreibearbeit 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 Begeisen, die Brechstange, der Spitzhammer.

Das Treibfäustel (Keilfäustel, großes Fäustel, Bäuschel) besteht aus Eisen, hat verstärkte Bahnen, gebrochene Kanten, ein rundes oder länglich viereckiges 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 Pressschläge 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 Begeisen (Quetten) sind starke Eisenbleche, welche zur Seite der Keile eingelegt werden, wenn sich dieselben in weiche Gebirgsmassen eindringen, ohne dieselben zu spalten.

Die Brechstange, ein zweiarmiger Hebel mit dem Stützpunkt d (Fig. 65), ist ein für die Hereintreibearbeit 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 Spizhammer 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 Spizhammer für letzteren Zweck nicht zum Ziele führt, greift man zur Brechstange.

### Fünftes Kapitel.

## Sprengarbeit.

### 64. Geschichte der Sprengarbeit und ihre Einteilung.

Die Sprengarbeit ist nach D. Hoppe („Beiträge zur Geschichte der Erfindungen“. 1. Lieferung. Klausthal 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.

### 65. Gezähe.

Die für die Bohrarbeit erforderlichen Gezähe sind: Fäustel, Bohrer, Kräzer oder Wischer, Bohrkluppe 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 Keilhau, 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 Ranten haben, etwas zusammengezogen und gewölbt sein, damit sich die Schlagwirkung im Schwerpunkt 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 Dehr so groß sein, daß man ein Helm von hinreichender Stärke hineinstecken kann, weil dasselbe gerade am Dehr dem Abbrechen am meisten ausgesetzt ist. Dieser Bedingung wird durch ein Dehr 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.

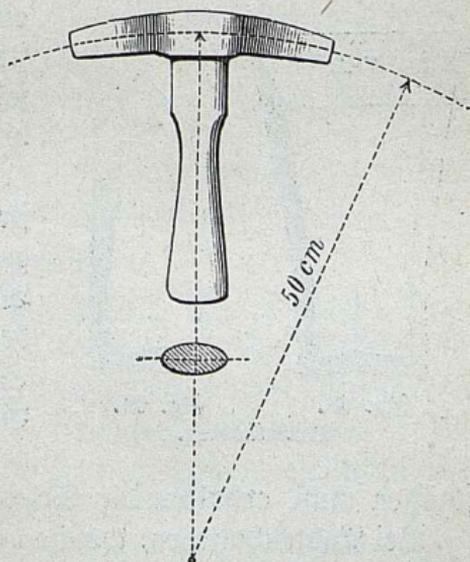


Fig. 67. Bohrfäustel.

besondere Art des Bohrens, das Schlenkerbohren, steigt das Gewicht des einmännischen Fäustels 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.

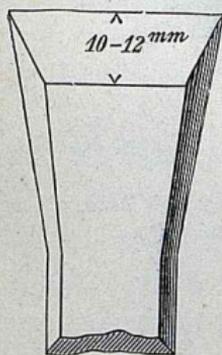


Fig. 68.

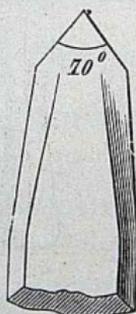


Fig. 69.

Meißelbohrer.

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 schlank zugeführt, 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 Kräcker oder Wischer, eine flache, 15 mm breite Eisenstange mit einer kleinen Scheibe an dem einen Ende.

## b) Maschinenarbeit.

## 66. 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 & Meihé, Fritsch & 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.

## 67. Maschinen älterer Einrichtung.

Drehende Handbohrmaschinen sind von Lisbeth, Loch, Stanek & Reška, Jarolimek 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\*) besteht aus einer am vorderen Ende mit einem Schlangenbohrer versehenen Schraubenspindel, welche mittels Kurbel durch eine in einem Gestelle festgelegte Schraubenmutter hindurchgedreht wird. Die letztere ist zweiteilig und kann leicht geöffnet und geschlossen werden, so daß das Zurückziehen und Auswechseln der Bohrer wenig Zeit kostet.

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

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

### 68. Maschinen mit verstellbarem Vorschub.

Der Vorschub hängt bei den eben besprochenen Bohrmaschinen lediglich von der Gewindehöhe der Schraubenspindel ab. Um jedoch bei wechselnder Härte des zu durchbohrenden Materials den Vorschub ändern zu können, derart, daß er mit zunehmender Härte geringer, mit abnehmender Härte größer wird, wendet man gegenwärtig Maschinen an, bei welchen z. B. die Schraubenspindel durch eine mit einer Bandbremse versehene Mutter hindurchgeht. (Maschinen von Wickard, System Steinert „Jubile“, System Bornet und Thomasmaschinen.) Wird die Mutter festgebremst, dann erfolgt der Vorschub, wie bei der Lisbeth-Maschine, nach Maßgabe der Gewindehöhe. Löst man die Bremse vollständig, dann dreht sich die Mutter mit und der Vorschub ist gleich Null. Zwischen beiden Extremen kann man jeden beliebigen Vorschub erzielen.

Bei anderen Maschinen greift in die Schraubenspindel ein Zahnrad (System England) oder eine Schnecke (Elliot), welche gleichfalls mit Bremsen versehen sind.

## 2. Mechanische Bohrmaschinen.

### a. Stoßende.

#### 69. Einrichtung der stoßenden Bohrmaschinen.

Die stoßenden (Perkussions-)Bohrmaschinen werden außer mit Elektrizität 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, so daß beim Zurückziehen eine geringere Kraft ausgeübt wird.

Die meisten Steuerungen sind Muschelschieber, welche bei den älteren Maschinen (Jungersoll, Sachs, Meyer) durch

Hebelübersezung 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 geradlinigen Bewegung des Kolbens ist noch das Umsetzen desselben, bezw. des Meißels, nach jedem Schlage 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 Schubflinke beim jedesmaligen Rückgang des Bohrers ein Rädchen (Schaltrad) 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 2c.), 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 Sperrad (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 Sperrades oder in der Oeffnung des hohlen Kolbens befindet, durch welches die Spindel hindurchgeht. Beim Zurückgehen würde der Kolben trotz der Drallzüge geradeaus gehen, wenn das Sperrad nicht durch eine Sperrflinke 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 Schraubenmutter 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, Ingersoll, Darlington &c.), die andere an den Maschinen mit selbstthätiger Vorrückung (Sachs, Meyer &c.). Die letztere wird übrigens nicht mehr 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 Oeffnung quer eingetrieben.

#### 70. Namen der bekannteren Bohrmaschinen.

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

mechanische Umsezung lediglich durch Druckluft geschieht, diejenigen von Schram & Mahler, Frölich, Jäger, Broßmann & Rachelmann, 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.

### 71. Maschine von Schram & Mahler.

Die Steuerung erfolgt durch einen mit den beiden Kolben I und II versehenen Muschelschieber s (Fig. 70), welcher durch den Stift t geführt wird. Mit den Räumen hinter den Steuer-

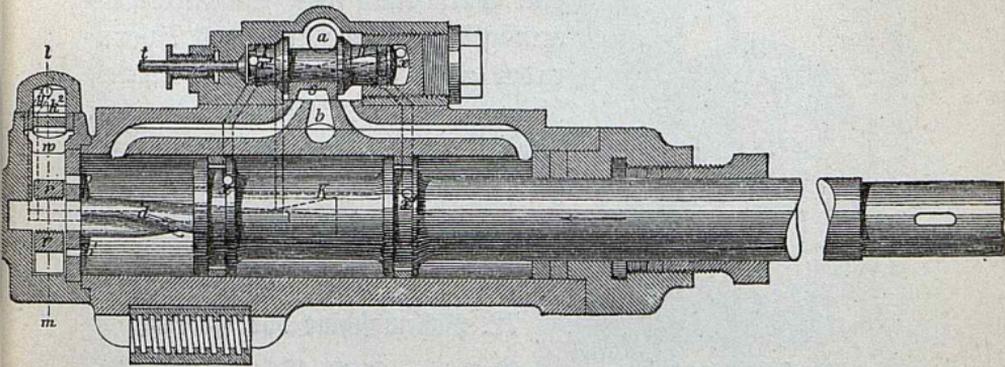


Fig. 70. Schramsche Bohrmaschine.

kolben 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 Oeffnung  $a$  statt, und der Kolben  $K$  ist auf dem Rückwege begriffen. Wird dabei die Oeffnung  $x'$  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 Preßluft hinter dem Steuerkolben entweichen kann.

Das Umsetzen des Meißels geschieht mit Hilfe des Sperrrades *r*, des vierkantigen, spiralförmig aufgedrehten Dornes *d* und der in der vordern Kolbenfläche angebrachten Mutter *u*. Auf den Sperrhaken *w* (Fig. 71) 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 eingetretene Preßluft 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 wird ohne Drehung vorgestoßen.

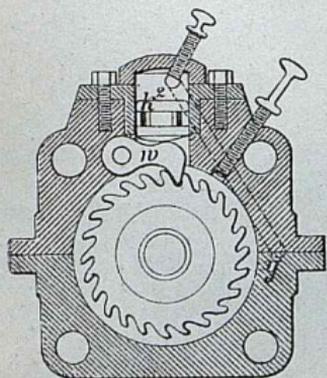


Fig. 71. Schnitt nach *l m*.

Das Vorrücken der Maschine geschieht mit der Hand.

## 72. Bohrmaschine von Frölich.

Bei der Frölich'schen Maschine (Fig. 72) 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 Oeffnungen *c* und *d* durch die punktierten Kanäle *e* und *f* verbunden sind.

Bei der gezeichneten Stellung des Arbeitskolbens findet die Preßluft durch die Oeffnungen *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 Preßluft durch die Oeffnung *g* vor die ringsförmige 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 Oeffnung von e steht, worauf die Luft durch e unter dem Muschelschieber hinweg entweicht.

Gleichzeitig wird auch die Ringfläche 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 Oeffnungen e 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

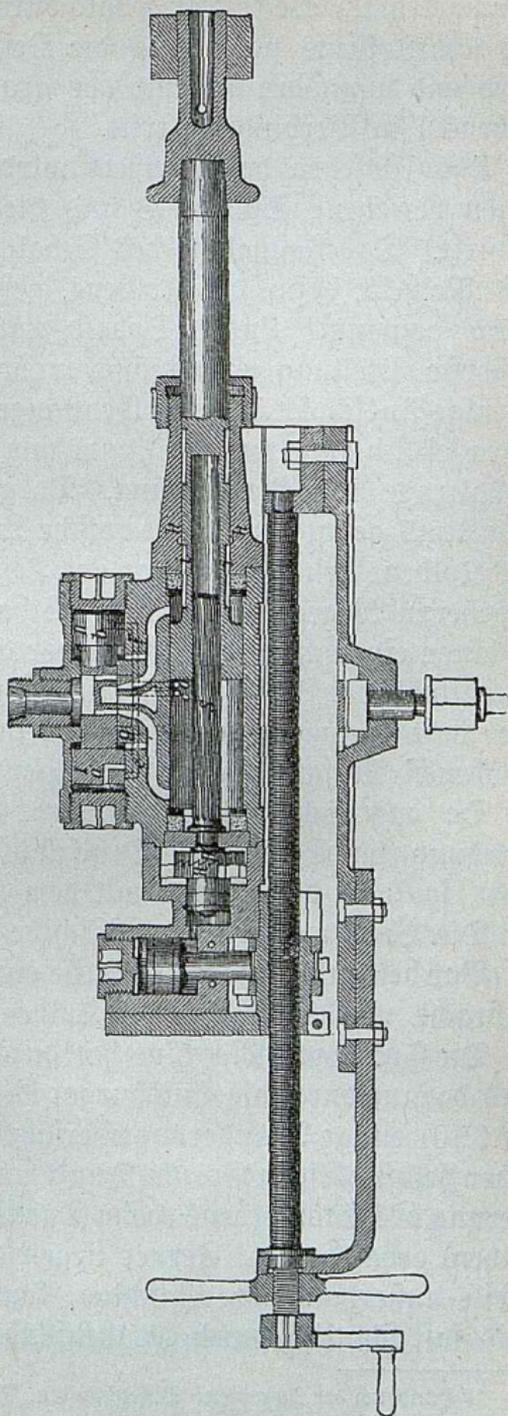


Fig. 72. Strömische Bohrmachine.

in umgekehrter Weise statt, sobald durch die weitere Bewegung des Kraftkolbens nach links die Oeffnung *c* 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 Vorkbewegung 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 und darauf durch die Duisburger Maschinenfabrik (D. R.=P. 47 660) 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.

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

### 73. Maschine von Broßmann & Kachelmann.

In der durch die Fig. 73 bis 76 \*) 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 Oeffnung  $h'$  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. 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 spiralförmig 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.

### 74. Maschinen von Darlington und Reiff.

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

Der Cylinder hat bei der Maschine von Darlington (Fig. 77, S. 69) eine Einströmungsöffnung  $o$  und oben in

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

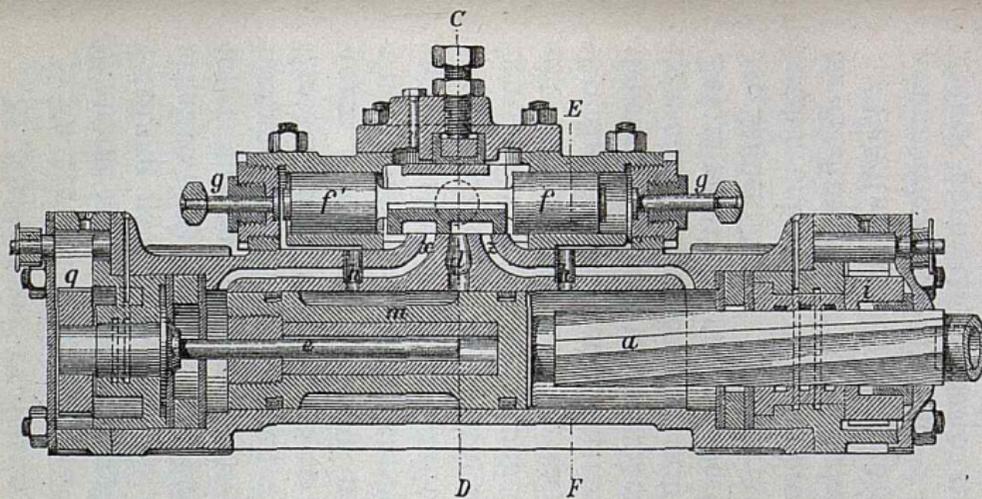


Fig. 73.

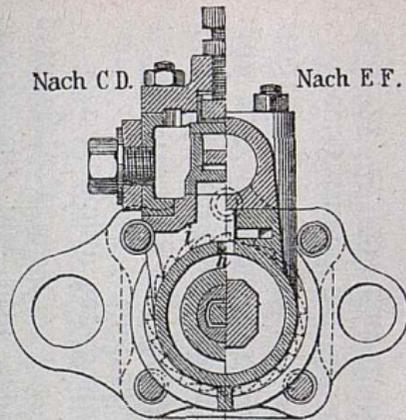


Fig. 75.

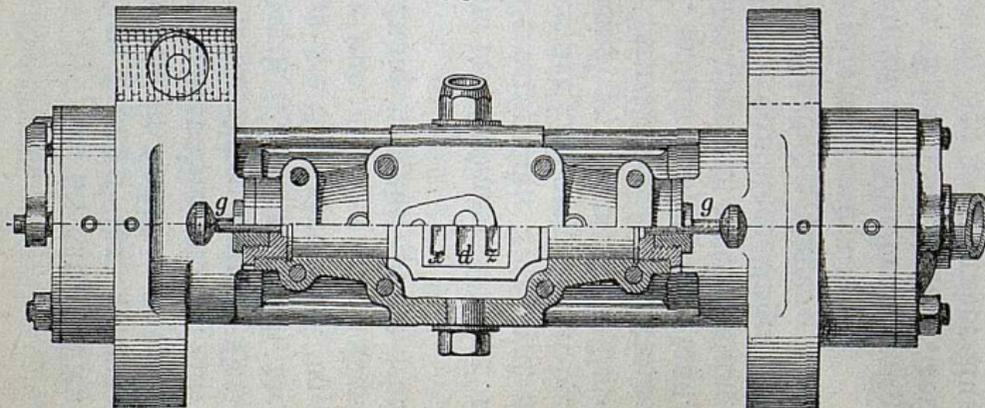


Fig. 74.

Bohrmaschine von Broßmann.

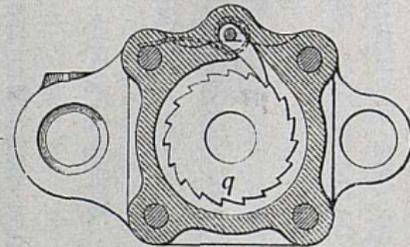


Fig. 76.

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 Freiwerden der Ausströmung  $o'$  entweicht.

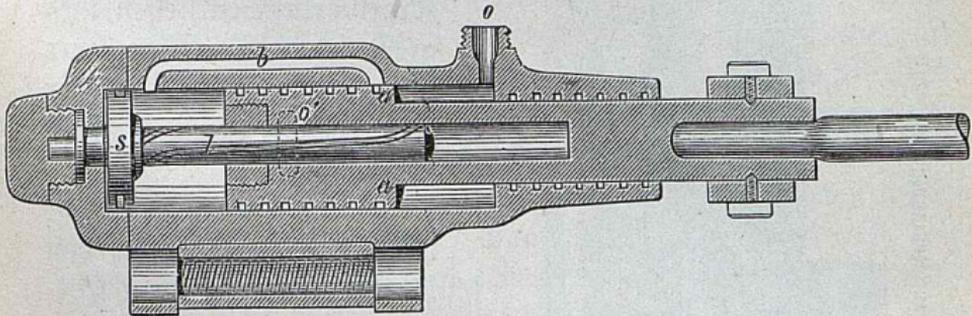


Fig. 77. Bohrmaschine von Darlington: Grundriß.

In diesem Augenblicke bekommt der dauernde Druck auf die kleinere Kolbenfläche wieder das Uebergewicht, 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 hinwegschiebt.

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 wurde früher im Rammelsberge bei Goslar ge-

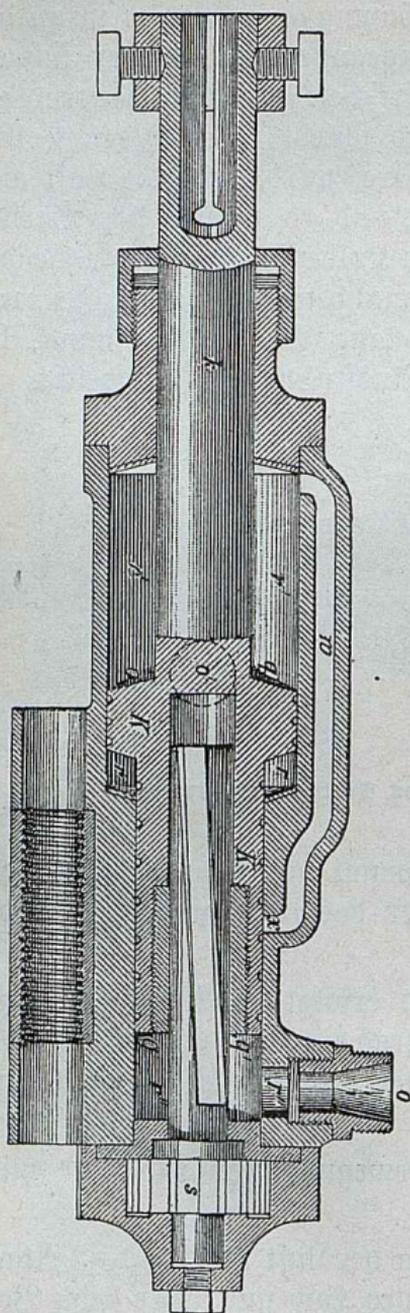


Fig. 78. Bohrmaschine von Stell.

braucht, besonders an nicht fahrbaren Gestellen (Bohrsäulen) in den Abbauen.

Die Maschine von Neill 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  $o$ , Figur 78, 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 Ringfläche  $q, q$ , welche doppelt so groß ist

als  $q'q'$ , stößt den Kolben zurück, die Oeffnung  $x$  wird geschlossen, die Ausströmung  $o$  frei und in  $r'$  das Gleichgewicht

mit der atmosphärischen Luft wieder 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.

### 75. Elektrische stoßende Bohrmaschine.

Die bekannteren Maschinen dieser Art sind die Solenoidmaschinen von van Depoele und Marvin, sowie die Kurbelstoßbohrmaschine von Siemens & Halske.

### 76. Solenoidmaschinen.

Die Maschine von van Depoele\*) besteht im wesentlichen aus drei nebeneinander liegenden Solenoiden, innerhalb welcher ein Eisenkern durch fortwährende, mittels Wechselstrom erzielte Ummagnetisierung der beiden äußeren Spulen in eine rasche hin- und hergehende Bewegung versetzt wird. Der Eisenkern wird von der mittleren Spule mittels intermittierenden Gleichstroms magnetisiert und ist direkt mit dem Schlagkolben, in welchem der Bohrer befestigt ist, verbunden. Die Ummagnetisierungszahl in der Minute entspricht der Polwechselzahl der Wechselströme. Spulen, sowie Eisenkern sind in einem festen eisernen Gehäuse eingeschlossen. Das Umsetzen des Bohrers geschieht in einfacher automatischer Weise (Spiralnute und Sperrrad); derselbe macht bei jedem Hube  $\frac{1}{8}$  Umdrehung.

Der Hub beträgt 138 mm, die Anzahl der Schläge in der Minute 325. Das Vorrücken der Maschine geschieht mit der Hand.

Das Gewicht der Maschine beträgt für Bohrlöcher von 22 bis 30 mm Weite 113 kg.

Die Marvin-Maschine, welche derjenigen von van Depoele beim Erzherzogl. Friedrichschen Eisensteinbergbau in Ungarn auf Grund mehrjähriger Erfahrungen wegen ihrer größeren Einfachheit und ihres geringeren Gewichts

\*) Desterr. Ztschr. 1894. S. 480.

(einschließlich Schlitten nur 72 kg) vorgezogen wird, besteht im wesentlichen aus zwei magnetisierenden Spulen  $S$  und  $S_1$  mit den Kontakten 1, 2, 3, s. Fig. 79, die von einem eisernen Rohre umschlossen werden und in deren Innerem ein Eisenkern  $E$  derartig angeordnet ist, daß er eine Längsbewegung ausführen kann. Indem man durch die Spulen abwechselnd einen Strom in umgekehrter Richtung gehen läßt, wird der Eisenkern in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt. Die Zahl der Schläge beträgt 340 in der Minute.

Der Vorstoß des Kolbens ist unbegrenzt, er würde aus der Maschine herausfliegen, wenn nicht der Meißel vor das Gestein trafe, woraus folgt, daß die Stoßkraft voll aus-

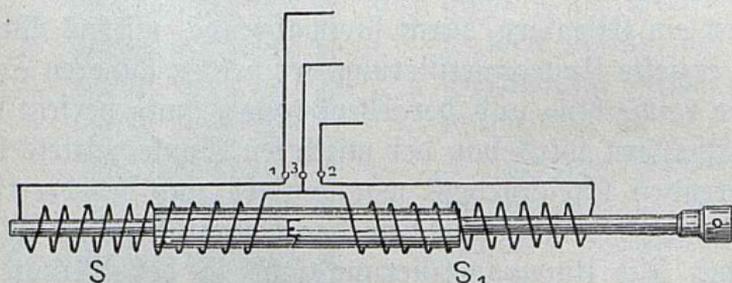


Fig. 79. Marvin-Maschine.

genutzt wird. Der Kolben kann also auch aus der Maschine leicht herausgezogen werden.

Der Rückschlag wird von einer Spiralfeder aufgefangen. Der Hub der Maschine schwankt zwischen 12 und 21 cm und wird im allgemeinen beim Aufwärtsbohren größer gehalten als beim Abwärtsbohren. Im Mittel beträgt er etwa 16 cm.

Die Leistung der Maschine beträgt in reiner Bohrzeit je nach der Gesteinshärte 44.14 bis 75.14 cm in 10 Minuten.

Nach dreistündigem Gange tritt eine merkliche Erhitzung ein. Man ersetzt dann die heiße Maschine durch eine abgekühlte Reservemaschine, welche man ohnehin nötig hat, mit welcher man aber bei der sehr geringen Reparaturbedürftigkeit der Maschine auch ausreicht.

Die Dauerhaftigkeit der Spulen (nach  $1\frac{1}{2}$  jährigem Gebrauche ist nur eine Spule schadhast geworden) im Verein mit dem denkbar einfachsten Bau verleihen dieser Bohrmaschine eine außerordentliche Betriebssicherheit. Die gesamten Reparaturkosten für vier Maschinen betragen im Jahre 1895 170 Gulden, die Ersparnis gegenüber der Handarbeit betrug im Mittel  $23\%$ , wird aber voraussichtlich größer werden.

Man kann bei einer größeren Zahl von angewendeten Bohrmaschinen den Kraftverbrauch für 1 Maschine mit 3 e annehmen, während Luftbohrmaschinen 5—7 e verbrauchen. Der Preis der Maschine ist 1500 Mk., also wesentlich höher als bei Luftbohrmaschinen.

### 77. Kurbel=Stoßbohrmaschine von Siemens & Halske.

Die Bohrmaschine von Siemens & Halske\*) in Berlin wird durch einen rotierenden elektrischen Motor betrieben, und zwar durch Kurbelgetriebe.

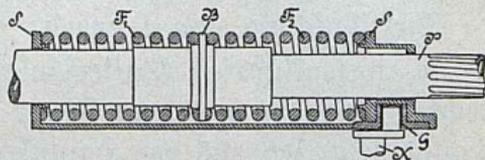


Fig. 80. Siemens elektr. Stoßbohrmaschine.

Während die Solenoid=Bohrmaschine Gleichstrom und Wechselstrom für die mittlere, bezw. für die äußeren Spulen nötig macht, gebraucht die Siemens'sche neue Kurbel=Stoßbohrmaschine nur Gleichstrom und hat deshalb eine bessere Nutzleistung. Bei der neuesten Konstruktion, Fig. 80, welche u. a. in Kostoken (Oberungarn) und Obergruna bei Freiberg eingeführt ist, wird durch die Kurbel GK ein Schlitten S und damit der frei in dem Schlitten liegende Bohrer in rasch hin- und hergehende Bewegung versetzt. Hierbei drückt die Scheibe B abwechselnd die Federn  $F_1$  und  $F_2$  zusammen, welche bei ihrer Ausdehnung das Vorschlagen und Zurückziehen des Bohrers unterstützen. Die Bewegung der Kurbel erfolgt wie bei der Drehbohrmaschine (S. 76) durch eine biegsame Welle.

\*) D. Hoppe in Berg- und Hüttenkalender 1892. S. 115.

Eine 12 pferdige Siemens'sche Stoßbohrmaschine wiegt 130 kg und kostet ohne biegsame Welle und Motorkasten etwa 1000 Mk.

Bis jetzt haben die Siemens'schen Kurbelmaschinen gegenüber den (ursprünglich Siemens'schen) Solenoidmaschinen zwar einen geringeren Kraftverbrauch, aber größere Reparaturbedürftigkeit gezeigt.

### β) Drehende mechanische Bohrmaschinen.

#### 78. Maschine von Brandt.

Von der geringen Zahl der drehenden mechanischen Bohrmaschinen (de la Roche-Tolay, Carolinck, Frankz, 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 Wassersäulenmaschine 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.

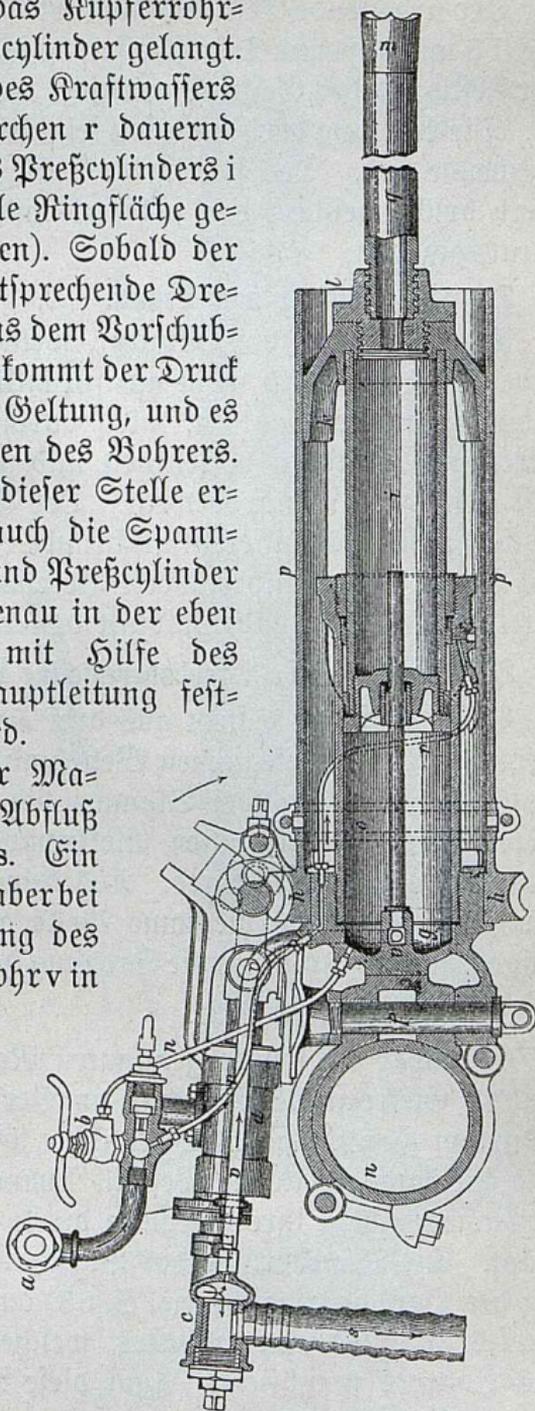


Fig. 81. Hydraulische Bohrmaschine von Brandt.

Der arbeitende Teil des Bohrers ist ein Stahlring von 75 bis 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.

#### 79. Die Maschine von Trauz.

Die Maschine von Trauz, welche mit Spiralbohrern arbeitet und deshalb wohl nur für milde Gebirge, wie Kohle, Steinsalz u. bestimmt ist, wird durch einen mit zwei oscilierenden Cylindern versehenen und mit Dampf oder Preßluft gespeisten Motor bewegt. Der Vortrieb des Bohrers geschieht mittels Differentialschraube. Die Trauz-Maschine hat sich in dem Kalibergwerke Hercynia bei Bienenburg im Steinsalz, Sylvin und Sylvinit dauernd gut bewährt.

#### 80. Die elektrische Drehbohrmaschine von Siemens & Halske.

Diese Maschine besteht aus drei Teilen, nämlich aus dem Motorkasten, der biegsamen Welle und der eigentlichen Bohrmaschine. Der an zwei Stangen bis vor Ort zu tragende Motorkasten enthält einen Elektromotor, welcher von der Hauptleitung gespeist wird. Aus dem Motorkasten wird die Drehung durch die biegsame Welle auf Winkelräder übertragen, welche ihrerseits die Drehung des Bohrers vermitteln.

#### 81. Union-Bohrmaschine.

Einfacher als die vorgenannten Maschinen ist die von der Union, Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, nach dem System Thomson-Houston gebaute Maschine, bei welcher Motorkasten und biegsame Welle in Wegfall kommen, indem eine kleine Dynamomaschine ihre Drehung direkt auf den Bohrer überträgt. Die Regulierung des Vorschubes erfolgt ebenso wie bei den Handbohrmaschinen (S. 68) durch mehr oder weniger starkes Bremsen einer Mutter, welche die Schraubenspinde des Bohrers umschließt. Auch diese Maschine ist für Salzbergwerke bestimmt.

## γ) Bohrmaschinengestelle.

## 82. Tragbare Gestelle.

Wie schon erwähnt, unterscheidet man tragbare Gestelle oder Spannsäulen und fahrbare Gestelle und von den ersteren hydraulische Spannsäulen und Schraubengestelle oder Bohrspreizen.

Die hydraulischen Spannsäulen bestehen aus zwei teleskopartig ineinandergesteckten, eisernen Röhren, von denen die innere *a* (Fig. 82) gegen die äußere *b* durch eine Ledermanschette dicht abgedichtet, 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.

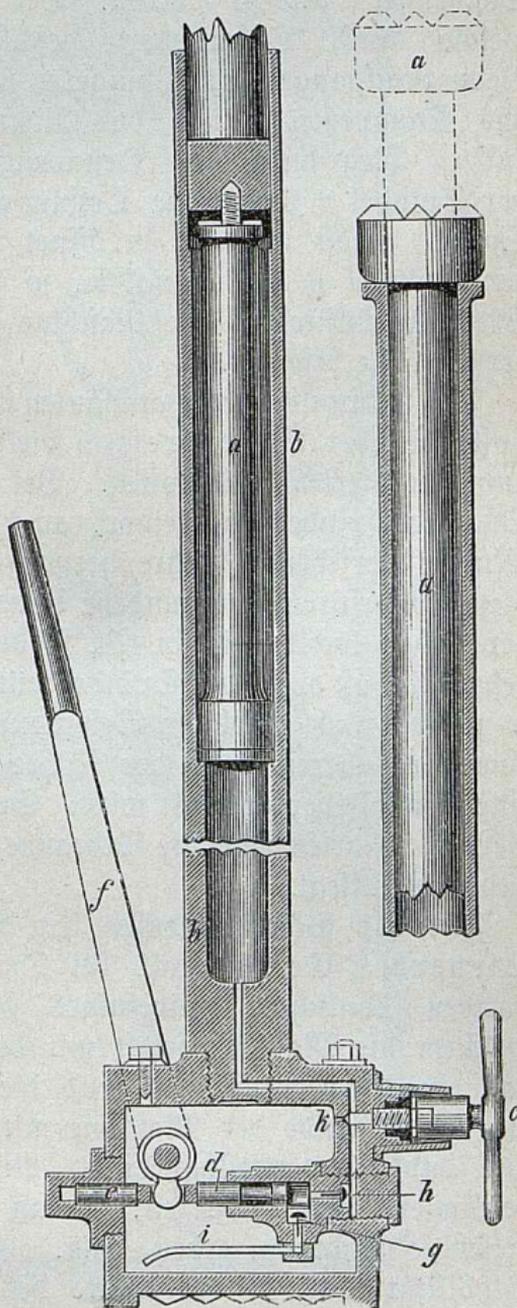


Fig. 82. Hydraulische Spannsäule.

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 Oeffnung fortgedrückt. Soll die Spreize gelöst werden, so öffnet man durch Zurückziehen der Spindel c den Kanal k, so daß das Wasser in die Presse zurückfließt. Die Maschine ist mit einer Klappe an der Spreize befestigt.

Den hydraulischen Spannsäulen werden die Schraubengestelle oder Bohrspreizen vielfach vorgezogen, weil sie nur den vierten Theil kosten. Bei ihnen wird eine starke Schraubenspindel aus einer, am oberen Ende mit einer Mutter versehenen Röhre hervorgedreht. Der früher mit dieser Bohrspreize verbundene Uebelstand, daß sie sich bei der Arbeit lockerte, ist in St. Andreasberg einfach dadurch beseitigt, daß man die Spindel mit einer Längsnut versah, in welche nach erfolgter Befestigung des Gestelles mittels einer am oberen Ende der Röhre angebrachten Schraube eine starke Feder gedrückt wird. Soll die Bohrspreize gelöst werden, so dreht man die Schraube heraus, worauf sich die Feder zurücklegt.

Für das Schachtabteufen hat die Maschinenfabrik von Sievers & Co. in Kalk bei Deuß ein den Theodolitstativen ähnliches dreibeiniges Gestell konstruirt, bei welchem die Maschine selbst mit den beiden Längsstangen das eine Bein bildet, während die beiden anderen Beine am oberen Ende der Maschine mittels Gelenks 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.

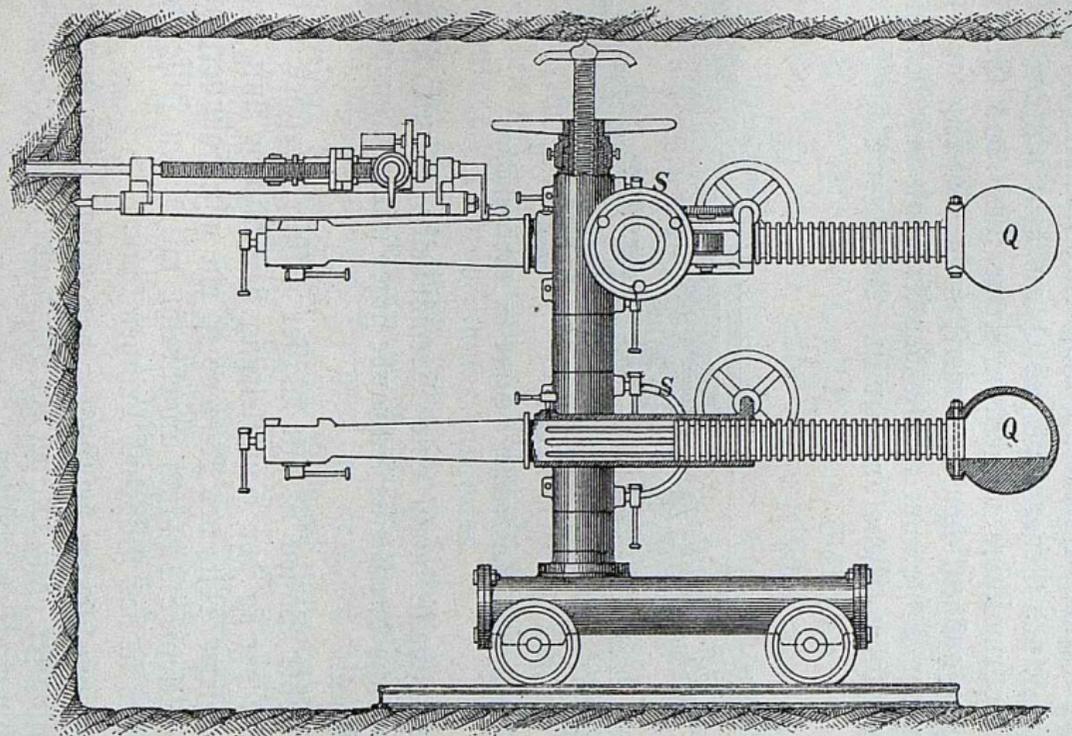


Fig. 83.

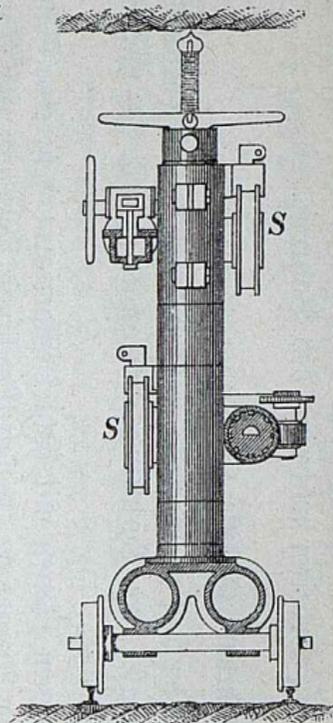


Fig. 84.

Humboldt'sches Gestell für Bohrmaschinen.

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

### 83. Fahrbare Gestelle.

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

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

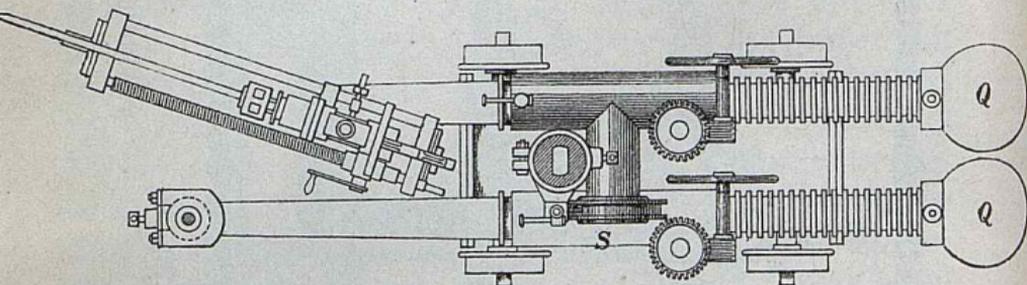


Fig. 85. Humboldt'sches Gestell für Bohrmaschinen.

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.

## B. Wegthun der Bohrlöcher.

### 84. Materialien und Geräte.

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 Strohhalm steckt. An beide klebt man ein Stück Schwefelfaden von etwa 8 cm Länge, welches vorsichtig angezündet wird und sodann das Feuer überträgt.

Zündschnüre von Bickford, d. i. Stränge von Hanfgewebe mit einer Pulverseele im Kern, welche entweder geteert oder für nasse Bohrlöcher mit einem Ueberzug von Guttapercha überzogen sind, werden beim Besetzen ebenso behandelt wie Schießnadeln und nach Bloßlegen der Pulverseele mittels der Grubenlampe entzündet.

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

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

Die Maschine von Bornhardt (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 *H* 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 Dese *b* befindlichen Knopf mit dem Knopf der Flasche in Verbindung tritt und durch eine Spiralfeder demnächst

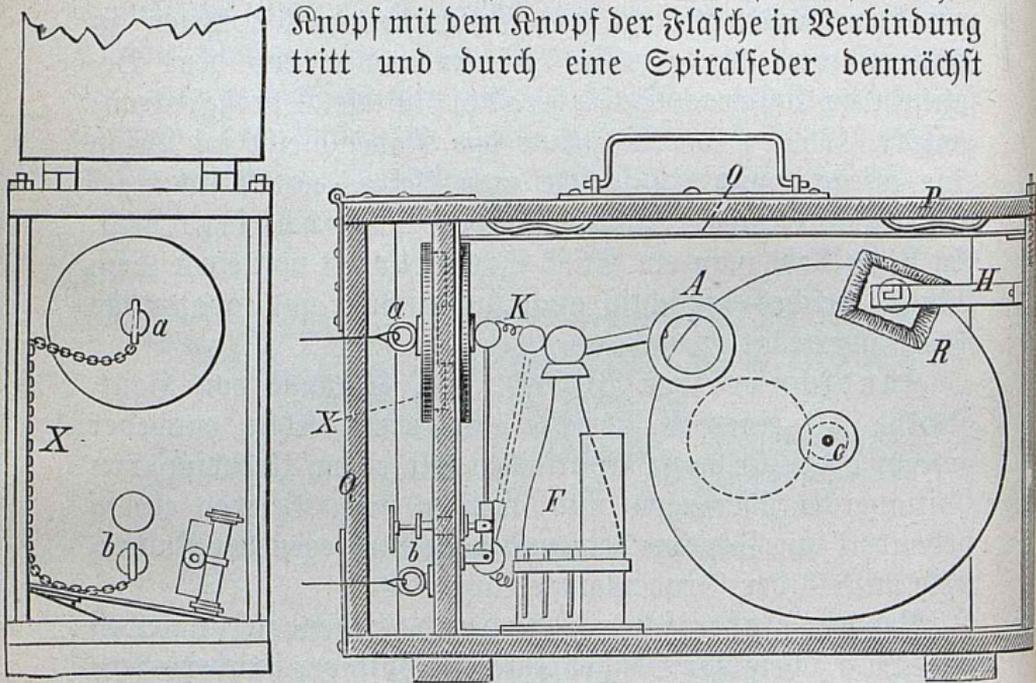


Fig. 86 und 87. Bornhardtsche Zündmaschine.

zurückgezogen wird. Die Dese *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 Desen *a* und *b* verbunden werden kann. Uberspringt 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 Verschluss ermöglicht. Durch Oeffnen der Klappe Q gelangt man zu den Desen 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 Desen a und b eingehängt sind und die Maschine fünfzehn bis zwanzigmal gedreht ist, erfolgt durch einen Druck auf den Entladungsknopf die Explosion sämtlicher Bohrlöcher.

### 85. 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 Ueberspringen von Funken veranlaßt werden kann, was sich jedoch durch Anwendung gut isolirter Leitungsdrähte vermeiden läßt.

Von Vorrichtungen, bei welchen der elektrische Strom Metalldraht ins Glühen bringt, kommen nur kleine elektromagnetische Maschinen in Betracht, welche in durch Metallblech geschützte Kästen einzuschließen sind.

Die Lauerischen Reibungszünder, welche anfangs gerühmt wurden, haben zu vielen Unglücksfällen Veranlassung gegeben, welche theils durch Unvorsichtigkeit bei der Handhabung, theils durch häufige Versager veranlaßt sind. 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 Besetzen aus dem Bohrloch hervorragt und mit einer

Diese versehen ist. In dieser Dese befestigt man eine Schnur, mit welcher man von einer sicheren Stelle aus den Draht mit einem Ruck anzieht und durch die in der Zündhülse hervor-gebrachte Reibung Zündmasse und Sprengmaterial zur Explosion bringt.

Auch mit den Lauerschen Zündern kann man durch entsprechend angebrachte Zugschnüre mehrere Bohrlöcher gleichzeitig wegthun.

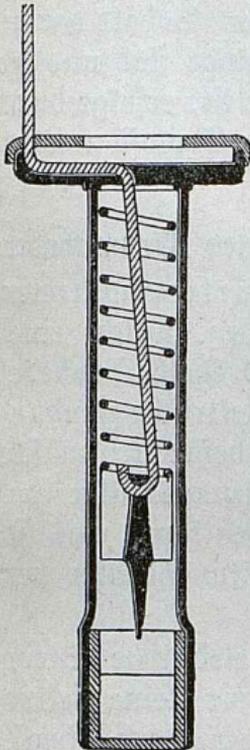


Fig. 88.

Tirman's Schlagzünder.

Der Tirman'sche Perkussionszünder (Fig. 88) besteht aus einer Metallhülse, an deren Boden sich die Sprengkapsel mit Knallsatz befindet. Die mit einem Deckel verschlossene Metallhülse enthält eine Spiralfeder. Durch diese geht ein Zugdraht (weicher verzinkter Eisendraht), dessen unteres Ende durch einfaches Umbiegen in das stumpfe Ende eines Stiftes eingehakt ist.

Nach dem Befestigen des Bohrloches, bei welchem Metallhülse und Sprengkapsel wie gewöhnlich mit der Schlagpatrone eingeführt werden, verbindet man den oben erwähnten Zugdraht mit der Abziehschnur. Beim Anziehen derselben wird die Spiralfeder gespannt, bis der Haken des Zugdrahtes gerade gebogen ist, so daß nunmehr der freige-wordene spitze Stift, wie beim Zündnadelgewehr, durch die Spiralfeder in den Knallsatz der Sprengkapsel geschleudert wird und damit die Explosion bewirkt.

86. Die Vorgänge, auf welchen die Wirkung der Sprengstoffe beruht.

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 Sprengmaterial enthaltenen sauerstoffreichen Körper, z. B. Salpeter. Explosion ist augenblickliche Verbrennung, bezw. plötzliche Bildung von gasförmigen Verbrennungsprodukten mit hoher Spannkraft.

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

### 87. Eigenschaften des Sprengpulvers.

Sprengpulver besteht aus Salpeter ( $\text{KNO}_3$ ), Kohle (C) und Schwefel (S). Je nach dem Verhältnis von Salpeter zu Kohle bildet sich bei der Verbrennung Kohlensäure 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.

### 88. Zusammensetzung der Nitroverbindungen.

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

Folgender Stammbaum giebt eine Uebersicht über die Entwicklung der Dynamite:

Sprengöl	
$75\%$	$25\%$ Kieselgur.
$25\%$	$75\%$ Salpeter
Gurdynamit	Kohlendynamit
+ Schießbaumwolle	
$7.5\%$	$2.5\%$
Sprenggelatine	Gelatineöl
+ $64.5\%$ Salpeterpulver + $45\%$ Salpeterpulver	
$35.5\%$	$55\%$
Gelatedynamit I	Gelatedynamit II.

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

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 Roburit.

Hellhoffit ist eine Mischung von konzentrierter Salpetersäure mit Kohlenwasserstoffen (Benzol und Nitrobenzol). Durch Zusatz von Kieselgur entstand Karbonit. Roburit 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 zc.\*).

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.

Schießbaumwolle hat wegen ihres hohen Preises und wegen der schon erwähnten auch durch das Pressen nicht ganz beseitigten hygroskopischen Eigenschaften keinen Eingang beim Grubenbetriebe gefunden.

### 89. Kraftmesser für Sprengmaterialien.

Bis vor kurzem kannte man nur die sogenannte Stangen- und Pistolprobe, 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 Wurfhöhe an der Einteilung ablesen kann.

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

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. 89) für den Sprengstoff, der übrige Teil wird durch einen eisernen Schraubenzapfen b verschlossen, durch welchen eine konzentrische Bohrung für die Zündschnur geht.

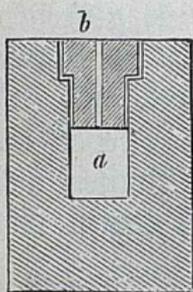


Fig. 89.  
Bleichylinder von  
Trauzl.

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

Der Kraftmesser von Guttmann 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.

## 90. Vermeidung der durch die Sprengmaterialien veranlaßten 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 entweder Wasserbesatz angewendet, oder man hat die Sprengstoffe innig mit solchen Salzen gemengt, welche viel Krystallwasser enthalten. Am besten haben sich in dieser Beziehung bis jetzt Ammoniumoxalat=Wetterdynamit (45 % oxalsaures Ammoniak, 15 % Natronsalpeter, 40 % Dynamit), ferner Bikarbonat=Wetterdynamit (35 % doppelt kohlensaures Natron, 65 % Dynamit) und die Sprengelschen Sprengstoffe, nämlich Roburit und Sekurit, 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. Wichtiger ist der Uebelstand, daß sich die Wetterdynamite rasch zersetzen.

### 91. Gewinnung der Steinkohle ohne brisante Sprengstoffe.

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 Boffeyeuse) 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 auseinandergedreht, 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.

### Feuersezen.

#### 92. Verfahren bei Anwendung des Feuersezens.

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 Feuersezen seit 1870 mit besten Erfolge durch Bohrmaschinen ersetzt. In Gegenden, wo billiges Holz zur Verfügung steht, kann das Feuersezen indes immer noch vorteilhafte Verwendung finden.

---

#### Siebentes Kapitel.

### Gewinnungsarbeit mit Wasser.

#### 93. Wirkungsweise.

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.

---

#### 94. Beginn des Abbaues der Lagerstätten.

Der Abbau der Lagerstätten ist der eigentliche Zweck aller bergmännischen Unternehmungen, die anderen Arbeiten 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, sowie durch 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.

## 95. Stollen.

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 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“. Klaußthal 1868.

### 96. Mittel zur Beschleunigung des Stollenbetriebes.

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 Zusammenreffen der Sohlen, erfordert.

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

### 97. 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.

### 98. Strecken.

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 Zentral-Wasserhebungsmaschine zu. Den letzteren Zweck erfüllen die tiefste Wasserstrecke bei Klauenthal 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.

## 99. Zweck und verschiedene Arten der Schächte.

Die Schächte dienen zur Förderung, Wasserhaltung, Wetterführung und Fahrung, sowie für das Hineinschaffen der beim Bergbau notwendigen Materialien, Gezüge, 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 Oeffnung eines Schachtes, bezw. deren nächste Umgebung, heißt Hängebank. Liegt dieselbe nicht am Tage, so hat man einen „blinden 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.

### 100. Zweckmäßige Anwendung der Richtschächte und tonnlägigen Schächte.

In früherer Zeit wendete man ausschließlich tonnlägige Schächte an. Im allgemeinen sind die ersten Anlagelkosten derselben billig, denn es werden nicht nur die Ausrichtungsquerschlüge 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 Versuchsarbeiten immer noch tonnlägige Schächte beibehalten, aber gleichzeitig darauf Bedacht nehmen müssen, für dauernden Betrieb einen Richtschacht herzustellen.

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

### 101. 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 letzteren Falle ergibt sich die oblonge Form der Schachtscheibe u. a. schon dadurch, daß Förder- und Pumpen-trumm nebeneinander liegen müssen, weil auf dem Liegenden sowohl die Führung der Fördergefäße, als auch der Pumpengestände (Tragrollen) am besten anzubringen ist.

An und für sich ist die oblonge Form nicht zweckmäßig und deshalb für Richtschächte, wenn man auf Holzausbau 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 Gebirgsdruck als auch den Druck des Wassers (bei wasserreichem Ausbau) in allen Theilen der Schachtstöße gleich.

### 102. 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 — je nachdem 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 Ueberbrechen in Angriff nimmt.

Das Ueberbrechen 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 Schrotholz herzustellende Rolle abgestürzt, eine zweite derartige Rolle muß für die Fahrung offen erhalten werden.

## Drittes Kapitel.

## Ausrichtung und Vorrichtung.

## 103. 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 Kontinent 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 von Berggehängen aus 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 untereinander zu legen.

Beim Vorhandensein einer größeren Anzahl von Flözen gehen diese Querschläge vom Schachte aus bis an die Markscheiden, 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 Anfahren 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 abgeteusten Schächten setzt man die Sohlenstrecken direkt am Schachte an und bedarf der Ausrichtungsquerschläge wiederum nur in dem Falle, daß mehrere Gänge vorliegen.

#### 104. Grundsätze für die Wahl der Sohlenabstände.

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 Offenhalten 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 ( $1 \text{ cbm} = 10 \text{ hl}$ ).

### 105. 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.

Wenig mächtige, steil einfallende Lagerstätten nimmt man beim Betriebe der Strecken in die Mitte des Ortes, wenn

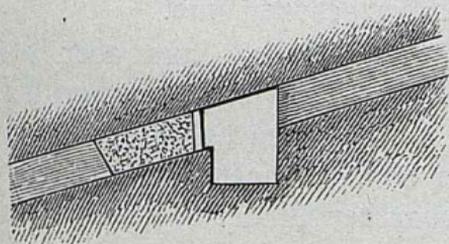


Fig. 90.

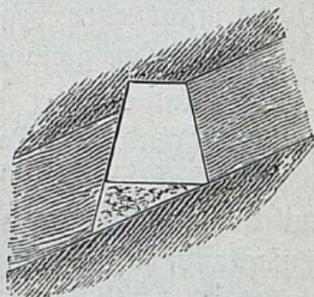


Fig. 91.

Abbaustrecken mit Bergeversatz.

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 auf diese Weise bei Erzgängen 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 Ausbauen 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. 90 und 91).

### 106. Unterwerksbau.

Unterwerksbau ist dasjenige Abbauverfahren, bei welchem man von einer Sohlenstrecke aus im Einfallen der Lagerstätte 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 mit Diagonalen, besser 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 Borgelege, sowie Lufthaspel, elektrische und hydraulische Maschinen. Letztere sind vorteilhafter als Lufthaspel, weil die Uebertragung der Kraft durch Elektrizität und 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 Luft-, elektrische oder hydraulische Maschinen erfolgen. Ist ein tieferer Schacht in der Nähe, dann lassen sich mit Vorteil Heber anwenden.

#### Viertes Kapitel.

### Abbau.

#### 107. Allgemeine 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 nutzbaren 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 Abbaumweise, bei welcher nur der augenblickliche größte Nutzen, ohne Rücksicht auf dessen Nachhaltigkeit, erstrebt wird, heißt Raubbau.

### 108. Einteilung der Abbaumethoden.

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 hereinstürzen 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.

Uebrigens 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.

#### 109. Strossenbau.

Der Strossenbau beginnt mit einem Absinken *b*, Fig. 92. Ist dasselbe genügend weit abgeteufst, dann faßt man von ihm aus den ersten Strossenstoß entweder nach einer oder nach beiden Seiten hin (einflügeliger und zweiflügeliger

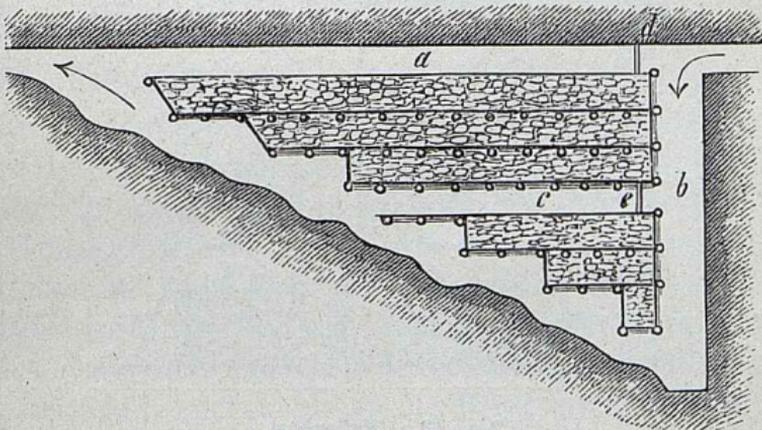


Fig. 92. Strossenbau.

Strossenbau). Bei gleichzeitigem Weiterabteufen des Absinkens wird demnächst der zweite, dritte zc. Stoß gefaßt, so daß im festen Gestein eine Treppe entsteht.

Alle alten Schächte im Harz waren Strossenabsinken. Die äußersten Flügel des zweiflügeligen Strossenbaues, welche vom Samsoner Schachte in St. Andreasberg getrieben wurden, lagen 2 km auseinander. 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 Streckensohle *a* setzt und dort verladet. Von den tieferen Stößen gehen die Erze dann dem auf dem Absinken stehenden Hangel 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,

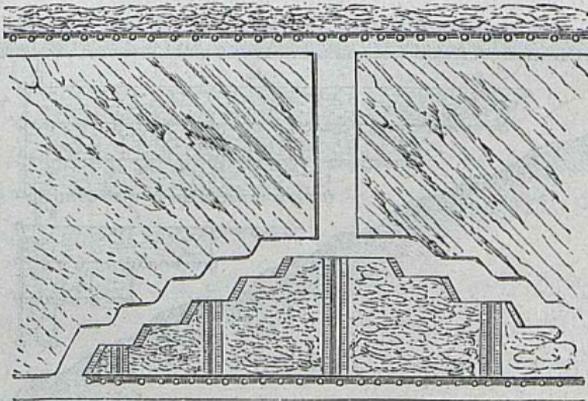


Fig. 93. Firstenbau.

wenn Erzmittel von geringer Ausdehnung nicht bis auf die nächst tiefere Sohle hinabreichen und deren Vorrichtung durch Firstenbau zu umständlich und kostspielig sein würde.

### 110. Firstenbau.

Der Firstenbau, außer bei Gängen auch bei steil einfallenden Flözen von geringer Mächtigkeit angewendet, beginnt 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 Stroffenbau, 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. 93), während der Bergeversatz in richtiger Treppenform nachgeführt wird. Im Bergeversatz wird für je zwei Stöße eine Förderrolle nachgeführt, und zwar bei geringen Sohlenunterschieden mit Schrotholz, bei größeren der längeren Dauer halber mit Mauerung, eisernen oder stählernen Röhren.

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

### 111. Umbruchstrecken.

Um den kostspieligen Ausbau der Feldortstrecken und dessen Unterhaltung ganz zu umgehen, treibt man bei mächtigen Gängen 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, verfüllt 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 durch den 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 dieses den Bergeversatz bringen.

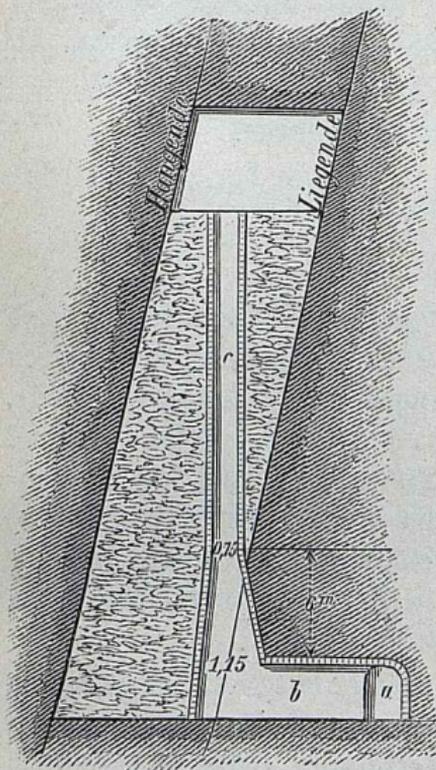


Fig. 94. Offene Rolle (Füllrolle).

## 112. 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 Förderhunte fallen, so daß das Einfüllen erspart wird.

Andere zweckmäßige Rollen dieser Art sind so eingerichtet, daß man an den Wangen der Rollenquerschläge *b* (Figur 94) in solcher Höhe, daß die Förderhunte untergeschoben

werden können, alte Eisenbahnschienen oder starke, mit Eisenblech bedeckte Hölzer anbringt, welche gegen die unter  $40^\circ$  geneigte Sohle der Rolle stoßen, und quer darüber schwaches Rundholz legt. Um die Verstopfungen zu vermeiden, macht man die Rollen mindestens 1 m weit. Die Hunte werden in der Weise gefüllt, daß man unter allmählicher Entfernung der Querhölzer das Erz mit Krabben hereinzieht.

Bei Gängen von geringer Mächtigkeit, sowie mit festem Hangenden und Liegenden, werden die Rollen durch Stempelschlag mit Verschalung hergestellt, münden in die Firste der Feldortstrecke und werden durch Pfähle geschlossen, welche ähnlich wie Getriebepfähle in Schläge gesteckt werden.

Der Ausbau der Rollen, welche im Bergeversatz nachgeführt werden, besteht, wie schon erwähnt, nicht mehr, wie in früherer Zeit, aus Holzgevierten (Schrotholz), sondern aus Mauerung oder aus Eisenröhren.

Die offenen Rollen (Füllrollen) c (Fig. 94) stehen mit ihrem untern Teile immer im liegenden Nebengesteine und

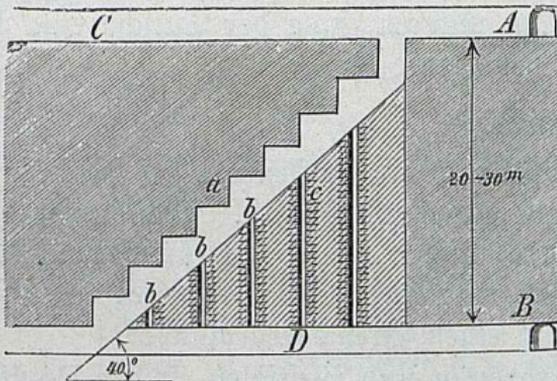


Fig. 95. Firstenbau in Steinkohlenflözen.

münden entweder dicht neben der im Gange offen erhaltenen Feldortstrecke, oder sie sind durch einen Rollenquerschlag b mit der Umbruchstrecke a verbunden.

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.

### 113. Firstenbau in Steinkohlenflözen.

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. 95) als Wetterstrecke, die untere D als Förderstrecke dient. A und B sind Querschläge zur Ausrichtung anderer Flöze.

Der Bergeversatz 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.

Die gewonnenen Kohlen fallen zunächst auf diese Bühnen und gleiten nach Emporheben der Bühnenbretter in geschlossene Rollen, welche mit 4—10 m Entfernung im Bergeversatz nachgeführt werden. Auch legt man, um die Verunreinigung der Kohlen zu verhüten, eine hölzerne Kutsche auf den Bergeversatz, läßt die Rollen fort und bringt nur am unteren Ende der Kutsche eine Vorrichtung zum Füllen der Hunte an.

#### 114. 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 Bergeversatz eine Förderbahn legt, welche in einen Bremsberg mündet.

In Saarbrücken und Westfalen ist der Stoßbau vielfach an die Stelle des Pfeilerbaues getreten, besonders dort, wo es sich darum handelte, die Oberfläche zu schonen oder Berge unterzubringen, da die Haldenplätze zu teuer sind. Durch einen Nebenschacht in der Mitte des Feldes werden von oben her die Berge eingebracht. Der Nebenschacht ist zu diesem Zweck durch einen Scheider in ein Fahrtrumm und in eine Bergerolle geteilt, an deren oberen Ende ein Wipper steht. An den einzelnen Punkten, an denen man Berge braucht, sind Einrichtungen getroffen, daß man die Berge direkt in die Hunte rollen lassen kann.

Der Stoßbau hat den Nachteil, daß er nur je 2 Angriffsflächen bietet. Man vermindert diesen Nachteil dadurch, daß man den Stößen, wie auf Grube Altentwald bei Saarbrücken, eine flache Höhe von 15—18 m giebt, ferner dadurch, daß

man große flache Höhen in Abschnitte von 50 m teilt und in jedem Abschnitt zweiflügeligen Stoßbau treibt, sowie endlich dadurch, daß man die Abbaufelder nicht zu lang nimmt.

Abgesehen von den indirekten Vorteilen des Stoßbaues (Schonung der Tagesoberfläche, wenig Abbauverlust zc.) stellen sich die Selbstkosten in manchen Fällen billiger oder doch wenig höher als beim Pfeilerbau.

Am vorteilhaftesten ist ein solcher oder ähnlicher Abbau dort, wo schlechtes Nebengestein und das Einfallen den Pfeilerbau erschweren.

### 115. Querbau.

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 verfüllt.

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 Kreuzot in Frankreich, auf den mächtigen Kohlenflözen bei St. Etienne zc.

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.

### 116. Strebau.

Strebau 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 Flözfallen 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 Feldertheile genügt, um ein Zusammenbrechen zu verhüten.

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

Da der Bergeversatz niemals so dicht gemacht werden kann, daß sein späteres Senken 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 Strebau 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 Arbeitsleistung 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.

Aus dem Umstande, daß der Strebau nur für flach fallende Flöze anwendbar ist, ergibt sich als weiterer 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 Strebau streichend, diagonal oder schwebend führen.

Durch Figur 96 (S. 114) wird der streichende Strebau im allgemeinen veranschaulicht.

Nachdem man vom Förderschacht A (Fig. 96) aus, welcher gleichzeitig die Wetter einziehen läßt, mit einem Querschlage 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



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.

### 117. StREBBAU mit Pfeilern.

Der StREBBAU mit Pfeilern, oder der vereinigte Streb- und Pfeilerbau, bildet den Uebergang von dem einen zum andern. Er besteht im allgemeinen darin, daß man strebbauähnlich 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 Abbauverfahren an Bergeversatz, so hilft man sich dadurch, daß man Schränke von altem Grubenholze in angemessenen Entfernungen aufstellt.

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

Beispiele für diese Abbaumethode finden sich sehr zahlreich in England, außerdem im Beust- und Heinrichflöze 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 Häuer in abgesetzten Stößen arbeiten.

## B. Abbaumethoden ohne Bergeversatz.

### 118. Pfeilerabbau.

Pfeilerabbau ist eine in Steinkohlen- und Braunkohlenflözen angewendete Abbaumethode, bei welcher vom Schachte aus ein Grubenfeld, 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 Strebbau 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 Strebbau, so daß Pfeilerbau nur zu empfehlen ist, wenn der an und für sich

zweckmäßigeren Strebbaue oder die Verbindung von beiden nicht möglich sein sollte.

### 119. Allgemeine Regeln 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 Uebelstand zu vermeiden, muß man die Breite 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 kann 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 Abbaustrecken ansetzen, die unteren allmählich nachfolgen lassen und nun, wie es ohnehin allgemeine Regel ist, am Ende der obersten Abbaustrecke 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 Sicherheitspfeiler des Schachtes zu beginnen, das ganze Grubenfeld in kleinere Abbaufelder 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 vorgerückt sein, während demnächst die Abbaue so liegen müssen, daß jeder

Pfeiler auf zwei Seiten alten Mann hat (Fig. 97). Allerdings müssen dabei zwischen den einzelnen Baufeldern 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 Aufhauen oder Durchhieben durchörtert, aber immer nur die dem Orte zunächst findlichen offen läßt, die anderen durch Wetterverschlüge abschließt.

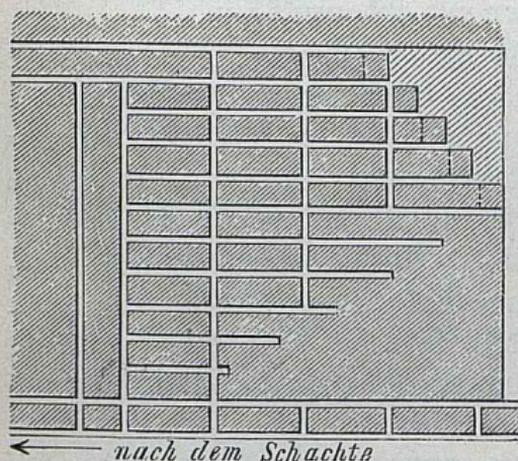


Fig. 97. Pfeilerabbau.

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

Bei mehr als 15 bis 20° Einfallen des Flözes muß streichender Pfeilerabbau, bei geringerm Einfallen kann, wenn es die Lage der Schlechten erfordert, schwebender oder

diagonaler Abbau angewendet werden. Jedenfalls dürfen die Abbaustrecken nicht mehr als 5° Ansteigen bekommen.

## 120. Betrieb der Abbaustrecken beim streichenden Pfeilerbau.

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  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$ , in Oberschlesien  $\frac{1}{7}$ — $\frac{3}{7}$  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 Uebelstand, daß sie an den Kreuzpunkten mit streichenden

Strecken die Pfeiler in spitzen Winkeln schneiden, so daß jene leicht zerbröckeln.

### 121. Einrichtung der Bremsberge.

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 nehmen, 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 Flözfallen, gefährlich ist, so muß auf jeder im Betriebe befindlichen Seite desselben ein Fahrüberhauen vorhanden sein.

Die Bremsberge müssen möglichst schmal gehalten werden, um die Offenhaltung zu erleichtern. Bei schlechtem Hangenden

dürfen deshalb keine breiten, doppeltrümmigen Bremsberge, oder solche mit nebenlaufendem Gegengewichte hergestellt werden.

### 122. 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 Schichten erfordert sollte, bei flachem Einfallen anwendbar. Im letzteren Falle kann man gewöhnlich bis zum oberen 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 oberen 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 Schichten 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.

### 123. Rauben der Zimmerung.

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

halb, um das Hangende zu Bruche zu werfen. Geschähe dies nicht, so würde das Gewicht des hangenden Nebengesteines über dem abgebauten Flöztheile gleichzeitig auf die im Abbau befindlichen Pfeiler drücken.

#### 124. Abbau von Flözen mit Bergemitteln.

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 Vorrückung und Abbau gleichzeitig vorgenommen, jedoch so, daß der letztere in der Oberbank immer etwas voraus ist.

3. Die Vorrückung 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.

#### 125. 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 Abbaumeiße 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 Vorrichtungsstrecken in Pfeiler von 24 m Seite, während man bei erdiger Braunkohle die Teilung so weit treibt, daß die Pfeilerstärke zwischen 6 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. 98) und erwartet das Hereinbrechen der nächsten, in der Regel durch Thonlagen begrenzten Bank, oder befördert dasselbe durch Schlitzen.

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 Ueberhauen aus

unter der abzubauenen obersten Kohlenbank an den beiden nicht durchgebrochenen Seiten des Pfeilers auffährt, oder man schlitzt 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.

Beim Braunkohlenbergbau in Norddeutschland stellt man den Pfeiler auf Stempel, welche beim Aufbrechen allmählich gegen längere ausgewechselt werden. Ist der Pfeiler bis auf etwa 50 cm unter dem Deckgebirge abgebaut, dann raubt man die Stempel und läßt das Hangende hereinbrechen, nachdem man die in den Pfeiler mündende Strecke mit

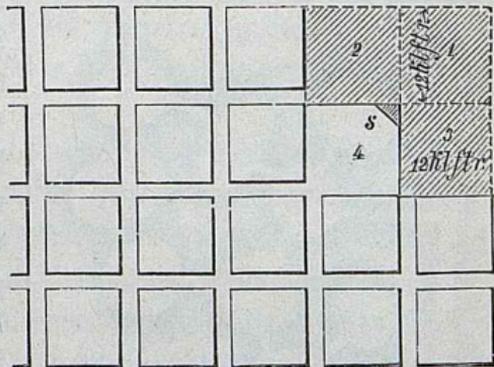


Fig. 98. Pfeilerabbau in den böhmischen Braunkohlengruben.

einem aus Schwarten und Stroh bestehenden Verchlage geschlossen hat, um etwaige Verschlämmungen zu verhüten.

### 126. Pfeilerabbau mit Aufrechthalten 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 (Derterbau), oder durch sorgfältiges

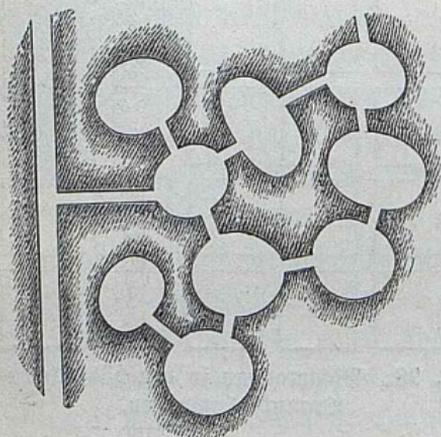


Fig. 99. Stockwerksbau.

Bersehen 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 hangenden Gebirgs-

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

### 127. Andere Abbaumethoden ohne Bergeversatz.

Es giebt außer dem Pfeilerabbau noch eine ganze Reihe von Abbaumethoden ohne Bergeversatz, welche aber entweder veraltet sind oder nur örtliche Wichtigkeit haben. Zu den ersteren gehören der Abbau von Stockwerken oder der Stockwerksbau, dessen Wesen durch Fig. 99 dargestellt ist und welcher im Abbau von bauwürdigen Erzmitteln mit

Weitungen von unregelmäßiger Form, abwechselnd mit dem Auffuchen neuer bauwürdiger Erzmittel von streichenden Strecken aus besteht.

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

Beim Duckelbau teuft man durch das Deckgebirge enge Schächte (Duckeln) bis in die Lagerstätte ab, weitet 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 z.

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 Oesterreich findet der Sinkwerksbau im sogen. „Haselbgebirge“ 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 Wässer 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.

In Schönebeck treibt man von einer Hauptstrecke aus kurze Querschläge, an deren Enden durch aufwärts gerichtete Strahlen und durch kleine, nach Art der Segnerschen Turbinen rundlaufende Streudüsen zunächst Ueberbrechen von 9 m Höhe und 1 m Weite hergestellt werden, welche man sodann durch Verlängerung der Düsenarme bis auf 15 m Durchmesser erweitert.

Bevor die Sole zu Tage gepumpt wird, führt man sie behufs völliger Sättigung durch Gesluter, welche mit Steinsalzstücken gefüllt sind.

### C. Tagebau.

#### 128. Erklärung.

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 u., so nennt man die Tagebaue Gräbereien bezw. 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 u.), so sind es Steinbrüche.

#### 129. Aufdekarbeit.

Die Aufdekarbeit 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 Bünten und Auenstedt in der Provinz Hannover (Isleder Hütte), auf Bleierz am Bleiberge bei Commern, auf Traß im Brohlthale bei Andernach, auf Zinkblende in Annenberg (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 Abbaustöße das Deckgebirge eine Mächtigkeit von 20 m erreicht haben wird.

### 130. 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 strossenmäßig, 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.

Beim 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 durchörtet, sowie an der einen Längsseite bis nahe unter Tage geschliffen. 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.

# Förderung.

---

### 131. Erklärung und Einteilung.

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.

##### 132. 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 Flözen mit Schlitten oder Schlepptrögen vom Abbaustoß bis zur Förderstrecke, wo das Umladen in Förderwagen stattfindet. — Von größerer Wichtigkeit ist die rollende Förderung.

##### 133. Geräte.

Bei geringen Förderlängen gebraucht man Handkarren unter Zuhilfenahme eines über die linke Schulter und den rechten Oberarm gelegten Sielzeuges, bei größeren Förderlängen ausschließlich Hunte (Förderwagen). Hunt 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 Hunt“).

##### 134. Hunte mit glatten und Spurfranzrädern.

Die nur beim Mansfelder Kupferschieferbergbau gebrauchten Strebräderhunte, der eben genannte ungarische

Hunt (von welchem Fig. 100 und 101 ein Bild geben), und der deutsche Hunt haben glatte Räder und laufen auf glatten, zum Teil mit Eisen belegten Bahnen. Der ungarische und

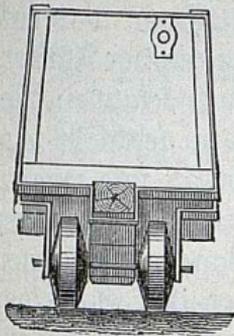


Fig. 100.

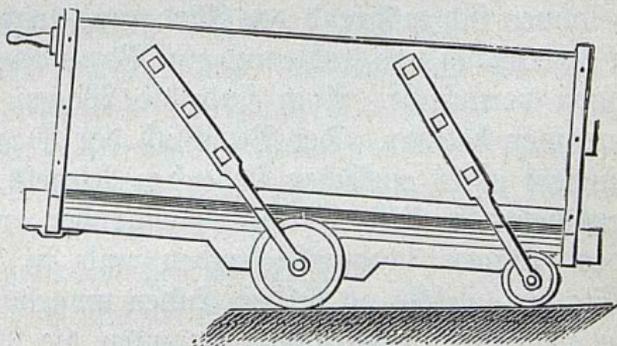


Fig. 101.

Ungarischer Hunt.

der deutsche Hunt sind kaum noch im Gebrauch, an ihre Stelle sind die Hunte mit Spurfranzrädern getreten, nachdem man sich vorher vergeblich bemüht hatte, das „Spurhalten“ dadurch zu erreichen, daß man am Boden des sonst nur wenig veränderten ungarischen Hunte einen Spurnagel anbrachte, welcher sich in einer zwischen den Laufpfosten offengelassenen Spur führte.

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

### 135. Neuere Förderwagen.

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 Hunte 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 hindurchgehenden 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 diesen sind die Achsen unmittelbar am Wagenboden, bei jenen 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.

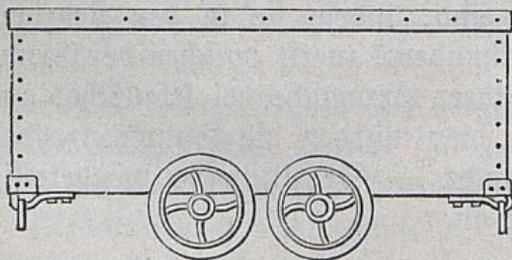


Fig. 102.

Förderwagen von Zeche Konstantin.

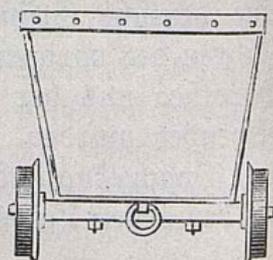


Fig. 103.

bei dem Förderwagen von Zeche Konstantin der Große (Fig. 102 und 103). 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 Cvrardsche 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 Ueberladung) 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 Mk.

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

### 136. Räder.

Die Räder wurden früher ausschließlich aus Gußeisen (Hartguß) hergestellt, 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 Löcher, 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 Spurfkranz 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.

### 137. Einrichtung der Radachsen.

Die bei den Grubentwagen 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 diese 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 viel in Anwendung, weil die Wagen dabei leicht durch Krümmungen zu bringen sind und sich am billigsten stellen. Sie haben aber den Uebelstand, 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 Uebelstand, welcher mit der Spurweite wächst. Man hat deshalb am Harz bei großer Spurweite an Erzhunten jedem Rade eine besondere bewegliche Achse gegeben, welche in zwei Lagern läuft, erreicht aber denselben Zweck 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 eingreift, 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.

### 138. Das Schmieren der Hunte.

Das Schmieren der Hunte 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 Del 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 Eyrardschen Patentachse der Fall ist.

Dieselbe besteht aus einer beweglichen Achse *a* (Fig. 104, 105, 106), welche von einem die Schmierkammer bildenden hohlen Cylinder *b* umgeben ist. Dieser wird durch den mit einer Schraube verschließbaren Aufsatz *c* gefüllt und mit den Lagern *d* am Bogen des Wagens oder am Gestelle befestigt.

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

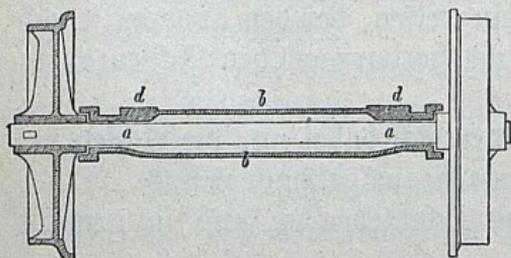


Fig. 104.

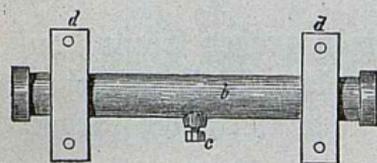


Fig. 105.

Patentachse von Corard.



Fig. 106.

Die Corardsche 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 Zechen Fortschritt bei Dux in Böhmen sind die Patentachsen durch folgende einfache, billige und zweckmäßige Vorrichtung ersetzt (Figur 107, 108). Die be-

weglichen Radachsen haben an ihren Enden eine mit Schraubengewinde versehene Höhlung von 80 ccm Inhalt, von welcher aus eine rechtwinklig verlaufende Bohrung an der tragenden Stelle unter dem Achsenlager mündet. Durch Drehung einer, in die Schmierkammer passenden, mit Lederung versehenen Schraube wird die Schmiere herausgepreßt. Die Schraube wird mit Hilfe eines Schlüssels alle drei Tage um  $\frac{1}{4}$  Windung gedreht.

Die Achsenlager sind halbe, unten offene. Um das Herausfallen der Achsen zu verhindern, sind unter denselben einfache

Bleche angebracht. Von den Rädern ist je eins fest und eins beweglich.

### 139. Förderbahnen.

Die gegenwärtig gebrauchten besseren Förderbahnen entsprechen genau den Eisenbahnen und unterscheiden sich von

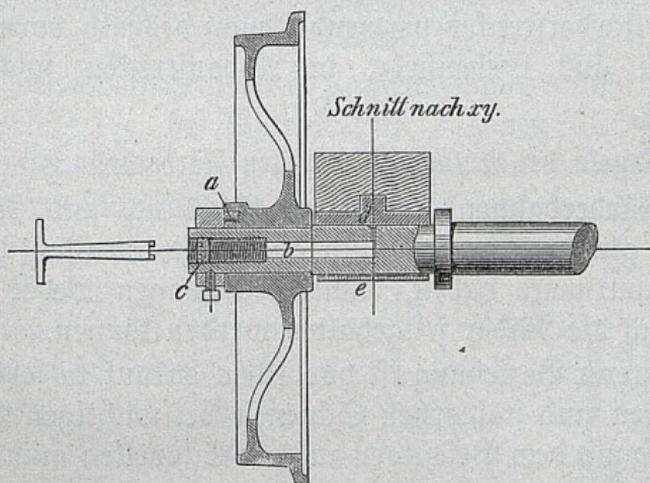


Fig. 107. Schmiervorrichtung auf Zehle Fortschritt bei Duz in Böhmen.

diesen nur durch entsprechend kleinere Maße. Die Schienen bestehen aus Schmiedeeisen oder Stahl und werden auf Schwellen von Holz oder Eisen, sowie auf Steinsockeln, bisweilen auch auf der Streckensohle befestigt. In den letzteren beiden Fällen bohrt man Löcher, treibt in dieselben Holzpflöcke 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.

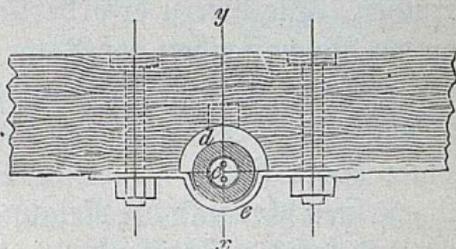


Fig. 108. Schmiervorrichtung auf Zehle Fortschritt bei Duz in Böhmen.

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 der hölzernen Schwellen. In Hauptförderstrecken verwendet man deshalb vorwiegend Schwellen aus Eichenholz, in Abbaustrecken solche aus Nadelholz.

#### 140. Regeln bei Anlage einer guten Förderbahn.

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 Lauftrange 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 „ .

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.

#### 141. Weichen und Wendepfläze.

Die einfachste Weiche (Fig. 109) besteht aus einzelnen auf Schwellen festgenagelten Teilen. Besser sind Zungenweichen, bei denen die Weichen durch drehbare „Zungen“ geöffnet und geschlossen werden. Fig. 110 zeigt eine Weiche, bei welcher zwei Fördergeleise durch enge Stellen geführt werden, ohne daß die Räder ihr Geleise zu verlassen brauchen.

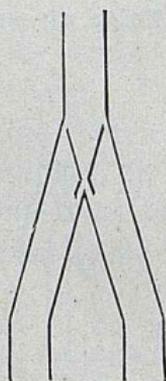


Fig. 109.  
Weiche mit festen  
Zungen.



Fig. 110.  
Zwei Geleise zu  
einer Weiche  
zusammengezogen.

Bei Wechsell, durch welche die Förderwagen stets in derselben Richtung laufen, wie in Fig. 111, S. 140, wo der gefiederte 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.

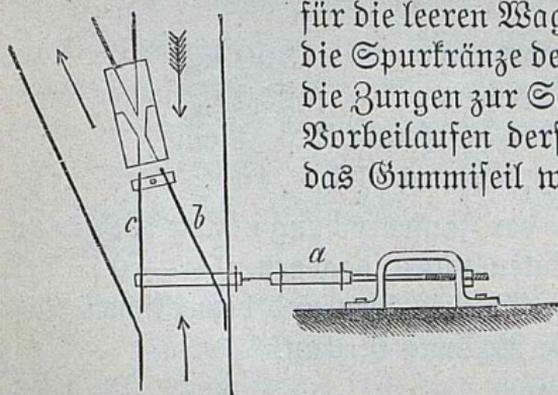


Fig. 111. Selbständige Weiche mit Gummiseil.

Figur 112 und 113 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.

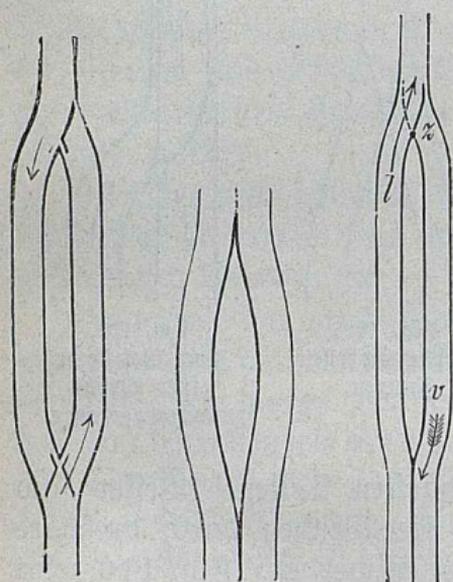


Fig. 112. Förderbahnen mit Ausweichstellen.

Fig. 113.

Fig. 114. Förderbahn mit zwei und drei Schienen.

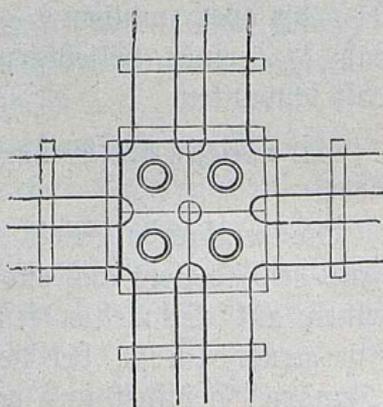


Fig. 115. Wendepfah.

Bei Anwendung von drei Schienen, wie in Fig. 113, geht das Ausweichen von selbst, bei zwei Schienen muß man jedoch

entweder selbstthätige Weichen nach Art der Gummitweichen 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. 114), welches unter der Ausweiche-  
stelle aus drei, über derselben aus zwei Schienen besteht. 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 Wende-  
plätze mit Wechselplatten ein. Dieselben bestehen am besten aus Gußeisen, haben eine Stärke von 16 bis 20 mm, ferner aufgegossene Rippen, nämlich eine ringsförmige in der Mitte und je eine in der Größe eines Viertels eines Kreises an jeder Ecke zum Anschluß der Schienen (siehe Fig. 115).

## 142. Förderkräfte.

Bei der Streckenförderung kommen die Kräfte von Men-  
schen, 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.

### 143. Pferdeförderung.

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 Hunde 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 Holzklöhen, 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 Heinitz bei Saarbrücken läßt man die Pferde durch besondere einfallende Strecken ein- und ausfahren.

#### 144. Streckenförderung mit stehenden Maschinen.

Man unterscheidet sechs 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 aufliegender Kette,
6. mit aufliegenderm Seil.

#### 145. Vorder- und Hinterseil.

Bei der Förderung mit Vorder- und Hinterseil geht von dem einen Treibkorbe  $t$  der Maschine (Fig. 116) 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 Vorder-

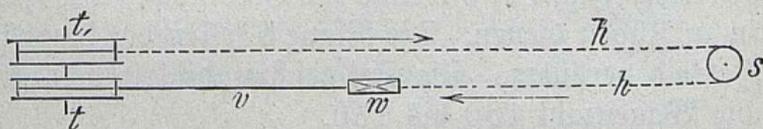


Fig. 116. Förderung mit Vorder- und Hinterseil.

seil 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 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 Korbe 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.

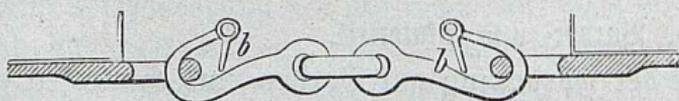


Fig. 117. Kuppelfette.

An den Seilenden befinden sich zum Einhängen in den vorderen und hinteren Wagen ebensolche Haken wie an den Kuppelfetten (Fig. 117), 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.

#### 146. 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 116, sondern voneinander entfernt liegen und deshalb von besonderen Maschinen getrieben werden müssen (Fig. 118).

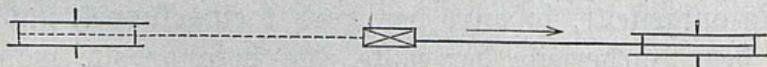


Fig. 118. Förderung mit Seil und Gegenseil.

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.

## 147. Förderung mit Seil oder Kette ohne Ende (Fig. 119).

Während man bei beiden vorher beschriebenen Methoden die vollen und leeren Züge auf demselben Geleise befördert, 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

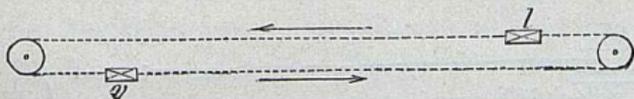


Fig. 119. Seil (Kette) ohne Ende.

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 denselben 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. Hinter der Krümmung faßt der Zugführer das Seil von neuem und läßt es schließlich am Ende der Bahn wieder los.

Reicht die lebendige Kraft zum Durchlaufen der Krümmung 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.

#### 148. Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Verbindungsseile.

Von den Körben  $t$  und  $t'$  (Fig. 120) 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

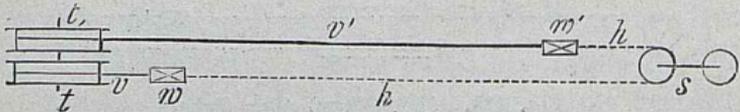


Fig. 120. Förderung mit zwei Vorderseilen und einem Hinterseil.

straff gehalten wird. Deshalb kann ein Aus- und Einschalten von Zügen nicht stattfinden, das Seil muß vielmehr stets geschlossen bleiben.  $w$  und  $w'$  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 Gestellen, und kann, wie diese, mit großer Geschwindigkeit ausgeführt werden. Für größere Längen erscheint sie aber trotzdem nicht leistungsfähig genug.

#### 149. Förderung mit aufliegender Kette.

Man versteht darunter diejenige Fördermethode, bei welcher eine Kette ohne Ende mit dauernder Bewegung nicht durch Rollen, sondern durch Förderwagen getragen

wird (Fig. 121), welche in gleichen Abständen unter die 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

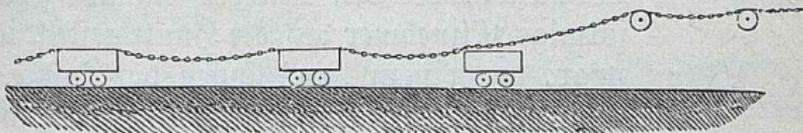


Fig. 121. Förderung mit schwebender Kette.

dadurch gewonnenen Gefälle die Krümmung durchlaufen, während die Kette wiederum über Rollen geführt wird und erst hinter der Krümmung die Wagen wieder mitnimmt.

Ist die Kette schwer, so genügt ein einfaches Auflegen derselben; bei einer leichtern Kette müssen Gabeln (Fig. 122 und 123) auf den Wagenrand gesteckt werden, in deren obern Einschnitt ein vertikales Glied der Kette eingesenkt wird.

Die nicht sehr große Geschwindigkeit von 0,75 bis 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.

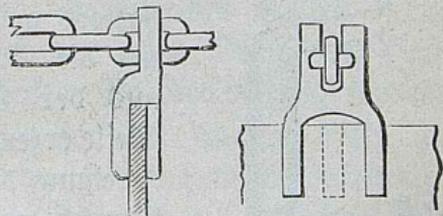


Fig. 122.

Fig. 123.

Aufsteckgabeln.

### 150. Förderung mit aufliegendem glatten Seil.

Diese Art der maschinellen Streckenförderung hat in den letzten Jahren besonders in Westfalen und Oberschlesien eine große Verbreitung gefunden. Gegenüber der Kette hat das Seil u. a. die Vorteile des geringeren Gewichtes und der geringeren Kosten bei gleicher Haltbarkeit, wegen Ver-

minderung der toten Last kann auch die Antriebsmaschine kleiner genommen werden. Auch reißt das Seil selten plötzlich, wie es die Kette thut. Freilich kann man diese mit Notgliedern zusammenschließen, es sind jedoch damit wenig gute Erfahrungen gemacht\*).

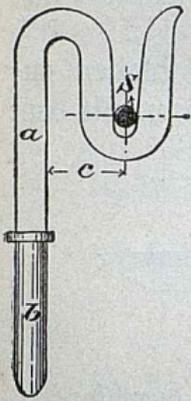


Fig. 124.  
Mitnehmergabel.

Man unterscheidet glatte Seile und solche mit Knoten. Bei den ersteren werden klemmende, bei den letzteren einfache gabelförmige Mitnehmer auf die Hunte gesteckt und zwar, wenn man kein Rippen der Hunte zu befürchten hat, auf die eine Querwand, sonst auf besondere Bügel in der Mitte der Länge des Hutes.

Der Vorteil der klemmenden Mitnehmer besteht darin, daß sie die Anwendung glatter, also billigerer Seile ermöglichen.

Was die Konstruktion der klemmenden Mitnehmer anbetrifft, so ist die einfachste die sog. englische Klemme. Dieselbe (Fig. 124) besteht aus einem gebogenen Rundeisen a, welches

mit seinem Zapfen b leicht drehbar in das entsprechende Auge des Mitnehmers gesteckt wird. Das Seil S liegt um die Entfernung c (50 bis 80 mm) aus der Geleismitte. Durch die vom Seile erzeugte Reibung findet eine leichte Drehung des Mitnehmers und somit ein Durchbiegen des Seiles statt, wodurch das Mitnehmen des Wagens erfolgt.

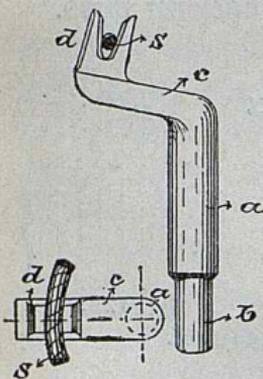


Fig. 125. Fig. 126.  
Mitnehmergabel von  
Joriffen & Co.

Durch Aug. Lauenrot in Sulzbach bei Saarbrücken ist diese Klemme derart abgeändert, daß die Drehung eine begrenzte ist. Ähnlich wirkt auch der Mitnehmer von Paul Gusemann in Zeitz.

Eine einfache Form der englischen Klemme zeigt auch Fig. 125 und 126. Dieser Mitnehmer besteht aus dem

\*) Glückauf. Offen 1891. S. 369; 1893. S. 1249, 1451, 1565.

Schaft a mit Zapfen b, dem Ausleger c und der Seilgabel d und gestattet das Durchfahren schwacher Krümmungen, in denen das Seil S eine schwache Biegung erfährt.

Außerdem sind klemmende Mitnehmer konstruiert von H. Grimberg jun. in Bochum, Obach in Wien (D. R. P. 71590), Hasenclever in Düsseldorf, F. Kreye in Bochum, E. Becker in Dessau u. s. w.

### 151. Seil mit Knoten.

Um die durch das Festklemmen des Seiles bewirkte Abnutzung zu vermeiden, hat man sich vielfach der von Oberschuir in Schalke vorgeschlagenen Seile mit Knoten bedient. Die dazu nötigen Mitnehmer bilden eine Kurbel, welche sich um den senkrechten Schaft dreht und deshalb ohne Klemmung des Seiles in schwachen Kurven eine geringe seitliche Bewegung gestattet.

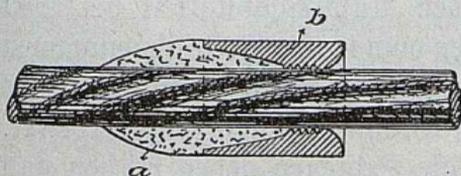


Fig. 127. Seilknoten.

Die Seilknoten müssen fest sitzen, dürfen aber in Kurven kein Knicken des Seiles veranlassen und überhaupt nicht die Haltbarkeit des Seiles beein-

trächtigen. Dies ist der Fall bei Knoten von Draht oder Hanf, welche mit durch das Seil gesteckten Drähten befestigt werden.

Ein guter Seilknoten scheint der von Jorissen & Co. angegebene zu sein. Das Seil wird mit einer Hanfumwicklung, Fig. 127, versehen, über welche sich eine als Hohlkegel ausgebildete Muffe b schiebt. Letztere ist innen auf eine geringe Länge mit einem groben Gewinde versehen, wodurch ein Lösen der Muffe von der Hanfumwicklung beim Umlaufen der Scheiben und Rollen verhütet werden soll. Durch die Hanfumwicklung wird dem Seile die erforderliche Biegsamkeit gewahrt, gleichwohl sitzen die Knoten ziemlich fest auf dem Seile.

Uebrigens tritt durch Anwendung der Seilknoten eine nicht unerhebliche Belastung der Förderkosten ein. Bei der (mit elektrischem Antriebe arbeitenden) maschinellen Streckenförde-

rung der Zeche Ewald bei Herten i. W. betragen allein die Arbeitslöhne für Reparatur der Seilknoten jährlich 3936 Mk., dazu kommt der Bedarf an Material mit 800 bis 1000 Mk., Umstände, welche sehr für Anwendung glatter Seile sprechen.

### 152. Durchlaufen von Bahnkrümmungen.

Früher brachte man vor einer Krümmung die Hunte auf eine schiefe Ebene und ließ sie die Krümmung frei durchlaufen, während das Seil durch Wehr- und Tragrollen geführt wurde. Bei den neueren Ausführungen, wie bei denen von Grimberg jun. in Bochum, wendet man in den Krümmungen Sternrollen an. Der Mitnehmer stößt beim Passieren der Krümmungen gegen einen Backen der Sternrolle, dreht sie und gleitet daran vorbei.

### 153. Wagenumlauf in gleicher Richtung.

Gewöhnlich werden an den Anschlagspunkten bei Seil mit oder ohne Knoten die Wagen vom leeren Seile abgenommen und die beladenen Wagen dem vollen Seile zugeführt. Dies Verfahren erfordert an jedem Anschlagspunkte zwei Arbeiter, welche außerdem quer über die Schienen gehen müssen und deshalb mit dem gehenden Zeuge in Berührung kommen. F. Stolz in Neu-Weißstein bei Altwasser empfiehlt deshalb das System des kontinuierlichen Wagenumlaufs, bei welchem ein Kreuzen der Wagen nicht stattfindet und an jedem Anschlagspunkte nur ein Arbeiter erforderlich ist.

Allerdings ergibt sich daraus als Nachteil die Notwendigkeit eines größeren Förderweges für die dem Schachte näher liegenden Anschlagspunkte, sowie eines größeren Kraftaufwandes.

### 154. Lokomotiven für Grubenförderung.

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-Franco.

\*) Glückauf. Essen 1893. Nr. 89—90; 1894. Nr. 1; 1896. Nr. 23.

Auch die Honigmannschen feuerlosen oder Natronlokomotiven haben wegen ihres hohen Preises und großen Gewichtes bis jetzt keine praktische Anwendung gefunden.

Luftlokomotiven ergeben sehr viel Kraftverluste und sind deshalb teuer im Betrieb.

Elektrische Lokomotiven sind mehrfach in Gebrauch, besonders an Stellen, wo man große Förderlängen und mäßig große Förderwagen hat, wie in Erzgruben. In Steinkohलगruben zieht man, wenn man überhaupt elektrische Kraftübertragung wählt, feststehende elektrische Sekundärmaschinen mit Seil oder Kette vor.

### 155. Schiffsförderung.

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.

Auch am Harz, wo man gegenwärtig auf Gewinnung und Förderung größerer Massen angewiesen ist, um die Selbstkosten zu erniedrigen, hat man die Ersetzung der Schiffsförderung durch elektrische Lokomotiven auf der tiefsten Wasserstrecke ins Auge gefaßt.

Der Inhalt eines Bootes beträgt am Harz 5—7.5 t ( $1\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Treiben); dasselbe wird von einem Schiffer in der Weise bewegt, daß derselbe im Borderteile 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 Zabrze 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 Geschwindig=

keit in der Minute voll hin und 22 m leer zurück. Die dabei erzielte Leistung beträgt in der Schicht 7547 Kilogramm-meter 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 Förderschachte (Dtiliaschacht) angelangt sind, werden die Kästen direkt am Seil angeschlagen und über Tage mit einer besonderen Vorrichtung selbstthätig entleert.

### Zweites Kapitel.

## Bremsbergförderung.

### 156. Allgemeines über Bremsberge.

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 Herabgleitungstriebes entweder direkt oder durch ein Gegengewicht aufwärtsgezogen 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.

### 157. Eintrümmige und zweitrümmige Bremsberge.

Eintrümmige 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.

Zweitrümmige 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 zweitrümmige Bremsberge anzuwenden, während einrümmige 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.

### 158. Ausrüstung eines Bremsberges.

Ein Bremsberg muß am Kopfe mit einem Bremsapparat (Bremshaspel) versehen sein. Bis zu einer Neigung 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.

### 159. Bremshaspel.

Die Bremshaspel bestehen aus den Seiltrummeln, oder aus einer einfachen Seilscheibe (Scheibenbremse) mit einer Bremsvorrichtung. Diese ist entweder eine einfache oder doppelte Backenbremse, oder eine eiserne Bandbremse, 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.

### 160. 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. 128. 129, S. 154).

Bei sehr steilem Einfallen wendet man Bremschlitten mit Rufen aus  $\Gamma$ -Eisen an, welche auf Latten von Buchenholz laufen.

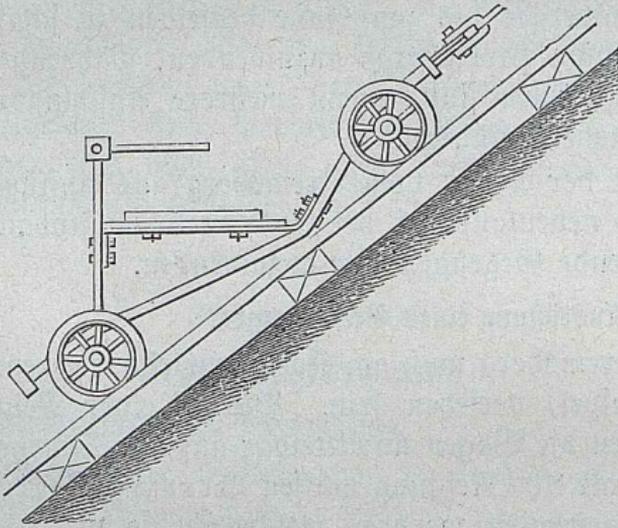


Fig. 128. Hölzernes Bremsgestell.

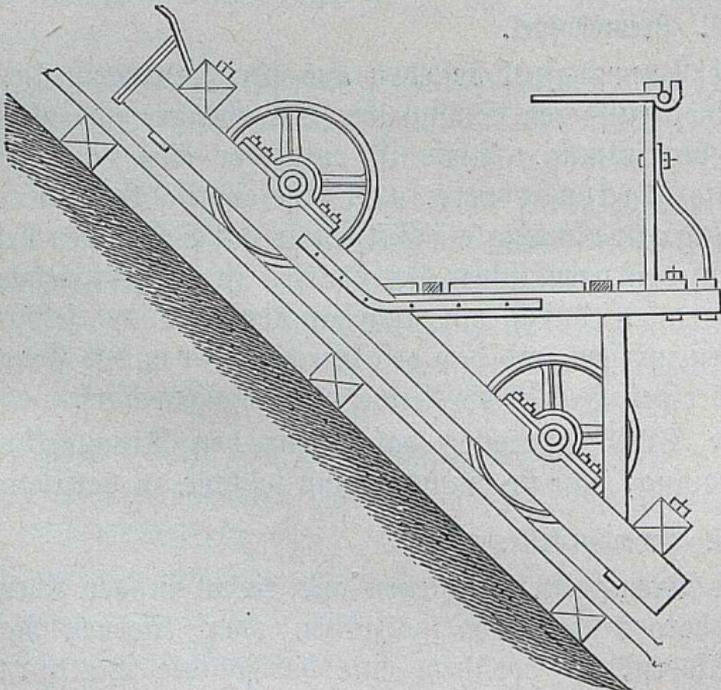


Fig. 129. Eisernes Bremsgestell.

### 161. Gegengewichte.

Die Gegengewichte müssen einschließlich 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. Nachdem 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 Bremsgestelle und Bremsberg eine möglichst geringe Höhe bekommen können.

### 162. Verschuß der Bremsberge.

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 von den Arbeitern 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 zuerst auf Zeche Borussia bei Dortmund eingeführt. Derselbe besteht aus einer eisernen Stange A (Fig. 130 u. 131, S. 156), 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 130 und 131 angegebenen Stellung des Verschlußes dient der Arm *b* als Schlagbaum für den Bremsberg. Will der Schlepper seinen Wagen aufchieben,

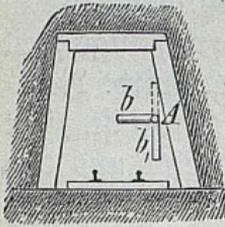
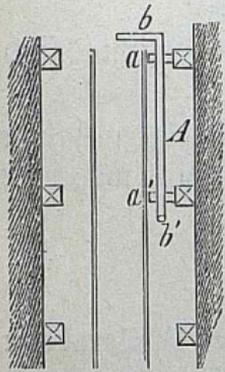


Fig. 130.

Fig. 131.  
Bremsbergverschluß.

so muß er den Arm *b* in die punktierte Stellung (Fig. 130), 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 gesichert 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.

### 163. Förderung in einfallenden Strecken.

Aufwärtsgehende Streckenförderung kommt in einfallenden Strecken (Flache in der Provinz Sachsen) und bei Untertwerksbauern 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 letzteren Falle ist die Plattform treppen-

förmig. 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 Anschlageplätze mit zwei Geleisen für volle und leere Wagen eingerichtet werden. Damit bei dem Ueberschieben der Wagen von einem Geleise auf das andere die Seile nicht im Wege sind, läßt man sie bis zum Ende der Anschlageplätze 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 Pferdegöpel, 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 Leitscheiben 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.

Sehr beliebt sind auch die in jeder Hinsicht bequemen elektrischen Haspel.

---

## Viertes Kapitel.

## Schachtförderung.

## 164. 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 Uebelstände durch häufiges Zerbrechen der Ketten, welche durch die fortwährende Bewegung in den Gliedern spröde wurden.

Allen Anzuträglichkeiten wurde dadurch ein Ende gemacht, daß Oberberggrat Albert in Klauenthal im Jahre 1834 die Drahtseile erfand.

Zur Haspelförderung, besonders bei kleinem Durchmesser des Rundbaumes, werden immer noch runde Hanfseile, sehr häufig aber auch biegsame Seile aus dünnem Eisen- oder Stahl Draht angewendet. Bei der Göpelförderung kommen zwar auch noch hier und da Bandseile aus Hanf oder Aloë vor, doch werden dieselben ebenfalls mehr und mehr von Rundseilen und Bandseilen aus Draht verdrängt.

Bandseile bestehen aus mehreren nebeneinander liegenden und durch Zusammennähen verbundenen Rundseilen.

Neu eingeführt sind die sogen. „patentverschlossenen Seile“.

## 165. Gewicht und 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.

Moëseile haben ungeteert ein um  $\frac{1}{9}$  geringeres Eigengewicht als Hanfseile, aber eine geringe Zugfestigkeit als diese.

Das Gewicht eines eisernen Rundseiles beträgt für 1 cbm 3900 kg, d. h. nahezu die Hälfte von Rundeisen.

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 verjüngten 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.

#### 166. Mittel zur Schonung der Drahtseile.

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 Rosten 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 versteht 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 Ueberzeugung 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.

### 167. Schachtfördergeräte.

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.

### 168. Füllort.

Füllort ist derjenige Teil der Zuförderstrecke, welcher unmittelbar am Schachte liegt und von welchem aus das Füllen der Kübel bezw. Tonnen sowie das Aufschieben der vollen Hunte auf die Fördergestelle 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 Pfosten-

belag, in welchem nur eine Oeffnung zum Einstürzen der Erze bleibt.

Die eigentlichen Füllörter, welche im stande sind, eine größere Menge Fördergut aufzunehmen, und welche auch bei Gestelleförderung anzuwenden sind, erscheinen besonders dann zweckmäßig, wenn die Schachtförderung auf den einzelnen Sohlen durch das Heranfahren des Fördergutes nicht ununterbrochen beschäftigt werden kann.

### 169. Fördergestelle.

Gehen die Streckenfördergefäße bis zu Tage oder füllt man Förderwagen aus Füllörtern, 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 Böden 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 Leitsäume (Spurlatten) oder eisernen Leitschienen bezw.

Leitseile umfassen. Bei Anwendung der Leitbahnen findet die Führung zweckmäßig nur an einer Seite der Gestelle statt, aber an zwei Punkten. Dabei kann man die Gestelle im Schachte dicht aneinander vorbeigehen 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 Rundstange, 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 Knaggen 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 sogen. 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.

### 170. Aufsetzen 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 aufsetzen 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 Aufschlagvorrichtungen (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 Hebelzug auf beiden Seiten des Schachtes geöffnet oder geschlossen werden können, auch ist danach zu sehen, daß der Hebelarm des sich aufsetzenden Gewichtes möglichst klein hergestellt wird.

Uebrigens können die Fördergestelle sowohl aufgesetzt, als auch aufgehängt werden.

Eine der besseren Schachtfallen ist die durch Figur 132 (S. 164) 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 Hängeseil, 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.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, sind 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 oder besser

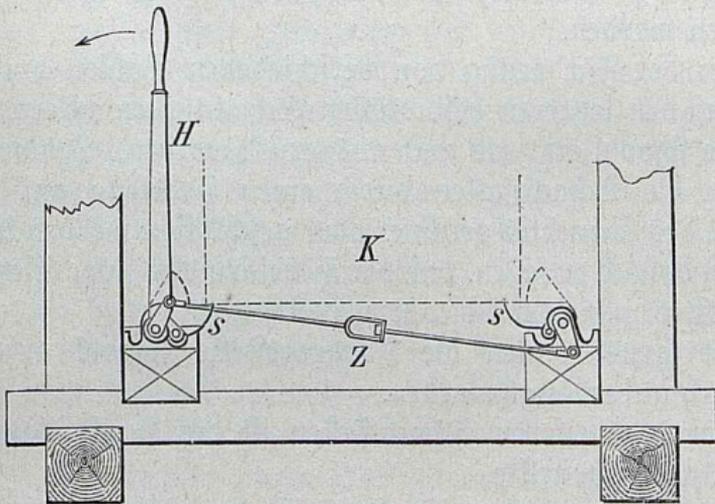


Fig. 132. Schachtfalle.

Baseline mit einem Akkumulator in Verbindung stehen. Wird ein in der Verbindungsröhre angebrachter Hahn durch einen Hebel geschlossen, so steht das Fördergestell fest, wird der Hahn geöffnet, so drückt das Fördergestell 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.

### 171. Kniegelenkstützen.

Da besonders die über Tage angebrachten hydraulischen Schachtfällen in der Anlage teuer sind, so zieht man ihnen 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), Daniel u. Lueg 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. 133—135) als Beispiel gewählt werden.

Der Lagerbock A trägt die Ausrückwelle L mit dem fest angeschlossenen 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 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 132 ruht das Gestelle y auf dem Anaggen C. Ein Zurückziehen desselben ist nicht möglich, solange der auf den Block M sich stützende Hebel K durch das Gewicht des

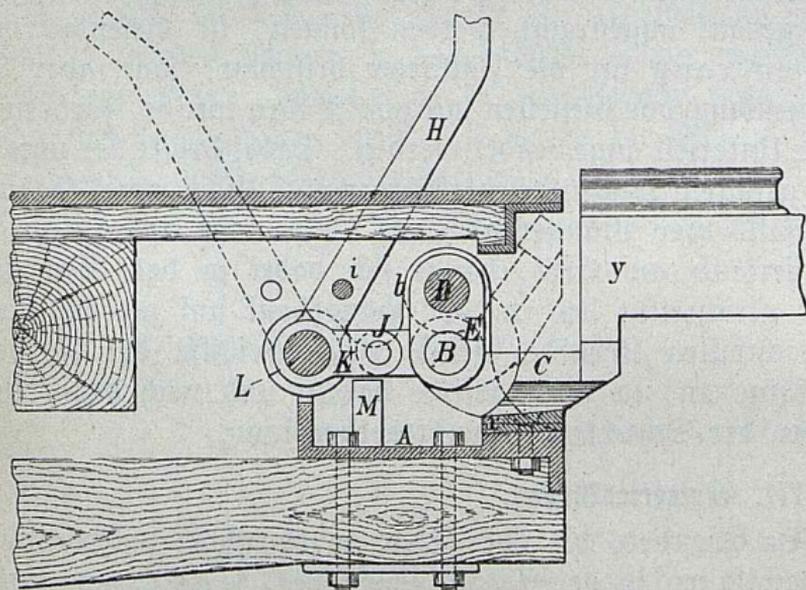


Fig. 133. Schachtfalle von Staupf: Aufsicht.

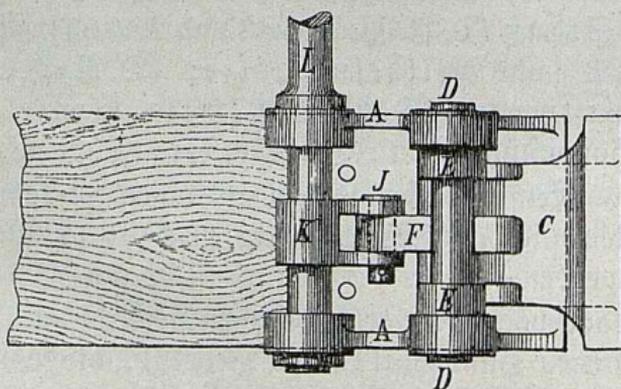


Fig. 134. Schachtfalle von Staupf: Grundriß.

Handhebels H in seiner horizontalen und somit das Aniegeleit L J B 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 133 angedeutete punktierte Lage gebracht, d. h. um  $\frac{1}{4}$  Kreis gedreht, so gelangt J nach i und B nach b, wodurch die Aufsatzknaggen C unter dem Förderkorbe weggezogen und gleichzeitig gesenkt werden, so daß das Gestelle frei in die Tiefe gehen kann (siehe Fig. 135).

Nachdem das Gestelle wieder zur Hängebank gelangt ist, wird der Hebel H in seine erste Stellung zurückgelegt, die Knaggen treten dadurch hervor, und das Gestelle kann wieder aufsetzen. Sollten die Knaggen vorzeitig vorgeschoben werden,

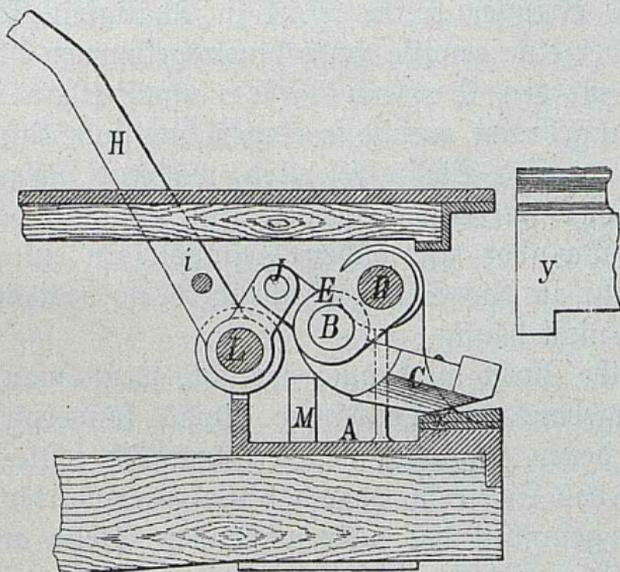


Fig. 135. Schachtfalle von Stauß: Ausriß.

so kann sie das heraufkommende Fördergestelle 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 so weit gespannt zu erhalten, daß der Korb nach

dem Ausrücken nicht fallen kann, wird mittels einer von Freudenberg in Lipine (Oberschlesien) konstruierten Spannvorrichtung das Seilkürzen schnell und leicht bewirkt, kommt indes fast nur in den ersten Tagen bei neuaufgelegten Seilen vor.

### 172. Sicherheitsvorrichtungen oberhalb der Hängebank.

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

\*) Preuß. Ztschr. 1880. Bd. 28, Seite 252.

Boech in Beche Fortschritt bei Dux patentierter\*), sowie mehrere andere.

### 173. Abfertigen 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 nacheinander, 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.

### 174. Schachtsignale.

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 Fahrkürsten wünschenswert ist, so wendet man Hanfseile an, die beim Anziehen einigemal um den Arm

\*) Destr. Ztschr. 1886. Seite 303.

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 Förderforbe aus Signale zu geben.

Ein dahin gehöriger bewährter Apparat ist der Dannenberg'sche, Fig. 136, 137. Derselbe ist in einem gußeisernen,

an einer Säule oberhalb der Hängebank festgeschraubten Kästen *a a* untergebracht. An die Gußstahlstange *b* schließt sich unten ein bis zum Schachttiefsten geführter und mit dem Gewichte *g* beschwerter Draht. Unter dem Stellring *c* befindet sich eine Spiralfeder. An der Stange *b* sind ferner zwei Kontaktscheiben *d<sub>1</sub>*, *d<sub>2</sub>*, dann am Gehäuse *a* mittels Klemmschrauben *α β* die beiden Leitungsdrähte und durch *a* zugleich die Kontaktfeder *e<sub>1</sub>* *e<sub>2</sub>* befestigt und zwar derart, daß der zur Glocke laufende Draht durch die Schraube *α* mit der Feder *e<sub>1</sub>* *e<sub>2</sub>* in Verbindung steht, während diese Teile durch Hartgummieinlagen *h* gegen das Gehäuse *a* isoliert sind.

Der in den Schacht hängende Zugdraht kann von der Schale aus leicht erfaßt werden. Geschieht dies beim Einfahren, so wird die Stange *b*, dem geringen Widerstand der Feder entgegen, nach unten

bewegt und die Kontaktscheibe *d<sub>1</sub>* mit der Feder bei *e<sub>1</sub>* in Berührung gebracht. Erfasst man dagegen den Zugdraht beim Ausfahren, so wird die Feder entlastet, die Stange *b* gehoben, und die obere Scheibe kommt mit der Feder bei *e<sub>2</sub>* in Berührung. In beiden Fällen wird der Strom durch die Teile *a*, *b*, *d<sub>1</sub>* *e<sub>1</sub>* oder *d<sub>2</sub>* *e<sub>2</sub>* und *a* geschlossen, und die

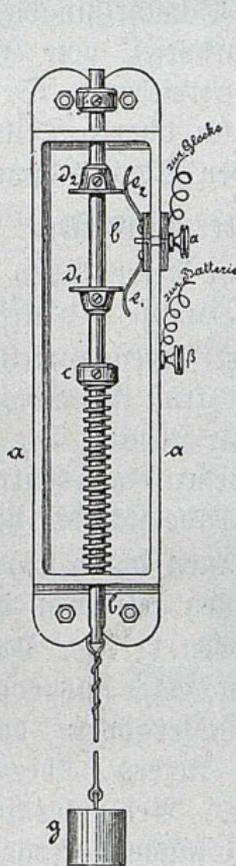


Fig. 136.

Dannenberg's elektrische Signalförrichtung.

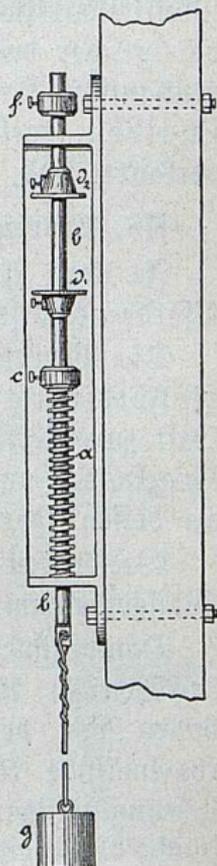


Fig. 137.

Glocke ertönt. Der Niedergang der Stange *b* ist durch den Stellring *f*, der Aufgang durch die Kontaktscheibe *d*<sub>2</sub> begrenzt.

### 175. Fördermaschinen mit Zubehör.

Göpfelförderung 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 Seilkörbe aus über Seilscheiben, welche im oberen Teile von Fördergerüsten verlagert sind, in den Schacht hinabgeleitet wird.

### 176. Anbringen der Seilscheiben.

Je nach Art der bewegenden Kraft unterscheidet man Pferde-, Wasser-, Dampf- und elektrische Göpel.

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.

Dampfgöpel finden bei der Möglichkeit, überall Kohlen beziehen zu können, die ausgedehnteste Anwendung und haben vor den Wassergöpel 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.

Elektrische Göpel sind solche, bei denen die Fördermaschine von einer elektrischen Centrale aus angetrieben wird.

### 177. Verschiedene Arten der Göpfelförderung.

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 bis 3 m. Sie werden aus Eisen hergestellt und haben eine nach außen sich erweiternde Nut.

### 178. Fördergerüste.

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 138 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 Richtung zwischen Seilzeug und der senkrechten Zugrichtung des Korbes angebrachten Streben aufgenommen wird. S ist das in das Maschinenhaus gehende, S' das aus dem Schachte kommende Seil.

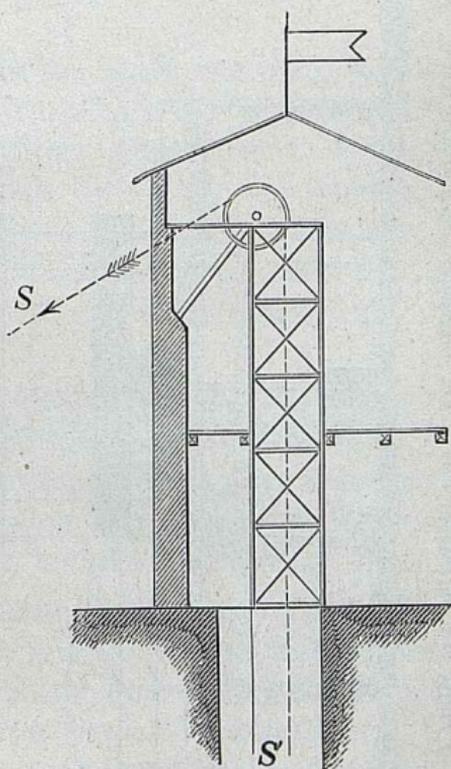
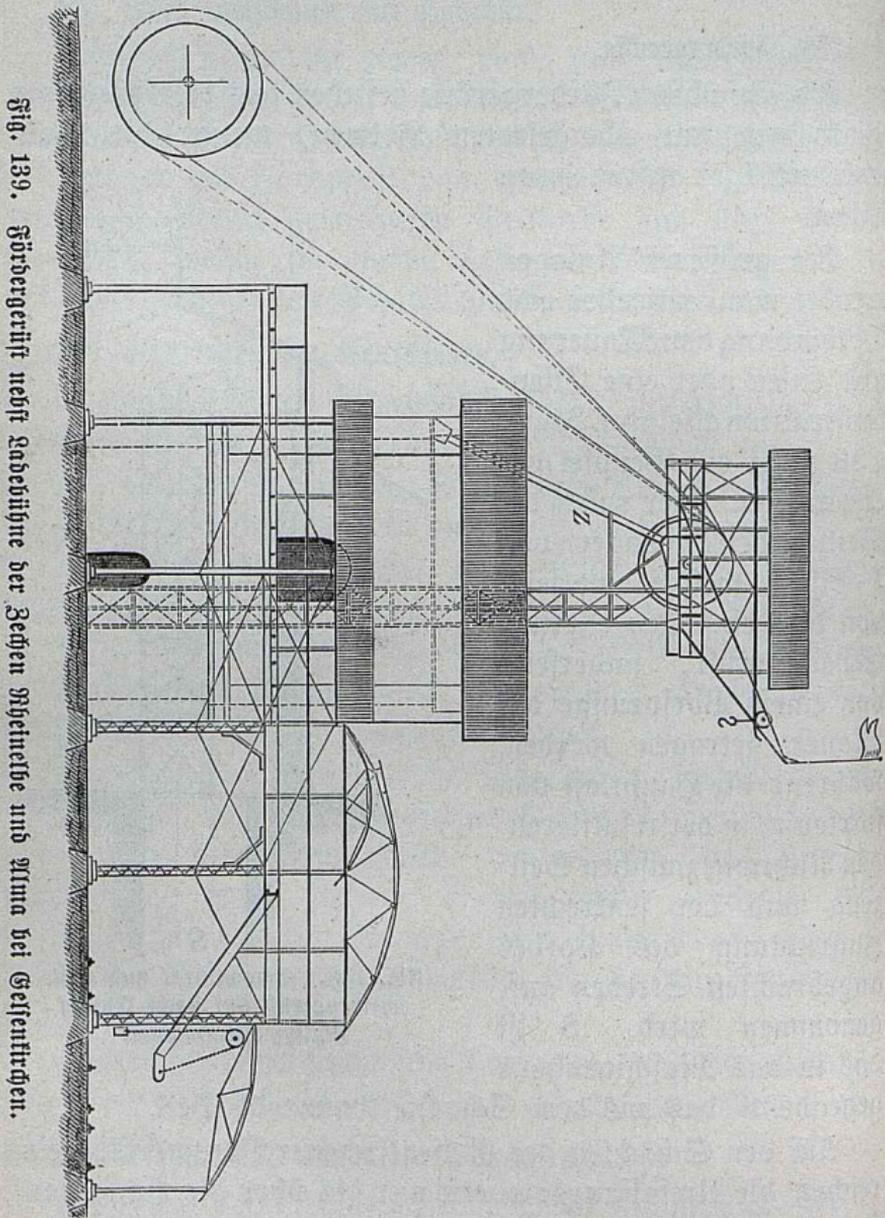


Fig. 138. Schachturm und Seilscheibengerüst auf Zeche Julius Philipp bei Bochum.

Auf den Schächten des Gelsenkirchener Bergwerksvereins reichen die Umfassungsmauern nur bis über die Hängebank, sind hier aber überdacht (Fig. 139, S. 174).

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 Zug-



streben 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. 138 dargestellte, lediglich aus Eisen und ist in ihrer Herstellung wesentlich billiger als die gemauerten Schachttürme.

### 179. Seilkörbe.

Es sind zunächst Seilkörbe für runde und solche für flache Seile zu unterscheiden. Bei jenen legen sich die Seilumschläge nebeneinander, bei diesen (Bobinen) übereinander. 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 übereinander 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. Uebrigens haben derartige Körbe auch mancherlei Nachteile und werden immer mehr durch runde Körbe verdrängt, seitdem andere Mittel der Seilausgleichung angewendet werden.

### 180. 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 Uebergewicht des niedergehenden Seiles immer mehr zu, so daß von nun an unter Umständen ein starkes Bremsen eintreten muß. Diese Gegensätze 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.

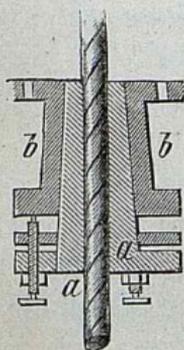


Fig. 140.

Baumannsche Seilklemme.

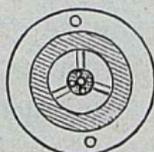


Fig. 141.

Am einfachsten, sowie vollständig und bei jeder Schachtteufe bewirkt man die Seil-  
 ausglei-  
 chung 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. 140 u. 141), befestigt. Dieselbe besteht aus einer dreiteiligen, außen konischen Hülse a, welche den Windungen der Seillitzen entsprechend ausgehöhlt ist und durch die Last selbstthätig in eine auf den Konus der Hülse passend ausgedrehte Büchse b gezogen wird. Bei hintereinander stehenden Wagen kann man das Seil nicht durch das Gestell hindurchgehen lassen, sondern muß das Unterseil mittels Umföhrungsgefänge an das Oberseil anschließen.

Nach einer von Lindenbergh & Meinicke vorgeschlagenen Methode\*) legt man das Ausgleichsseil als Seil ohne Ende um eine auf der Seilkorbachse angebrachte Scheibe und führt es als selbstständiges Seil in den Schacht hinab.

Bei tonnlägigen Schächten kann man die durch Fig. 142 dargestellte Gewichtsausgleichung benutzen.

Von einer auf der Welle der Treibkörbe *t* sitzenden Trommel *s* aus läuft ein Seil zum Ausgleichshunte *g*, welcher sich auf einer Bahn mit abnehmender Neigung bewegt. Beim Anheben des unteren Gestelles befindet sich der Hunte auf der steilsten Stelle, und sein Herabgleitungstrieb entspricht der Seillast. Beim Begegnen der Gestelle ist der Wagen an der geringsten Neigung angelangt, das Seil wickelt sich wieder auf und zieht den Hunte nach oben, so daß er in der zweiten Hälfte der Förderzeit bremsend wirkt.

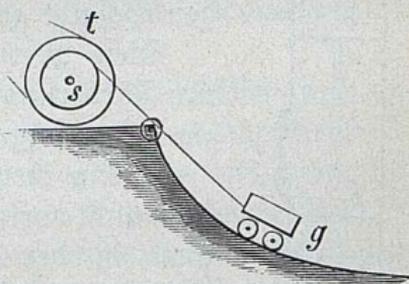


Fig. 142. Seilausgleichung durch Gewicht und schiefe Ebene.

### 181. Besondere Fördermethoden.

Außer der gewöhnlich ausgeführten Methode der Schachtförderung sind zu nennen: die Koeperesche und die pneumatische Fördermethode.

Bei der Koepereschen Förderung fallen Maschinenhaus und Seilkörbe fort. Die Maschine *m* in Fig. 143 ist in den Schachturm verlegt und greift unmittelbar an der Seil-

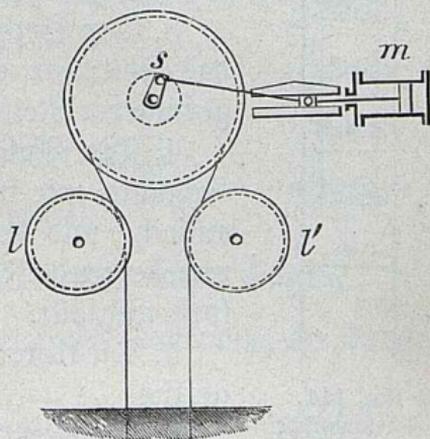


Fig. 143. Koeperesche Förder-einrichtung.

\*) „Glückauf.“ Essen 1885. Nr. 17. — Preuß. Zeitschr. 1884. Bd. 32, S. 236 und 324.

scheibe  $s$  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  $ll'$  in den Schacht geführt.

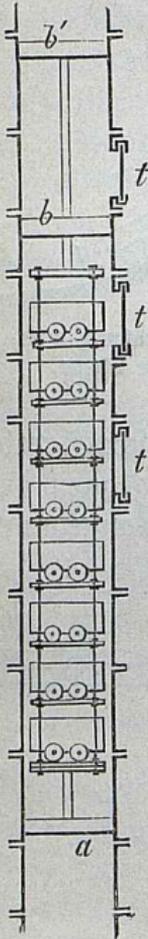


Fig. 144.  
Pneumatische  
Schacht-  
förderung.

Diese Methode eignet sich ganz besonders für Förderungen aus blinden Schächten, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Ein Ubertreiben 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 Höngen bei Nachen, 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.

Zur pneumatischen Förderung (Fig. 144) 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, insolgedessen die Luft unter dem Gestelle als Ueberdruck wirkt. Zur Abdichtung im Rohre befinden sich über und unter dem Fördergestelle die Kolben  $a$   $b$   $b'$ . Die Entfernung der Kolben  $b$  und  $b'$  ist etwas größer als die Oeffnung 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 Ausblaserohr zu Tage 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 Ausblaserohr geschlossen ist.

Die pneumatische Förderung ist durch den Wegfall des Förderseiles zwar gefahrlos, was indes mehr für die Seilfahrunge in Betracht kommt, anderseits aber wegen starken Kohlenverbrauches sehr kostspielig.

## B. Tagesförderung.

### Fünftes Kapitel.

#### Fortschaffung des Fördergutes über Tage.

182. Fortschaffen der Wagen bei großer Entfernung der Sturzvorrichtung.

In diesem Falle würde es sehr viel Arbeitslöhne kosten, wenn die Arbeiter jeden Wagen hin, und zurückbringen müßten, und es sind deshalb entweder Rücklaufbahnen oder besser 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 Luitenthal bei Saarbrücken, verwendet.

Auch die auf Grube Friedrichslegen bei Oberlahnstein im Betriebe befindliche Zahnradbahn, nach dem Muster der Rigibahn, erscheint für starke Gefälle und ansteigende Transporte zweckmäßig.

Für die Erzherzoglich Abrechtischen Spateisensteingruben bei Marienhütte im Göllnitzthale (Ungarn) ist eine Zahnradbahn gemischten Systems seit 1885 in Betrieb.

Endlich sind für geeignete Fälle Wasseraufzüge und Bremsberge anwendbar.

### 183. 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, vielfach 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 Karlsche, zuerst rasch, während des Entleerens langsam und danach wieder rasch bewegen, wodurch das Fördergut den Klaffungsapparaten gleichmäßiger zugeführt wird. Diese abwechselnde Geschwindigkeit wird einfach dadurch erreicht, daß der Wipper von zwei ungleich großen Reibungs-

rollen, 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.

#### 184. Fortbewegen der Eisenbahnwagen.

Bei allen festen Wippern 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.

##### 185. Erklärung.

Die Drahtseilbahnen oder Seileisenbahnen sind hängende Schienenwege, bei denen die Schienen durch Drahtseile oder Kundeisen ersetzt sind. Sie eignen sich besonders für Tagestransport und wegen ihrer geringen Anlagelkosten namentlich für bergige oder hügelige Oberfläche, wo die Herstellung von Kunststraßen oder Schienenwegen zu teuer oder unmöglich sein würde. Drahtseilbahnen sind unschwer über Thäler, Flüsse u. zu führen, sie gestatten auch ein wechselndes Steigen und Fallen, nur darf dasselbe 1 : 10 bis 1 : 8 nicht übersteigen.

## 186. Drahtseilbahnen mit Seil ohne Ende.

Das Seil ohne Ende geht von der Umtriebsmaschine, welche entweder an einem Ende der Bahn oder an einer Biegung derselben aufgestellt werden kann, über Rollen, welche an den beiden Enden von Böcken angebracht sind (Fig. 145 und 146), 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

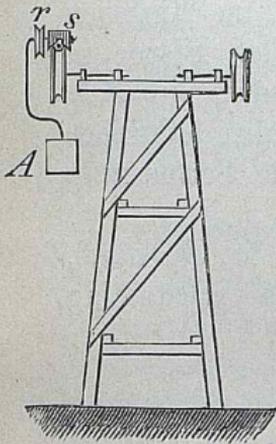


Fig. 145.

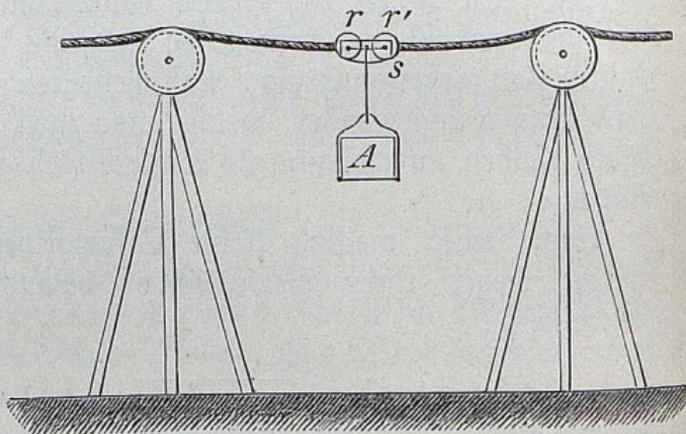


Fig. 146.

Drahtseilbahn mit Seil ohne Ende.

Seiles in derselben Weise erreicht wird wie bei der Streckenförderung mit Seil ohne Ende.

Unter dem Seil hängt das Fördergefäß A an einem gebogenen Haken, welcher an seinem oberen Ende den mit zwei Rollen  $rr'$  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.

### 187. Drahtseilbahnen mit Leit- und Treibseil.

Der Förderkübel *K* (Fig. 147 u. 148) läuft mit zwei Rädern *r* und *r'* auf einem Leit- oder Tragseil *l* und wird

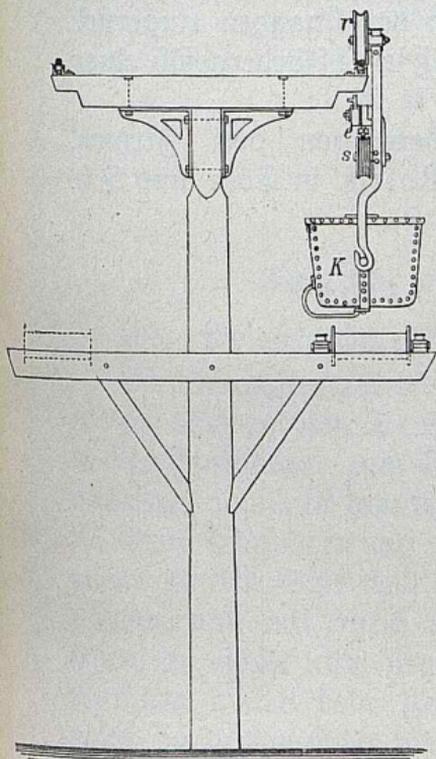


Fig. 147.

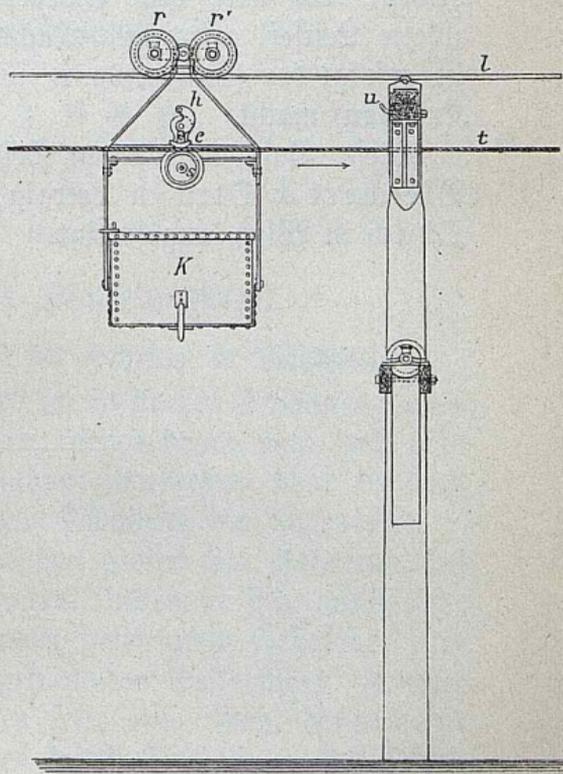


Fig. 148.

Drahtseilbahn mit Leit- und Treibseil.

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 Küssel freigemacht und nunmehr, nachdem Treib- und Leitseil nach unten gegangen sind, in derselben Weise wie bei dem Systeme mit Seil ohne Ende mittels der Laufräder  $rr'$  auf einer festen Bahn von  $\square$ -Eisen oder auf hochkantig gestellten Flachschienen mit der Hand fortbewegt und nach dem Entleeren, bezw. Füllen, auf das zweite Leitseil gebracht. Nachdem der Knaggen eingerückt ist, erfolgt der Rücktransport, so daß jedes Fördergefäß einen Kreislauf macht.

Diese Bahnen werden besonders von drei Firmen, Bleichert & Otto in Leipzig, Polich in Cöln und Th. Obach in Wien, angefertigt.

---

## Fünfter Abschnitt.

# F a h r u n g .

### Erstes Kapitel.

#### Fahrung ohne Maschinenkraft.

##### 188. 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 verlangsamte man es durch Zurücklegen des Oberkörpers.

Fahrten sollen in seigeren Schächten nicht mehr als  $75 - 80^\circ$  Neigung haben, weil man auf steiler stehenden Fahrten sehr rasch ermüdet. Die bequemste Neigung ist  $70^\circ$ .

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 Vermoͤdern zu besuͤrchten ist, werden Fahrtshenkel aus Walzeisen oder Drahtseil angewendet.

Fahrtshenkel werden meistens aus runden Stangen von Tannenholz hergestellt, indem dieselben zuͤnächst mit den Sprossenloͤchern versehen und sodann in zwei Haͤlften getrennt werden. Die Schnittflaͤchen kommen nach auͤßen.

Die Sprossen muͤssen der bessern Haltbarkeit wegen flach sein. Gewoͤhnlich nimmt man sie an den Enden 52, in der Mitte 78 mm hoch und 20—26 mm stark. Die Entfernung der Fahrtssprossen zwischen den Oberkanten betraͤgt am Harz 31 cm, an anderen Orten weniger, bis 21 cm.

### Zweites Kapitel.

## Fahrung mit Maschinenkraft.

### 189. Fahrkuͤnste.

Die Fahrkuͤnste 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 Fahrkuͤnste, zuͤnächst fuͤr die schon damals uͤber 400 m tiefen Harzer Gruben, von eben so großer Wichtigkeit als die etwa gleichzeitige Erfindung der Drahtseile. Vom Harz aus haben die Fahrkuͤnste eine rasche Verbreitung gefunden. Sie sind im Laufe der Zeit vielfach abgeändert und vervollkommenet.

Die jetzigen Konstruktionen sind in zweitrümmige und einrümmige Fahrkuͤnste zu unterscheiden.

Die Bewegung der Fahrkuͤnste geschieht entweder mittelbar mittels Krummzapfen und Kunstkreuze, bezw. Kunstwinkel, oder mit unmittelbar wirkenden Maschinen.

### 190. Zweitrümmige Fahrkuͤnste.

Die zweitrümmigen Fahrkuͤnste sind die aͤltesten 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 Uebertreten 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 unmittelbar 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 mittleren Fahrgeschwindigkeit von 1.5 m entsprechen würde.

In ähnlicher Weise ist eine neue Fahrkunst im Schachte Kaiser Wilhelm II. bei Klauenthal 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 sind an beiden Seiten mit Tritten versehen, so daß die eine Seite zum Ausfahren, die andere zum Einfahren benutzt werden kann.

### 191. Einrömmige Fahrkünste.

Einrömmige Fahrkünste sind solche mit einem Gestänge. Die an diesem angebrachten Tritte stehen am Ende jedes Hubes mit festen Bühnen gleich, welche sich im Schachtstoße befinden. Auf die Bühnen treten die Fahrenden am Ende jedes Hubes über, um am Ende des folgenden Hubes wieder auf die Gestängetritte zu treten.

### 192. Die Gestänge der Fahrkünste.

Die für Fahrkünste benutzten Gestänge werden aus Holzstangen, Walzeisen oder Drahtseilen hergestellt.

Hölzerne Stangen stellt man durch Verkämmen zweier fortlaufenden Hälften auf deren flachen Seiten her. Ueber jedem Wechsel liegen Eisenschienen, welche durch Schrauben verbunden sind.

Gestänge aus Walzeisen bestehen entweder aus vier runden oder vier flachen, oder, wie im Königin 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 Schwanken des unteren 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.

### 193. Sicherheitsvorrichtungen.

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 anderen 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 auseinandergezogen. Aus diesem Grunde

sind die Schwingen 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 miteinander verbundene Blungerröhren tauchen.

#### 194. 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 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 Seilfahrung, nur ließe sich anführen, daß, von ganz seltenen Fällen abgesehen, der Fahrende auf der Fahrkunst für seine Sicherheit durch Ruhe und Achtsamkeit selbst sorgen kann, während er bei der Seilfahrt 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.

#### 195. Seilfahrung.

Sieht man von Haspelschächten ab, in denen sich der Fahrende mit einem Bein in den Küssel stellt oder sich auf einen „Anebel“ setzt, so erfolgt die Seilfahrung in Schächten in der Weise, daß die Fahrenden sich in das Fördergestelle stellen und von der Fördermaschine eingesenkt oder herausgezogen werden.

Die Geschwindigkeit bei der Seilfahrung soll 6 m nicht übersteigen.

#### 196. Sicherheitsmaßregeln bei der Seilfahrung.

Zunächst muß das Fördergestell so verschlossen sein, daß während der Fahrt niemand durch Ausstrecken eines Körper-

teiles oder Herabfallen eines Gegenstandes Schaden nehmen kann.

Vor allem müssen Förderseil, Bremsen, Maschine u. 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 leicht beim Vorhandensein einer Fangvorrichtung auf die Seile weniger Sorgfalt verwendet werde.

### 197. Grundsätze, auf welchen die Konstruktion und die Wirkung der Fangvorrichtungen beruht.

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.

### 198. Die wichtigsten Arten der Fangvorrichtungen.

Die meisten der gebräuchlichen, sehr zahlreichen Konstruktionen lassen sich auf wenige Systeme zurückföhren, von

denen zwei lange Zeit allein die Herrschaft behauptet haben, nämlich die Systeme Fontaine und White & Grant.

Das System Fontaine ist in Figur 149 veranschaulicht. Darin ist a ein schmiedeeiserner Balken mit Leitschuhen, b 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. Ueber dieser liegt eine Spiralfeder, welche in zwei gegeneinander 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.

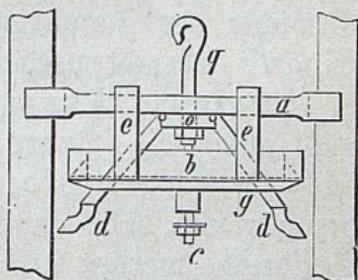


Fig. 149. Fangvorrichtung, System Fontaine.

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. 150) gefaßt werden. Diese sind bei gespanntem Seile durch die Ketten KK' und die Hebel h h' in der durch Figur 150 vorgeführten Stellung gehalten.

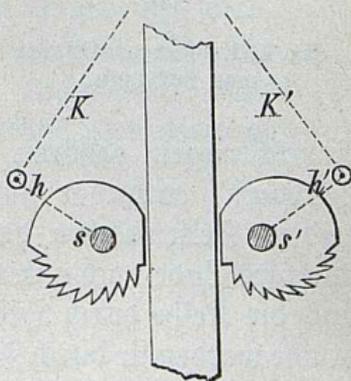


Fig. 150. Fangvorrichtung von White & Grant.

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. 151), welche darauf beruht, daß die Fangarme  $aa'$  nach dem Seilbruche und beim darauffolgenden 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.

Sodann die Münznersche Fangvorrichtung, bei welcher nicht allein die Fänger (System White & Grant), sondern auch die Achsen, an denen dieselben befestigt sind, emporgezogen und dabei in Schlitten geführt werden. Nach dem Seilbruche werden Achsen und Fänger nach unten gedrückt, die letzteren gleiten furchenschneidend in dem Holze abwärts, bis die lebendige Kraft aufgezehrt ist, finden aber gleichzeitig eine Stütze, so daß das Kraftmoment für das Abbrechen der Fänger ein sehr geringes ist.

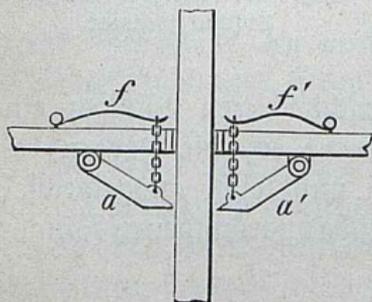


Fig. 151. Fangvorrichtung von Lohmann.

Ferner sind die Keilfangvorrichtungen zu erwähnen. Bei diesen Apparaten, welche zu den besten der hier besprochenen

Vorrichtungen gehören, 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 angedrückt, bis die lebendige Kraft aufgezehrt und der Korb zum Stillstand gebracht ist.

### 199. Geschwindigkeitsmesser bei Fördermaschinen.

Wird beim Ausfahren der Belegschaft mit zu großer Geschwindigkeit gefördert und schließlich, um das Ueberwinden 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, Zähns in Köln-Nippes, Weidtmann in Dortmund und Weig daselbst.

## Sechster Abschnitt.

# Grubenausbau.

---

### 200. Erklärung.

Unter Grubenausbau sind alle Vorkehrungen zu verstehen, welche erforderlich sind, um das Einstürzen offener Grubenräume zu verhüten. Dies geschieht durch Auskleiden der Wände und zwar auf dreierlei Art, nämlich mit Holz = Zimmerung, mit Eisen = Eisenausbau, mit Stein = Mauerung.

Alle drei Arten des Ausbaues können wasserdicht hergestellt werden.

## A. Gewöhnlicher Ausbau.

### Erstes Kapitel.

## Zimmerung.

### 201. Material und Gezüge.

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 Akazie, 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.

## 202. Mittel zur Verlängerung der 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 infolge 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 besseren 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 u., 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 auskristallisieren und dabei die Säfte des Holzes umschließen, oder sie wirken säulniswidrig (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 Persezung 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.

### 203. Die bei der Grubenzimmerung in Anwendung kommenden Gezüge.

Die bei der Zimmerung gebrauchten Gezüge sind: die Axt, das Beil, die Säge, das Sperrmaß, das Lot, die Sezwage und einige Hilfsgezüge, wie Großsäufstel, Bohrgezüge, Spitzhammer u.

Die Bezeichnungen Axt 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 Axt zu unterscheiden.

Die Säge ist entweder einmännisch oder zweimännisch. Im letzteren 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.

#### 204. 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.

Je nach der Art, in welcher Kappe und Beine verbunden werden, sind es polnische, schwedische oder deutsche Thürstöcke.

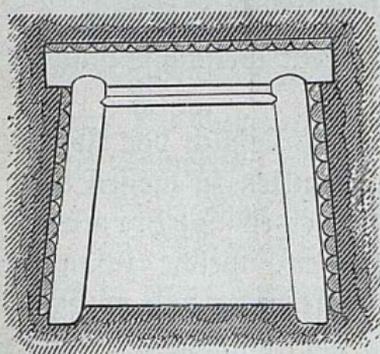


Fig. 152. Polnischer Thürstock.

Bei den polnischen Thürstöcken (Fig. 152) bleibt die Kappe rund, während die Beine am oberen Ende ausgepart sind. Da indes bei Seitendruck die Beine leicht umgeworfen werden, so schlägt man dicht unter der Kappe noch einen Pfahl ein.

Bei den schwedischen Thürstöcken (Fig. 153) geschieht die Verbindung zwischen Kappe und Beinen mit einfachem schrägen Schnitte.

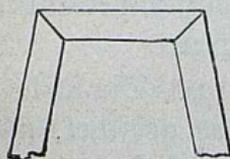


Fig. 153. Schwedischer Thürstock.

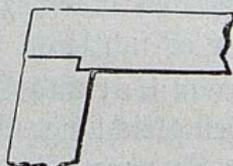


Fig. 154. Deutscher Thürstock für Firstendruck.

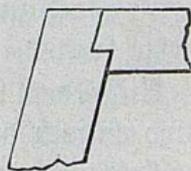


Fig. 155. Deutscher Thürstock für Seitendruck.

Am gebräuchlichsten sind die deutschen Thürstöcke, bei welchen zweierlei Verbindungen vorkommen.

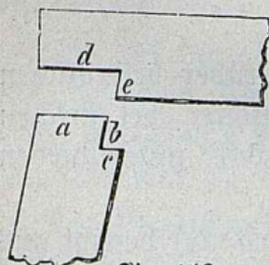


Fig. 156. Deutscher Thürstock.

Die gewöhnlich angewendete ist durch Figur 154 dargestellt und für vorwiegenden Druck von oben bestimmt, während die Verbindung in Fig. 155 bei stärkerem Seitendruck angewendet wird.

In Fig. 156 heißen a und d Blatt, b das Gesicht, c und e Gingeschnittenes oder Gingeschneide.

Die Beine bekommen unter gewöhnlichen Umständen einen „Ueberhang“ von 13 cm auf 1 m Länge, bei quellendem Nebengestein steigt derselbe bis 30 cm.

Bei schwimmendem Gebirge, wo eine der Kappe entsprechende Quersohle 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-, Verziehh-, 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 Ausladeholz müssen mit Bergen (nicht mit altem Holze) dicht verfüllt werden.

### 205. Zimmerung in 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.

### 206. 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 letzteren Falle muß der Stempel an der oberen 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 bis 10° 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.

### 207. Stempel beim Firstenbau.

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 heraufkommt, 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. Thürstockszimmerung, abfangen, um nicht die darauf liegenden Berge des oberen 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. 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. 157) geschieht, nur von unten eingebracht werden.

### 208. 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 Gevierte ebenfalls aus

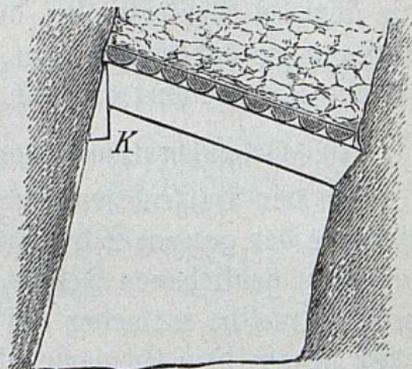


Fig. 157. Hilfsstempel.

zwei langen Hölzern, den Föchern (langen Föchern), und aus zwei kurzen, den Pfändungen oder Haupthölzern (Heithölzer, kurze Föcher, Kappen).

Liegen die Gevierte 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 Bolzenschrotzimmerung, bei welcher die Gevierte je nach der Festigkeit des Gesteines mindestens 1 m auseinander liegen und durch Bolzen in den vier Ecken und in der Mitte der Föcher voneinander abgestrebt sind.

### 209. Ganze Schrotzimmerung.

Die Verbindung der Pfändungen oder Haupthölzer mit den Töchern geschieht bei der ganzen Schrotzimmerung durch einfache Ueberblattung. 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 Töcher 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 Auspalten die Blätter her, und legt sie auf die Töcher.

Auf dieses erste, das sogenannte Traggeviert, legt man die übrigen Gebierte, bei denen indes die Töcher keine feste Auflage zu haben brauchen, bis man den Anschluß an das oberste Traggeviert erreicht.

### 210. Bolzenschrotzimmerung.

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 Berzugholz unmittelbar am Gebierte anliegen, um den Feldern eine gleichmäßige Oberfläche zu geben. Damit das Berzugholz 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 Töcher 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 „Ueberschnittenen“ bekommen, also wie Stempel in Keilform hergestellt werden,

während man an den Föchern entsprechende, nach unten konvergierende Flächen („Brüste“) herstellt (Fig. 158).

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) auseinander gehalten werden.

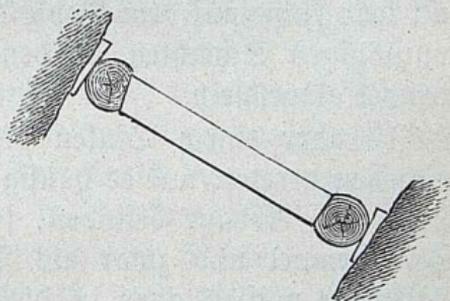


Fig. 158. Föcher mit Pfändung.

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. 159).

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“ *ab* von etwa 65 cm über der horizontalen Lage.

Strebstempel sind solche Stempel, welche aufwärts gerichtet sind, Lagerstempel solche, welche horizontal liegen.

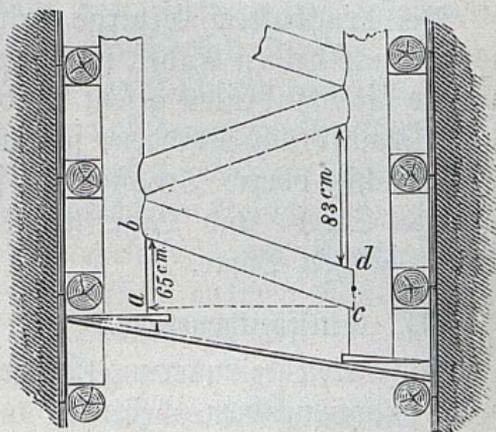


Fig. 159. Verstempeln der Wandruten.

In Richtschächten, in denen lediglich die langen Schachtstöße voneinander abzustreben sind, wendet man entweder nur horizontale Einstriche, wie meistens beim Flözbergbau, oder nur Strebstempel (Fig. 159) an, diese in der Regel beim Gangbergbau. Im letzteren 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. 159) erhalten an beiden Enden Schar.

## 211. Getriebezimmerung.

Die Getriebezimmerung (Abtreibearbeit) wird in volligem 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 Thürstocksetriebes näher erörtert werden.

Die Getriebezimmerung besteht darin, daß Pfähle oder Abtreibe- (Getriebe-) Pfähle in die Massen voraus-

getrieben 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 Hebethürstodes, bezw. Hebestempels, und Herstellen des Schlitzes, in welchen die Getriebepfähle eingesteckt werden und demnächst ihre Führung finden. Die Kappe des Hebethürstodes 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 Schliz wird dadurch hergestellt, daß man Pfosten, Halbholz oder auch Rundholz, je nach der Größe des Druckes, auf die Kappe (bezw. hinter die Weine und über die Grundsohle) legt und diese Pfändung a (Fig. 160, S. 206) durch Pfänd- oder Schlizkeile 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 Schlizkeile stecken, weil sie bewirken,

daß die Pfähle nicht eingeklemmt werden. Die infolgedessen zwischen den Pfählen entstehenden Zwischenräume deckt man nötigenfalls dadurch zu, daß man kurze Schwartenstücke u. dergl. quer darüberschiebt.

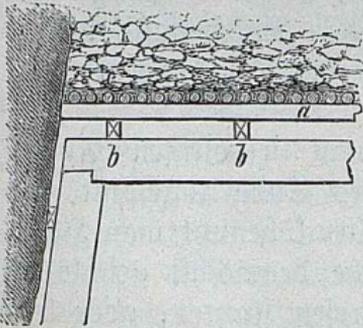


Fig. 160. Getriebezimmerung.

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 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.

#### 212. Eisenausbau in Strecken.

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 Lettern 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 Gedingelohn 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.

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 Laschen und Schrauben miteinander verbundenen Stücken bestehen.

Gutehoffnungshütte in Sterkrade stellt zwei

Profile her (Fig. 161 und 162), 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  $\square$ -Eisen, welches als Schwelle quer über die Streckensohle gelegt wird. Bringt man in das  $\square$ -Eisen

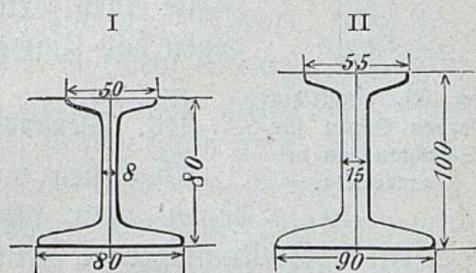


Fig. 161.

Fig. 162.

Profile für Streckenbogen.

hölzerne Schwellen zur Aufnahme der Förderbahn ein, so werden damit die Bogen gleichzeitig 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  $\perp$ -Eisen, klemmt flache Grauwackensteine von gleicher Höhe dazwischen und verfüllt dahinter sorgfältig mit Bergen.

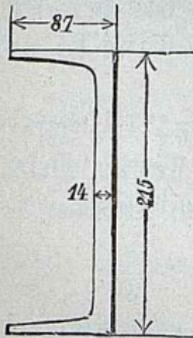


Fig. 163. Profil der eisernen Bogen für Schachtausbau in Saarbrücken.

### 213. Eisenausbau in Schächten.

Abgesehen von vereinzelten Fällen, in denen man alte Eisenbahnschienen oder I-Eisen an Stelle hölzerner Gevierte verwendet, besteht der nicht wasserdichte Eisenausbau in Schächten aus  $\perp$ -förmigen Ringen, welche in Entfernungen von je 1 m gelegt werden. Jeder Ring ist aus vier Teilen zusammengesetzt, welche an den Wechselln mittels gleichfalls  $\perp$ -förmiger, in das Profil der Ringe passender Laschen und vier einfacher Bolzen verbunden sind. Die Maße für das mehrfach verwendete Ringprofil sind in Fig. 163 angegeben.

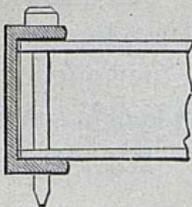


Fig. 164. Verbindung der Schachtringe und Einstriche.

Die Verbindung der Ringe unter sich geschieht durch Bolzen, welche auch aus  $\perp$ -förmigem Schmiedeeisen bestehen. Dieselben sind an den Enden etwas umgebogen und mit Löchern zum Durchstecken von Schraubenbolzen versehen.

Die Schachtscheider zwischen den einzelnen Schachtrümmern sind I-Eisen, welche an den Ringen durch einfache

Bolzen (Fig. 164), unter sich durch angeschraubte Winkel-  
eisen verbunden sind.

Die Leitungen l (Fig. 165) 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 ver-  
wendet man dazu Eisenblech, am zweckmäßigsten  
verzinktes Wellblech.

Der oberste und jedesmal der zehnte Ring  
werden durch eingebühnte Träger, welche in  
einer senkrechten Ebene mit den Einstrichen  
(Schachtscheidern) liegen, abgefangen. Außer-  
dem wird jeder Ring für sich, nachdem er sorg-  
fältig nach Lot und Wage gerichtet ist, gegen  
den Schachtstoß fest verkeilt, so daß schon hier-  
durch die Schraubenbolzen, mit denen die Ringe unter sich  
verbunden sind, entlastet und am Abreißen verhindert werden.

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 be-  
deutenden Zeitgewinn.

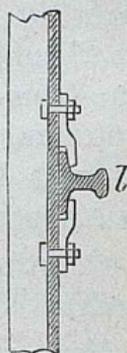


Fig. 165.  
Befestigung der  
Leitungen an  
den Einstrichen.

### Drittes Kapitel.

## Mauerung.

### 214. Material.

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 künst-  
liche. Die natürlichen oder Bruchsteine (Sandstein, Grau-

Grauwacke, Kalkstein u.) 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. Kohlsandsteine 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 Schliegschmelzen) 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.

### 215. Mauerung in Strecken und Abbauen.

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 eingläufige 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 Verzughölzer gewöhnlich wieder gewonnen werden kann.

### 216. Mauerung in Schächten.

Wenn es sich nur um das Bekleiden 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. Nr. 212) nötig, welche nach vollendeter Mauerung für das Abteufen des folgenden Absatzes wieder zu gewinnen ist.

Die beste Form der ausgemauerten Schächte ist die kreisrunde. Außerdem wird bisweilen die aus vier flachen Bogen bestehende Form angewendet.

Die Mauerstärke beträgt bei sehr weiten Schächten und Ziegelmauerwerk höchstens  $1\frac{1}{2}$  Steine, für Schächte von geringerer 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 Deisen 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 Dampfkebeln aufgewickelt. Mit dem Aufrücken der Mauer wird auch die fliegende Bühne höhergezogen.

Anderere Schiebebühnen sind von Dmmelmann in Dortmund\*) und Demanet in Lüttich\*\*) empfohlen.

## B. Wasserdichter Ausbau.

### 217. Anwendbarkeit des wasserdichten Ausbaues.

Der wasserdichte Ausbau ist in erster Linie für Schächte wichtig und hat nicht nur den Zweck, das Eindringen des 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 abgesperren Wasser während des Abbaues der Lagerstätten dennoch in die Grube gelangen, so ist wasserdichter Ausbau der Schächte nur dann anzuwenden, wenn man den Schacht auf andere Weise nicht abteufen, also auch nicht zum Einbau genügend starker Pumpen kommen kann.

Als Beispiel eines wohl seltenen wasserdichten Ausbaues mit eisernen Tubblings in einer Strecke ist derjenige auf der

\*) Berg- und Hüttenm. Btg. 1888. S. 476.

\*\*) Ch. Demanet, „Der Betrieb der Steinkohlenwerke“. Deutsch von C. Seybold. Braunschweig 1885. S. 131.

Tiefbauanlage Krug von Nidda bei Trier zu erwähnen. Man fuhr bei 130 m Tiefe mit einem Querschlage eine wasserreiche, 1 m mächtige Klust 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 Verkeilen 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 zc. an.

---

#### Viertes Kapitel.

### Wasserdichter Schachtausbau in festem Gebirge mit mäßigen Wasserzuflüssen.

#### 218. Hölzerne Cuvelage.

Die gegenwärtig kaum noch angewendete und durch eiserne ersetzt 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 Keilkränzes. Derselbe hat den Zweck, gewissermaßen eine künstliche wassertragende, gegen das Gestein vollkommen abdichtende Schicht im Schachte zu bilden, und außerdem als Fundament für die Aufsatzkränze zu dienen. Der Keilkranz besteht aus Eichenholz, ist in den Wechslern 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 (Pfündungen, 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 Pfündung 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, solange dieselben ziehen. Die nicht vollständig eingetriebenen Keile werden weggestemmt.

Sodann folgt das Pikotieren 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 Aufsatz- 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 geteerten Hanffäden, alten ausgedrehten Seilen zc. kalfatert sind, ist die Arbeit beendet.

### 219. Eiserne Cuvelage.

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 Gesteinsschichten in Absätzen eingebaut wird und zwar ebenfalls in Form von Keilkränzen und Aufsatzkränzen, welche aus einzelnen Segmenten (Tubbings) zusammengesetzt sind.

Die Dichtung sämtlicher Fugen, von denen diejenigen zwischen den stumpf zusammenstoßenden Segmenten, also die

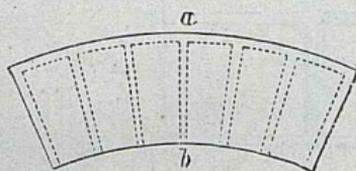


Fig. 166.

Keilkranz.



Fig. 167.

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 (Englische Tubblings). Der Raum hinter dem Eisen wird einfach mit Bergen oder besser mit Beton ausgefüllt. Bei Tiefen über 300 m eignen sich besser Tubblings mit abgehobelten Flantschen, welche durch Verschraubung mit Bleidichtung verbunden werden.

Die Keilkränze (Fig. 166 u. 167) 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 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 Cubelage 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 von etwa 1530 mm innerer Bogenlänge. Bei den nicht

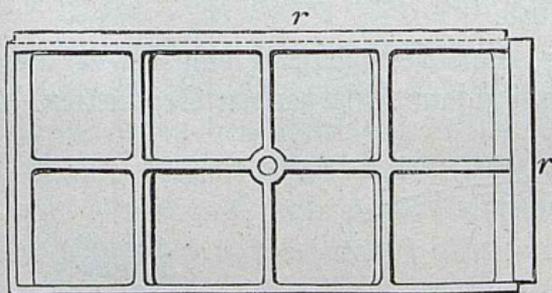


Fig. 168.

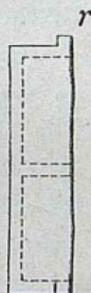


Fig. 169.

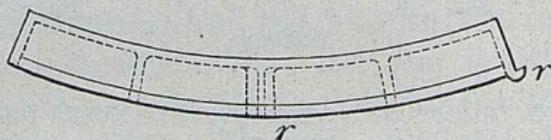


Fig. 170.

Tubbing.

gehobelten Tubbing befindet sich am oberen horizontalen und am rechten vertikalen Flantsche ein um etwa 13 mm vorspringender Rand *r* (Fig. 168, 169 und 170), welcher beim späteren Verkeilen ein Ausweichen der Fugenbretter verhüten soll.

Nach erfolgtem Anschluß an den nächst oberen Keilkranz, bezw. 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 deutschen Tubbing's sind 1.5 m hoch, bilden zu je zehn Stück einen Ring und werden bei Tiefen von über 200 m angewendet.

## 220. Wasserdichte Schachtmauerung.

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 Tubelage anzuwenden.

## 221. Regeln 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

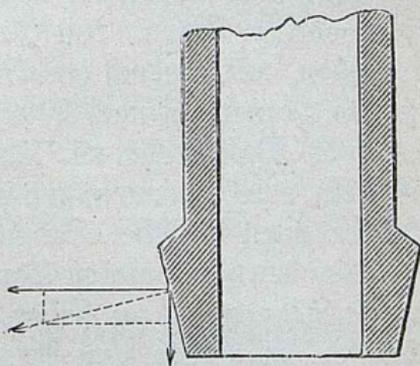


Fig. 171.

Doppelt ionischer Mauerfuß.

auszuhalten vermag, so ist der Schacht in Absätzen auszumauern. Dabei verfährt man in der Weise, daß man die Mauerstücke auf hölzerne oder eiserne Keilkränze setzt und den wasserdichten Anschluß an diese durch Verkeilen 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 Strecker-schichten, 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. 171, S. 217), so daß die Mauerung gewissermaßen mit einem konischen Zapfen in dem Gesteine steckt. Dabei wird die 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 *zc.* werden in der Mauer entweder Bühnlöcher ausgespart, oder Konsolen aus Bruchsteinen oder Eisen miteingemauert.

Das Schließen der Wasserrohre erfolgt beim Erhärten unter Wasser nach Maßgabe des späteren Sumpfens von oben nach unten, wenn jedoch während des Erhärtens die Wasserhaltung im Gange bleibt, von unten nach oben.

## Fünftes Kapitel.

**Wasserdichter Schachtbau in festem Gebirge mit starken Wasserzuflüssen.****222. Abbohren von Schächten.**

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, wobei zunächst ein Bohrloch von 1—2 m Durchmesser vorausgebohrt und dann mit einem entsprechend größeren Bohrer die volle Weite des Schachtes hergestellt wird.

**223. 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.

Ueber 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 Laufkrane behufs Aufnahme der Bohrgeräte angebracht sind.

An der einen Seite des Bohrturmes befindet sich die Kabelmaschine zum Einlassen und Ausfördern der Ge-

stänge, sowie zum Löffeln, an der anderen 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 miteinander verbunden sind (Fig. 172 und 173), und wiegt in der Regel 6000 bis 8000 kg.

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 Geradsführung besteht aus Holz oder Eisen und ist wie bei dem kleinen Bohrer kreuzförmig.

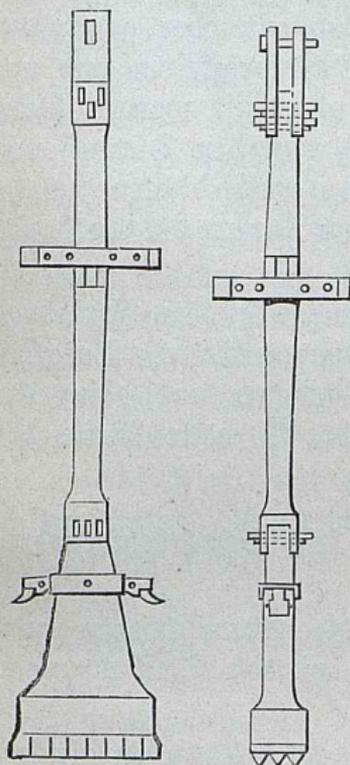


Fig. 172. Fig. 173.  
Kleiner Schachtbohrer von  
Kind-Chaudron.

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 Wechsellchere (S. 25), bei größeren Tiefen bedient er sich jedoch jetzt eines Freifallinstrumentes, weil bei Anwendung

der Wechsellchere 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 Oeffnung 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 Ubarbeiten 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 Bohrkrüchel, das Ausfördern, Abfangen und Aufhängen der Gestänge ganz wie bei einer gewöhnlichen Tiefbohrung mit Gestänge, das Löffeln dagegen nur am Seile.

Bei Nachfall ist es bisweilen notwendig, die durchbohrten Gesteinschichten mit einer verlorenen Verrohrung aus Kesselblech zu versehen.

#### 224. Eiserner Ausbau der Bohrschächte.

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 zusammengeschrubt, wobei das herausgepreßte Blei mit Stemmeisen wieder in die Fugen eingestemmt wird.

Die ganze Cuvelage hängt an sechs Ankerstangen *a* (Fig. 174), welche am unteren Ende der Cuvelage, jedoch über dem Gleichgewichtsboden *G* befestigt sind und ebenso wie die Ringe durch Aufseher ergänzt werden.

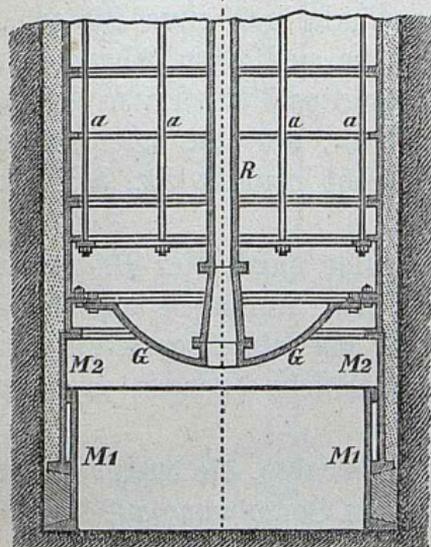


Fig. 174. Cuvelage mit Zubehör.

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 festgekittet 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 Senkschrauben in die Höhe gebracht und in die Lücken Ergänzungsstücke eingesetzt, bis man volle Ankerstangen einbringen kann.

Um jedoch die Ankerstangen nicht mit dem vollen Gewicht der Cuvelage zu belasten, wird am unteren Ende der letzteren der schon erwähnte Gleichgewichtsboden *G* (Fig. 174) 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. 174) 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 174 ersichtlich ist. Bevor der Ring  $M_1$  auf der Sohle eingetroffen ist, hängt er auf einem äußeren Rande am unteren Ende des Ringes  $M_2$ .

Nachdem jedoch  $M_1$  auf der Sohle angekommen ist, senkt sich, wie es Figur 174 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 Schachstößen 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 Erhärten des Betons wird zunächst das Wasser im Innern der Cubelage gesümpft, was mit gewöhnlichen, am Boden mit einem Ventile versehenen Wassertonnen geschehen kann.

Sobald der Gleichgewichtsboden erreicht ist, wird derselbe gelöst und zu Tage gebracht, was bei dem Gewichte von 4800 kg am sichersten mit Hilfe der Bohrstangen geschieht.

Es erübrigt jetzt nur noch, der Cubelage 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 Keilfranz, auf diesen zwei eiserne von 25 cm Höhe und endlich einen Anschlußfranz. 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 ersteren 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.

#### 225. 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 faßartig, als auch in Töchern.

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 durch den Wasserdruck zerbrochen werden kann.

### 226. 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 Schachtfohle, nötigenfalls unter Bertäfelung der letzteren mit Brettern, durch Handarbeit gewonnen, während gleichzeitig der oben aufgesetzte Ausbau zum Sinken gebracht wird.

### 227. Abteufen der Senkschächte 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 Schachtfohle erfolgt durch ein- oder zweiflügelige Sackbohrer, ferner durch ein in einem Senkbrunnen angebrachtes Bechertwerk, endlich durch den Priestmannschen Bagger, und, wenn grobe Kiesbrocken, erratische Blöcke oder feste Gesteinschichten zu beseitigen sind, durch Anwendung von hufeisenförmigen Messern, mit denen man die Geschiebe ebenfalls drehend beseitigt.

Der Priestmannsche Bagger besteht aus zwei am unteren Rande mit angenieteten Spitzen versehenen, muldenförmigen Kästen aus Eisenblech, welche an einer Achse drehbar an-

gebracht sind. Beim Einlassen gehen die Kästen auseinander und die senkrechten Spitzen dringen in die Massen ein.

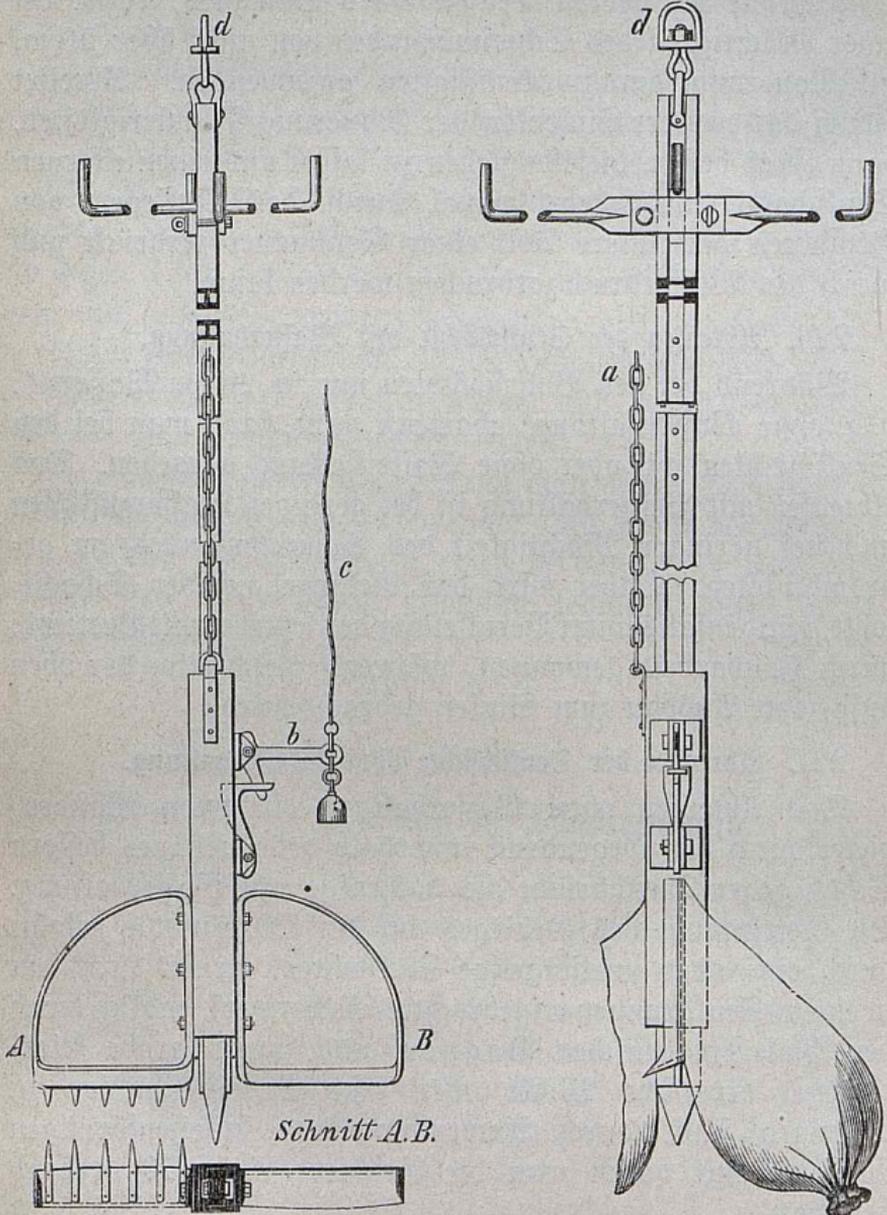


Fig. 175.

Sackbohrer von Diak.

Fig. 176.

Sodann wird durch Anziehen des Kabelleises unter Uebertragung der Bewegung auf Kettenrollen mit sich aufwickelnden

Ketten ein Schließen der Kasten bewirkt, wobei die Spitzen ähnlich zusammengreifen, wie die Finger von gefalteten Händen. Ueber Tage läßt man die Kasten sich öffnen und ihren Inhalt von etwa 4 cbm in untergestellte Bergewagen entleeren.

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. 175 u. 176) 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 c gelöst.

An Stelle des massiven Gestänges 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 Anhaften an Kieselbrocken zc. bemerkt wird.

## 228. Das Sinken des Ausbaues.

Das Sinken erfolgt bei Mauerung durch deren Eigengewicht, allenfalls noch durch besondere Belastung. Bei

Eisen müssen von vornherein Druckschrauben oder hydraulische Pressen vorgesehen werden.

Im letzteren Falle wird auf die Sohle eines bis zum Wasserpiegel abgeteuften Vorschachtes ein aus starken Hölzern bestehender Preßrost gelegt, welchen man mit Gußeisen belastet.

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 Senkcyliner 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.

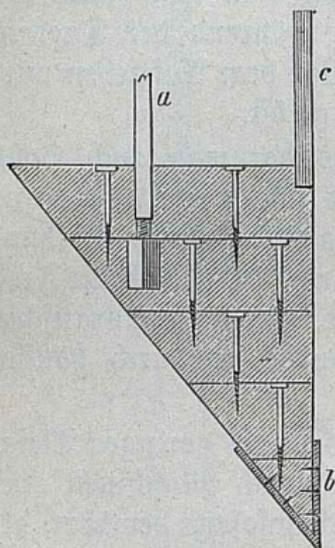


Fig. 177. Kost.

Auch kann man im oberen Teile des Schachtes einen eisernen Preßring einbauen und die Pressen gegen diesen wirken lassen, wie es zuerst Simon in Böttmelle bei Magdeburg mit bestem Erfolg gethan hat. Daniel & Lueg haben eine Verbesserung insofern angebracht, als die Preßkolben sämtlich mit einem Akkumulator verbunden sind, welcher bis zu 500 Atmosphären gespannt werden kann. Der Preßring wird durch Ankerstangen, welche durch die Mauer des Vorschachtes gehen, befestigt.

### 229. Einrichtung der Senkmauern.

Auf der Sohle eines Vorschachtes wird zunächst der Kost eingebaut.

Derselbe besteht aus eichenen Bohlen (Fig. 177), welche mit eisernen Schrauben unter sich verbunden sind. Den

untersten Teil des Kofes bildet ein Senfschuh b aus Eisenblech; a ist eine der sechs Ankerstangen von 30—50 mm Stärke, welche mit dem Kofte verbunden und durch die ganze Mauerung nachgeführt werden.

An den Stellen, wo die Ankerstangen wechseln, bringt man auch noch ein horizontales Geschlinge von eisernen Flachschienen ein, durch deren Enden die Ankerschrauben hindurchgehen.

An den letzteren kann die Senkmauerung 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 Abreißen der Mauer bei etwaigem Aufhängen zu vermeiden, umgiebt man dieselbe mit einem Bretterverschlage c (Fig. 177), dessen unteres Ende an die Kofthohlen 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.

### 230. Einrichtung der eisernen Senfschächte.

Die gußeisernen Senfschächte werden entweder aus einzelnen Tubings oder aus geschlossenen Cylindern, und zwar in beiden Fällen durch Verschrauben der einzelnen Teile, zusammengesetzt. Das Dichten der Fugen geschieht mit Weidenbrettchen oder Eisenfitt, Bleiblech, geteertem und mit Mennigefitt 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. 178), der aus gußeisernen Segmenten zusammengesetzt ist.

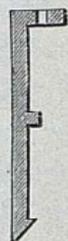


Fig. 178.  
Eiserner  
Senfschuh.

Bei großem Wasserdruck hat man den in Figur 179 dargestellten Schuh angewendet. Derselbe besteht aus einem geschlossenen Ringe von 0.38 m Höhe und 0.06 m Stärke, über

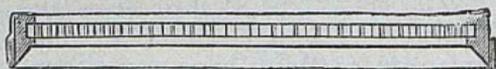


Fig. 179. Eiserner Senfschuh.

welchen noch ein schmiedeeiserner Ring derart gezogen ist, daß beide Schneiden zusammen auslaufen.

Senfschächte aus Eisenblech werden nur ausnahmsweise für kleine Durchmesser angewendet.

### 231. Anwendung der Luftschleuse.

Will man vorübergehend, etwa bei Reparaturen oder beim Abschluß des Fußes der Senfschächte, 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 nur mit Hilfe von Tauchern 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 Senfschächte vorzunehmen, oder um im schwimmenden Gebirge abzuteufen, oder endlich, um den Fuß der Senfschächte 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 ver-

lagert. 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.

### 232. 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 Schwimmland.

### 233. Gefrierverfahren von Poetsch.

Das dem Berg- und Hütteningenieur Poetsch in Mährens- 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 m Weite und einem Abstände von 1 m mit Hilfe der Sandpumpe bis in das Liegende des Schwimm- landes nieder.

Ueber 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  $-40$  bzw.  $-35^{\circ}$  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 Bohrlöcher angebrachtes Verteilungsrohr und aus diesem vermittelst 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.



Fig. 180.  
Haasesche Getrieberöhren.

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.

Nach beendigtem Gefrieren des Schwimmsandes erfolgt das Abteufen in bereits angedeuteter Weise.

#### 234. Verfahren von Haase.

Dasselbe besteht darin, daß ein Getriebe von 107 mm weiten, in der aus Figur 180 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 Wasserspülung unter gleichzeitiger Auflockerung des Sandes mit einem stoßend gehandhabten Meißel. Dabei werden die einzupressenden Röhren durch Bauerschrauben unter Druck gehalten.

### 235. Spundwand von Simon.

Zum Abschließen des Rieswassers hat Simon beim Abteufen des Schachtes Neue Hoffnung bei Kömmelte (unweit Magdeburg) innerhalb einer hängen gebliebenen Senkmauer ebenfalls eine Spundwand von der in Figur 181 angedeuteten Form angewendet. Hat die Spundwand das feste Gebirge erreicht, so werden die Kästen mit Beton ausgefüllt.



Fig. 181. Spundwand von Simon.

### 236. Spundwand aus Wellblech.

Von W. Köhler in Teschen (Oesterr.-Schlesien) wurde zum Durchteufen einer bei 5 m unter Tage beginnenden, 20 m mächtigen Schwimmsandschicht mit gutem Erfolg Wellblech an Stelle von Getriebepfählen benutzt und zwar in Verbindung mit eisernen Ringen. Die Wellbleche wurden zur Erzielung einer guten Führung mit einem Berge und einem Thale übereinandergelegt. Um die Bleche, welche 1.5 mm stark, 0.5 m breit und 2 m lang waren, niedertreiben zu können, setzte man auf den oberen Rand ein Stück Gußeisen, in welchem sich eine, den Blechwellen entsprechende Nut befand.

### 237. Verfahren von Sonigmann.

Dasselbe besteht darin, daß während des Abbohrens in toten Wassern keinerlei Ausbau angewendet wird und daß das Herauschaffen des Bohrschmandes ununterbrochen durch einen aufsteigenden Wasserstrom, also ohne Aufziehen der Bohrgeräte erfolgt.

Um die Schachtwände zu halten, teufte man in Heerlen (Holland) bis zum Wasserspiegel einen 10 m tiefen Vorschacht ab und brachte einen eisernen Senkzylinder von 18 m Tiefe ein. Dadurch, daß man diesen Cylinder bis oben hin mit Wasser gefüllt erhält, schafft man für den im Schwimmsand weiter abgeteufte Schacht einen Gegendruck, welcher noch dadurch verstärkt wird, daß man dem einströmenden Füllwasser eine gewisse Menge von Thon zusetzt und damit dessen Dichte auf 1.2 erhöht. Das Thonwasser dringt bis auf 1 m Tiefe in die Schachtwandung ein.

Der ununterbrochene Auftrieb des Bohrschmandes wird auf folgende Weise erreicht:

In das hohle Bohrgestänge ist ein Gasrohr gesteckt, welchem bei 30 m Tiefe Preßluft entströmt. Das dadurch im Innern des hohlen Bohrgestänges erzeugte Gemisch von Wasser und Luft ist spezifisch leichter als das im Schachte befindliche und beständig zugeführte thonige Wasser. Jenes steigt empor und fließt oben aus, während das Außenwasser beständig in die untere Oeffnung des hohlen Bohrgestänges eintritt und dabei den durch den Bohrer aufgerührten Sand mitnimmt.

Der Ausbau eines solchen Schachtes soll in ähnlicher Weise erfolgen wie derjenige der Bohrschächte, also mit eiserner Cuvelage und Gleichgewichtsboden (S. 221).

---

## Siebenter Abschnitt.

# Wasserhaltung.

---

### 238. Einleitung.

Unter Wasserhaltung versteht man diejenigen Veran-  
staltungen, 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 Aus-  
bau, sowie durch Verdämmungen in seine Zuflußkanäle zurück-  
drängt, oder endlich dadurch, daß man das in den Bauen  
sich ansammelnde Wasser entfernt. Geschieht letzteres durch  
freien Abfluß auf Stollen, so ist es Wasserlösung, müssen  
die Wasser aber durch mechanische Hilfsmittel erst gehoben  
werden, bevor sie auf einem Stollen oder über Tage ab-  
fließen können, so ist es Wassergewältigung oder  
Wasserhebung.

### 239. Unterschied zwischen Tagewasser und Grundwasser.

Obgleich alle in die Grubenbaue eindringenden Wasser  
von atmosphärischen Niederschlägen herkommen, so unter-  
scheidet der Bergmann dennoch Tagewasser und Grund-  
wasser. 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 u. 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.

#### 240. 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 Uebertragung, 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.

#### 241. Die verschiedenen Arten der Pumpen.

Je nach der Wirkungsweise unterscheidet man Hubpumpen, bei denen das Wasser durch das Gestänge emporgehoben, 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 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 Säge“ 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.

#### 242. 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.

### 243. Saugpumpen.

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 Ausgußkasten 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.

### 244. Hubpumpen.

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 Ausgusse 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. 182, S. 240) und

\*) Saß oder Pumpensaß heißt eine vollständig ausgerüstete Schachtpumpe.

trägt den massiven Kolben b. Am oberen Ende ist der aus Bronze bestehende Pumpenstiefel mit einem Ventilstücke versehen, an welchem sich die beiden Ventilkasten K und K', befinden, s ist das Hubventil, s' das Saugventil, S die Saugeröhre, H die Steigeröhre.

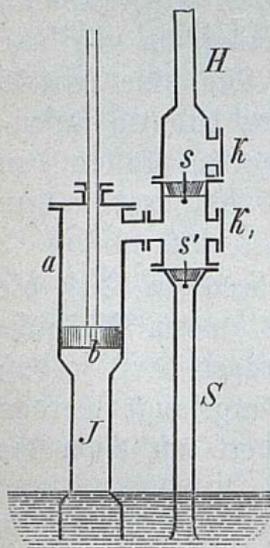


Fig. 182. Hubpumpe mit freiliegendem Gestänge.

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 nieder geht.

#### 245. 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 Subhöhe 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.

#### 246. Druckpumpen.

Die gebräuchlichste Einrichtung der Druckpumpen ist durch Fig. 183 dargestellt. Das Kolbenrohr R steht seitwärts vom Saugrohre S und hat unter sich einen fest verlagerten Brellkloß 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 Brellklöße nur für einen Bruch nahe über dem Plunger Wert haben.

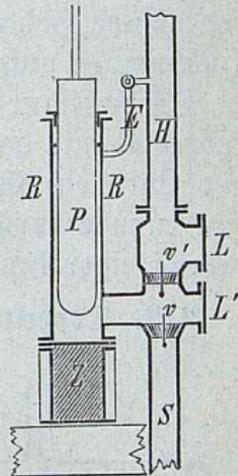


Fig. 183.  
Druckpumpe.

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 Dichtung des Kolbens fortfällt.

Die Verbindung des Arbeitszylinders R mit dem Steigrohr H heißt Gurgelrohr. Das Saugventil v und das Druckventil v' sind durch die Ventilkasten L und L' zugänglich.

#### 247. Gang der Druckpumpen.

Beim Aufgange des Kolbens bildet sich in dem Arbeitszylinder ein luftverdünnter Raum, mithin findet das

Ansaugen des Wassers durch das Saugventil  $v$  (Fig. 183) 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 183 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.

#### 248. Doppelt wirkende Pumpen.

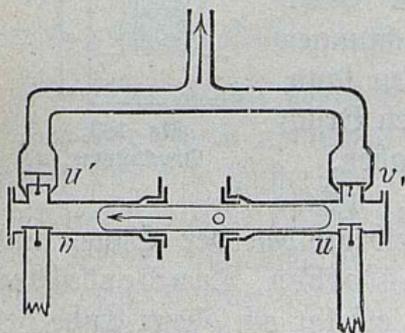


Fig. 184. Unterirdische doppelt wirkende Wasserhaltungsmaschine.

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 Wasserhaltungsmaschinen als Zwillingss- und Drillingsmaschinen in Anwendung gebracht hat. Die Anordnung

Figur 184 zeigt z. B. zwei Pumpen mit je einem Saugventile  $u$   $v$  und je einem Druckventile  $u'$   $v'$ .

#### 249. Differentialpumpen.

Dieselben beruhen auf dem Grundsätze, daß Hubpumpen beim Niedergehen so viel Wasser zum Ausflusse bringen, als ihr Gestänge verdrängt. Man hat deshalb mit dem un-

mittelbar am Gestänge befestigten Plunger *m* (Fig. 185) den Scheibenkolben *k* verbunden. Giebt man dem Plunger *m* einen halb so großen Querschnitt als dem Scheibenkolben, so wird bei jedem Hübe gleich viel Wasser in das Steigerrohr *D* geschafft.

### 250. Rittinger-Pumpen.

Die Rittinger- (Perspektiv-) Pumpen sind von Althaus erfunden und von Rittinger verbessert. Dieselben haben in ihrer ursprünglichen Anwendung als Rittinger-Säze kein besonderes Gestänge, sondern sind so eingerichtet, daß das mit einem hohlen Mönchskolben verbundene Steigerrohr 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. 186 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 *g g'*

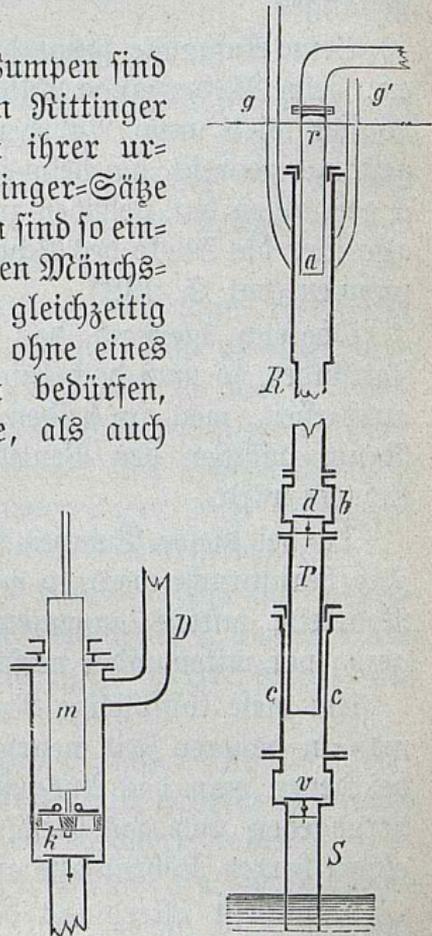


Fig. 185.  
Differentialpumpe.

Fig. 186.  
Rittinger-Säz.

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. S. 232).

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 Rohrteile mittels angenieteteter konischer Ringe und überzogener, miteinander 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 Rohransatze angreifen läßt.

Damit ist allerdings das Gestänge wieder eingeführt, es verbleibt aber immer noch der Vorteil einer engen und den Schachtraum wenig beschränkenden Steigeröhre.

### 251. 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 ruhigen Gang.

### 252. Verlagerung der Schachtpumpen.

Die Verlagerung der Pumpen soll im allgemeinen vom Ausbaue des Schachtes unabhängig sein. Besonders in gemauerten Schächten tritt der Uebelstand ein, daß die Erschütterungen der Pumpen u., 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 Rohrflanschen 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 Winkeleisen und Platten hergestellt.

### 253. Sumpfstrecken.

Während kleinere Pumpen aus hölzernen, im Schachte angebrachten Wasserkasten saugen und in ebensolche ausgießen, kann derselbe Zweck bei großen Pumpen, bezw. Wasserzuflüssen durch Sumpfstrecken erreicht werden. Die-

selben 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.

### b) Pumpenröhren.

#### 254. Steigeröhren.

Die Steigeröhren, bei Druckpumpen auch Druckröhren genannt, bestehen gewöhnlich aus Gußeisen, nur bei sehr hohen Sägen aus Schmiedeeisen.

Die Verbindung der gußeisernen Steigeröhren geschieht durch Flantschen, welche so breit sein müssen, daß die Schraubenmuttern die Hohlkehle nicht berühren, mittels welcher sich die Flantsche an das Rohr schließt.

Schmiedeeiserne Röhren werden in der Regel durch angenietete gußeiserne Flantschen verbunden.

Als Material für die Dichtung der Flantschen dienen Ringe von Blei, von Kupfer oder Kautschuk, sowie Hanf, Flanell und Roskfitt.

#### 255. Kolbenröhren.

Die Kolbenröhren (Gossen, Pumpenstiefel, Arbeitsrohr, Pumpencylinder) bestehen in der Regel aus Gußeisen, nur bei sehr sauren Wassern wendet man Bronze an.

Für Saug- und Hubpumpen sind die Kolbenröhren, um die Uiderung 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.

**256. Saugeröhren.**

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 Hubsägen 4—8 m, bei Druckpumpen geht sie bis auf 2 m herab, mitunter läßt man sogar das Wasser mit Ueberdruck in das Plungerrohr treten. Damit die Pumpen keine Späne oder sonstige Unreinigkeiten einsaugen können, versieht man die untere Oeffnung 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.

**c) Kolben.****257. Die verschiedenen Arten der Kolben.**

Die Kolben sind entweder massiv oder durchbrochen und letzteren Falles mit Ventilen, außerdem auch mit einer Liderung versehen. Die massiven Kolben kommen bei Druckpumpen und zweiachsigen Hubpumpen, die durchbrochenen ausschließlich bei einachsigen Saug- und Hubpumpen vor.

**258. 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 darauffstehende 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.

### 259. Stulpkolben.

Kolben mit Stulp- oder Sturzliderung werden für Hub- und Saugpumpen vorwiegend angewendet.

Der eiserne Kolbenkörper A (Fig. 187 u. 188) ist durch einen Steg B in zwei Abteilungen geteilt, durch den Steg geht das Kolbenswert C hindurch. Von unten wird über den

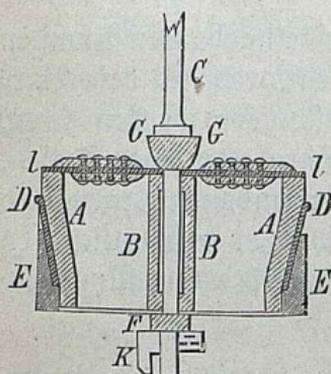


Fig. 187. (Schnitt nach a b.)

Kolben mit Stulpliderung.

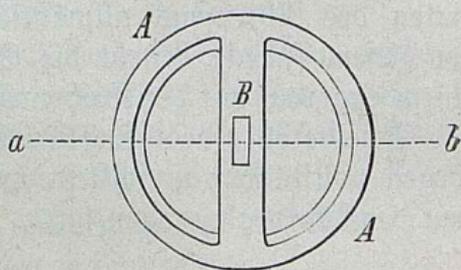


Fig. 188.

Kolbenkörper der Stulp (Sturz, Manschette, Mütze) D 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.

**260. 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.

**261. Plunger- oder Taucherkolben.**

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.

**d) Ventile.****262. Arten der Pumpenventile und deren Einrichtung.**

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, mehrsitzige Ventile zc.

Die Ventile sollen dicht abschließen, leicht aufgehen, sodann den Wasserstrom ohne Verengung, Teilung und Aenderung der Richtung hindurchgehen lassen, sich rasch schließen und zum Zweck der Ausführung von Reparaturen leicht zugänglich sein.

**263. Regel- und Tellerventile.**

Regelventile sind metallene Scheiben, welche nach unten einen abgestumpften Regel bilden, dessen Mantelfläche auf eine entsprechend geformte Fläche des Ventilsitzes trifft. Unter der Scheibe befinden sich drei oder vier Flügel, welche zur Führung dienen.

Tellerventile sind ebenfalls Scheiben, haben aber eine gerade Aufschlagefläche.

### 264. Klappenventile.

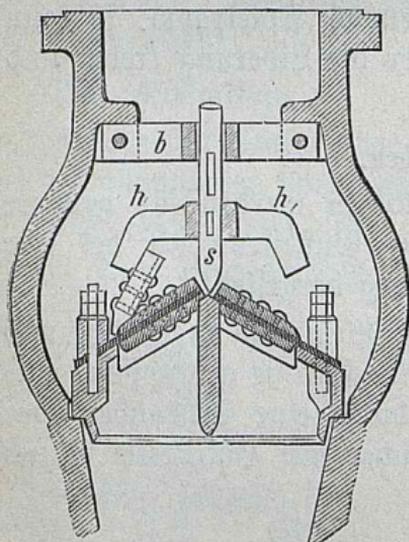


Fig. 189. Dachförmiges Ventil mit zwei Klappen.

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 Fig. 189. Die zwischen Eisenscheiben befindlichen Lederklappen liegen dachförmig und haben ihre Drehachse an der Peripherie.

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 Hubbegrenzung die beiden Hörner *h* und *h'*.

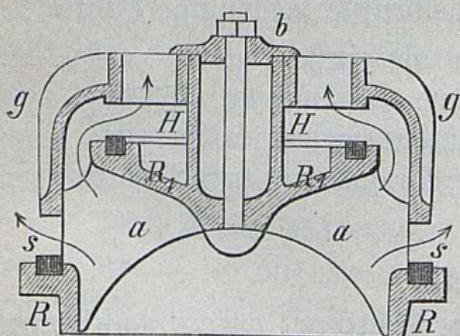


Fig. 190. Glockenventil.

### 265. Doppelsitzventile.

Doppelsitzventile sind solche, bei denen das Wasser an zwei Stellen durchströmt.

Die gebräuchlichsten Ventile dieser Art sind die Hauben- oder Glockenventile. In Figur 190 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 unteren 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.

### 266. Mehrsitzige Ventile und deren Einrichtung.

Die gebräuchlichsten mehrsitzigen Ventile sind die Pyramidenventile oder stufenförmigen Ringventile. Dieselben bestehen aus mehreren übereinander liegenden Ringen, deren oberster mit einem Deckel verschlossen ist. Als Beispiel diene ein in Figur 191 dargestelltes 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.

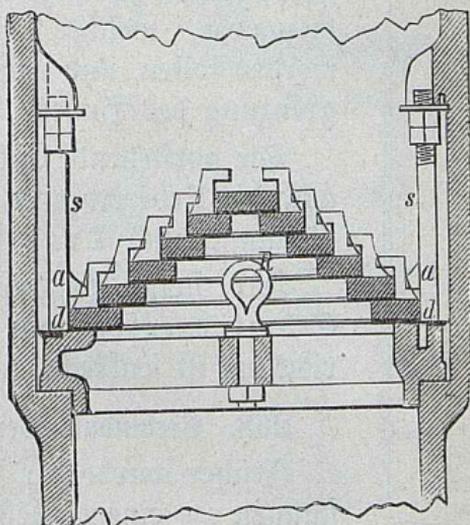


Fig. 191. Pyramidenventil von Hoffmann.

## Zweites Kapitel.

## Gestänge.

## a) Gestänge in Hauptschächten.

## 267. Erklärung.

Gestänge sind diejenigen Vorrichtungen, mit denen die Bewegung der Kraftmaschine auf die Pumpe übertragen wird. Gewöhnlich ist diese Uebertragung 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.

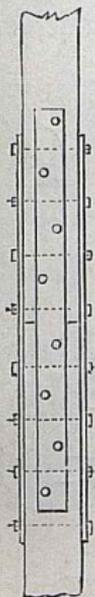


Fig. 192.

Die vorstehende Erklärung der Gestänge schließt auch die Uebertragung durch Wasser (hydraulische Gestänge) und Drahtseile mit ein.

Für steife Gestänge verwendet man Holz, Schmiedeeisen und Stahl. Die Bewegungsrichtung ist senkrecht, tonnläufig oder wagerecht.

## 268. Verbindung der Gestängeteile.

Früher wurde zur Verbindung einzelner Holzstangen zu einem Gestänge (Gestängeschloß) die schiefe Verzahnung mit Schloßkeil angewendet.

Da jedoch eine derartige schiefe 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. 192, 193).



Fig. 193.  
Gestängeschloß mit geradem Stoße.

Außerdem giebt es noch ein Gestängeschloß für einfache Stangen mit hölzernen Laschen, welches da anwendbar ist, wo das Holzgestänge eines Drucksaßes schon genügendes Uebergewicht besitzt. Die Stangenenden stoßen stumpf zusammen, und über den

Wechsel sind zwei hölzerne Laschen gelegt (Fig. 194), welche aber nicht mit durchgesteckten Schrauben, sondern in der durch Fig. 195 dargestellten Weise verbunden werden.

### 269. Geradführung der Holzgestänge.

In tonnlägigen Schächten läuft das Gestänge auf Rollen, in seigeren Schächten und bei quadratischem Gestänge geschieht die Geradführung durch hölzerne Rahmen (Lehrlager), welche, wie die Pumpenträger, aus zwei kurzen Querlagern bestehen (Fig. 196, 197).

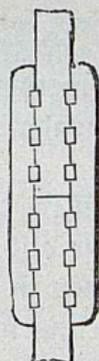


Fig. 194.

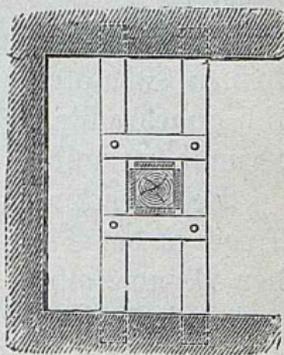


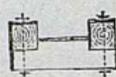
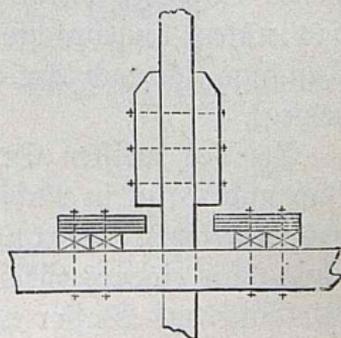
Fig. 196.

### 270. Fangvorrichtungen für Gestänge.

Um ein abgerissenes Gestänge aufzufangen, bringt man in gewissen Entfernungen (60—80 m) Fangvorrichtungen an den Holzgestängen an, welche sich auf Fanglagerstützen. Die Fangvorrichtungen sind entweder Fangfrösche oder Fangketten.

Fangfrösche sind Holzklöße, welche auf beiden Seiten eines hölzernen Gestänges in der durch Fig. 198 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. 198 angedeuteten Weise mit Pressfedern.

Fig. 195.  
Gestängeschloß  
mit hölzernen  
Laschen.Fig. 197.  
Lehrlager.Fig. 198. Pumpenstell mit  
hölzernen Fangfröschen.

Die Fangketten werden über Fangscheiben gelegt, deren Durchmesser der Entfernung zweier Gestänge entspricht, und mit ihren Enden an den letzteren befestigt.

### 271. Verbindung der hölzernen Gestänge mit den Kolbenstangen.

Die Kolbenstangen einzelner untereinander stehenden kleinen Schachtpumpen werden mit dem Gestänge durch seitlich angebrachte „Stangenhaken“ oder besser durch gußeiserne Krumse verbunden.

Bei Druckpumpen üben diese Krumse einen einseitigen Druck in der Stopfbüchse aus. Man legt deshalb die Achsen der Mönchskolben immer in diejenige des Hauptgestänges, was bei Gestängen, welche noch mit tiefer stehenden Druckpumpen verbunden sind, in der Regel durch Uebergabelung oder durch Scherenstücke geschieht.

### 272. Eiserne 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 Uebergewicht 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-,  -Eisen, T-Eisen zc. zusammengesetzt und erhalten

dabei die in den Figuren 199 bis 202 dargestellten Querschnitte.

### 273. Hydraulisches Schachtgestänge.

Unter hydraulischem Schachtgestänge versteht man die durch eine oder zwei in Röhren eingeschlossene Wasseräulen bewirkte Uebertragung der hin- und hergehenden 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.

Da der Kraftverlust durch die Wassertransmission etwa 30 Proz. beträgt und die Dichtung große Schwierigkeiten

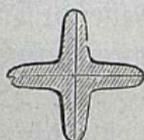


Fig. 199.

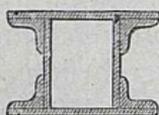


Fig. 200.



Fig. 201.

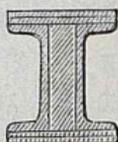


Fig. 202.

Querschnitte eiserner Pumpengestänge.

Eisernes Gestänge von I-förmigem Querschnitt.

verursacht, so können hydraulische Gestänge nur in Ausnahmefällen empfohlen werden.

### 274. Regelung des Gestängegewichtes.

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 Ueberwindung der Widerstände beim Niedergange liefert

und das Uebergewicht nicht durch größeren Querschnitt hergestellt werden soll.

Die Belastung erfolgt durch Belastungsgewichte, die Ausgleichung durch Gegengewichte.

### 275. Gegengewichte.

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.

### 276. 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 Ausgleichung entgegensehlt.

Außerdem werden Hinterwassersäulen auch bei liegenden Wassersäulenmaschinen angewendet, wenn man die Kraftmaschine unmittelbar mit der Pumpe in Verbindung bringt, um die Uebertragung durch ein steifes Gestänge zu ersparen und um die Maschine seitwärts vom Schachte in geeigneten Räumen aufstellen zu können.

### 277. 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 gleichförmige Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit, einen regelmäßigen 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.

Von der Firma Haniel & Lueg in Düsseldorf sind pneumatische Regeneratoren (D. R.-P. 11967) an mehreren Druckpumpen angebracht, wodurch in einzelnen Fällen aus dem eben angeführten Grunde eine Erhöhung der Maschinenleistung um 60 bis 70 Proz. bewirkt wurde.

### b) Gestänge in Nebenschächten.

#### 278. 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 es 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 Uebertragungen mit einem Seile ohne Ende an. Bei vielen und sehr starken Krümmungen wird die Uebertragung in zweckmäßiger Weise mittels Wasser nach Art der hydraulischen Schachtgestänge (vergl. Nr. 272), ferner mit Druckluft oder Elektrizität bewirkt.

### Drittes Kapitel.

## Unterirdische Wasserhaltungsmaschinen.

### 279. Einrichtung, Vorteile und Nachteile.

Man versteht darunter solche Wasserhaltungsmaschinen, welche in unmittelbarer Verbindung mit den Pumpen unter Tage ohne jede Uebertragung 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 Dampfzuleitungsröhre nur ein Steigerrohr 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 ebenfalls der ökonomische Vorteil der Anlage in Frage gestellt wird. Doch ist zu beachten, daß eine Gestängemaschine bei Erreichung der tieferen Sohle 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.

### 280. 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 Zwillings-, 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 Stoßschieber 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 Deffnung 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 Rannstatt;
- 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.

### Abteuspumpen.

#### 281. Arten der Abteuspumpen.

Die besten Abteuspumpen 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 Abteufspumpen mit Schläuchen sind mit allen Teilen fest verlagert, nur das Saugrohr folgt durch Ausziehen des Schläuchers dem Abteufen allmählich nach.

Der Schläucher *a* (Fig. 203) 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 Einbruches seitlich verstellt werden kann. Gewöhnlich dient zur Verbindung zwischen Kolbenrohr und Schläucher eine im Innern mit einer Spiralfeder versehene Lederhose *h*.

Ist der Schläucher so weit ausgezogen, daß die Saughöhe 6—7 m erreicht hat, so wird das Kolbenrohr vom Steigerrohre gelöst und auf das vorher fertiggestellte Lager herabgesenkt. Die entstandene Lücke füllt man durch Einbringen eines neuen Rohrstückes am unteren Ende der Steigeröhren aus. Schließlich wird auch das Gestänge entsprechend verlängert und das Abteufen fortgesetzt.

Bei starken Wasserzugängen sind feste Abteufspumpen 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 Abteufpumpe mit Schläucher ist durch Fig. 204, S. 262 dargestellt.

Der Pumpensatz *p* hängt in Senkbäumen *s*, an deren oberen Enden Verbindungsstangen *g* mit Senkschrauben *m* befestigt sind. Die Senkbäume führen sich in Lehlagern *h* und sind durch Querriegel verbunden, welche die Pumpe *p* unter den Flantschen mit einer Aushöhlung umschließen.

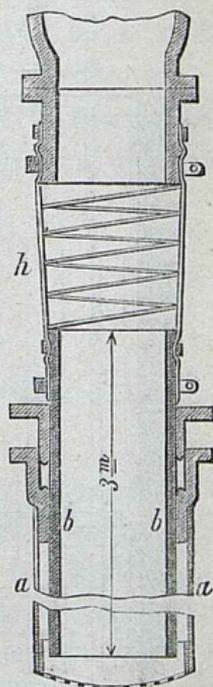


Fig. 203.  
Schläucher und  
Degen.

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.

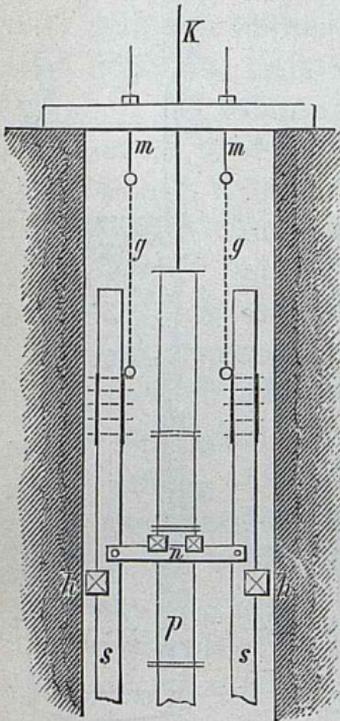


Fig. 204. Schraubensenkzeug.

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 oberen 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 Querkopfe verbunden. Ein an demselben befindlicher Kolben taucht in ein

Blungerrohr, 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 Schachtssole, 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 Dampfkabel 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.

#### 282. Allgemeines.

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 oder kolbenlosen Dampfpumpen, zu denen auch die Membranpumpen von Hausmann gehören, der Pumpen von Weise & Monski in Halle a. S., der Heber und der Fördermaschine.

Die Strahlenpumpen 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 wenigen Raum beanspruchenden Aufstellung für vorübergehende Zwecke zu empfehlen.

### 283. Wert der 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, dagegen sind sie beim Abteufen in sandigem Wasser von großem Vorteil, weil sich Kolben zu rasch abnutzen.

### 284. Der Heber.

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 Wasserhebe-maschine, sondern ein Apparat, welcher das Wasser über eine Höhe von weniger als 10 m nach einem tiefer als die Einsaugeöffnung 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

Gußisenröhren 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.

Der Heber wird dadurch in Gang gesetzt, daß man ihn bei geschlossenem Fallrohr füllt und sodann den Ausfluß derart stellt, daß der Wasserpiegel im Saugkasten unverändert bleibt.

### 285. Wasserhebung am Förderseil.

Die Wasserhebung am Förderseil 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 Rüssel 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.

#### 286. Zweck und allgemeine Regeln.

Das Anbringen von Dämmen in Strecken\*) hat den Zweck, den Wasserzufluß dauernd oder zeitweilig abzusperrn. Im letzteren Falle muß eine Abflußvorrichtung 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.

Bei allen Arten von Dämmen ist das sorgfältige Auswählen und Herrichten der Dammstelle von großer Wichtigkeit. Das Gestein an der Dammstelle muß fest und unzerklüftet sein, auch glatte Flächen bilden. Die Dammstelle wird durch Schlägel und Eisen hergestellt.

Muß beim Einbauen des Dammes auf der Rückseite desselben gearbeitet werden, so ist eine Deffnung (Mannloch) zu lassen, welche erst ganz zuletzt geschlossen wird.

Das Material für die Dämme ist entweder Eichenholz oder Stein.

#### a) Hölzerne Dämme.

#### 287. Balkendämme.

Bei den hölzernen Dämmen wirkt der Wasserdruck entweder rechtwinklig gegen die Längsrichtung — Balkendämme — oder gegen das Hirnholz — Keilverspündungen. Balkendämme sind entweder liegend oder stehend, je nachdem 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

\*) Verdämmung in Schächten kommt äußerst selten vor.

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 Gesteinsbrüst 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 Weilkränze 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.

### 288. Keilverspündungen.

Die Keilverspündungen sind Spunde von den Mäßen 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.

#### 289. Form der gemauerten Dämme.

Bei gemauerten Dämmen unterscheidet man Cylinder- und Kugeldämme. Cylinderdämme sind solche, deren Form einem Stücke gleicht, welches mit einem radialen, parallel zur Längsachse geführten Schnitte 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 vollständig 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.

Der hinter den Dämmen aufgestaute Wasserdruck läßt sich in manchen Fällen nutzbar machen, so z. B. zum Betriebe von kleinen Maschinen für Förderung, Wasserhaltung und Wetterversorgung.

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, Mittelpunkt ausspannt, die Dammstelle überall berühren müssen.

### 290. Dammthüren.

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 Oeffnungen, welche groß genug sind, daß Schlepper und Pferde hindurchgehen können, und bringt in den Oeffnungen gut abgedichtete Rahmen mit Thüren an, welche 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 schmiedeeiserne Dammthüren mit gußeisernen Rahmen aus der Fabrik von Heinzmann & Dreyer in Bochum an. Dieselben werden mit einer oder zwei Thüren geliefert.

## Achter Abschnitt.

# Wetterlehre.

---

### 291. Wetter oder Grubenwetter.

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 Raunteile oder 77 Gewichtsteile Stickstoff und 21 Raunteile 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.

### 292. Die schlechten Wetter

entstehen: 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 Belegenschaft 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.

### 293. Chemisches Temperament einer Grube.

Man versteht darunter den Grad des Einflusses, welchen chemische Vorgänge in der Grube auf die Bildung von matten und bösen Wetterern 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.

### 294. Matte Wetter.

Matte Wetter erkennt man daran, daß die Lichtflamme schwächer wird und schließlich erlischt. Bei 15 Proz. Sauerstoff sind die Wetter für den Atnungsprozeß nicht mehr brauchbar. Der Mensch empfindet Brustbeklemmung, fauligen Geschmack, Schwäche und Müdigkeit, bald darauf tritt Schwindel, Krampf und der Tod ein.

### 295. Ursachen der Bildung böser Wetter.

Die Vermischung von schädlichen Gasen mit den Grubenwetterern, also die Bildung böser Wetter, erfolgt durch den Atnungsprozeß 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 Atnen und die Lichter wird nach Schondorff nur  $\frac{1}{9}$  derjenigen Menge an Kohlenäure der Luft zugeführt, welche sich durch die Analyse des ausziehenden Wetterstromes als gesamte Zunahme ergab.

## 296. Die wichtigsten schädlichen Gase und ihre Eigenschaften.

Die wichtigsten der hier in Betracht kommenden Gase sind Kohlen säure ( $\text{CO}_2$ ), Kohlenoxyd ( $\text{CO}$ ), Grubengas ( $\text{CH}_4$ ) und Schwefelwasserstoffgas ( $\text{HS}$ ).

Die Kohlen säure (Schwaden, schwere Wetter, kalter Dampf) hat bei ihrem hohen spezifischen Gewichte (1.524) das Bestreben, sich in Vertiefungen der Sohle anzusammeln, bezw. nach tiefer gelegenen Punkten hin abzufließen. Sie ist am augenblicklichen Erlöschen der Lichtflammen zu erkennen, wirkt tödlich, wenn davon die Luft mehr als 5 bis 6 Proz. enthält, und entwickelt sich, außer durch den Atpmungsprozeß, durch das Brennen der Lichter und die verschossenen Sprengmaterialien, in größeren Mengen bei Bränden in Kohlenflözen, sowie durch chemische Einwirkung der bei der Drydation des Schwefelkieses entstehenden Schwefelsäure, bezw. der sauren Wasser, auf kohlen saure Verbindungen. Auch der Nachschwaden — die Verbrennungsprodukte bei der Explosion schlagender Wetter — besteht neben Kohlenoxyd gas im wesentlichen aus Kohlen säure.

Das Kohlenoxyd gas 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 Kohlenoxyd gas bewirkt zunächst Aufregung, dann Krämpfe mit Schaum vor dem Munde und schließlich den Tod.

Ein Gehalt der Wetter von 1 Proz. Kohlenoxyd gas 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 Kohlen säure, nach unten, noch auch, wie das Grubengas, nach oben.

Schwefelwasserstoff gas (spezifisches Gewicht 1.19) kommt in alten verschossenen 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.

### b) Schlagende Wetter und Kohlenstaub.

#### 297. 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 (Nureole) wächst und später den Drahtkorb der Wetterlampe vollständig ausfüllt (Nr. 305).

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. Bei hoher Temperatur tritt die Entzündung früher ein.

#### 298. 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. „Krebjen“ 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.

### 299. Die bei der Explosion schlagender Wetter entstehenden Gase.

Durch die Explosion der schlagenden Wetter wird nicht allein Sauerstoff verzehrt, sondern es werden die gesundheits-schädlichen Produkte der Verbrennung, also Kohlensäure und Kohlenoxydgas, 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 Rettungsmannschaft einfahren, bis der Wetterzug so reguliert ist, daß man mit den einfallenden frischen Wetterern vordringen kann.

### 300. Einfluß des Barometerstandes 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 Atmosphärendrucke 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 Erzherzogl. Albrechtschen Gruben bei Karwin\*\*), auf den Gruben der Vereinigungsgesellschaft bei Mächen\*\*\*) und in der Grube Hibernia bei Gelsenkirchen†) ausgeführt sind, entschieden bejaht werden. In Karwin und Herne 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. 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 Barometers, oder hält sich die Luftdruckkurve, nachdem sie ihr Minimum erreicht hat, längere Zeit auf einem niedrigen 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. Brookmann in Bochum nachgewiesen.

\*) Gáton de la Goupillière in *Annales des mines*. Sept.-Octbr. 1880. — Preuß. Zeitschr. 1882. Bd. 30, 292; 1877. Bd. 25, S. 277; 1876. Bd. 24, S. 114.

\*\*) Näheres in dem von der Erzherzogl. Albrechtschen Kameraldirektion in Teschen herausgegebenen Berichte: „Ueber den Einfluß von Luftdruckschwankungen auf die Einwirkung von Schlagwettern“, von W. Köhler. — Siehe auch Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1885. S. 893. — Oesterr. Zeitschr. 1885. Nr. 45.

\*\*\*) Preuß. Zeitschr. 1886. Bd. 34, S. 72.

†) Beiträge zur Schlagwetterfrage. Von Generaldirektor Bergtrat Behrens. Essen 1896.

Auf die plötzlichen, gewaltsamen Gasausbrüche kann der Atmosphärendruck selbstredend einen nennenswerten Einfluß nicht haben.

### 301. Erklärung der vorstehend unter 1 bis 3 genannten Erscheinungen.

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 von einer Tiefe bis 20 m eine Spannung von über 30 Atmosphären und höchst wahrscheinlich flüssige oder wohl gar feste Gestalt habe.

Der Bruder des Verfassers, Bergrat W. Köhler in Teschen (Oesterr. Schlesien), 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.

### 302. 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.

### 303. Einfluß des Kohlenstaubes.

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 Kohlen- staubes veranlassen, weil bei ihnen, ähnlich wie bei Böllern, eine Feuergarbe herauschießt, was bei werfenden Schüssen nicht der Fall ist.

Gewisse Kohlenarten 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 ungefähr- lich sein würden, werden alle Verbrennungserrscheinungen heftiger. Steigt der Gasgehalt auf vier und mehr Pro- zent, so zeigt auch solcher Kohlenstaub unbegrenzte Fort- pflanzung der Flammen, bei welchen dies sonst nicht der Fall sein würde.

Endlich können getrennt stehende Grubengasgemenge durch Kohlenstaub auf große Entfernungen vom ersten Explosions- herde zur Entzündung gebracht werden.

### 304. Mittel zur Beseitigung der Kohlenstaubgefahr.

Um den Kohlenstaub unschädlich zu machen, kennt man bis jetzt kein anderes Mittel, als künstliche Bewässerung mit Hilfe von Wasserleitungen.

An Stelle stationärer Zerstäuber, welche nur noch bei starkem Wetterzuge angewendet werden, hat man mehr und mehr das viel wirksamere und zuverlässigere Abspritzen der Strecken und Arbeitspunkte mit Schlauch und Strahlrohr eingeführt und zu diesem Zwecke die Wasserleitung in geeigneten Abständen mit Hydranten versehen.

So wirksam sich diese Mittel bei gewissenhafter Anwendung erwiesen haben, so läßt sich nicht verkennen, daß man dabei auf den guten Willen der Arbeiter angewiesen ist. Aus diesem Grunde werden in Saarbrücker Gruben, aber nur in milder, lockerer Kohle, nach einem von Meißner in Dudweiler eingeführten Verfahren die Kohlen in den Abbauen schon im anstehenden Zustande durchfeuchtet, indem man am Ende der Nachmittagschicht 1 m tiefe Bohrlöcher in den Kohlenstoß bohrt (auf 29 m flache Höhe zwei bis drei Stück). Die Bohrlöcher werden durch mit konischen hölzernen Hülßen versehene Düsen verschlossen, welche mit Druckwasser in Verbindung stehen. Bis zum andern Morgen ist die Kohle auf 2—3 m Tiefe vollständig durchnäßt und außerdem noch durch den hohen Druck gelockert, so daß die Abkohlung leicht und ohne Staubbildung vorgenommen werden kann. Bei quellendem Liegenden ist das Verfahren nicht anwendbar.

Außerdem hat man vielfach stationäre Zerstäuber in der Weise verwendet, daß man mit ihnen in den Strecken nasse Zonen von 60—100 m Länge in gewissen Abständen herstellt. Dadurch soll glühender Kohlenstaub abgekühlt und eine Uebertragung der Entzündung auf Schlagwetter-Ansammlungen verhindert werden.

### 305. Abprobieren der Wetter.

Man versteht darunter das Verfahren, die Anwesenheit schlagender Wetter durch den blauen Saum zu erkennen, welcher sich an der Lichtflamme zeigt (Nr. 297).

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 Pielerischen Spirituslampe bei  $\frac{1}{4}$  Proz., und der Wolffschen Benzinslampe bei 1 Proz.

### 306. Wetterzeichen.

Vor Beginn einer Schicht müssen sämtliche Grubenbaue durch besonders damit beauftragte verantwortliche Personen „abprobiert“ werden (vergl. Nr. 305). Werden dabei Schlagwetter gefunden, so legt man vor den Eingang in die betreffenden Grubenbaue zwei sich kreuzende Hölzer, die sog. Wetterzeichen. Solange 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.

### 307. 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 durch eine am unteren Ende mit einem Kugelventil, oben mit Drahtgewebe verschlossene, durch den Delbehälter 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.

#### 308. 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.

#### 309. Wettermenge.

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

$$v = \sqrt{2 g H \left( \frac{s_1 - s}{s} \right)},$$

in welcher bedeutet:

$$g = 9.808,$$

$$H = \text{Tiefe des Schachtes A, Fig. 205,}$$

$$s, = \text{größere Dichtigkeit der Luft in dem höher gelegenen Schachte (im Sommer),}$$

$s =$  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:

$$v = \sqrt{2 g H a \left( \frac{T^\circ - t^\circ}{1 + a T^\circ} \right)}.$$

Die Geschwindigkeit läßt sich demnach vergrößern:

1. durch die Vermehrung von  $H$ , also z. B. durch Auffattelung des Schachtes;

2. durch Vermehrung der Differenz zwischen  $s_1$  und  $s_2$ , bezw.  $T^\circ$  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 Auffatteln eines Wetterchachtes 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

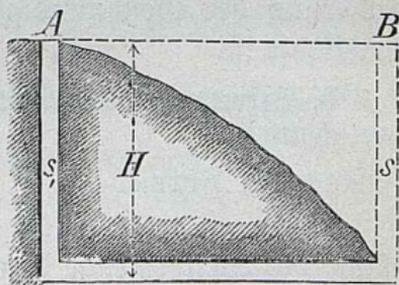


Fig. 205. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

Vergrößerung des Bruches  $\frac{T^{\circ} - t^{\circ}}{1 + a T^{\circ}}$ . Daraus folgt im allgemeinen, daß eine Vermehrung der Luftmenge durch Vergrößerung der Geschwindigkeit nur in beschränktem Maße vorteilhaft ist.

### 310. Vermehrung der Wettermenge durch Vergrößerung des Querschnittes.

Nach der Formel

$$M = Q v$$

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 Teilstrome 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.

### 311. Äquivalente Oeffnung.

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 Oeffnung  $a$  in dünner Wand verglichen werden, durch welche das Luftquantum zieht, wenn der Unterschied des Ueberdruckes auf beiden Seiten der Oeffnung  $= H$  ist.

$a$  ist dann die gleichwertige Oeffnung (orifice équivalent) der Grube. Wird der Inhalt dieser Oeffnung 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) Geschwindigkeit des Wetterzuges.

312. Mittel zur Messung der Geschwindigkeit des Wetterzuges.

Ein einfaches Mittel, die Geschwindigkeit des Wetterzuges 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 Wegeslänge zurückgelegt wird, giebt 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.

### 313. Apparate.

Für genauere Messungen dienen Anemometer, von denen man dreierlei Arten unterscheidet, nämlich das

Pendelanemometer, das Flügelanemometer<sup>2</sup> und das Kugelanemometer.

Das Pendelanemometer (von Dickinson) wird seltener gebraucht als die Flügelanemometer, von denen wiederum diejenigen von Casella u. Maefß viel gebraucht werden, weil sie die Geschwindigkeit des Wetterzuges in der Sekunde direkt angeben, 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.

### 314. 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 angiebt, welchen die Wetter während der Beobachtungszeit zurückgelegt haben. Reduziert man den Weg auf eine Minute und addiert dazu 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.

### 315. Das Anemometer von Maefß in Dortmund

ist mit einem Uhrwerk versehen, welches  $\frac{3}{4}$  Minuten nach Auslösung der Arretierung das Zählwerk einrückt und nach genau einer Minute Umlauf wieder zum Stillstand bringt. Gleichzeitig bleibt auch das Uhrwerk stehen. Die vom Zifferblatt weggelesene Zahl giebt direkt und ohne Hinzufügung einer Konstanten die von dem Wetterstrom in einer Minute zurückgelegte Länge in Metern an.

### 316. Zweck und Einrichtung des Kugelanemometers.

Die regelmäßigen und auf den Gruben in Westfalen alle zwei Tage wiederholten Wettermessungen werden an Stationen

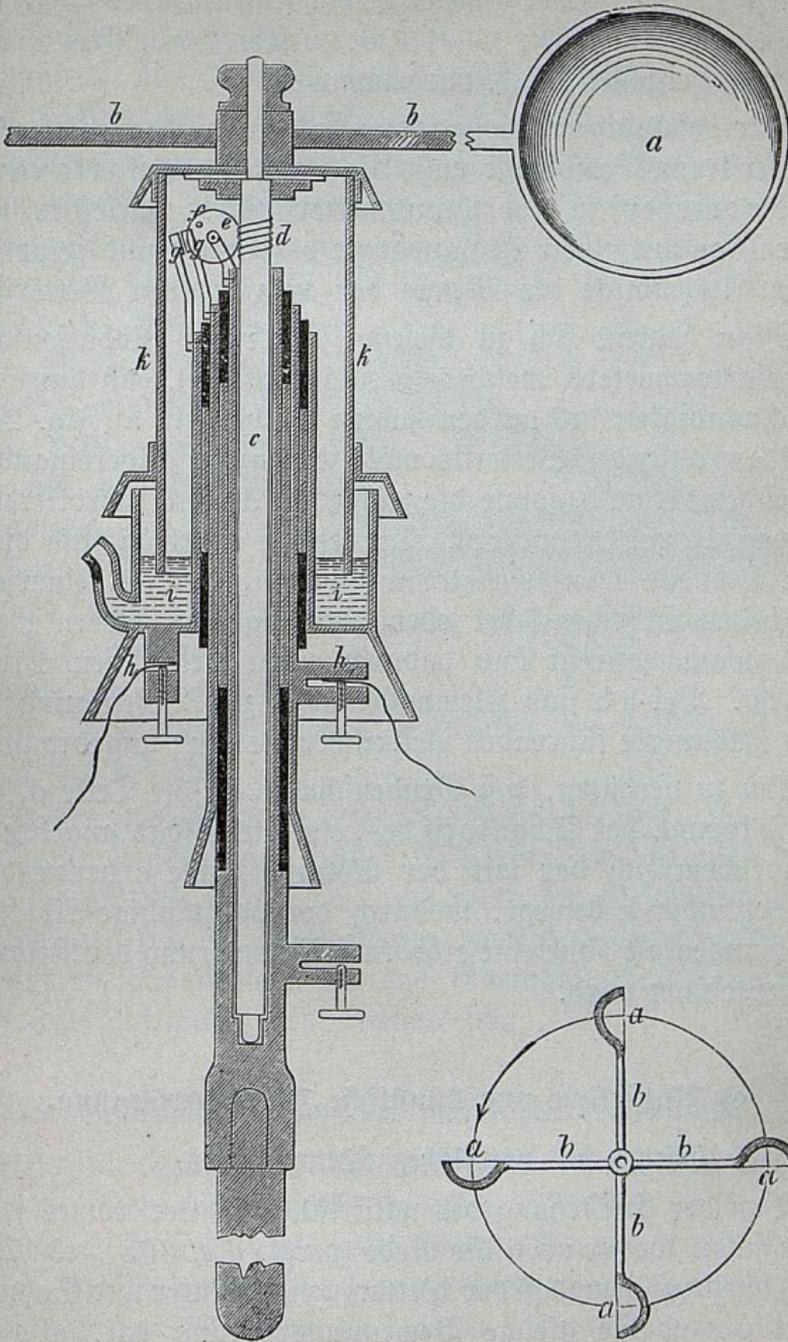


Fig. 206.

Kugelanemometer.

Fig. 207.

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 Halbfugeln a (Fig. 206, 207) angreifenden Wetterstromes die kreuzweise übereinanderliegenden 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.

#### 317. Umsetzen des natürlichen Wetterstromes.

Von der Entstehung des natürlichen Wetterstromes selbst war schon weiter oben die Rede (vergl. Nr. 308), 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 Oeffnungen 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. 208) 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.

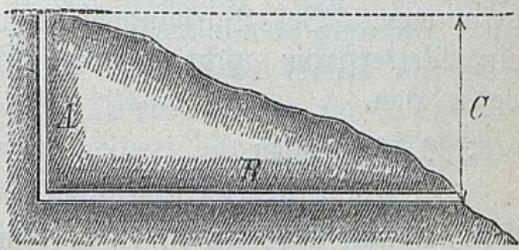


Fig. 208. Wetterwechsel durch Schacht und Stollen.

Stehen zwei Schächte, deren Hängebänke nicht in gleichem Horizonte liegen, miteinander 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.

### 318. Beständige Richtung des natürlichen Wetterstromes.

Sind die Teufen der Schächte groß und die Wetterwege lang, 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, je nachdem man denselben im Sommer oder im Winter mit vorhandenen Schächten zum Durchschlage bringt.

### 319. 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 nacheinander bestreichen.

### 320. 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 Wassersäule.

### 321. 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  $\sqsubset$ -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 der Gruben durch künstliche Erzeugung des Wetterstromes.

## 322. Aufstellung der Wettermaschinen über oder unter Tage.

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 Ventilatoren 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 benutzte.

In neuerer Zeit hat man mehrfach den saugenden Ventilator nicht mehr über, sondern unter Tage aufgestellt, 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.

## 323. Blasende Bewetterung.

Solange 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 Austreten 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 Wetterstromes den Austritt der unter geringer Spannung stehenden, besonders also der im alten Mann 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.

#### a) Erwärmung des ausziehenden Wetterstromes.

##### 324. Kesseln.

Die einfachste und bei kleinen Gruben oft angewendete Art der Lufterwärmung ist das sogenannte „Kesseln“. In einen Wetterrschacht 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.

##### 325. 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

\*) B. Ditto, „Schlagwetter und kein Ende der Forschung“. Berlin 1886.

endgültige Anlage, sei es ein Wetterofen, oder ein kräftiger Ventilator, beschafft ist.

Bei den Wetteröfen unter Tage sind zweierlei Arten zu unterscheiden, je nachdem 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 besonderen Kanal oder Luttenstrang zugeführt.

### 326. Der Wetterofen.

Im allgemeinen ist in Bezug auf die Einrichtung der Wetteröfen folgendes zu bemerken:

Ueber 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 Dampfkesseln, 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 Flöze in der Nähe sind. Deshalb ist zunächst die Sohle des Aschenfalles mit einer Schicht Lehm und einer Rollschicht 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 Defen liegt, wie bei den Dampfkesseln, ein einziger Kost in der Längsrichtung des Ofens. Größere Defen haben bis zu sechs quergelegte Koste, und die Aufgebethüren befinden sich auf der einen Langseite.

### 327. Körtings Dampfstrahlgebläse.

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 Wetterschachte 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.

### b) Verdünnung des ausziehenden Wetterstroms durch saugende Wettermaschinen.

#### 328. Einteilung der Wettermaschinen.

v. Hauer\*) teilt die Wettermaschinen nach ihrer Wirkungsweise in zwei Hauptarten: Volum- und Depressionsmaschinen. Erstere, als deren Typus die Kolbenmaschine (Gebläsemaschine) 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 Depression

\*) Sul. v. Hauer, „Die Wettermaschinen“. Leipzig 1889. S. 13.

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 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 Centrum 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.

Die Strahlgebläse werden bei der Sonderventilation erwähnt. Die gewöhnlichen Kolbenmaschinen sind nach Art der Gebläsemaschinen auf den Hüttenwerken gebaut, zu den rotierenden Kolbenmaschinen gehören die Wetterräder von Root und von Fabry, beide sind für die Grubenbewetterung nicht mehr in Gebrauch. Kolbenmaschinen mit Wasserliderung sind die Harzer Wetterzüge (vergl. Nr. 341), welche als Glockenmaschinen auch in großem Maßstabe gebaut sind, aber, weil sie viel schädlichen Raum enthalten, eine ausgedehnte Anwendung nicht gefunden haben.

\*) a. a. D. S. 15.

## 1. Schlenderräder oder Zentrifugalventilatoren.

## 329. Einrichtung der Schlenderräder.

Die Flügel sind entweder gekrümmt, und zwar vorwärts und rückwärts, oder sie sind gerade und dann nach rückwärts geneigt und radial.

Für weite Gruben (vergl. Nr. 312) eignen sich große Ventilatoren mit kleiner Umdrehungszahl, für enge und mittlere die kleinen, schnelllaufenden Räder mit Umsehung.

Vor allen Dingen sind plötzliche Querschnitts- und Richtungsveränderungen zu vermeiden, die letzten deshalb, weil der Luftstrom sich sonst stößt und die ihm bereits mitgeteilte Geschwindigkeit verliert.

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 Guibalventilator durch ein den Flügelraum eng umschließendes Gehäuse, bei dem Alex-, Stevenson-, Weislerventilator u. durch Verengung des Flügelraumes gegen außen erreicht wird.

## 330. Rittingerrad.

Die Bauart dieses Ventilators ist durch die Figuren 219 und 220 angedeutet.

In größerer Ausführung erhält er 4 m Durchmesser, sowie 16 je 0.42 m breite Schaufeln von Eisenblech, und kann bei 33 mm Depression eine Wettermenge von 527 cbm in der Minute liefern.

### 331. Geißlerad.

Beim Geißlerad (Fig. 209 u. 210), wie es auf Zeche Shamrock bei Herne eingebaut ist, besteht das Flügelrad B

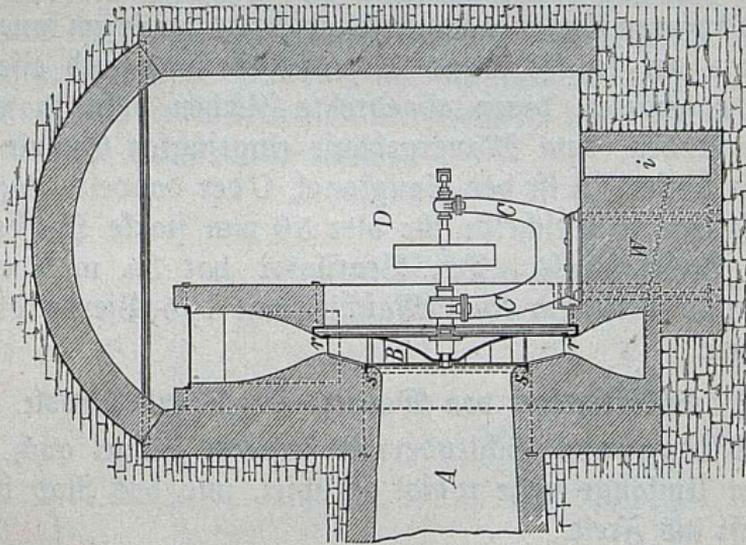


Fig. 210. Ventilator von Geißler.

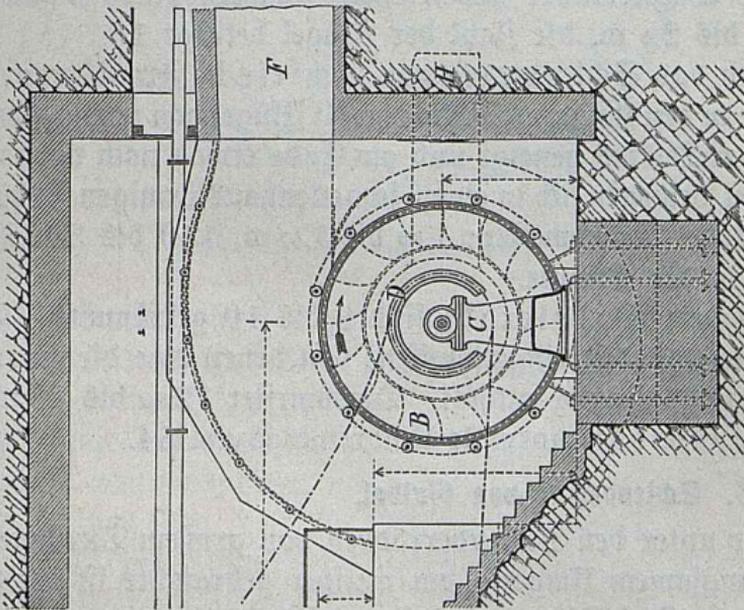


Fig. 209. Ventilator von Geißler.

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 Einlaufkegel bewirkt das stoßfreie Eintreten der Luft.

Am äußeren Umfange dieser Blechscheibe, sowie am inneren 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 Kilianscheibe für vier 50 mm starke Hanfseile, F der Ausblasehals. Der Ventilator hat 3.5 m Durchmesser und wird von einer Maschine mit 175 Pferdestärken betrieben.

### 332. Schleuderräder von Wagner, Schiele und Waddle.

Bei Wagners Schleuderrad sind die Flügel auch am inneren Umfange nahe radial gerichtet, und das Rad bläst die Luft ins Freie.

Die Wagnerräder haben einen äußeren Raddurchmesser von 2 bis 2.5 m, die Zahl der Flügel beträgt 10.

Auch das Schleuderrad von Schiele in Frankfurt a. M. gehört zu den kleineren. 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 Umdrehungen in der Minute.

Bei dem Waddlerade 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.

### 333. Schleuderrad von Guibal.

Der unter den Schleuderrädern 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. Auf der anderen Seite kann aber bei dem Guibalrade wegen seines großen Gewichtes die Zahl der Umdrehungen im Falle der Not (nach Explosionen) nicht wesentlich vermehrt werden, weil sich die Achse warm läuft.

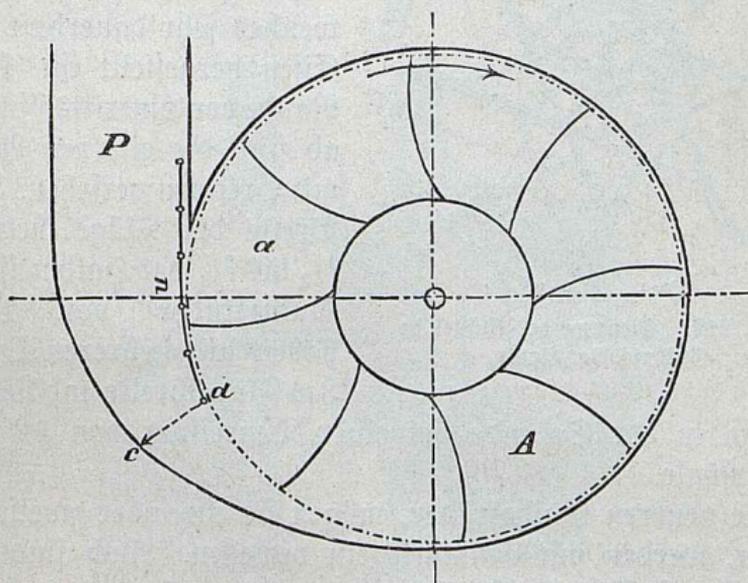


Fig. 211. Guibals Ventilator.

Beim Guibalrade\*) wird die Luft in den zwischen den Flügeln befindlichen Zellen *a* erst verdichtet und sodann zum 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. 211\*\*). 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

\*) Sul. v. Hauer, S. 47.

\*\*) Ebenda Fig. 64.

der Stellung A sich gegen die Erweiterung des Gehäuses öffnet und einen Teil der Luft austreten läßt, während gleichzeitig wieder ein vermehrter Zufluß von innen beginnt. Durch einen Schieber n kann die Größe der Austrittsöffnung cd reguliert werden, bis die Depression ihren höchsten Grad erreicht\*).

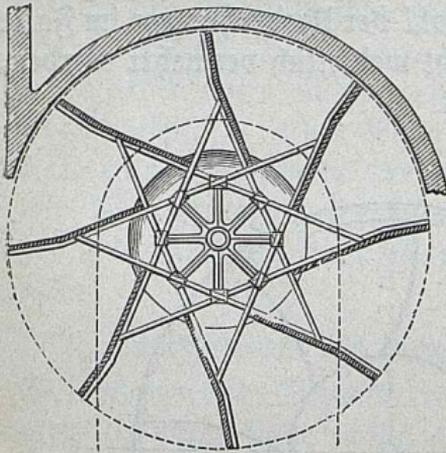


Fig. 212. Stellung der Flügel in Guibals Ventilator.

Figur 212 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. Guibalräder 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 Guibalräder, mögen sie ein- oder zweiseitig saugen, werden mit Einlaufegeln versehen. Auch sind alle Ecken der Zuführungskanäle abgerundet.

### 334. Kleyrad.

Das Kleyrad 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.

\*) a. a. D. S. 48.

\*\*\*) a. a. D. S. 97.

Nach Versuchen auf Zeche Zollverein in Westfalen lieferte ein Plehventilator von 4 m Durchmesser und 0.5 m Breite bei gleichem Kraftaufwande eine um 14% größere Leistung als ein Guibal von 9 m Durchmesser und 3 m Breite.

### 335. Pelzerrad.

Das Pelzerrad hat mehrfache Aenderungen erfahren. Bei der neuesten Einrichtung hat Pelzer einen geraden, verstellbaren Diffusor S (Fig. 213) angebracht, mit welchem die

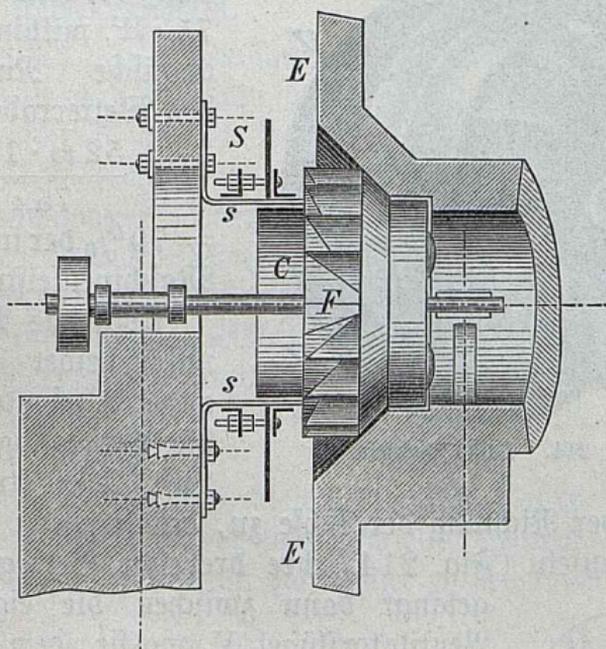


Fig. 213. Pelzerrad mit verstellbarem Diffusor.

lebendige Kraft der aus den Flügeln ausströmenden Luft als Depression am Umfange des Flügelrades nutzbar gemacht werden soll.

Das Flügelrad F (Fig. 213) wird bei dieser Diffusor-einrichtung teilweise von einem Trichter umschlossen, dessen Basis EE in eine Drehungsebene des Wetterrades fällt. Vor dem Flügelrade F befindet sich die Scheibe S, welche auf dem an das Flügelrad möglichst dicht anschließenden

Cylinder C horizontal und in der Weise verschiebbar ist, daß der bei EE gebildete ringförmige Spalt breiter oder schmaler wird.

Ein derartiges Pelzerrad von 3.5 m Durchmesser des Flügelrades lieferte bei 200 Umläufen des letzteren 2800 cbm Wetter in der Minute bei 85 mm Depression, also mit einer

$$\text{Arbeit von } \frac{2800 \cdot 85}{60 \cdot 75} = 52.88 \text{ HP.}$$

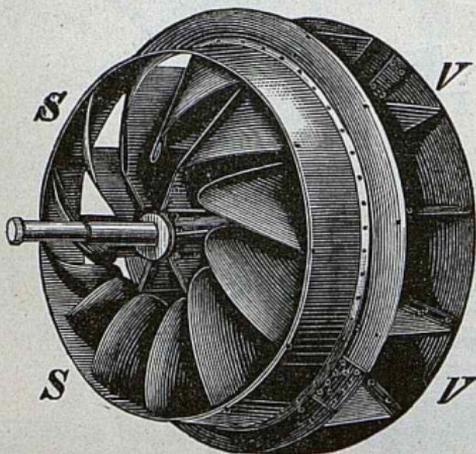


Fig. 214. Schöpfschaukeln.

Die indizierte Leistung der Maschine war 75.4 HP, mithin die mechanische Nutzleistung des Wetterrades:

$$\frac{52.88 \cdot 100}{75.4} = 70\% \text{ der indizierten Maschinenleistung.}$$

Auch das Pelzerrad unterscheidet sich von anderen besonders durch die Bewegungsart der Luft. Diese strömt dem

Rade in der Richtung der Achse zu, erhält zuerst durch die Schöpfschaukeln (Fig. 214) 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 Auslaufraume und einem erweiterten Schlot versehen werden.

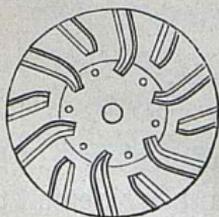


Fig. 215. Windschaukeln im Winterischen Ventilator.

### 336. Schlenderräder mit vorwärts gekrümmten Flügeln.

Zu diesen gehören besonders diejenigen von Ser und Winter. Bei dem letzteren sind auf einem starken Rahmen



zwei Saugkasten befestigt, welche an den entsprechenden Oeffnungen des Wetterkanales 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. 215). Ein Gehäuse ist nicht vorhanden, die Luft wird nach allen Seiten aus dem Flügelrade herausgeschleudert.

## 2. Die sonstigen Wettermaschinen.

### 337. Kolbenmaschinen.

Schon Nr. 328 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 rundlaufenden 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 Lemielle, Gvrard, Fournier & Levet, Baker, Coke, Nyxt, Jarolimef zu erwähnen.

#### 337 a. Das Mortierrad.

Das Mortierrad von Emil Wolf in Essen a. d. Ruhr, Fig. 216, S. 302 hat eine von den Schleuderrädern wesentlich abweichende, ganz eigenartige Wirkungsweise. Während bei diesen die Luft parallel der Achse eingeführt und nach Ablenkung um  $90^\circ$  mehr oder weniger radial dem inneren Umfang des Schaufelrades zufließt, tritt hier die Luft nahezu radial in den äußeren Umfang des Rades ein, durchfließt die Schaufeln und das Radinnere, sodann noch einmal die Schaufeln von innen nach außen und wird dann mit einer

der äußeren Umfangsgeschwindigkeit entsprechenden absoluten Geschwindigkeit in den Ausblasehals geworfen.

Um einerseits Wirbelbildungen und ein vertikales Aufsteigen der Luft, andererseits ein Zurückströmen derselben im Inneren des Rades zu vermeiden, ist dasselbe in seiner oberen Hälfte mit eigenartig gestalteten Kurven *F* von freisegmentförmigem Querschnitte versehen, welche beiderseits an der Innenwand des Gehäuses festgenietet sind und nahe bis an die mittlere Scheibe heranreichen.

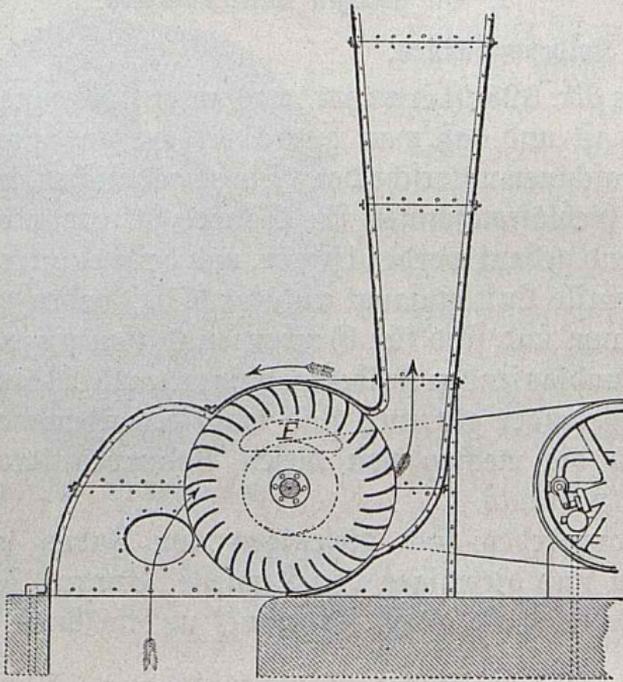


Fig. 216. Schleuderrad von Mortier.

Was den mechanischen Wirkungsgrad des Mortierrades betrifft, so soll derselbe nach Versuchen auf der Grube La Peronnière im Loire-Departement bis 79 Proz. betragen haben. Auf der Zeche Monopol bei Camen hat A. v. Spering Versuche angestellt und im allgemeinen günstige Werte gefunden, obgleich der Wirkungsgrad nur 53 Proz. war, was jedoch durch örtliche, ungünstige, mit dem Mortierrade nicht zusammenhängende Verhältnisse begründet wird.

Bei 348 Umgängen und 156 mm Depression ergab ein Versuch auf Zeche Monopol eine minutliche Luftmenge von 2920 cbm.

### c) Vergleich zwischen Wetteröfen und Wettermaschinen.

#### 338. 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 Habrez bei englischen Wetteröfen 0.00185 bis 0.0056, bei einem guten Ventilator dagegen 0.0143.

Nach Versuchen auf der Grube Sulzbach = Altenwald liefert  $\frac{1}{2}$  kg Kohle

bei Wetteröfen = 358 cbm Luft,

bei einem Guibal = 632 cbm Luft.

### d) Geräte zur Bewetterung einzelner Grubenbaue (Sonderbewetterung).

#### 339. Wetterhut. Buschen.

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 Oeffnung 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.

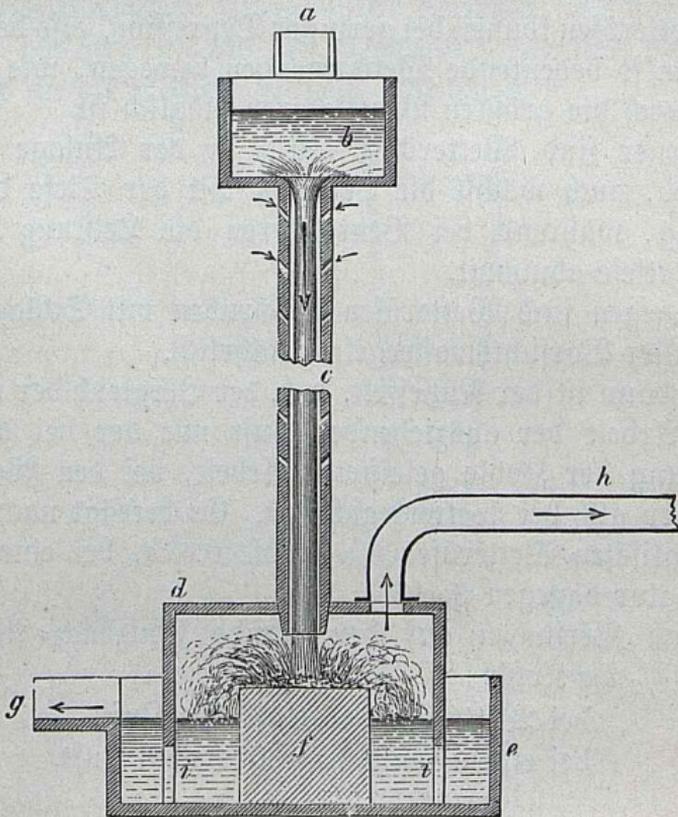


Fig. 217. Wassertrommel.

Ein anderes einfaches, aber wenig wirksames Mittel ist das „Buschen“ d. h. das wiederholte rasche Hinablassen eines buschigen Zweiges in den Schacht.

### 340. Wassertrommel.

Die Wassertrommel ist wohl die älteste Anwendung eines Wasserstrahles zum Ansaugen und Forttreiben von Luft. Es

findet dieses Gerät wegen seiner Einfachheit überall da sehr zweckmäßige Verwendung, wo ein frei herabfallender Wasserstrom zur Verfügung steht.

Die Wassertrommel (Fig. 217) besteht aus einem oben offenen, mit Ausfluß 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 oder besser ein nach Art der Körtingschen Strahlgebläse (Nr. 327) eingerichtetes eisernes Fallrohr. Ein in demselben 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 freiwerdende Luft sammelt sich in der Glocke und wird durch das Rohr h fortgeblasen.

#### 341. Harzer Wetterfaß.

In einem feststehenden, mit Wasser gefüllten Fasse (Fig. 218, S. 306), durch dessen Boden eine mit dem wether- nötigen 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 Verschuß.

Bei saugenden Wetterfäßen ist die Anordnung der Ventile umgekehrt.

Die Harzer Wetterfäße sind einfach und billig, sie können bei genügender Größe in Verbindung mit Wetterlutton aus Zinkblech zum Betriebe von Strecken bis 1000 m Länge verwendet werden, ergeben aber geringe Nutzleistung.

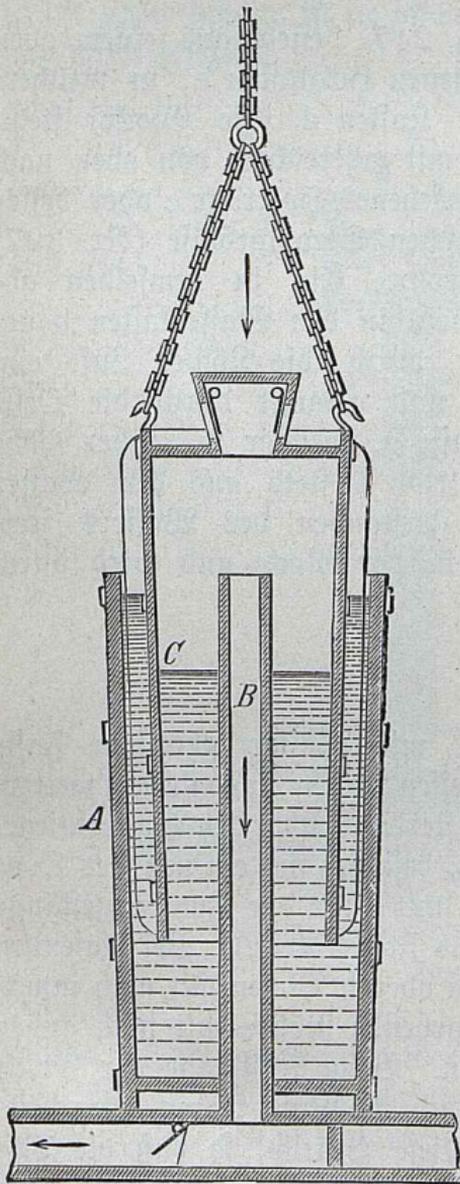


Fig. 218. Harzer Wetterfaß.

### 342. Einrichtung der Handräder.

Die Handräder (Wettermühlen oder Wettertrommeln, nicht zu verwechseln mit „Wassertrommeln“, vgl. Nr. 340) sind ebenso verschieden in der Konstruktion wie die großen Wetterräder.

Die Schleuderräder 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 Gehäuse befindliche Luft aus der tangentialen Ausströmung herausgeschleudert wird, so daß an der Radachse ein luftverdünnter Raum entsteht. Bei saugenden Ventilatoren steht der

Peripherie des Gehäuses mit dem wetternötigen Orte in Verbindung.

Der Betrieb dieser Ventilatoren erfolgt mit der Hand oder durch Wasserkraft, Elektrizität zc.

Eine früher viel angewendete Wettertrommel ist die von Rittinger, deren Konstruktion durch Figur 219 u. 220 schematisch angegeben ist.

### 343. Mechanisch betriebene Maschinen für Sonderbewetterung.

Die Wetterräder für Sonderbewetterung können direkt durch Preßluft, Wasser, Elektrizität oder nach Art der großen Wettermaschinen indirekt durch Riemen- und Seilübertragung angetrieben werden.

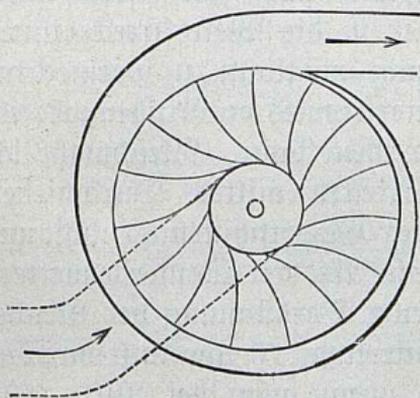


Fig. 219.

Rittingers Wettertrommel.

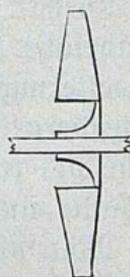


Fig. 220.

Die auf einem Gestelle mit direkt angreifenden Preßluftmaschinen montierten Wetterräder (System Ser) arbeiten teuer und können nicht mit großer Geschwindigkeit laufen. Man hat dieselben Wetterräder deshalb durch kleine stehende Betriebsmaschinen mit zwei Riemenscheibenpaaren angetrieben. Das Uebertragungsverhältnis ist 1 : 4.

Der direkte Antrieb mit Wasser erfolgt in Saarbrücken durch Peltonräder von 300 mm Durchmesser, welche 1700 Umdrehungen machen.

Der elektrische Antrieb ist in Zaukeroda und auf der ver. Mathildengrube D./S. angewendet und empfiehlt sich für Uebertragung bei vielfach gekrümmten Wegen oder auf

große Entfernung (Zeche Bonifazius bei Kray) auch für große Wettermaschinen.

#### 344. Bewetterung durch Teile des Hauptwetterstromes.

Zunächst ist daran zu erinnern, daß die Entwicklung von Grubengas aus den Kohlenflözen besonders stark in den Vorrichtungsstrecken, also beim Betriebe der Abbaustrecken, Bremsberge etc., mithin beim Vorrichten des Pfeilerabbaues auftritt. Deshalb erfordert derselbe während des Streckenbetriebes eine besonders sorgfältige Sonderbewetterung.

Die ältere Art dieser Bewetterung, bei welcher ein und derselbe Wetterstrom nach und nach zehn, zwölf und mehr Dexter bestreicht, bevor er in die Wetterstrecke eintritt, ist bei starker Gasentwicklung möglichst zu vermeiden, weil dabei der Gehalt des Wetterstromes an Grubengas sehr bald eine gefährliche Höhe erreichen kann. Gleichwohl läßt sich die Bewetterung der Strecken mittels Durchhieben und Wetterscheidern bei starker Gasentwicklung nicht umgehen, weil keine bis jetzt bekannte Art der Sonderbewetterung in solchem Falle eine genügende Verdünnung des Grubengases bewirkt. Man schafft damit etwa 15 cbm Luft vor Ort, was keine große Rolle spielt, wenn man bei 300—400 cbm minutlicher Luftzuführung bis 2% Grubengas im ausziehenden Strome hat.

Um die Anreicherung des von Ort zu Ort geführten Teilstromes an Grubengas zu vermeiden, ist in Grube Friedenshoffnung bei Waldenburg folgende Einrichtung getroffen:

In der schematischen Figur 221 ist W der Wetterschacht, A der ausziehende Wetterstrom, J ein Teilstrom in der Grundstrecke, v ein dichter Verschlag, 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 Ueberhauen 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.

### 345. Verstärkung der Teilströme durch Druckluft.

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 schwer von der atmosphärischen Luft trennt.

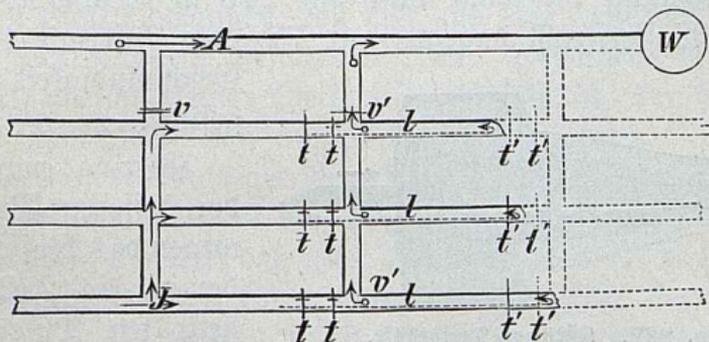


Fig. 221. Sonderbewetterung mit Lutten.

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 Wetterlutten bis vor Ort führen. Die Luftmenge ist dadurch um etwa das 18 fache vermehrt.

v. Steindell 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 Oeffnung ausblasen lassen. Die Leistung war um über 69 Proz. höher als mit Strahlapparaten.

### 346. Anwendung von Wasserstrahlen.

Nach Art der alten Wassertrommel (340) hat man in Schlagwettergruben gepreßtes Wasser aus Düsenöffnungen in Wetterlутten eintreten lassen und damit sehr günstige Resultate erzielt. Bei nur 1.8 Atmosphären Ueberdruck 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.

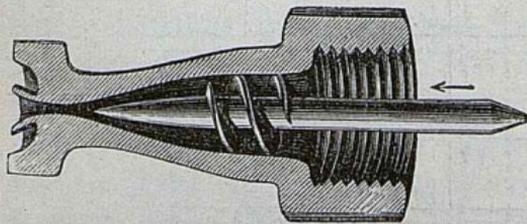


Fig. 222. Hörting's Dreibeidüse.

Hörting empfiehlt, der besseren Wirkung wegen das Wasser aus der in Fig. 222 dargestellten Düse austreten zu lassen, was

mit Hilfe der in die Düse eingesetzten Spirale in Form eines Kegelmantels, also mit wesentlicher Vermehrung der ausströmenden Wasseroberfläche geschieht.

An dieser Stelle ist der Viktoria = Ventilator\*) zu erwähnen, bei welchem drei Wasserstrahlen in einem Punkte zusammentreffen und zerstäuben. Der Apparat kann saugend oder blasend gebraucht werden, je nachdem innerhalb einer Lutte die Richtung der austretenden Wasserstrahlen z. B. nach dem Füllorte oder nach dem Streckenorte zu gerichtet ist.

\*) Zul. v. Sauer, „Die Wettermaschinen“, Leipzig 1889, S. 170. Fig. 265.

## Viertes Kapitel.

## Wetterführung.

## 347. Aufgabe der Wetterführung.

Während die Wettererzeugung 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.

## 348. Regeln für 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. Nr. 344), 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, Wetterlütten, Wetterscheider und Wetterbrücken.

## 349. Wetterthüren.

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 Oeffnen 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 Segeltuch, 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 Oeffnungen von bestimmter Größe und mit Schieber.

### 350. Wetterlütten.

Wetterlütten werden benutzt, um einzelne Dertex entweder durch Teilströme aus dem Hauptwetterstrome oder mit Hilfe von Wettertrommeln, Strahlgebläsen, Wassertrommeln zc. zu bewettern. Sie bestehen aus Holz, aus Zinkblech, verzinnem, verbleitem oder verzinktem Eisenblech, Asphaltpappe zc.

Im allgemeinen sind die hölzernen Wetterlütten zwar billig, sie werden aber leicht undicht, sind dem Verfaulen ausgesetzt und bieten dem Wetterstrome, falls sie inwendig nicht abgehobelt sind, auch viel Reibungsfläche. Zur Führung großer Wettermengen sind hölzerne Wetterlütten gleichwohl kaum zu vermeiden.

In dieser Beziehung sind, namentlich bei größeren Längen, die runden Lutten aus Zinkblech oder verzinktem Eisenblech vorteilhafter.

Die Wetterlütten dürfen in Schlagwettergruben nicht unter 30 cm lichte Weite haben. Scharfe Krümmungen

sind sorgfältigst zu vermeiden. In Saarbrücken haben sich am besten Lutten von verzinktem Eisenblech mit  $1\frac{1}{2}$  bis 2 mm Wandstärke und Flantschen oder mit Wirkscher Patentverbindung bewährt. Diese Verbindung besteht aus einem federnden, mit Segeltuch unterlegten Eisenblechbände, welches mittels Keilverschluß um die stumpf zusammengestoßenen Luttenenden fest umgelegt wird. Die Wetterverluste in diesen Luttensträngen betragen bei 100 m Länge 25 %, auf 200 m 50 %, auf 300 m 65 %, auf 400 m 74 %, auf 500 m 76 %, während sie sich bei den alten Zinkblechlutten mit Muffenverbindung bei 100 m Länge bereits auf 50 %, bei 200 m auf 65 % stellen.

### 351. 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, je nachdem 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.

#### 352. Die verschiedenen Arten der Beleuchtung.

Bei der Grubenbeleuchtung sind zunächst feststehende und tragbare Beleuchtung zu unterscheiden.

Die erstere wird durch Lampen verschiedener Art (Petroleum, Ligroin u.), auch wohl durch Bläser und durch elek-

trisches Licht auf Füllörter, in Maschinenräumen, Querschlägen, Pferdeställen u. 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 Lettenklumpen 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.

#### 353. Theorie der Wetterlampen.

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.

Mit diesem Warnungszeichen ist aber der Zweck der Wetterlampe erfüllt, darüber hinaus bietet sie durchaus keine Sicherheit mehr, und deshalb ist der Name „Sicherheitslampe“ kein passender.

Die Entzündung der Schlagwetter kann sogar durch die Wetterlampe selbst erfolgen, und zwar in Folge des Durch-

blasens und des Durchschlagens. Das Durchblasen, nämlich des im Inneren des Drahtkorbes befindlichen Feuers, kann durch heftigen und schräg von oben auf die Wetterlampe treffenden Wetterzug erfolgen. Durchschlagen findet statt, wenn sich die Schlagwetter an dem weißglühend gewordenen Drahtkorb entzünden. Das Durchblasen hat man durch Umhüllung des Drahtkorbes mit einem Blechmantel (Marsaut-Lampe, s. u.) zu verhüten gesucht. Gegen das Durchschlagen sichert man sich dadurch, daß man durch doppelte Drahtkörbe die Wärme ausstrahlende Oberfläche gegenüber dem Inhalt der Lampe möglichst zu vergrößern sucht.

#### 354. Lampe von Davy.

Dieselbe besteht aus einem Delbehälter von Weißblech, dessen Deckel eine messingene Scheibe mit runder Oeffnung 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 Delgefäße 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 Quadratcentimeter 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 Oeffnungen.

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 Aenderungen 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 Aenderung in der Zuführung der Luft geboten war. Dieselbe tritt entweder von unten oder am oberen Rande des Glaszylinders 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.

### 355. Einrichtung der gebräuchlichsten Wetterlampen.

1. Bei der Clanny-Lampe ist der untere Teil des Drahtgewebes durch einen Cylinder 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. 223) ist ebenfalls nach Art der von Clanny eingerichtet, jedoch mit der

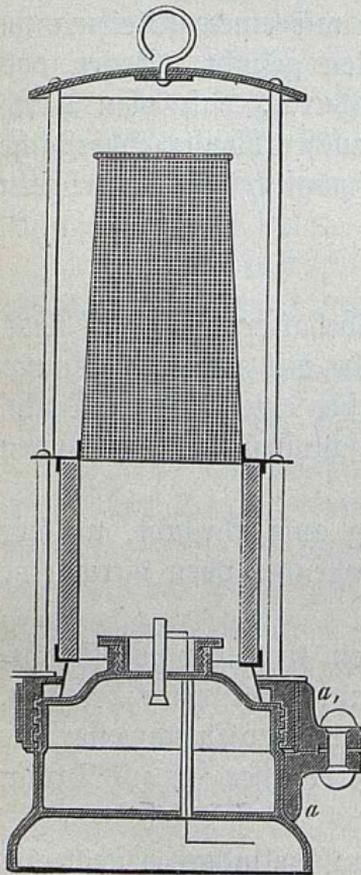


Fig. 223. Westfälische Wetterlampe mit Schröderschem Verschlusse.

Abänderung, daß der konische Kupferring, welcher das Glas mit dem Delbehälter verbindet, 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 Delgefäßes 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 Quadratcentimeter, 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 Uebelstand, 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. 224) unterscheidet sich von der Mueseler-Lampe im wesentlichen dadurch:

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 (353 Abs. 4),

c) daß ein Blechschutzmantel äußere Beschädigungen und ein Verschmutzen des Drahtkorbes verhindert, sowie die Einwirkung seitlicher Luftströme nahezu vollständig aufhebt, womit ein Durchblasen 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 hori-

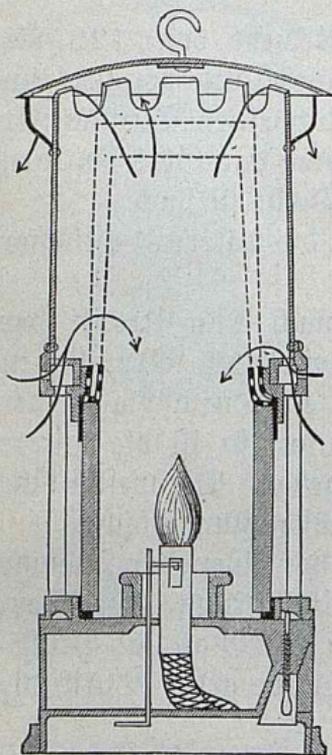


Fig. 224.  
Lampe von Marsaut.

zontale Luftzug gebrochen ist, während die Verbrennungsprodukte durch rundliche Oeffnungen am oberen Ende des Schutzmantels abziehen.

Außerdem beträgt der Inhalt der ganzen Lampe im Mittel rund 200 ccm bei einer Umfangsfläche der Drahtkörbe von zusammen 240 qcm, und deshalb nimmt die Marsaut-Lampe in Bezug auf das für die Sicherheit der

Lampe wichtige Größenverhältnis der Ausstrahlungsfläche zum Inhalt (Durchschlagen, 353) 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 Delbehälter 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 Pf. 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. Tragbare elektrische können als die Wetterlampen der Zukunft bezeichnet werden. Denn wenn auch ein weißglühender Kohlenfaden nach Zertrümmerung des Schutzglases Schlagwetter zu entzünden vermag, so bieten doch elektrische Lampen im Vergleich zu denjenigen mit Flamme eine erheblich größere Sicherheit in Schlagwettergruben.

Im allgemeinen kommen lediglich Akkumulatorlampen (C. Pollack & Co., Schanschilff, Bristol, Holler) und nicht Batterielampen (Trouwé, Stella, Bregues) in Betracht. Die Akkumulatorlampe von Holler ist auf einzelnen Gruben in Desterreich-Schlesien schon allgemein als Wetterlampe in Gebrauch. Sie hat eine durchschnittliche Brenndauer von 8—14 Stunden,  $2\frac{1}{2}$  Kerzenstärken, ein Gewicht von 2 kg und kostet 16 Fl. Zum gleichzeitigen

Laden von 250 bis 300 Lampen genügt eine von  $2\frac{1}{2}$  HP betriebene Dynamomaschine.

### 356. Verschuß der Wetterlampen.

Der Verschuß der Wetterlampen soll derart sein, daß der Delbehälter 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 nahekommen.

Früher bediente man sich zum Verschlusse ausschließlich einer Schraubenspindel, welche in eine durch Delbehälter 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 Zechen, zuerst auf Westfalia bei Dortmund, den Schröderschen Patentverschuß angewendet. Derselbe läßt sich leicht bei allen Lampen anbringen und besteht darin, daß man um den Delbehälter und den unteren Ring des Gestelles je einen mit einem vorstehenden gebohrtten Verbindungsstücke versehenen Bügel a a, (Fig. 223) legt und die Verbindungsstücke mit Blei vernietet. Der betreffende Nietstempel trägt ein Zeichen, welches häufig und beliebig gewechselt werden kann. Der horizontale Schluß 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 Plombenverschuß 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

Verschlüffen, wie sie von Dr. Schondorff bei Saarbrücker Lampen und von Dr. Wolff bei seiner Benzinlampe angewendet sind, vielfach vorgezogen.

#### Sechstes Kapitel.

### Grubenbrand.

#### 357. Entstehung des Grubenbrandes.

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 trockener Braunkohle 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 Zugangsräumen 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 verloren giebt.

#### 358. Selbstentzündung der Kohle.

Als Ursache der Steinkohlenentzündung bezeichnet M u c k in Bochum in erster Linie Aufnahme von Sauerstoff, also eine

rasch verlaufende Oxydation der Kohle (Verwitterung) unter Bildung von Kohlen säure und Wasser, erst in zweiter Linie die Zersetzung des Schwefelkieses. Diese 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.

### 359. Branddämme.

Um Feuer abzusperren, welches in einem größeren Teile des Grubenfeldes ausgebrochen ist, werden Brandmauern aus Ziegelsteinen mit Mörtel hergestellt. Ist man durch bereits ausgebrochenes Feuer an der Herstellung einer Mauer verhindert, so stellt man zur Abhaltung der Hitze zunächst einen aus horizontalen, etwas übergreifenden und mit Kalkmörtel bestrichenen Verschlag her.

Denselben Zweck soll der Wagner'sche Sicherheitsdamm erfüllen, gleichzeitig aber soll er auch die Brandgase absperren. Derselbe besteht aus einem Gestelle mit einem Beutel, welcher innerhalb 5 Minuten durch eine Luftpumpe so aufgeblasen werden kann, daß er die Strecke vollständig abschließt, und kostet 300—400 Mark. Der Beutel kann eine Temperatur von 100° C aushalten und kann auch, ohne brüchig zu werden, längere Zeit lagern.

## Siebentes Kapitel.

## Führung in bösen Wettern.

## 360. Einfache 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 Bilatre 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.

## 361. Andere Schutzvorrichtungen.

Außerdem giebt es einige Apparate zum Atmen böser Wetter, welche durch chemische Prozesse gereinigt sind, so diejenigen von Robert, Schwann und Fleuß. Der Apparat von Fleuß besteht aus einem Reinigungsapparat für die einzuatmende Luft und einem Sauerstoffbehälter, welche zusammen die Form eines Tornisters bilden. In dem ersteren dringt die beim Atmen eingesaugte Luft durch abwechselnde Lagen von Hanf und kauftischer Soda, wird dabei von Kohlensäure gereinigt und tritt dann in den auf der Brust getragenen Luftsack aus vulkanisiertem Kautschuk, in welchem ihr aus dem mit 20 Atmosphären Ueberdruck

gefüllten Sauerstoffbehälter die zum Atmen nötige Menge Sauerstoff zugeführt wird.

Anderere Apparate, welche ursprünglich für Feuerlöschzwecke konstruiert sind, können allenfalls auch für den hier vorliegenden Zweck Verwendung finden. Unter diesen ist Loebs Patent-Respirationsapparat zu nennen, welcher eine Verbesserung der Masken von Filatre 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 eingehängt und höchstens 30 m lang ist.

Außerdem sind die auch von den Tauchern gebrauchten Apparate von Rouquayrol-Denayrouze hier und da angewendet.

Der ursprünglich auch für Feuerlöschzwecke bestimmte Atemungsapparat von L. v. Bremen & Co. in Kiel hat sich in einem besondern Falle, wo es darauf ankam, den Arbeitern 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 Korfhelm 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 angechnallt. 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 Ueber-

flüsse der zugeblasenen Luft durch die undichten Abschlüsse am Körper und durch Siebe unter den Ohrlappen 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-Ditrau) 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.

### 362. Pneumatophor.

Dieser von Ritter von Walcher Nyssdal erdachte Apparat wird als besonders geeignet für Rettungsarbeiten in Nachschwaden und Rauch empfohlen. Er enthält in einem aus luftdichtem Stoffe hergestellten Atemsbeutel von 450 mm Breite und 550 mm Länge, dessen Inneres mit einem Flüssigkeiten auffaugenden Stoffe ausgekleidet ist, eine Sauerstoffflasche aus Stahl mit 0.6 l Inhalt, auf 250 Atmosphären geprüft und mit einem durch eine außen angebrachte Schraube zu regelnden Ventil, ferner einen Laugenapparat und eine Nasenklemme. Der Laugenapparat ist ein Cylinder aus gelochtem Blech, welcher die mit einem Kautschukstößel geschlossene Glasflasche mit 425 cem 25prozentiger Natronlauge enthält. Der Apparat wird auf der Brust getragen und ist mit einem Atemrohr versehen, durch welches aus- und eingeatmet wird.

Beim Gebrauche wird die Glasflasche durch Einschrauben eines Stiftes zertrümmert, die Natronlauge ergießt sich in das Innere des Beutels, wird von der Wandung aufgesaugt und bindet demnächst die ausgeatmete Kohlenäure, während aus der Sauerstoffflasche Sauerstoff in den Beutel strömt

und zwar in solchem Ueberschusse, daß die ausgeatmeten Gase 96 Proz. Sauerstoff enthalten, welcher immer wieder mit eingeatmet wird. Der Apparat, welcher in einer besonderen Packtasche transportiert und aufbewahrt wird und sowohl für Rettungsmannschaften, als auch, an geeigneten Stationen in der Grube aufbewahrt, für Selbstrettung der Arbeiter bestimmt ist, hält bei Bewegung oder Arbeit 30 Minuten, sonst mindestens eine Stunde vor. Das alleinige Ausführungs- und Verkaufsrecht hat die Fabrik Waldek, Wagner und Bende, Wien I, Dpernring 10. Der Preis beträgt 41 Fl. pro Stück.

In Herne (Westfalen) hat man die Glasflasche fortgelassen und Luffaschwämme zum Auffaugen der Natronlauge verwendet.



## Sachregister.

- Abbau 92  
Abbaumethode 104  
Abbaustrecken 101. 119  
Abfanggabel 36  
Abprobieren 278  
Abteufen 98  
Abteufpumpen 260  
Akkumulatorlampe 318  
Anemometer 278  
Anpfaß 200  
Arbeitsrohr 237  
Atemungsapparat von  
  L. v. Bremen 324  
Aufdekarbeit 126  
Aufseßvorrichtung 163  
Ausrichten 92  
Ausrichtung 14  
Art 196
- B**alkendämme 266  
Bandsaie 159  
Barometerstand 274  
Beleuchtung 313  
Bergeisen 54  
Beutelpumpe 238  
Bewetterung 289  
Bläser 274  
Bleichzylinder 88  
Blumen 17  
Bohrbüchse 24  
Bohrdoche 34
- Bohrklotz 25  
Bohrkrone 45  
Bohrlöffel 24  
Bohrmaschinen, drehende  
  74  
—, elektrische 71  
—, mechanische 60  
— von Broßmann &  
  Kachemann 67  
— von Darlington 67  
— von Frölich 64  
— von Neill 67  
— von Siemens &  
  Halske 73. 76  
— von Trautz 76  
Bohrmaschinenegestelle  
  77. 80  
Bohrmeißel 23  
Bohrmethode, deutsche  
  22  
—, englische 22  
Bohrschächte 219  
Bohrschere 36  
Bohrschmand 20  
Bohrschwengel 34  
Bohrspreizen 78  
Bohrturm 35  
Bolzen 199  
Bolzenschrotzimmerung  
  202  
Böse Wetter 271
- Bossyeuse 89  
Branddämme 322  
Brechtange 55  
Bremsberge 120  
Bremsbergförderung  
  152  
Bremsbergverschluß 155  
Bremsgestelle 153  
Bremshaspel 153  
Bruchbau 125  
Bruststempel 203  
Bühne, schwebende 212  
Bühnloch 200  
Buschen 303
- C**lanny-Lampe 316  
Cuvelage 213  
—, eiserne 215  
— der Bohrschächte 222
- D**ammthüren 269  
Dampf-Erdarbeiter 128  
Dänisches Bohrverfahren  
  42  
Davy-Lampe 315  
Demenetscher Keil 89  
Depoese-Maschine 71  
Depression 288  
Diagonalen 116  
Diamantbohren 43  
Differentialpumpen 242

- Doppelseilhaue 49  
 Drahtseilbahnen 181  
 Druckmesser 278  
 Druckpumpe 240  
 Duckelbau 125  
 Durchblasen 314  
 Durchschlagen 315  
  
**Eisenausbau** 206  
 — in Schächten 208  
 Electr. Lampen, tragbare 319  
 Englisch = Kanadisches Bohrverfahren 39  
 Erze 3  
 Erzgänge 6  
  
**Fäustel** 57  
 Fahrkunst 186  
 Fahrten 185  
 Fahrüberhauen 120  
 Fallsangschere 38  
 Faltenverwerfung 8  
 Fangkrösche 253  
 Fangketten 253  
 Fangvorrichtungen 190  
 Feldortstrecken 100  
 Feuersetzen 90  
 Fimmel 55  
 Firste 94  
 Firstenbau 106  
 — in Steinkohlenflözen 109  
 Fluß-Apparat 323  
 Flügelfort 94  
 Förderbahnen 137  
 Fördergerüste 173  
 Fördergestelle 161  
 Förderrolle 108  
 Förderung 129  
 Förderwagen 131  
 Freifallapparat von Fabian 29  
 — von Faudt 31  
 — — Greiffenhagen 28  
  
 Freifallapparat von Kind 30  
 — von Werner 30  
 — von Zobel 30  
 Füllort 160  
 Fußpfahl 200  
  
**Gänge** 6  
 Gangablenkung 13  
 Gebirge 47  
 Gefrierverfahren 232  
 Gegengewichte 155  
 Geislerad 295  
 Gestänge, steifes 22  
 Gestängeschloß 252  
 Gesteinsgänge 6  
 Gesprenge 94  
 Getriebezimmern 204  
 Geviert 201  
 Gewichtsausgleichung 255  
 Gezeugstrecken 100  
 Glockenbau 125  
 Glockenbohrer 24  
 Glockenventil 250  
 Glückshaken 37  
 Göpelförderung 172  
 Goffe 237  
 Gräbereien 126  
 Grubenbrand 321  
 Grubengas 273  
 Grundstrecken 99  
 Grundwasser 236  
 Guibalrad 296  
 Gurgelrohr 241  
 Guttmanns Kraftmesser 88  
  
**Haases** Getrieberöhren 233  
 Hängebank 96  
 Häuerarbeiten 47  
 Halm 81  
 Handbohrmaschinen 59  
 Handräder 306  
  
 Harzer Wetterjak 305  
 Hauptholz 201  
 Hauptstempel 201  
 Heber 264  
 Hebethirstock 205  
 Hellhoffit 87  
 Hereintreibarbeit 55  
 Hinterwasserjählen 256  
 Höhlen 6  
 Hohlraumausfüllungen 6  
 Honigmanns Schacht-  
 abteufen 234  
 Hubpumpen 239  
 Hülfstempel 201  
 Hülsenbeschlag 33  
 Hunt 130  
 — englischer 131  
 — mit Spurkranzändern 131  
 — mit Spurnagel 131  
 — ungarischer 131  
  
**Indikatoren** 278  
 Jöcher 201  
  
**Kalksprenge** 89  
 Kammerbau 125  
 Kaps 163  
 Karbonate 45  
 Karbonit 87  
 Regelventile 249  
 Keil 55  
 Keilhaue 49  
 — mit Einsatzspitzen 50  
 Keilverspündung 268  
 Kesseln 290  
 Kette, ausliegende 146  
 Klappenventil 250  
 Kleyrad 298  
 Kniegelenkstützen 165  
 Königsstange 162  
 Koeper's Fördereinrichtung 177  
 Körttings Dampfbüße 310

- Körtings Dampffstrahl-  
 gebläse 292  
 Kohlenoxyd 272  
 Kohlenjäure 272  
 Kohlenstaub 277  
 Kolbenmaschinen 299  
 Kolbenröhren 246  
 Kraftmesser 87  
 Kratze 48  
 Kräger 58  
 Krebsen 274  
 Krückenkratze 48  
 Kübel 160  
 Kugeldämme 268  
 Kuppelkette 144  
 Kuttbau 125  
  
 Lagerstätten 3  
 —, geschichtete (sedimentäre) 4  
 —, massige (eruptive) 5  
 —, umgewandelte (metamorphische, metasomatische) 7  
 Lagerstempel 203  
 Laist 125  
 Lajschbohrrer 22  
 Lauers Reibungszylinder  
 Lauf 100 [83]  
 Lauffschächte 96  
 Legeisen 55  
 Leitbäume 161  
 Leitschienen 161  
 Leitschuhe 161  
 Leitseile 162. 183  
 Levetzcher Keil 89  
 Lichtschächte 94  
 Loeb's Respirations-  
 apparat 324  
 Lokomotiven 150  
 Lot 197  
 Luftschleuse 230  
  
 Magnetischer Verschluss  
 d. Wetterlampen 320  
  
 Marscut-Lampe 318  
 Marvin-Maschine 71  
 Maske von Humboldt  
 und Pilatre de Rozier  
 323  
 Matte Wetter 271  
 Mauerdämme 268  
 Mauerfuß 217  
 Mauersteine 209  
 Mauerung 209  
 —, wasserdichte 217  
 Meißelbohrrer 58  
 Methan 273  
 Mineralien, nutzbare 3  
 Mitnehmergebel 148  
 Mönchskolben 241  
 Moosbüchse 223  
 Mörtel 210  
 Mortierrad 301  
 Muesler-Lampe 317  
  
 Nachfall 38  
 Nachlaßkette 33  
 Nachschwaden 274  
 Masse Zonen 278  
 Nitroverbindungen 86  
 Nottebohms Senkzeug  
 262  
  
 Obergestänge 31  
 Ort 94  
  
 Patentachsen 136  
 Patentverschluss von  
 Schröder 320  
 Pelzerrad 299  
 Pfähle 204  
 Pfändkeil 205  
 Pfändung 201  
 Pfeilerabbau 116  
 — in Braunkohlenflözen  
 122  
 Pferdeförderung 142  
 Pferddegöpel 172  
 Pistolenprobe 87  
  
 Plunger 241  
 Pneumatische Förderung  
 178  
 Pneumatophor 325  
 Pressring 228  
 Pressrost 228  
 Priestmanns Bagger  
 125  
 Pulsometer 264  
 Pumpengestänge 252  
 Pumpenlager 245  
 Pumpenröhren 246  
 Pumpenstiefel 237  
 Pumpenventile 249  
 Pyramidenventil 251  
  
 Querbau 111  
 Quetten 55  
  
 Radachsen 134  
 Räder 133  
 Räumnadel 81  
 Rakys Bohrverfahren 42  
 Rauben der Zimmerung  
 121  
 Regeneratoren 256  
 Richtschacht 96  
 Ringliderung 249  
 Rinnenliderung 249  
 Rittingerpumpen 243  
 Rittingerrad 294  
 Roburit 87  
 Röhrensäge 39  
 Rösche 94  
 Rücklaufbahnen 179  
 Rückschlag 277  
 Rutscheln, faule 10  
 Rutschen 185  
 Rutschschere 25  
  
 Saarbrücker Lampe 316  
 Sackbohrrer 226  
 Säge 197  
 Sandpumpe 21  
 Saugeröhren 247

- Saugpumpen 238. 239  
 Säulenbau 125  
 Schachtausbau, wasser-  
 dichter 212  
 Schächte 96  
 — tonnlägige 97  
 Schachtfallen 163  
 Schachtquerschnitt 97  
 Schachtsignale 169  
 — elektrische 170  
 Schachtverschlüsse 168  
 Schappe 20  
 Schaufel 48  
 Scheibenkolben 247  
 Scheibenräder 133  
 Scheibenmauer 211  
 Scherenstück 254  
 Schielerad 296  
 Schießbaumwolle 87  
 Schießnadel 81  
 Schiffsförderung 151  
 Schlägel und Eisen 54  
 Schlagende Wetter 273  
 Schlangenbohrer 20. 58  
 Schläucher 261  
 Schleppzeug 257  
 Schleuderräder 294  
 Schliß 205  
 Schlißen 51  
 Schmandlöffel 24  
 Schmidtsche Regel 14  
 Schmierer der Hunde  
 135  
 Schrämen 51  
 Schrämmaschine 52  
 Schrotzimmerung 202  
 Schürsen 18  
 Schwaden 272  
 Schwedel 81  
 Schwefelwasserstoffgas  
 272  
 Schwimmsand 21  
 Schweife 17  
 Seifenwerke 126  
 Seile 158  
 Seil, aufliegendes 147  
 Seilausgleichung 175  
 Seilauslöser 168  
 Seilbohren 40  
 Seilfahrgang 189  
 Seilklemme 176  
 Seilknoten 149  
 Seilkörbe 175  
 Seilscheiben 172  
 Selbstentzündung der  
 Kohle 321  
 Senkmauer 228  
 Senkschächte 224  
 — eiserne 229  
 Senkschrauben 261  
 Senkschuh 230  
 Serrad 298  
 Signalglocken 169  
 Signalhämmer 169  
 Simons Spundwand  
 234  
 Sinkwerksbau 125  
 Sohle 94. 99  
 Sohlenabstände 100  
 Solenoidbohrmaschine  
 71  
 Spalten 6  
 Spaltenverwerfung 10  
 Spannjäulen 77  
 Spannung 47  
 Speichenräder 133  
 Spermaß 197  
 Spiralbohrer 20  
 Spitzhammer 56  
 Sprengarbeit 56  
 Sprengels Spreng-  
 pulver 87  
 Sprengmaterialien 84  
 Sprengpulver 86  
 Spritzbohrverfahren 42  
 Sprünge 6  
 Sprungwinkel 14  
 Spundwand aus Well-  
 blech 234  
 Spurlatten 161  
 Stangenhafen 254  
 Stangenprobe 87  
 Stangenschlösser 32  
 Stangensignale 170  
 Stellschraube 33  
 Stempelzimmerung 199  
 Sternrollen 150  
 Stockwerke 7  
 Stockwerksbau 124  
 Stollen 93  
 Stoppelbau 125  
 Störungen der Lager-  
 stätten 8  
 Stoßbau 110  
 Strebau 111  
 — mit Pfeilern 115  
 Strebstempel 203  
 Strecken 95  
 Streckenförderung 130  
 — maschinelle 143  
 Strosse 94  
 Strossenbau 105  
 Stuhlkrücken 37  
 Stulpkolben 248  
 Sturzkolben 248  
 Sumpfstrecken 245  
 Tachymeter 193  
 Tagebau 126  
 Tagesstollen 94  
 Tagemesser 236  
 Taucherkolben 241  
 Teilung des Wetter-  
 stroms 311  
 Tellerventile 249  
 Temperament, chemisches  
 271  
 Thürstöcke 197  
 Tiefbohrung 19  
 Tirmanns Perkussions-  
 zünder 84  
 Tonnen 160  
 Tränken des Holzes 195  
 Tragewerk 94

- Trauzl f. Bleicylinder  
 Treibseil 183  
 Treppen 185  
 Tretwerk 94  
 Trog 48  
 Tunnelbau 125  
  
**U**  
 Ulme 94  
 Ulmenbau 125  
 Umbruchstrecken 107  
 Umsetzen des Wetter-  
 zuges 286  
 Union-Bohrmaschine 76  
 Untergestänge 22  
 Unterseil 158. 176  
 Unterzüge 199  
  
**V**  
 Ventilbohrer 20  
 Verdämmung 266  
 Vermodern des Holzes  
 195  
 Verrohrung 21  
 Verschiebung 11  
 Verschuß der Wetter-  
 lampen 320  
 Vorrichtung 92  
 Vorrichtungstrecken 101  
  
**W**  
 Waddlerad 296  
 Wagnerrad 296  
 Wagners Sicherheits-  
 damm 322  
 Walchers Brechapparat  
 90  
 Wandruten 203  
 Wange 94  
 Wasserbesatz 89  
 Wasserhaltung 236  
 Wasserhaltungs-  
 maschine, unterirdische  
 258  
 Wasserlosung 236  
 Wasserseige 94  
 Wasserspülung 41  
 Wassertrommel 305  
 Wechsel 142  
 Wechselpplatten 141  
 Wechselschere 25  
 Wegfüllarbeit 48  
 Weichen 139  
 Weitungsbau 125  
 Wendepfläze 139. 141  
 Westfälische Lampe 316  
 Wetter 270  
 Wetterdynamit 89  
  
 Wetterführung 311  
 Wettergardinen 312  
 Wetterhut 303  
 Wetterlampen 314  
 Wetterlutton 312  
 Wettermaschinen, Ein-  
 teilung der 292  
 Wettermessung 283  
 Wetteröfen 290  
 Wetterscheide 313  
 Wetterthüren 311  
 Wettertrommel 306  
 Winterrad 298  
 Wipper 131. 180  
 Wischer 58  
 Wolfs Benzinlampe 319  
 Wolfsrachen 38  
  
**Z**  
 Zahnradbahn 180  
 Zimmermanns Regel 15  
 Zimmerung 194  
 Zündmaschinen 81  
 Zündschnur 81  
 Zündung, elektrische 81  
 Zungenweichen 139  
 Zwischenstücke 22. 25

---

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

---

# Illustrierte Katechismen.

Belehrungen aus dem Gebiete

der

Wissenschaften, Künste und Gewerbe u.

In Originalleinenbänden.

- Ackerbau, praktischer.** Von Wilhelm Hamm. Dritte Auflage, gänzlich umgearbeitet von A. G. Schmitter. Mit 138 Abbildungen. 1890. 3 Mark.
- Agrikulturchemie.** Von Dr. E. Wildt. Sechste Auflage. Mit 41 Abbildungen. 1884. 3 Mark.
- Alabaster schlägerei** s. Liebhaberkünste.
- Algebra, oder die Grundlehren der allgemeinen Arithmetik.** Vierte Auflage, vollständig neu bearbeitet von Richard Schurig. 1895. 3 Mark.
- Alters- und Invaliditätsversicherung.** Von Georg Wengler. [u. d. Pr.]
- Aufstandslehre** s. Ton, der gute.
- Appretur** s. Spinneret.
- Arbeiterversicherung** s. Alters-, Invaliditäts-, Kranken- bez. Unfallversicherung.
- Archäologie.** Uebersicht über die Entwicklung der Kunst bei den Völkern des Altertums von Dr. Ernst Kroker. Mit 3 Tafeln und 127 Abbildungen. 1888. 3 Mark.
- Archivkunde** s. Registratur.
- Arithmetik.** Kurzgefaßtes Lehrbuch der Rechenkunst für Lehrende und Lernende von C. Schid. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Max Meyer. 1889. 3 Mark.
- Ästhetik.** Belehrungen über die Wissenschaft vom Schönen und der Kunst von Robert Pröflß. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1889. 3 Mark.
- Astronomie.** Belehrungen über den gestirnten Himmel, die Erde und den Kalender von Dr. Hermann J. Klein. Achte, vielfach verbesserte Auflage. Mit einer Sternkarte und 163 Abbildungen. 1893. 3 Mark.
- Ätzen** s. Liebhaberkünste.
- Aufsatz, schriftlicher, i. Stilistik.**
- Auswanderung.** Kompaß für Auswanderer nach europäischen Ländern, Asien, Afrika, den deutschen Kolonien, Australien, Süd- und Zentralamerika, Mexiko, den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada. Siebente Auflage. Vollständig neu bearbeitet von Gustav Meinecke. Mit 4 Karten und einer Abbildung. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Bankwesen.** Von Dr. E. Gleitsberg. Mit 4 Checkformularen und einer Uebersicht über die deutschen Notenbanken. 1890. 2 Mark.
- Baukonstruktionslehre.** Mit besonderer Berücksichtigung von Reparaturen und Umbauten. Von W. Lange. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 343 und 1 Tafel Abbildungen. 1895. 3 Mark 50 Pf.
- Bausile, oder Lehre der architektonischen Stilarten** von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart von Dr. Ed. Freiherrn von Sacken. Zwölfte Auflage. Mit 108 Abbildungen. 1896. 2 Mark.
- Beleuchtung** s. Setzung.
- Bergbaukunde.** Von G. Köhler. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 224 Abbildungen. 1898. 4 Mark.
- Bergsteigen.** — Katechismus für Bergsteiger, Gebirgstouristen und Alpenreisende von Julius Meurer. Mit 22 Abbildungen. 1892. 3 Mark.

- Bewegungsspiele für die deutsche Jugend.** Von F. C. Lion und F. H. Wortmann. Mit 29 Abbildungen. 1891. 2 Mark.
- Bibliothekslehre** mit bibliographischen und erläuternden Anmerkungen. Neubearbeitung von Dr. Julius Pechholdts Katechismus der Bibliothekslehre von Dr. Arntm Gräsel. Mit 33 Abbildungen und 11 Schriftrtaseln. 1890. 4 Mark 50 Pf.
- Bienenkunde und Bienenzucht.** Von G. Kirsten. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage, herausgegeben von F. Kirsten. Mit 51 Abbildungen. 1887. 2 Mark.
- Bildhauerei für den kunstliebenden Laien.** Von Rudolf Maïson. Mit 63 Abbildungen. 1894. 3 Mark.
- Bleicherei** s. Wäscherei 2c.
- Blumenzucht** s. Biergärtneret.
- Börsen- und Bankwesen.** Auf Grund der Bestimmungen des neuen Börsen- und Depotgesetzes bearbeitet von Georg Schweitzer. 1897. 2 Mark 50 Pf.
- Boffieren** s. Liebhaberkünste.
- Botanik, allgemeine.** Zweite Auflage. Vollständig neu bearbeitet von Dr. E. Dennert. Mit 260 Abbildungen. 1897. 4 Mark.
- Botanik, landwirtschaftliche.** Von Karl Müller. Zweite Auflage, vollständig umgearbeitet von R. Herrmann. Mit 4 Tafeln und 48 Abbildungen. 1876. 2 Mark.
- Brandmalerei** s. Liebhaberkünste.
- Briefmarkenkunde und Briefmarkensammelwesen.** Von B. Suppantſchitsch. Mit 1 Porträt und 7 Tegrabbildungen. 1895. 3 Mark.
- Bronzemalerei** s. Liebhaberkünste.
- Buchdruckerkunst.** Von A. Waldow. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 43 Abbildungen und Tafeln. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Buchführung, kaufmännische.** Von Oskar Klemich. Fünfte, durchgesehene Auflage. Mit 7 Abbildungen und 3 Wechselformularen. 1895. 2 Mark 50 Pf.
- Buchführung, landwirtschaftliche.** Von Prof. Dr. S. Birnbaum. 1879. 2 Mark.
- Bürgerliches Gesetzbuch** s. Gesetzbuch.
- Chemie.** Von Prof. Dr. F. Hirzel. Siebente, vermehrte Auflage. Mit 35 Abbildungen. 1894. 4 Mark.
- Chemikalienkunde.** Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Chemikalien des Handels. Von Dr. G. Heppel. 1880. 2 Mark.
- Chronologie.** Mit Beschreibung von 33 Kalendern verschiedener Völker und Zeiten von Dr. Adolf Drechsler. Dritte, verbesserte und sehr vermehrte Auflage. 1881. 1 Mark 50 Pf.
- Correspondance commerciale** par J. Forest. D'après l'ouvrage de même nom en langue allemande par C. F. Findeisen. 1895. 3 Mark 50 Pf.
- Dampfessel, Dampfmaschinen und andere Wärmemotoren.** Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Praktiker, Techniker und Industrielle von Th. Schwarze. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 268 Abbildungen und 13 Tafeln. 1897. 4 Mark 50 Pf.
- Darwinismus.** Von Dr. Otto Zacharias. Mit dem Porträt Darwins, 30 Abbildungen und 1 Tafel. 1892. 2 Mark 50 Pf.
- Delstermalerei** s. Liebhaberkünste.
- Differential- und Integralrechnung.** Von Franz Bendt. Mit 39 Figuren. 1896. 3 Mark.
- Dogmatik.** Von Prof. Dr. Georg Kunze. 1897. 4 Mark.
- Drainierung und Entwässerung des Bodens.** Von Dr. William Löbe. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 92 Abbildungen. 1881. 2 Mark.
- Dramaturgie.** Von Robert Prölsch. 1877. 3 Mark.
- Drogientunde.** Von Dr. G. Heppel. Mit 30 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.
- Einjährig-Freiwillige.** — Der Weg zum Einjährig-Freiwilligen und zum Offizier des Beurlaubtenstandes in Arme und Marine. Von Oberstleutnant z. T. Moriz Erner. Zweite Auflage. 1897. 2 Mark.
- Eissegeln und Eisspiele** s. Winterport.
- Elektrochemie.** Von Dr. Walther Löb. Mit 43 Abbildungen. 1897. 3 Mark.

- Elektrotechnik.** Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle von Th. Schwarze. Sechste, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 256 Abbildungen. 1896. 4 Mark 50 Pf.
- Entwässerung s. Drainierung.**
- Etzil.** Von Friedrich Kirchner. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. 1898. 3 Mark.
- Familienhäuser s. Villen.**
- Farbenlehre.** Von Ernst Berger. Mit 40 Abbildungen und 8 Farbetafeln. 1898. 4 Mark 50 Pf.
- Färberei und Zeugdruck.** Von Dr. Hermann Grothe. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 78 Abbildungen. 1885. 2 Mark 50 Pf.
- Farbwarenfunde.** Von Dr. G. Heppel. 1881. 2 Mark.
- Feldmehrkunst.** Von Dr. C. Pletsch. Sechste Auflage. Mit 75 in den Text gedruckten Abbildungen. 1897. 1 Mark 80 Pf.
- Feuerwerkerei s. Luftfeuerwerkerei.**
- Finanzwissenschaft.** Von Alois Bischof. Sechste, verbesserte Auflage. 1898. 2 Mark.
- Fischzucht, künstliche, und Teichwirtschaft.** Wirtschaftslehre der zahmen Fischerei von C. A. Schroeder. Mit 52 Abbildungen. 1889. 2 Mark 50 Pf.
- Flachsban und Flachsbereitung.** Von R. Sonntag. Mit 12 Abbildungen. 1872. 1 Mark 50 Pf.
- Fleischbeschau s. Erichnenschau.**
- Flöte und Flötenspiel.** Ein Lehrbuch für Flötenbläser von Maximilian Schwedler. Mit 22 Abbild. und vielen Notenbeispielen. 1897. 2 Mark 50 Pf.
- Forstbotanik.** Von H. Fischbach. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 79 Abbildungen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Freimaurerei.** Von Dr. Willem Smitt. 1891. 2 Mark.
- Galvanoplastik und Galvanostegie.** Ein Handbuch für das Selbststudium und den Gebrauch in der Werkstatt von G. Seelhorst. Dritte, durchgesehene und vermehrte Auflage von Dr. G. Langbein. Mit 43 Abbildungen. 1888. 2 Mark.
- Gartenbau s. Nutz-, Pier-, Zimmergärtnerei und Rosenzucht.**
- Gebärdensprache s. Mimik.**
- Gedächtniskunst oder Mnemotechnik.** Von Hermann Kothe. Achte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Dr. G. Pletsch. 1897. 1 Mark 50 Pf.
- Geflügelzucht.** Ein Merkblättlein für Viehhaber, Pächter und Aussteller schönen Kassegeflügels von Bruno Dürigen. Mit 40 Abbildungen und 7 Tafeln. 1890. 4 Mark.
- Gemälbefunde.** Von Dr. Th. v. Frimmel. Mit 28 Abbildungen. 1894. 3 Mark 50 Pf.
- Gemüsebau s. Nutzgärtnerei.**
- Geographie.** Vierte Auflage, gänzlich umgearbeitet von Karl Arenz. Mit 57 Karten und Ansichten. 1884. 2 Mark 40 Pf.
- Geographie, mathematische.** Zweite Auflage, umgearbeitet und verbessert von Dr. Hermann F. Klein. Mit 113 Abbildungen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Geologie.** Von Dr. Hippolyt Haas. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit Abbildungen. 1898. [Unter der Presse.]
- Geometrie, analytische.** Von Dr. Max Friedrich. Mit 56 Abbildungen. 1884. 2 Mark 40 Pf.
- Geometrie, ebene und räumliche.** Von Prof. Dr. R. Ed. Heßsche. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 223 Abbildungen und 2 Tabellen. 1892. 3 Mark.
- Gefangskunst.** Von F. Sieber. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit vielen Notenbeispielen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Geschichte, allgemeine. s. Weltgeschichte.**
- Geschichte, deutsche.** Von Wilhelm Kenzler. 1879. Kartontiert 2 Mark 50 Pf.
- Gesetzbuch, Bürgerliches, nebst Einführungsgesetz.** Textausgabe mit Sachregister. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Gesetzgebung des Deutschen Reiches s. Reich, das Deutsche.**

- Gesundheitslehre**, naturgemäße, auf physiologischer Grundlage. Siebzehn Vorträge von Dr. Fr. Scholz. Mit 7 Abbildungen. 1884. 3 Mark 50 Pf.  
(Unter gleichem Titel auch Band 20 von Webers Illust. Gesundheitsbüchern.)
- Stromwesen**. Von Karl Berger. Mit 21 Formulare. 1881. 2 Mark.
- Glasmalerei** s. Porzellanmalerei und Liebhaberkünste.
- Glasradieren** s. Liebhaberkünste.
- Gobelinmalerei** s. Liebhaberkünste.
- Gravieren** s. Liebhaberkünste.
- Handelsgesetzbuch für das Deutsche Reich** nebst Einführungsgeletz. Textausgabe mit Sachregister. 2 Mark.
- Handelsmarine, deutsche**. Von R. Dittmer. Mit 66 Abbildungen. 1892. 3 Mark 50 Pf.
- Handelsrecht, deutsches**, nach dem Allgemeinen Deutschen Handelsgesetzbuche von Robert Fischer. Dritte, umgearbeitete Auflage. 1885. 1 Mark 50 Pf.
- Handelswissenschaft**. Von R. Arenz. Sechste, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Gu st. Rothbaum und Ed. Deimel. 1890. 2 Mark.
- Heerwesen, deutsches**. Zweite Auflage, vollständig neu bearbeitet von Moriz Gyner. Mit 7 Abbildungen. 1896. 3 Mark.
- Heizung, Beleuchtung und Ventilation**. Von Th. Schwarze. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 209 Abbildungen. 1897. 4 Mark.
- Heraldik**. Grundzüge der Wappenkunde von Dr. Ed. Freth. v. Sacken. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 215 Abbildungen. 1893. 2 Mark.
- Holzmalerei, -schlägerei** s. Liebhaberkünste.
- Hornschlägerei** s. Liebhaberkünste.
- Hufbeschlag**. Zum Selbstunterricht für jedermann. Von E. Th. Waltherr. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 67 Abbildungen. 1889. 1 Mark 50 Pf.
- Hunderaffen**. Von Franz Krichler. Mit 42 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Hüttenkunde, allgemeine**. Von Dr. E. F. Dürre. Mit 209 Abbildungen. 1877. 4 Mark 50 Pf.
- Jagdkunde**. — Katechismus für Jäger und Jagdfreunde von Franz Krichler. Mit 33 Abbildungen. 1891. 2 Mark 50 Pf.
- Jantarischchnitt** s. Liebhaberkünste.
- Integralrechnung** s. Differential- und Integralrechnung.
- Invaliditätsversicherung** s. Altersversicherung.
- Kalendertunde**. Belehrungen über Zeitrechnung, Kalenderwesen und Feste von D. Freth. von Reinsberg-Düringsfeld. Mit 2 Tafeln. 1876. 1 Mark 50 Pf.
- Kellerwirtschaft** s. Weinbau.
- Kerbschnitt** s. Liebhaberkünste.
- Kindergartnerei, praktische**. Von Fr. Seidel. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 35 Abbildungen. 1887. 1 Mark 50 Pf.
- Kirchengeschichte**. Von Friedr. Kirchner. 1880. 2 Mark 50 Pf.
- Klavierpiel**. Von Fr. Taylor. Deutsche Ausgabe von Math. Stegmayer. Zweite, verbesserte Auflage. Mit vielen Notenbeispielen. 1893. 2 Mark.
- Knabenhandarbeit**. Ein Handbuch des erziehlischen Arbeitsunterrichts von Dr. Woldemar Göze. Mit 69 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Kompositionslehre**. Von F. C. Lobe. Sechste Auflage. Mit vielen Musikbeispielen. 1895. 2 Mark.
- Korkarbeit** s. Liebhaberkünste.
- Korrespondenz, kaufmännische**, in deutscher Sprache. Von E. F. Findelisen. Fünfte, vermehrte Auflage, zum dritten Male bearbeitet von Franz Gahn. 1898. 2 Mark 50 Pf.
- in französischer Sprache s. Correspondance commerciale.
- Kostümkunde**. Von Wolfg. Düncke. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 459 Kostümfiguren in 152 Abbildungen. 1896. 4 Mark 50 Pf.
- Krankenversicherung**. Von Georg Wengler. [Unter der Presse.]
- Kriegsmarine, deutsche**. Von R. Dittmer. Mit 126 Abbild. 1890. 3 Mark.
- Kulturgeschichte**. Von J. S. Honegger. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1889. 2 Mark.

- Kunstgeschichte.** Von Bruno Bucher. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 276 Abbildungen. 1895. 4 Mark.
- Lederschnitt** s. Liebhaberkünste.
- Liebhaberkünste.** Von Wanda Friedrich. Mit 250 Abbildungen. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Litteraturgeschichte, allgemeine.** Von Dr. Ad. Stern. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. 1892. 3 Mark.
- Litteraturgeschichte, deutsche.** Von Dr. Paul Möbius. Siebente, verbesserte Auflage von Dr. Gotthold Klee. 1896. 2 Mark.
- Logarithmen.** Von Max Meyer. Mit 3 Tafeln und 7 Abbildungen. 1880. 2 Mark.
- Logik.** Von Friedr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 36 Abbildungen. 1890. 2 Mark 50 Pf.
- Lustfeuerwerkei.** Kurzer Lehrgang für die gründliche Ausbildung in allen Theilen der Pyrotechnik von C. A. von Nida. Mit 124 Abbildungen. 1883. 2 Mark.
- Malerei.** Von Karl Raupp. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 50 Abbildungen und 4 Tafeln. 1898. 3 Mark.
- s. auch Liebhaberkünste.
- Marine** s. Handels- bez. Kriegsmarine.
- Marfscheidekunst.** Von D. Brathuhn. Mit 174 Abbildungen. 1892. 3 Mark.
- Mechanik.** Von Ph. Huber. Sechste Auflage, den Fortschritten der Technik entsprechend neu bearbeitet von Walther Lange. Mit 196 Abbildungen. 1897. 3 Mark 50 Pf.
- Metallägen, -schlagen, -treiben** s. Liebhaberkünste.
- Meteorologie.** Von Prof. Dr. W. S. van Beber. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 63 Abbildungen. 1893. 3 Mark.
- Mikroskopie.** Von Prof. Carl Chun. Mit 97 Abbildungen. 1885. 2 Mark.
- Milchwirtschaft.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 23 Abbildungen. 1884. 3 Mark.
- Mimik und Gebärdenprache.** Von Karl Kraup. Mit 60 Abbildungen. 1892. 3 Mark 50 Pf.
- Mineralogie.** Von Dr. Eugen Hussat. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 154 Abbildungen. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Münzkunde.** Von H. Dannenberg. Mit 11 Tafeln Abbildungen. 1891. 4 Mark.
- Musik.** Von J. C. Lobe. Sechszwanzigste Auflage. 1896. 1 Mark 50 Pf.
- Musikgeschichte.** Von R. Mustiol. Mit 15 Abbildungen und 34 Notenbeispielen. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1888. 2 Mark 50 Pf.
- Musikinstrumente.** Von Richard Hofmann. Fünfte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 189 Abbildungen. 1890. 4 Mark.
- Musterschul** s. Patentwesen.
- Mythologie.** Von Dr. E. Proker. Mit 73 Abbildungen. 1891. 4 Mark.
- Magelarbeit** s. Liebhaberkünste.
- Natarlegre.** Erklärung der wichtigsten physikalischen, meteorologischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens von Dr. C. C. Brewer. Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 53 Abbildungen. 1893. 3 Mark.
- Nivellierkunst.** Von Prof. Dr. C. Pietzsch. Vierte, umgearbeitete Auflage. Mit 61 Abbildungen. 1895. 2 Mark.
- Numismatik** s. Münzkunde.
- Nussgärtnerei.** Grundzüge des Gemüße- und Obstbaues von Hermann Zäger. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, nach den neuesten Erfahrungen und Fortschritten umgearbeitet von J. Wesselhöft. Mit 63 Abbildungen. 1893. 2 Mark 50 Pf.
- Obstbau** s. Nutzgärtnerei.
- Obstverwertung.** Anleitung zur Behandlung und Aufbewahrung des frischen Obstes, zum Dörren, Einkochen und Einmachen, sowie zur Wein-, Sekt-, Brantwein- und Essigbereitung aus den verschiedensten Obst- und Beerensorten von Johannes Wesselhöft. Mit 45 Abbildungen. 1897. 3 Mark.
- Orden** s. Ritter- und Verdienstorden.

- Orgel.** Erklärung ihrer Struktur, besonders in Beziehung auf technische Behandlung beim Spiel von E. F. Richter. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Hans Menzel. Mit 25 Abbildungen. 1896. 3 Mark.
- Ornamentik.** Leitfaden über die Geschichte, Entwicklung und die charakteristischen Formen der Verzierungsstile aller Zeiten von F. Kantsch. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 131 Abbildungen. 1896. 2 Mark.
- Orthographie** s. Rechtschreibung.
- Bädagogik.** Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. 1890. 2 Mark.
- Paläographie** s. Urkundenlehre.
- Paläontologie** s. Versteinerskunde.
- Patentwesen,** Muster- und Warenzeichenschutz von Otto Sack. Mit 3 Abbildungen. 1897. 2 Mark 50 Pf.
- Perspektive, angewandte.** Nebst Erläuterungen über Schattenkonstruktion und Spiegelbilder. Von Max Kleiber. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 145 in den Text gedruckten und 7 Tafeln Abbildungen. 1896. 3 Mark.
- Betreffaktenkunde** s. Versteinerskunde.
- Petrographie.** Lehre von der Beschaffenheit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine von Dr. F. Blasch. Mit 40 Abbildungen. 1882. 2 Mark.
- Philosophie.** Von F. H. v. Kirchmann. Vierte, durchgesehene Auflage. 1897. 3 Mark.
- Philosophie, Geschichte der,** von Thales bis zur Gegenwart. Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. 1896. 4 Mark.
- Photographie.** Anleitung zur Erzeugung photographischer Bilder von Dr. F. Schuauß. Fünfte, verbesserte Auflage. Mit 40 Abbildungen. 1895. 2 Mark 50 Pf.
- Phrenologie.** Von Dr. G. Scheve. Achte Auflage. Mit Titelbild und 18 Abbildungen. 1896. 2 Mark.
- Physik.** Von Dr. F. Kollert. Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 273 Abbildungen. 1895. 4 Mark 50 Pf.
- Poetik, deutsche.** Von Dr. F. Minckwitz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1877. 1 Mark 80 Pf.
- Porzellan- und Glasmalerei.** Von Robert Ulke. Mit 77 Abbildungen. 1894. 3 Mark.
- Projektionslehre.** Mit einem Anhange, enthaltend die Elemente der Perspektive. Von Julius Hoch. Mit 100 Abbildungen. 1891. 2 Mark.
- Psychologie.** Von Fr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1896. 3 Mark.
- Punzieren** s. Liebhaberfünfte.
- Pyrotechnik** s. Luftfeuerwerkerei.
- Radfahrtsport.** Von Dr. Karl Biesendahl. Mit 1 Titelbild und 104 Abbildungen. 1897. 3 Mark.
- Raumberechnung.** Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art von Dr. E. Pietzsch. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 55 Abbildungen. 1888. 1 Mark 80 Pf.
- Rebentkultur** s. Weinbau.
- Rechenkunst** s. Arithmetik.
- Rechtschreibung, neue deutsche.** Von Dr. G. A. Saalfeld. 1895. 3 Mark 50 Pf.
- Redekunst.** Anleitung zum mündlichen Vortrage von Roderich Benedix. Fünfte Auflage. 1896. 1 Mark 50 Pf.
- Registrator- und Archivkunde.** Handbuch für das Registratur- und Archivwesen bei den Reichs-, Staats-, Hof-, Kirchen-, Schul- und Gemeindebehörden, den Rechtsanwälten etc., sowie bei den Staatsarchiven von Georg Holzinger. Mit Beiträgen von Dr. Friedr. Leist. 1883. 3 Mark.
- Reich, das Deutsche.** Ein Unterrichts- und Lehrbuch in den Grundsätzen des deutschen Staatsrechts, der Verfassung und Gesetzgebung des Deutschen Reiches von Dr. Wilh. Zeller. Zweite, vielfach umgearbeitete und erweiterte Auflage. 1880. 3 Mark.
- Reinigung** s. Wäscherei.

- Ritter- und Verdienstorden** aller Kulturstaaten der Welt innerhalb des 19. Jahrhunderts. Auf Grund amtlicher und anderer zuverlässiger Quellen zusammengestellt von Maximilian Gritzner. Mit 760 Abbildungen. 1893. 9 Mark, in Pergamenteinband 12 Mark.
- Rosenzucht.** Vollständige Anleitung über Zucht, Behandlung und Verwendung der Rosen im Lande und in Töpfen von Hermann Jäger. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von P. Lambert. Mit 70 Abbildungen. 1893. 2 Mark 50 Pf.
- Schachspielkunst.** Von R. J. S. Portius. Elfte Auflage. 1895. 2 Mark.
- Schlitten-, Schlittschuh- und Schneeschuhspport** s. Wintersport.
- Schneiderei** s. Liebhaberkünste.
- Schreibunterricht.** Dritte Auflage, neu bearbeitet von Georg Funk. Mit 82 Figuren. 1893. 1 Mark 50 Pf.
- Schwimmkunst.** Von Martin Schwägerl. Zweite Auflage. Mit 111 Abbildungen. 1897. 2 Mark.
- Sittenlehre** s. Ethik.
- Sozialismus, moderner.** Von Max Haushofer. 1896. 3 Mark.
- Sphragistik** s. Urkundenlehre.
- Spinnerei, Weberei und Appretur.** Lehre von der mechanischen Verarbeitung der Gespinnstfasern. Dritte, bedeutend vermehrte Auflage, bearbeitet von Dr. A. Ganswindt. Mit 196 Abbildungen. 1890. 4 Mark.
- Sprachlehre, deutsche.** Von Dr. Konrad Michelsen. Vierte Auflage, herausgegeben von Friedrich Medderich. 1898. 2 Mark 50 Pf.
- Staatsrecht** s. Recht, das Deutsche.
- Statik.** Mit besonderer Berücksichtigung der zeichnerischen und rechnerischen Methoden von Walther Lange. Mit 284 Abbildungen. 1897. 4 Mark.
- Steinätzen, -mosaik** s. Liebhaberkünste.
- Stenographie.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende der Stenographie im allgemeinen und des Systems von Gabelsberger im besonderen von Prof. P. Krieg. Zweite, vermehrte Auflage. 1888. 2 Mark 50 Pf.
- Stilarten** s. Baustile.
- Stilistik.** Eine Anweisung zur Ausarbeitung schriftlicher Aufsätze von Dr. Konrad Michelsen. Zweite, durchgesehene Auflage, herausgegeben von Ed. Michelsen. 1889. 2 Mark.
- Tanzkunst.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende nebst einem Anhang über Choreographie von Bernhard Klemm. Sechste, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 82 Abbildungen. 1894. 2 Mark 50 Pf.
- Technologie, mechanische.** Von A. v. Sbering. Mit 163 Abbildungen. 1888. 4 Mark.
- Teichwirtschaft** s. Fischzucht.
- Telegraphie, elektrische.** Von Prof. Dr. R. Ed. Bessche. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 315 Abbildungen. 1883. 4 Mark.
- Tierzucht, landwirtschaftliche.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 20 Abbildungen. 1880. 2 Mark 50 Pf.
- Ton, der gute, und feine Sitte.** Von Eufemia v. Adlersfeld geb. Gräfin Ballestrem. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1895. 2 Mark.
- Trichinenschau.** Von F. W. Ruffert. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 52 Abbildungen. 1895. 1 Mark 80 Pf.
- Trigonometrie.** Von Franz Bendt. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 42 Figuren. 1894. 1 Mark 80 Pf.
- Turkkunst.** Von Dr. M. Kloss. Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 100 Abbildungen. 1887. 3 Mark.
- Uhrmacherkunst.** Von F. W. Ruffert. Dritte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 229 Abbildungen und 7 Tabellen. 1885. 4 Mark.
- Unfallversicherung.** Von Georg Wengler. [Unter der Presse.]
- Uniformkunde.** Von Richard Knötel. Mit über 1000 Einzelfiguren auf 100 Tafeln, gezeichnet vom Verfasser. 1896. 6 Mark.
- Urkundenlehre.** — Katechismus der Diplomatik, Paläographie, Chronologie und Sphragistik von Dr. Fr. Leist. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 6 Tafeln Abbildungen. 1893. 4 Mark.

- Ventilation** s. Heizung.
- Verfassung des Deutschen Reiches** s. Reich, das Deutsche.
- Verfassungswesen.** Von Oskar Lemcke. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 1888. 2 Mark 40 Pf.
- Verkunft, deutsche.** Von Dr. Roderich Benedix. Dritte, durchgesehene und verbesserte Auflage. 1894. 1 Mark 50 Pf.
- Verfeinerungskunde** (Petrefaktenkunde, Paläontologie). Von Hippolyt Haas. Mit 178 Abbildungen. 1887. 3 Mark.
- Villen und kleine Familienhäuser.** Von Georg Meier. Mit 112 Abbildungen von Wohngebäuden nebst dazugehörigen Grundrissen und 23 in den Text gedruckten Figuren. Sechste Auflage. 1897. 5 Mark.
- Völkerkunde.** Von Dr. Heinrich Schurz. Mit 67 Abbildungen. 1893. 4 Mark.
- Völkerrecht.** Mit Rücksicht auf die Zeit- und Streitfragen des internationalen Rechtes. Von A. Bischof. 1877. 1 Mark 50 Pf.
- Volkswirtschaftslehre.** Von Hugo Schöber. Fünfte, durchgesehene und vermehrte Auflage von Dr. Ed. D. Schulze. 1896. 4 Mark.
- Vortrag, mündlicher,** s. Redekunst.
- Wappenkunde** s. Heraldik.
- Warenkunde.** Von C. Schick. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, neu bearbeitet von Dr. G. Heppel. 1886. 3 Mark.
- Warenzeichenschutz** s. Patentwesen.
- Wäscherei, Reinigung und Bleicherei.** Von Dr. Herm. Grothe. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage Mit 41 Abbildungen. 1884. 2 Mark.
- Weberei** s. Spinnerei.
- Wechselrecht, allgemeines deutsches.** Mit besonderer Berücksichtigung der Abweichungen und Zusätze der österreichischen und ungarischen Wechselordnung und des eidgenössischen Wechsel- und Cheekgesetzes. Von Karl Arenz. Dritte, ganz umgearbeitete und vermehrte Auflage. 1884. 2 Mark.
- Weinbau, Nebenkultur und Weinbereitung.** Von Fr. Jak. Dochnahl. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einem Anhang: Die Kellerwirtschaft. Von A. v. Babo. Mit 55 Abbildungen. 1896. 2 Mark 50 Pf.
- Weltgeschichte, allgemeine.** Von Dr. Theodor Plathe. Zweite Auflage. Mit 5 Stammtafeln und einer tabellarischen Uebersicht. 1884. 3 Mark.
- Winterport.** Von Max Schneider. Mit 140 Abbildungen. 1894. 3 Mark.
- Zeugdruck** s. Färberei.
- Ziergärtnerei.** Belehrung über Anlage, Ausschmückung und Unterhaltung der Gärten, sowie über Blumenzucht von Herm. Jäger. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 76 Abbildungen. 1889. 2 Mark 50 Pf.
- Zimmeregärtnerei.** Nebst einem Anhang über Anlegung und Ausschmückung kleiner Gärten an den Wohngebäuden. Von M. Lebl. Mit 56 Abbildungen. 1890. 2 Mark.
- Zoologie.** Von Dr. C. G. Siebel. Mit 124 Abbildungen. 1879. 2 Mark 50 Pf.

Verzeichnisse mit ausführlicher Inhaltsangabe jedes einzelnen Bandes und Schlagwortregister stehen auf Wunsch kostenfrei zur Verfügung.

**Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber in Leipzig**

Rendnitzerstraße 1—7.

(februar 1898.)

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

M 2093

Für Familien und Lesegerei, Bibliotheken,  
Hotels, Caffe und Restaurationen.

Einladung zum Abonnement auf die

# **Illustrirtes Wöchentliches Magazin**

Wöchentliche Nachrichten

Aber alle

Zustände, Ereignisse und Verän-  
derungen der Gegenwart,

Aber

Tageschichte, Öffentliche und ge-  
sellschaftliches Leben, Wissenschaft und Kunst,  
Musik, Literatur und Mode.

Jeden Sonnabend eine Nummer von  
mindestens 24 Seiten.

Mittheilung über 1000 Gratauf-Abbildungen  
Probe-Nummern gratis aus franco

Abonnements-Preis vierteljährlich 2 Mark  
Es beziehen sich alle Buchhandlungen und  
Papierhändler.

Leipzig.

Expedition der **Illustrirten Zeitung**

in Leipzig.