

Zeitschrift:	Schweizerische Militärzeitschrift
Band:	20 (1854)
Heft:	11-12
Artikel:	Ueber die Anwendung des galvanischen Stroms zur Zündung der Kriegsminen
Autor:	Rüstow, W.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-91955

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Basel, 30. Juni. 1854. № 11 u. 12. Bwanzigster Jahrg.

Abonnementspreis: Für Basel Fr. 5 — Für auswärts Fr. 5, 50.

Über die Anwendung des galvanischen Stroms zur Bündung
der Kriegsminen.

Anmerkung der Redaktion. Dieser Aufsatz ist seit bald zwei Jahren in unseren Händen, mußte aber wegen mannigfachen Umständen immer zurückgelegt werden bis heute. Hat nun auch die Anwendung des galvanischen Stroms seit jener Zeit mehrfache Fortschritte gemacht, die natürlicher Weise hier noch nicht beachtet werden konnten, so glauben wir doch, daß die klare Auseinandersetzung des ganzen Verfahrens, wie sie hier vorliegt, für unsere Kameraden von hohem Interesse sein dürfte. Gedenfalls bürgt der Name des Verfassers, Hr. Prof. Rüstow, für etwas Gediegenes.

Die Zündung der Kriegsminen muß den Verhältnissen gemäß, unter welchen sie angewendet werden, gemeinhin von einem Orte

aus erfolgen, der noch viel weiter von der Ladung entfernt ist, als es die Sicherheit des Zündenden vor umherstiegenden Erdklößen, Steinen u. s. w. allein erfordern würde.

Dieser Ort, der Heerd, muß mit der Ladung in Verbindung stehen, sei es nun, daß man den brennbaren Körper, den Zünder, welchen die Explosion unmittelbar veranlassen soll, in der Ladung selbst angebracht habe, sei es, daß man ihn erst in dem Augenblicke, in welchem die Explosion erfolgen soll, in die Ladung hineinbringen will.

Bei der Zündung mittelst der Pulverwurst dient als Zünder das eine Ende der Pulverwurst, welches sich im Pulverkasten befindet. Hier also braucht man nicht erst, wenn die Explosion erfolgen soll, den Zünder in den Pulverkasten hineinzuschicken, sondern nur das Feuer, welches ihn selbst in Brand bringen soll. Dies geschieht durch Anzünden desjenigen Endes der Wurst, welches sich am Heerde befindet. Die Verbindung zwischen Heerd und Pulverkasten, die Leitung bildet die Pulverwurst selbst und die hölzerne Leitrinne, in welche sie zur Sicherung gegen Feuchtigkeit und zur Erhaltung des zum Verbrennen nothwendigen Quantum's Luft eingeschlossen ist.

Bei der Raketenzündung bringt man den Zünder, die Rakete oder den Schwärmer, erst in dem Augenblick in die Pulverladung, in welchem die Explosion erfolgen soll. Die Rakete trägt die zur Zurücklegung des Wegs vom Heerd nach der Ladung erforderliche Bewegungskraft in sich selbst; aber sie braucht einen freien Raum zu ihrer Bewegung. Man muß also den Pulverkasten mit dem Heerde abermals durch eine Leitrinne verbinden, in welcher die Rakete laufen kann.

Bei der Phosphorzündung oder, wenn man ein Perkussionseschloß am Pulverkasten angebracht hat, braucht man ebenso eine Leitrinne, in welcher die Leine läuft, mittelst welcher der zündende Mineur am Heerde das Schloß oder den Schieber für die Kugel der Phosphorzündung abzieht.

An die Zündung einer Kriegsmine kann man im Allgemeinen folgende ideale Forderungen stellen:

1) Sie soll sich leicht, schnell und einfach anbringen lassen; die Verdämmung nicht aufhalten, auch ungeschickten und zutäppischen Händen anzuvertrauen sein.

2) Sie soll ungefährlich sein, so daß man bei ihrer Anwendung selbst keine vorzeitige Explosion zu erwarten hat.

3) In Gallerien oder Schächten soll die Leitung nicht zuviel Raum wegnehmen.

4) Soll die Leitung nicht in Gängen oder Schächten geführt werden, so soll die Vorbereitung zu ihrer Streckung nicht zuviel Zeit wegnehmen.

5) Die Zündung soll sicher und schnell sein. In demselben Augenblick, in welchem der zündende Mineur am Heerd zündet, soll auch die Explosion der Ladung erfolgen. Geschieht dies aber nicht, so soll nun wenigstens keine nachträgliche Explosion zu befürchten sein.

6) Die Leitung soll nicht leicht durch Feuchtigkeit u. verdorben und wenigstens gegen deren Einfluß leicht sichergestellt werden können.

• 7) Die Leitung soll nicht leicht durch Einwirkung des Feindes, namentlich dessen Geschützfeuer zerstört werden können.

8) Man soll sich wo möglich noch unmittelbar bevor die Zündung erfolgt, auf einfache und schnelle Weise überzeugen können, daß Alles vollkommen im Stande ist und die Explosion erfolgen wird, sobald man zündet.

Feder Mineur weiß, wie wenig die Zündungsarten, welche bis vor fünfzehn Jahren bekannt und in Gebrauch waren, allen diesen Anforderungen entsprachen. — Die Pulverwurst wird in feuchtem Boden, wenn sie einige Zeit liegen muß, leicht naß und will nicht brennen; Gallerien füllt sie auf eine Weise mit Dampf, daß man trotz aller Ventilirarbeit vor einer halben Stunde sie nicht betreten kann. Alle Leittrinnen nehmen in den Gallerien viel Raum hinweg, der ohnehin schon beschränkt genug ist. Hat man keine Gallerien, (wie bei Fladderminen vor Feldschanzen) so muß man die Leittrinnen 3' und tiefer eingraben, um sie einigermaßen gegen feindliche Granaten sicher zu stellen. Macht die Leitung Biegungen, so muß an diesen die Pulverwurst mit großer Präcision und Sorgfalt eingelegt werden, damit nicht leere Ecken entstehen, an denen die Wurst nicht weiter brennt; — noch größere Sorgfalt ist auf die Unfertigung und das Zusammenstoßen der Leittrinnen zu verwenden, wenn man mit der Rakete zünden will, damit sie nicht durch einen Nagel

oder eine vorspringende Ecke aufgehalten werde; ebenso wenn man sich der Leine zum Abziehen eines Perkussionsschlosses oder der Phosphorzündung bedient. Hat die Mine nicht gespielt, hat sie versagt, so darf man es nun meistentheils doch nicht wagen zur Aufsuchung des Fehlers vorzuschreiten, man weiß nicht, ob die Pulverwurst nicht an einer Stelle langsam durchbrennt und am Ende nicht doch noch zündet, ob die Rakete nicht irgendwo sijen geblieben ist und sich vielleicht doch noch löseift.

Durch die Anwendung des galvanischen Stroms zur Minenzündung, betreffs welcher seit fünfzehn Jahren mannigfache Versuche in England, Holland, Preußen, Russland stattgefunden haben, wird wenigstens ein großer Theil dieser Nebelstände und Mängel beseitigt.

Der anspruchsvolle Mineur kann freilich auch mit ihr noch nicht ganz zufrieden sein. — Vielleicht führt diese Unzufriedenheit mit der Zeit noch zu weiteren Entdeckungen und Verbesserungen. Seitdem die Leute mit dem elektrischen Telegraphen nicht mehr zufrieden sind, hat man ja auch die sympathetischen Schnecken erfunden. Indessen bis dahin, daß die sympathetischen Schnecken ihre Anwendung auch auf die Zündung der Kriegsminen finden, wird das militärische Publikum der Schweiz sich wohl mit einigen Nachrichten des Verfassers über die Zündung mittelst des galvanischen Stromes begnügen.

Man fülle einen kleinen Holztrog mit verdünnter Säure und stelle in dieselbe eine Kupferplatte und eine Zinkplatte, parallel miteinander und nur wenige Linien von einander entfernt; man verbinde dann die Kupferplatte mit der Zinkplatte durch einen gebogenen Draht, so hat man ein voltaisches Element. -- Das System dieses Elementes ist in einer beständigen Erregung, die sich durch mancherlei Erscheinungen, chemische und magnetische Wirkungen fundiert. Zu diesen Erscheinungen gehört auch eine Erwärmung des Drahts, welcher die beiden Platten verbindet. Ist dieser Draht kurz und stark, man unterbricht ihn an einer Stelle und fügt hier ein sehr dünnes, kurzes Stückchen Platindraht ein, so wird in letzterem die Erwärmung bis zum Glühen gesteigert.

Es ist nun schon klar, wie man sich des galvanischen Stroms zum Zünden von Minen bedienen kann. Am Heerde stellt man einen

mit Säure gefüllten Trog und in diesem eine Kupfer- und eine Zinkplatte, wie oben gesagt wurde, auf. Im Pulverkasten bringt man ein kurzes, dünnes Platindrähtchen an; vor dessen Enden führt man zwei starke Metalldrähte, gewöhnlich von Kupfer, den einen zur Zink- den anderen zur Kupferplatte und verbindet sie mit diesen. So bald dies geschieht müßte nun die Explosion der Mine erfolgen.

Indessen, wenn die Entfernung nur einigermaßen bedeutend ist, so geschieht dies nicht. Wollte man die beiden Platten größer machen, als sie vorher waren, so hilft dies auch nichts. — Um auf weitere Strecken mittelst des galvanischen Stroms zu zünden, muß man mehrere Elemente zusammenstellen. Eine solche Zusammenstellung mehrerer Elemente nennt man eine voltaische oder galvanische Batterie. Eine solche kann man auf mancherlei Weise anordnen, für die Praxis der Minenzündung empfiehlt sich am besten ein sogenannter Trogapparat. Man erhält diesen auf folgende Weise:

In einem Gerüst, dessen Länge und Breite sich nach der Größe der Platten richtet, welche man anwenden will und nach ihrer Zahl, stellt man immer abwechselnd eine Kupferplatte und eine Zinkplatte auf, so daß man mit einer Zinkplatte aufhört, wenn man mit einer Kupferplatte angefangen hat. Die erste Zinkplatte verbindet man mit der zweiten Kupferplatte, die zweite Zinkplatte mit der dritten Kupferplatte u. s. w. fort. Die erste Kupferplatte und die letzte Zinkplatte bleiben ohne Verbindung stehen, man nennt sie die Pole und bringt für die Praxis an ihrer obern Seite kleine Schraubenmuttern an, in welche man die Enden der Leitungsdrähte befestigt.

Das hölzerne Gerüst, in welchem die Platten zusammengestellt sind, wird mit zwei Handgriffen versehen, so daß das ganze System von einem Manne mit Leichtigkeit gehandhabt werden kann.

Ferner gehört nun zu der Batterie ein hölzerner, mit Asphalt ausgepichter Trog, so groß, daß das Plattengerüst bequem in ihn hineinpaßt; in diesen Trog wird bevor man zünden will, die Säure hinein gethan, so weit, daß wenn späterhin das Gerüst angesezt wird, die Säure bis zur Oberkante der Platten reicht.

Will man zünden, so schraubt man die Enden der Leitungsdrähte, welche sich am Heerd befinden, während die anderen Enden

mit dem Platindraht in Verbindung stehen, in die Pole der Batterie; darauf ergreift ein Mann das Gerüste an den Handgriffen und taucht es in den mit Säure gefüllten Trog: Sobald dies geschieht, wird die Mine explodiren.

Die Größe der Platten ist nicht gleichgültig, obgleich ihre Vergrößerung wenig Einfluß auf die Vergrößerung der Zündweite hat. Theoretische Ermittlungen, für welche hier der Ort nicht ist, weisen nach, daß Platten, deren Oberflächen nicht wenigstens 15 □ Zoll halten, für den praktischen Mineur gänzlich unbrauchbar sind.

Je größer die Zahl der Elemente ist, desto größer wird die Zündweite unter der Voraussetzung, daß man in beiden Fällen Leitungsdrähte von gleicher Stärke und gleichem Material anwendet. Kann man also z. B. unter Anwendung von einer Linie starken ($\frac{1}{2}$ Zoll) Kupferdrähtchen 8' weit zünden, wenn man zwei Elemente anwendet, so wird man 320' weit zünden können, wenn man 80 Elemente anwendet.

Für die praktische Rechnung kann man sich merken, daß man mit einem Elemente von 42 □ Zoll Plattengröße (sechs Zoll breit, sieben Zoll hoch) bei Anwendung eines Kupferdrahts von einer Linie Durchmesser noch auf etwa 22' zündet. Mit einer Batterie von 24 solcher Elemente würde man daher bei Anwendung gleichen Drahts, noch auf 528' zünden können.

Mit einem Element von 84 □ Zoll Plattengröße zündet man noch auf 28'; mit einer Batterie von 24 solcher Elemente also auf 672'.

Die Platten müssen im Gerüste so dicht wie möglich an einander gestellt werden, jedoch stets, ohne sich zu berühren; man kann sie einander ziemlich nähern, etwa auf eine Linie, ohne befürchten zu müssen, daß sie sich berühren, wenn man ziemlich starke Platten wählt. Kupferplatten von 42 □ Zoll sollen nicht unter $\frac{1}{4}$ Pfund ($\frac{1}{8}$ Kilogramm) wiegen; die Zinkplatten müssen nicht unter 0,006 Zoll stark sein; man macht sie aber mit Vortheil noch stärker, 0,007 Zoll etwa, da sie sich beim Gebrauch leicht abnutzen. Gegen diese Abnutzung bedient man sich vortheilhaft der Amalgamirung der Zinkplatten; einen hölzernen Trog, in welchen die Zinkplatte bequem hineinpaßt, füllt man auf $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ mit Quecksilber. Nun reibt man die Platte leicht mit sehr verdünnter Schwefelsäure an und

taucht sie dann wiederholt in das Quecksilber ein, welches man weiterhin auf ihr verreibt; endlich wird die Platte durch mehrmaliges Eintauchen in reines Wasser abgespült.

Eine allen Bedingungen entsprechende Säure zur Füllung des Batterietrogs erhält man nach mehrfachen Versuchen, wenn man zu 80 Gewichtstheilen Wasser fünf Theile Schwefelsäure und vier Theile Salpetersäure, wie man die letzteren im Handel gewöhnlich erhält, hinzumischt.

Die eben beschriebene Batterie gehört zu den Batterien mit variablen Strom. Stellt man nämlich die Batterie in die Säure und verbindet ihre Pole durch einen fortlaufenden Kupferdraht, so wird der Strom immer schwächer. Zu manchen Anwendungen der galvanischen Kraft z. B. zu galvanoplastischen Arbeiten ist eine solche Batterie gar nicht anwendbar; man bedient sich zu diesen vielmehr der sogenannten constanten Batterien, welche lange Zeit einen immer gleichen oder doch fast gleichen Strom geben. Dem Mineur ist aber die lange Dauer der gleichen Stromstärke ganz überflüssig; er braucht nur für einen Moment einen sehr starken Strom. Er bedient sich daher mit Vortheil der Batterien mit variablem Strom, welche sich für den Feldgebrauch überdies durch ihre Einfachheit empfehlen.

Die Batterie ist das Instrument, welches das Feuer für die Minenzündung erzeugt; genau dasselbe, was die Mausefalle für die Zündung mittelst der Pulverwurst ist. Nachdem wir von ihr zur Genüge geredet, wollen wir nun den Zünder beschreiben, wie er für die Praxis am Besten eingerichtet wird.

Die ganze Zündvorrichtung nennt man die Patrone. Sie besteht aus dem Zünddrahte, den Patronendrähten, dem Ppropfen, dem Stöpsel und der Hülse.

Einen Ppropfen von 1" Durchmesser und 2" Länge, zerschneidet man der Länge nach in seine beiden Hälften; auf der inneren glatten Fläche der einen Hälfte schneidet man der Länge nach zwei flache parallele Rinnen ein, welche $\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt sind und zur Aufnahme der Patronendrähte dienen. In jede dieser beiden Rinnen wird ein kleiner Eisenstift eingeschlagen. Die beiden Patronendrähte, gewöhnlich Kupferdrähte von $\frac{3}{4}$ bis eine Linie

Stärke und 12 bis 18 Zoll Länge, werden nun parallel mit einander, so daß sie sich nirgends berühren, in die Rinnen eingelegt und um die Stifte einmal herumgenommen; ihre oberen Enden ragen $\frac{1}{2}$ Zoll über die Stirne des Pfropfens hervor, ihre unteren 9 bis 15 Zoll. Darauf wird nun die zweite Hälfte des Pfropfens auf die bisher beschriebene erste, mit entsprechenden Löchern für die Stifte aufgepaßt und beide werden durch Umwindung mit geglühtem Eisendraht an zwei Stellen zusammengepreßt.

Zwischen die kurzen ($\frac{1}{2}$ Zoll langen) Enden der Patronenendrähte löthet man den Zünddrath ein. Man wählt dazu einen Platinendraht von etwa einem Zoll Länge und $\frac{1}{14}$ Zoll Stärke, den man ein- oder einigemal um die Enden der Patronenendrähte herumnimmt.

Der Patronenpfropfen ist nun fertig. Er wird in eine hölzerne Hülse gethan, die vom Drechsler gefertigt wird; sie muß vier Zoll lang sein, im Lichten gut 1" Durchmesser haben und unten und oben offen sein. Unten zieht man die langen Enden der Patronenendrähte heraus und klemmt sie in der untern Öffnung durch ein Stückchen Kork gut auseinander, daß sie sich auf keine Weise berühren. Der Platinendraht steckt, wie man sieht, in der Hülse; den noch übrigen Raum derselben rings um den Platinendraht füllt man nun mit Mehlpulver und verschließt sie dann auch oben mit einem passenden, gut schließenden Stöpsel. — Ist die Patrone zugerichtet, so kann man nun ziemlich rüde mit ihr umgehen, ohne Furcht sie zu verderben.

Es bleibt uns nun noch Einiges über die Leitungsdrähte zu sagen; welche die Pole der Batterie mit den langen Enden der Patronenendrähte verbinden sollen. Man kann als Leitungsdraht jeden Metalldraht benutzen, indessen sind nicht alle gleich gut; von den billigen Metalldrähten ist der kupferne der Beste. Mit einem Kupferdraht kann man mehr als sechsmal soweit zünden, als mit einem gleich starken Eisendraht. Kann man also mit einer gewissen Batterie noch auf 528 Fuß zünden, wenn man einen eine Linie starken Kupferdraht als Leiter benutzt, so wird man nur noch auf 80 bis 90' zünden können, wenn man einen gleich starken Eisendraht anwendet.

Je stärker der Leitungsdraht ist, desto weiter kann man zünden. Bei Drähten von gleichem Material verhalten sich die größten

Zündweiten, wie die Querschnitte der Drähte. Der Querschnitt eines Drahtes von zwei Linien Durchmesser verhält sich zu dem eines Drahtes von einer Linie Durchmesser, wie vier zu eins; der Querschnitt eines Drahtes von drei Linien Durchmesser ebenso wie neun zu eins. Kann man also mit einer gewissen Batterie bei Anwendung eines Kupferdrahtes von einer Linie Durchmesser noch auf 528' zünden, so wird man bei Anwendung eines Drahtes von zwei Linien Durchmesser noch auf 2112 Fuß und bei Anwendung eines Drahtes von drei Linien Durchmesser noch auf 4752' zünden können. — So große Zündweiten gebraucht man nun nie. Ein sehr starker Draht wird erstens sehr kostbar, zweitens auch sehr schwer; über zwei Linien ($\frac{1}{6}$ Zoll) Durchmesser wird man wohl schwerlich hinaufgehen. — Unter Umständen könnte man wohl mit einem sehr schwachen Draht auskommen. Man würde z. B. mit unserer annehmungsweise vorausgesetzten Batterie mit einem Kupferdraht von $\frac{1}{2}$ Linie ($\frac{1}{24}$ Zoll) starkem Kupferdraht noch auf 129 Fuß zünden können, was für Fladderminen bei Feldschanzen oder verschanzten Lagern sehr häufig auftritt; indessen, ein so schwacher Draht ist sehr zerbrechlich und man kann ihn ungeschickten Leuten nicht wohl in die Hand geben, ohne Gefahr, daß sie ihn zerreißen. Das Minimum der Drahtstärke möchten wir auf $\frac{3}{4}$ Linie ($\frac{1}{16}$ Zoll) ansetzen. Eisendraht muß noch stärker genommen werden. — Je stärker die Batterie ist, desto schwächer kann man natürlich den Draht nehmen, um gleiche Zündweiten zu erreichen. — Es wird immer gut sein, wenn man die Batterien möglichst stark macht. Man hat es dann vielmehr in seiner Hand, von allerhand Nothmitteln Gebrauch zu machen; z. B. Eisendraht und Messingdraht als Leiter zu benutzen, die man viel häufiger vorfindet, als Kupferdraht.

Die Größe einer Batterie hat ihre Grenze durch die Bestimmung, daß sie ein Mann mit großer Leichtigkeit soll regieren können. Ueber 40 einfache Elemente von 42 □ Zoll Plattendgröße wird man dann nicht hinaufgehen können. — Man kann aber statt einer großen Batterie in Fällen, wo es leichter ist, Batterien, als die genügende Quantität tauglichen Drahtes zu schaffen, auch zwei oder mehr kleine Batterien anwenden. Man stellt dieselben nebeneinander, schraubt das freie Ende des einen Leitdrahtes in den Zinkpol

der ersten Batterie; verbindet den Kupferpol der ersten Batterie mit dem Zinkpol der zweiten Batterie mittelst eines genügend (etwa 3 bis 5') langen Kupferdrathes, ebenso den Kupferpol der zweiten Batterie mit dem Zinkpol der dritten u. s. w. fort, bis zur letzten; in dem Kupferpol der letzten Batterie schraubt man dann das freie Ende des zweiten Leitungsdrahtes ein.

Will man zünden, so wird für jede Batterie ein Mann bestimmt. Diese Leute senken dann zu gleicher Zeit ihre Batterien in die betreffenden Tröge ein.

Es ist nicht nöthig, daß die Leitungsdrähte von dem Pulverkasten bis zur Batterie, (dem Heerd) aus einem Stücke bestehen. Hat man keine genügenden Längen, so kann man mehrere Stücke verbinden. Man nimmt dann die beiden Enden, welche verbunden werden, reibt sie auf ein bis vier Zoll Länge so blank als möglich ab und dreht sie dann, die schwachen mit der Hand, die starken mit der Drahtzange so fest als möglich zusammen. Um die metallische Verbindung noch besser herzustellen, kann man ferner die Verbindungsstellen noch mittelst eines wollenen Läppchens mit salpetersauren Quecksilberauflösung stark anreiben. Es ist gut, daß man dies Verfahren anwende. Denn, wenn den Leuten solche bestimmte Vorschriften gegeben werden, so führen sie diese mit großer Sorgfalt aus. Sagt man ihnen dagegen, dies oder jenes ist nicht nöthig, es kommt nicht darauf an, so pflegen sie selbst bei dem Nöthigen nicht mit der erforderlichen Sorgfalt zu Werke zu gehen.

Es ist nicht erforderlich, daß die Leitung ihrer ganzen Länge nach aus gleich starkem oder gleichartigem Metalldrahte bestehet; nur muß man nicht versäumen, wenn man in einer Leitung verschiedenartigen oder verschiedenen starken Draht anwendet, zu berechnen, ob man auch wird zünden können.

Angenommen, man könne mit jener Batterie auf 528' zünden, wenn man eine Linie starken Kupferdraht anwendet; man soll nun mit dieser Batterie auf 300' zünden; braucht also 600' Draht, da man ja zwei Leiter vom Heerde nach dem Pulverkasten führen muß; man hat 200' Eisendraht von zwei Linien Durchmesser, den man erst verwenden will, außerdem eine Quantität Kupferdraht von ein und zwei Linien Durchmesser. — 200' Eisendraht von zwei Linien

Durchmesser tragen in der Leitung soviel aus, als 300' Kupferdraht von einer Linie Durchmesser; man behielte also in unserm Fall noch 756' übrig und kann hier sehr wohl Kupferdraht von einer Linie Durchmesser für den Rest nehmen, da man ja nur noch 400' Leitungslänge gebraucht. Wären aber die 200' Eisendraht nur eine Linie stark, so würden sie in der Leitung soviel austragen, als 1200' Kupferdraht gleicher Stärke; man würde also in diesem Falle den Eisendraht entweder gar nicht oder doch nur zum Theil, z. B. zur Hälfte verwenden können und müßte dann noch einen Theil der Leitung aus zwei Linien starkem Kupferdraht bilden.

Wir wollen nun den Gang der Vorbereitungen für die Zündung mittelst des galvanischen Stroms an zwei Beispielen deutlich machen.

Unter dem Glacis einer Festung liegt ein Conterminensystem. Die Hauptgallerien laufen vor der Sohle des Grabens aus. Eine dieser Hauptgallerien liegt auf der Kapitale des Glacis; von ihr gehen verschiedene Rameaus aus; von diesen Rameaus eine Anzahl Horchgänge. Die Horchgänge sind in holländischen Rahmen ausgeführt, die Rameaus und Hauptgallerien in Thürgerüstzimmerung. In einem der Horchgänge soll mit 50 Pfund geladen, die Ladung auf 12' verdämmt werden, dazu sind ein Unteroffizier, vier Mineurs und eine Anzahl Hülfssarbeiter bestimmt.

In allen Hauptgallerien sind bereits gleich bei der Armirung des Minensystems Leitungsdrähte ausgespannt; man hat auf jeder Seite der Gallerie einen hinter den Thürstöcken zwischen den Seitenpfändkeilen entlang gezogen.

Der Mineurkorporal empfängt im Depot den Pulverkasten und eine Patrone; ein Mineurgefreiter mit einigen Hülfssarbeitern oder einem (wenn nur 50 Pfund zu laden sind) empfängt das Pulver. Die übrigen Mineurs sind vor Ort; während ihnen der Unteroffizier den Pulverkasten zuschickt, über dessen Aufstellung sie schon instruiert sind, untersucht er selbst die Patrone, füllt sie im Depot mit Mehlpulver, verschließt sie dann und prüft sie nun mit dem Probirapparat, von welchem nachher die Rede sein soll. — Ist sie im Stande, so begiebt er sich vor Ort, nimmt aber aus dem Depot noch soviel Leitungsdraht mit als nöthig ist; ist z. B. das Rameau von der

Hauptgallerie bis zur Eoute 20' und die Eoute selbst 15' lang, so muß er wenigstens 70 bis 80' Draht mitnehmen.

Vor Ort wird er den Pulverkasten schon an Ort und Stelle finden; er thut nun die Patrone hinein; zieht die freien Enden der Patronendrähte durch zwei 1½ Zoll von einander entfernte Löcher in die Seite des Pulverkastens, so daß der Kork, welcher unten die Patrone schließt, fest an dem Holz des Pulverkastens ansitzt; dann läßt er das Ladungspulver herankommen. Nachdem er dies in den Kasten geschüttet, nagelt er den Deckel auf und knüpft nun an jeden Patronendraht ein Ende Leitungsdraht. Der Leitungsdraht muß in zwei kleine Ringe aufgeschossen sein. Zwei Mineurs erhalten nun jeder einen dieser Ringe, sie kriechen damit der eine rechts, der andere links in die Eoute und dann durch das Nameau bis zur Hauptgallerie zurück. Bei den holländischen Rahmen befestigen sie den Draht, indem sie ihn hinter die Sohlkeile klemmen, im Nameau, das mit Thürgerüsten ausgestattet ist, ganz so, wie schon oben gesagt wurde; von Zeit zu Zeit müssen sie den Draht anziehen, damit er nicht unterwegs Ringe bildet, sondern straff anliegt.

In der Hauptgallerie angekommen, knüpfen sie die Enden ihrer Drähte, der eine an den rechten der andere an den linken Hauptleitungsdraht, der die Hauptgallerie entlang läuft.

Unterdessen hat der Unteroffizier den Pulverkasten verspreizt; er läßt einen Mineur dabei zurück, den Gefreiten hat er schon vorher wieder ins Depot geschickt, um dort die Hülfsarbeiter zum Verdämmen zu sammeln und durch die Hauptgallerie bis in das Nameau, in welchem geladen wird, vorzuführen; er selbst kriecht nun vom Pulverkasten an den Eingang des Nameaus zurück, und überzeugt sich auf seinem Wege, daß die Drahtspanner ihre Sache gut gemacht haben, daß sich die beiden Leiter nirgends kreuzen, daß sie straff liegen, daß die etwaigen Verbindungen gehörig ausgeführt sind. Hat er sich davon überzeugt, so läßt er den Gefreiten mit den Hülfsarbeitern an die Verdämmung gehen. Er selbst geht an den Eingang der Hauptgallerie zurück, sieht dabei die Hauptleitung noch einmal nach und prüft dann mittelst des Probirapparats die ganze Leitung. Zeigt sich dabei ein Mangel, so muß die Verdämmung sofort eingestellt und dieses also beseitigt werden, ist alles in Ordnung,

so läßt er von einem der Mineurs, die er mitgenommen, die Batterie und die Säure in Stand setzen, darauf geht er selbst wieder zurück vor Ort, um den Gefreiten im Verdämmen abzulösen. Ist die Verdämmung fertig, so werden die Leute aus der Gallerie gezogen, noch einmal mit dem Prohírapparat die Leitung untersucht und dann der Befehl zum Zünden abgewartet.

Sind die holländischen Rahmen des Horchganges ohne Sohlkeile ausgeführt, so bedient man sich in ihnen zur Befestigung der Leitdrähte kleiner 18 Zoll langer, 1 Zoll breiter, $\frac{1}{2}$ Zoll starker Leisten, die 3 Zoll von jedem Ende eine kleine, etwa 2 bis 3 Linie tiefe Rinne haben. So werden die Rinnen nach oben, an die Kappen genagelt; etwa auf je den sechsten bis achten Rahmen; dann die Drähte durch die Rinnen gezogen.

Man habe zweitens 20' vom ausspringenden Glaciswinkel einer Feldschanze mit gewöhnlichem Profil einen Schacht von 10' Tiefe abgetäuft, der mit 100 Pfund als Fladdermine geladen werden soll.

Während nun der Unteroffizier ladet, ganz wie vorher, heben einige Hülfsarbeiter vor dem Schacht auf dem fürzesten Wege nach dem Heerd einen kleinen Graben von 2 bis 3' Tiefe und 9 bis 12 Zoll Sohlbreite aus; er wird das Glacis hinauf, die Contrescarpe herunter, die Sohle hindurch, die Escarpe wieder hinaufgeführt, ebenso auf die Brustwehr, wenn diese schon geschüttet ist.

Im Schachte wird der Leitungsdraht so befestigt, wie in der Eoute vorher; von da ab wird er, der eine rechts der andere links, auf der Sohle des kleinen Grabens entlang geführt, von drei zu drei Fuß mit kleinen Kopfpflocken, sogenannten Hörnigen befestigt und sofort beschüttet. Alles andere bleibt wie im vorigen Falle.

So großartig sich die „galvanische Minenzündung“ auch anhört, wird man doch gestehen müssen, daß die Manipulationen bei ihrer Anwendung sehr einfach sind und eigentlich geringere Sorgfalt der Mineurs verlangen, als irgend eine andere. — Das Einzige, was man mit einem Anschein von Recht gegen sie einwenden kann, ist, daß man nicht überall das Material für sie zur Hand habe. — Indessen auch dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Kupfer- und Zinkblech findet man jetzt in jedem Städtchen, runden Draht allerdings seltener. Indessen auch da ist zu helfen. Man braucht nur Kupfer-

tafeln in Streifen von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll Breite zu zerschneiden und diese an einander löthen zu lassen. Trog und Gerüst macht der erste beste Tischler; die Zusammenstellung der Platten und ihre Verbindung jeder Schlosser, im Nothfall ein Grobschmied; die nöthigen Säuren liefert jede Apotheke. Das einzige ist der Platindräht. Der muß allerdings bereit liegen. Aber es ist doch in der That nichts großes, daß jeder Genieoffizier einen 20 bis 30' langen Platindräht, der noch nicht $\frac{1}{1000}$ Kubikzoll Raum wegnimmt und zu mindestens 200 Zündungen ausreicht, in seiner Brieftasche mit sich führe.

Die Vortheile der galvanischen Zündung springen in die Augen. Die Einfachheit ihrer Anwendung bestreitet keiner, der sie nur ein Paarmal gemacht, den Wirkungen der feindlichen Wurgeschüze ist natürlich ein dünnes Drähtchen weniger ausgesetzt, als ein großes hohles, hölzernes Auget; Pulverdampf in den Gallerien erzeugt sie gar nicht; die Leitung nimmt in diesen auch so gut als gar keinen Raum weg, hindert die Passage nicht. Hat man nur auf das Eine geachtet, daß die Leitungsdrähte sich nirgends berühren, so kann man sich in jedem Moment, ohne sich an den Pulverkästen zu begeben, mittels des Probitrapparats überzeugen, ob der Zünder vollkommen im Stande ist oder nicht.

Der Probitrapparat dient sowohl hiezu als zur Prüfung der Kraft, welche die Batterie augenblicklich noch hat.

Bekanntlich äußert der galvanische Strom auch magnetische Wirkungen, auf denen die elektrische Telegraphie beruht. — Ein Leitungsdräht, den man in der Richtung von Nord nach Süd führt und über dem man eine Magnetnadel aufhängt, lenkt diese aus ihrer Richtung ab und strebt sie senkrecht zu sich zu stellen.

Man wickle nun auf zwei kleine Rahmen, auf jeden etwa 10' dünnen, mit Seide besponnenen Kupferdrahts, so daß sich die einzelnen Lagen nirgends berühren. Diese beiden Rahmen, welche nur wenige Quadratzoll Raum wegnehmen, thue man, parallel mit einander, $\frac{1}{2}$ Zoll von einander in ein Holzkästchen und hänge über ihnen und zwischen ihnen eine Magnetnadel auf (man nimmt deren jetzt gewöhnlich zwei, so daß man ein astatiches System erhält). An einer Seite des Holzkästchens werden vier in einiger Entfernung von einander stehende Löcher eingebohrt. Von den vier Drahtenden

(jeder Rahmen hat deren zwei) steckt man die beiden inneren in die mittleren Löcher.

Nun bringt man in demselben Kästchen eine schwache galvanische Batterie an, die zwar Kraft genug hat die Magnetnadel abzulenken, aber nicht im Stande ist, einen Platindraht glühend zu machen, d. h. nicht im Stande eine Mine zu zünden. Man wählt hiezu am Besten ein einziges Element, bestehend aus einem kupfernen Trog, an dessen beiden schmalen Enden zwei Holzhalze eingeschlossen sind, in welchen man eine Zinkplatte dergestalt anbringt, daß sie den Kupfertrögen nirgends berührt. Statt der Säure bedient man sich bloßen Brunnenwassers, mit welchem der Kupfertröge gefüllt wird. Sowohl am Kupfertröge als an der Zinkplatte sind kurze Drahtenden angebracht. Diese steckt man nun zum Gebrauch gleichfalls in die mittleren Löcher, wo sie sich mit den Enden der Rahmendrähte metallisch berühren; die äußern Enden der Rahmendrähte steckt man in die äußeren Löcher. Thut man nun in dieselben auch die Enden der Drähte einer bereits ausgestreckten Leitung, so muß sich, wenn alles in Ordnung ist, d. h. wenn weder der Platindraht im Pulverkasten, noch der Leitdraht auf irgend einer Stelle seines Weges zerrissen ist, die Magnetnadel sofort bewegen; denn man hat in diesem Fall eine geschlossene galvanische Kette. Ist aber irgend ein Bruch vorhanden, so kann keine Bewegung der Magnetnadel eintreten. — So prüft man mittelst des Probiirapparats die Leitung.

Will man mit demselben Apparat zugleich die Stärke der Batterie, wie sie in jedem Augenblick zu Gebote steht, prüfen können, so müssen die Drähte, welche auf die Rahmen aufgewickelt sind, eine bestimmte Länge haben. Um diese bestimmte Länge zu finden, nimmt man zuerst eine Normalweite an, auf welche die Batterie soll zünden können, also z. B. auf 500', wenn man als Leiter Kupferdraht von einer Linie Stärke anwendet. Eine Leitung von 500' 1/1 starken Kupferdrahts ist aber für die Stromstärke dasselbe, wie eine Leitung von 31 Fuß 1/4 Linie starken Kupferdrahts oder wie 20' 1/2 Linie starken Eisendrahts. — Hienachwickelt man auf jeden Rahmen entweder 31 Fuß 1/4 Linie starken Kupfer- oder 20' 1/2 Linie starken Eisendraht, diesen wie jenen mit Seide besponnen, um die einzelnen Lagen der Aufwicklung von einander zu isoliren.

Um die Stärke der Batterie zu prüfen, steckt man nun zunächst wieder die vier Ende des Rahmendrahts in die Löcher, (sie können auch ein- für allemal in diesen festgemacht sein.) dann verbindet man die inneren Löcher nicht mit den Polen des kleinen Elements, welches zum Probirapparat gehört, sondern mit den Polen der großen Batterie, deren Stärke man prüfen und die man nachher zum Zünden benutzen will. Nun nimmt man eine Patrone, jedoch ohne Mehlpulver, blos mit dem Platindraht versehen und steckt die Enden der Patronendrähte in die äusseren Löcher des Probirapparats. Nun läßt man die Batterie eintauchen. Wird dann der Platindraht glühend, so ist die Batterie kräftig genug und im Stande auf die Normalweite von 500' einer Leitung von einer Linie starken Kupferdraht zu zünden. Wird der Platindraht aber nicht glühend, so muß man die Batterie etwas stärken. Dies geschieht, wenn die Platten nicht schon durch jahrelangen Gebrauch zu sehr angegriffen sind, dadurch, daß man sie durch mehrmaliges Eintauchen in reines Wasser tüchtig abspült und dann entweder ganz frische Säure in den Trog füllt, oder der alten wenigstens $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihres Volums an frischer zusezt.

Ist die Mine nicht explodirt, — was vielleicht unter tausend Fällen einmal vorkommt, wenn auch nur oberflächliche Sorgfalt auf alle von uns erwähnten Dinge verwendet wurde, so kann man nun wenigstens ohne Gefahr sogleich die Gallerien betreten oder sonst an die Aufräumung gehen und hat keine Nachexplosion zu fürchten. Eine solche kann nie erfolgen, sobald die Batterie aus der Säure herausgenommen ist. — Wie viel dies werth sei, weiß jeder, dem einmal eine Mine versagt hat. — Die Anbringung der Leitung ist durchaus ungefährlich, eine Exposition kann nicht eher erfolgen, als bis die Leiter mit der Batterie verbunden und diese in die Säure eingetaucht ist. Man hat also ein vorzeitiges Spielen der Mine nicht im Mindesten zu besorgen und sobald das Pulver im Kasten und die Verdämmung begonnen ist, kann man in allen Gallerien ohne Sorge Licht haben. — Sehr bequem ist nun auch die galvanische Zündung, um mehrere Defen zu gleicher Zeit spielen zu lassen.

Soll dies geschehen, hat man zwei oder mehrere Defen zu gleicher Zeit zu sprengen, so behandelt man die Leitung zu einem,

z. B. zu dem mittleren als Hauptleitung, alle anderen aber als Zweigleitungen. Nachdem die Hauptleitung gestreckt ist, führt man von dem Nebenofen die Leitung desselben auf dem kürzesten zulässigsten Wege zur Hauptleitung, knüpft den einen Nebenleitungsdräht an den einen dem Nebenofen zunächst gelegenen Hauptleiter, den andern Nebenleitungsdräht führt man über den eben erwähnten Hauptleiter hinweg, jedoch so, daß er ihn nicht berührt; (man muß also die beiden Drähte am Kreuzungspunkt durch ein zwischengeschobenes Stück Brett oder Nasen von einander trennen,) zum andern Hauptleiter, mit welchem man ihn dann verknüpft. — Solche Verzweigungspunkte müssen stets außerhalb der Wirkungssphäre liegen, man darf also die Nebenleitung nicht immer auf dem absolut kürzesten Wege zur Hauptleitung führen, sondern muß dies auf dem relativ kürzesten thun.

Hat man zwei Minen zu gleicher Zeit zu sprengen, so kann man, wie aus dem vorigen erheilt, in der Leitung einen Hauptarm A von der Batterie bis zum Verzweigungspunkte und zwei Zweige B und C vom Verzweigungspunkte bis zu den beiden Ofen unterscheiden. Im Hauptarme fließt nun der galvanische Strom mit einer gewissen Stärke a , am Verzweigungspunkte abertheilt sich seine Kraft und er fließt in diesen nur mit einer geringeren Stärke. Nennt man die Längen von A, B und C resp. α , β und γ , so sind die Ausdrücke für

$$a = \frac{\beta + \gamma}{\alpha(\beta + \gamma) + \beta\gamma} \quad \text{für } b = \frac{\gamma}{\alpha(\beta + \gamma) + \beta\gamma}$$

$$\text{für } c = \frac{\beta}{\alpha(\alpha + \gamma) + \beta\gamma}.$$

Ist nun β länger als γ (wobei vorausgesetzt wird, daß die ganze Leitung aus Draht derselben Art und Stärke besteht oder durch Rechnung auf gleiche Art und Stärke reducirt ist) und man hat eine Batterie, welche auf δ Fuß noch eine Mine zündet, so müßte eigentlich die geringste Stromstärke, in unserm Fall b gleich oder größer als $\frac{1}{\delta}$ sein; und es dürfte nicht $\frac{1}{\delta} > b = \frac{\gamma}{\alpha(\beta + \gamma) + \beta\gamma}$ werden.

Nun aber braucht man dies praktisch nicht festzuhalten. Ist nämlich, wie vorausgesetzt β länger als γ , so ist c größer als b , denn

die Stromstärken stehen stets in umgekehrtem Verhältniß zur Länge der Zweige. Ist jetzt nur $\frac{1}{\delta}$ größer oder gleich c, aber kleiner als b,

so wird, wie sich ergiebt, wohl die Mine C aber nicht die Mine B auffliegen. In dem Moment aber, in welchem C auffliegt, ist auch der Draht dieser Mine zerrissen, die Verbindung gelöst, die Leitung C scheidet aus und man hat es jetzt nur noch mit der Mine B zu thun, mit einer einzigen, deren Leitung $A+B$ ist $= \alpha+\beta$ Fuß. — Ist nun $\alpha+\beta = \delta$, so wird auch die Mine B sofort explodiren

und da die Explosion von C nur einen Moment fortnimmt, so wird für den Beobachter die Explosion beider Minen immer noch gleichzeitig erscheinen.

Angenommen man hätte eine Batterie die auf 500' zündet, man hätte ferner zwei Minen zu zünden, die Länge der Hauptleitung betrage 100'; β sei gleich 50, $\gamma = 30'$; so wird

$$\frac{1}{\delta} = \frac{1}{500} \quad a = \frac{50+30}{100(50+30)+50 \cdot 30} = \frac{4}{475}.$$

$$b = \frac{30}{950} = \frac{3}{950} \quad c = \frac{5}{950} = \frac{1}{190}$$

In diesem Fall werden B und C mathematisch gleichzeitig explodiren, denn sowohl $b = \frac{3}{950}$ als $c = \frac{1}{190}$ sind größer $\frac{1}{\delta} = \frac{1}{500}$.

Wäre dagegen $\alpha = 200$, während Alles andere wie vorher bleibt, so würde zuerst nur C explodiren, denn b wird nun $= \frac{3}{1750}$ d. h.

$\frac{1}{\delta} = \frac{1}{500}$ während $c = \frac{1}{350}$ also $\frac{1}{\delta} = \frac{1}{500}$ ist. Gleich nach der

Explosion von C wird aber auch B explodiren und zwar in einem unfaßbaren Moment darauf, denn, nachdem C explodirt ist, hat man es nur noch mit einer Mine B zu thun, deren Leitungslänge $= a+b$ d. h. $= 200+50$ also $= 250$ ist, wobei $\frac{1}{250} > \frac{1}{\delta} = \frac{1}{500}$ wird.

Für zwei Minen lassen sich, wie man sieht, sehr einfache Formeln zur Berechnung der gegenseitigen Verhältnisse der Zweige aufstellen. Für mehrere Minen ist das nicht mehr der Fall. — Für

die Praxis indessen und für die Fälle, die in ihr vorkommen, wird man sich für mehrere Minen bis zu 5 oder 6 etwa an folgende allgemeinen Regeln halten können:

1) Man mache die gesamte Leitungslänge, Hauptarm und Zweige zusammengerechnet nicht viel über die Hälfte der normalen Zündweite; z. B. wenn man eine Batterie hat, welche nach normaler Weise auf 1000' zündet, und man soll fünf Minen zu gleicher Zeit zünden, so dürfte man die Hauptleitung 400, die vier Nebenleitungen 20, 30, 30, 40 Fuß lang machen.

2) Fallen zwei Nebenleitungen gleich lang aus, so knüpfe man sie nicht in demselben Punkt an, sondern entferne die Abzweigungspunkte möglichst von einander.

3) Muß man zwei Leitungen aus demselben Punkt abgehen lassen, wie dies mit den beiden Minen an der Spitze immer der Fall ist, so gebe man ihnen innerhalb der erörterten Grenzen möglichst verschiedene Längen.

4) Man lege alle Abzweigungspunkte unter Beobachtung der vorher gegebenen Regeln so nahe an die Batterie, als ohne Drahtverschwendungen irgend möglich ist, d. h. man mache A (in unserem obigen Beispiele) möglichst kurz.

Damit wird man für die Praxis ausreichen und schwerlich ein Verfehlen zu befürchten haben.

Gewöhnlich d. h. in den Gängen der Contreminen und in trockenem Erdreich werden die Leiter ohne alle weitere Zubereitung angewendet; führt man sie dagegen durch Wasser oder durch angesumpftes Terrain, so ist es gut, sie zu isoliren. Man kann zwar auch Ladungen unter Wasser zünden, wenn man die Drähte blank also nicht isolirt durch das Wasser führt, indessen man verliert dabei an der Zündweite, auf mittlere Entferungen etwa zwei Drittel, so daß man, wenn man mit einem Draht von bestimmter Stärke der in trockenem Erdreich liegt auf 1200' noch zünden würde, man nur noch auf 400' zünden kann, wenn man denselben Draht nicht isolirt durch das Wasser führt.

Die Isolirung der Drähte kann auf mannigfache Weise erreicht werden. Am besten empfehlen sich erfahrungsmäßig für den praktischen Mineur folgende beiden Methoden:

a) Man bestreicht jeden der beiden Leitungsdrähte sorgfältig und vollständig mit einer Mischung aus sechzehn Theilen Pech, einem Theil Wachs, einem Theil Talg und umwickelt ihn dann tüchtig mit breitem Baumwollenband; zwei solcher auf diese Weise zubereiteten Drähte bindet man dann von drei zu drei Fuß zusammen. An den Enden der so zubereiteten Leiter läßt man etwa sechs Zoll blanken Drahtes vorstehen, um sie durch Anknüpfen eben so zubereiteter Drähte beliebig verlängern zu können.

b) Man näht zwei auf vorbeschriebene Art zugerichtete Drähte der Länge nach an ein etwa ein Zoll starkes Kabeltau, umwickelt das ganze mit Schimannsgarn und versieht es mit einem Pechanstrich.

Die erste Methode empfiehlt sich dadurch, daß sie sehr leichte Leiter liefert; der zweiten wird nachgerühmt, daß bei ihr die Leiter gegen zufällige Verlebungen mehr gesichert seien; indessen genügt die erste Art der Zubereitung in den meisten Fällen vollkommen. Man hat bei ihr auch den Vortheil, daß man Beschädigungen leichter entdeckt, als in dem Taufkörper.

Es erhellt ohne Weiteres, in welch' sonst mit den früher bekannten Zündungen ganz unerreichbarem Grade die galvanische Zündung Sprengungen unter Wasser erleichtert. Schwierigkeiten bleiben freilich immer noch zu überwinden. Eine solche ist die Herstellung wasserdichter Pulverkästen und die wasserdichte Einführung der Patronendrähte in den Pulverkästen. Die Pulverkästen muß man aus starkem 2 bis $2\frac{1}{2}$ dicken Eichenholz mit versezten Falzen anfertigen, durch Einlegen getheerten Löschpapiers in allen Fugen dichten; wenn die einzelnen Seiten nicht aus einem Stück gefertigt werden können, die einzelnen Stücke verdübeln, dann den ganzen Kasten pichen, mit Leinwand fest überspannen und diese noch einmal pichen.

Bei der Einführung der Patronendrähte verfährt man so. Der Kasten erhält ein Spundloch, genügend groß, um die Patrone hineinzustecken. Nachdem es gefüllt ist, setzt man die Patrone ein und verschließt nun das Spundloch mit einem passenden Spunde, der mit zwei Längenrinnen an den Seiten zur Aufnahme der Patronendrähte und mit zwei Circularrinnen versehen ist, in welche man Werg wickelt. Dieser Spund wird nun scharf eingetrieben und nachher abgedichtet und gepicht; besondere Sorgfalt muß dabei auf

die Rinnen verwendet werden, durch welche die Patronendrähte laufen. — Damit durch die Erschütterung beim Einschlagen des Spundes der Zünddraht nicht breche, muß man die Patrone in diesem Falle nicht zu dicht an die Kastenwand ziehen. Die Patronendrähte müssen hier gleichfalls viel aushalten; recht feste und biegsame Patronendrähte erhält man, wenn man drei oder vier Kupferdrähte von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Linie Durchmesser zu einer Strähne zusammen dreht. Um nicht zu dicht am Kasten die Haupteiter andrehen zu müssen, wählt man die Patronendrähte dann auch etwa sechs Zoll länger, als gewöhnlich.

Statt der Pulverkästen kann man sich zu Sprengungen unter Wasser auch starker Fässer bedienen, welche aber so sorgfältig behandelt werden müssen, als die Kästen. Metallene Pulverkästen sind nicht besonders zu empfehlen, weil sie sich sehr leicht durchstoßen. Auch macht die gute Einführung der Patronendrähte hier noch besondere Schwierigkeiten, weil jede Berührung der Drähte mit dem Metalle des Kastens vermieden werden muß.

In neuester Zeit kann man sich zur Abdichtung der Kästen mit Vortheil der Gutta-Percha bedienen. Dieselbe ist auch zur Isolirung der Leitungsdrähte brauchbar; indessen die von uns oben gegebene Methode der Isolirung verdient für den praktischen Mineur wohl den Vorzug.

Beim Versenken von Pulverladungen unter Wasser und Strecken der Leitungen in Gräben von 5 bis 7' Wassertiefe verfährt man auf folgende Weise:

Der Pulverkasten wird übers Kreuz mit Stricken geschleift; das eine freie Ende des Stricks bleibt etwa $1\frac{1}{2}$ ', das andere je nach der Wassertiefe 9 bis 12' lang. Der Knoten, von welchem die beiden Enden ausgehen, wird über dem Spunde geschürzt. Der so zugerichtete Kasten, ein aus Rahmen zusammengenagelter Brunnen von zweckentsprechender Weite und Höhe; die erforderliche Quantität Drahts, blanke unzubereiter Draht zur Aushülfe, Baggerzeug, eine Quantität Steine von zehn bis zwölf Pfund Gewicht, schwerer Schutt, ein Probitrapparat werden auf ein Floß, das in der Mitte eine Öffnung hat oder auf zwei gekuppelte Pontons geladen.

Das mit acht bis zehn Mann besetzte Fahrzeug wird nun über den Ort geführt, wo die Ladung versenkt werden soll. Um sie zu fälligen Beschädigungen oder der Entdeckung durch den Feind zu entziehen; baggert man sie ein. Der mitgebrachte Brunnen wird mit Steinen beschwert, senkrecht auf den Grund gesetzt und angemessen befestigt. Innerhalb des Brunnens baggert man nun ein Loch aus, dessen Tiefe unter der Sohle etwa 1' mehr beträgt, als die Höhe des Pulverkastens. Unterdessen wird ein Ende Hauptleitung an die Patronendrähte des Kastens geknüpft; das kurze (1 1/2' lange) Ende des Strickneses ein Paarmal fest um die Hauptleitung geschlungen, damit ein starker Zug an dieser ihre Verbindung mit den Patronendrähten nicht trennen könne. Dann bestreicht man die Patronendrähte und die blanken Enden der Hauptleitung (s. v.) mit Harz und umwickelt sie bis dicht an den Pulverkasten mit Baumwollenband, welcher fest angebunden werden muß z. B. an das Stricknäß des Kastens.

Sind diese Vorkehrungen mit Sorgfalt getroffen, so wird der Pulverkasten an dem langen (9 bis 12') Strickende, gehörig mit Steinen beschwert innerhalb des Brunnens in das für ihn ausgebaggerte Loch hineingesenkt, dann zieht man die Hauptleitung straff an und überzeugt sich mittelst des Provirapparats, daß Alles in gehöriger Ordnung ist. Nun schüttet man in den Brunnen auf den Pulverkasten schweren Steinschutt hinab und stampft diesen, so weit als möglich, fest. Darauf wird die Hauptleitung leise in den Brunnen hinabgelassen und an seiner obern Kante befestigt. Ist dies geschehen, so wird der Brunnen aus dem Grunde aufgewuchtet, wieder quer auf das Fahrzeug gelegt und die Hauptleitung losgeknüpft. Nun fährt man mit dem Fahrzeug langsam dem Lande zu auf dem kürzesten Wege nach dem Punkte, wo entweder die über Land weiterführende Leitung angeknüpft oder gezündet werden soll. Bei dieser Fahrt wird die Leitung versenkt. Ist der Grund schlammig, so braucht man keine weiteren Arbeiten auszuführen, als daß man von 10 zu 10' einen Stein an die Leitung bindet und sie langsam abschieben läßt. Die Steine wühlen dann die Leitung genügend in den Grund. — Ist ein Ende Hauptleitung dem Ablauen nahe, so wird Halt gemacht und ein neues Ende angeknüpft; man bedient

sich dazu des mitgeführten blanken Drahts mittelst dessen man die betreffenden freien Enden der Hauptleiter verbindet; diese werden außerdem noch durch kurze Enden Leine aneinander geknüpft, wie das erste Ende des Hauptleiters an den Pulverkasten. Mit der Verbindung wird dann ebenso verfahren, wie mit jener am Pulverkasten, sie wird mit Harz, Pech oder Theer sorgsam bestrichen und mit Baumwollenband fest umwickelt.

Ist der Grund nicht schlammig, sondern fest, so daß die Leitung sich nicht in ihn einwühlen kann, so muß man eine mindestens 9" tiefe Rinne für sie ausbaggern, in diese den Draht hineinstoßen und sie dann mit Steinschutt füllen. Diese Arbeit ist eine der schwierigsten, die es giebt. — Bei Militärzwecken ist sie aber unerlässlich. Ihre Schwierigkeit kann sehr oft Veranlassung werden, daß man sich des Nutzens, der aus Versenkung von Pulverladungen unter Wasser gezogen werden könnte, gänzlich begebe, wenn man es mit einem festen Grunde zu thun hat. Zu Zivilzwecken braucht man die Leitungen nie auf diese Weise zu sichern, da man hier stets sofort sprengen kann, sobald die Leitung gestreckt ist, während man für Kriegszwecke erst auf das Erscheinen des Feindes warten muß.

In sehr tiefen Gewässern hat man eine Beschädigung oder ein Aufinden der Leitungen nicht so leicht zu fürchten. Hier kann selbst der Feldmineur seine Ladung und Leitung ohne alle weitere Sicherung auf den Grund versenken; möge der Boden desselben beschaffen sein, wie er wolle.

Wir haben bisher immer von zwei Leitungsdrähten gesprochen, die man zur Zündung der Minen mittelst des galvanischen Stroms verwenden solle. Es ist bekannt, daß man sich in der elektrischen Telegraphie seit langem schon nur eines, isolirten, Drahts bedient, während dann die Stelle des andern der Erdkörper einnimmt. Dies Verfahren auf die Zündung von Minen mittelst des galvanischen Stroms angewendet, müßte man so verfahren: an den einen Patronendraht des Pulverkastens knüpfte man einen wohl isolirten Draht, isolire auch den Patronendraht bis zum Pulverkasten vollkommen, das freie Ende des placirten Hauptleiters verbinde man mit dem einen Pole der Batterie. Man grabe ferner einige Fuß vom Pulverkasten eine Zinkplatte oder sonstige Metallplatte ein, an welche

ein Kupferdraht gelöthet ist und verbinde diesen mit dem noch freien Patronendraht. Ebenso grabe man einige Fuß von der Batterie eine Metallplatte ein und verbinde diese mit dem noch freien Pole. Zwischen den beiden Metallplatten übernimmt nun die Erde oder das Wasser die Leitung.

In der That sind in Russland Versuche gemacht worden, mittelst eines Drahtes Minen zu zünden. So viel steht fest, daß sie zu einem durchaus günstigen Resultat, so daß sie unbedingt für die Praxis empfohlen werden könnten, noch nicht geführt haben. Wenn man sich dieser Methode in der elektrischen Telegraphie unbedenklich bedienen kann, so folgt daraus noch nicht, daß sie auch für die Minenzündung praktisch sei. Denn erstens braucht es für die magnetischen Wirkungen, auf deren Eintreten die galvanische Telegraphie beruht, eines viel schwächeren Stromes, als für die Glüherscheinungen, die zum Minenzünden erforderlich sind; zweitens sind die Strecken, mit denen es die elektrische Telegraphie zu thun hat, viel größer als diejenigen, welche für den Mineur in Betracht kommen. Nach neueren Versuchen aber wächst die Nutzwirkung der Erde als Leiter sehr beträchtlich im Verhältniß zu den Strecken, auf welche hin sie als solcher in Thätigkeit tritt.

Über den russischen Versuchen ruht ein tiefes Geheimniß. Wir wissen daher nicht, ob die Zündungen hier mittelst eines Drahtes, ohne alle weiteren Vorrichtungen ganz in der einfachen Manier, die wir oben hingestellt, bewirkt wurden, oder ob man nicht vielleicht magnetische Wirkungen zur Hülfe genommen. Man könnte sich z. B. vorstellen, daß durch den galvanischen Strom, wie beim Morse'schen Telegraphen, ein Stift innerhalb des Pulverkastens in Bewegung gesetzt sei, der dann in eine mit Knallpräparaten gefüllte Hülse stößt, deren Explosion die Explosion der Ladung nach sich zieht.

Für den praktischen Gebrauch wird man wohl am Besten thun, sich für jetzt an die Zündung mit zwei Drähten zu halten. Jeder aber, der dazu Gelegenheit hat, sollte bei Versuchen seine Aufmerksamkeit darauf richten, ob und in welcher Weise und in welchen Grenzen der praktische Mineur die Zündung mit einem Drahte adoptiren kann. — Ein zweiter Punkt, auf den wir die Aufmerksamkeit der Experimentatoren lenken möchten, ist, — ob es nicht

angänglich und vortheilhaft sei, die Trogbatterieen, von welchen wir geredet haben, wenigstens für gewisse Fälle durch magneto-elektrische Apparate zu ersehen.

Besonders wichtig ist der erste Punkt. Wenn man sich der Minen in ausgedehntem Maße bedienen will, so ist es keineswegs gleichgültig, ob man die Hälfte des Drahts, welcher jetzt erforderlich ist, entbehren könne oder nicht.

Die Anwendung des galvanischen Stroms zur Minenzündung hat dem Mineur ein ganz neues Feld eröffnet. Wir wollen nur in kurzen Zügen auf die Veränderungen hinweisen, welche der Mineurkunst bevorstehen.

Bisher fanden die Minen ihre vorzugsweise Anwendung bei der Vertheidigung der Festungen. Sie waren hier wesentlich verkörpert in den Contreminensystemen, Gewebeen von Gallerieen. — Ein übler Punkt war nun immer schon, daß die Ausführung weitläufiger Contreminensysteme sehr theuer ist, daß sie nicht wohl mehr als zwölf Ruthen (144') von der Contrescarpe vorgreifen können, wenn ihre Bedienung nicht fast zur Unmöglichkeit werden soll und daß diese Bedienung eine sehr beträchtliche Anzahl von geübten Mineurs verlangt, über welche man nur selten disponiren kann. Man beschränkte dann die Contreminensysteme unter dem Glacis auf einzelne besonders wichtige Punkte, z. B. die ausspringenden Winkel. Hier aber sind sie leicht in der Flanke anzugreifen und bald unschädlich zu machen, wenn nur der Angreifer einige Zentner Pulver daran setzen will. Im Grunde giebt es in den neueren Plätzen nur einen Punkt, wo Contreminen mit rechtem Vortheil anzuwenden sind. — Dies sind die Höfe der Hauptwerke, insofern diese tüchtige bombensichere Reduits haben, von welchen man die Minengänge kann aus gehen lassen. Hier können die Minensysteme nicht umgangen werden, der Feind muß sie angreifen. Und darin beruht die Hauptstärke aller Vertheidigungsmittel. Mag ein solches noch so vortrefflich sein, sobald es angegriffen wird; es ist eine überflüssige Zuthat, wenn der Feind nicht gezwungen ist, es anzugreifen.

Man kann sich indessen nicht leicht darein finden, das ganze Vorterrain eines Platzes dem Feinde preis zu geben, ohne ihn auf demselben durch das vortreffliche Mittel der Minen zu chicaniren.

Seitdem die galvanische Zündung Eintritt in das Mineurhandwerk gefunden hat, braucht man die Minen auf dem Vorterrain nicht auszulassen und doch auch keine Gänge anzulegen.

Jeder Platz hat nur wenige Angriffsfronten. Diese kann man nun bei der Armierung durch Minensysteme ohne Gänge verstärken. Einzelne Punkte, auf denen der Feind bei seinen Operationen gegen den Platz Batterieen anlegen muß, kleine Anhöhen, Kämpen oder Werder, die sich aus einem sonst ungangbaren, überschwemmten oder angesumpften Terrain erheben, bieten sich ohne Weiteres in der Nähe der Angriffsfronten oder auf ihnen, als solche Punkte dar. Auch der Platz der Contre- und Breschbatterieen ist ziemlich genau bestimmt. Hier kann man nun Minen anlegen und sie durch Leiter in Verbindung mit dem Platze setzen; man läßt den Feind seine Batterieen auf diesen gefährlichen Plätzen erbauen und armiren und wirft sie dann über den Haufen.

Zu einem ganz analogen Gebrauch der Minen findet sich die mannigfachste Gelegenheit auch bei verschanzten Lagern. — Während man sonst nur mit Mühe und unter beständiger Besorgniß, daß feuchtes Wetter bis zur Zeit des Gebrauchs die Leitungen verderben könnte, 100' vor die Fronte eines Platzes oder eines verschanzten Lagers mit seinen Minen hinausgreifen könnte, wird man jetzt das Vorterrain auf mehrere hundert Schritt hin durch Minen unsicher machen können und das sonst so hinderliche Wasser wird dabei gar nicht mehr im Wege stehen.

Wie man sich im Festungskriege der Minen zur Vertheidigung der Breschen bedient, so wird man von ihnen zur Vertheidigung langer Defilees, die der Feind passiren muß, einen vortheilhaften Gebrauch machen können. Auf weite Entfernungen hin kann man Brücken, welche der Feind eben überschreitet, in die Luft sprengen, enge Gebirgspassagen auf eben so weite Strecken unsicher machen und während der Feind sie in langer Kolonne erfüllt, ohne nur einen Menschen auf seinem ganzen Wege aufgestellt zu haben, Felsblöcke mittelst einer Anzahl zugleich spielender Minen an verschiedenen Punkten auf die unbehülfliche feindliche Kolonne herunterwälzen.

Zum Aufsetzen von Wassergräben sind die Minen, wenn man sich der galvanischen Zündung bedient, nun gleichfalls geeignet.

Hat man rechtzeitig Pulverladungen in sie versenkt, so braucht man nun nicht beständig mit Axt und Säge an der Herstellung einer Wasserrinne im gefrorenen Graben zu arbeiten. Man wartet ruhig den Sturm ab und in dem Augenblick, wo der Feind in Sturmkolonnen den Graben überschreiten will, lässt man die Minen spielen, öffnet dadurch nicht blos die Eisdecke und verwehrt nicht blos dem Feinde den Uebergang, sondern man greift ihn selbst an, während er den Uebergang versucht, lässt seine Mannschaft ersaufen und bedient sich der umherfliegenden Stücke der Eisdecke gegen seine entferntere Mannschaft als Bomben und Granaten.

Ebenso bedient man sich der Minen zur Vertheidigung von Wassereingängen. Griffe z. B. der Feind ein verschanztes Lager vor Zürich zugleich zu Lande und mit einer Flottille von der Seeseite her an, so würde man seine Flottille und seine schwimmenden Batterien durch Pulverladungen, die man in den flacheren Stellen des Sees versenkt, wenigstens sehr vorsichtig machen und jedenfalls Landungen an einem oder dem andern der Seufer beträchtliche Schwierigkeiten in den Weg legen können.

Diese Andeutungen mögen genügen, darauf aufmerksam zu machen, wie eine sehr erweiterte Anwendung der Minen für Kriegszwecke durch die Einführung der galvanischen Zündung ermöglicht wird. Man kann nun allerdings die Sache übertreiben und etwa, wie man unendliche Trains von Geschützen mitschleppte, als diese einigermaßen beweglicher geworden waren, so überall Minen anlegen wollen. Wir verwahren uns ausdrücklich dagegen, als wollten wir einem solchen Mißbrauche das Wort reden. — Jedes Kriegsmittel hat seinen Ort und seine Zeit und nicht an erfinderischer Verschwendung aller möglichen Kriegsmittel, sondern an weiser Sparsamkeit, richtiger Berechnung der Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten des Krieges erkennen wir den Ingenieur. Wir haben die mannigfaltigen Perspektiven, welche sich für Anwendung der Kriegsminen durch die Einführung der galvanischen Zündung eröffnen, anführen wollen, ohne darum in jedem Fall dem Ingenieur beizustimmen, der nun die erste beste Gebirgspassage ohne Rücksicht auf den wahrscheinlichen Weg des Feindes oder die disponiblen Vertheidigungskräfte anderer Art, flottweg mit Minen spicken wollte. — Nur andeutungs-

weise erinnern wir daran, daß sich auch in der Ziviltechnik durch die Anwendung der galvanischen Zündung ein weiterer Spielraum für den Gebrauch der Minen eröffnet. Große Fels sprengungen für Eisenbahnen und sonstige Wege, bei denen man nicht blos sehr lange Leitungen gebraucht, bei denen man diese auch zum Theil durch Wasser führen mußte, bei denen man überdies mehrere Ladungen zugleich sprengen muß, um seinen Zweck auf die rechte Weise zu erreichen; solche Fels sprengungen, die mit den bisherigen Mitteln fast unüberwindliche Schwierigkeiten darboten, sind verhältnismäßig leicht, wenn man die galvanische Zündung anwendet. Und ebenso steht es mit Klippensprengungen unter Wasser, um Ströme für die bequemere Beschiffung zu reguliren, mit der Sprengung von Wracks versunkener Schiffe, die man unzertheilt nicht an die Oberfläche schaffen kann.

Zürich, 10. April 1851.

W. Müstow.

Einiges über das vereinfachte Exerzirreglement der Infanterie.

Seit unserer letzten Bemerkung über dasselbe in Nro. 3 haben wir Gelegenheit gehabt, uns des Näheren über die vorgeschlagenen Neuerungen belehren zu lassen. Herr Kommandant Hindenlang von Basel, der als Experte der mit Untersuchung unserer Exerzirreglemente betrauten Kommission beigewohnt hat, unterrichtet seit mehreren Wochen die unter seinem Kommando stehende Standestruppe von Basel in den neuen Vorschriften und haben wir diesen Übungen regelmäßig beigewohnt soweit sie sich auf die Soldaten- und Rekrutenschule ausdehnten.

In der ersten hat namentlich die Eintheilung Veränderungen erlitten und ist als dritter Abschnitt das Bajonettschreglement beigesfügt, das, soweit wir wissen, Herr Major H. Müller von Zürich entworfen hat. Die Stellung des Soldaten sowie die Grundsäze des Marschirens bleiben fast unverändert, nur wird künftig eins! zwei! gezählt statt eins! zwei! drei! und ist der Schulschritt rückwärts wegefallen; denselben ganz zu beseitigen, wie mehrfach vorgeschlagen worden ist, scheint uns nicht gerechtfertigt. So wenig praktische Anwendung diese Schrittart hat, so bleibt sie immerhin das einzige Mittel, den Soldaten zu gewöhnen, auf das Kommando „Marsch“ den linken Fuß mit gestrecktem Knie auf