



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Der Wasserbau an den Binnenwasserstrassen**

**Mylius, Bernhard**

**Berlin, 1906**

Abschnitt 7. Sprengarbeiten.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-82111](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-82111)

## Abschnitt 7.

### Sprengarbeiten.

#### A. Allgemeines.

Unter Sprengen wird hier die Zerkleinerung von Steinen, Felsen, Mauerwerk, harten Erdmassen und dergl. durch Sprengschüsse verstanden.

Sprengschüsse werden angewendet, wenn die Zerkleinerung mittels Keile und Brechstangen wegen der Festigkeit der Masse oder aus anderen Gründen nicht ausführbar ist, zu lange dauern oder zu teuer werden würde.

Im Wasserbau ist das Sprengen von Steinen und Felsen unter Wasser, sowie die Beseitigung der Sprengtrümmer aus dem Wasser von besonderer Wichtigkeit.

Die Sprengarbeit, sei es außer oder unter Wasser, besteht in folgenden Arbeiten:

- I. Anbohren des Gesteines,
- II. Sprengen. Das Sprengen besteht in:
  - a) Laden des Bohrloches,
  - b) Entzünden (Schießen).

Außer Wasser kommt am häufigsten das Sprengen einzelner großer Steine vor, sei es, um dadurch die Fortschaffung zu erleichtern oder um aus ihnen kleinere Steine zu anderweitiger Verwendung zu gewinnen. Ferner das Sprengen von altem Mauerwerk, harten Erdarten, wie Ton, Mergel, auch gefrorenem Boden, um sie zu lockern, so daß sie dann leichter gelöst werden können.

Unter Wasser kommen Steinsprengungen sehr häufig vor zur Beseitigung von Schiffahrtshindernissen, Felssprengungen, oft auf längeren Strecken, zur Vertiefung des Fahrwassers. Solche Arbeiten haben in neuerer Zeit in großartigem Maßstabe am Rhein auf der Strecke von Bingen bis St. Goar, in kleinerem Umfange an der Mosel, Weser und Elbe stattgefunden, besonders unter Verwendung von Tauchern, Taucherschächten und Maschinen.

Sprengschüsse sind am wirksamsten in dichtem, festem Gestein ohne Klüfte. In klüftigem, blättrigem Gestein dagegen wirken Sprengschüsse nur wenig; hier führt der Betrieb mit Brechstangen und Keilen

oft schneller zum Ziele, selbst unter Wasser (mit Zuhilfenahme von Tauchern). Am Rhein wird die Felssohle von blättriger Beschaffenheit im Großbetriebe vertieft mit einer schwimmenden Maschine, dem sogen. Felsenstampfer. Dies ist ein riesiger, 200 Zentner schwerer Fallmeißel, der von einem Schiffe aus mit Dampfkraft gehoben und fallen gelassen wird und die Felsen dadurch zertrümmert. Die Trümmer werden nachher weggebaggert.

## B. Sprengstoffe.

Die Wirkung der Sprengstoffe beruht auf der plötzlichen Entwicklung starker Gase infolge der Zündung. Die Wirkung ist um so größer, je mehr die Sprenggase durch die Art der Ladung an Ausdehnung verhindert werden. Hierzu dient die Verdämmung oder der Besatz des Bohrloches (vergl. Seite 85). Bei den starken Sprengstoffen (Dynamit) ist die Gasentwicklung plötzlicher als bei den gewöhnlichen Sprengstoffen (Schwarzpulver). Der Besatz braucht bei den starken Sprengstoffen daher nicht so fest zu sein als bei den gewöhnlichen.

**1. Sprengpulver** (Schwarzpulver). Dies ist eine Mischung von drei gepulverten Bestandteilen: Salpeter, Schwefel und Holzkohle.<sup>1)</sup> Die Körner, künstlich hergestellt, sind größer als bei dem gewöhnlichen Schießpulver, meist 5 bis 8 mm lang. Die Körner sind eckig und schwach poliert. Es enthält gewöhnlich 65 Teile Salpeter, 15 Teile Schwefel und 20 Teile Kohle. Die Zündung erfolgt durch Erhitzung, die durch eine angebrannte Zündschnur oder durch die Explosion eines Zündhütchens herbeigeführt wird. Sprengpulver muß sorgfältig vor Feuchtigkeit und Nässe bewahrt werden, sonst verliert es seine Entzündlichkeit und Sprengwirkung. Die Verwendung des Sprengpulvers ist durch das Dynamit sehr zurückgedrängt worden. In vielen Fällen ist es aber vor diesem vorzuziehen, z. B. wenn es weniger auf eine starke Zertrümmerung, sondern mehr auf eine Zerklüftung des Gegenstandes ankommt. Pulver ist auch leichter erhältlich als Dynamit, d. h. ohne große polizeiliche Beschränkungen.

**2. Die Dynamitarten** (Sprengölstoffe). Der Hauptbestandteil der Dynamite ist das Sprengöl (Nitroglyzerin), das zwar selbst ein Sprengstoff ist, für sich allein aber wegen seiner Gefährlichkeit nicht verwendet werden darf. Es ist eine gelbliche, ölige Flüssigkeit, bestehend aus einem Gemisch von Salpeter- und Schwefelsäure, welchem Glycerin beigetröpfelt ist.

<sup>1)</sup> Schießpulver und Sprengpulver, beide Schwarzpulver genannt, haben die obigen Hauptbestandteile, aber in verschiedener Menge und in verschiedener Korngröße und -gestalt.

Gegen die Einwirkung des Wassers sind die Dynamite unempfindlich, wenn sie dem Wasser nicht gar zu lange ausgesetzt werden. Daher sind sie zum Sprengen unter Wasser besonders geeignet.

I. Das gewöhnliche Dynamit (Teig- oder Guhrdynamit). Es besteht aus einer hellgelben, teigartigen Masse, die durch Mischung von Bergmehl (feine Kieselerde, Kieselguhr) mit Sprengöl hergestellt wird. Das Dynamit wird in Patronen geliefert, das sind walzenförmige, etwa 20 bis 25 cm lange Hülsen von Pergamentpapier. 10 Patronen, zusammen etwa 2 bis 2,5 kg schwer, machen den Inhalt einer Kiste aus. Der Durchmesser der Patronen (etwas kleiner als das Bohrloch) beträgt meistens 2 bis 3 cm.<sup>1)</sup> Die Explosion des Dynamites wird durch bloße Erhitzung nicht sicher herbeigeführt; es bedarf dazu vielmehr eines plötzlichen starken Schlages, wie er durch ein Zündhütchen (Zündkapsel) bewirkt wird. Alle Zünder für Dynamit enden daher in einem Zündhütchen. Die Sprengwirkung des Dynamites ist etwa 5- bis 7mal so groß als diejenige des Pulvers von gleichem Gewicht.

Das Dynamit kommt in vier verschiedenen Nummern in den Handel, die verschiedenen Sprengölgehalt haben und daher verschieden stark sind. Nr. 1 mit 75 vH. Sprengöl ist das stärkste und teuerste, für hartes Gestein bestimmt; Nr. 2, 3 und 4 sind billiger, haben geringeren Sprengölgehalt und sind für mittelhartes bzw. weiches Gestein bestimmt.

Dynamit gefriert und erstarrt schon bei + 6° bis 8° C.; es ist in diesem Zustande schwerer entzündlich. Gefrorenes Dynamit darf unter keinen Umständen zum Sprengen verwendet werden, weil gerade die Unsicherheit der Entzündung große Gefahren mit sich bringt.

II. Sprenggelatine (Sprenggummi) enthält  $\frac{9}{10}$  Sprengöl und  $\frac{1}{10}$  aufgelöste Kollodiumwolle; sie bildet eine bernsteinhelle, gummiartige Masse und wird in Patronen wie das Dynamit verhandelt. Ihre Sprengkraft ist noch bedeutender als die des Dynamites; sie ist aber auch teurer. Bezüglich der Zündung und des Frierens gilt dasselbe wie für Dynamit. Sie wird bei sehr hartem Gestein verwendet.

Anm. Es gibt noch eine dritte stärkere Dynamitart, Gelatinedynamit, die dickflüssig ist, auf welche aber nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Der Vollständigkeit wegen ist als ein weiterer Sprengstoff die Schießbaumwolle (Nitrozellulose) anzuführen. Diese wird aber nur zu militärischen Zwecken verwendet. Sie besteht aus Baumwollen- oder anderem Pflanzenfaserstoff (Zellulose), der mit Schwefel- und Salpetersäure behandelt (nitriert) und alsdann zu Paketen gepreßt wird. Sie steht in der Sprengwirkung zwischen Dynamit und Pulver.

**3. Die Zünder.** Die Zündung der Sprengstoffe wird durch Handzündung oder durch elektrische Zündung bewirkt. Zur Handzündung dient die Bickfordsche Zündschnur, auch Sicherheitszündschnur genannt, weil sie auf 1 m Länge immer eine bestimmte

<sup>1)</sup> Es kommen im Handel Stärken von 15 bis 50 mm vor.

Brenndauer hat, etwa 1 bis 2 Minuten.<sup>1)</sup> Sie kann also so lang bemessen werden, daß sich die Sprengarbeiter nach Anzündung der Schnur vor dem Schusse sicher entfernen können. Sie besteht aus einer runden baumwollenen Schnur, die eine dünne Pulverseele enthält. Sie wird in Ringen von 8 m Länge geliefert. Für die Zündung von Pulver genügt die Zündschnur allein. Sie kann aber auch für Pulver in einem aufgeschobenen und aufgeklebten Zündhütchen (Zündkapsel) endigen (Abb. 85). Die Zündung ist in diesem Falle plötzlicher und die Sprengwirkung etwas größer. Das Zündhütchen (Zündkapsel) ist ein Hütchen von Kupferblech, auf dessen Boden sich ein Satz von Knallquecksilber befindet. Für die Zündung von Dynamit muß die Zündschnur in einem Zündhütchen endigen. Die Bickfordsche Zündschnur ist außen geteert, für Sprengungen unter Wasser aber mit einem Kautschuküberzug versehen. Sie brennt unter Wasser weiter. Versager kommen bei ihr selten vor, zuweilen aber ein sogen. Nachbrennen, d. i. ein verzögertes Brennen. Bleibt der Schuß aus, so darf unter keinen Umständen früher als 10 Minuten nach der erwarteten Zeit an die Sprengladung herantreten werden. Durch Knicke in der Zündschnur können Versager oder ein Nachbrennen leicht verursacht werden. Knicke sind daher jedenfalls zu vermeiden.



Abb. 85.

Die sicherste Zündung ist die elektrische Zündung. Man braucht dazu den elektrischen Zünder, eine Drahtleitung und eine Elektrisiermaschine. Der elektrische Zünder (Abb. 86) besteht in einer kupfernen Sprengkapsel mit Knall- und Zündsatz. In letzteren reichen zwei gedrehte Kupferdrähte hinein, die mit Kautschuk überzogen sind; die untersten Enden ragen jedoch aus dem Kautschuk eben frei hervor. Die Drähte trennen sich nach oben. Sie werden je mit einem langen Kupferdraht nach einer Elektrisiermaschine hin verbunden (50 m und mehr). Nachdem der Zünder in die Sprengladung eingeführt ist und die Arbeiter sich zurückgezogen haben, wird an der Elektrisiermaschine einige Mal die Kurbel gedreht; dann genügt an der Maschine der Druck auf einen Knopf, um die Ladung plötzlich zu entzünden. Es springt nämlich ein elektrischer Funke durch die Leitung und die Zündkapsel, so daß diese sowie zugleich die Ladung explodiert. Vorteile der elektrischen Zündung sind: Die Entzündung kann mit Hilfe der Drahtleitung von einem beliebigen Punkte aus, in größerer Entfernung von den Schüssen, genau zu einer bestimmten Zeit bewirkt werden (bei Sprengungen im

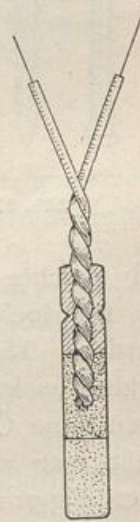


Abb. 86.

<sup>1)</sup> Die Brenndauer muß bei jeder Lieferung vorher durch Versuch erprobt werden.

Wasser namentlich auch vom Lande her). Die Gefahren, die bei der Zündschnur durch das Nachbrennen entstehen können, werden vermieden. Endlich kann eine größere Anzahl von Schüssen gleichzeitig abgebrannt werden, wodurch die Sprengwirkung erhöht wird.

### C. Ausführung der Sprengarbeiten.

4. **Das Bohren.** Stein- oder Meißelbohrer sind runde (auch 6- oder 8kantige) Stahlstäbe, unten mit meißelartiger Schneide versehen (Abb. 87). Der gewöhnliche Meißelbohrer hat nur eine Schneide, der Kreuzbohrer zwei einander kreuzende Schneiden. Kreuzbohrer

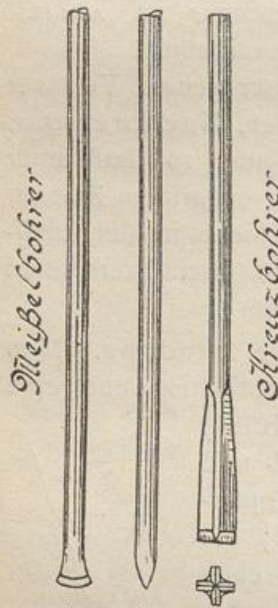


Abb. 87.

werden bei sehr festem Gestein verwendet. Das Bohren geschieht mit Handbetrieb, seltener mit Maschinen. Beim Handbohren hält ein Mann, der Setzer, den Bohrer senkrecht über den Stein, während ein anderer Mann, der Schläger (oft auch zwei), mit einem schweren Hammer daraufschlägt. Nach jedem Schlage hebt der Setzer den Bohrer etwas, dreht ihn ein wenig und setzt ihn wieder. Bei mangelhaft ausgeführtem Setzen wird das Bohrloch leicht eckig und krumm, der Bohrer klemmt sich dann fest, so daß nicht weiter gebohrt werden kann. Ein solches Bohrloch nennt man verbohrt. Die Bohrlochtiefe ist je nach der Festigkeit des Gesteines und nach dem angewendeten Sprengstoffe verschieden, ebenso die Weite des Bohrloches. Häufige Tiefen: 20 bis 60 cm, Weiten 2 bis 5 cm, durchschnittlich 3 cm. Pulver verlangt eine größere Tiefe und Weite des Bohrloches als Dynamit

bei gleicher Wirkung. Beim Bohren im Trockenen muß das sich im Bohrloche ansammelnde Bohrmehl von Zeit zu Zeit entfernt werden. Dies geschieht mit dem sogen. Krätzer, einem starken Drahte, welcher unten rechtwinklig umgebogen und abgeplattet ist und oben eine Öse als Handgriff hat. Zur Beschleunigung des Bohrens gießt man ab und zu etwas Wasser in das Bohrloch. Ein Gummi- oder Pappiring, auf das Bohrloch während des Arbeitens gedeckt, hindert den Bohrschlamm am Herausspritzen.

Bei großen Sprengbetrieben, z. B. wie am Rhein, werden Bohrmaschinen angewendet. Die Maschinen werden meistens mit Preßluft, in neuerer Zeit auch elektrisch betrieben. Die Bohrer, welche im wesentlichen wie die Handbohrer beschaffen sind, bilden die Verlängerung einer Kolbenstange, die sich schnell hin und her bewegt.

Der Bohrer stößt infolgedessen in schneller Folge auf den Stein und dreht sich nach jedem Stoß ähnlich wie durch das Setzen beim Handbohren (Stoßbohrmaschine).

Die Bohrerschneiden beim Hand- und Maschinenbohren nutzen sich sehr schnell ab und müssen daher oft geschärft werden. Dies geschieht durch Behämmern des in Kohlenfeuer glühend gemachten Bohrstahles und nachheriges Abschrecken (Härten) in Wasser.

**5. Sprengen des Pulvers im Trockenem.** Das Bohrloch wird, falls es feucht ist, mit dem umgekehrten Krätzer ausgetrocknet, an dessen Öse zu dem Zweck Werg oder Heu gewickelt wird. Das Pulver wird in einer Papierhülse (Patrone) mit eingesetzter Zündschnur hinabgeführt (Abb. 88). Die Patrone ist vorher so zu füllen, daß die Zündschnur mit ihrem schräg abzuschneidenden Ende bis in die Mitte des Pulvers hinabreicht. Die Patrone wird am oberen Ende mit Bindfaden um die Zündschnur festgebunden. Auf die in das Bohrloch gesteckte Patrone wird alsdann ein sogen. Schlußpfropfen aus Papier, Heu oder dergl. geschoben, darauf wird Sand aufgeschüttet und mit einem hölzernen Ladestock leicht aufgedrückt, endlich wird der eigentliche Besatz, nämlich mit Hand geformte Ton- oder Lehmkugeln, eingeschoben und festgestampft, bis das Bohrloch gefüllt ist. Dabei ist sorgfältig darauf zu achten, daß die an die Lochwand gedrückte Zündschnur nicht leidet oder gar geknickt wird (sonst leicht Versager). Sie muß so lang über den Besatz hinausragen, daß sich die

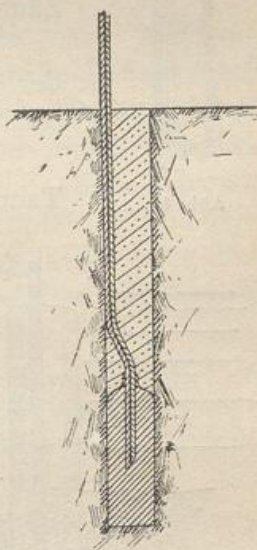


Abb. 88.

Arbeiter nach dem Anzünden sicher entfernen können. Für feuchte Bohrlöcher muß die Patrone mit Talg bestrichen oder aus Guttapercha hergestellt werden. Ist das Bohrloch sehr dicht, so daß ein seitliches Verlaufen des Pulvers nicht zu besorgen ist, so kann dieses auch lose — ohne Patrone — mit einem Trichter in das Bohrloch geschüttet werden (Sprengen von Steinen). Bei der elektrischen Zündung geschieht die Ladung und Besetzung des Bohrloches ebenso, nur werden an Stelle der Zündschnur die in Ziff. 3 erwähnten Leitungsdrähte nebst Zünder in die Patrone eingefügt. Die Drähte, an der Bohrlochmündung hochgeführt, müssen ebenso sorgfältig behandelt werden wie die Zündschnur. Wo ein zu weites Fliegen der Sprengstücke zu befürchten ist, sind die Schüsse mittels Faschinen, geflochtener Hürden, Bohlen u. dergl. abzudecken.

**6. Sprengen mit Dynamit im Trockenem.** Die Dynamitpatrone oder, wenn es sich um stärkere Schüsse handelt, mehrere übereinander werden in das Bohrloch gesteckt und mit dem hölzernen

Ladestock festgedrückt. Darüber kommt zweckmäßig eine besondere kleine Dynamitpatrone, die Zündpatrone (s. a. Abb. 89). Vor dem



Abb. 89.

Einstecken wird diese am oberen Ende geöffnet und das Zündhütchen, in welchem die Zündschnur endigt, in das Dynamit etwas eingedrückt, dann die Patronenhülse mit Bindfaden um die Zündschnur fest zugebunden und die Patrone hinabgeführt.<sup>1)</sup> Der Besatz des Bohrloches über der Zündpatrone ist wie bei Pulverladung, kann aber auch nur aus Sand bestehen. Bei der elektrischen Zündung wird ebenso geladen, nur treten an die Stelle der Zündschnur die Leitungsdrähte mit dem geeigneten Zünder.

Das Bedecken der Schütze gegen zu weites Fliegen der Sprengstücke geschieht wie bei Pulversprengung (Ziff. 5).

### 7. Sprengen mit Pulver unter Wasser (ohne Taucher, Abb. 90).

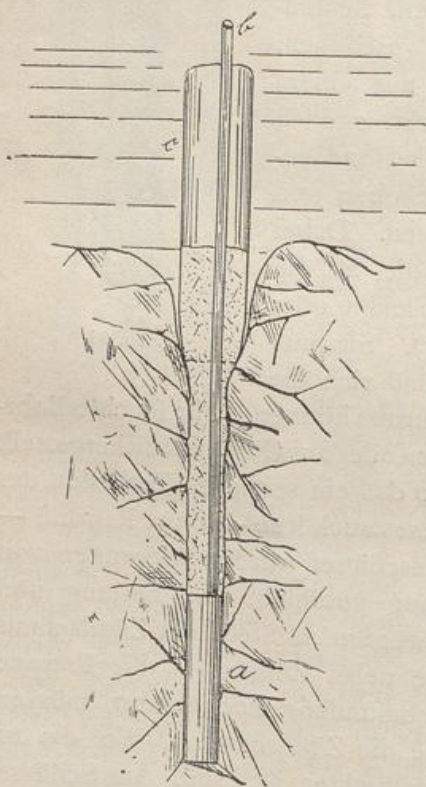


Abb. 90.

Es sei flaches Wasser vorausgesetzt (bis etwa 1 m tief). Das Bohren geschieht von einem Floße oder Kahngertüst aus mit hinreichend langen Bohrstanzen. Die Bohrlöcher werden sodann, wenn nicht alsbald die Ladung erfolgen kann, mit zugespitzten Holzstanzen leicht zugestöpselt, damit sie nicht versanden, verschlammen oder gar verloren werden. Nach Entfernung des Stöpsels wird die Ladung bewirkt. Die Patrone besteht aus einer walzenförmigen Blechbüchse *a*, an die eine enge Röhre *b* für die Zündschnur angelötet ist. Diese Röhre reicht möglichst bis über Wasser. Die Blechbüchse ist unten mit Einschiebdeckel fest verschließbar. Nachdem — über Wasser — das Pulver in diese Blechpatrone vom Unterende her eingeschüttet und die Zündschnur angebracht ist, wird der untere Deckel geschlossen.

<sup>1)</sup> Die Verwendung einer Zündpatrone ist zweckmäßig, aber nicht unbedingt nötig. Das Zündhütchen kann auch in die oberste gewöhnliche Patrone eingeführt werden.

Die Büchse wird dann vermittels eines weiten blechernen Führungsrohres *c* in das Bohrloch hinabgelassen. Das Führungsrohr verjüngt sich unten, so daß es in die obere Bohrlochmündung sicher hineinpaßt. Alsdann wird Sand durch das Führungsrohr als Besatz in das Bohrloch hinabgeführt und festgestampft, das Führungsrohr herausgenommen und die Zündschnur entzündet. In flacherem Wasser bedarf man des Führungsrohres nicht; man führt die Blechpatrone an der angelöteten Zündschnurröhre oder an einer angebundenen Rute in das Bohrloch, setzt in dieses einen langhalsigen Trichter ein und schüttet, während die Zündschnur festgehalten wird, Sand oder schnell bindenden Zement als Besatz hinab. — Das Verfahren mit elektrischer Zündung ist ganz ähnlich nach Maßgabe des vorigen.

### 8. Sprengen mit Dynamit unter Wasser (ohne Taucher).

Es sei flaches Wasser vorausgesetzt (bis etwa 1 m tief). Das Dynamit wird in eine Blechhülse, je nachdem eine oder mehrere Patronen übereinander, gesteckt, an die Blechhülse ein Stock oder stärkere Weidenrute gebunden, an diese die aus der obersten Patrone herausragende Zündschnur befestigt und die Blechhülse in das Bohrloch hineingeführt. Eines Besatzes bedarf es hier nicht durchaus, da das über dem Dynamit anstehende Wasser sozusagen als Besatz wirkt. Wirksamer ist jedoch auch hier Sandbesatz wie bei Ziffer 7.

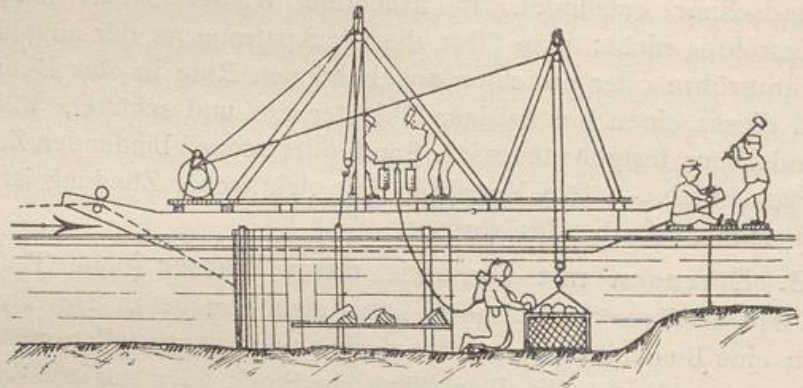
Anm. Handelt es sich darum, geringe Sprengwirkungen zu erzielen, so kann ein Bohrloch bisweilen entbehrt werden; die mit Zündschnur versehene Dynamitpatrone wird dann auf den zu sprengenden Gegenstand auf- oder angelegt und der Schuß entzündet.

### 9. Felsensprengungen unter Wasser mit Taucher (Abb. 91 und 92). (Beispiel.)

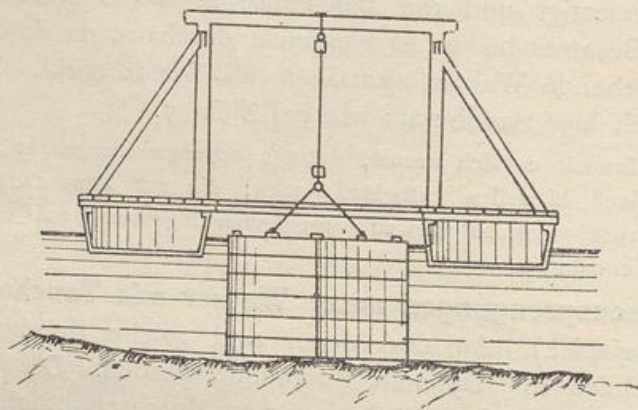
An der Mosel sind solche Sprengungen auf größeren Strecken mit Dynamit ausgeführt worden. Die Wassertiefe betrug während der Arbeit höchstens 2 m, durchschnittlich bis 1,5 m. An der Arbeitsstelle wird ein sogen. Sprenggerüst verankert; das ist ein durch zwei gekuppelte Nachen gebildetes schwimmendes Gerüst (Schwimmbrücke), das mit einem Bockgerüst und einem sogen. Dreibein überbaut ist. An dem oberen Querbalken des Bockgerüsts wird ein hölzerner sogen. Strombrecher oder Stauschirm auf den Felsgrund hinabgelassen.<sup>1)</sup> Er ist mit Steinen beschwert und nach oberstrom verankert. Unter dem Schutze des Strombrechers kann ein Taucher wie in stillem Wasser ruhig arbeiten. An das Sprenggerüst ist hinten ein Floß angehängt, auf welchem die Bohrmannschaft steht. Ein Mann setzt den Bohrer, und ein anderer schlägt zu. Zuerst wird der Bohrer aber von dem im Wasser befindlichen Taucher richtig angesetzt. Nach Fertigstellung des Bohrloches führt der Taucher die Dynamitpatrone, mit Zündkapsel und Bickfordscher Zündschnur versehen, nachdem sie

<sup>1)</sup> Hierbei ist die starke Strömung in der Mosel in Betracht zu ziehen.

auf dem Gerüst an eine Weidenrute gebunden ist, mit dieser in das Bohrloch so, daß das Ende der Zündschnur an der Weidenrute aus dem Wasser hervorsteht. Nachdem der Taucher dem Bohrloche einen Besatz aus feinkörnigem Kies gegeben hat, steigt er aus dem Wasser.



Längenschnitt.



Querschnitt.

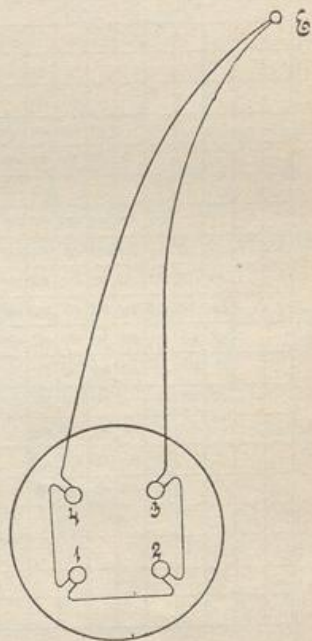
Abb. 91 u. 92.

Die Zündschnur wird angezündet; nach der bemessenen Zeit folgt der Schuß, nämlich ein dumpfes Krachen und ein leichtes Aufwallen des Wassers. Der Taucher steigt wieder ins Wasser, setzt von neuem die Bohrstange an passender Stelle an, sammelt im Schutze des Strombrechers die gesprengten Felsmassen in einen  $\frac{1}{4}$  cbm haltenden eisernen Korb. Der Korb wird mittels Bockwinde und Flaschenzuges heraufbefördert, die gesprengten Felsstücke in Nachen geladen und am Ufer aufgesetzt.

Anm. Das Sprenggerüst bleibt während des Schusses an Ort und Stelle, ohne Schaden zu nehmen, da die Dynamitladung (mit 1 Patrone) nur mäßig ist und das Wasser die Sprengtrümmer niederhält. Nur das Floß wird vor dem Schusse beiseite genommen.

### 10. Felsensprengungen unter Wasser mit Taucherschächten.

(Über Taucherschächte, Taucherglocken siehe Tauchen.) Solche Sprengungen werden am Rhein im großen ausgeführt, und zwar in erheblichen Tiefen (bis 5 m und mehr). Man kann in der Taucherglocke, nachdem sie vom Schiffe aus auf den Grund hinabgelassen und das Wasser mit Preßluft hinausgetrieben ist, im Trockenen bequem Bohrlöcher mit der Hand bohren oder mit Maschinen, falls die Einrichtung hierfür getroffen ist. Am Rhein werden zum Bohren Maschinen verwendet, die mit Preßluft getrieben werden. In einer Taucherglocke kann man gleichzeitig, je nach ihrer Größe, 2 bis 8 Bohrlöcher herstellen (vergl. Abb. 93 mit 4 Bohrlöchern). Nach Fertigstellung der Bohrlöcher werden diese mit der Dynamitladung, sodann mit dem elektrischen Zünder und mit Kiesbesatz versehen. Die Zünder werden mit Drähten verbunden, und zwar die der benachbarten Löcher (3, 2, 1, 4) untereinander, ferner wird das eine lange Drahtende vom ersten Bohrloch (3) und das andere lange Drahtende vom letzten Bohrloch (4) zusammengenommen und diese Enden dann unter der Taucherglocke nach oben geführt.



Taucherglocke.

Abb. 93.

Nachdem die Taucherglocke gehoben ist, fährt das Taucherschiff dann mit den etwa 50 m langen Drähten beiseite; die beiden Drahtenden werden mit der Elektrisiermaschine (E) verbunden, der Knopf gedrückt, und sämtliche Schüsse der Bohrlöcher (1, 2, 3 und 4) erfolgen auf einmal.<sup>1)</sup> Alsdann fährt das Taucherschiff wieder auf die Sprengstelle; die Glocke wird abermals gesenkt, die Sprengtrümmer werden besichtigt, die großen Sprengstücke werden mit Keilen und Hämmern zerschlagen, auch etwa stehengebliebene Rippen der Felssohle abgekeilt. Handelt es sich um wenige Trümmer, so können diese mittels Kübel und Haspel durch die Mannschaft des Taucherschiffes durch die Glocke hindurch nach oben gewunden werden. Sie werden dann in Prahme geschüttet und abefahren. Bei größerem Betriebe jedoch werden die Trümmer, nach Abfahrt des Taucherschiffes, durch Greifbagger oder geeignete Eimerbagger beseitigt.

<sup>1)</sup> Die Sprengwirkung mehrerer benachbarter, gleichzeitig erfolgender Schüsse ist bedeutend größer, als wenn sie einzeln nacheinander entzündet würden.

### D. Vorbereitung und Abnahme der Felsensprengungen unter Wasser.

11. Peilung des Sprengfeldes und Berechnung der Sprengmassen (Abb. 94). Den Felsensprengungen unter Wasser muß eine sehr sorgfältige Peilung vorhergehen. Es genügt hier nicht, einzelne

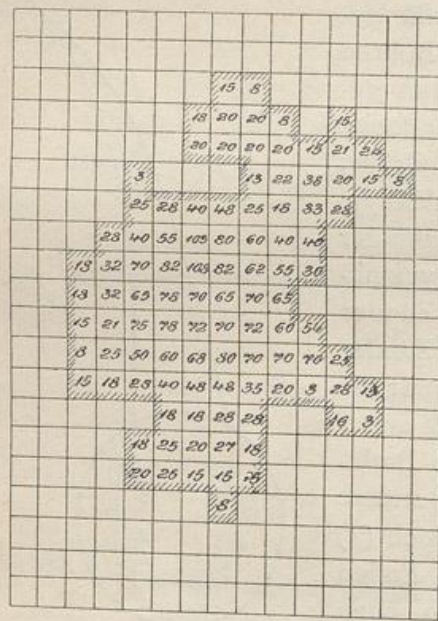


Abb. 94.

Querschnitte abzupeilen, sondern es muß ein vollständiges dichtes Peilnetz über das Sprengfeld aufgenommen werden so, daß die Maschen dieses Netzes Quadrate von höchstens 1 m Seite sind (Netzpeilung). In der Ecke jedes Quadrates erfolgt ein Peilstich. Im Plane werden die Tiefen in die Endpunkte der Quadrate eingeschrieben, und in der Mitte jedes Quadrates alsdann die mittlere Tiefe, welche aus den vier Ecktiefen berechnet (gemittelt) ist. Kennt man nun die Tiefe der herzustellenden Sprengssole und zieht von dieser die gepeilte bzw. gemittelte Tiefe in jedem Falle ab, so erhält man in jedem Quadrat die mittlere

Sprenghöhe, die in den Netzplan eingeschrieben wird (Abb. 94). Diese, multipliziert mit 1 qm, gibt die zu sprengende Felsmasse in dem betreffenden Quadrat. Die Massen aus sämtlichen Quadraten zusammengezählt, ergeben die zu beseitigende Felsmasse des ganzen Sprengfeldes. Sind die Einzelflächen des Peilnetzes nicht Quadrate, sondern Rechtecke oder Dreiecke, so ist deren Fläche mit ihren mittleren Sprengtiefen entsprechend in Rechnung zu stellen.

Diese Berechnungsweise ergibt die zu beseitigende Felsmasse im sogen. gewachsenen Zustande (im Abtrag). In Abb. 94 sind die mittleren Sprenghöhen, d. i. die Höhen der Felsen über der Sprengssole, in Zentimetern eingetragen. In den freigelassenen Feldern erreicht der Fels die Sprengssole nicht.

Um die vorgeschriebene Sprengssole tatsächlich herzustellen, müssen aber erheblich mehr Massen herausgesprengt werden, als nach dem vorherigen berechnet ist. Denn jeder Sprengschuß erzeugt eine kegelförmige oder trichterartige Vertiefung, den Sprengtrichter (Abb. 94 a). Die Bohrlöcher müssen daher 0,30 bis 0,60 m tiefer gebohrt werden, als die vorschriftsmäßige Sprengssole (a—a) liegen

soll, damit die zwischen den einzelnen Trichtern stehenbleibenden Rippen über die Sohle nicht hervorragen. Werden die herausgeschafften Sprengtrümmer am Lande nachgemessen und aufgesetzt, so ergibt sich gegen die gewachsene Masse von 1,0 cbm Felsen eine bedeutende Auflockerung bis zu 1,40 cbm.



Abb. 94 a.

Die im Auftrag gemessene Sprengmasse eines Sprengfeldes ergibt also ein Mehr gegen die berechnete Abtragmasse des gewachsenen Felsens sowohl infolge der Sprengtrichter, wie infolge der Auflockerung. Dieses Mehr beträgt oft so viel, daß 2 cbm aufgesetzter Felsmasse entsprechen 1 cbm gewachsen berechneter Felsmasse.

Sind die Felsbänke sehr zackig, so genügt die beschriebene Peilung allein nicht, um sicher jede Spitze zu finden. Vielmehr muß das Sprengfeld dann zu diesem Zwecke mit dem Peilrahmen abgefahren werden (vergl. Seite 78). Alle aufgefundenen Zacken erhalten dann besondere Peilstiche.

**12. Abnahme der Sprengarbeiten.** Die Abnahme der Sprengsohle geschieht mit dem Peilrahmen (vergl. Abb. 84); sie kann erst als fertig vollzogen gelten, wenn die Taststange, entsprechend eingestellt, nirgends anstößt. Andernfalls müssen stehengebliebene Rippen nachgesprengt werden. Sind sie ganz unbedeutend, so gelingt zuweilen das Abmeißeln und Abkeilen, namentlich unter Zuhilfenahme eines Tauchers, ferner das Sprengen ohne Bohrloch mit aufgelegter Dynamitpatrone; andernfalls müssen regelrechte Schüsse gesetzt werden.

### E. Vorschriften über den Verkehr mit Sprengstoffen<sup>1)</sup>.

1. Das Reichssprengstoffgesetz vom 9. Juni 1884 (R.-G.-Bl. S. 61 ff.)<sup>2)</sup>

Nach § 1 ist die Herstellung, der Vertrieb und der Besitz von Sprengstoffen (Dynamit und dergl.) nur mit polizeilicher Genehmigung zulässig.

Auf Sprengmittel, die vorzugsweise als Schießmittel verwendet werden, findet dieses Gesetz keine Anwendung, z. B. auf Schieß- und Sprengpulver (Bekanntmachung vom 13. März 1885, R.-G.-Bl. S. 78); jedoch unterliegen auch diese Sprengmittel polizeilicher Überwachung gemäß der nachfolgenden Polizeiverordnung vom 19. Oktober 1893.

<sup>1)</sup> Diese Vorschriften sind vollständig und übersichtlich zusammengestellt in einem kleinen Druckhefte „Die reichs- und landesrechtlichen Vorschriften über den Verkehr mit Sprengstoffen“. Berlin, Karl Heymanns Verlag. 50 Pf.

<sup>2)</sup> Das Gesetz heißt genauer: Das Reichsgesetz gegen den verbrecherischen und gemeingefährlichen Gebrauch von Sprengstoffen.

Reichs- oder Landesbehörden bedürfen der polizeilichen Genehmigung nicht, wenn Sprengstoffe von der zuständigen Verwaltung zum eigenen Gebrauche hergestellt, besessen, eingeführt oder vertrieben werden. (Dies trifft z. B. bei Sprengarbeiten der Strombauverwaltungen öfters zu.)

Für die Erteilung der Genehmigung (§ 1) ist zuständig der Landrat, in Städten von mehr als 10 000 Einwohnern die Ortspolizeibehörde (Bürgermeister). (Siehe preußische Ausführungsverordnung zum Reichssprengstoffgesetz vom 11. September 1884. Min.-Bl. f. d. i. V. S. 186.)

2) Die Polizeiverordnung, betreffend den Verkehr mit Sprengstoffen, vom 19. Oktober 1893, erlassen von den Ministern des Innern und für Handel und Gewerbe. Sie gilt für das preußische Staatsgebiet. Die jetzt maßgebende Fassung ist die vom 29. Juni 1898 (Min.-Bl. f. d. i. V. 1899, S. 58).

Die Bestimmungen der Polizeiverordnung begreifen (§ 1):

die Versendung von Sprengstoffen auf Land- und Wasserwegen,<sup>1)</sup>

den Handel mit Sprengstoffen,

die Aufbewahrung und Verausgabung von Sprengstoffen innerhalb des Betriebes von Bergwerken, Steinbrüchen, Bauten und gewerblichen Anlagen,

die Lagerung von Sprengstoffen.

Zu den der Polizeiverordnung unterliegenden Sprengstoffen gehören Pulver und die verschiedenen Dynamite (§ 2), nicht aber Zündhütchen für Handfeuerwaffen und Zündschnüre (§ 1, 4b u. c).

Einzelne der für Stromaufsichtsbeamte wichtigsten Bestimmungen mögen hier folgen.

#### Besondere Bestimmungen für den Land- und Wasserverkehr.

§ 7. Die Beförderung von Sprengstoffen auf Fuhrwerken und Schiffen, welche Personen befördern, ist verboten.

Eine Ausnahme findet nur statt, wenn in dringenden Fällen allgemeiner Gefahr, z. B. bei Eisstopfungen, die nötigen Sprengbüchsen und das zu deren Füllung erforderliche Material unter zuverlässiger Begleitung in kürzester Frist nach dem Bestimmungsorte geschafft werden soll

§ 8. Bei dem Verpacken und dem Verladen, sowie bei dem Abladen und Auspacken darf Feuer oder offenes Licht nicht gehalten, Tabak nicht geraucht werden.

Das Verladen und Abladen hat unter sorgfältiger Vermeidung von Erschütterungen zu erfolgen. Die Versendungsstücke dürfen deshalb nie gerollt oder abgeworfen werden.

Soll das Verladen oder Abladen ausnahmsweise nicht vor der Fabrik oder dem Lagerraum oder innerhalb dieser Räume geschehen, so ist hierzu die Genehmigung der Ortspolizeibehörde einzuholen.

§ 9 (gibt Vorschriften über feste Verpackung auf Fuhrwerken und Schiffen).

§ 10. Sprengstoffe dürfen nicht mit Zündhütchen, Zündpräparaten oder sonstigen leicht entzündlichen Gegenständen zusammen verladen werden.

<sup>1)</sup> Mit Ausnahme des Eisenbahn- und Postverkehrs und des Verkehrs mit Sprengstoffen und Munitionsgegenständen der Militär- und Marineverwaltung, sowie der Versendung von Sprengstoffen in Kauffahrteischiffen.

§ 11. Die Fuhrwerke und Schiffe müssen als Warnungszeichen eine von weitem erkennbare, stets ausgespannt gehaltene schwarze Flagge mit einem weißen P führen.

§ 12. Fuhrwerke und Schiffe, welche Sprengstoffe führen, dürfen niemals ohne Bewachung bleiben.

Auf den Fuhrwerken darf Feuer oder offenes Licht nicht gehalten, Tabak nicht geraucht werden. Auch in der Nähe der Fuhrwerke ist das Anzünden von Feuer oder Licht, sowie das Tabakrauchen verboten.

Anm. Bezüglich der Schiffe siehe weiter § 22.

§ 20. Auf Dampfschiffen, welche Personen befördern, dürfen Sprengstoffe nicht transportiert, an Schießpulver oder Feuerwerkskörpern jedoch darf so viel mitgeführt werden, als zur Abgabe von Signalen notwendig ist.

Die in § 7 enthaltene Ausnahmegestimmung findet auch hier Anwendung.

Fähren, welche Fuhrwerk mit Sprengstoffen übersetzen, dürfen nicht andere Fuhrwerke oder Personen befördern.

§ 22. Die Sprengstoffe müssen auf dem Schiffe in einem abgeschlossenen Raume, welcher bei Dampfschiffen möglichst weit von den Kesselräumen entfernt ist, unter Deck fest verstaut werden. Bei Verladung in offenen Booten müssen letztere mit einem dicht schließenden feuerfesten Plantuche (z. B. imprägnierte Leinwand) überspannt sein.

Weder in den so benutzten, noch in den unmittelbar daranstoßenden Räumen dürfen Zündhütchen und Zündschnüre verpackt sein.

Leicht entzündliche oder selbstentzündliche Stoffe, zu welchen Steinkohlen und Koks nicht gerechnet werden, sind von der gleichzeitigen Beförderung überhaupt ausgeschlossen.

§ 23. Sind zu öffnende Brücken oder Schleusen zu passieren, so hat der Transportführer dem Brücken- oder Schleusenwärter Anzeige zu erstatten und vor der Durchfahrt dessen Bestimmungen abzuwarten. Der Brücken- oder Schleusenwärter hat Sorge zu tragen, daß die Durchfahrt ohne unnötigen Aufenthalt und mit Vermeidung besonderer Gefahren erfolgt.

Das Anlegen darf nur an Orten geschehen, welche während des Aufenthaltes dem Publikum nicht zugänglich sind.

Die Ortspolizeibehörde ist stets vorher in Kenntnis zu setzen und hat Vorschriften über Ort und Zeit zu geben und Vorsichtsmaßregeln im einzelnen zu treffen.

#### **Bestimmungen über den Handel mit Sprengstoffen, sowie über deren Aufbewahrung und Verausgabung.**

§ 24. Wer Sprengstoffe feilhalten will, muß davon der Ortspolizeibehörde Anzeige machen. Wer Sprengstoffe feilhalten will, welche den Vorschriften des Reichsgesetzes vom 9. Juni 1884 unterliegen (Dynamit), bedarf dazu der polizeilichen Erlaubnis gemäß § 1 dieses Gesetzes (Landrat; vergl. Seite 92).

§ 26. Die Abgabe von Sprengstoffen, welche den Vorschriften des Reichsgesetzes vom 9. Juni 1884 unterliegen (Dynamit), darf seitens der Fabriken und Händler und ihrer Beauftragten nur an solche Personen erfolgen, welche nach den gemäß § 2 dieses Gesetzes erlassenen Anordnungen zum Besitz von Sprengstoffen berechtigt sind. Bei Staatswerken, welche besonderer Erlaubnis zum Besitz von Sprengstoffen nicht bedürfen, kann die Abgabe an solche Personen erfolgen,

welche von der Verwaltung des Werkes zu der Annahme ausdrücklich ermächtigt sind (z. B. bei Strombauverwaltungen).

Die Leiter der Bergwerke, Steinbrüche, Bauten und gewerblichen Anlagen sind verpflichtet, Maßregeln zu treffen, welche eine Verwendung der zum Verbrauch in Betriebe verausgabten Sprengstoffe durch die Bergleute, Arbeiter usw. zu anderen Zwecken ausschließen.

#### Bestimmungen über die Lagerung von Sprengstoffen.

§ 29. Wer mit Pulver Handel treibt, darf:

1. im Kaufladen nicht mehr als  $2\frac{1}{2}$  kg,
2. im Hause nicht mehr als 10 kg vorrätig halten.

§ 30. Personen, welche nicht unter die Bestimmung des § 29 fallen, bedürfen für die Aufbewahrung von mehr als  $2\frac{1}{2}$  kg Pulver der polizeilichen Erlaubnis.

§ 33. Die in § 2 aufgeführten Sprengstoffe (Pulver und Dynamite) dürfen — abgesehen von den im § 29 vorgesehenen Ausnahmen — nur an der Herstellungsstelle oder an denjenigen Orten, wo sie innerhalb eines Betriebes zur unmittelbaren Verwendung gelangen, oder in besonderen Magazinen gelagert werden.

Die Niederlagen an der Verbrauchsstätte, sowie die besonderen Magazine bedürfen der polizeilichen Genehmigung und sind nach den von der Polizeibehörde zu erteilenden Vorschriften einzurichten.

#### F. Unfallverhütungsvorschriften für Sprengarbeiten.

Nachstehend folgen die Unfallverhütungsvorschriften für Sprengarbeiten in gedrängter Form zusammengefaßt.

##### Unfallverhütungsvorschriften.

1. Die Sprengmittel in besonderen Räumen, tunlichst 50 m von Wegen, Arbeitsstellen, offenen Feuern oder Baulichkeiten lagern und aufbewahren! Den Aufbewahrungsraum durch eine Tafel mit der Aufschrift: „Warnung, Sprengmittel“ erkennbar machen und so verschließen, daß er von Unbefugten nur unter Anwendung von Gewalt geöffnet werden kann!

2. Die Aufbewahrungsräume nicht mit offenem Lichte und nur mit Filzschuhen betreten!

3. Zündhütchen oder sonstige Zündstoffe nur gesondert von den Sprengmitteln im gleichen Raume aufbewahren!

4. Gefrorene Sprengmittel nie durch Auflegen auf Öfen, sondern nur in trockenen Behältern auftauen, die von außen durch lauwarmes Wasser oder durch Pferdedünger erwärmt werden, und zwar — ebenso die Anfertigung von Sprengstoffen — nur unter Aufsicht, in angemessener Entfernung von Gebäuden und Menschen!

5. Arbeiter dürfen die Sprengmittel nur von dem Betriebsvorsteher oder dessen Beauftragten empfangen, nur nach dessen Anweisung verwenden und müssen die nicht verwendeten Sprengmittel vor jedesmaligem Verlassen der Arbeitsstätte zurückgeben.

6. Sprengen mit reinem Sprengöl, Schießbaumwolle, sowie mit verdorbenen oder gefrorenen Sprengmitteln ist unzulässig. Verdorbenes Dynamit (durch stechenden

Geruch, häufig auch durch Entwicklung rotbrauner Dämpfe erkennbar) soll unter Aufsicht in offenem Feuer verbrannt werden.

Sprengstoffe nie in die Taschen usw. des Anzuges stecken!

7. Sprengen mit losem Pulver ist nur gestattet, wo seitliches Verlaufen des Pulvers in dem Bohrloche nicht zu erwarten. Loses Pulver nur in feuersicheren Behältern zur Verwendungsstelle bringen! Bei dem Schnüren (d. i. es wird ein Bohrloch, das durch Sprengen mit Dynamit erweitert ist, mit Pulver geladen) muß zwischen dem Abschießen des Dynamites und dem Laden mit Pulver ein Zeitraum von mindestens 15 Minuten liegen. Im übrigen ist die Verwendung von Sprengstoffen nur in Patronen gestattet. Patronen sollen aus wasserfestem Papier bestehen. Bei Verwendung von mehreren Patronen in demselben Bohrloche können diese leicht durch seitliches Hineinlaufen von Boden während des Ladens getrennt werden; daher in das Bohrloch zunächst eine Papierhülse einschieben, in welche alsdann die Patronen gebracht werden!

8. Als Besatzmittel nur weiche Materialien, die keine Funken reißen, benutzen und sie, ebenso die Patronen, nur mittels hölzerner oder kupferner Dämmer (Ladestöcke) in die Bohrlöcher bringen. Keine eisernen Nadeln beim Besetzen verwenden. Patronen erst unmittelbar vor dem Laden mit Zündhütchen oder Zündschnur versehen!

9. Zündungen so einrichten, daß den Arbeitern genügende Zeit bleibt, einen sicheren Ort aufzusuchen!

10. Verwendung einfacher Garnzünder ist untersagt, nur mindestens doppelte oder umspinnene Garnzünder zulässig.

11. Befehl zum Anzünden darf nur der Aufseher erteilen, nachdem in Zwischenräumen ein dreimaliges lautes Warnungszeichen (Horn, Glocke oder Zuruf) gegeben ist, und zwar dies, nachdem die Überzeugung gewonnen ist, daß Menschen nicht mehr gefährdet sind. Nach dem ersten Zeichen haben sich die Arbeiter in gehörige Entfernung oder in einen etwaigen Schutzraum zurückzuziehen, bis nach erfolgter Sprengung abermals ein Zeichen gegeben wird.

12. Liegen Sprengstellen nahe beieinander, dann sind die Zeichen auf verschiedene Art zu geben, um Verwechslungen zu vermeiden.

Zu weites Fliegen der Sprengstücke (u. a. auch bei Frost) ist durch Abdeckung der Schüsse mittels Faschinen, geflochtener Hürden, Schutzdeckel oder dergl. zu verhindern.

14. Auf Wegen, Eisenbahnen, Wasserstraßen usw., wo die zufällige Annäherung Unbeteiligter zu befürchten ist, sind Posten mit Fahnen auszustellen oder Absperrungen vorzunehmen.

15. Hat ein Schuß versagt, dann das Zeichen zur Annäherung erst zehn Minuten nach erfolgtem Anzünden geben! Einen derartigen Schuß nicht ausbohren, sondern mittels einer Schlagpatrone entzünden! Zu diesem Zwecke den Besatz nur durch Werkzeuge aus Holz, Weichkupfer oder Weichmessing, und zwar nicht weiter als bis auf 10 cm über der Patrone, entfernen!

16. Tieferbohren stehengebliebener Sprenglochreste (Pfeifen) ist verboten.

17. Bei Handhabung von Sprengmitteln (Beförderung, Verarbeitung usw.) ist Rauchen verboten.

18. Sprengstoffe nicht gemeinschaftlich mit anderen Gegenständen befördern, Vorübergehende durch Zuruf warnen!