

Wird der Transport des geförderten Bodens von vorn herein mit Kipp- oder Pferdekarren bewirkt, so können die einzelnen Förderungsabsätze eine grössere Tiefe von 8 bis 12 Fufs erhalten, weil dabei ein Theil des Materials schon beim Lösen in die Karren geworfen werden kann und Wände in solchen Höhen überhaupt vortheilhafter zu bearbeiten sind als niedrige. Mehr als 12 Fufs tiefe Angriffswände sind aber, als für die unten beschäftigten Arbeiter gefährlich, zu vermeiden.

Wenn das aus den Einschnitten geförderte Material entweder gar nicht oder nur theilweise zur Bildung von Aufträgen verwendet werden soll, so wird das überflüssige, um an Transportkosten zu ersparen, in der Regel zur Seite des Einschnitts und parallel mit den Rändern desselben in Dammform ausgesetzt. Diese aufgelagerten Bodenmassen können zugleich als Schneefänge und auf abhändigem Terrain als Wasserschutzdämme benutzt werden und sind daher geeignet, wesentlich mit zur Sicherung der Einschnitte beizutragen. Sie können denselben aber auch sehr nachtheilig werden, wenn der Boden, auf welchem dieses Material abgelagert wird, locker ist oder aus auflöschlichen, wasserführenden, gegen den Einschnitt zu geneigten Schichten besteht. In beiden Fällen wird der Boden, welcher die Wände des Einschnitts bildet, in denselben hineingedrückt, worauf dann der Aussatzboden von selbst nachstürzt und den Einschnitt verschüttet. Setzen sich die abfallenden weichen Schichten noch unter der Sohle des Einschnitts fort, so geschieht es nicht selten, dass diese selbst in Folge des drückenden Aussatzbodens gehoben wird. Selbst bei günstig geschichtetem Boden ist es nicht rathsam, den Aussatzboden zu nahe den Rändern des Einschnitts abzulagern, und es darf als Regel angenommen werden, dass dies auf Torfboden und stark abfallenden Bodenschichten überhaupt zu vermeiden ist, bei festem Erdreich nach Verhältniss der Tiefe des Einschnitts, mindestens 12 bis 15 oder 20 Fufs von den Einschnittswänden entfernt gehalten werden muss. Dabei ist es dann in mehrfacher Beziehung nützlich, die Oberfläche des Aussatzbodens vollständig zu ebnen und zu befestigen, um das Eindringen des Regenwassers und damit seine Auflösung zu verhindern. Insbesondere ist aber die dem Einschnitt zugekehrte Böschung des Aussatzbodens flach zu halten und zum Benarben zu bringen, während die ebenso befestigte Oberfläche einen Abhang nach der entgegengesetzten Seite hin erhält, wo dann das abfallende Regenwasser in einem Graben gesammelt und an geeigneter Stelle abgeführt wird, wie aus dem Querschnitt Fig. 5 Taf. II näher ersichtlich ist.

Die bisher erörterten Verhältnisse beziehen sich im Allgemeinen auf flaches oder mässig hügliges Terrain. Im Gebirge wechseln dieselben aber in solcher Mannigfaltigkeit, dass bestimmte Vorschriften sich nicht für alle Fälle geben lassen und es für jede Oertlichkeit einer besonderen Prüfung bedarf, inwiefern die allgemeinen Regeln Anwendung finden können, oder welchen Modifikationen sie unterworfen werden müssen.

Uebrigens finden die Regeln, welche in Betreff der Einschnitte vorgetragen sind, auch Anwendung bei den Anschnitten, welche nur auf einer Seite von einer Einschnittswand begrenzt sind, auf der anderen aber in den natürlichen Boden auslaufen oder durch eine Anschüttung begrenzt werden.

### 31. Lösung des Bodens.

Nach Verschiedenartigkeit des zu verarbeitenden Bodens, in Betreff seiner Beschaffenheit, Lagerung und seines inneren Zusammenhanges, wechseln auch die Lösungsarbeiten desselben und in Folge dessen die dazu erforderlichen Werkzeuge

und sonstigen Hilfsmittel. In Bezug hierauf lassen sich die Bodenarten in lockere, dichte und feste Erde, loses und festes Gestein eintheilen, und sie sollen in dieser Folge einzeln betrachtet werden.

#### a) Lockere Bodenarten.

Zu denselben gehören insbesondere Moor, Torf, Gartenerde und feiner ungemischter Sand.

Diese Materialien besitzen in sich einen so geringen Zusammenhang und die Bestandtheile derselben befinden sich in einem solchen Zustande der Trennung, daß es einer besonderen Lösung desselben eigentlich nicht bedarf und dasselbe unmittelbar von seiner Lagerstelle mit gewöhnlichen Schaufeln gefördert und verladen werden kann.

#### b) Dichte Bodenarten.

Zu denselben wird vorzugsweise der Lehm gerechnet, welcher in großer Verbreitung als obere Deckschicht festerer Lager angetroffen wird und mit einer Lage fruchtbarer Erde überdeckt ist. Der Lehm wird in den verschiedenen Abstufungen seiner Dichtigkeit, je nachdem er mit mehr oder weniger Sand vermischt ist, und so lange er nicht ein Uebermaß von beigemischten Steinen enthält, wie es in den unteren Schichten häufig der Fall ist, als Stichboden betrachtet, d. h. derselbe läßt sich mit dem Spaten lösen und in einzelne plattenförmige Stücke vertheilen. Da dieses Material in der Regel gleichzeitig mit der Lösung auch verladen wird, so muß der dazu verwendete Spaten auch die Eigenschaften einer Schaufel besitzen. Diese Vereinigung findet sich in der sogenannten schlesischen Schippe, deren Blatt mit dem hölzernen Stiel aus einem Stücke besteht, etwas nach vorn gebogen mit einer Stahlschneide versehen ist, wie Fig. 7 Taf. II zeigt. Das sehr kräftige Blatt, dessen Obertheil breit genug ist, um es mit dem Fuß in den festen Boden treiben zu können, wirkt wie ein Keil, schneidend und ablösend, während die leichte Biegung desselben, das Abgleiten des Bodens verhindert und das Werfen erleichtert.

Der gewöhnliche eiserne Spaten, wie er bei der Gartenarbeit im Gebrauch ist, besitzt keine dieser Eigenschaften und eignet sich daher sehr wenig zu der Lösung festen Bodens.

Bei höheren Abtragswänden dieser Bodenart gewährt es Vortheil, die oberen Lagen mit Keilen abzuspalten, wodurch größere Massen gleichzeitig gelöst werden, die beim Hinunterfallen sich in verladungsfähige Stücke zertheilen oder doch mit geringer Arbeit in solche zerschnitten oder zerschlagen werden können. Zu diesen Abspaltungen bedient man sich hölzerner Keile, welche mit Schlägeln Fig. 8 Taf. II eingetrieben werden. Erstere erhalten bei 3 Fuß Länge 8 bis 10 Zoll, letztere 12 bis 14 Zoll Durchmesser; beide werden zur Verhütung des Aufspaltens mit eisernen Reifen gebunden. Eine gewisse Anzahl solcher Keile wird in Entfernungen von 2 bis 3 Fuß, parallel dem oberen Rande, 3 bis 5 Fuß von demselben entfernt eingesetzt und möglichst gleichmäÙig eingetrieben, worauf dann die keilförmige Abspaltung des Bodens erfolgt.

#### c) Feste Bodenarten.

Unter diese Bodenkatgorie zählen vorzugsweise alle Thonarten, zu welchen auch die Letten, Keuper und Liasmergel und ähnliche Bodenarten gehören. Auch mit Thon oder Lehm verbundener Kies wird noch zu dieser Klasse gerechnet.

Diese Bodengattungen lassen sich nicht mehr mit dem Spaten fördern, wohl aber, wenn sie in größeren Massen gelöst sind, mit der Schaufel vertheilen. Einige derselben, besonders klüftiger Mergel, sind noch in der vorbezeichneten Art mit Keilen zu lösen, beim Thon ist dies aber schon viel weniger der Fall, da wegen der Zähigkeit desselben die Keile wohl eindringen, aber keine Spaltungen erzeugen, es sei denn, daß derselbe sehr mager oder schon schiefrig ist. Sonst muß dieses Material durchweg mit der Plathacke, wie Fig. 9 Taf. II eine solche darstellt, gelöst werden. Feuchter Thon haftet an den Lösungsgeräthschaften und ist aus diesem Grunde, insbesondere bei feuchter Witterung, wo der Boden und die Wände schlüpfrig werden, ein sehr schwierig zu verarbeitendes Material.

Wenn auch mehrfach versucht worden ist, eigentliche Thonlager mit Pulver zu sprengen, so hat doch der Erfolg nur selten den Erwartungen entsprochen, da wegen der dieses Material charakterisirenden Zähigkeit außer dem Minenkegel keine weitere Lösung stattfindet, nur wenn die Thonwände gefroren waren, hat sich zuweilen das Abschießen der äußeren Lagen bewährt. Bei trockenem Mergelboden, besonders im Keuper hat dagegen die Anwendung von Minen sehr guten Erfolg gehabt, der sich zwar nicht sowohl durch unmittelbare Erzeugung von Abträgen, als durch Erschütterungen des Bodens geäußert hat, durch welche aber die Förderung ungemein erleichtert wird. Da bei diesen Sprengungsarbeiten der Erfolg von mancherlei örtlichen Umständen abhängt, so wird die Beschreibung eines speziellen Falles nützlicher sein, als die Aufstellung von doch nicht erschöpfenden Regeln.

Zur Schüttung eines langen 140 Fuß hohen Dammes in der Gebirgsabtheilung der westfälischen Eisenbahn mußte das dazu geeignete Material von einer seitwärts liegenden, aus Keupermergel bestehenden hohen und ziemlich steilen Wand entnommen werden. Der Abtrag derselben wurde zwar terrassenförmig in Angriff genommen, da aber die Arbeiter in den höheren Lagen wegen des weiteren Transportes den in den unteren nicht folgen konnten, so wurde die Wand immer steiler, so daß ohne Gefahr an derselben nicht länger gearbeitet werden konnte, und zur Gewinnung des in großen Massen erforderlichen Materials nur die Lösung durch Minen übrig blieb. Beim ersten Versuche wurde der Hauptminengang 3 Fuß breit 4 Fuß hoch, ganz ausgezimmert 60 Fuß lang, rechtwinklig auf die Richtung der Wand eingetrieben und vom Endpunkte dieses Ganges nach beiden Seiten unter rechten Winkeln zwei Flügel, jeder von 70 Fuß Länge nach demselben Querprofil angelegt. Am Ende jedes derselben wurde der Minenofen 7 Fuß im Durchmesser ausgebrochen und auf untergelegtem Stroh, um die Erdfeuchtigkeit davon abzuhalten, 4 Centner Pulver in angebohrten Fässern eingebracht. Von jedem dieser Oefen wurden dreifache Zündschnüre durch die Gänge bis ins Freie geführt und letztere mit Steindämmen versetzt und mit Erde und Dünger wieder ausgefüllt, wie aus Fig. 11 Taf. II zu ersehen ist. Die Entzündung erfolgte in beiden Oefen gleichzeitig; ein geringes Heben des Bodens und eine Bodenerschütterung in einer Ausdehnung von etwa 250 Ruthen Länge machte sich bemerkbar, dann entstand aber vollständige Ruhe. Der unmittelbar gelöste Boden enthielt nur etwa 10 Schachtruthen, und der Versuch wurde schon als mißlungen betrachtet, als nach etwa 14 Tagen sich Risse in der Außenfläche der Wand zeigten, dieselbe sich allmählich auflockerte und durch Herabrieseln des Materials sich vor der Wand eine etwa einfüßige Böschung gestaltete. Vom Fusse derselben wurde nun das Material weggeladen, welches sich aber fortwährend durch neu herabkommendes wieder ersetzte. In solcher Weise sind, durch diese einzige Mine gelöst, gegen 20,000 Schachtruthen Boden gefördert worden. Der Kostenaufwand

war ein verhältnißmäßig sehr geringer und betrug für Anlage, Verzimmerung, Verdämmung und Füllung der Minengänge und der Oefen . . . . .	71 Thlr. 25 Sgr.,
für 8 Centner Pulver à 12½ Thlr. . . . .	100 - — -
- 360 Fufs Zündschnur . . . . .	5 - — -
- die Pulvertonnen . . . . .	3 - 15 -

zusammen 180 Thlr. 10 Sgr.,

es kostete die Schachtruthe hiernach wenig über  $\frac{1}{4}$  Sgr. zu lösen.

Solcher Minen sind demnächst noch mehrere in der weiteren Ausdehnung der Wand mit gleich gutem Erfolge angelegt worden. Die Abweichungen vom vorgeschriebenen Verfahren beschränkten sich darauf, daß die Oefen nicht in der geraden Verlängerung der Flügelgänge, sondern unter einem rechten Winkel von denselben abgezweigt, der Hauptgang gleich dem jedes der beiden Flügel 84 Fufs lang und die Sohle derselben zur besseren Abführung des Quellwassers mit entsprechender Steigung angelegt wurden. — An den österreichischen Gebirgsbahnen hat man seit einer Reihe von Jahren diese Minen mittelst einer galvanischen Batterie angezündet.

#### d) Loses Gestein.

Es sollen verwittertes Tagegestein, Thonschiefer, fein zerklüftete Lagen von Sandstein, Kreidekalk, abgeschobenes Gerölle und selbst noch grobe Geschiebe mit der Bezeichnung „loses Gestein“ zusammen gefaßt werden.

Dieser im Wesentlichen aus größeren oder kleineren Steinstückchen und Trümmern bestehende Boden ist mit Rissen und Klüften fast nach allen Richtungen durchzogen, welche meistentheils mit weichem Material, Lehm oder Thon, ausgefüllt sind, so daß die einzelnen Steinstücke dadurch einen festen Zusammenhang zeigen. Oft sind aber diese Füllungen vom Wasser ausgewaschen, und der Zusammenhang ist dann ein so geringer, daß die Lösung wenig Arbeit erfordert.

Zu dieser Lösung wird mit Vortheil die Spitzhacke angewendet, wobei es besonders auf die Geschicklichkeit ankommt, die richtigen Fugen zu treffen und das Gestein lagerweis abzudecken. Die dafür dienenden Hacken werden daher auch nicht schwer gemacht, aber gut gespitzt und gehärtet. Das Gewicht einer solchen Hacke, wie sie Fig. 10 Taf. II darstellt, von 10 Pfund hat sich als besonders vortheilhaft erwiesen. Besitzen aber die einzelnen zu lösenden Steinstücke eine solche Größe, daß sie mit der Spitzhacke nicht mehr aus dem Lager gebracht werden können, so muß das Brecheisen dabei zu Hülfe genommen werden. Seit einiger Zeit verwendet man Spitzhacken von Gufsstahl, welche nur 5 bis 6 Pfund schwer, aber vorzüglich dauerhaft sind.

Sind die Klüfte, welche das lose Gestein durchziehen, mit Thon oder einer anderen dichten Masse angefüllt, so können auch zur Lösung dieser Bodenart Minen mit Vortheil angewendet werden. Solche Minen sind vielfach, besonders bei Anschnitten von Steinwänden mit Nutzen angewendet worden. Die Anlage derselben war möglichst einfach, weil es sich hier nur darum handelte, die schon vorhandenen Klüfte und Spalten zu erweitern. Rechtwinklig auf die Fläche der Steinwand wurden in Entfernungen von etwa 100 Fufs 2 Fufs breite,  $1\frac{3}{4}$  Fufs hohe Gänge durch Stossen mit Meißelstangen eingetrieben und das so gelösete Material mit Ziehschaufeln herausgezogen. Wenn damit eine Tiefe von 12 Fufs erreicht war, wurde der Gang durch einen Flügel in schräger Richtung etwa 6 Fufs weiter getrieben und am Ende seitwärts der Minenheerd angelegt. Zwischen Lehmsteinen wurde dann die Ladung, aus  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Centner Pulver bestehend, eingeschüttet, die Zündschnüre gelegt, der Gang wieder mit Erde gefüllt und fest zugestampft.

Gewöhnlich wurden durch eine solche Mine 30 bis 40 Schachtruthen Kreidekalk gelöst, welcher beim Herunterfallen so zertrümmert wurde, daß das Material ohne weitere Zerkleinerung verladen werden konnte. Im Grundrisse zeigt Fig. 12 Taf. II die Lage einer solchen Mine.

Bei festerer Verbindung des Gesteins, wo zu dessen Lösung eine größere Erschütterung nöthig ist, sind auch Doppelminen in ähnlich einfacher Art angelegt, wobei aber zwei schräg liegende Flügel mit Minenheerden an den Enden angebracht und letztere jeder mit  $\frac{3}{4}$  bis 1 Centner Pulver geladen wurden. Durch Minen dieser Art sind gegen 15 Schachtruthen Steinboden gelöst worden, bei einem Kostenaufwande von 35 Thln. Den Grundriß einer solchen Doppelmine zeigt Fig. 13 Taf. II.

Dieselben sind im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

#### e) Festes Gestein

in geschlossenen Massen und Bänken kann, wenn die Lagen nicht zu mächtig und dieselben im genügenden Umfange aufgedeckt sind, mit Brecheisen oder durch Unterkeilung der Lager gelöst werden. Selten genügt dies aber, um das geförderte Material verladen und transportiren zu können, und es müssen dann die in größeren Massen gelösten Steine erst wieder in anderer Art zerkleinert werden. Häufig sind aber die Schichten, selbst ganz festen Gesteins, wie Muschelkalk und Liasbänder so dünn, daß sie mit schweren Hämmern im Lager zu kleinen Stücken zerschlagen werden können. Massiges Eruptivgestein, wie Granit oder Basalt, mächtige Lagen von Grauwacke oder älterem Sandstein und selbst weniger mächtige Steinschichten im beengten Raume, werden am schnellsten und wohlfeilsten mit Pulver gelöst, entweder durch einzelne Steinsprengungen oder durch Minen.

Bei dünnen Lagen festen Gesteins genügen Bohrlöcher von 1 Zoll Durchmesser, 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Fuß tief, jedes mit  $\frac{1}{4}$  Pfund Pulver geladen. Wenn die Schüsse nicht zu weit von einander gesetzt und gleichzeitig angezündet werden, wozu eine galvanische Batterie besonders geeignet ist, so reicht dies in den meisten Fällen hin, um das Gestein in seinen Fugen zu öffnen, Risse zu erzeugen und es dergestalt in seinem Lager zu erschüttern, daß es mit Hülfe von Brecheisen und Spitzhacken gefördert werden kann. Beim Massengestein ohne alle natürliche Durchsetzungen oder bei sehr mächtigen Lagen sind indessen diese kleinen Schüsse nicht wirksam genug, am wenigsten aber, wenn bei zunehmender Tiefe des Einschnitts im beengten Raume gebrochen werden muß. Unter diesen Umständen müssen weitere und tiefere Bohrlöcher mit stärkeren Ladungen angewendet werden, um in möglichster Tiefe Zerklüftungen zu erzeugen und einen weiten Sprengkreis in der Oberfläche zu bilden. Dazu werden zweizöllige Stofsbohrer angewendet, wie ein solcher mit allem Zubehör in Fig. 14 Taf. II dargestellt ist. Diese Bohrer wirken durch ihren Fall auf Zermalmung, indem sie bei jeder Hebung etwas gedreht werden, was beides durch eine der Höhe nach verstellbare Querstange geschieht. Vermittelst eines Löffelbohrers wird von Zeit zu Zeit das Steinmehl aus dem Bohrloch gefördert. Zum Ausschöpfen des Wassers wird ein am Ende einer Stange befestigter Blechcylinder mit einem Klappventil im Boden verwendet. Bevor der Stofsbohrer in Thätigkeit gesetzt wird, wozu zwei bis drei starke Arbeiter gehören, wird zur besseren Führung desselben ein kleines, 8 Zoll tiefes Loch mit Hammer und Handbohrer vorgetrieben. Die geeignetste Tiefe für die größeren Bohrlöcher hat sich zu 6 bis 8 Fuß, die Ladung zu 3 Pfund Pulver ergeben, und es sind mit einem solchen Schusse durchschnittlich 3 bis 4 Schachtruthen Gestein gelockert worden. Die Steine selbst werden dabei wenig zertrümmert,

und eine Verstärkung der Ladung vermehrt den Effekt in dieser Beziehung nur unerheblich. Es müssen daher die so gelösten großen Steinmassen noch durch kleine Schüsse, Zerkeilen oder Zerschlagen zur geeigneten Ladungsgröße zerkleinert werden. Man hat indess auch  $\frac{5}{4}$ zöllige sogenannte ein-mannrige Bohrer mit Vortheil angewendet und damit 7 bis 8 Fufs pro Tag abgebohrt. Beim Abbau der Trokadero vor dem Pont de Jena in Paris hat man die Bohrlöcher dagegen 10 bis 12 Fufs tief und 4 Fufs weit mit Maschinenbetrieb abgeteuft, mit 6 bis 10 Pfund Pulver geladen und enorme Wirkungen erzielt. Die Struktur des Gesteins und die Gestalt der Wand sind ganz allein maßgebend in Betreff des zu wählenden Systems.

Zur größeren Sicherheit beim Laden, sowie um an Pulver zu ersparen, wird dasselbe meist in Patronen gefüllt, für die kleinen Schüsse in Papphülsen, für die größeren in Nessel, wobei die Zündschnüre gleich mit eingebunden werden. In den großen Bohrlöchern werden die Zündschnüre in ausgehöhlte Latten so aufgestellt, daß die Nuthe mit der Zündschnur der Wand zugekehrt ist, wodurch erstere beim Verdämmen gegen Beschädigungen gesichert werden. Um die Patronen gegen die in den Bohrlöchern befindliche Nässe zu schützen, werden dieselben vor der Ladung in Theer getaucht.

Jenachdem das Gestein fest ist oder schon Schnitte enthält, der aufgedeckte Raum eng oder weit ist, ergibt sich eine geringere oder größere Wirkung der Schüsse. In ganz festen geschlossenen Lagen erforderte eine Schachtruthe zu lösen und mit kleinen Schüssen zu zertheilen,  $3\frac{1}{2}$  Arbeitstage, 5 bis 7 Fufs großes und 16 Fufs kleines Bohrloch und 4,5 Pfund Pulver. Bei weiterer Aufdeckung der zu bearbeitenden Flächen und einzelnen Absonderungen in Felsen sind durchschnittlich zur Schachtruthe Lösung  $1\frac{6}{7}$  Arbeitstage und 2 Pfund Pulver erforderlich gewesen. In den oberen Schichten aber, wo das Gestein schon mehrfach zerklüftet war, wurden dazu nur  $1\frac{1}{4}$  Arbeitstage und  $\frac{3}{4}$  Pfund Pulver erforderlich. Von den kleinen einzölligen Löchern können von zwei Mann täglich im Sandstein 18 bis 20 Fufs, im festen Kalkstein 6 bis 10 Fufs, in Granit und Hornstein 5 bis 8 Fufs gebohrt werden. Große Löcher wurden von zwei Mann in Sandstein, Keuper, Muschelkalk etc. 14 bis 18 Fufs, in Grauwacke, Porphy, Melaphyr und Granit 7 bis 12 Fufs abgebohrt.

Für die  $\frac{3}{4}$ -, 1- und  $\frac{5}{4}$ zölligen Bohrlöcher wird pro Fufs 4 bis  $6\frac{1}{2}$  Silbergroshen gezahlt, für die großen 2 bis 5 Silbergroshen.

In den letzten Jahren ist vielfach mit Sprengöl oder Nitroglycerin geschossen worden, welches jedoch bei Arbeit im Freien (also nicht bergmännischen) sich um deswillen gar nicht empfiehlt, weil es 10mal so theuer als Pulver ist, dagegen nur etwa den 3 bis 5fachen Effekt hat, höchst explosibel und gefährlich in der Verwendung und schwer transportabel ist.

In Tunnels, namentlich aber bei Sprengungen unter Wasser, hat es dagegen oft mit Vortheil Verwendung gefunden. Es muß durch Perkussion gezündet werden und wird in ganz kleinen Partien von 2 bis 10 Loth in Glasfläschchen oder kleinen Blechbüchsen, die oben geschlossen werden, eingeladen und das Bohrloch mit Sand oder Wasser zugesetzt. Durch den Verschluss der Ladebüchse reicht die Zündschnur durch, welche unten ein sechsfach gefülltes Zündhütchen oder eine Kapsel mit Mehlpulver trägt. Die Zündschnur entzündet nun erst letzteres und dieses durch Explosion das Sprengöl.

Dieses nitrirte Glycerin wird übrigens bei  $+ 3$  bis  $4$  Grad schon fest und ist dann noch weit explosibler als im flüssigen Zustande.

Bei der Terrassenförderung, wie solche bei tiefen Einschnitten immer ange-

wendet werden muß, ist es nützlich, die Bohrlöcher in den obern, bis zur Tiefe der zunächst darunter liegenden Terrasse hinabzutreiben, weil damit die Lösung und der gleichmäßige Fortschritt der Arbeit sehr befördert wird. Unter solchen Umständen hat sich bei 10 Fufs tiefen Bohrlöchern mit 8 Pfund Pulverladung eine Auflockerung von 8 Schachtruthen Gestein erlangen lassen. Eine nicht unbedeutende Steigerung des Effektes der Sprengungen wird erreicht, wenn sämtliche Schüsse eines Einschnittes gleichzeitig abgefeuert werden, weil dadurch die Erschütterung allgemeiner wird und die sich bildenden Risse leichter in Verbindung treten. Es ist daher, auch abgesehen von den sonstigen Sicherheitsrücksichten, von wesentlichem Nutzen, täglich nur an bestimmten Zeiten zu schießen, wozu sich diejenigen für Frühstück, Mittag, Vesper und Feierabend am besten eignen, weil dann die Arbeiter die Arbeitsstelle zu verlassen pflegen und keine Zeit damit verloren geht.

Als einer der beachtungswerthesten Vortheile der Sprengung des festen Bodens ist das geringere Bedürfnis an Menschenkräften im beschränkten Raume hervorzuheben, da bei einer jeden anderen Förderungsart mehr Platz, als der zum Bohren erforderliche in Anspruch genommen werden muß.

Die Minensprengung findet beim Niedertreiben der Einschnitte in festem Gestein nur sehr selten eine vortheilhafte Anwendung, da, wenn sie von Wirkung sein soll, die Kammer unter den zu sprengenden Steinschichten angelegt werden muß, wohin aber unter solchen Umständen nicht zu gelangen ist. Dennoch können örtliche Verhältnisse dazu geeignete Veranlassung geben, wie aus folgendem Beispiele ersichtlich ist.

Durch eine Anhöhe, Fig. 15 Taf. II, welche aus schräg, aber parallel geschichteten Lagen Gesteins verschiedener Art besteht, mußte ein 60 Fufs tiefer Einschnitt getrieben werden. Die oberen mächtigen Schichten bestehen aus festem kieselhaltigem Thon (Hornstein), der mit der Picke nicht zu lösen, und in welchem auch einzelne Schüsse wegen der vielen Zerklüftungen ohne besonderen Effekt waren, während das Bohren in diesem Material äußerst schwierig war. Zwischen dieser Hornsteinmasse und den darunter gelagerten Sandsteinflötzen befindet sich ein  $2\frac{1}{2}$  Fufs mächtiges Thonlager, und dieser Umstand wurde für geeignet erachtet, eine Minensprengung zu versuchen. Es wurde daher, wie Fig. 16 Taf. II zeigt, ein Gang von 24 Fufs Länge in diese Thonschicht eingetrieben und am Ende desselben ein Flügel rechts und ein anderer links weiter geführt und an den Enden derselben die Minenöfen angelegt. Einer derselben wurde mit einem halben, der andere mit einem ganzen Centner Pulver geladen, Zündschnüre unter dem Schutze von Bretterverdachungen eingelegt, bei den Kammern ein Bohlenverschluss, in den Gängen Steinpackungen an den schwarz gezeichneten Stellen und Erdfüllung angebracht. Beim Abfeuern erhob sich die darüber liegende Hornsteinschicht um  $1\frac{1}{2}$  Fufs, in Folge dessen zwei 20 Fufs lange, 2 Zoll breite Spalten entstanden. Es ergab sich demnächst, daß etwa 120 Schachtruthen festes Gestein gelöst waren, unter welchem sich freilich noch Blöcke von 5 bis 30 Kubikfufs befanden, deren weitere Zerkleinerung dann noch besonders erfolgen mußte. Die ganze Arbeit hat einschliesslich des Pulvers nur 60 Thlr. gekostet; das Resultat war daher ein sehr zufriedenstellendes, weshalb beim weiteren Ausbruch dieser Felsenlage noch mehrere solcher Minen, aber mit stärkerer Ladung und größerem Erfolg in Anwendung gebracht worden sind.