

Sprengtechnik nach Petri/Holluba

Reinhard Hofmann

18. April 2003

Diese Zusammenfassung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit, deckt aber einen Großteil der theoretischen Fragen zur Sprengtechnik-Prüfung ab.

1 Verwendung

1.1 Rahmen

Laut Arbeiterschutzesetz muss ein Sprengbefugter verlässlich sein und eine entsprechende Ausbildung genossen haben. Für folgende Gebiete ist noch eine Zusatzausbildung erforderlich: Tiefbohrloch- (>12m), Kammerminen, Unterwasser-, Lawinen-, Serien-Parallel-Sprengung.

Ein Sprenggehilfe darf nur Transport, Besetzen, Absperren, Anzünden und Ausblasen übernehmen, sowie bei Sprengstoffausgabe, Laden, Drahtverbinden, Signalgebung und der Sprengstoffvernichtung helfen.

Laut Bauarbeiten-Koordinations-Gesetz hat der Bauherr dafür zu sorgen, dass die Arbeit der diversen Firmen am Bau (vertraglich verpflichtend) koordiniert abläuft (bspw. Infrastruktur in Kooperation).

Es dürfen keine Sprengarbeiten (egal welcher Zündart) vorgenommen werden in der Nähe von offenem Feuer, mit Stahlwerkzeug, bei niedergehendem Gewitter (nur 1. Signal geben) und schlechter Sicht. Bei elektrischer Zündung darf auch schon bei aufsteigendem Gewitter nicht mehr geladen, jedoch abgetan werden.

1.2 Bezug

Für land- und forstwirtschaftliche Kultursprengungen auf eigenem Boden darf ein Sprengbefugter mit einem Bezugsschein von der zuständigen BH/BPD (3 Monate gültig) die benötigten Sprengmittel (Sprengstoffe und Zündmittel) vom Verschleißer beziehen.

Für mit sprengarbeiten beschäftigte Betriebe kann der Dienstgeber oder der Sprengbeauftragte die Sprengmittel auch dauerhaft mit einem Bezugsbuch beziehen.

1.3 Transport

Das ADR (EU) und das GefahrenGutBeförderungs-Gesetz legen detailliert die Transportvorkehrungen fest (besser liefern lassen), die auch vom Absender geprüft werden müssen.

Für eine Freistellung (Kleinmenge) in Originalverpackung müssen nur Beförderungspapiere, schriftliche Weisung (Unfallblatt) und 2kg Feuerlöscher mitgeführt werden, ansonsten (spezielle Fahrerausbildung) zusätzlich noch Beifahrer, Taschenlampe, Warnjacken, Keile und Warnleuchten.

UN-Klassifizierung kennzeichnet den Sprengstoff (z.B. 1.4B). Die Hauptklasse für alle Sprengmittel ist 1.

Die Unterklasse gibt die Gefährlichkeit bei Explosion an: massenexplosiv (1), Splitterwurf (2), Hitzeentwicklung (3), nur Paket zerstört (4), wenig gefährlich (5), unempfindlich (6).

Mit einem Buchstaben wird die Verträglichkeit angegeben: Initialsprengstoff wie Sprengkapsel und Verzögerer (B), Sprengstoff und Sprengschnur (D), Nichtsprengfähig (S). B und D dürfen (außer bei Freistellung in getrennten Behältnissen) nicht gemeinsam transportiert werden.

Fahrzeuge mit Freistellungen werden nicht gekennzeichnet (Diebstahlgefahr), ansonsten ist ein oranger Gefahrenzettel nötig:

für 1.1-1.3 Explosionszeichen (oben), Klassifizierung (mitte), 1 (unten)

für 1.4-1.6 Klasse und Unterklasse (oben), Verträglichkeit (mitte), 1 (unten)

1.4 Lagerung

Lagerung (in Originalverpackung) ist ab 10kg genehmigungspflichtig. Erlaubt ist die Lagerung (Sprengstoff über 15kg nicht mit Pulver/Zündmittel) für:

- 5kg in allen Räumen, wo es ungefährlich scheint
- 5-15kg ebenerdig, gesichert (abgesperrt), rundherum unbewohnt, Zünder in eigenem Behälter
- 15-150kg in einem oberirdischen, beschütteten Lager mit Sicherheitsschloss
- über 150kg in einem gewinkelten Gewölbe (Fels oder überschüttet) mit Vorwall, Vorraum, Doppeltür, Wasserschutz und ev. Zündmittel-Nischen

Mit Genehmigung darf zusätzlich ein Lager für den Tagesbedarf eingerichtet werden. Der engere Gefährdungsbereich gibt das Gebiet an, in dem schwere Schäden zu erwarten sind, der weitere Gefährdungsbereich das Areal in dem Schäden nicht auszuschließen sind. Die Sprengmittel-Ausgabe muss in einem Ausgabebuch festgehalten werden, augenscheinlich verdorbene Sprengstoffe müssen vernichtet werden.

1.5 Gesundheitsgefährdung

Schwaden sind für die Sprengung essentiell (Gasdruck), beinhalten aber oft auch giftige Bestandteile (Kohlenmonoxid→Ersticken, Nitrose Gase→Verätzung→trinkverbot), welche die sonst weißen Schwaden bräunlich färben. Vor allem im Tunnelbau muss deshalb das Hau(f)-werk nachträglich mit Wasser abgespritzt werden.

Auch Sprengöl (Berührung/Dämpfe) ist gesundheitsschädlich, weil es gefäßerweiternd wirkt (verursacht Kopfweh).

1.6 Sprengsignale

1. Signal (1x lang) heißt für Nichtsprengbeschäftigte Räumung (Arbeitspause). Jetzt wird der elektrische Zündkreis nachgemessen.
2. Signal (2x kurz) kündigt die Zündung an (Blick zur Wandrichtung). Anschließend nimmt der Sprengbefugte die Zündkurbel sofort wieder an sich.
3. Signal (3x kurz) ist die Entwarnung nach erfolgreicher Sprengung (alle Schüsse gezählt; nach 15min kontrolliert).

1.7 Sprengschäden

Um vor Sprengstücken zu schützen, müssen im Gefahrenbereich Fenster, Gräben und Leitungen abgedeckt werden. Der Streubereich ist zu eruieren und zu kennzeichnen (bei Stein Sprengung 300m, bei Metallsprengung 1km). Für nahestehende Bauwerke ist die Lademengen-Abstandsbeziehung heranzuziehen, oder eine Erstütterungsmessung (Ermittlung des Gesamtwerts bei Richtungsscheitelwerten) durchzuführen.

Gegen Sogschädigung sind im Umkreis von 200m die Fenster zu öffnen/sichern.

Die Erschütterung kann vermindert werden, indem Millisekundenzündung verwendet und mit brisantem Sprengstoff etwas überladen aber nicht unterbohrt wird. Außerdem müssen mehr Kopf- als Sohlebohrlöcher verwendet werden. Bei Gebäudesprengungen ist gegebenenfalls das Fundament auszugraben.

1.8 Bewetterung

Die Bewetterung (=Belüftung) unter Tag kann saugend (langsamer) oder drückend (erzeugt Schwaden-Pfropfen „Bojan“, der Tunnel durchläuft) erfolgen. Während der Sprengung erfolgt keine Bewetterung, um den aufgeblähten Schlauch nicht zu zerschlagen.

Emulsionssprengstoffe minimieren den Schadstoffanteil.

Als Schlagwetter bezeichnet man das leichtentzündliche Gemisch aus Methangas und Sauerstoff; wenn damit gerechnet werden muss, dürfen nur geeignete Sprengstoffe (geringe Geschwindigkeit und Wärmeerzeugung) verwendet werden.

1.9 Versager

Beispielsweise durch Zündleitungs-Fehlströme kann der Zündstrom zu gering sein, um überhaupt die Sprengung abzutun. Abgesehen davon gibt es noch spezielle Arten von Versagern:

Auskocher heißt ein Versager, wenn brisanter Sprengstoff verbrennt anstatt zu detonieren. Durch die entstehenden (giftigen) Schwaden kann es aber gefährlicher Weise noch nachträglich zur Detonation kommen. Ursachen für einen Auskocher können verdorbene Sprengmittel, feuchter oder gestampfter ANFO-Sprengstoff sowie schwache Zündmaschinen sein.

Ausbläser beschreibt eine Explosion, bei der aber nicht die erwünschte Wirkung (Gasdruck fährt aus) erzielt wird (erkennbar am hellen Knall). Grund dafür kann eine zu große Vorgabe, zu geringer Besatz oder auch eine Schwachstelle (schmälere Vorgabe, Lasse) im Gestein sein.

Versager dürfen nicht ersäuft, oder mit Hilfsschüssen angeregt werden. In Bohrlochpfeifen (=Restlöcher) darf nicht wiedergebohrt werden. Bei aufgelegten und unbesetzten Ladungen wird erneut Schlagpatrone/Zündmittel angebracht. Besatz kann (wenn ein Papierpfropfen Pulver/Schlagpatrone abdeckte) zuvor ausgeblasen/ausgekratzt und nachher wieder aufgebracht werden. Ansonsten muss durch an- und aufgelegte Ladungen gesprengt werden, bis die Ladesäule mitdetoniert.

1.10 Entsorgung

Verdorbene Sprengmittel (feucht, hart, ölig, oxidiert, verdrückt, brüchig, verreckt, gefroren) müssen entsorgt werden. Nicht mehr praktiziert werden Verbrennen (mit Sicherheitspause) und Ersäufen (hygroskopischer Sprengstoffe mit anschließendem Verdünnen). Stattdessen werden die Sprengmittel in Mengen von max. 5kg weggesprengt (300m von Gebäuden).

2 Sprengstoffe

Sprengstoffe sind chemische Erzeugnisse, die willkürlich ausgelöst exotherm Energie freisetzen (Schlag+Gasdruck). Dynamit Nobel Wien erzeugt in St. Lambrecht die in Österreich zugelassenen Sprengstoffe. Wichtige Charakteristika sind

- Dichte: eine höhere Dichte erlaubt es spezifisch mehr Sprengstoff(wirkung) im Bohrloch unterzubringen (<1 schwimmt). Bedingt durch die Sprengstoffform können Bohrlöcher zudem nur zu 80-100% befüllt werden.
- Sauerstoffbilanz: gibt an, ob bei der Sprengung Sauerstoff verbraucht oder (meist) abgegeben (=positiv) wird.
- Detonationsgeschwindigkeit: die Ausbreitung der Explosionswelle
- Brisanz: gibt die Arbeitsleistung ($Druck * Dichte * Geschwindigkeit$) an
- Handhabbarkeit: Empfindlichkeit auf Schlag und Flamme (Zündstrahl)

deflagierende Sprengstoffe verbrennen mit einer Geschwindigkeit $<1000\text{m/s}$.

detonierende Sprengstoffe explodieren schneller als 1000m/s .

2.1 Arten

2.1.1 Pulversprengstoffe

Pulversprengstoffe sind durch eine Anzündschnur sicher entzündbar (deflagierend); durch Zündung (400m/s) mit Sprengschnur kann die Geschwindigkeit aber erhöht werden. Aufgrund der Empfindlichkeit werden Pulversprengstoffe meist vermieden, außerdem dürfen keine Werkzeuge aus funkenziehenden Materialien verwendet werden (Holzbrett).

Der älteste Sprengstoff Schwarzpulver (Salpeter, Holzkohle, Schwefel) ist durch seine schiebende Wirkung gut für die Werkstoffgewinnung geeignet (durch Schnüren). Es wird in pulverform oder als Patronen („Wurst“) angeboten.

2.1.2 Brisante Sprengstoffe

Darunter versteht man Sprengstoffe, die eine Detonation sicher übertragen (detonierend).

Gelatinöse Sprengstoffe sind Sprengstoffe mit einem Sprengölgehalt (Nitroglycol) >8% (mit Collodiumwolle gelatiniert). Statt wie beim im schlagempfindlichen Dynamit (Nobel) verwendeten Nitroglycerin bei 13°C gefriert (sensibilisiert) Nitroglycol erst bei -22°. Die Patronen müssen beim Laden verdichtet werden (platzen ausfüllend) um eine gute Sprengwirkung zu erreichen.

In Österreich wird „Austrogel G1“ mit mehr Sprengöl statt dem krebserregenden TNT-„Gelatine-Donarit 1“ verwendet. Die Charakteristika sind dabei ähnlich (6000m/s, Dichte 1,5), es ist aber empfindlicher und darf darum nicht ins Bohrlloch eingeschossen werden (3€/kg). Neben „Gelatine-Donarit 2“ (für Hartgestein, Kranz) kommen auch noch „Gelatine-Donarit S“ (für seismische Sprengungen), Knauerit 2 (Semtex-Sprengstoff für Freistein-Auflegung) und „Wetter-Nobel“ (für Schlagwetter) zum Einsatz (6€/kg).

Nichtgelatinöse Sprengstoffe beinhalten weniger als 8% Sprengöl. Es wird dabei weggelassen (bei Slurries komplett) und die Sprengwirkung durch Ammoniumnitrat mit Spindel/Rapsöl erzeugt (ANFO=ANC).

Der ANFO „Lambrit“ wird in prills (Pulverkörner) sowie patroniert geliefert. Er darf nicht verdichtet werden und ist feuchtigkeitsempfindlich (eventuell einschlauchen). Seine Detonationsgeschwindigkeit beträgt 3000m/s und die Dichte 0,8 (1,3€/kg). Um ein Durchdetonieren zu gewährleisten (mehreren Patronen) brisanterem Sprengstoff oder durchgehender Sprengschnur gezündet werden.

Slurries (ANFO mit Wasser und anderen Zusatzstoffen) werden auch pumpfähig (flüssig) angeboten.

Emulsionssprengstoffe (Slurries, Sprengschlämme) basieren auf einer Wasser- und Öl-Emulsion (mit Zusätzen) in die durch Aufschäumen eine Luftbläschenmatrix oder Hohlkörper eingebracht wird um sie zu sensibilisieren. Sie sind ungiftig (außer in Kalk), vor Ort aufschäumbar (transportfähig), wasserunsensibel und füllen das Bohrlloch aus. Da sich die Emulsion beim Anbohren entmischt, könnten sogar Bohrllochpfeifen wiederangebohrt werden (anders als andere brisante Sprengstoffe).

Die Dichte liegt jedoch bei „Lambrex“ bei nur 1,2, die Geschwindigkeit bei 5500m/s. Er wird patroniert und pumpfähig (in Österreich unrentabel) geliefert (1,5€/kg).

„Lawinit“ gefriert nicht und ist deshalb für Lawinensprengungen geeignet (wird neben Einzelschüssen als einziges mit Anzündschnur und Sprengkapsel gezündet).

Durch Mischung mit ANFO entstehen die waterproof Heavy-ANFO-Produkte „Lambrex WP 30“ und „Lambrex WP 70“.

Plastiksprengstoffe sind homogene Sprengstoffe (wie TNT), die meist aus dem militärischen kommen.

Das in „Knauerit S“ (Stahlsprengungen) benutzte Nitropenta detoniert mit 7000m/s und findet auch in Sprengschnur und Sprengkapsel-Sekundärladung Verwendung. Es ist beschußsicher aber hygroskopisch.

Initialsprengstoffe sind hochbrisante Sprengstoffe, die schon durch Flamme oder Schlag abgetan werden können, und kommen darum als Primärladung in Sprengkapseln zur Anwendung (Knallquecksilber, Bleiazid, Bleitrisinat), zum initiieren handhabbarer Materialien.

3 Zündmittel

Die Firma Schaffler bietet in Österreich zugelassene Zünder. Die Zündmittel werden unterteilt in:

3.1 Sprengkräftig

Sprengkapsel zum Adjustieren (Scharfmachen) von elektrischem Zünder oder Anzündschnur (Anwürgen am Kapselende mit zugelassener Würgezange). Für Schlagwetter werden Hülle und Innenhütchen aus Kupfer statt Aluminium gefertigt. Die Primärladung besteht aus Initialsprengstoff, die Sekundärladung aus Nitropenta (<1g). Die Sprengkapsel darf nur durch Klopfen über dem Handrücken gesäubert werden (weder stochern noch feucht pussten). Ihr Boden muss immer in Sprengrichtung (Ladesäule, Sprengschnur,...) zeigen.

Sprengschnur (=detonierende Züandschnur) besteht aus Nitropenta (weiße Seele) in meist rotem Plastischlauch (für Anfo 24g/m). Sie ist relativ teuer, erzeugt Kohlenmonoxid und eine (laute) Druckwelle (außerhalb des Bohrlochs). Sie erlaubt (wie die Schockwellenzündung) keine Kontrollmessung wie die elektrische Zündung, ist aber auch bei elektrischen Strömen einsetzbar. Verbindungen müssen überlappen (Randsprengstoff rieselt raus). Die Sprengschnur wird mittels angebundener Patrone (Zündpatrone) ins Bohrloch tiefste gelassen, die Detonation erfolgt von oben bis unten.

Detonationsverzögerer ist ein Zwischenstück für die Sprengschnur mit (20/40) Millisekundenverzögerung.

Oberflächenverzögerer dient bei der Schockwellenzündung (teuren Baukastensystem) „Shock Star“ als ms-Verzögerung und dann Verteilung (mittels Sprengkapseln) mittels nicht-zerstörten Schläuchen (20mg/m, 2000m/s, hygroskopisch) auf mehrere Bohrlöcher/Verteiler (mit Sand abdecken). Die Zündung erfolgt mittels Platzpatrone, Sprengkapsel oder Sprengschnur.

gebrauchsfertige elektronische Zünder ermöglichen mittels eingebautem Mikrochip eine genauere Millisekundenverzögerung (in 60 Stufen) für die Verbesserung von Hauwerk und Minimierung von Erschütterungen. Die Zünder können nur durch Übermittlung ihres Codes (nicht durch Fremdströme) über den Ringbus parallel angeregt werden, und führen die Zündung dann autark durch (15€).

3.2 Nichtsprengkräftig

aber deflagierend

	Moment	Millisekunden				Halbsekunden
Zeit (ms)	0	20	25	40	80	0,5s
Stufen	1	18	20	18	15	18
Farbe	weiß	hellgrün	rosa	dunkelgrün	hellblau	rot

Tabelle 1: Kennzeichnung elektrischer Zünder

Anzündschnur (=Zeitzündschnur) besteht aus Schwarzpulver (schwarze Seele) mit Jutehülle und Teerung bzw. schwarzer Kunststoffummantelung. Sie wird nur mehr für Einzel-/Lawinensprengungen verwendet (Anzünden mit Streichholz oder Anzünder). Vor Verwendung muss die Brenngeschwindigkeit bestimmt werden (ca. 1cm/s bzw. 110-130s/m), um die Länge so bemessen zu können (>1m) dass man gemäßigten Schrittes die Deckung (Streubereichrand) erreicht (Anzündschnur nicht ringeln). Zum Zünden von Pulverladungen wurde die Sprengschnur mehrfach eingekerbt.

elektrischer Zünder erhitzt mit Strom eine Glühbrücke, welche die Zündpille entflammt. Bei einem mit Sprengkapsel adjustierten elektrischen Sprengzünder bringt diese wiederum (bei Zeitzündern nach einem pyrotechnisches Verzögerungselement) den Initialsprengstoff zur Explosion (1€).

Nachteil der elektrischen Zündung sind Fremdströme, weswegen sie nicht bei Sendern, Gewitter, Elektromaschinen, Eisenbahn (außer unempfindliche) verwendet werden darf (besser Schockwellen oder Sprengschnur). Um dem vorzubeugen können statt normalempfindlichen Zündern Unempfindliche (Fiduz) oder Hochunempfindliche (Polex) Zünder verwendet werden (erfordern Kupfer-Schießleitung), sowie Hochfrequenzzünder. Um Versagern vorzubeugen sollten die Leitungen überkreuzt, sowie Prüfmessungen vorgenommen werden. Dabei wird mit zugelassenem Gerät (Digohm mit hohem Innenwiderstand) jeder Zünder sowie der Widerstand der Verbindungsleitungen (längenproportional) und Zündleitungen (gegeneinander und gegen Erde) gemessen. Daraus wird der Gesamtwiderstand berechnet (Schießleitung hin und retour) und nach dem ersten Sprengsignal nachgemessen. Der Grenzwiderstand der Zündmaschine (Dynamo mit Kondensator) muss darüber liegen. Die Sprengmaschine selbst wird mit dem Hersteller-Prüfgerät „Solus“ (definierter Widerstand) mittels Glimmlampe überprüft (Zündmaschine 400-3000€).

Es dürfen nur Zünder gleicher Empfindlichkeit verwendet werden, die Schlagpatrone sollte zuletzt geladen (ins Bohrloch) werden, um die Leitungen nicht zu beschädigen (obwohl eine Detonation von unten effizienter wäre). Drahtverbindungen sind zu verdrehen oder mit Übersteckhülse abzuknicken. Nahe leitfähige Materialien sollten öfters querverbunden sein (gegen Induktion).

Millisekundenverzögerung ermöglicht nacheinander gezündete Ladesäulen und verringert damit die Erschütterung (linear), schont verbleibendes Gestein und erzeugt Hauwerk in besserer Stückigkeit/Streuung. Größere Zeitstufen haben eine größere Toleranz, was zur quasi-ms-Verzögerung herangezogen werden kann. Der zugehörige Farbcode der in Österreich gelieferten Zünderdrähte kann aus Tabelle 1 entnommen werden (bei Fiduz ist ein Draht gelb, bei Polex dunkelblau).

4 Methode

4.1 Bemessung

Die Sprengung sollte, wenn möglich, in der bevorzugten Gesteinsrichtung erfolgen.

Die Vorgabe ist der kürzeste Abstand zur nächsten freien Wand. Sie beträgt bei gestreckter Ladung $1/2 * Tiefe$, bei geballter $1 * Tiefe$ und bei Abbruchsprengungen $1/2 * Mauerdicke$.

Die Verspannung gibt an, auf wievielen Seiten die Ladung wie stark eingeschlossen ist (keine freien Flächen), in Mauerecken ist die Verspannung beispielsweise höher.

Das Bohrloch soll 5-10mm größer als eine Patrone sein (größer um Erschütterungen zu vermeiden, kleiner für wirtschaftlicheres Sprengen). Der Abstand muss groß genug sein, damit die zeitversetzten Sprengungen nicht auf das Nachbarloch einwirken, aber kleiner als die Vorgabe, um keine Kulissen (Rippen) entstehen zu lassen (außer bei geballter Ladung oder Mehrreihensprengung).

Die Bohrlochtiefe sollte bei gestreckter Ladung die Sohle 10% (1m) unterbohren um die Bildung von „Haxen“ (Sohle-Überbleibsel) zu vermeiden. Bei geballter Ladung misst sie die halbe Höhe der abzusprengenden Fläche. Für Abbruchsprengungen (Stahl vorher durchtrennen) wird die Mauer von innen 2/3 bis 3/4 angebohrt (Schlenker), nur bei Einsturzgefahr wird angelegt.

4.2 Bohrung

Kopfbohrloch ist ein von oben ins Gestein gebohrtes Loch.

Schubloch nennt man ein schräges Kopfloch.

Läufer bezeichnet ein durchgebohrtes Loch.

Sohlebohrloch wird ein ca. 2° von der Horizontale nach unten geneigtes Bohrloch an der Talsohle genannt. Es ermöglicht wirtschaftlichere Sprengungen (als nur Kopfbohrlöcher) und verhindert „Haxen“ ohne zu unterbohren (Erschütterungen), gefährdet aber durch Steinschlag während der Bohr-/Ladearbeiten.

Heber/Schlenker ist ein schräg aufwärts gebohrtes Brustbohrloch.

Fächer besteht aus Brustbohrloch, Schlenkern und Sohlebohrloch und wird angewendet, wenn keine Kopfbohrlöcher gebohrt werden können.

4.3 Ladung

Vor dem Laden ist mit dem Bohristen (Bohrprotokoll) die Gesteinsbeschaffenheit zu erörtern (Lassen, Wasser, Hindernisse, Richtungstreue,...).

Schlagpatrone wird die Patrone genannt, in der (mittels Holzdorn) Sprengkapsel oder -zünder mit Kapselboden in Richtung Ladung untergebracht ist.

Zündpatrone ist die Patrone mit der die Sprengschnur ins Bohrloch gelassen wird.

Patronen können mit Stöcken (Holz oder zugelassener Kunststoff) und Rinnen (Pulverpatronen nicht fallenlassen), Lambrexpatronen auch mit Ladepistolen eingebracht werden. Pulver können mit Trichtern und Schläuchen sowie mit Einblasgeräten und Pumpen (auch aufwärts) eingebracht werden.

Steckengebliebene Patronen können mit Räumkrätze (Vorsicht bei Zünddrähten) oder Blasrohr entfernt werden, außer wenn es sich dabei um eine Schlag- oder Pulverpatrone handelt, die sofort abzutun ist.

Gestreckte Ladung Diese durchgehend gleichmäßige, gerade Ladung wird für Gewinnungssprengungen (Steinbruch) genutzt (20.000€). Bei brisantem Sprengstoff muss die Schlagpatrone die oberste=letzte sein (bei Pulver in der Mitte), die Sprengschnur wird bis ins Bohrloch tiefste geführt. Bei hartem Gestein ist rund 1/3 Besatz erforderlich.

Teilladung Hierbei wird die Ladesäule unterbrochen (Lufthohlraum) oder durch Zwischenbesatz geteilt. Für ein Detonieren der gesamten Ladung ist eine durchgehende Sprengschnur oder pro Abschnitt eine Schlagpatronen nötig. Zwischenbesatz ist nötig um Lastecken oder Gesteinsschwächen zu überbrücken, um dort Ausbläser zu vermeiden. Teilladungen erfolgen, wenn nicht soviel Sprengstoff benötigt wird, wie im Bohrloch Platz fände (Kranzschüsse).

Geballte Ladung Wird für Abbruchsprengungen benutzt.

4.4 Besatz

Vor dem Besatz muss bei Pulversprengung und Schlagpatrone (als oberste) ein Papierpfropfen eingebracht werden.

Besetzt wird meistens mit Lehm, Sand und Wasser (in Patronen für alle Sprengstoffarten geeignet).

Je weniger brisant der Sprengstoff ist, desto mehr Besatz wird benötigt.

Im Tunnelbau wird auf den Besatz meist verzichtet, weil für die unterste (arbeitende) Patrone die oberen als Besatz dienen, und das Fehlen des Besatzes nur gröberes Hauwerk verursacht (egal beim Tunnelbau).

4.5 Schüsse

Haxenschuss beseitigt Sohle-Überbleibsel. Dabei wird soweit unterbohrt, wie der „Haxen“ herausragt, und eventuell gekesselt.

Knauerschüsse Freisteine und Findlinge (eingegraben) werden durch auf-/unterlegen oder besser 1/2-2/3 anbohren und $60 - 90\text{g}/\text{m}^3$ Austrogel G1 gesprengt.

Kesseln bezeichnet das schrittweise Ersprengen eines Hohlraumes um anschließend mit geballter Ladung weniger Schleuderwirkung zu erzielen. Nach jedem Schuss muss 1h gewartet werden (oder 15min mit anschließend 15min Pressluft-Ausblasen).

Schnüren wird zur Werksteingewinnung (Marmor) verwendet. Dabei wird mehrmals (Wartezeit wie beim Kesseln) mit Pulver (nicht Anzündschnur) gesprengt, wobei es in die schon entstandenen Risse rieselt und mit seiner schiebenden Wirkung sanfter abhebt.

Einbruchkeil wird in großen Tunneln gesprengt um freie Flächen zu erzeugen. Bei Platzmangel können auch dickere Einbruchbohrungen dazu dienen.

Helferschüsse bringen (sprengen) im Tunnelvortrieb die Vorgabe.

Kranzschüsse erzeugen im Tunnelbau das Profil, sie werden schwächer geladen für eine gleichmäßige Kontur.

Schornsteinsprengung erfordert das Bohren von Fallschlitzten als Scharniere sowie zur Inspektion des Inneren und des Mauerwerks. In Fallrichtung wird ein größerer Keil herausgesprengt. Man unterscheidet Richtungssprengen (ev. mit Metallscharnieren), verkürztes Sprengen und In-Sich-Fallen; beim letzteren besteht die Gefahr eines Aufsetzers und der Richtungsänderung.

schonendes Sprengen vermeidet Risse im stehenbleibenden Material sowie Erschütterung und erzeugt eine schöne Kontur.

Metallsprengung wird mit plastischem Sprengstoff durchgeführt, der so dick wie die dickste Stelle und doppelt so breit ans Profil angelegt wird, und etwas länger darüber hinausragt. Der Zünder wird in der Mitte angebracht.

Literatur

[1] Hofrat DI. Herbert Holluba: Sprengtechnik, Handbuch für den Sprengbefugten. öbv&htp 4. Auflage 2001

[2] DI. Dr. techn. Peter Petri: Sprengtechnik