

Sprengtechnik

Begriffe, Einheiten, Formelzeichen

DIN**20163**

ICS 01.040.73; 01.060.20; 73.020

Ersatz für Ausgabe 1985-09

Deskriptoren: Sprengtechnik, Bergbau, Begriffe, Einheit, Formelzeichen

Blasting; Terminology, units and symbols

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Sprengtechnik	2
2.1 Eigenschaften der Sprengobjekte	2
2.2 Sprengladung	2
2.2.1 Allgemeines	2
2.2.2 Form der Sprengladung	2
2.2.3 Aufbau der Sprengladung	2
2.2.4 Anbringung der Sprengladung	3
2.2.5 Art des Laderaums	3
2.2.6 Lage der Sprengladung	3
2.2.7 Wirkung der Sprengladung	3
2.3 Sprengverfahren	3
2.3.1 Art des Einbruchs	3
2.3.2 Zweck des Sprengens	5
2.3.3 Anordnung der Laderäume	5
2.3.4 Anordnung der Zündmittel	6
2.3.5 Andere Merkmale	6
3 Sprengarbeit	6
3.1 Planung und Berechnung	6
3.2 Laden, Verdämmen, Kuppeln	6
3.3 Zünden	7
3.4 Ergebnis und Bewertung der Sprengung	7
4 Sprengmittel	8
4.1 Einteilung der Explosivstoffe	8
4.2 Sprengstoffe	8
4.2.1 Allgemeines	8
4.2.2 Einteilung der Sprengstoffe	9
4.2.3 Bestandteile	9
4.2.4 Eigenschaften und Kennwerte	9
4.2.5 Prüfung und Beurteilung	10
4.3 Zündmittel	11
4.3.1 Sprengkräftige Zündmittel	11
4.3.2 Nichtsprengkräftige Zündmittel	13
4.3.3 Bestandteile von Zündern	13
4.3.4 Kennwerte der Zündmittel und des Zündzubehörs	14
4.4 Sprengzubehör	14
4.4.1 Lade- und Misch-Ladegeräte	14
4.4.2 Zündzubehör	14
4.5 Hilfsmittel bei der Sprengarbeit	14
4.6 Transport und Aufbewahrung von Sprengmitteln	15
5 Überwachung	15
6 Formelzeichen und Einheiten	16
Zitierte Normen und andere Unterlagen	18
Stichwortverzeichnis	19

Fortsetzung Seite 2 bis 27

Normenausschuß Bergbau (FABERG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich

In dieser Norm werden Begriffe, Einheiten und Formelzeichen der Verfahrenstechnik für das Sprengen festgelegt, die vorwiegend im Bergbau, in der Industrie der Steine und Erden sowie im Baugewerbe angewendet werden.

2 Sprengtechnik

Sprengtechnik ist die Verfahrenstechnik für das Sprengen.

Sprengen ist das gewaltsame, plötzliche Aufreißen sowie Zerteilen von Sprengobjekten durch die bei der Umsetzung einer Sprengladung freiwerdende Energie.

2.1 Eigenschaften der Sprengobjekte

Sprengobjekte sind überwiegend Gesteine unterschiedlicher Eigenschaften im natürlichen Verband (Gebirge), weiterhin Bauwerke oder Teile von Bauwerken und andere Stoffe.

Die Beanspruchung des Sprengobjektes bei der Sprengung ist durch die hohen und stoßartigen Drücke weitgehend dynamisch und kaum statisch. Sein Verhalten unter diesen Bedingungen, z. B. oberhalb der Elastizitätsgrenze, ist infolge der Versuchsschwierigkeiten noch weitgehend ungeklärt.

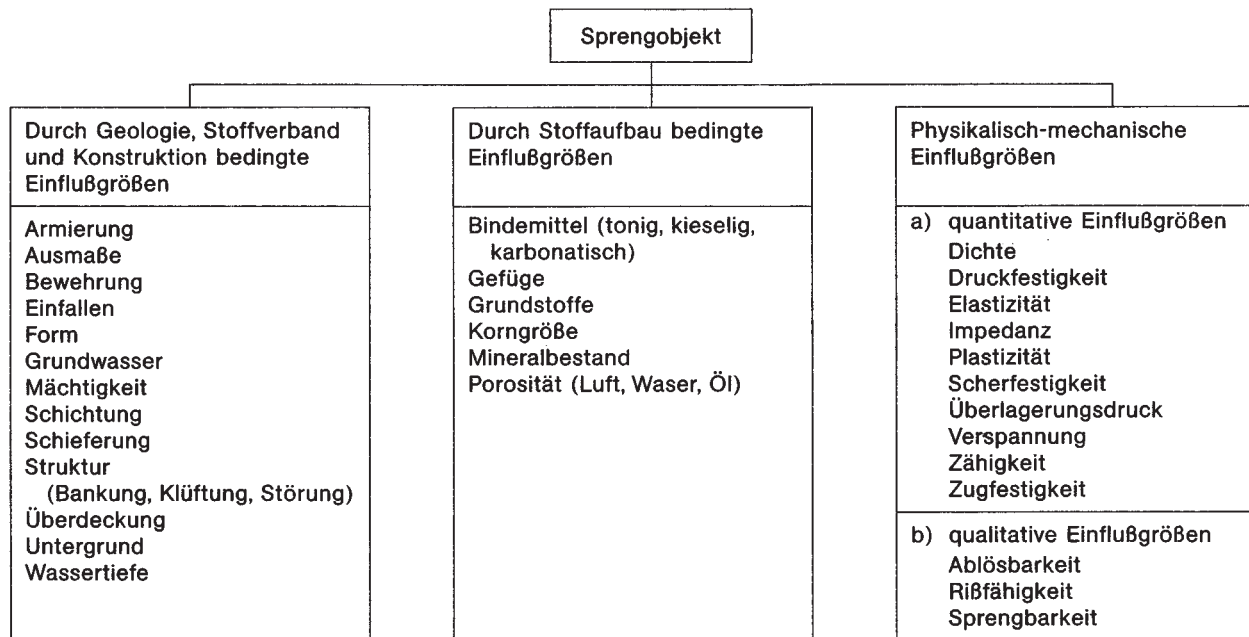


Bild 1: Einflußgrößen auf das Sprengverhalten des Sprengobjektes

2.2 Sprengladung

Sprengladung, eine mit einem geeigneten Zündmittel versehene Sprengstoffmenge, auch Ladung genannt. Sie wird im oder am Sprengobjekt ein-, an- oder aufgebracht.

2.2.1 Allgemeines

Eingeschlauchte Ladung, Ladung, die sich in einem an den Enden verschlossenen dünnwandigen Schlauch befindet, z. B. zum Schutz gegen Wasser oder Unterbrechung durch Bohrklein.

Ladelänge, Länge der Ladesäule

Laderaum, Raum zur Aufnahme einer Sprengladung (Sprengbohrloch, Kessel, Kammer, Lasse, Riß)

Ladesäule, im Bohrloch befindliche oder zum Laden vorbereitete gestreckte Sprengladung

Patronendichte, Verhältnis von Patronenmasse zu Patronenvolumen

Sprengstoffpatrone, in eine geformte Hülle gebrauchsfertig abgepackte, bestimmte Sprengstoffmenge

2.2.2 Form der Sprengladung

Nach der Form der Sprengladung sind zu unterscheiden:

Hohlladung, Ladung mit einem dem Sprengobjekt zugewandten Hohlraum, meist mit fest anliegender Einlage, bei der ein Material- oder Gasstrahl von hoher Geschwindigkeit einen bohrlochähnlichen Ein- oder Durchschlag im Sprengobjekt bewirkt,

– **Schneidladung**, leistenförmig ausgebildete Hohl- ladung, bei der ein Schneidstrahl das Sprengobjekt in einer Schneidlinie durchtrennt.

Tabelle 1: Sprengladungsformen bei praktisch kreisförmigem Querschnitt der Ladung

Form der Sprengladung	Ladelänge geteilt durch Durchmesser der Sprengladung
geballt	< 2
geballt-gestreckt	2 bis 4
gestreckt	> 4

2.2.3 Aufbau der Sprengladung

Nach dem Aufbau der Sprengladung sind zu unterscheiden:

Einheitliche Ladung, Ladung aus einem Sprengstoff,

Gepufferte Ladung, Ladung aus einer oder mehreren Sprengstoffarten, die durch Dämmittel (z. B. Luft, loses Material) zum Abschwächen der Sprengwirkung unterbrochen ist,

Hohlraumladung, auch unterbrochene Ladung genannt, Ladung mit Hohlräumen zwischen Ladesäule und Besatz oder innerhalb der Ladesäule zur Verteilung der Sprengwirkung,

Kombinierte Ladung, Ladung aus mehreren Sprengstoffarten,

- **Übertragungsladung**, Teil einer kombinierten Ladung aus Übertragungssprengstoff zum Übertragen der Detonation zwischen den an sie anliegenden Teilen der Ladung

Verstärkungsladung, Ladung zur Einleitung, Aufrechterhaltung oder Verstärkung der Detonation innerhalb einer Ladesäule.

2.2.4 Anbringung der Sprengladung

Nach der Art der Anbringung der Sprengladung am Sprengobjekt sind zu unterscheiden:

Angelegte Ladung, an das Sprengobjekt angelegte Ladung,

Aufgelegte Ladung, auch Aufleger genannt, auf das Sprengobjekt aufgelegte Ladung,

Eingebrachte Ladung, im Sprengobjekt in einem Laderaum befindliche Ladung,

- **Bündig eingelassene Ladung**, eingebrachte Ladung, bei der der Laderaum bündig mit dem Sprengobjekt abschließt

Untergelegte Ladung, unter das Sprengobjekt gelegte Ladung.

2.2.5 Art des Laderaums

Nach der Art des Laderaums (siehe auch Abschnitt 2.3.3) sind zu unterscheiden:

Bohrlochladung, Ladung in einem Sprengbohrloch,

Kammerladung, Ladung in einer Kammer,

Kesselladung, Ladung in einem vorgekesselten Sprengbohrloch,

Lassenladung, Ladung in einer Gesteinsspalte.

2.2.6 Lage der Sprengladung

Nach der Lage der Sprengladung sind zu unterscheiden:

Abdecker, Ladung über der Sohlladung,

Firstladung, Ladung an der Firste,

Kranzladungen, kranzförmig um den Einbruch herum angeordnete Ladungen,

Sohlladung, Ladung auf der Sohle (siehe Bild 2),

Stoßladung, Ladung am Stoß,

Strossenladung (Kopfladung), beim Strossenbau in ein im allgemeinen mit 50 gon bis 100 gon (45° bis 90°) abfallendes Sprengbohrloch eingebrachte Ladung (siehe Bild 2).

2.2.7 Wirkung der Sprengladung

Nach der Wirkung der Sprengladung sind zu unterscheiden:

Drücker, Ladung, die nach unten wirft,

Einbruchladung, Ladung zum Herstellen des Einbruchs,

Fuckerladung, Hilfsladung zur Beseitigung vorgelagerter Massen am Wandfuß oder von Unebenheiten auf der Bruchsohle,

Gangladung, Bohrlochladung zum Schnüren von Werksteinblöcken,

Hebeladung, Bohrlochladung, die nach oben wirft (siehe Bild 2),

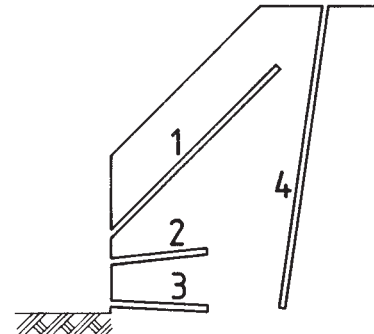
Hilfsladung, Ladung zur Unterstützung anderer Ladungen,

Knäpperladung oder Knäpper, Ladung im allgemeinen zur Nachzerkleinerung von nicht ladegerechten Gesteinsblöcken im Haufwerk (Knäppern)

- **Auflegeknäpper**, Aufgelegte Ladung, Aufleger
- **Bohrlochknäpper**, Ladung in einem kurzen Sprengbohrloch

Pius, Ladung in einem kurzen Sprengbohrloch zur Zertrümmerung des Gesteins im Bereich des Einbruchs,

Schlenkerladung, Ladung in einem mit etwa 50 gon (etwa 45°) ansteigenden Sprengbohrloch in der Bruchwand (siehe Bild 2),



- 1 Sprengbohrloch für Schlenkerladung
- 2 Sprengbohrloch für Hebeladung
- 3 Sprengbohrloch für Sohlladung
- 4 Sprengbohrloch für Strossenladung (Kopfladung)

Bild 2: Beispiele für Sprengbohrlöcher im Tagebau

Schnürladung, zum Werfen der Vorgabe bestimmte Ladung aus Pulversprengstoff in einem vorgeschnürten Sprengbohrloch,

Schubladung, Ladung zur Festlegung der Wurfriechtung des Haufwerks, beispielsweise durch ein schräg nach unten gebohrtes Sprengbohrloch in einer Mauer.

2.3 Sprengverfahren

Sprengverfahren werden nach der Art des Einbruchs, dem Zweck des Sprengens, den Laderäumen und deren Anordnung, Anordnung der Zündmittel und anderen Merkmalen bezeichnet.

2.3.1 Art des Einbruchs

Unter Einbruch wird der zuerst zu werfende Teil des Abschlags verstanden. Durch ihn werden weitere freie Flächen geschaffen. Er bezeichnet auch den hierdurch geschaffenen Raum.

Paralleleinbruch, Sammelbegriff für Einbrüche mit zur Vortriebsrichtung parallel verlaufenden Bohrlöchern; in der Regel ist es ein **Zertrümmerungseinbruch**, bei dem das zwischen den Sprengbohrlöchern anstehende Gestein zuerst zertrümmert werden muß, bevor es geworfen werden kann.

Hierzu gehören

- **Brennereinbruch**, Paralleleinbruch mit dicht beieinanderliegenden, gleichlangen Bohrlöchern, von denen einige nicht geladen werden (Leerbohrlöcher) oder bei denen die Ladesäulen gegeneinander versetzt sind (siehe Bild 3),
- **Großbohrlocheinbruch**, Paralleleinbruch mit vorgegebenem Entlastungsraum von einem oder mehreren Großbohrlöchern (siehe Bild 4; Großbohrloch siehe DIN 20301),
- **Parallelbohrloch-Verfahren**, Paralleleinbruch mit gleichlangen Bohrlöchern, die sämtlich geladen und in Kurzzeitverzögerungsintervallen abgestuft gezündet werden,
- **Staffeleinbruch**, Paralleleinbruch mit gestaffelter Bohrlochlänge (siehe Bild 5).

Schrägeinbruch, Sammelbegriff für Einbrüche mit zur Vortriebsrichtung schräg verlaufenden Sprengbohrlöchern; in der Regel ist es ein **Vorgabeeinbruch**, bei dem die einzelnen Sprengladungen oder Gruppen von Sprengladungen ihnen zugeordnete Vorgaben werfen.

Hierzu gehören

- **Kegeleinbruch**, Schrägeinbruch, bei dem die Einbruchbohrlöcher so aufeinander zulaufend gebohrt werden, daß der Einbruchshohlraum die Form eines Kegels bzw. Trichters erhält (siehe Bild 6),
- **Keileinbruch**, Schrägeinbruch, bei dem jeweils 2 Einbruchbohrlöcher so aufeinander zulaufend ge-



Bild 3: Beispiel für Brenneinbruch

bohrt werden, daß der Einbruchshohlraum die Form eines Keils erhält (siehe Bild 7),

- **Fächereinbruch**, Schrägeinbruch, bei dem mehrere Bohrlochreihen unterschiedlicher Länge vorwiegend zur Sohle gerichtet, fächerartig zur freien Fläche (Ortsbrust) gebohrt werden,

Fächerkeileinbruch, Fächereinbruch, bei dem die Einbruchbohrlöcher so aufeinander zulaufend gebohrt werden, daß der Einbruchshohlraum die Form eines Keils erhält (siehe Bild 8)

und ihre Abwandlungen.

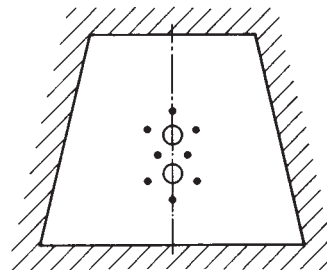


Bild 4: Beispiel für Großbohrlocheinbruch, hier auf 2 Großbohrlöcher

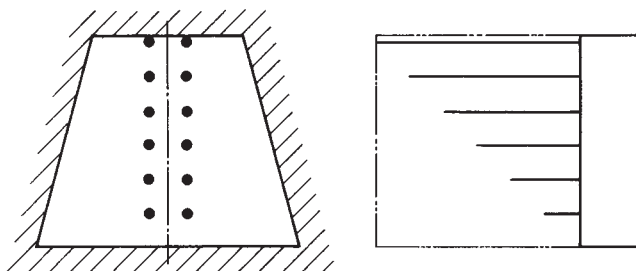


Bild 5: Beispiel für Staffeleinbruch

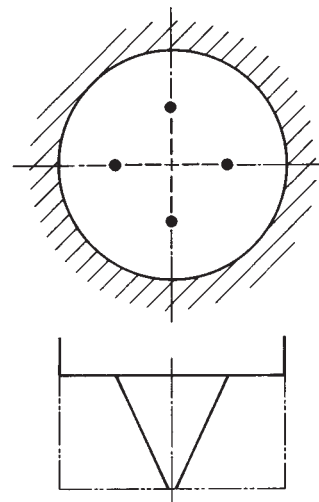


Bild 6: Beispiel für Kegeleinbruch

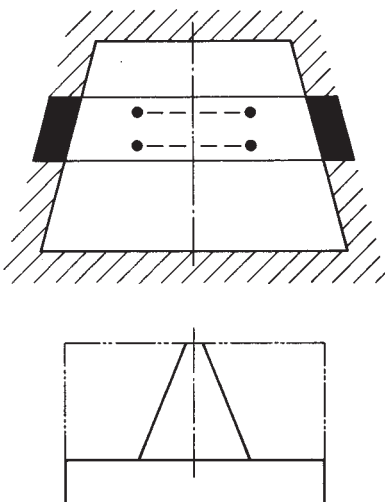


Bild 7: Beispiel für Keileinbruch

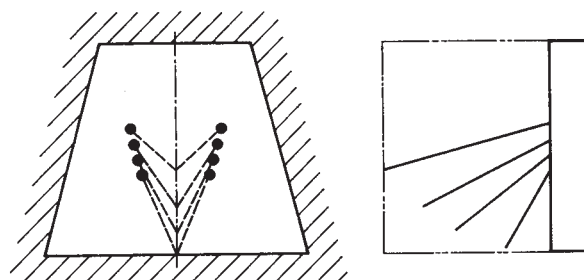


Bild 8: Beispiel für Fächerkeileinbruch

Sprengen auf Lösen, Sprengen von Einbrüchen unter Ausnutzung von Lösen. Nach Lage des Lösen unterscheidet man Sohlöseneinbruch, Schräglöseneinbruch, Firstlösen-einbruch.

2.3.2 Zweck des Sprengens

Abschersprengen, Sprengen mit versetzten Sprengladungen hoher Detonationsgeschwindigkeit zum Abscheren von Bauteilen

Auflockerungssprengen, Sprengen, bei dem die Vorgaben nicht geworfen, sondern nur aufgelockert werden

Entspannungs-, Erschütterungssprengen, Sprengen zur Entspannung des Gebirges durch nicht werfende Bohrlochladungen, die gleichzeitig gezündet werden

Gassensprengen, Sprengen zum Herstellen weiterer freier Flächen bei der Werksteingewinnung; durch Sprengladungen in einer Doppelreihe von nach unten gebohrten Sprengbohrlöchern (Gassensprengladungen) wird ein Kerb (Gasse) hergestellt

Kultur-Sprengverfahren, Aufreißen von Bodenschichten, Herstellen von Bodenvertiefungen oder Entfernen von Stubben mit Hilfe von Sprengladungen in der Land- oder Forstwirtschaft

Schonendes Sprengen, hierzu zählen:

- **Abkerben**, an der Trennfläche wechseln Leer- und Sprengbohrlöcher ab (siehe Bild 9),
- **Abspalten**, die Trennfläche wird nach der Hauptsprengung durch eine Reihe von Sprengbohrlöchern mit geringem Abstand und gepufferten Sprengladungen erhalten (siehe Bild 9),
- **Hohlraumsprengen**, Sprengen mit Hohlraumladungen,
- **Kontursprengen**, auch Profilsprengen genannt, Herstellen verhältnismäßig glatter Trennflächen (Konturen, Profile) ohne Anreißen des stehenbleibenden Gebirges oder Bauwerksteiles und ohne Mehrausbruch durch Vorkerben, Vorspalten, Abspalten oder Abkerben,
- **Lassensprengen**, Sprengen in Gesteinsspalten, vorwiegend zur Gewinnung von Werksteinen,

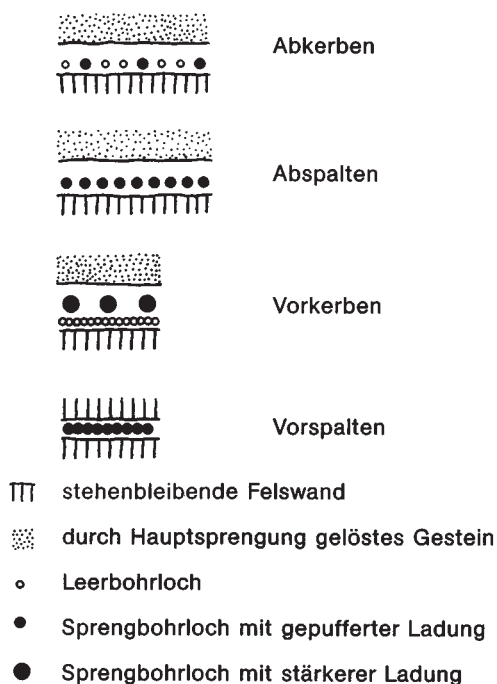


Bild 9: Beispiele für schonendes Sprengen

– **Luftschleiersprengen**, beim Sprengen an oder in Gewässern wird zum Dämpfen des Stoßdruckes im Wasser um das Sprengobjekt herum ein Schleier von Luftblasen erzeugt,

– **Schnüren**, schonendes Erweitern von natürlichen Rissen oder Erzeugen von neuen Rissen im Gestein durch Bohrlochladungen mit Pulversprengstoff,

– **Vorkerben**, durch eine Reihe von Leerbohrlöchern wird die beabsichtigte Trennfläche vorgegeben, bis zu der die Sprengwirkung reichen soll (siehe Bild 9),

– **Vorspalten**, die Trennfläche wird in einem besonderen Zündgang vor der Hauptsprengung durch eine Reihe von Bohrlochladungen mit geringem Abstand hergestellt (siehe Bild 9),

Seismisches Sprengen, Sprengen zum Auslösen elastischer Wellen für geophysikalische Untersuchungen

Sprengperforieren, Durchlöchern der Bohrlochverrohrung einschließlich eines Zementmantels mit Hohlradungen

Sprengtorpedieren, Aufreißen der Bohrlochwand in einem bestimmten Abschnitt oder das Beseitigen von Hindernissen im Bohrloch mit Hilfe von Sprengladungen

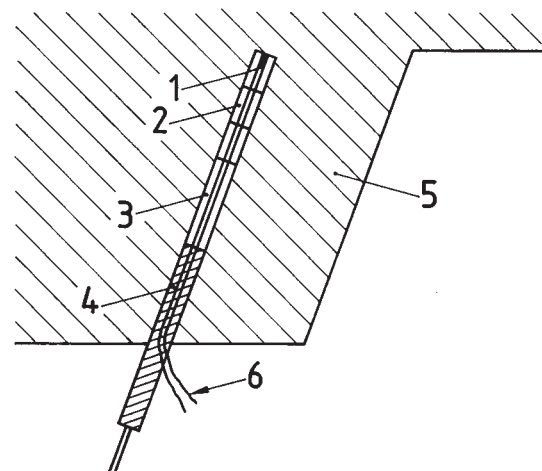
Tränksprengen, Sprengen in Bohrlöchern, in die nach dem Laden Wasser eingedrückt wird. Die Sprengladung detoniert unter Wassereinschluß (siehe Bild 10)

Trichtersprengen, Sprengen von trichterartigen Ausbrüchen (Ausbruchtrichter), beispielsweise für Gräben, Mastenlöcher oder zur Flußbettvertiefung

Verdrängungssprengen, durch Sprengladungen werden leicht verdrängbare Moor- oder Schlamm-schichten, beispielsweise unter Straßen- oder Bahndämmen, beiseitegedrückt, so daß die Aufschüttung den festen Untergrund erreicht.

2.3.3 Anordnung der Laderäume

Fächersprengen, Sprengen unter Verwendung von Sprengladungen in fächerförmig angeordneten Sprengbohrlochreihen (siehe Bild 2 und Bild 8)



- 1 Schlagpatrone
- 2 Wettersprengstoff
- 3 Bohrloch, in das Wasser eingedrückt wird
- 4 selbstabdichtende Tränksonde
- 5 Kohlenstoß
- 6 Zünderdrähte

Bild 10: Beispiel für das Tränksprengen

Flächensprengen, Sprengen unter Verwendung von Sprengladungen in mehreren hintereinander angeordneten und von oben gebohrten Sprengbohrlochreihen, beispielsweise beim Großbohrlochsprengen

Großbohrlochsprengen, Reihen- oder Flächensprengen mit Sprengladungen in Sprengbohrlöchern, die in der Regel mehr als 12 m tief sind

ANMERKUNG: Im Geltungsbereich der Unfallverhütungsvorschrift "Sprengarbeiten" (VBG 46) sind auch weniger als 12 m tiefe Bohrlöcher, die zur Gewinnung von Gesteinen und Mineralien dienen, sowie Sohllöcher als sogenannte Hilfsbohrlöcher wie die Großbohrlochsprengungen zu behandeln, soweit sie zur Unterstützung von Großbohrlochsprengungen erforderlich sind.

Kammersprengen, Sprengen mit Kammerladungen (Ein- oder Mehrkammeranlagen), wobei die Kammern von Stollen oder Schächten aus angelegt werden

Kesselsprengen, Sprengen unter Verwendung von Sprengladungen in zu Kesseln ausgeweiteten (vorgekesselten) Bohrlöchern

Vorkesseln, Erweitern eines Sprengbohrlochs zu einem kesselförmigen Laderaum mit kleineren Sprengladungen

Langbohrlochsprengen, Sprengen mit Ladungen in Bohrlöchern von über 6 m Länge (siehe DIN 20301) bei verschiedenen Abbaufahrten unter Tage

Reihensprengen, Sprengen unter Verwendung von Sprengladungen in einer Reihe gleichgerichteter Sprengbohrlöcher in einem Zündgang.

2.3.4 Anordnung der Zündmittel

Zünden vom Bohrlochmund, Zünden einer Sprengladung mit Detonationsverlauf vom Bohrlochmund zum Bohrlochtiefsten

Zünden aus der Mitte, Zünden einer Sprengladung mit Detonationsverlauf zum Bohrlochmund und zum Bohrlochtiefsten

Zünden aus dem Bohrlochtiefsten, Zünden einer Sprengladung mit Detonationsverlauf vom Bohrlochtiefsten zum Bohrlochmund

- **Redundante Zündung**, Zünden einer Sprengladung, bei der beide Enden der Ladesäule mit Sprengzündern versehen sind.

Zünden mit Sprengschnur, Zünden einer Sprengladung durch an oder in der Sprengladung liegende Sprengschnur.

2.3.5 Andere Merkmale

Fallschlitzzverfahren, Sprengen von Bauwerken (z. B. Schornsteinen) mit Hilfe von vorher hergestellten Schlitzen zum Festlegen der Fallrichtung

Gang, mehrere in einer Reihe übereinander gebohrte gleichgerichtete Sprengbohrlöcher. Mehrere Gänge bilden einen Satz.

Sprengen aus dem Vollen, Sprengen bei nur einer freien Fläche

Sprengen in heißen Massen, deren Temperatur eine vorzeitige Umsetzung der Sprengmittel herbeiführen kann ($t > 75^\circ\text{C}$).

3 Sprengarbeit

Sprengarbeit umfaßt alle für das Sprengen notwendigen Tätigkeiten mit Ausnahme des Herstellens der Laderäume.

3.1 Planung und Berechnung

Bohrlängenaufwand, Summe der Bohrlöchlängen je Kubikmeter des Sollabschlags

Bohrlochaufwand, Anzahl der Bohrlöcher je Quadratmeter Ausbruchquerschnitt

Durchmesser Verhältnis, Verhältnis der Durchmesser von Ladesäule und Bohrloch

Einschluß, das die Sprengladung umschließende Material

Freie Fläche, Fläche, auf die eine im Einschluß stehende Sprengladung wirken kann

Füllungsgrad, Verhältnis des Sprengstoff- bzw. Patronenvolumens zum Laderaumvolumen

Grenzvorgabe, größte Längenvorgabe, die von einer bestimmten Sprengladung unter definierten Bedingungen (z. B. Gestein, Verspannung) noch geworfen wird. Sie kann auch als Maß des Sprengvermögens oder der Sprengbarkeit verwendet werden.

Längenvorgabe, größter Abstand der Sprengladung zur nächstgelegenen freien Fläche. Sofern keine Verwechslung mit Volumenvorgabe möglich, auch Vorgabe genannt.

Ladedichte, Verhältnis von Sprengstoffmasse zu Laderaumvolumen

Ladelängenverhältnis oder relative Ladelänge, Verhältnis der Ladelänge zur Länge des Sprengbohrlochs

Lademenge, Sprengstoffmenge einer Sprengladung

Sollabschlag, der durch Sprengen planmäßig zu lösende (abzuschlagende) Gebirgsteil (siehe Abschnitt 3.4)

Sprengbarkeit, Eigenschaften des Sprengobjekts, die das Verhalten beim Sprengen kennzeichnen

Sprengplan, Aufstellung der zum Sprengen erforderlichen technischen Angaben unter Beachtung der behördlichen Bestimmungen und der Unfallverhütungsvorschriften

- **Sprengbild**, die zum Sprengen gehörende zeichnerische Darstellung von Anzahl, Maßen, Anordnung und Richtung der Laderäume sowie gegebenenfalls der Angaben über Ladungsverteilung und Zündfolge
- **Zündplan**, Angaben zum Sprengplan über die Schaltung und Zeitstufenverteilung der Sprengladungen

Sprengstoffbedarf, erforderliche Sprengstoffmenge. Die Bezugsgröße ist anzugeben, z. B. $\text{kg}(\text{Sprengstoff})/\text{m}^3$ (anstehendes Gestein).

Verspannung, von der Anzahl, den Maßen und der Anordnung der freien Flächen abhängiger Zustand des Sprengobjekts, der seine Sprengbarkeit beeinflusst

Volumenvorgabe, das von Sprengladungen zu lösende Gesteinsvolumen.

3.2 Laden, Verdämmen, Kuppeln

Anwürgen, Befestigen der Sprengkapsel oder des Brennzünders an der Pulverzündschnur oder des Sprengverzögerers an der Sprengschnur mit Anwürgezange oder Anwürgeapparat

Ausblasen, Reinigen von Sprengbohrlöchern mit Druckluft vor dem Laden

Blankmachen, Entfernen der Isolierung von Zündleitungen, Verlängerungsdrähten und Zünderdrähten

Kuppeln, Verbinden der verschiedenen Leitungsteile zum Zündkreis

Ladehemmung, unbeabsichtigtes Steckenbleiben von Sprengstoff beim Einbringen in den Laderaum

Laden, Einbringen der Sprengladung in den Laderaum

Schaltung von Sprengzündern

- **Reihenschaltung**, Schaltung, bei der je ein Draht eines Sprengzünders mit je einem Draht eines anderen Sprengzünders verbunden wird. Die beiden freien

Enden der Zündergruppe werden über die Zündleitung an die beiden Pole der Zündstromquelle geschlossen

- **Parallelschaltung**, Schaltung, bei der alle Sprengzünder unmittelbar oder unter Verwendung von Antennen (blanke oder isolierte Leiter) mit den beiden Enden der Zündleitung verbunden sind
- **Gruppenweise Parallelschaltung**, Parallelschaltung mehrerer Gruppen in Reihe geschalteter Zünder
- **Dreiantennenschaltung**, Reihenschaltung von zwei parallelgeschalteten Zündergruppen unter Verwendung von Antennen (blanke oder isolierte Leiter)

Schlagpatrone, die mit einem sprengkräftigen Zündmittel versehene Sprengstoffpatrone

Überladen, Überschreiten der erforderlichen Sprengstoffmenge

Unterladen, Unterschreiten der erforderlichen Sprengstoffmenge

Verdämmen, Abschließen oder Bedecken von Sprengladungen mit Verdämmungsmaterial

- **Besetzen** ist das Verdämmen von Bohrlochladungen. Das Verdämmungsmaterial wird dann Besatz genannt.

3.3 Zünden

Anzünden, in der Ballistik und Pyrotechnik verwendeter Begriff für das Auslösen einer Deflagration oder eines Abbrands

Frühzündung, Unbeabsichtigtes vorzeitiges Zünden oder Anzünden

Initiierung, Übergang einer Deflagration in eine Detonation in der Primärladung (siehe Abschnitt 4.3.3)

Kurzschluß, unbeabsichtigte, leitende Querverbindung innerhalb eines Zündstromkreises, wodurch dieser oder ein Teil davon keinen für eine sichere Zündung ausreichenden Zündstrom erhält

Nebenschluß, unbeabsichtigte, leitende Querverbindung innerhalb eines Zündstromkreises (in der Regel über Ausbauteile oder leitfähiges Gebirge), wobei der parallel zum Nebenschluß liegende Teil des Zündstromkreises keinen für eine sichere Zündung ausreichenden Zündstrom erhält

Spätzündung, unbeabsichtigtes verspätetes Zünden

Sprengstelle, Ort, an dem die Sprengladung zur Wirkung kommt

Streuspannung, Potentialdifferenz zwischen von Streuströmen durchflossenen Anlageteilen außerhalb der zur Stromführung bestimmten Leiter

Streustrom, Strom, der außerhalb der zur Stromführung bestimmten Leiter fließt

Zündanlage, zum Zünden der Sprengladungen fertigverlegte Anlage

- **Fernzündanlage**, Anlage, bei der durch Fernbetätigung die Zündung ausgelöst wird
- **Zentralzündanlage**, Anlage zum Zünden von Sprengladungen an verschiedenen Sprengstellen von einer Zündstelle aus

Zünden, Einleiten und Ablauf des Zündvorgangs:

- a) Betätigen der Zündmaschine oder des Zündschalters der Fernzündanlage oder Anzünden der Pulverzündschnur,
- b) Entflammen der Zündpille, Anzünden des Verzögerungssatzes oder der Pulverzündschnur des Zündschnurzeitzünders,

- c) Ansprechen der Primärladung aus Zündstoff (Initialsprengstoff) unter Detonation,
- d) Übertragen der Detonation auf die Sekundärladung,
- e) Auslösen der Detonation der Sprengladung oder der Sprengschnur.

Zündgang, gemeinsames Zünden zusammengehörender Sprengladungen

Zündfolge, beabsichtigte zeitliche Aufeinanderfolge des Zündens von Sprengladungen in einem Zündgang

Zündkreis, die miteinander verbundenen und an die Zündleitung angeschlossenen Zünder eines Zündganges

Zündspannung, von der Zündeinrichtung abgegebene elektrische Spitzenspannung

Zündstelle, Ort, von dem aus die Sprengladungen gezündet werden

- **Deckungsraum**, als Deckung dienender Schutzraum, aus dem auch gezündet werden kann,
- **Sprengdamm**, als Deckung dienende Schutzmauer mit drucksicherer Tür zum Eingrenzen einer durch die Sprengung möglicherweise ausgelösten Schlagwetter- oder Kohlenstaubexplosion oder eines Brandes,
- **Zündbunker**, als Deckung dienender Schutzraum. Mit Druckluft kann ein geringer Überdruck gegen das Eindringen von Schwaden geschaffen werden,
- **Zündnische**, als Deckung dienende Streckenerweiterung,
- **Zündwagen**, fahrbarer Zündbunker.

Zündstrom, die für eine sichere Zündung notwendige Stromstärke

Zündstromkreis, mit der Zündstromquelle verbundener Zündkreis

Zündkreiswiderstand, Widerstand eines elektrischen Zündkreises

3.4 Ergebnis und Bewertung der Sprengung

Abschlag, Istabschlag, der durch Sprengen gelöste, abgeschlagene Gebirgstheil; Sollabschlag (siehe Abschnitt 3.1)

Abschlagen einer Sprengladung, durch eine vorher detonierte Sprengladung wird ein Teil der benachbarten Sprengladung so abgetrennt, daß er nicht gezündet werden kann.

Abschlaglänge, mittlere Länge des Abschlages

Abschlaglängenverhältnis oder relative Abschlaglänge, Verhältnis der erzielten zur beabsichtigten Abschlaglänge, gemessen nach dem Bereißen; gilt für Streckenvortriebe und Schächte

Abschlagmengenverhältnis oder relativer Ausbruch, Verhältnis von Ist- zu Sollausbruch

Ausbruch, ein im Gebirgskörper angestrebter oder hergestellter Hohlraum; Soll- und Ist-Ausbruch

Ausbruchquerschnitt, der angestrebte oder tatsächliche Querschnitt des Ausbruchs; Soll- und Ist-Ausbruchquerschnitt

Auskochen, Entweichen der Schwaden eines deflagrierenden Sprengstoffes aus dem Laderaum ohne nennenswerte Sprengwirkung

Auspfeifen, Entweichen der Schwaden eines detonierenden Sprengstoffes ohne nennenswerte Sprengwirkung

Bereißen, Beräumen, Berauben, Ablösen lockeren Gesteins

Bohrlochpfeife, nach dem Sprengen im Bohrlochtiefsten stehengebliebener Teil eines Sprengbohrloches

Brille, am Bohrlochmund stehengebliebener Teil eines Sprengbohrloches, dessen Vorgabe im tieferen Bereich geworfen wurde

Haufwerk, aus dem Gebirgsverband herausgebrochenes, zertrümmertes Gestein

Ladungsbeeinflussung, Beeinflussung von Ladungen durch zeitlich früher detonierende Ladungen (z. B. Phlegmatisierung durch kurzzeitige Druckwirkung)

Millisekundeneffekt, Auswirkungen des Sprengens unter Verwendung von Kurzzeitzündern (ehem. Millisekundenzündern). Im Vergleich zur Zündung mit Moment- und Langzeitzündern besondere Kleinstückigkeit und größere Wurfweite des Haufwerkes; im Vergleich zur Momentzündung geringere Erschütterungswirkungen.

Stückigkeit, Kennzeichnung der Stückgröße des Haufwerkes hinsichtlich der Ladefähigkeit oder der weiteren Verarbeitungsmöglichkeit nach Inaugenscheinnahme

Trichterwirkung, trichterförmiges Ausbrechen der Vorgabe einer Sprengladung, die auf eine freie Fläche wirkt

Versager

- **Außenversager**, Versager, bei dem der Fehler außerhalb des Laderaumes liegt und zugänglich ist
- **Innenversager**, Versager, bei dem der Fehler innerhalb des Laderaumes liegt und nicht zugänglich ist
- **Teilversager**, nicht umgesetzter Teil einer Sprengladung
- **Vollversager**, überhaupt nicht umgesetzte Sprengladung
- **Strommangelversager**, Versager, bei dem der Zünder wegen ungenügender Stromzufuhr nicht gezündet hat
- **Zündversager**, Versager, bei dem der Zünder nicht gezündet hat

Wurfweite, größter Abstand des Haufwerkes von der Sprengstelle

4 Sprengmittel

Sprengmittel sind Sprengstoffe, Zündmittel und Sprengzubehör, die zur Ausführung einer Sprengung bestimmt und erforderlich sind. Sprengstoffe und Zündmittel bestehen teilweise oder vollständig aus explosiven Stoffen.

4.1 Einteilung der Explosivstoffe

Explosivstoffe sind feste oder flüssige, chemisch einheitliche Stoffe oder heterogene Gemische, die sich in sehr kurzer Zeit umsetzen können, wobei hochgespannte Gase und hohe Drücke entstehen (Explosion). Sie werden unterteilt in explosionsgefährliche und explosionsfähige Stoffe.

- **Explosionsgefährliche Stoffe** sind solche, die bei der Durchführung festgelegter Prüfverfahren zu einer chemischen Umsetzung gebracht werden können
- **Explosionsfähige Stoffe** sind solche, die bei Durchführung festgelegter Prüfverfahren nicht, sondern nur bei detonativer oder außergewöhnlicher mechanischer, thermischer oder anderer Beanspruchung zur Explosion gebracht werden können.

Nach der Art der Verwendung werden Explosivstoffe technisch in Sprengstoffe, Treib- oder Schießstoffe, Zündstoffe, Anzündstoffe und pyrotechnische Stoffe untergliedert (siehe Bild 11).

Anzündstoffe, Explosivstoffe, die dazu bestimmt sind, eine Anzündwirkung auf andere Explosivstoffe zu übertragen, ohne selbst dabei in der angewandten Menge, Verarbeitung und Verpackung zu detonieren. Sie werden durch Schlag, Stoß, Reibung, Wärme oder elektrische Funken zuverlässig zum Abbrand gebracht.

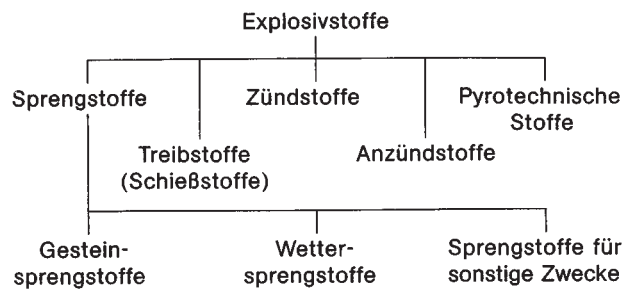


Bild 11: Einteilung der Explosivstoffe

Pyrotechnische Stoffe, Explosivstoffe, die dazu bestimmt sind, Leucht-, Hitze-, Flammen-, Nebel-, Brand-, Schallwirkung oder festgelegte Abbrandgeschwindigkeiten in Verzögerungssätzen zu erzeugen

Sprengstoffe, Explosivstoffe, die dazu bestimmt sind, eine Sprengwirkung zu erzeugen

Treibstoffe (Schießstoffe), Explosivstoffe, die dazu bestimmt sind, eine Treibwirkung hervorzubringen

Zündstoffe (Initialsprengstoffe, Primärsprengstoffe), Explosivstoffe, die dazu bestimmt sind, die Detonation anderer Explosivstoffe auszulösen. Ihre durch Anzündmittel ausgelöste Umsetzung steigert sich bereits bei Mengen unter 2 g zuverlässig zur Detonation.

4.2 Sprengstoffe

4.2.1 Allgemeines

Deflagration, Umsetzung eines Explosivstoffs mit Unterschallgeschwindigkeit (bezogen auf den Stoff) unter Bildung von Flammen und glühenden Teilchen. Sie wird durch die freiwerdende Umsetzungsenergie unterhalten. Die Umsetzungsprodukte strömen entgegengesetzt zur Fortpflanzungsrichtung ab (Unterschied zur Detonation).

- **Abbrand**, reproduzierbarer, gerichteter Ablauf einer Deflagration bei Schießstoffen und pyrotechnischen Stoffen, beispielsweise in Verzögerungssätzen von Zündern

Detonation, energieliefernde Umsetzung eines Explosivstoffs, bei der die chemische Reaktion mit einer Stoßwelle einhergeht, die sich mit Überschallgeschwindigkeit fortpflanzt (bezogen auf den Stoff). Die Umsetzung erfolgt in der Detonationszone, einer chemisch aktiven Zone hoher Dichte und hohen Drucks.

Die Umsetzungsprodukte (Schwaden) strömen in Fortpflanzungsrichtung der Detonation (Unterschied zur Deflagration).

In der Detonationszone kann die Umsetzung erfolgen

- a) bis zu den Endprodukten (ideale Detonation),
- b) teilweise oder bis zu Zwischenprodukten (nicht-ideale Detonation),
- c) unter Erfassung bestimmter Anteile (selektive Detonation).

Explosion, im allgemeinen die schnellablaufende Umsetzung von potentieller Energie in Ausdehnungs- oder Verdichtungsarbeit oder in beide Arbeiten; sie ist bei Explosivstoffen die Folge einer Detonation oder Deflagration.

Ideale Explosion, theoretisch vollständige Umwandlung eines Explosivstoffes zu stabilen Endprodukten (Schwaden); für die Bestimmung der rechnerischen Explosionskennwerte,

Kanaleffekt, Verdichten der noch nicht detonierten Ladesäule durch die im freien Bohrlochquerschnitt voreilende Gasstoßwelle (Luftstoßwelle); kann zum Abbrechen der Detonation führen,

Nachdetonation, verspätete Detonation einer aus brisanten Sprengstoffen bestehenden Ladung (verursacht z. B. durch vorübergehenden Übergang der Detonation in eine Deflagration)

Nachflammen, Abbrennen brennbarer Schwaden von detonierten oder deflagrierten Sprengstoffen mit Luftsauerstoff

4.2.2 Einteilung der Sprengstoffe

Gesteinsprengstoffe, Sprengstoffe, die besonderen Anforderungen hinsichtlich Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit (siehe Abschnitt 4.2.4) nicht zu genügen brauchen. Es werden Pulversprengstoffe und brisante Gesteinsprengstoffe unterschieden.

Pulversprengstoffe, durch Flamme zündbare, meist rasch deflagrierende, nur treibend wirkende Sprengstoffe (z. B. Schwarz- oder Sprengpulver, Sprengsalpeter; Verwendung gekörnt oder als Kunkel gepreßt). Sie bestehen hauptsächlich aus Gemischen gemahlener Kohle, Schwefel, Kaliumnitrat (Schwarzpulver), Natriumnitrat (Sprengsalpeter). Kunkeln sind zylindrische Preßkörper aus Pulversprengstoffen mit einer zylindrischen Bohrung zum Durchführen einer Pulverzündschnur.

Brisante Gesteinsprengstoffe, Sprengstoffe, die detonieren; sie werden unterteilt in gelatinöse, pulverförmige und wasserhaltige Sprengstoffe.

- **Gelatinöse Gesteinsprengstoffe** bestehen aus gelantiniertem Sprengöl, Ammoniumnitrat, Nitroverbindungen und anderen verbrennlichen Stoffen. Sprengstoffdichte etwa $1,5 \text{ g/cm}^3$, hohe Sprengenergie, gute Wasserbeständigkeit.

In der Seismik verwendete gelatinöse Ammoniumnitratsprengstoffe haben Zusätze zur sicheren Einstellung der hohen Detonationsgeschwindigkeit für seismische Messungen; hohe Druckbeständigkeit

- **Pulverförmige Gesteinsprengstoffe**, Sprengstoffe mit überwiegend pulverförmigen Bestandteilen, beispielsweise Ammoniumnitratsprengstoffe mit oder ohne Sprengölzusatz und Ammoniumnitrat-Kohlenwasserstoff-Sprengstoffe. Geringere Brisanz im Vergleich zu gelatinösen Gesteinsprengstoffen, hohes Gasvolumen, gute schiebende Wirkung, geringe Wasserbeständigkeit

Ammoniumnitratsprengstoffe mit Sprengölzusatz bestehen aus Ammoniumnitrat mit Zusätzen von Nitroverbindungen, Holzmehl und Sprengöl; Sprengstoffdichte etwa $1,0 \text{ g/cm}^3$.

Ammoniumnitratsprengstoffe ohne Sprengölzusatz bestehen aus Ammoniumnitrat mit Zusätzen von Nitroverbindungen und Holzmehl; Sprengstoffdichte etwa $1,0 \text{ g/cm}^3$.

Ammoniumnitrat-Kohlenwasserstoff-Sprengstoffe (ANC-Sprengstoffe) bestehen aus Ammoniumnitrat und gewöhnlich flüssigen Kohlenwasserstoffen; Sprengstoffdichte $0,8 \text{ g/cm}^3$ bis $1,0 \text{ g/cm}^3$.

- **Wasserhaltige Sprengstoffe**, Sprengstoffe mit hohem Massenanteil an Wasser von etwa 5 % bis 30 %, in dem zumindest ein Teil der Nitrate gelöst ist. Sie enthalten daneben noch flüssige und/oder feste organische Brennstoffe. Zusatz von Metallpulvern und explosionsgefährlichen Stoffen ist möglich. Man unterscheidet Sprengschlämme (Slurries) und Emulsionssprengstoffe (Sprengstoffdichte $1,0 \text{ g/cm}^3$ bis $1,3 \text{ g/cm}^3$).

Sprengschlämme (Slurries) entstehen durch Mischen von gesättigten Nitratlösungen mit festen Nitraten und flüssigen und/oder festen Brenn-

stoffen als Suspension, teilweise pumpfähig, schlammartig, breiartig oder gelartig bis elastisch fest. Die Konsistenz kann mit einem Quellschüttelmedium eingestellt werden.

Emulsionssprengstoffe basieren auf einer Wasser-in-Öl-Emulsion, die aus einer hochkonzentrierten, meist übersättigten Nitratlösung und einer Mineralöl- oder -Wachs-Phase gebildet wird. Sie können patronierbar oder pumpfähig ausgebildet sein. Durch Zusätze (Glas- oder Kunststoffmikrohohlkugeln oder chemisch erzeugte Gasbläschen) können Dichte und Zündbarkeit eingestellt werden.

Sprengstoffe für sonstige Zwecke dienen zum Be- und Verarbeiten von Werkstoffen, zum Verstärken von Sprengladungen oder zum Perforieren von Bohrlochverrohrungen.

Wettersprengstoffe, Sprengstoffe, die bestimmten Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit gegen Zündung von Schlagwettern und Kohlenstaub (siehe Abschnitt 4.2.4) genügen. Entsprechend ihrer Schlagwetter- und Kohlenstaubsicherheit werden sie in Sicherheitsklassen eingeteilt (siehe DIN 20164-1).

4.2.3 Bestandteile

Inerte Stoffe, Stoffe, die nicht explosionsfähig sind und nicht an der Sprengstoffumsetzung teilnehmen, sondern Sprengvermögen und Explosionstemperatur mindern

Inverses Salzpaar, Ammoniumnitrat und Natrium- oder Kaliumchlorid sind gegen Ammoniumchlorid und Natrium- oder Kaliumnitrat zur Erhöhung der Schlagwettersicherheit ausgetauscht

Nitrate, Salze der Salpetersäure. Wichtig sind

- Ammoniumnitrat NH_4NO_3 ,
- Kaliumnitrat KNO_3 ,
- Natriumnitrat NaNO_3 ,
- Calciumnitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$,
- Monomethylaminnitrat.

Ammoniumnitrat ist explosionsfähig und liefert freien Sauerstoff. Die übrigen Nitrate sind nicht explosionsfähig und werden als Sauerstoff abgebende Stoffe eingesetzt

Nitroverbindungen, feste oder pastenförmige Explosivstoffe, wie Trinitrotoluol (TNT), Dinitrotoluol oder Gemische aus Nitroverbindungen des Benzols, Naphthalins oder ähnlichen Aromaten

Sprengöl, flüssige Explosivstoffe, wie Nitroglycerin, Nitroglykol und deren Gemische. Durch Zusatz von Kollodiumwolle entsteht gelantiniertes Sprengöl oder Sprenggelatine.

Verbrennliche Stoffe, Stoffe wie Ruß, Graphit, Kohlenwasserstoffe, Pflanzenöle, Pflanzenmehle, Aluminium; sie erhöhen durch ihr Verbrennen mit dem freien Sauerstoff, vorwiegend aus den Nitraten, die Explosionsenergie.

4.2.4 Eigenschaften und Kennwerte

Arbeitsvermögen, Begriff für die brechende (brisante) und/oder werfende Wirkung eines Sprengstoffs. Es steht im Zusammenhang mit der spezifischen Energie und der Explosionswärme. Je nach der Vollständigkeit der Detonation wird die Energie der Sprengladung mehr stoßend oder treibend, bei Pulversprengstoffen nur treibend wirksam.

Detonationskennwerte, Größen zur Beurteilung der Detonation

- **Detonationsdruck**, Druck, der in der Detonationszone erzeugt wird; er ist der Sprengstoffdichte und dem Quadrat der Detonationsgeschwindigkeit proportional,
- **Detonationsgeschwindigkeit**, Geschwindigkeit, mit der die Detonation im Sprengstoff fortschreitet. Bei gelatinösen Sprengstoffen können sich je nach den Zünd-