

I. Teil.

Der Aufbau.

I. Erd- und Steinbrecherarbeiten.

(Tafel 1.)

Bei den für verschiedene Zwecke vorkommenden Arbeiten im Erdboden unterscheidet man im allgemeinen den „A b t r a g oder die A u s h e b u n g“, d. h. die Ab- oder Ausgrabung im Erdboden und Ab- oder Aussprengung im Felsboden, dann den „A u f t r a g oder die A n s c h ü t t u n g“, d. h. die Erhöhung des Erdbodens mit dem gewonnenen Erd- oder Steinmaterial. Unter E r d f ö r d e r u n g versteht man den Transport des gewonnenen Materials zur Verbrauchsstelle.

Je nach der Beschaffenheit des Bodens, ob Erd- oder Steinmaterial, teilen sich die zur Bewältigung desselben notwendigen Arbeiten in Erd- und Steinbrecherarbeiten, zu denen auch die notwendigen Aussteckungen, Profilierungen und Erdbekleidungen gehören.

A. Erdarbeiten.

Je nach der größeren oder geringeren Schwierigkeit der Bearbeitung unterscheidet man folgende Erdgattungen:

L e i c h t e s E r d r e i c h, welches bloß mit der Schaufel ausgehoben werden kann, d. i. Humus, leichter Lehm, Sand und feiner Schotter.

M i t t l e r e s E r d r e i c h, zu dessen Aushebung man auch die Krampe benötigt, z. B. Lehm, sandiger Schotter u. dgl.

F e s t e s E r d r e i c h, d. i. jenes, welches nur mit der Krampe gelockert werden kann, z. B. fester Ton, Mergel, Kalkboden, fester, grober Schotter.

In bezug auf die Kostenberechnung unterscheidet man: die Erdaushebung in e n g e n, bis zu 4·00 m breiten Räumen und die Erdaushebung in g r o ß e n Dimensionen, in über 4·00 m breiten Räumen. Erstere werden noch in Tiefenschichten von 2 zu 2 m geteilt.

1. Erdaushebung.

Vor der Aushebung ist der Boden von dem etwa vorhandenen Strauchwerk oder Baumwuchs zu befreien, die Rasen- und Humusschichte abzunehmen und für eventuelle spätere Verwendung seitwärts in Figuren zu deponieren.

Je nach der Haltbarkeit des Bodens können die Aus- und Abgrabungen mit vertikalen oder geböschten Wänden (Böschungen) bewirkt werden (Fig. 1 und 2, T. 1). Wegen Einsturzgefahr sollen vertikale Erdwände nur bei sehr halt-

barem Boden und nur bis 1.5 m Höhe freistehend bleiben, sonst sind solche Erdwände stets mit Böhlungen zu versehen (Fig. 3 und 4, T. 1), d. h. mit Pfosten zu belegen und mit Balken entsprechend abzuspreizen.

In h a l t b a r e m Boden kann man auf zirka 1.00 m Tiefe mit vertikalen Wänden abwärts graben; die Wände werden dann stellenweise mit Pfosten belegt und mit Balken gegeneinander (Fig. 3) oder gegen die Sohle (Fig. 4) verspreizt. Erst nach vollkommen verlässlicher Böhlung kann man tiefer graben, muß aber in entsprechenden Entfernungen neuerdings böhlen, damit jede Einsturzgefahr ausgeschlossen werde.

Bei m i n d e r h a l t b a r e m Boden wird man nur auf Pfostenbreite tiefer graben und dann sofort böhlen, so daß die ganze Erdwand allmählich mit einem horizontalen Pfostenbelag versehen wird.

Sowohl die horizontalen Böhlungsriegel als auch die geneigten Streben müssen mit starken Keilen gegen die Erdwände bzw. Sohle festgekeilt werden.

Bei schmalen Gräben verwendet man statt der hölzernen Verspreizungsriegel oft eiserne Spreizen mit entgegengesetzten Schraubengewinden (Fig. 5, T. 1).

Bei u n h a l t b a r e m Erdreiche (Sandboden) muß entweder mit Böschungen gearbeitet werden oder es können die vertikalen Erdwände nach Art der hölzernen Schachtbrunnen (siehe Brunnenarbeiten) mit vertikalen Verzugsbrettern bekleidet werden, welche gegen horizontale Balken abgekeilt und je nach Bedarf einzeln nachgetrieben werden (Fig. 6, T. 1).

Für die Ableitung des Regen- oder Grundwassers muß stets Vorsorge getroffen werden, indem man der Sohle eine entsprechende Neigung gibt, das Wasser entweder durch Gräben direkt ableitet, auspumpt oder an geeigneten Orten Sickergruben anlegt, welche bis zur wasserdurchlässigen Schichte hinabreichen sollen.

Wird die bei der Aushebung gewonnene Erde zu Anschüttungen verwendet, so ist auf die den verschiedenen Bodenklassen eigentümliche und stets zu ermittelnde Erdvermehrung Rücksicht zu nehmen.

2. Erdförderung.

Nach der Förderweite und Fördermasse richtet sich das Förderungsmittel.

a) D a s Ü b e r w e r f e n u n d Ü b e r s c h a u f e l n.

Dies wird angewendet, wenn das Material nur auf geringe Distanz oder Höhe zu fördern ist. Bei größeren Distanzen bzw. Höhen, welche ein zwei- oder mehrfaches Überschaufeln nötig machen, wird diese Erdförderung nur bei Mangel an Raum zur Anlage von Rampen oder bei Mangel von Transportgefäßen angewendet.

b) F ö r d e r u n g m i t T r a g g e f ä ß e n.

Über Stiegen, steile Böschungen oder auch bei Mangel an Fahrmitteln kann die Förderung mit Körben, leichten Eimern oder Säcken durch einen Mann oder mit Erdtragen durch 2 Mann bewirkt werden, wenn die Distanz nicht zu groß ist.

Je nach den lokalen Verhältnissen sind dabei verschiedene Arbeitsmethoden gebräuchlich, und zwar:

Der K r e i s l a u f. Die Arbeiter tragen die gefüllten Transportgefäße von der Erzeugungsstelle zum Abladeplatz, entleeren sie dort und kehren mit den leeren Gefäßen wieder zurück. Damit keine Unterbrechung eintritt, muß stets ein Vorrat gefüllter Gefäße vorhanden sein.

Bei größeren Distanzen können auf halbem Wege die gefüllten Gefäße gegen die von einer zweiten Arbeitspartie zurückgebrachten entleerten Gefäße eingetauscht werden.

Die Kette. Die Arbeiter werden von der Erzeugungsstelle bis zum Abladeplatz auf entsprechende Distanz in 2 Reihen aufgestellt. Die Leute reichen sich von der Erzeugungsstelle zum Abladeplatz die vollen und zurück die leeren Gefäße.

Die Förderung aus der Tiefe kann mit ein oder zwei solchen Ketten und für größere Tiefen mit der Rolle, besser aber mit der Haspel bewirkt werden. (Siehe Brunnenarbeit).

c) Verführung mit Schiebtruh en.

Diese Förderungsart ist auf kürzere, nicht über 150 m lange Entfernungen und auch dann ökonomisch, wenn die Steigungsverhältnisse selbst auf weitere Distanzen die Anwendung von größeren Transportgefäßen unmöglich machen.

Für das Ausgraben und Aufladen soll eine eigene Arbeitspartie angestellt werden, welche nach entsprechenden Zeitintervallen mit der Schiebtruh enpartie abwechselt.

Im allgemeinen ist der Kreislauf üblich, doch ist auf größere Distanzen, besonders über Steigungen, die Verführung mit Stationswechsel auf je 50 bis 80 Schritt vorteilhaft.

Die Fahrbahn soll bei weichem und nassem Boden mit Gerüstpfosten belegt werden.

Rampen oder ansteigende Gerüstungen (Laufbrücken) sollen womöglich nicht steiler als 1:10 und für 2 Fahrreihen 2·50 m breit sein.

Die Laufbrücken müssen bei nasser Witterung und schlüpfrigem (tonigem) Materiale mit Querlatten auf Schrittweite versehen und mit Sand bestreut werden. Für die Räder sind selbstverständlich die Bahnen frei zu lassen.

d) Verführung mit zweirädrigen Karren.

Für den Transport größerer Erdmassen und bei Distanzen über 80 m ist die Förderung mit zweirädrigen Karren empfehlenswert. Auf ebenem oder fallendem Terrain können hierzu kleinere Handkarren von 0·15 bis 0·25 m³ Fassungsraum dienen, welche von 2 bis 4 Mann gezogen werden. Für größere Erdmassen und auf Steigungen sind Wipp- oder Sturzkarren — Kabs genannt — mit 0·50 bis 0·60 m³ Fassungsraum ökonomisch, welche von einem Pferde gezogen werden. Je 4, manchmal auch 2 Kabs (ein Zug genannt) werden von einem Mann geführt.

e) Verführen mit zweispännigen Wagen.

Diese Förderung kann erst bei Distanzen von über 300 m als ökonomisch bezeichnet werden, wenn die Steigung nicht zu groß ist und auf Straßen gefahren werden kann. Die Wagentruhen haben einen Fassungsraum von zirka 1·00 m³. Jeder Wagen wird von einem Fuhrmanne geführt.

Bei Distanzen von 300 bis 800 m ist es vorteilhaft, wenn für jedes Gespann 2 Wagen vorhanden sind, so daß das Aufladen nicht unterbrochen werden braucht und am Ladeplatz bloß umgespannt wird.

f) Verführung auf Rollbahnen.

Für größere Erdbewegungen, namentlich auf unebenem oder straßenlosem Terrain wird die Anlage von Schienensträngen (oft mit Überbrückungen) und der Transport mit Rollwägen (zum Umkippen eingerichtet) in den meisten Fällen sich als sehr praktisch erweisen. Je nach den Verhältnissen kann dabei der Betrieb mit Menschen, Zugtieren oder Maschinen bewirkt werden.

3. Erdanschüttung.

Die Grundlage jeder Anschüttung soll so beschaffen sein, daß letztere vollkommen sicher darauf ruhen und sich mit dem gewachsenen Boden verbinden kann. Hierzu ist die Bodenfläche entsprechend rauh und von allen vegetabilischen Stoffen, welche einer Veränderung (Verwesung) unterworfen sind, frei zu machen. Demgemäß muß das Ausroden der Bäume und Sträucher samt Wurzeln, das Abheben der Rasendecke, das Ausfüllen tiefer Gruben oder Löcher und das Ebnen der Bodenfläche vorgenommen werden, damit dieselbe ein möglichst horizontales Lager bilde.

Nur bei sehr hohen Anschüttungen und festem Boden kann die Zurichtung des Grundes entfallen. Felsiger Boden ist insbesondere aufzurauen und sind in demselben, wenn er sehr geneigt ist, auch Stufen herzustellen. Schnee ist zu entfernen. Ist das Erdreich an der Oberfläche locker, schlammig und verschiebbar, also rutschig, so muß dieses ebenfalls entfernt werden. Sehr morastiger Grund ist durch Anlage von Entwässerungsgräben (Drainagen) zu entwässern, der etwa vorhandene Schlamm ist bis auf den festen Boden zu entfernen oder, wenn dies untunlich ist, durch in Wasser unlösliche Materialien wie: Steine, Schutt oder Senkfaschinen (in Lagen gekreuzt) so zu verdichten, daß der Boden eine genügend sichere Unterlage für die Anschüttung bilden kann.

Auf Abhängen erfordert die Ausführung von Anschüttungen ganz besondere Vorsicht, um Abrutschungen zu verhindern.

Die einfachsten Vorkehrungen zur Sicherung solcher Erdanschüttungen sind: bei mäßig geneigtem Boden die *A b t r e p p u n g* und bei stärker geneigtem die *V e r z a h n u n g* (Fig. 7, *a* und *b*, T. 1). Bei ersterer erhalten die Treppen ein geringes Gefälle nach abwärts. Bei der Verzahnung erhält jede Stufe ein entsprechendes Längengefälle, welches — je nach der Feuchtigkeit des Bodens — durch mehr oder weniger zahlreiche Querleitungen (Querschlitze) unterbrochen wird. Die Querschlitze leiten das etwa vorhandene oder sich ansammelnde Wasser nach auswärts ab. Der Fuß der Böschung kann durch eine entsprechende Vorlage (Mauer usw.) gesichert werden.

Kommen bei Erdarbeiten auf geneigtem Terrain wasserführende Schichten vor, welche durchschnitten werden müssen, so sind noch vor Beginn der Abgrabung Sickergruben oder Saugröhren in entsprechender Entfernung vom Einschnittsrande anzulegen und die Wässer dahin abzuleiten, um durch diese Trockenlegung des Grundes Abrutschungen zu vermeiden. Die Herstellung dieser Entwässerungsanlagen geschieht nötigenfalls bergmännisch, d. h. durch Vortreiben von Stollen vom Tag aus oder aus Schächten, welche sodann mit Steinen angefüllt werden und so dem Wasser einen unschädlichen Weg vorschreiben.

Vor Beginn jeder Erdarbeit müssen grundsätzlich alle jene Momente genau erwogen werden, welche geeignet sind, eine schädliche Bewegung der Erdmassen zu veranlassen. Die geeigneten Maßnahmen zur Verhinderung solcher Bewegungen dürfen unter keinen Umständen versäumt werden.

Jede Anschüttung wird je nach der Gattung der Erde und nach der Art der erfolgten Komprimierung derselben eine mehr oder minder starke Senkung (Setzung) erfahren.

Um diese Setzungen möglichst zu reduzieren, soll die Anschüttung lagenweise, in horizontalen, zirka 25 *cm* hohen Schichten erfolgen, jede Schichte etwas ausgeglichen und mit Erdstößeln festgestampft werden (*L a g e n s c h ü t t u n g*).

Bei Anschüttungen, bei denen eine größere Setzung unschädlich ist, z. B. bei langen Dämmen im Freien, kann die *K o p f s c h ü t t u n g* eintreten, d. h. es wird die Erde u. dgl. in höheren Lagen (1.00 bis 2.00 *m*), selbst auf die ganze Höhe der Anschüttung, von einem Ende gegen das andere nach und nach fortschreitend, über den jeweiligen Kopf angeschüttet, wobei eine Verdichtung der

Anschüttung bloß durch den Verkehr der Transportmittel (Schiebtruhen, Kabs usw.) über die bereits angeschütteten Teile erfolgt. Diese Art der Anschüttung ist besonders dann vorteilhaft, wenn das Beschüttungsmaterial in höheren Lagen gewonnen wird, z. B. wenn das Niveau der Anschüttung mit der Sohle der Abgrabung in gleicher Höhe liegt.

Die Setzungen der Anschüttungen werden um so größer sein, je größer die Volumvermehrung des Erdreiches bei der Auflockerung oder Gewinnung war. Auf die Setzungen muß man bei Anschüttungen Rücksicht nehmen, indem man die Höhe derselben bei denjenigen, die nicht gestampft werden, um $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$, wenn sie in dünnen Lagen aufgeführt und sorgfältig gestampft werden, um $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{24}$ ihrer endgültigen Höhe vermehrt. Bei Dammanschüttungen muß auch die Kronenbreite entsprechend vergrößert werden.

4. Ausstecken und Profilieren.

Jede Aushebung und Anschüttung ist vor Beginn derselben in den Begrenzungslinien mit Pflöcken auszustecken, höhere Anschüttungen und tiefe Einschnitte sind außerdem mit Stangen und Latten zu profilieren. Als Basis für die Aussteckung dient eine hinreichend kotierte Aussteckungsskizze. Zuerst sind die Haupteinrichtungs- und Niveaupunkte auszustecken, an welche dann die Detailaussteckung und Profilierung anschließt.

Alle Profile sind nur senkrecht zur Böschungsebene zu schlagen, siehe Fig. 12, T. 1; es sind daher in den Verschneidungslinien der Böschungen keine Profile anzuordnen, weil bei der geringsten Verschiebung solcher Profile die genaue Böschung verloren geht.

Je nach der zu erwartenden Setzung des Anschüttungsmaterials sind auch die Profile um dieses Maß höher zu schlagen, damit nach erfolgter Setzung der Anschüttungskörper (Damm) die richtige Höhe besitze (Fig. 12 b, T. 1). Diese Setzung wird bei gestampfter Anschüttung erfahrungsgemäß bei Humuserde $\frac{1}{12}$ und bei sandigem oder schotterigem Boden $\frac{1}{24}$ der ganzen Höhe betragen.

Der Vorgang beim Profilieren ist folgender: Anknüpfend an die Hauptpunkte, werden an den Enden oder Brechungspunkten Vollprofile, d. h. über die ganze Anschüttung reichende Profile geschlagen; zwischen diesen Vollprofilen können die erforderlichen Zwischenprofile entweder auch als Vollprofile oder, wie bei höheren Anschüttungen, bloß als Halbprofile (Fußprofile), Fig. 10, T. 1, durch Einvisieren errichtet werden.

Bei sehr hohen Anschüttungen werden zu Beginn der Anschüttung nur die Fußprofile geschlagen (Fig. 12, T. 1) und diese mit dem Wachsen der Anschüttung nach und nach verlängert bzw. erhöht.

Für die Anschüttung von Straßen-, Bahndämmen u. dgl. ist es üblich, außer den bei jeder Brechung notwendigen Hauptprofilen, Zwischenprofile auf je 20 m Distanz anzuordnen. Fig. 9 bis 12 zeigen einige Profile für Einschnitte und Anschüttungen.

Ausstecken von Gebäuden (Fig. 8, T. 1).

Soll die Erdaushebung für die Keller oder Fundamente eines Gebäudes ausgesteckt werden, so sind zuerst in der Baulinie die beiden Eckpunkte des Gebäudes durch Pflöcke mit Punktnägeln genau zu bezeichnen; diese Eckpunkte liegen in der über dem Sockel befindlichen Verputzebene (Mauerflucht).

Hierauf werden an der Hand des angefertigten Aussteckplanes in den Ecken die betreffenden Winkel aufgetragen und die rückwärtigen oder sonstigen Eckpunkte des Umfanges durch Messen genau bestimmt. Durch im Aussteckplane angegebene Sehnen- und Diagonalmessungen ist die Richtigkeit der ersten Aussteckung mehrmals zu prüfen, bis der erforderliche Grad der Genauigkeit erreicht ist. In ange-

messener Entfernung (1.00 bis 1.50) von dem so ausgesteckten Umfange des Gebäudes wird das sogenannte *Schnurgerüst* geschlagen, und zwar zumeist nur bei den Ecken, eventuell noch für die Bezeichnung der Risalitmauern, selten längs des ganzen Umfanges.

Das Schlagen des Schnurgerüsts.

Außerhalb der Ecken des Gebäudegrundrisses werden 8 bis 15 *cm* starke Pflöcke oder Pfähle parallel zur Mauerflucht so eingeschlagen oder eingegraben, daß sie zirka 0.50 bis 1.50 *m* über den Boden herausragen. In einer angenommenen, überall gleichen Höhe werden nun gesäumte Bretter horizontal angenagelt (Fig. 8 *a*, T. 1). Bei stark abfallendem Terrain können die Schnurgerüste gruppenweise auch in verschiedenen Höhen angebracht werden, um sie nicht zu hoch über dem Bauhorizonte anlegen zu müssen.

Mit Hilfe von Trassierschnüren und dem Senkel werden nun die früher bestimmten Umfangsrichtungen auf die Bretter der Schnurgerüste übertragen und die Mauerdicken mit haltbaren Strichen oder Sägeschnitten aufgerissen (Fundament-, Sockel-, ebenerdiges Mauerwerk).

Man kann also jede Mauerstärke mittels zweier Schnüre in richtiger Lage markieren und mit Hilfe des Lotes auf die Fundamente herabsenkeln.

Vor Beginn der Aushebung werden die Begrenzungslinien derselben mit Pfosten belegt (Fig. 8 *b*, T. 1), welche im Terrain mit Pflöcken befestigt, eventuell auch nur mit aufgelegten Steinen beschwert werden. Dadurch wird nicht nur die Aushebungsfigur am Terrain bezeichnet, sondern es sind auch die Kanten der Aushebung gegen Abtreten u. dgl. geschützt.

Sind so die Fundamentgruben bezeichnet, werden die Schnüre an den Schnurgerüsten entfernt und die Aushebung kann beginnen. Die Schnurgerüste bleiben aber so lange stehen, bis die Mauerflucht durch einige in den Ecken verlegte Ziegelscharen fixiert ist.

5. Erdbekleidungen.

Die Böschungen der Anschüttungen und Einschnitte müssen durch eine entsprechende Verkleidung vor der zerstörenden Wirkung der Witterungseinflüsse geschützt werden. Die gebräuchlichen Erdbekleidungen bezwecken zumeist, einen raschen Graswuchs auf der Böschungsebene zu erzielen. Hierzu dient das *Plackwerk* und die *Rasenziegelbekleidung*.

Das *Plackwerk* wird gleichzeitig mit der Anschüttung ausgeführt, indem man an der Böschungsebene das Anschüttungsmaterial lagenweise sorgfältig feststampft und in jeder Lage nach dem Feststampfen eine Reihe Queckenwurzeln einlegt (*wildes Plackwerk*).

Bei schottrigem oder lehmigem Material muß für das Plackwerk Humus verwendet werden. In diesem Falle wird auch das Plackwerk regelmäßiger, d. h. in dünneren Lagen und mit sorgfältiger Abskarpierung der Böschungsebene ausgeführt (*regelmäßiges Plackwerk*). Hierzu sind in den Profillatten auf je 10 *cm* Höhe Kerben eingeschnitten (Fig. 13 *a*, T. 1), an welche für die Ausführung jeder einzelnen Lage eine Schnur gespannt wird, welche als Richtungslinie für die genaue Abskarpierung der Böschungsebene dient.

Bei trockenem Erdmaterial soll jede Lage Queckenwurzeln gleich nach dem Legen ordentlich begossen werden. Flache Böschungen können außerdem noch mit Grassamen besät werden, wozu aber die Böschungsebene mit dem Rechen etwas aufzurauen ist.

Die *Bekleidung mit Rasenziegeln* wird bei flachen Böschungen mit Deckrasen (Fig. 13 *b*, T. 1) und bei steilen Böschungen mit Kopfrasen (Fig. 13, *c* und *d*, T. 1) hergestellt. Die Rasenziegel werden 20 × 30 *cm* groß geschnitten oder mit der Schaufel gestochen.

Bei Deckrasenbekleidung werden die Ziegel mit der Grasfläche nach oben reihenweise und nach der Schnur in Verband gelegt und an der Oberfläche mit dem hölzernen Schlägel flach geklopft. In besonderen Fällen (steilen Böschungen) kann jeder Ziegel außerdem mit zwei kleinen Pflöcken angeheftet werden. Die Bekleidung mit Deckenrasen soll erst dann durchgeführt werden, bis der vollständig aufgeschüttete Erdkörper auch die unvermeidlichen Setzungen durchgemacht hat.

Die Kopfrasenbekleidung wird zumeist gleichzeitig mit dem Aufschütten der Böschung hergestellt. Die Ziegel werden lagenweise mit der Grasfläche nach unten (Fig. 13 e, T. 1) in Verband gelegt, jeder Ziegel flachgeklopft und eventuell mit zwei Haftpflöcken befestigt. Auf diese Weise werden die einzelnen Scharen nach der Schnur übereinander aufgebaut. Die oberste Schar schließt, mit der Grasfläche nach oben gerichtet, die Böschung ab. Schließlich wird die Böschungsebene mit der Skarpierschaukel eben abgestochen (skarpiert). Ist die Erde trocken, so muß jede einzelne Schar nach deren Ausführung begossen werden.

B. Steinbrecherarbeiten.

Den felsigen Boden teilen wir in drei Klassen, und zwar: Lockere Felsen, welcher so arg zerklüftet ist, daß man ihn mit der Brechstange loslösen kann; mittlere Felsen, welcher nur teilweise zerklüftet ist, so daß zu dessen Lostrennung auch Sprengmittel verwendet werden müssen; feste Felsen, welcher zuerst mit Sprengmitteln zerklüftet und dann mit Stangen gebrochen werden muß.

Wo das Sprengen nicht zulässig ist, z. B. in der Nähe von Gebäuden, kann das Ausbrechen bei mittleren und festen Felsen auch mit Meißeln und Keilen bewirkt werden. Das Abtrennen von größeren Werkstücken geschieht mit eisernen Keilen (siehe Steinmetzarbeiten).

1. Steinbrechen.

Zum Steinbrechen dienen eiserne, 1·00 bis 2·00 *m* lange Brechstangen, Steinkrampen und eiserne Keile. Unter Ausnutzung der vorhandenen Klüfte, Lassen usw. werden die lockeren oder durch vorherige Sprengung zerklüfteten Felsstücke entweder mit der Krampe oder Brechstange abgebrochen oder mit Keilen abgekeilt und sodann abgeräumt.

2. Steinsprengen.

Beim Steinsprengen werden in den abzutrennenden Felsen zuerst Löcher gebohrt, diese mit einem Sprengmittel (Pulver, Dynamit, Ekrasit u. dgl.) teilweise gefüllt (geladen), sodann verdämmt, d. h. mit Sand, Steinpulver oder Wasser vollgefüllt, und schließlich wird das Sprengmittel entzündet.

Zum Bohren bedient man sich zumeist des Meißelbohrers (Fig. 8, T. 19), welcher entweder als Schlagbohrer mit 0·50 bis 1·00 *m* Länge oder als Stoßbohrer mit 2 bis 3 *m* Länge gebraucht wird; Kreuz- und Kronenbohrer (Fig. 9 und 10, T. 19) sind seltener in Verwendung.

Der Ansatz für den Beginn der Bohrarbeit wird zuerst mit dem Spitzisen entsprechend hergerichtet (zugebürstet), worauf das Bohren mit einem kurzen Schlagbohrer begonnen, mit einem längeren Schlagbohrer fortgesetzt und bei tiefen Bohrlöchern erst mit dem Stoßbohrer vollendet wird.

Der Schlagbohrer wird gewöhnlich von einem Arbeiter geführt und von einem oder zwei Mann mit eisernen Schlägeln getrieben; bei Bohrlöchern von geringer Tiefe kann ein Mann mit der linken Hand den Bohrer, mit der rechten Hand die Schläge führen (einmännisches Bohren).

Nach jedem Schlag muß der Bohrer entsprechend gedreht werden, damit das Bohrloch kreisrund werde und der Bohrer sich im Bohrloche nicht einzwänge. Der Stoßbohrer wird von zwei Mann gehandhabt, indem diese den Bohrer unter fortwährender, entsprechender Drehung im Bohrloche heben und wieder hineinstoßen. Anfänglich wird das Bohrloch naß gehalten, wodurch die Leistung bedeutend erhöht und auch das Räumen des Bohrloches erleichtert wird. Erst zum Schlusse wird trocken gebohrt, damit das Bohrloch austrockne und die Ladung nicht verderbe, falls diese vor Nässe geschützt werden muß (Pulver). Die Entfernung des Bohrschlammes oder Bohrpulvers geschieht mit dem Raumkratzer und dem Raumlöffel (Fig. 11, T. 19). Mit dem schraubenförmigen Raumkratzer wird der dicke Schlamm zuerst aufgelockert und dann mit dem Raumlöffel aus dem Bohrloche gehoben.

Die Anlage des Bohrloches, d. h. dessen Richtung und Tiefe, hat einen bedeutenden Einfluß auf die Wirkung der Bohrmine. Fig. 14, T. 1, bringt verschiedene Bohrlochanlagen zur Darstellung. Bei vertikalen Anbruchflächen soll das Bohrloch möglichst parallel zur Wandfläche angeordnet sein (Fig. 14 *a*), in welchem Falle die gestreckte Ladung ebenfalls parallel zur Wandfläche läuft und der Widerstand des abzusprengenden Wandteiles in jedem Teile der Ladung der gleiche ist. Es wird also die Kraft des Sprengmittels in jedem Teile des Bohrloches voll ausgenutzt, daher auch die Wirkung der Mine die beste sein.

Wo die Verhältnisse eine derart günstige Anlage der Bohrmine nicht ermöglichen, wie z. B. bei Fig. 14 *b* und *c*, muß das Bohrloch unter einem spitzen Winkel zur Ausbruchswand angelegt werden, welcher je nach der Festigkeit des Steines zwischen 30 und 45° betragen kann; auf ähnliche Art erfolgt auch die Anlage der Bohrlöcher bei horizontalen Anbruchflächen (Fig. 14 *e*).

Die Weite und Tiefe sowie die senkrechte Richtung des Bohrloches zur Anbruchswand — letztere Vorgabe genannt — müssen in einem gewissen Verhältnis zueinander und zur Größe der Ladung stehen.

Bei einer Bohrlochweite von 40 *mm* für Pulver, 35 *mm* für Ekrasit und 25 *mm* für Dynamit kann je nach der Festigkeit des Gesteines die Höhe der Ladung bei Pulver höchstens $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ und bei den anderen, stärkeren Sprengmitteln $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ der ganzen Bohrlochtiefe betragen. Die Vorgabe soll bei Pulverminen das $1\frac{1}{2}$ - bis 2fache der Ladungshöhe (je nach der Festigkeit des Steines) betragen; daraus ergibt sich dann auch die Tiefe des Bohrloches. Bei zu großer Bohrlochtiefe wird häufig, wie in Fig. 14 *d* dargestellt, eine sogenannte Pfeife im unteren Teile des Bohrloches stehen bleiben.

Handelt es sich um Gewinnung von möglichst großen Steinen, so wird man stärker wirkende Sprengmittel vermeiden und die angegebene Ladungshöhe noch vermindern. Das Gestein wird in diesem Falle bloß zerklüftet und muß dann noch abgebrochen werden, während bei starken Ladungen oder stärkeren Sprengmitteln das Gestein stark zerrissen und zum größten Teile von der Mine herausgeschleudert wird, somit nur wenig Abraum erübrigt.

Die Ladung der Bohrlöcher darf nur in festes (nicht lassiges) Gestein eingebracht werden, damit die Mine bei den Lassen nicht ausblase; die Bohrlöcher müssen also bei lassigem Gestein möglichst senkrecht zu den Lassen stehen; auf keinen Fall dürfen sie in vorhandenen Zerklüftungen oder parallel zu diesen angelegt werden.

Das Z ü n d e n der Bohrminen erfolgt häufig mit der englischen Zündschnur, wovon 1 *m* 100 Sekunden brennt, so daß man bei entsprechender Zündschnurlänge noch Zeit gewinnt, einen geschützten Ort aufzusuchen. Bei größerem Betriebe empfiehlt sich die elektrische Zündung oder jene mit detonierender Zündschnur. Andere Zündungen werden seltener gebraucht.

Mit der Zündschnur ist eine Sprengkapsel entsprechend zu verbinden und in die Ladung einzuführen.

Das Sprengmittel selbst wird lagenweise (Ekrasit und Dynamit in Papierpatronen) in das Bohrloch eingebracht und mit einem hölzernen Ladstock mäßig festgedrückt, damit es das Bohrloch vollkommen ausfülle, dabei ist aber — besonders bei Dynamit, welches schon bei $+ 8^{\circ} \text{C}$ gefriert und dann durch stärkeren Druck leicht entzündbar ist — besondere Vorsicht geboten. Gefrorene Dynamitpatronen sollen daher vor der Einführung in das Bohrloch etwas erwärmt werden, indem man sie einfach einige Minuten in der Tasche behält oder bei größerem Bedarf in eigenen Wärmeapparaten auftaut.

Die oberste Patrone wird unmittelbar vor dem Laden mit der Sprengkapsel verbunden (adjustiert) und mit einem aufgesetzten Pfropf aus Werg, Moos, Papier oder Letten mit dem hölzernen Ladstock vorsichtig in das Bohrloch geschoben. Der übrige Teil des Bohrloches wird entweder mit Lehm, Letten oder Erde lagenweise ausgefüllt und mit dem Ladstock festgestampft (fester Besatz) oder mit Sand vollgefüllt (loser Besatz). Beim festen Besatz wird die erste Schichte nur mäßig gedrückt, die übrigen Lagen aber immer stärker festgestampft. Bei Anwendung von Sprengkapseln ist dabei Vorsicht geboten, weil diese durch Schlag sich leicht entzünden.

Der feste Besatz wird meistens nur bei Pulverminen angewendet, während der lose Besatz für brisante Sprengmittel mit Rücksicht auf deren leichte Entzündbarkeit durch den Schlag empfehlenswerter erscheint.

In manchen Fällen kann bei Dynamit- oder Ekrasitladung der Wasserbesatz vorteilhaft werden, dabei muß die Zündleitung mit der Sprengkapsel wasserdicht verbunden werden. Das Dynamit bedarf keines besonderen wasserdichten Verschlusses, indem selbst feuchtes Dynamit explodiert, nur darf es nicht so lange unter Wasser bleiben, bis die Abscheidung des Nitroglyzeringehaltes erfolgt. Beim Wasserbesatz wird nach eingebrachter Ladung und Zündleitung der übrige Teil des Bohrloches einfach mit Wasser vollgefüllt.

Das Zünden der Bohrminen erfolgt zumeist während der üblichen Arbeitspausen, unmittelbar nach dem Laden. In der Regel werden alle Bohrlöcher gleichzeitig oder nur in geringen Zwischenpausen gezündet. Das gleichzeitige Zünden erfolgt durch elektrische Zündung von einem außerhalb der Streuungsgrenze gelegenen oder gedeckten Orte mit einer frei liegenden Drahtleitung oder durch die detonierende Zündschnur, wobei die von sämtlichen Bohrlöchern ausgehenden Schnüre an einer Stelle (Herd) vereinigt und dort mit einer entsprechend langen englischen Zündschnur verbunden werden. Gewöhnlich erhält jedoch jede Bohrmine eine entsprechend lange englische Zündschnur und wird dann das Zünden jeder einzelnen Mine von einem oder von zwei Mann rasch nacheinander vorgenommen.

Sollte eine Bohrmine versagen, so kann sie neuerdings gezündet werden, mißlingt aber auch dieser Versuch, so werden Pulverminen durch Eingießen von Wasser ersäuft. Ekrasit- und Dynamitminen durch daneben angelegte Bohrminen zur Explosion gebracht.

Nach erfolgter Sprengung werden die losgetrennten Steine mit Brechstangen, Steinkrampen und Keilen abgebrochen, wobei sämtliche beim Anschlagen hohl klingenden Steine abgebrochen werden müssen, bevor neue Bohrlöcher dort angelegt werden.

II. Zimmermannsarbeiten.

(Tafel 2 bis 5.)

Die Zimmermannsarbeiten umfassen im allgemeinen alle Holzarbeiten größerer Natur, bei denen die Verbindungen der einzelnen Konstruktionsteile in der Regel mit Eisen (Klammern, Nägel, Schraubenbolzen u. dgl.) verstärkt werden, während bei den Tischlerarbeiten die Verbindungen meistens verleimt werden.