



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Bau- und Kunstarbeiten des Steinhauers**

Text

**Krauth, Theodor**

**Leipzig, 1896**

b. Das Sprengen mit Pulver und Dynamit.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-93821](#)

In den Schrot des Lagers werden die Keile in passenden Abständen (gewöhnlich 10 bis 12 cm), an der freien Ecke beginnend, der Reihe nach und mit Wiederholung eingetrieben. Das Antreiben geschieht mit dem Fäustel (Fig. 238) oder mit dem Steinschlägel je nach der Grösse der Keile und des Steins. Wenn die Keile im Schrot zu verschwinden beginnen, so schlägt man mit der Finne des Schlägels zu, damit der Stein nicht zerschlagen wird. Ist der Stein gehoben und im Lager abgelöst, so beginnt das Stossen. Da hier ein grösserer Widerstand zu überwinden ist, so werden die Keile meist dicht nebeneinander gesetzt. Im übrigen ist die Sache wie vorher.

Die Form der abzulösenden Stücke ist einerseits durch die natürliche Absonderung des Gesteins, anderseits durch die Verwendung bestimmt. Das Material setzt aber je nach seiner Art gewisse Grenzen. Im Keupersandstein kann man bis zu einer Stärke von 10 cm, im härteren Buntsandstein bis zu 20 cm im Minimum spalten.

Veränderte Verfahren der Keilarbeit sind folgende:

- a) mit Keilen im Wechsel. Erst werden kleine Keile eingetrieben; zwischen diese werden dann grössere gesetzt; eine dritte noch stärkere Reihe an Stelle der ersten ersetzt die zweite u. s. w. Schliesslich kann das Hebeisen (Fig. 248) behufs Aufwuchtung in die Spalte eingeführt werden.
- b) mit sog. Fimmeln, speziell für schieferige Gesteine. An Stelle der gewöhnlichen Keile und Wecken treten lange Spitzkeile.
- c) mit Holz- oder Blechsatz. In den Schrot werden erst Keile aus Buchenholz eingetrieben und zwischen die letzteren dann die Eisenkeile. Oder in den Schrot werden keilförmig umgekantete starke Eisenbleche eingelegt, bevor die Keile eingetrieben werden. Durch wiederholtes Einsetzen neuer Bleche in die vorigen kann mit Keilen von einerlei Grösse der Spalt allmählich erweitert werden.
- d) mit Bohrlöchern und Rundkeilen. In die Bohrlöcher wird ein Blechsatz eingeschoben, bestehend aus verschieden langen, rohrartig zusammengebogenen, ineinandersteckenden Hülsen, die sich beim Eintreiben eines zylindrischen Eisenbolzens ausweiten. Der Blechsatz sitzt, wie ein ausgezogenes Fernrohr aussehend, mit dem dicken Teil am Ende des Bohrloches und der Druck ist besonders an dieser Stelle wirksam, während er bei den gewöhnlichen Keilen aussen am Schrot am stärksten ist.

Die Mehrzahl aller Hausteine hat im Rohblock die Form eines Parallelflächners (Paralleliped), weshalb in der Regel auch alle Steine so gebrochen werden. Das Ablösen durch Keile lässt sich aber um so leichter bewerkstelligen, je freier das betreffende Stück liegt, von je mehr Seiten man ihm beikommen kann. Damit ergiebt sich von selbst die Zweckmässigkeit des Abbaues in treppenförmigen Absätzen, in Bänken und Terrassen. Aus dem gleichen Grunde löst man aber auch gerne grössere Blöcke im ganzen ab, um sie nach Bedarf in kleinere Stücke zerlegen zu können. Für diese oft viele Kubikmeter umfassenden Blöcke ist aber die Keilarbeit nicht mehr ausführbar oder zu schwierig und man wählt für die Abtrennung die Sprengarbeit.

#### B. Das Sprengen mit Pulver und Dynamit.

Die Erfindung des Schiesspulvers und späterhin diejenige des Dynamit und ähnlicher Sprengstoffe war, wie überhaupt, auch für die Steinbearbeitung epochemachend. Die Wirkung dieser Mittel beruht zunächst auf einem chemischen Vorgang. Bei der Entzündung und plötzlichen Verbrennung werden bedeutende Mengen von Gasen frei, die, wenn sie an der freien Ausdehnung behindert sind, eine grosse Spannung und momentane Kraftentwicklung hervorrufen, wie sie auf anderem Wege kaum erreicht werden kann. Die mehr oder minder rasche Kraftentwicklung bezeichnet man als Brisanz. Schiesspulver ist weniger brisant als Dynamit.

In Bezug auf die Gesteine benützt man die Sprengstoffe

- a) zur Zermalmung,
- b) zur Abtrennung und Verschiebung.

Je brisanter ein Sprengstoff ist, desto mehr eignet er sich zur Zermalmung und wo es in erster Linie auf Abtrennung und Verschiebung abgesehen ist, muss man zu weniger brisanten Mitteln greifen, zum Schiesspulver oder zu abgeschwächten Dynamiten.

Die Zermalmung des Gesteins spielt ihre Rolle im Bergbau, im Eisenbahnbau. Die Aufgabe, das Massiv ganzer Gebirge in wenigen Jahren mit meilenlangen Tunnels zu durchbohren, hat die Sprengtechnik ausserordentlich entwickelt. Es sind sinnreiche, rasch arbeitende Bohrmaschinen erfunden worden. Man hat genau festgestellt, welche Weite, Länge, Richtung und gegenseitige Entfernung den Bohrlöchern zu geben ist, um den grössten Nutzeffekt zu erzielen, um das Gestein möglichst rasch und billig zu zertrümmern.

In einem gewissen Gegensatz hierzu arbeitet man in den Steinbrüchen, welche zur Gewinnung von Hausteinen angelegt sind, nicht auf die Zermalmung, sondern auf die Erhaltung des Gesteins hin. Man sucht eine Abtrennung und Verschiebung des Materials zu erzielen bei thunlichster Vermeidung von Abfall. Für das Steinhauerbuch kommt nur dieser zweite Fall in Betracht.

Als Sprengmittel dienen zur Zeit ganz allgemein:

- a) das Sprengpulver,
- b) die Dynamite.

Das Sprengpulver ist ein Schiesspulver von grobem, ungleichem Korn, glänzend graphitgrau, hart und nicht abfärbend, wenn es gut ist. Die Zusammensetzung wechselt nach den Herstellungsarten. Durchschnittlich kommen auf 100 Teile: 65 bis 70 Salpeter, 24 bis 18 Schwefel, 11 bis 12 Kohle.

Der Kohlen- und Salpetergehalt ist geringer als beim Jagd- und Scheibenpulver. Der verstärkte Schwefelgehalt macht das Sprengpulver haltbarer und unempfindlicher gegen Feuchtigkeit und verlangsamt gleichzeitig die Explosivkraft. Das Sprengpulver ist allerwärts zu haben; es wird nach dem Gewicht verkauft, das Kilo zu 80 Pf. Man verwahrt es an trockenen Orten in Glasflaschen, Blechbüchsen oder in Säcken, die in Holzfässern stehen, deren Innenwände mit gefirnisstem Papier ausgeklebt sind.

Die Dynamite sind Gemenge verschiedener Stoffe mit Nitroglycerin, das eine enorme Brisanz hat und, nebenbei bemerkt, giftig ist. Die beigemengten Stoffe haben den Zweck, die Brisanz zu mildern und die Gefährlichkeit abzuschwächen, die dem Nitroglycerin nun einmal eigen ist, wie sich bald zeigte, als man es für sich allein als sog. Sprengöl in Anwendung genommen hatte.

Zur Beimengung dienen Infusorienerde oder Kieselgur (gewöhnliches Dynamit), mit Salpeter getränkte Cellulose (Dualin), Kollodiumwolle (Sprenggelatine), Sprengpulver (Coloniapulver) u. s. w. Mit jedem Jahr kommen neue Präparate dieser Art in den Handel. Das eine oder andere wird schliesslich das Kieselgurdynamit verdrängen. Vorläufig ist es aber noch neben dem Sprengpulver das Hauptsprenghittel.

Im Handel gehen 4 Dynamitsorten:

Dynamit I mit 75 %	Nitroglycerin	und 25 %	Kieselgur
" II "	45 %	"	55 %
" III "	35 %	"	65 %
" IV "	25 %	"	75 %

Dynamit I hat also die grösste, Dynamit IV die kleinste Brisanz und man kann nach Bedarf wählen. Das Nitroglycerin ist ein gelbes oder braunes Oel; die Infusionserde ist gelb,

grau oder bräunlich; das Gemenge ist dementsprechend gelblich oder braun und bildet eine fettige, teigige Masse, kein Wasser aufnehmend und ungefähr  $1\frac{1}{2}$  mal so schwer als dieses. Auf gewöhnliche Weise entzündet, brennt Dynamit ohne Explosion ab. Wenn es explodieren soll, so ist es durch ein Patentzündhütchen (Knallquecksilber) zu entzünden, welches, am Ende einer Zündschnur befestigt, in die Masse der Patrone eingedrückt wird. Dynamit leidet nicht von Feuchtigkeit und explodiert auch unter Wasser ohne weiteren Schutz. Dynamit gefriert bei ca.  $8^{\circ}$  C. (also über Null) und ist dann ein gefährlicher Gegenstand, der schon bei ungeschicktem Herabfallen auf den Boden explodieren kann. Dynamit kostet 3 Mk. bis 4,20 Mk. pro Kilo, ist also mehrfach teurer wie Sprengpulver, leistet aber auch entsprechend mehr. Beide Sprengstoffe haben Vorteile und Nachteile, deren Erwägung im speziellen Fall für die Verwendung des einen oder andern entscheidet. Für das Sprengpulver sprechen die geringere Gefährlichkeit und die langsamere Wirkung, für das Dynamit die Unempfindlichkeit gegen Wasser, die Vereinfachung der Arbeit und die grösse Brisanz, soweit sie erwünscht ist. Wo man den Stein thunlichst schonen will, wo es auf glatt verlaufende Spalt- und Stossflächen ankommt, sprengt man gerne mit Pulver. Wo das Gestein stark verwachsen ist, in ohnedies zertrümmerten Klüften, wo Wasser beidringt und wo ein unregelmässiger Bruch nicht schadet, ist Dynamit bevorzugt.

Bei weichem, leicht abzulösendem Gestein ist der Unterschied der Wirkung beider Sprengmittel weit geringer als bei harten Massengesteinen, weshalb man in Sandsteinbrüchen noch vielfach das Sprengpulver vorzieht. Im ersten Falle erfordert das cbm abzusprengender Masse im Durchschnitt 340 gr Pulver oder 160 gr Dynamit I, im zweiten Fall 800 gr Pulver oder 280 gr Dynamit. Das Verhältnis ist also im ersten Fall annähernd 2:1, im andern Fall 3:1. Diese Zahlen sind nur ungefähr massgebend, schon deswegen, weil ein in der Tiefe liegendes, also stärker gepresstes Gestein mehr Widerstand leistet und unter Umständen die doppelte Sprengkraft erfordert, als ein weniger gespanntes an der Oberfläche.

Die Bohrlöcher werden in den Steinbrüchen gewöhnlich von freier Hand gebohrt, entweder von einem Arbeiter (einmännig) oder von 2 Arbeitern (zweimännig). Man benutzt als einziges Werkzeug den Stossbohrer (Fig. 230d) oder das Eintreiben des Bohrers geschieht durch Hammerschläge. (Figur 230a.) Die erstere Methode erfordert grösere Geschicklichkeit, leistet aber verhältnismässig mehr. Sie ist besonders für senkrechte Bohrlöcher geeignet und der Stossbohrer wird dann zum Freifallbohrer. Da er durch sein eigenes Gewicht zu wirken hat, so wiegt er 8 bis 20 kg, hat eine Länge von 1 bis 3 m bei einer Stärke von 25 bis 35 mm. Gegen senkrechte Wände kann er an einer Kette hängend geschwungen werden. Bei hartem Gestein ist das Zuschlagen mit dem Hammer zu empfehlen. Bei einmännigem Bohren führt der Arbeiter den Bohrer mit der linken, den Hammer mit der rechten Hand. Der Bohrer wird nach jedem Schlag um ein wenig gedreht oder „gesetzt“. Bei zwei- und mehrmännigem Bohren setzt der eine Arbeiter den Bohrer, der dann schwerer und stärker ist, und die andern schlagen mit 8 bis 14 kg schweren Hämtern zu. Der einmännige Handfäustel wiegt nur 3 bis 5 kg.

Der Bohrmeissel ist aus Rund- oder Achtkanteisen, an der Schneide verstahlt. Die Schneide ist besser im Bogen geführt als gerade. Der Radius des Bogens beträgt ungefähr das Dreifache des Schaftdurchmessers. Die Breite der Schneide ist grösser als der letztere, weil sich der Bohrer sonst im Bohrloch klemmt. Bei Sandstein kann das Bohrloch ein ziemliches weiter sein, als der Bohrer dick ist. Im allgemeinen wird die Meisselbreite sich zum Schaftdurchmesser verhalten können wie 4:3. Der Zuschärfungswinkel der Schneide richtet sich nach der Härte des Gesteins. Für Sandstein sind etwa  $75^{\circ}$  das richtige. (Figur 230b.) In hartem, besonders in ungleich hartem Gestein klemmt sich die Schneide leicht fest und man verwendet dann an Stelle des Meisselbohrers gerne Kreuz- und Kronenbohrer (Fig. 230c), die eine Verdoppelung des gewöhnlichen Bohrers vorstellen. In sehr hartem Gestein benutzt man Bohrer, deren Schneide

mit schwarzen Diamanten besetzt ist. Auch Bohrer mit S- und mit Zförmiger Schneide sind in Anwendung.

Die Länge der Bohrer richtet sich nach derjenigen des Bohrloches. Man beginnt, nachdem ein sog. Ansatz in das Gestein gehauen ist, mit kurzen Anfangsbohrern, ersetzt dieselben später durch Mittelbohrer und diese schliesslich durch die Abbohrer, die mehrere Meter lang sein können und bei sehr tiefen Bohrlöchern durch zusammengesetzte Einzelgestänge ersetzt werden. Das Bohrloch kann dabei nach unten enger werden. Man hat übrigens auch Bohrer konstruiert, die eine Erweiterung des Bohrloches an seinem Ende zu einer Art Pulverkammer gestatten.

Die gewöhnliche Bohrlochweite beträgt 2,5 bis 4 cm. Die Sprengung mit Hilfe kleiner Bohrlöcher ist im allgemeinen billiger und zweckmässiger als diejenige mit grossen. Seit man mit Hilfe der Elektrizität die Ladungen einer grösseren Zahl von Bohrlöchern gleichzeitig entzünden kann, sind grössere Bohrungen entbehrlich geworden. Thatsächlich werden sie nur in aussergewöhnlichen Fällen ausgeführt. In Bezug auf einen Buntsandsteinbruch ist uns ein derartiger Fall bekannt. Das senkrechte Bohrloch, das zwei Italiener im Laufe eines halben Jahres gebohrt hatten, war 16 cm weit und 12 m tief. Gesprengt wurde mit 150 kg Pulver. Der Schuss sprengte das Gestein auf die ganze Höhe und Breite des Steinbruchs in einer ziemlich weit klaffenden Stossfuge ab und es wurden ungefähr 500 cbm Material frei. Das Bohrloch war des Besatzes wegen überflüssig tief. Die Abtrennung reichte unter die Bruchsohle. Das Ganze war ein Versuch, der das cbm Material mit ungefähr 2 Mk. belastete.

Die Richtung der Bohrlöcher hängt von allerlei Umständen ab. Bei Massengesteinen ist sie an sich beliebig. Wo auf Zermalmung gearbeitet wird, geht sie ungefähr unter  $45^{\circ}$  zur freien Fläche. Bei überhängendem Gestein kann sie sogar nach oben gehen. In geschichteten Hausteinbrüchen ist sie in der Regel senkrecht auf das Lager gehend oder parallel zu demselben, dem Stossen und Heben entsprechend.

Die Tiefe des Bohrlochs wird zu  $\frac{1}{2}$  der beabsichtigten Ablösung gewählt. Zwei nebeneinander liegende Bohrlöcher, deren Ladungen gleichzeitig entzündet werden und deren Wirkungen sich unterstützen sollen, können also einen Abstand gleich der doppelten Bohrlochtiefe haben. Kleine Bohrlöcher werden auf etwa  $\frac{1}{3}$  der Länge geladen, die verbleibenden  $\frac{2}{3}$  sind für den Besatz oder die Verdämmung. Das spezifische Gewicht von Sprengpulver ist im Mittel 0,85, dasjenige von Dynamit 1,4; von ersterem gehen also auf den cbm Bohrlochraum 0,85 g; von letzterem 1,4 g. Wenn nun die zur Abtrennung von 1 cbm Material erforderliche Menge von Pulver oder Dynamit durch die Erfahrung festgesetzt ist, so lässt sich das übrige unschwer berechnen.

Beim Bohren löst sich das Gestein in kleinen Splittern oder als Sand ab. Die Entfernung dieses Bohrmehls erschwert das Geschäft des Bohrens. Dadurch, dass man Wasser in das Bohrloch giesst, bildet das Mehl mit diesem einen Teig, der sich in die Höhe schafft. Das Herumspritzen des Wassers bei Hebung des Bohrers zu verhindern, legt man um denselben an der Bohrlochmündung einen Wulst von Werg oder alten Lappen. Der Bohrteig muss von Zeit zu Zeit durch Ausheben entfernt werden. Dies geschieht, nachdem der Bohrer ausgezogen ist, mit Hilfe des Bohrlöffels oder Krätzers, dessen gewöhnliche Form Figur 230e darstellt.

Das Laden und Losschiessen gestaltet sich verschieden, je nachdem Pulver oder Dynamit, gewöhnliche oder elektrische Zündung beliebt wird. Das Pulver hüllt man bei trockenem Gestein in Papier oder in Därme, bei nassem in Blechröhren und bildet auf diese Weise eine dem Bohrloch entsprechende Patrone, in welche das Ende einer Bickfordschen Zündschnur eingeführt und ordentlich befestigt wird. Diese Zündschnüre sind die beste und bequemste Feuerleitung. Sie brennen im trockenen Besatz wie unter Wasser gleich gut weiter (in der Minute 60 bis 70 cm). Das Meter kostet eine Mark. Die Pulverpatrone mit der an ihr befestigten Zünd-

schnur wird mit einem hölzernen Ladestock, der eine seitliche Rinne für die Zündschnur hat, vorsichtig auf den Grund des Bohrloches geschoben und nachdem der Ladestock ausgezogen ist, wird der Besatz aufgegeben, zunächst Sand, gepulverter Thon, Löss etc. und nach der Mündung des Bohrloches hin nasser Lehm, der mit Schonung der Zündschnur festgedrückt wird. Die Zündschnur lässt man soweit vorstehen, dass der Anzünder Zeit genug hat, sich in Schutz zu bringen, bevor der Schuss losgeht.

Das Dynamit, das nicht gefroren sein darf, wird bei trockenem Gestein in der nötigen Menge in das Ende des Bohrloches festgedrückt. Auf die Ladung wird eine kleinere Zündpatrone geschoben. Das dem Ende der Zündschnur aufgekniffene Zündhütchen wird in das Dynamit dieser Patrone eingedrückt und das überstehende Papier der Hülse wird um die Zündschnur festgebunden. Der Besatz ist wie vorher einzubringen. Eine richtige Verdämmung empfiehlt sich auch hier, obgleich starkes Dynamit schliesslich auch ohne Besatz seine Wirkung thut. Soll das Dynamit unter Wasser, so sind Patrone und Zünder mit Unschlitt oder Teer in ein wasserdichtes Ganze zu vereinigen oder in eine Blechhülse einzuschliessen, wenigstens dann, wenn nicht sofort geschossen wird.

Zur elektrischen Sprengung liegt nur Grund vor, wenn mehrere Schüsse gleichzeitig entzündet werden sollen, was, wie bereits angedeutet, einer Verringerung der Bohrlöcher und Ladungen, also einer Ersparnis gleichkommt. Es sind dann besondere elektrische Zünder in die Patronen einzuführen. In die von einer Kupferhülse umschlossene Zündmasse sind zwei Kupferdrähte eingeführt, die eine kleine Lücke für das Ueberspringen des Funkens zwischen sich lassen. Die Gesamtverbindung geschieht durch Kupferdrähte. Der Zuleitungsdraht wird mit dem ersten Draht der 1. Zündung verbunden, der 2. Draht der 1. Zündung mit dem 1. Draht der 2. Zündung, der 2. Draht der 2. Zündung mit dem 1. Draht der 3. Zündung u. s. w., der 2. Draht der letzten Zündung mit der Herleitung. Wird nun der elektrische Strom durch die Gesamtleitung hindurchgeschickt, so springt der Funken in allen Zündern gleichzeitig über und sämtliche Schüsse gehen gleichzeitig los. Der elektrische Strom kann auf verschiedene Art erzeugt werden. Für kleinere Steinbrüche, in denen nur hin und wieder elektrisch gesprengt wird, empfiehlt sich der Gebrauch einer Reibungselektrisiermaschine, wie sie in passender Grösse und Form, in bequem tragbarem Kasten untergebracht, für den genannten Zweck gebaut wird. Sind Zu- und Herleitungsdrähte mit der Maschine verbunden, so genügen wenige Kurbeldrehungen zur Erzeugung der nötigen Stromstärke; ein Druck auf einen Knopf und die Sprengung ist vollzogen. Auf diese Weise lässt sich das Gestein gleichzeitig heben und stossen. Wenn mit Pulver gesprengt wird, lassen sich grosse Blöcke tadellos ohne Materialverlust abtrennen, vorausgesetzt, dass die Bohrlöcher richtig verteilt und die Ladungen genau bemessen sind.

Schüsse, die versagt haben, sind eine heikle Sache. Bei genügender Vorsicht kommen sie nicht vor. Wenn sie aber vorliegen, so verbietet sich unter allen Umständen die sofortige Untersuchung. Das ungefährlichste Mittel zur Beseitigung ist folgendes: Man bohrt und ladet ein neues Bohrloch, nur so weit von dem versagten Schuss entfernt, dass dieser sich mitentzünden muss, wenn der neue Schuss abgebrannt wird.

Die gebrochenen Steine werden entweder im Steinbruch selbst fertig bearbeitet oder das Rohmaterial wird abgeführt, um an anderer Stelle seine weitere Bearbeitung zu finden. Um kein überflüssiges Material zu transportieren, wird der Stein auch in diesem Falle annähernd auf die spätere Form gebracht. Er erhält eine solche Abmessung, dass der Rohblock nach jeder Richtung um etwa 3 cm grösser ist, als das fertige Werkstück. Der sog. Bruchzoll wird zugeschlagen. Der Name stammt von dem früheren Landesmass, ist aber nach Einführung des Metermasses in Uebung geblieben.