

Sprengarbeiten

Anwendungshinweise zur
SprengTR 310

komm**mit****mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter www.kommmitmensch.de

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Sprengarbeiten des Fachbereichs
Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV

Ausgabe: Januar 2021

DGUV Information 213-110
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter
www.dguv.de/publikationen Webcode: p213110

© Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung,
auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Sprengarbeiten

Anwendungshinweise zur SprengTR 310

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorbemerkung	6
Hinweis zur Anwendung der DGUV Information	6
1 Geltungsbereich	8
2 Begriffsbestimmungen	11
3 Allgemeine Bestimmungen	15
3.1 Verantwortlichkeiten	15
3.2 Beurteilung der Gefährdungen von Beschäftigten, Dritten und Sachgütern.....	16
3.3 Allgemeine Maßnahmen	18
3.4 Unterweisung.....	20
3.5 Unterrichtung der Behörde.....	21
4 Weitere Bestimmungen	22
4.1 Allgemeines.....	22
4.2 Verwendung von Sprengmitteln, Sprengzubehör und Hilfsmitteln.....	23
4.3 Bereithalten und kurzzeitiges Abstellen von Sprengmitteln.....	27
4.4 Transport von Sprengmitteln.....	30
4.5 Zündung	31
4.6 Bohren, Laden, Aufbringen von Besatz und Abdecken	45
4.7 Sichern und Absperren.....	50
4.8 Sprengsignale und Verhalten vor und nach der Sprengung.....	53
4.9 Versager und deren Beseitigung.....	56

Anhang A-1	59
Verfahren zum sachgemäßen Vernichten	59
Anhang A-2	62
Hinweise für Bau und Beschaffenheit von Deckungsräumen	62
Technische Anhänge mit Bestimmungen für besondere Sprengarbeiten	65
Anhang T-1 Bestimmungen für das Schnüren sowie für Lassensprengungen	65
Anhang T-2 Bestimmungen für Großbohrlochsprengungen	66
Anhang T-3 Bestimmungen für geophysikalische Sprengungen	69
Anhang T-4 Bestimmungen für Sprengungen in unterirdischen Hohlräumen	73
Anhang T-5 Bestimmungen für Sprengungen von Bauwerken und Bauwerksteilen	77
Anhang T-6 Bestimmungen für Sprengungen unter Wasser	79
Anhang T-7 Bestimmungen für Sprengungen in heißen Massen	82
Anhang T-8 Bestimmungen für Eissprengungen	85
Anhang T-9 Bestimmungen für Schneefeldsprengungen	88
Anhang T-10 Ermittlung des Mindestabstandes zu Hochfrequenzsendern	91
Anhang T-11 Ermittlung des Mindestabstandes von elektrischen Anlagen	102
Anlagen	
Anlage 1 Gefährdungsbeurteilung für Sprengarbeiten im Steinbruch (Muster) ...	104
Anlage 2 Ladeplan (Muster)	122
Anlage 3 Anzeige über die Bestellung einer verantwortlichen Person nach § 19 SprengG (Muster)	123
Anlage 4 Betriebsanweisung zur Versagerbehandlung (Muster)	124
Quellenverzeichnis	125
Literaturverzeichnis	127
Bildnachweis	127

Vorbemerkung

Diese DGUV Information richtet sich in erster Linie an Sprengberechtigte, aber auch an die Unternehmerin oder den Unternehmer. Sie soll Hilfestellung bei der Umsetzung der Technischen Regel zum Sprengstoffrecht „Sprengarbeiten“ (SprengTR 310 – Sprengarbeiten) geben und aufzeigen, wie Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können. Dabei werden auch Anwendungs- und Praxisbeispiele vorgestellt.

Die Erarbeitung der Informationsschrift erfolgte im Sachgebiet „Sprengarbeiten“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV.

In dieser DGUV Information werden das Sprengstoffrecht, der Stand der Technik, wissenschaftliche Erkenntnisse und praktische Erfahrungen berücksichtigt. Praxisorientierte Anwendungsbeispiele und Abbildungen helfen, die Anforderungen und Empfehlungen zu verdeutlichen und deren Umsetzung zu erleichtern.

Hinweis zur Anwendung der DGUV Information

Der Original-Text der SprengTR ist kursiv und blau dargestellt. Die Erläuterungen des Sachgebiets Sprengarbeiten sind als normaler Text in schwarz dargestellt und stehen unmittelbar unter den betreffenden SprengTR-Textabschnitten.

Die Technischen Regeln zum Sprengstoffrecht (SprengTR) geben den Stand der Technik und sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für den Umgang und den Verkehr mit sowie für die Einfuhr von dem Sprengstoffgesetz unterliegenden Stoffen und Gegenständen wieder, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung.

Sie werden vom Sachverständigenausschuss für explosionsgefährliche Stoffe (SVAE) ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium des Innern oder vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im elektronischen Bundesanzeiger bekannt gegeben.

SprengTR 310 „Sprengarbeiten“ konkretisieren im Rahmen ihres Anwendungsbereichs die Anforderungen des Sprengstoffrechts. Bei Einhaltung der Technischen Regeln kann davon ausgegangen werden, dass die entsprechenden Anforderungen des Sprengstoffrechts erfüllt sind. Wählt der Anwender eine andere Lösung, hat er die gleichwertige Erfüllung der Anforderungen des Sprengstoffrechts schriftlich nachzuweisen.

- Der schriftliche Nachweis über die Abweichungen von der Regel und der Maßnahmen, die das Risiko gleichwertig reduzieren, kann insbesondere in der Beurteilung der Gefährdungen nach Nr. 3.2 erfolgen (Muster siehe Anlage 1).

1 Geltungsbereich

(1) *Diese Technische Regel gilt für Sprengarbeiten.*

(2) *Sprengarbeiten sind die bestimmungsgemäße Verwendung von Explosivstoffen und Sprengzubehör zur gezielten Nutzung der bei der Explosion freigesetzten Energie in Form von Druckentwicklung und Stoßwellenbildung. Im Sinne dieser Regel umfasst dies insbesondere Sprengarbeiten:*

- *zum Gewinnen, Lösen oder Zerkleinern von Gesteinen, sonstigen Bodenschätzen, anderen Stoffen oder Gegenständen, auch von heißen Massen und von Eis auf Gewässern,*
- *zum Niederlegen oder Zerkleinern von Bauwerken oder Bauwerksteilen oder zum Schaffen von Durchbrüchen,*
- *zum Beseitigen von Lawinengefahr (Schneefeldsprengungen),*
- *zum Plattieren, Umformen, Pulververdichten, in der Hochgeschwindigkeitstechnik und Schockwellentechnologie,*
 - *Beim Plattieren werden die zu verbindenden Metallplatten aufeinandergelegt und mit Sprengstoff beschichtet. Die bei der Detonation entstehende Druckwelle ermöglicht eine innige Verbindung der Grenzflächen der beiden Metallplatten.*
 - *Beim Umformen wird das umzuformende Metallteil mit Hilfe des bei der Detonation von Sprengstoff entstehenden Drucks in eine Form gepresst.*
 - *Beim Pulververdichten wird die bei der Umsetzung von Sprengstoff freiwerdende Energie genutzt, um Metallpulver unterschiedlicher Zusammensetzung zu verdichten und so zum Beispiel Hartmetallformteile herzustellen.*

- In der Hochgeschwindigkeitstechnik werden die hohe Umsetzungsgeschwindigkeit von Sprengstoffen und die dabei auftretenden Drücke genutzt, um Materialien mit speziellen Eigenschaften, z. B. durch die Veränderung von Kristallgitterstrukturen, zu erzeugen.
- In der Schockwellentechnologie wird die bei der Umsetzung von Sprengstoff entstehende Stoßwelle zur Beseitigung von Ablagerungen, Verschmutzungen bzw. Anhaftungen zum Beispiel im Rahmen der Regenerierung von Brunnen oder bei der Reinigung von Wärmetauschern genutzt.
- *für geologische oder geophysikalische Untersuchungen,*
- *zum Beseitigen von Versagern und unbrauchbar gewordenen Sprengstoffen und Zündmitteln in Verbindung mit anderen genannten Sprengarbeiten.*

(3) *Diese Technische Regel gilt auch für:*

- *das Vernichten von Sprengstoffen, Zündmitteln und Anzündmitteln im Zusammenhang mit Sprengarbeiten,*
- *die Verwendung von Sprengstoffen, Zündmitteln und Anzündmitteln für Prüfzwecke und für wissenschaftlich-technische Untersuchungen,*
- *den Transport von Sprengstoffen, Zündmitteln und Anzündmitteln innerhalb der Betriebsstätte sowie deren Bereithalten in der für den Fortgang der Arbeiten erforderlichen Menge,*
- *Tätigkeiten, die sicherheitstechnischen Einfluss auf die Sprengarbeiten haben.*

- (4) *Diese Technische Regel gilt nicht für:*
- *das Verwenden pyrotechnischer Gegenstände, auch wenn der Verwendungszweck mit einem aus Absatz 2 vergleichbar ist,*
 - Zu diesen pyrotechnischen Gegenständen zählen insbesondere Treibladungskartuschen (Abb. 1), die zum Zerkleinern von Gestein und Beton verwendet werden können.
 - Es wird empfohlen, die Inhalte dieser Technischen Regel, soweit zutreffend, analog anzuwenden.
 - *die der Bergaufsicht unterliegenden Betriebe.*
 - Hier gilt neben einigen Bestimmungen des SprengG das Bundesberggesetz mit dem Betriebsplanverfahren. Meist sind die Sprengarbeiten in einem Sonderbetriebsplan geregelt. Im Betriebsplan werden Regelungen zur sicheren Durchführung von Sprengarbeiten verbindlich festgelegt.



Abb. 1 Treibladungskartuschen

2 Begriffsbestimmungen

1. *Anzündmittel sind die in § 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 SprengG¹ genannten Gegenstände (z. B. Pulveranzündschnüre und Anzünder für Pulveranzündschnüre). (Abb. 2)*
2. *Eine Auflegersprengung ist die Zerkleinerung eines ganz oder teilweise freiliegenden Sprengobjektes mit an- bzw. aufgelegter Sprengladung.*
3. *Eine Bauwerkssprengung ist eine Sprengung von Bauwerken und/oder Bauwerksteilen die aus Mauerwerk, Beton, Stahlbeton, Stahl, Holz oder einer Kombination dieser Materialien bestehen. Zu den Bauwerkssprengungen zählen nicht Sprengungen von statisch unbelasteten Bauwerksteilen (z. B. Fundamente) bis zu einer maximalen Höhe von 2,5 m über Bodenniveau.*
4. *Eine Eissprengung ist eine Sprengung zum Lösen von Eisdecken und Eisbarrieren.*



Abb. 2 Beispiele für Anzündmittel



Abb. 3 Beispiele für Initialladungen mit gelatinösem Sprengstoff, Primer, Booster

¹ Nach der letzten Änderung des SprengG § 3 Absatz 1 Nummer 7

5. *Eine Großbohrlochsprengung ist eine Sprengung zur Gewinnung von Gesteinen und Mineralien bei der die Sprengbohrlöcher länger als 12 m sind.*
6. *Eine Initialladung ist eine mit einem Zündmittel versehene kapselempfindliche Sprengladung, die zur Auslösung der Hauptsprengladung dient. (Abb. 3)*
7. *Eine Kesselsprengung ist eine Sprengung, bei der ein entsprechend großer Laderaum im Tiefsten eines Bohrlochs durch eine oder wiederholte kleinere Sprengungen (Vorkesseln) hergestellt wird.*
8. *Eine Knäppersprengung ist die Zerkleinerung eines freiliegenden Gesteinsstückes mit im Bohrloch eingebrachter bzw. auf- oder angebrachter Sprengladung.*
9. *Der Ladeplan ist Bestandteil des Sprengplans und beschreibt Art und Menge der Sprengmittel sowie deren Verteilung und Anordnung im Laderaum.*
 - *Siehe Anlage 2 Ladeplan (Muster)*
10. *Eine Lassensprengung ist eine Sprengung, bei der Sprengladungen in natürlichen oder durch Schnüren oder Auskratzen der gegebenenfalls vorhandenen Spaltenfüllung hergestellten Gesteinsspalten gezündet werden.*
11. *Eine Schneefeldsprengung ist eine Sprengung, durch die Lawinen künstlich ausgelöst sowie Wächten und sonstige Schneeverfrachtungen beseitigt werden sollen.*
12. *Schnüren ist das in Werksteinbrüchen angewendete Verfahren, mit Ladungen in einem oder mehreren Bohrlöchern Gesteinskörper vom Lager abzutrennen, wobei dünne Gesteinsspalten (= Schnüre) entstehen, die mit weiteren Sprengungen zu Lassen aufgeweitet werden.*
13. *Sprengberechtigte sind Personen, die auf Grund eines Befähigungsscheines nach § 20 SprengG oder einer Erlaubnis nach § 7 oder § 27 SprengG in Verbindung mit der Fachkunde Sprengarbeiten durchführen dürfen.*

14. *Der Sprengbereich ist der Bereich um eine Sprengstelle herum, in dem Streuflug nicht ausgeschlossen werden kann oder in dem Personen- und/oder Sachschäden durch direkte Sprengwirkung entstehen können.*
 - Der Absperrbereich ist mindestens so groß wie der Sprengbereich zu wählen.
15. *Sprengmittel sind alle zur Durchführung von Sprengarbeiten notwendigen Explosivstoffe wie z. B. Sprengstoffe, Zünd- und Anzündmittel.*
16. *Der Sprengplan ist eine Aufstellung der zum Sprengen erforderlichen technischen Angaben unter Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen und des Standes der Technik. Dazu gehören mindestens Bohr-, Lade- und Zündplan mit den entsprechenden Schemata.*
17. *Sprengstoffe sind zum Sprengen bestimmte Explosivstoffe einschließlich Sprengschnüre.*
18. *Eine Sprengung in heißen Massen ist eine Sprengung in Medien, deren Temperatur 75°C übersteigt,*
 - z. B. zur Zerkleinerung von Schlacke in Kesseln von Kraftwerken, Beseitigung von Anbackungen und Verstopfungen in Kalkbrennöfen und Wärmetauschern
19. *Eine Sprengung in unterirdischen Hohlräumen ist eine Sprengung, die zur Herstellung, Erweiterung oder Veränderung von unterirdischen Hohlräumen erforderlich ist.*
20. *Eine Sprengung unter Wasser ist eine Sprengung in Gewässern, bei denen Sprengladungen mindestens 100 cm unterhalb der Wasser-/Gewässeroberfläche ein- oder angebracht werden.*
21. *Sprengzubehör sind die in § 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 5 SprengG² genannten Gegenstände und Geräte (z. B. Zündleitungen, Zündmaschinen, Zündmaschinenprüfgeräte, Zündgeräte, Zündkreisprüfer, Verlängerungsdrähte, Isolierhülsen, Ladegeräte und Mischladegeräte)*

² Nach der letzten Änderung des SprengG: §3 Absatz 1 Nummer 13 (siehe auch Anlage 4 der 1. SprengV)

- 22. Versager sind die bei einer Sprengung ganz oder teilweise nicht umgesetzten Sprengmittel.
- 23. Eine Zündanlage ist die Gesamtheit aller Komponenten, die zur planmäßigen Zündung von Sprengungen erforderlich sind (z. B. Zünder, Zündgeräte, Verzögerer).
- 24. Zündmittel sind die in § 3 Absatz 1 Satz 1 Nummer 3 SprengG³ genannten Gegenstände (z. B. elektrische, nicht elektrische und elektronische Zünder, Sprengkapseln).
- 25. Der Zündplan ist Bestandteil des Sprengplans mit Angaben zu:
 - Art der Zündung (z. B. elektrische, nicht elektrische, elektronische),
 - Zündvariante (z. B. Serien- oder Parallelschaltung) und
 - Zündfolge (zeitliche Abfolge).

Zündvarianten der nichtelektrischen Zündung sind die Zeitstufenverzögerung und die Oberflächenverzögerung.

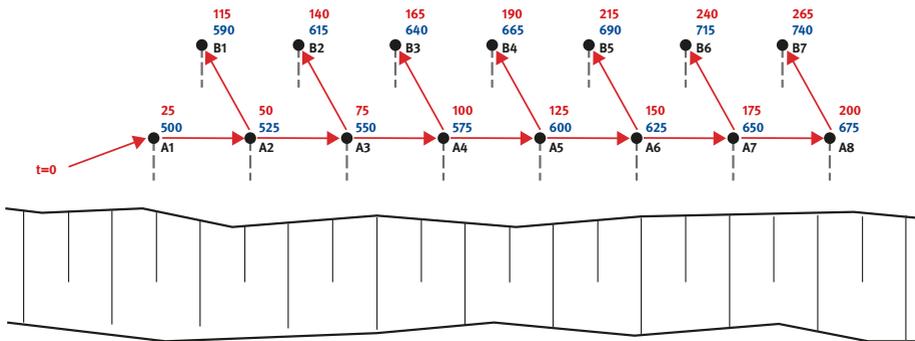


Abb. 4 Zündplan für eine nichtelektrische Zündung mit Oberflächenverzögerung

- 26. Die Zündungsart ist entsprechend der verwendeten Zündmittel die elektrische, die nicht elektrische oder die elektronische Zündart oder die Zündung in Verbindung mit Sprengkapsel und Pulveranzündschnur.

³ Nach der letzten Änderung des SprengG §3 Absatz 1 Nummer 10

3 Allgemeine Bestimmungen

3.1 Verantwortlichkeiten

(1) *Der Erlaubnisinhaber hat als verantwortliche Person dafür Sorge zu tragen, dass die in dieser Technischen Regel genannten Schutzmaßnahmen getroffen werden. Er kann hiermit auch eine andere verantwortliche Person nach § 19 SprengG beauftragen, wenn diese über eine ausreichende Qualifikation verfügt. Dies ist insbesondere bei Sprengberechtigten nach § 19 Absatz 1 Nummer 3 SprengG gegeben.*

- Die verantwortliche Person sollte sich regelmäßig von der Gültigkeit des Befähigungsscheines überzeugen.

(2) *Sprengungen dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die*

- 1. aufgrund einer Erlaubnis nach § 7 oder § 27 SprengG hierzu berechtigt sind und die entsprechende Fachkunde besitzen oder*
- 2. Sprengberechtigte nach § 19 Absatz 1 Nummer 3 SprengG sind und über einen entsprechenden Befähigungsschein verfügen.*

Die Bestimmungen dieser Technischen Regel für Sprengberechtigte gelten auch für Personen nach Nummer 1, wenn diese Sprengungen durchführen.

- Verantwortliche Personen sind im § 19 SprengG geregelt. Neben dem Erlaubnisinhaber oder der Erlaubnisinhaberin sind dies insbesondere Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter, Aufsichtspersonen (unselbstständig tätige mittlere und untere Führungskräfte), Lagerverwalter und Lagerverwalterinnen und Sprengberechtigte. Dies ist jedoch eine nicht abschließende Aufzählung, die lediglich beispielhaft mögliche Funktionsträger aufzählt. Aufsichtspersonen, Lagerverwalterinnen und Lagerverwalter sowie Sprengberechtigte (auch Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter, wenn sie gleichzeitig als Aufsichtspersonen, Lagerverwalterinnen oder Lagerverwalter oder Sprengberechtigte tätig werden) müssen einen entsprechenden Befähigungsschein nach § 20 SprengG besitzen. Alle verantwortlichen Personen müssen bei dem Erlaubnisinhaber oder der Erlaubnisinhaberin angestellt sein und von diesem oder dieser schriftlich bestellt werden. Die Bestellung und auch

die Abberufung sind der zuständigen Behörde nach § 21 Abs. 4 SprengG formlos anzuzeigen (Anlage 3 Muster für die Anzeige über die Bestellung einer Verantwortlichen Person nach § 19 SprengG).

- Bei Fremdvergabe von Sprengarbeiten (Dienstleistungssprengen) ist es erforderlich, die Verantwortlichkeiten vor Beginn der Arbeiten vertraglich zu vereinbaren. Bei vollständiger Fremdvergabe gehen die Verantwortlichkeiten gemäß SprengG auf den Auftragnehmer (Dienstleister) über.

3.2 Beurteilung der Gefährdungen von Beschäftigten, Dritten und Sachgütern

(1) *Vor der Durchführung von Sprengarbeiten hat die verantwortliche Person die möglichen Gefährdungen zu ermitteln und zu beurteilen. Hinsichtlich gesundheitlicher Gefährdungen gelten die relevanten Arbeitsschutzverordnungen wie z. B. Gefahrstoffverordnung und die Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung sowie die darauf basierenden Technischen Regeln.*

- Die Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert werden.
- Anlage 1: Mustergefährdungsbeurteilung für Sprengarbeiten im Steinbruch

(2) *Auftretende Gefährdungen sind zum Beispiel:*

- *Lärm*, z. B. beim Bohren von Bohrlöchern, Detonationsknall
- *Staub*, z. B. beim Bohren von Bohrlöchern in Gestein oder Beton
- *Streuflug*,
- *Sprengerschütterungen*,
- *unzeitige Zündung*,
- *Versager*,
- *Steinfall*, auch herabfallende Bauwerksteile
- *Schwaden (diese enthalten NO, NO₂ und CO)*, nach der Sprengung
- *Hautkontakt mit den oder inhalative Aufnahme von in Sprengstoffen gegebenenfalls enthaltenen Sprengölen (Nitroglycol, Nitroglycerin) und aromatischen Aminverbindungen, und*

- Hautkontakt entsteht z. B. beim Teilen von patroniertem gelatinösem Sprengstoff oder beim Herstellen von Initialladungen aus gelatinösem Sprengstoff oder Boostern.
- Kontakt mit Gefahrstoffen, z. B. Sprengölen oder Ammoniumnitrat, kann zu Hautschäden führen. Entsprechend sind für Tätigkeiten mit dem jeweiligen Gefahrstoff geeignete Chemikalienschutzhandschuhe zur Verfügung zu stellen, z. B. aus Nitril-Kautschuk (NBR).
- Als maximale Tragedauer sollte ein Drittel der unter Laborbedingungen ermittelten Durchbruchzeit angesetzt werden.
- Empfehlungen zum Hand- und Hautschutz geben z. B. die DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“ oder das Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI.
- *Einwirkung elektromagnetischer Strahlung von Sendern und Hochspannungsleitungen auf Zündmittel.*
 - Sender sind z. B. Telekommunikationsmasten, Richtfunkmasten, Funkfernbedienungen, Sprechfunkgeräte und Mobiltelefone (siehe auch Anhang T-10).
 - Einwirkung von Hochspannung ist auch z. B. in der Nähe von Umspannwerken und elektrifizierten Bahnstrecken zu erwarten (siehe auch Anhang T-11).

(3) *Die verantwortliche Person hat die nach der Beurteilung von Gefährdungen erforderlichen Schutzmaßnahmen entsprechend dieser Technischen Regel sowie den Technischen Regeln der relevanten Arbeitsschutzverordnungen festzulegen und zu treffen.*

(4) *Im Rahmen der Beurteilung von Gefährdungen ist auch zu berücksichtigen, dass Sprengmittel in die Verfügungsgewalt unberechtigter Personen gelangen könnten. Hiergegen sind ebenfalls Maßnahmen festzulegen und zu treffen.*

- Die hier angeführte Beurteilung der Gefährdungen geht über die nach den Vorschriften des Arbeitsschutzgesetzes, der Gefahrstoffverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung geforderte Gefährdungsbeurteilung

lung hinaus. Es sind hierbei z. B. auch die Gefährdung von Dritten, der Aspekt möglicher terroristischer Gefahren sowie auch die Gefährdung der Umwelt zu betrachten.

Die hier angeführte Beurteilung der Gefährdungen ist auch für Sprengarbeiten zu erstellen, bei denen keine Beschäftigten eingesetzt werden.

- Eine Mustergefährdungsbeurteilung für Sprengarbeiten im Steinbruch befindet sich in der Anlage 1.

3.3 Allgemeine Maßnahmen

(1) *Der Sprengberechtigte hat den*

- *zum Vorbereiten der Sprengladungen,*
- *zum Laden, Aufbringen von Besatz und Abdecken*
- *sowie zum Herstellen der Zündanlage*

erforderlichen Arbeitsbereich festzulegen und unbefugte Personen aus diesem fernzuhalten. Er hat sich zu vergewissern, dass Beschäftigte und Dritte seinen Weisungen oder denen der von ihm beauftragten Personen Folge leisten.

- Die Größe des Arbeitsbereichs richtet sich nach dem Umfang der Tätigkeiten und wird auf der Grundlage der Beurteilung der Gefährdungen festgelegt. Der Arbeitsbereich muss für Unbeteiligte erkennbar sein und sollte daher gekennzeichnet werden (z. B. Beschilderung, Absperrmittel).

(2) *Die verantwortliche Person muss dem Sprengberechtigten die Anleitungen zur Verwendung für diejenigen Sprengmittel zur Verfügung stellen, die bei den Sprengarbeiten eingesetzt werden sollen.*

(3) *Der Sprengberechtigte muss sich über Anleitungen zur Verwendung von Sprengmitteln informieren und diese beachten.*

- Die Anleitung zur Verwendung (= Betriebsanleitung) ist entweder auf der Verpackung aufgedruckt oder liegt der Verpackung bei.
- Wesentliche Inhalte dieser Anleitung können sein:

- Temperatureinsatzbereich,
- zulässige hydrostatische Drücke,
- Angaben zur Möglichkeit der Zündung,
- Lagerdauer,
- kritischer Durchmesser,
- Angaben zur Wasserbeständigkeit.

(4) *Sprengberechtigte können andere Personen als Hilfskräfte einsetzen.*

Als Hilfskräfte kommen Personen in Frage:

- *die das 18. Lebensjahr vollendet haben,*
- *die physisch und psychisch geeignet sind und*
- *von denen zu erwarten ist, dass sie die ihnen übertragenen Aufgaben zuverlässig erfüllen.*

Die Hilfskräfte müssen unterwiesen werden und bei Ausführung der ihnen übertragenen Aufgaben unter ständiger Aufsicht von Sprengberechtigten stehen.

- Hilfskräfte sind Personen, die von Sprengberechtigten zur Unterstützung eingesetzt werden. Sie werden auch als „Sprenghelfer oder Sprenghelferinnen“ bezeichnet. Die Hilfskräfte haben den Weisungen der Sprengberechtigten zu folgen.
- Die Einschätzung der Zuverlässigkeit der Hilfskräfte erfolgt durch die Sprengberechtigten.
Hinweis: Dies ist nicht die Zuverlässigkeit im Sinne des § 8a SprengG; insofern ist auch keine Unbedenklichkeitsbescheinigung erforderlich.
- „Ständige Aufsicht“ bedeutet, dass die Hilfskräfte innerhalb der Sicht- und Rufweite der oder des Sprengberechtigten tätig sind. Der oder die Sprengberechtigte muss unverzüglich auf das Verhalten der Hilfskräfte einwirken können.
- Auch wenn Hilfskräfte unter ständiger Aufsicht stehen, sollten sie mit bestimmten Tätigkeiten, die besonders sensibel sind (z. B. Herstellen und Prüfen von Zündanlagen), nicht betraut werden.
- Die Anzahl der Hilfskräfte, die von einem oder einer Sprengberechtigten beaufsichtigt werden können, richtet sich insbesondere nach:

- Größe der Sprenganlage,
- örtlichen Gegebenheiten,
- den übertragenen Aufgaben (z. B. Anfertigen von Initialladungen, Aufbringen von Besatz)

3.4 Unterweisung

(1) *Die verantwortliche Person hat alle an den Sprengarbeiten Beteiligten über auftretende Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen, insbesondere über die Bedeutung der Sprengsignale, das Verhalten vor, während und nach Sprengarbeiten sowie die Maßnahmen beim Auffinden von Versagern zu unterweisen.*

- Das kann auch Dritte, z. B. Beschäftigte anderer Unternehmen betreffen.

(2) *Auch die nicht mit den Sprengarbeiten befassten Personen sind rechtzeitig über das Verhalten während der Sprengung, insbesondere über die Bedeutung der Sprengsignale, zu unterrichten. Der für die Sprengung verantwortliche Sprengberechtigte hat zur Gewährleistung der Sicherheit dieser Personen dafür Sorge zu tragen, dass seinen Anweisungen Folge geleistet wird.*

Nicht mit den Sprengarbeiten befasste Personen sind insbesondere Beschäftigte von Firmen, die im Einwirkungsbereich der Sprengarbeiten, der im Rahmen der Beurteilung der Gefährdungen ermittelt wurde, tätig sind.

- Der oder die Sprengberechtigte hat gemäß § 24 Abs. 2 Nr. 3 SprengG Weisungsrecht gegenüber Beschäftigten und Dritten auf dem Betriebsgelände.

(3) *Die Unterweisung muss vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens jährlich, gegebenenfalls auch anlassbezogen, in für die Beschäftigten verständlicher Form und Sprache durchgeführt werden. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.*

Bei allen übrigen Personen ist die Unterweisung anlassbezogen in gleicher Weise durchzuführen und durch Aufzeichnung zu dokumentieren.

- Zu den übrigen Personen zählen insbesondere Fremdfirmen (z. B. Transportunternehmen, Wartungsunternehmen) sowie Besucher und Besucherinnen.

3.5 Unterrichtung der Behörde

Vorkommnisse im Zusammenhang mit Sprengarbeiten sind aufgrund sprengstoffrechtlicher Vorschriften sowie den Bestimmungen der Unfallversicherungsträger anzuzeigen. Dies sind insbesondere:

- *unzeitige Zündung,*
- *Versager,*
- *Streuflug über den Sprengbereich hinaus,*
- *Unfälle mit Personenschäden oder mit Sachschäden und*
- *das Abhandenkommen von Sprengmitteln.*
 - Welche Behörde zuständig ist, wird in den Bundesländern in einer Zuständigkeitsverordnung geregelt. Bei Betrieben, die unter Bergrecht stehen, ist die jeweilige Bergbehörde die zuständige Behörde.
 - Unfälle mit Personen- oder Sachschäden sind der zuständigen Behörde und dem jeweils zuständigen Unfallversicherungsträger zu melden.
 - Die Meldepflicht gegenüber dem Unfallversicherungsträger ergibt sich u. a. aus § 6 der DGUV Vorschrift 29 „Steinbrüche, Gräbereien und Halden“.
 - Auch das Abhandenkommen einer Ausfertigung der Erlaubnis bzw. des Befähigungsscheins ist der zuständigen Behörde zu melden.
 - Die gemeinsame Auswertung der gemeldeten Vorkommnisse durch Behörde, Unfallversicherungsträger und Unternehmen soll dazu dienen, dass Maßnahmen zur Vermeidung künftiger Vorkommnisse abgeleitet werden können.

4 Weitere Bestimmungen

4.1 Allgemeines

- (1) *Sprengarbeiten, auf die die Anhänge T-2 bis T-9 Anwendung finden, dürfen nur von Unternehmern, die auf Grund einer Erlaubnis nach dem Sprengstoffgesetz ausdrücklich für diese berechtigt sind, oder von Sprengberechtigten mit einem Befähigungsschein nach § 20 SprengG durchgeführt werden.*
 - Die Fachkunde zu Sprengarbeiten der Anhänge T-2 bis T-9 wird in speziellen Grund- oder Sonderlehrgängen vermittelt.
- (2) *Die verantwortliche Person darf mit Sprengarbeiten nach den Anhängen T-2 bis T-9 nur Sprengberechtigte beauftragen, die auf Grund eines Befähigungsscheines nach dem Sprengstoffgesetz für diese berechtigt sind.*
- (3) *Bei Sprengarbeiten für Prüfzwecke oder wissenschaftlich-technische Zwecke, die unter den gleichen Randbedingungen stattfinden, wie sie beim normalen Einsatz der Sprengmittel vorliegen, sind alle Bestimmungen dieser Technischen Regel einzuhalten. Finden die Sprengarbeiten für Prüfzwecke oder wissenschaftlich-technische Zwecke unter veränderten Randbedingungen statt (z. B. fehlender oder anderer Einschluss, Stahlrohr, Bunker, usw.), so ist über eine Beurteilung von Gefährdungen festzustellen, ob zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich sind oder ob bestimmte Maßnahmen der Nummer 5 [Anm. d. Red.: gemeint sind die Anhänge T2 bis T-11] entfallen können. Die Bestimmungen der Nummer 4 sind in der Regel unabhängig von den Randbedingungen einzuhalten.*
 - Sprengarbeiten für Prüfzwecke oder wissenschaftlich-technische Zwecke stellen Arbeiten dar, bei denen Sprengstoffe und Zündmittel zur Realisierung bestimmter technischer Abläufe und Vorgänge eingesetzt werden, zum Beispiel die Simulation von Triebwerksschäden von Flugzeugen durch das definierte Herbeiführen eines Triebwerksschaufelbruchs mit Hilfe von speziellen Schneidladungen.

4.2 Verwendung von Sprengmitteln, Sprengzubehör und Hilfsmitteln

4.2.1 Sprengmittel

- (1) *Patronen, die Pulversprengstoff enthalten, dürfen nicht geteilt werden.*
- Pulversprengstoff ist Schwarzpulver, z. B. in Form von Sprengpulver.
- (2) *Sprengstoffe dürfen in loser Form verwendet werden, soweit sicherheitstechnische Bedenken dem nicht entgegenstehen. Dabei sind die örtlichen Verhältnisse (z. B. Gebirgsbeschaffenheit, Wasserführung, Schichtung, Klüftigkeit, Hohlräume) zu berücksichtigen. Beim Laden loser Sprengstoffe ist dafür zu sorgen, dass kein Sprengstoff verschüttet wird. Werden Pulversprengstoffe geladen, ist stets ein entsprechend bemessener Trichter aus genügend leitfähigem und funkenarmem Material zu benutzen.*
- Zu Sprengstoffen in loser Form zählen neben Pulversprengstoff (Schwarzpulver) insbesondere auch ANFO/ANC, gepumpte Emulsionssprengstoffe, Slurries und Heavy ANFO.
 - Genügend leitfähig ist Material, wenn sein elektrischer Widerstand kleiner ist als 10 M Ω /m.
 - Funkenarm ist Material, das keine Eisenbestandteile enthält.
 - Auf Grund der chemischen Verträglichkeit sollten beim Verwenden von Pulversprengstoff kein Aluminium oder Aluminiumlegierungen zum Einsatz kommen.
 - Auf Grund der chemischen Verträglichkeit sollten beim Verwenden von ANFO/ANC oder Emulsionssprengstoffen kein Kupfer oder Kupferlegierungen sowie kein Zink oder Zinklegierungen zum Einsatz kommen.
- (3) *In Laderäumen mit Wasser dürfen nur wasserfeste Sprengstoffe verwendet werden.*
- Ob ein Sprengstoff wasserfest ist, ergibt sich aus der Bedienungsanleitung.

- (4) *Unbrauchbare Sprengmittel dürfen nicht verwendet werden. Als unbrauchbar gelten z. B. Sprengmittel,*
- deren zulässige Verwendungsdauer überschritten ist,*
 - deren Kennzeichnung der Zeitstufe fehlt (bei Zündern),*
 - deren Beschaffenheit sich durch mechanische oder thermische Beanspruchungen, chemische Einwirkungen, Wasser oder Feuchtigkeit verändert hat,*
 - aus Versagern, ausgenommen unbeschädigte Sprengstoffpatronen,*
 - die in Bohrlochpfeifen angetroffen werden,*
 - die sich in Hohlkörpern (z. B. Laderohre, Bohrgestänge) befinden, in denen sie nicht verwendet werden sollen und aus denen sie nicht selbsttätig herausgleiten können.*

Sie sind gemäß Anhang A-1 zu vernichten oder an den Hersteller zurückzugeben.

4.2.2 Sprengzubehör

- (1) *Das Sprengzubehör, das für die fachgerechte Durchführung der Sprengarbeiten notwendig ist, ist den Sprengberechtigten durch die verantwortliche Person zur Verfügung zu stellen bzw. bereitzuhalten. Prüfung, Wartung und Instandsetzung haben nach den Angaben des Herstellers zu erfolgen.*
- (2) *Zündmaschinen, Zündgeräte und Zündkreisprüfer sind regelmäßig durch den Hersteller oder eine andere befähigte Person prüfen zu lassen. Über das Ergebnis der Prüfung ist eine Bescheinigung auszustellen. Die Prüffrist ergibt sich aus der Beurteilung von Gefährdungen und sollte zwei Jahre nicht überschreiten.*
- Bei der Festlegung der Prüffrist sind die Angaben des Herstellers zu berücksichtigen.*
 - Bei besonderer Beanspruchung der Geräte (z. B. Feuchtigkeit, Temperatur, mechanische Beanspruchung, häufige Benutzung) können sich kürzere Prüf Fristen als die vom Hersteller angegebenen ergeben.*

- Wer „zur Prüfung befähigte Person“ ist, ist in der Technischen Regel zur Betriebssicherheitsverordnung (TRBS) 1203 festgelegt.



Abb. 5
Beispiel einer Zündmaschine

- (3) *Sprengberechtigte haben die Leistungsfähigkeit von Zündmaschinen mit Prüfgeräten zu prüfen. Die Prüffrist ergibt sich aus der Beurteilung von Gefährdungen und sollte folgende Zeiträume nicht überschreiten:*
- *mindestens einmal monatlich, wenn die Zündmaschinen fortlaufend benutzt werden oder*
 - *vor der Wiederinbetriebnahme, wenn die Zündmaschinen länger als einen Monat nicht benutzt wurden.*
- Die Prüfung erfolgt mithilfe von externen Prüfgeräten, sofern die Zündmaschine nicht über ein eingebautes Prüfgerät verfügt.



Abb. 6a
Beispiel eines
Zündmaschinen-
prüfgerätes



Abb. 6b
Beispiel eines
Zündmaschinen-
prüfgeräts
herkömmlicher Bauart

- Das in manchen Zündmaschinen eingebaute Anzeigergerät ist nicht geeignet, um die Leistungsfähigkeit der Zündmaschine zu prüfen. Es zeigt lediglich die Zündbereitschaft an. Näheres ergibt sich aus der Bedienungsanleitung des Geräteherstellers.

(4) *Zündmaschinen und Zündgeräte müssen gegen das unbefugte Benutzen gesichert werden. Dies ist z. B. gewährleistet, wenn der Sprengberechtigte den Schlüssel bzw. die Kurbel der Zündmaschine stets bei sich führt oder die Zündmaschine unter Verschluss hält.*

4.2.3 Hilfsmittel

(1) *Beim Umgang mit Sprengmitteln dürfen nur Ladestöcke, Werkzeuge und sonstige Geräte verwendet werden, bei denen Funken und gefährliche elektrostatische Aufladung nicht entstehen können. Dies gilt jedoch nicht für Werkzeuge zum Öffnen von Verpackungen, zum Schneiden von Sprengschnur oder Teilen von Patronen, sowie zum Abisolieren der Drahtenden.*



Abb. 7 Patronenzieher aus Messing



Abb. 8 Ladestock aus Kunststoff mit Verbindungselementen aus Messing

- (2) *Ladestöcke aus Rohrmaterial müssen an beiden Enden geschlossen sein. Die Stirnflächen müssen mindestens den gleichen Durchmesser wie die Rohre haben.*
- (3) *Abweichend von Absatz 2 dürfen Ladestöcke an den Enden offen sein, wenn mit ihnen nur Sprengschnüre in das Bohrloch tiefste eingebracht werden.*
- (4) *Bei der Verwendung von Pulversprengstoffen dürfen Ladestöcke, die ganz oder teilweise aus Metall bestehen, nicht benutzt werden. Ladestöcke aus Kunststoff müssen genügend leitfähig sein. Genügend leitfähig sind Ladestöcke mit einem Gesamtwiderstand $< 100 \text{ M}\Omega$ bei einem spezifischen Widerstand $> 2000 \Omega$ pro Meter.*
 - Neben Ladestöcken aus genügend leitfähigem Kunststoff (Bezug über Fachhandel) eignen sich auch Ladestöcke aus Holz.

4.3 Bereithalten und kurzzeitiges Abstellen von Sprengmitteln

- (1) *Das Bereithalten von Sprengmitteln ist Teil des Umgangs mit Sprengmitteln außerhalb eines genehmigten Lagers mit dem Ziel, diese innerhalb des Arbeitszyklus zu verbrauchen.*
 - Ein Arbeitszyklus umfasst den Zeitraum der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung einer Sprengung.
- (2) *Das Bereithalten von Sprengmitteln darf nur in der für den Fortgang der Arbeiten erforderlichen Menge erfolgen.*
- (3) *Erfolgt das Bereithalten in einem Bereitstellungsraum, so muss dieser verschließbar und ohne Feuerstellen sein und über geeignete Abtrennungen für Sprengstoffe sowie Zündmittel und Anzündmittel verfügen. Sprengstoffe sind getrennt von Zündmitteln und Anzündmitteln unterzubringen. Außer Sprengmitteln dürfen in Bereitstellungsräumen nur die für Sprengungen benötigten Geräte und Hilfsmittel bereitgehalten werden.*

Das Bereithalten ist auch in geeigneten Behältern zulässig, sofern diese den obigen Anforderungen genügen. Bereitstellungsräume und -behälter sind verschlossen zu halten; über den Schlüssel darf nur der Sprengberechtigte verfügen.



Abb. 9 Geeigneter Behälter mit Abtrennung



Abb. 10 Transportkiste für Zünder

- (4)** *Die für den Fortgang der Sprengarbeiten an der Sprengstelle bereitgehaltenen Sprengmittel sind unter Aufsicht eines Sprengberechtigten zu halten.*
- (5)** *Die über das Bereithalten hinausgehende Aufbewahrung ist sprengstoffrechtlich geregelt. Demnach dürfen Sprengmittel nur aufbewahrt werden:*
- in einem nach § 17 SprengG genehmigten Lager,*
 - bei kleinen Mengen nach Nummer 4 des Anhangs zu § 2 der Zweiten Verordnung zum Sprengstoffgesetz in Verbindung mit Anlage 6 in den dort genannten Aufbewahrungsorten.*

- Weitere Hinweise finden sich im nachgeordneten Regelwerk (SprengLR bzw. Technische Regeln zum Sprengstoffrecht).
- Bei der gemeinsamen Aufbewahrung verschiedener Sprengmittel sind die Zusammenlagerungsverbote entsprechend der Verträglichkeitsgruppen zu beachten.

Nur die mit **X** gekennzeichneten Verträglichkeitsgruppen dürfen zusammen gelagert werden.

	A	B	C	D	...	S
A	X					
B		X				X
C			X	X		X
D			X	X		X
...						
S		X	X	X		X

Abb. 11
Tabelle zur erlaubten
Zusammenlagerung

(6) *In Aufenthalts- und Deckungsräumen dürfen sich keine Sprengmittel befinden.*

4.4 Transport von Sprengmitteln

- (1) *Die folgenden Bestimmungen gelten für den Transport innerhalb einer Betriebsstätte (hierzu gehören auch Baustellen und Betriebsgelände mit oder ohne Einfriedung).*
- (2) *Sprengmittel müssen in geschlossener versandmäßiger Verpackung oder in geschlossenen Behältern transportiert werden. Sie dürfen nicht in der Kleidung getragen werden.*
- (3) *Pulversprengstoffe müssen in Behältern transportiert werden, bei denen Funken und gefährliche elektrostatische Aufladung nicht entstehen können.*
- (4) *Behälter, in denen Sprengmittel gemeinsam transportiert werden, müssen getrennte Abteilungen haben. Hierbei sind Sprengstoffe in der einen, Zündmittel und Anzündmittel in der anderen Abteilung des Behälters unterzubringen. Werden in den Behältern zusätzlich benötigte Geräte und Hilfsmittel transportiert, darf von diesen keine Gefahr für Sprengmittel ausgehen.*



Abb. 12 Transportkiste, die auch für das Verbringen außerhalb des Betriebsgeländes geeignet ist

4.5 Zündung

4.5.1 Allgemeines

- (1) *Sprengberechtigte dürfen nur die Zündsysteme einsetzen, für deren Verwendung sie die erforderliche Fachkunde besitzen.*
 - Die erforderliche Fachkunde wird in Grund- oder Sonderlehrgängen vermittelt. Insbesondere für die elektronische Zündung ist zusätzlich eine Schulung für das entsprechende Zündsystem erforderlich.
- (2) *Die Zündanlage ist vor dem Zünden durch den Sprengberechtigten zu prüfen. Werden bei der Prüfung Fehler in der Zündanlage festgestellt, muss versucht werden, diese durch geeignete Maßnahmen zu beheben. Können Fehler nicht behoben werden, darf nur gezündet werden, wenn diese dokumentiert und Maßnahmen zur Beseitigung von möglichen Versagern getroffen wurden. Mögliche Maßnahmen sind in Nummer 4.9 aufgeführt.*
- (3) *Für Sprengarbeiten im Rahmen von Prüfungen und wissenschaftlich-technischer Forschung kann von einzelnen Bestimmungen zur Zündung abgewichen werden, wenn die Auswirkungen in einer Beurteilung von Gefährdungen dargelegt sind und auf andere Art ein mindestens gleich hohes Schutzniveau erzielt wird.*

4.5.2 Elektrische Zündung

- (1) *In einer elektrischen Zündanlage dürfen nur elektrische Zünder eines Herstellers, eines Zündertyps und gleicher Ansprechstromstärke verwendet werden.*
 - Unter Zündertyp werden U- und HU- Zünder bzw. die Zünderklassen I bis IV verstanden.
- (2) *Elektrische Zünder dürfen nur mit zugelassenen Zündmaschinen gezündet werden. Der Widerstand eines Zündkreises darf den für die jeweilige*

Zünderempfindlichkeit auf dem Typenschild bzw. in der Bedienungsanleitung des Herstellers der verwendeten Zündmaschine angegebenen Grenzwiderstand bzw. maximalen Reihenwiderstand nicht überschreiten.

- (3) Bei Verwendung von HU-Zündern (Klasse IV) darf die Zünderdrahtlänge 3,50 m nicht unterschreiten.*
- (4) Zünderdrahtenden dürfen erst unmittelbar vor dem Verbinden (dies schließt das Kurzschließen ein) abisoliert werden.*
- (5) Zünderdrähte, Verlängerungsdrähte und Zündleitungen müssen untereinander leitend verbunden, die Verbindungsstellen isoliert werden. Die Isolierung der Verbindungsstellen kann z. B. durch fettgefüllte Isolierhülsen (Abb. 14) erfolgen. Bei Parallelschaltungen bedürfen Kuppelstellen mit blanken Antennen, die ohne Erdschluss verlegt sind, keiner Isolation.*
 - Hierfür stehen als Sprengzubehör zur Verfügung:
 - Schneidklemmverbinder,
 - Isolierhülsen (trocken oder fettgefüllt).



Abb. 13 Zugelassener Schneidklemmverbinder (Scotchlok)



Abb. 14 Isolierhülse

- (6) *Verbindungsstellen von Zünderdrähten innerhalb des Bohrloches sind unzulässig, sofern nicht durch geeignete Maßnahmen verhindert wird, dass Isolationsfehler auftreten, die Verbindungen abreißen oder das Laden behindert wird.*
- Eine geeignete Maßnahme ist z. B. die Verwendung von Schneidklemmverbindern in Kombination mit einer Zugentlastung und Umwicklung mit Isolierband.
- (7) *Elektrische Zünder sind in Reihe zu schalten, um eine zuverlässige Zündung aller Zünder zu gewährleisten.*

$$R_{Ges} = n_{ZR} \cdot R_Z + R_V + R_{ZL}$$

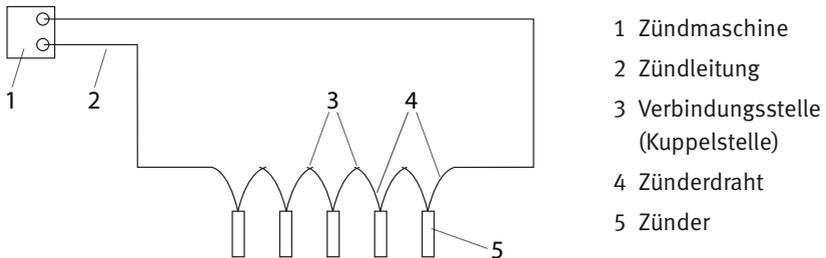


Abb. 15 Prinzip der Reihenschaltung

$$n_{ZR} = 5$$

- (8) *Abweichend von Absatz 7 dürfen elektrische Zünder auch in Form der Parallelschaltung verwendet werden. Hierbei muss eine für die jeweilige Schaltungsart geeignete und zugelassene Zündmaschine benutzt werden. Die Betriebsanleitung des Herstellers der Zündmaschine ist zu beachten.*
- Die Parallelschaltung und die Serien-Parallelschaltung (gruppenweise Parallelschaltung) sind Schaltungsarten für Spezialanwendungen, die heute großteils durch nichtelektrische und elektronische Zündung abgelöst werden.

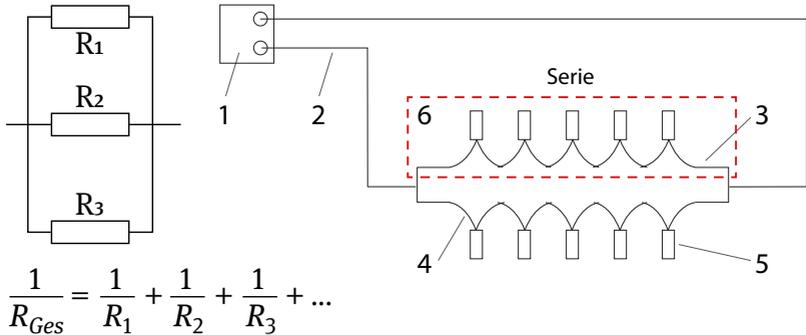


Abb. 16 Prinzip der Parallelschaltung

- | | |
|--|---------------------------|
| 1 Zündmaschine | $n_s = 2$ |
| 2 Zündleitung | $n_{zs} = 5$ |
| 3 Verbindungsstelle (Kuppelstelle) | $n_s = \text{Serienzahl}$ |
| 4 Zünderdraht | |
| 5 Zünder | |
| 6 Serie = Zünderkettenteil in
Reihenschaltung | |

(9) *Die Zündkreise sind durch Vergleich des gemessenen Zündkreiswiderstandes mit dem zuvor berechneten Zündkreiswiderstand zu prüfen. Bei einer Abweichung von mehr als $\pm 5\%$ darf nur gezündet werden, wenn sich die Abweichung begründen lässt (z. B. gekürzte Drähte).*

- Fehler können sein:
 - kein Durchgang, z. B. Drahtbruch, defekter Zünder;
 - zu hoher Widerstand, z. B. Übergangswiderstände durch mangelhafte Verbindungsstellen;
 - zu niedriger Widerstand, z. B. nicht eingebundene Zünder, Kurzschluss im Zündkreis, ungewollte Parallelschaltung.
- Fehlerlokalisierung durch Messung von Teilen des Zündkreises.

(10) *Der elektrische Widerstand der Zündkreise gegen Erde (Nebenschluss) (Abb. 17) ist mit einem dafür geeigneten Zündkreisprüfer zu messen (Abb. 18). Ist der gemessene Widerstand gegen Erde kleiner als das zehnfache des gemessenen Widerstandes des Zündkreises bei Reihenschaltung bzw. jeder parallelen Zünderreihe (Serie) bei Parallelschaltung, darf nicht gezündet werden.*

- Ist der gemessene Widerstand gegen Erde kleiner als das zehnfache des gemessenen Widerstandes des Zündkreises: Lokalisierung des Isolationsfehlers durch Messung von Teilen des Zündkreises.

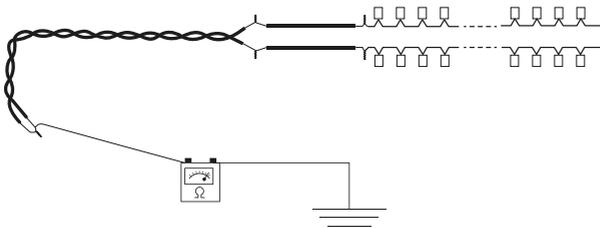


Abb. 17
Aufbau einer Nebenschlussmessung



Abb. 18
Beispiel für einen Zündkreisprüfer, der auch zur Nebenschlussmessung geeignet ist

(11) *Die Bedingungen der Anhänge T-10 und T-11 müssen eingehalten werden, um die Einwirkung elektrischer Energie auf die Zündanlage zu verhindern.*

4.5.3 Nicht elektrische Zündung

- (1) *Vom Hersteller vorkonfektionierte Zündschläuche dürfen, außer zum Anbringen an der Zündmaschine, nicht gekürzt werden.*
- (2) *Beim Einsatz von nicht elektrischen Zündern muss eine Anlaufstrecke der Zündschläuche von mindestens 1 m gewährleistet sein, es sei denn der Hersteller macht abweichende Angaben.*
 - Die Anlaufstrecke ist die Schlauchlänge zwischen dem Initialisierungspunkt und dem Zünder bzw. Oberflächenverzögerer. Damit wird der Aufbau einer stabilen Reaktionsfront (Schockwelle) im Zündschlauch gewährleistet.

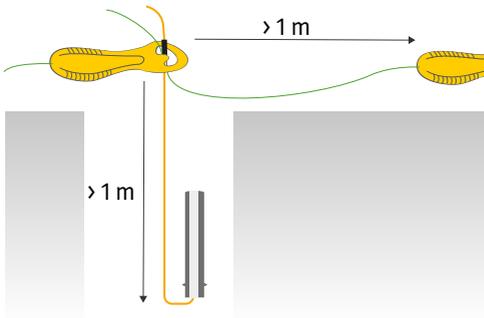


Abb. 19 Darstellung der Anlaufstrecke im Zündschlauch

- (3) *Beim Einsatz von Oberflächenverzögerern muss die Zündrichtung beachtet werden.*
 - Die Anzahl der Zündschläuche, die in einen Oberflächenverzögerer eingelegt werden können ist herstellerspezifisch und ergibt sich aus der Gebrauchsanleitung.
 - Die Oberflächenverzögerung ist richtungsgebunden und nicht redundant ablaufend. Unabhängig davon kann im Bohrloch redundant gezündet werden (siehe 4.5.6).

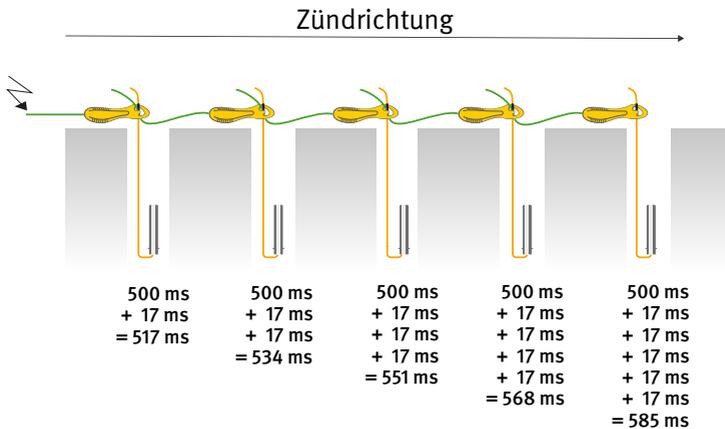


Abb. 20 Darstellung der Verzögerungszeiten in Zündrichtung

- (4) *Oberflächenverzögerer dürfen nicht zum Herstellen von Initialladungen eingesetzt werden.*
- Oberflächenverzögerer haben in der Regel im Vergleich zu nichtelektrischen Zündern eine deutlich reduzierte Ladung.
- (5) *Nicht elektrische Zündanlagen sind unmittelbar vor der Zündung durch eine gewissenhafte Inaugenscheinnahme zu prüfen. Dabei ist insbesondere auf eine korrekte Verbindung aller verwendeten Komponenten sowie deren Zündrichtung und gefähderungsfreie Verlegung zu achten.*
- Die gewissenhafte Inaugenscheinnahme (insbesondere der Verbindungselemente) ist notwendig, da eine Überprüfung mittels Prüfgerät nicht möglich ist. Daher sollte beim Aufbau der Zündanlage Wert auf eine übersichtliche Verlegung gelegt werden.
 - Beim Einsatz von Sprengschnur und Zündern muss darauf geachtet werden, dass eine Schädigung von Zündschläuchen durch Splitter oder Druckwelle vermieden wird.

- (6) Zündschläuche können mit Sprengkapseln anderer Zündarten (Abb. 21), speziell dafür zugelassenen Zündgeräten (Abb. 22) oder mittels Sprengschnur initiiert werden.

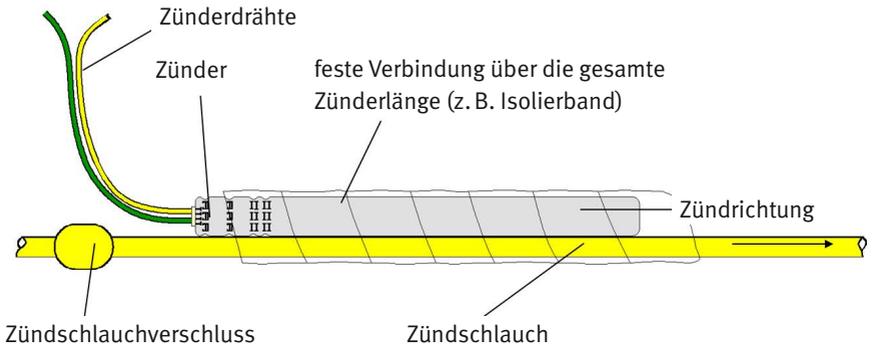


Abb. 21 Zündung eines Zündschlauches mittels elektrischem Zünder



Abb. 22 Beispiel eines Zündgerätes für nicht-elektrische Zündanlagen

(7) Die nicht elektrische Zündung kann in Verbindung mit einer elektrischen oder elektronischen Rahmenzündung in kombinierter Zündung verwendet werden.

Allgemeines Schema einer elektrisch/elektronisch kombinierten Zündung

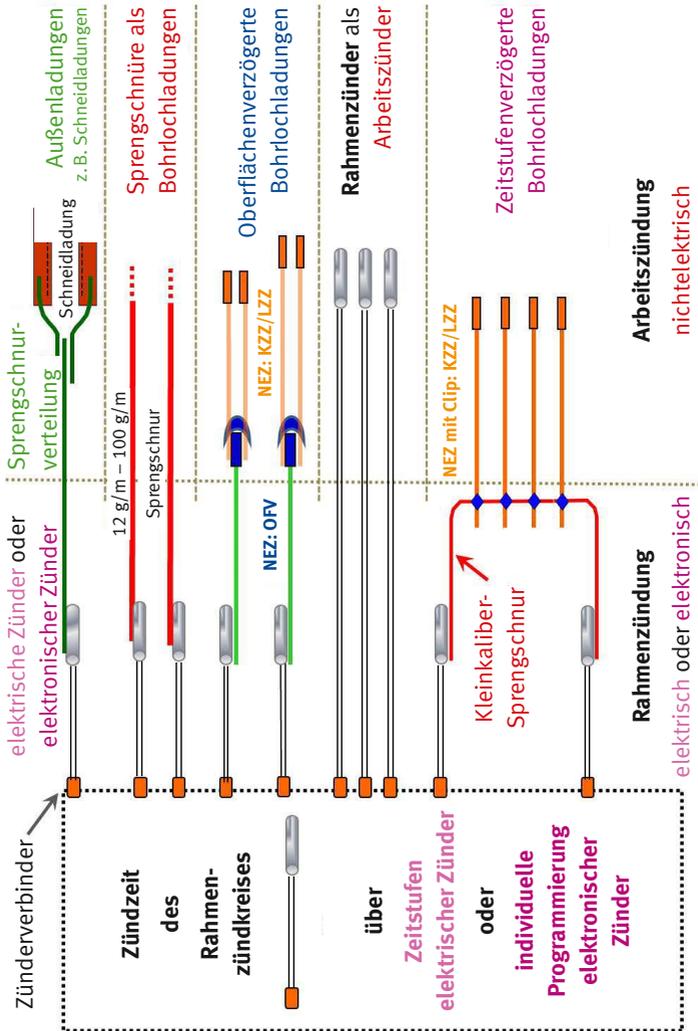


Abb. 23 Schema einer kombinierten Zündung

4.5.4 Elektronische Zündung

- (1) *Es dürfen nur elektronische Zünder des gleichen Zündsystems in einer Zündanlage verwendet werden.*
- (2) *Elektronische Zündanlagen sind entsprechend den Herstellerangaben zu projektieren, herzustellen, zu prüfen und zu zünden.*
- (3) *Es darf nur das zum Zündsystem gehörende Sprengzubehör verwendet werden.*

4.5.5 Zündung mit Pulveranzündschnur

- (1) *Die Zündung mit Pulveranzündschnur und Sprengkapsel ist nur zulässig bei Eis- und Schneefeldsprengungen.*
- (2) *Die Lagerzeit für Pulveranzündschnüre sollte ein Jahr nicht überschreiten, sofern nicht in der Anleitung zur Verwendung oder in den Verwendungsbestimmungen eine abweichende Höchstlagerzeit festgelegt wurde.*
- (3) *Beim Einsatz der Zündung mit Pulveranzündschnur ist die Zündanlage durch eine gewissenhafte Inaugenscheinnahme zu prüfen. Dabei ist insbesondere auf eine korrekte Verbindung aller verwendeten Komponenten sowie deren Zündrichtung zu achten.*
- (4) *Pulveranzündschnüre sind vor ihrer Verwendung auf Unversehrtheit zu untersuchen. Bei jeder neuen Lieferung und nach jeder längeren Lagerung ist außerdem die Brennzeit zu überprüfen. Die durchschnittliche Brennzeit einer Pulveranzündschnur beträgt in der Regel 120 s für 1 Meter zuzüglich 8 s pro 1000 m Höhe über NN. Pulveranzündschnüre, die geknickt, brüchig, durch Feuchtigkeit oder sonstige Einwirkungen schadhafte geworden sind oder eine zu kurze oder eine zu lange Brennzeit aufweisen (jenseits 120 ± 10 Sekunden für 1 Meter), dürfen nicht verwendet werden.*

4.5.6 Einsatz von Sprengschnüren, redundante Zündung

- (1) *Wenn bei Sprengbohrlöchern die Zündung der gesamten Ladesäule nicht sicher gewährleistet werden kann, müssen Sprengschnüre mit Sprengzündern verwendet werden. Eine Unterbrechung der Ladesäule kann z. B. verursacht werden durch:*
- *Nachfall von Gestein,*
 - *Steckenbleiben von Patronen durch Klüfte oder sonstige Querschnittsverringerungen,*
 - *den Einsatz von Zwischenbesatz.*
- (2) *Es dürfen nur Sprengschnüre verwendet werden, die die Sprengladungen sicher zünden (Herstellerangaben und Anleitung zur Verwendung für den Sprengstoff sind zu beachten). Sie sind so zu verlegen, dass eine unbeabsichtigte Zündung oder Beschädigung ausgeschlossen ist. Um ein Abschlagen zu vermeiden, dürfen Sprengschnüre nicht geknickt sowie in Schlingen oder übereinander gelegt werden.*



Abb. 24 Unzulässige Verlegung von Sprengschnur in einer Schlinge

- (3) Sprengschnüre sind miteinander und mit Sprengzündern so zu verbinden, dass eine einwandfreie Detonationsübertragung gewährleistet ist (Abb. 25 und 26). Sprengschnürenden und Verbindungsstellen von Sprengschnüren sind an feuchten Sprengstellen gegen Eindringen von Wasser zu schützen (Abb. 27). Sprengschnüre dürfen nicht so gelegt werden, dass ihre Verbindungsstellen im Wasser liegen. Verbindungsstellen zwischen Sprengschnüren und Sprengzündern sind bei Steinfallgefahr gegen Beschädigung zu schützen.

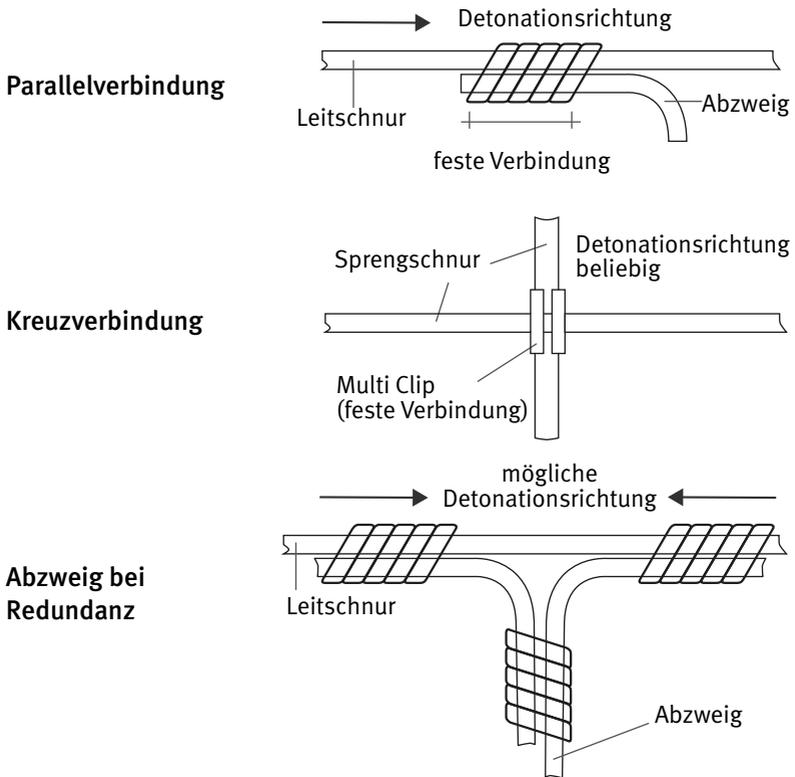


Abb. 25 Verbindungsmöglichkeiten von Sprengschnur



Abb. 26
Befestigung eines
Zünders an der
Sprengschnur

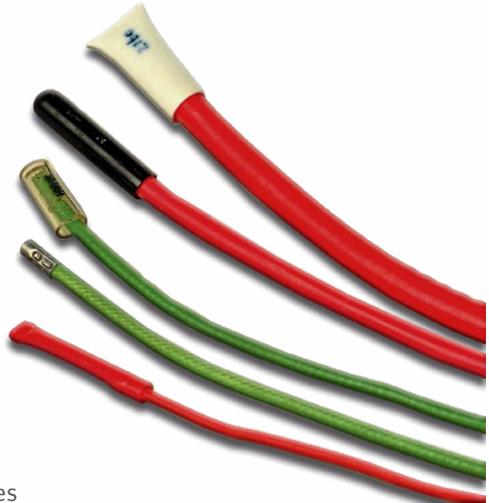


Abb. 27
Verschlusskappen für
Sprengschnüre

- (4) *Sofern das Abscheren von Ladungsteilen, z. B. bei der Zündung von gestreckten Sprengladungen, nicht ausgeschlossen werden kann, ist redundant zu zünden. Dafür sind beide Endbereiche der Ladesäulen mit Sprengzündern zu versehen. Die Verzögerungszeit zwischen den beiden Zündern soll im Regelfall nicht mehr als 50 ms betragen.*

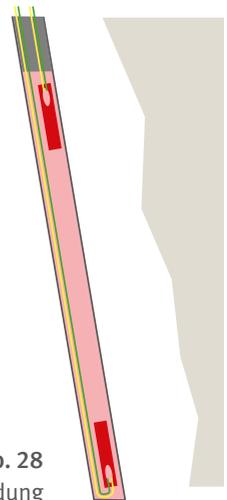


Abb. 28
Prinzip der redundanten Zündung

4.5.7 Zünden von Sprengladungen

- (1) *Sprengladungen müssen in einer solchen Reihenfolge gezündet werden, dass sie sich in der Sprengwirkung gegenseitig nicht ungünstig beeinflussen.*
 - Bei Verzögerungszündung muss die Zündfolge so gestaltet werden, dass die zeitlich ersten Sprengladungen das Sprengobjekt öffnen können und die folgenden Sprengladungen dem Zündplan entsprechend gezündet werden und somit das gewünschte Sprengergebnis (z. B. Auswurf-richtung, Stückigkeit) erzielt wird.
- (2) *Sprengladungen dürfen nur von Sprengberechtigten gezündet werden.*
- (3) *Die Zündmaschine bzw. das Zündgerät darf erst nach dem zweiten Sprengsignal, und zwar unmittelbar vor dem Zünden der Sprengladungen, mit der Zündanlage verbunden werden. Diese Forderung ist auch bei ferngesteuerten Zündgeräten als erfüllt anzusehen, wenn diese gemäß § 5 SprengG zugelassen sind (siehe auch Nummer 4.8 Absatz 6). Die Zündmaschine bzw. das Zündgerät ist nach jedem Zündvorgang von der Zündanlage zu trennen.*
- (4) *Sprengladungen sind aus einem allseitig geschlossenen Deckungsraum oder von einem Standort außerhalb des Sprengbereichs zu zünden, der sich nicht unmittelbar an einer Böschung befindet.*
- (5) *Die Zündfolge ist im Zündplan schriftlich festzuhalten.*
 - Beispiel eines Zündplanes siehe Abb. 4

4.5.8 Fremdelektrizität

- (1) *Sind Gefährdungen der Zündanlage durch Fremdelektrizität zu erwarten, ist vor Beginn der Arbeiten eine dafür geeignete Zündart auszuwählen.*
 - Wenn die im Anhang T-11 festgelegten Grenzwerte sicher eingehalten werden, kann elektrisch gezündet werden. Andernfalls sollte das nicht-elektrische Zündsystem eingesetzt werden.

- (2) *Bei aufziehendem Gewitter dürfen Sprengladungen nicht mehr mit Zündern versehen werden. Bereits mit Zündern versehene Sprengladungen sind unter Einhaltung der Sicherheits- und Absperurmaßnahmen umgehend zu zünden. Ist das nicht möglich, haben die Sprengberechtigten die gleichen Sicherungsmaßnahmen zu treffen wie im Falle einer Sprengung, bis die Gefahr vorüber ist. Bei Zündanlagen in Serienparallelschaltung müssen die einzelnen Zündkreise geöffnet und von der Antenne gelöst werden.*
- Die aufgeführten Maßnahmen sollten erfolgen, wenn das Gewitter weniger als 3 km entfernt ist (zeitlicher Abstand zwischen Blitz und Donner weniger als 10 Sekunden).
 - Die Gefährdung durch Gewitter besteht unabhängig vom eingesetzten Zündsystem.
- (3) *Können Hochfrequenzenergien von Sendern auf elektrische und elektronische Zündanlagen einwirken, darf nur unter Beachtung des Anhangs T-10 gezündet werden.*
- (4) *Können Ströme aus elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln auf elektrische Zündanlagen einwirken, darf nur unter Beachtung des Anhangs T-11 gezündet werden.*

4.6 Bohren, Laden, Aufbringen von Besatz und Abdecken

- (1) *Sprengbohrlöcher sind nach Bohrplänen herzustellen, in denen in jedem Fall Bohransatzpunkte, Bohrrichtung und Bohrlochlänge für jedes Bohrloch vorgegeben sind.*
- Hinweise zur Vermessung und Berechnung sowie zum Erstellen der notwendigen Dokumentation sind in der DGUV Information 213-006 „Vermessung und Berechnung von Bohrlochsprengungen“ enthalten.
- (2) *Nach- und Tieferbohren ganz oder teilweise stehengebliebener Bohrlöcher ist verboten.*

Weitere Bestimmungen

(3) Über die Bohrarbeiten ist eine schriftliche Dokumentation der gebohrten Löcher (Bohrprotokoll) zu erstellen. Unregelmäßigkeiten wie Klüfte, Störungen, Staubaustritt aus dem Objekt, Wasser führende Bereiche usw. sind im Bohrprotokoll zu vermerken. Löcher müssen nach dem Bohren auf Richtung und Tiefe hin kontrolliert und die Ergebnisse dokumentiert werden.

Bohrplan u. -protokoll		
Unternehmen	Sprengung	Bohrunternehmen
Betrieb	Horizontalbohrlöcher	Bohrgeräteführer/in
Bereich	Vertikalbohrlöcher	Bohrgerätetyp
Sohle	Planung	Typ-Bohrgestänge

Reihe	BL-Nr.	BL-Ø (mm)	Bohrloch Neigung/Richtung		Bohrlochtiefe		BL – versetzt (Bohrlochanlage)		Verlaufskontrolle (gemessen) – Bohrlochverlauf			Störungen/Bemerkungen (Weich- u. Lockergesteins- zonen, Gestängeverlust, angebohrte Klüfte, Was- sereinbruch, plötzlicher Spülluft-Druckverlust, Staubaustritt aus der Wand etc.)
			nach vom	Azimut	SOLL-Tiefe	IST-Tiefe	vor/zurück	rechts/links	nach vom	seitlich	bei	
			(° Alt-Grad)	(° Alt-Grad)	(m)	(m)	(m)	(m)	(° Alt-Grad)	(° Alt-Grad)	(m)	
A	A1	102	70.0	194	16.7							
A	A2	102	70.0	194	16.6							
A	A3	102	70.0	194	16.5							
A	A4	102	70.0	194	16.2							
A	A5	102	73.0	194	16.7							
A	A6	102	70.0	194	16.9							
A	A7	102	71.0	194	16.0							

Abb. 29 Muster eines Bohrprotokolls

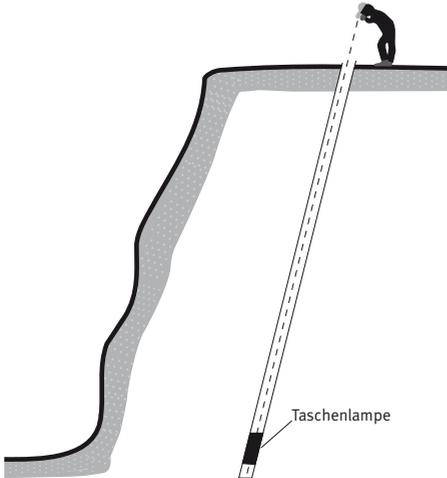


Abb. 30 Ermittlung des Neigungswinkels mit Hilfe von Taschenlampe und Handgefällmesser



Abb. 31 Messung des Bohrlochverlaufs mit einer Bohrlochsonde

- (4) *In übertägigen Gewinnungsstätten dürfen keine horizontalen Bohrlöcher an den Füßen der Wände hergestellt werden. Ist die Verwendung horizontaler Fußbohrlöcher dennoch erforderlich, hat die verantwortliche Person in ihrer Beurteilung von Gefährdungen diese Maßnahme zu begründen und besondere Maßnahmen zum Schutz vor Steinfall während des Herstellens der Bohrlöcher und der Ladearbeiten festzulegen.*
- Insbesondere beim Laden und beim Herstellen des Zündkreises, aber auch beim Bohren, ist das Personal einer erhöhten Gefährdung durch Steinfall ausgesetzt.
- (5) *Initialladungen dürfen erst unmittelbar vor ihrer Verwendung und nur in der erforderlichen Anzahl hergestellt werden. Mit dem Laden darf erst begonnen werden, wenn sichergestellt ist, dass Sprengladungen nicht angebohrt werden können.*

- (6) *Der Sprengberechtigte hat sich vor dem Laden der Bohrlöcher über das Vorhandensein von Klüften, Spalten, Abgängen, sonstigen Hohlräumen, geologisch begründeten Störzonen und Abweichungen vom geplanten Bohrlochverlauf und dessen Tiefe zu informieren und die Sprengladungen entsprechend zu bemessen und anzuordnen.*
- Diese Informationen können insbesondere dem Bohrprotokoll entnommen werden.
- (7) *Vor dem Laden sind die Bohrlöcher auf freien Durchgang zu prüfen.*
- Geeignete Hilfsmittel sind Lot mit Maßband, Ladestock oder Bohrlochsonde
- (8) *Sprengstoffpatronen dürfen nur ohne Gewaltanwendung in die Laderäume eingebracht werden. Steckengebliebene oder festgeklemmte Sprengstoffpatronen ohne Sprengzünder dürfen nur durch Aufspießen entfernt, mit einem Ladestock vorsichtig durchgedrückt oder durch Sprengen vernichtet werden.*
- (9) *Fertig geladene Sprengstellen sind bis zur Zündung von einem Sprengberechtigten zu beaufsichtigen bzw. auf andere Art gegen Beschädigung oder Diebstahl zu sichern. Die verantwortliche Person entscheidet in Abhängigkeit von Art der Sprengung, Lage der Sprengstelle und Dauer bis zur Zündung über zusätzliche Maßnahmen (z. B. Bewachung).*
- (10) *Als Besatz dürfen nur geeignete Stoffe verwendet werden. Geeignet sind z. B. Lehm, PU-Schaum, Sand, Splitt bis 16 mm oder Wasserbesatzpatronen. Schnell erhärtende Stoffe wie Beton und Mörtel sind nicht geeignet.*

- (11) Für das Einbringen des Besatzes mit Ladestöcken gelten Nummer 4.2.3 Absatz 1 und 4 entsprechend. Auf Ladestöcke darf nicht geschlagen werden.
- (12) Bei Sprengungen mit Pulversprengstoffen ist sofort nach dem Laden zum Schutz gegen Funken genügend nicht brennbarer Besatz aufzubringen.
- (13) Beim Aufbringen von Besatz dürfen die Elemente der Zündanlage nicht beschädigt werden.
- (14) Sprengladungen sind, soweit es nach den besonderen Verhältnissen notwendig ist, sachgemäß abzudecken, z. B. zur Vermeidung von Steinflug oder zur Reduzierung des Detonationsknalls
- Dies kann z. B. durch feinkörniges Material, Sprengschuttmatten oder eine Kombination aus Vlies und Maschendraht erfolgen.
 - Dabei ist zu beachten, dass keine Beschädigung der Zündanlage erfolgt.



Abb. 32 Einsatz einer Sprengschuttmatte

4.7 Sichern und Absperrungen

- (1) *Beim Umgang mit Sprengmitteln ist dafür zu sorgen, dass innerhalb eines Bereichs von 25 m Entfernung nicht geraucht wird, kein offenes Licht oder Feuer verwendet wird sowie keine Schweiß-, Schneid- und ähnliche Arbeiten ausgeführt werden.*
- (2) *Der Sprengberechtigte hat den Sprengbereich festzulegen. Er umfasst in der Regel einen Umkreis mit einem Radius von 300 m von der Sprengstelle.*
 - Sofern sich im Sprengbereich öffentliche oder der Öffentlichkeit zugängliche Flächen befinden, sind besondere Maßnahmen (z. B. verkehrsrechtliche Anordnungen) erforderlich.
 - Die oder der Sprengberechtigte muss außerdem den Absperrbereich, der mindestens den Sprengbereich einschließt, sowie die Standorte der Absperrposten festlegen.
- (3) *Werden bei Eisen- und Stahlsprengungen keine Schneidladungen eingesetzt, umfasst der Sprengbereich in der Regel einen Umkreis mit einem Radius von 1000 m von der Sprengstelle.*
 - Auch beim Sprengen von Stahlbauwerken mit Schneidladungen kann der Regel-Sprengbereich von 300 m nicht ausreichend sein, sofern zusätzliche Gefährdungen bestehen z. B. durch wegfliegende Niete eines Sprengobjektes (z. B. genietetete Stahlbrücke).
- (4) *Wenn mit einem Bereich, in dem direkte Sprengwirkungen entstehen können, von mehr als 300 m um die Sprengstelle zu rechnen ist, so hat der Sprengberechtigte einen vergrößerten Sprengbereich festzulegen.*
 - Dies kann z. B. der Fall sein bei:
 - Erkannten aber nicht abstellbaren Mängeln an der Sprenganlage (z. B. zu geringe Vorgabe, punktuelle Überladung, zu geringer Endbesatz),
 - verlaufenen losen Sprengstoffen,

- sekundärem Streuflug (z. B. wegfliegende Teile beim Aufschlag des gesprengten Objekts),
- topografischen Besonderheiten (z. B. Hanglage).

(5) *Der Sprengberechtigte darf im Einvernehmen mit dem Erlaubnisinhaber den Sprengbereich verkleinern, wenn sichergestellt ist, dass Personen und Sachgüter nicht gefährdet werden. Dies muss im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen dargelegt werden.*

- Eine Verkleinerung des Sprengbereichs muss sorgfältig geplant (z. B. Hinzuziehen eines oder einer Sachverständigen) und dokumentiert werden.

Sachverhalte, die eine Verkleinerung rechtfertigen könnten, sind z. B.:

- Geeignete Abdeckung des Sprengobjekts,
- topografische Besonderheiten (z. B. Tiefgang im Steinbruch).

(6) *Die erforderliche Vergrößerung oder eine zulässige Verkleinerung des Sprengbereichs kann unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Gegebenheiten in unterschiedlichen Richtungen und Abmessungen vorgenommen werden.*

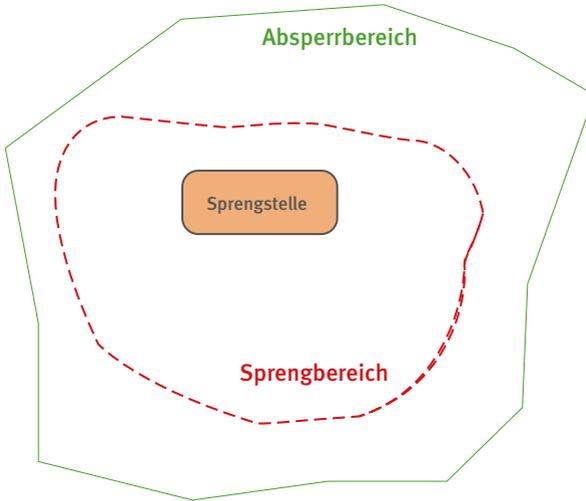


Abb. 33
Absperrbereich

- (7) *Der Sprengberechtigte darf die Sprenganlage nur zünden, wenn sichergestellt ist, dass die im Sprengbereich gelegenen öffentlichen Verkehrswege für die Dauer der Gefahr geräumt, gesperrt und bewacht werden.*
- Um sicherzustellen, dass sich keine Personen im Sprengbereich befinden, ist eine zuverlässige, dauerhafte Kommunikation zwischen Sprengberechtigten und Absperrposten notwendig. Am besten geeignet sind Handfunkgeräte. Mobiltelefone sind nicht geeignet.
- (8) *Bei Sprengungen ist der Schutz der Personen dadurch sicherzustellen, dass diese Deckungsräume aufsuchen oder den Sprengbereich verlassen. Für die Beschaffenheit von Deckungsräumen ist der Anhang A-2 zu beachten.*
- (9) *Sprengungen dürfen nur bei ausreichenden Licht- und Sichtverhältnissen durchgeführt werden.*
- Nicht ausreichende Licht- und Sichtverhältnisse können insbesondere bei Dämmerung oder widrigen Witterungsverhältnissen (z. B. Nebel, Schneetreiben) herrschen.
 - Die oder der Sprengberechtigte und die Absperrposten müssen ihren jeweiligen Aufgabenbereich vollständig einsehen können.
- (10) *Können andere Betriebe durch Sprengungen beeinträchtigt werden, hat die verantwortliche Person mit den betroffenen Betrieben die erforderlichen*

Maßnahmen, insbesondere zur Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten sowie zum Schutz von Sachgütern, auf Grundlage der Beurteilung der Gefährdungen abzustimmen.

- Folgende Schritte sind notwendig:
 - Erfassen von möglicherweise betroffenen (z. B. durch Lärm, Erschütterungen, Staub und Sprengschwaden) Objekten,
 - Absprachen bzw. Vereinbarungen mit den jeweils verantwortlichen Dritten treffen (z. B. Sprengzeiten, Räumen des Absperrbereichs, Unterbrechen von Prozessen).

4.8 Sprengsignale und Verhalten vor und nach der Sprengung

- (1) *Bei jeder Sprengung sind vom Sprengberechtigten Sprengsignale zu geben. Auf Veranlassung des Sprengberechtigten darf eine Hilfskraft die Signale geben.*
- (2) *Sprengsignale sind mit einem Signalthorn zu geben. Das Signalthorn muss sich im Ton von anderen Signalmitteln vor Ort deutlich unterscheiden und darf nur zum Signalgeben beim Sprengen verwendet werden. Sprengsignale sind auf Weisung des Sprengberechtigten durch weitere Warnzeichen zu ergänzen, wenn die örtlichen Verhältnisse es erfordern.*
 - Die Sprengsignale müssen mindestens im Absperrbereich wahrgenommen werden können.
- (3) *Es müssen folgende Sprengsignale gegeben werden, die im Einzelnen bedeuten:*

<i>Erstes Sprengsignal</i>	<i>=</i>	<i>ein langer Ton</i>	<i>=</i>	<i>Sofort in Deckung gehen!</i>
<i>Zweites Sprengsignal</i>	<i>=</i>	<i>zwei kurze Töne</i>	<i>=</i>	<i>Es wird gezündet!</i>
<i>Drittes Sprengsignal</i>	<i>=</i>	<i>drei kurze Töne</i>	<i>=</i>	<i>Die Sprengung ist beendet oder unterbrochen</i>

- (4) *Nach dem ersten Sprengsignal haben alle Personen, die sich im Sprengbereich befinden, sofort in Deckungsräume zu gehen, andernfalls ist der Sprengbereich zu verlassen.*
- (5) *Das zweite Sprengsignal darf erst gegeben werden, wenn sichergestellt ist, dass sich alle Personen in Deckungsräumen oder außerhalb des Sprengbereichs befinden; dies gilt nicht für den Sprengberechtigten oder die Hilfskraft, der die Sprengsignale gibt. Nach dem zweiten Sprengsignal haben sich auch die Sprengberechtigten und Hilfskräfte, die die Signale gegeben haben, in Deckungsräume zu begeben oder den Sprengbereich zu verlassen; erst dann dürfen die Sprengladungen gezündet werden.*
- (6) *Bei elektrischen bzw. nicht elektrischen Zündarten ist Nummer 4.5.7 Absatz 3 einzuhalten. Griffe, Kurbeln, Schlüssel oder Ähnliches, die der Auslösung der Zündung dienen, müssen stets abgezogen sein und vom Sprengberechtigten sicher verwahrt werden. Sie dürfen erst nach dem zweiten Sprengsignal an der Zündmaschine bzw. dem Zündgerät angebracht werden. Bei elektronischer Zündung oder bei Zündsystemen mit Fernübertragung über Funk oder Datenleitung muss durch organisatorisch-technische Maßnahmen die gleiche Sicherheit bis zum zweiten Sprengsignal herrschen (insbesondere: galvanische Trennung, Sicherung gegen versehentliches oder missbräuchliches Zünden). Die Kondensatoren für die Zündung dürfen erst nach dem zweiten Sprengsignal geladen werden.*
- (7) *Das dritte Sprengsignal darf erst gegeben werden, wenn sich der Sprengberechtigte nach erfolgter Sprengung vom Sprengergebnis überzeugt hat. Dabei hat er insbesondere auf das erzielte Sprengergebnis (z. B. einwandfreies Werfen der Vorgabe) und eventuell vorhandene Versager zu achten. Das dritte Sprengsignal kann auch gegeben werden, wenn die Sprengung unterbrochen worden ist. Erst nach dem dritten Sprengsignal dürfen auch die anderen Personen die Deckungsräume verlassen und die Absperrung des Sprengbereichs darf aufgehoben werden.*

- (8) *Müssen Sprengarbeiten unterbrochen werden, nachdem Sprengsignale gegeben worden sind, so darf das dritte Sprengsignal nur gegeben werden, wenn die Sicherheit gewährleistet ist.*
- (9) *Sprengstellen dürfen erst wieder betreten werden, nachdem die Sprengschwaden abgezogen oder beseitigt worden sind. Dies kann z. B. durch visuelle Kontrolle oder durch Messung der beiden Leitkomponenten Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO, NO₂) erfolgen.*
- Stickoxide sind an deren Farbe (gelblich-bräunlich) und Geruch zu erkennen, während Kohlenmonoxid farb- und geruchlos ist.
 - Kohlenmonoxid und Kohlendioxid können sich insbesondere im Bodenbereich, auf tieferen Sohlen oder in Gräben ansammeln.
 - Die visuelle Kontrolle ist z. B. durch die Beobachtung des Abzugs der Staubeentwicklung, die ein Indiz für den Abzug der Sprengschwaden sein kann, nach der Sprengung möglich.
 - An Sprengstellen, an denen wenig natürlicher Luftaustausch zu erwarten ist, sollte freigemessen werden, sofern im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung keine anderen Maßnahmen festgelegt wurden.
 - Bei Sprengarbeiten unter Tage siehe Anhang T-4.
- (10) *Der Sprengberechtigte muss die Sprengstelle vor Wiederaufnahme der Arbeiten durch Inaugenscheinnahme überprüfen und hat dafür zu sorgen, dass Gefahrenzustände beseitigt oder gesichert werden (z. B. Gefahr durch Nachbrechen).*
- (11) *Festgestellte Unregelmäßigkeiten, die Sprengmittel betreffen, sind dem Sprengberechtigten unverzüglich zu melden.*
- z. B. Sprengmittelfund, vermutete Versager wegen nicht zerlegter Sprengobjekte oder stehengebliebener Bruchwandteile.

4.9 Versager und deren Beseitigung

(1) *Wird festgestellt, dass Sprengladungen nach dem Zünden ganz oder teilweise nicht umgesetzt wurden, müssen sie als Versager behandelt werden.*

- Für den Umgang mit Versagern muss eine auf die besondere Situation zugeschnittene Gefährdungsbeurteilung erstellt werden (Muster siehe Anlage 1 Ziffer 8).

(2) *Werden Versager im Haufwerk vermutet, darf dieses nur unter Einhaltung besonderer Sicherheitsmaßnahmen weggeladen werden (z. B. Einsatz eines Ladegerätes mit splittergeschützter Fahrerkabine, vorsichtiges Wegladen, verstärktes Beobachten).*

- Hinweise auf Versager können insbesondere sein:
 - Unregelmäßigkeiten bei den Ladearbeiten,
 - Unregelmäßigkeiten bei der Zündanlage,
 - unzureichendes Sprengergebnis,
 - nicht zerlegte Sprengobjekte,
 - stehengebliebene Bruchwandteile,
 - Reste von Sprengmitteln.
- Die Auswertung von Videoaufnahmen kann Hinweise auf Versager geben.
- Das anzuwendende Schutzniveau bei der Auswahl von Sicherheitseinrichtungen an Erdbaumaschinen richtet sich im Wesentlichen nach der Größe und Lage des Versagers. Der Einsatz folgender



Abb. 34 Bagger mit Sicherheitssonderverglasung

Sicherheitseinrichtungen als Mindeststandard zum Schutz der Maschinenführenden hat sich etabliert:

- frontale Sicherheitssonderverglasung der Widerstandsklasse BR 6 der DIN EN 1063 bzw. der Sprenghemmungswirkung ER4 nach DIN EN 13541,
 - Einbau eines verstärkten Kabinenbodens mit der Mindestschutzwirkung von 12 mm Stahl mit einer Mindeststreckgrenze S 235JR nach DIN EN 10025-2.
- Die Ausrüstung von Erdbaumaschinen mit den betreffenden Sicherheitseinrichtungen hat so zu erfolgen, dass die Bauartzulassung der Erdbaumaschine erhalten bleibt bzw. für die Umbauten angepasst wird. Die Betriebssicherheit (z. B. Standsicherheit, Notausstieg) der Erdbaumaschine darf durch die Umbauten nicht gefährdet werden.

(3) Der Sprengberechtigte hat Versager unverzüglich zu beseitigen. Falls er Versager nicht unverzüglich beseitigen kann, hat er diese auffällig zu kennzeichnen und zu sichern. Er hat dies zu dokumentieren. Die Art der Kennzeichnung muss allen Beschäftigten bekannt sein. Geborgene Versager sind in das Verzeichnis nach § 16 SprengG einzutragen.

- Versager sind der zuständigen Behörde unverzüglich zu melden (siehe Ziffer 3.5).

(4) Gefundene Sprengmittel sind dem Sprengberechtigten unverzüglich anzuzeigen. Die Fundstelle ist zu beaufsichtigen und vom Sprengberechtigten auf weitere Versager hin zu untersuchen.

(5) Spezifische Methoden der Versagerbeseitigung sind von der verantwortlichen Person in Betriebsanweisungen zu regeln. Bei Sprengungen zur Versagerbeseitigung sind veränderte Bedingungen (z. B. geringere Vorgaben) und entsprechend andere Auswirkungen (z. B. größerer Streuflug) zu beachten.

- Anlage 4: Muster Betriebsanweisung zur Versagerbehandlung

- (6) *Sprengmittel oder Besatz dürfen weder ausgebohrt noch auf sonstige Art gewaltsam aus dem Bohrloch entfernt werden.*
- (7) *Für das Beseitigen von Versagern dürfen nur geeignete Verfahren angewandt werden. Geeignete Verfahren sind insbesondere folgende:*
- *Ist der Versager auf einen Mangel in der Zündanlage zurückzuführen, so ist der Mangel zu beheben, die Zündanlage erforderlichenfalls zu erneuern und die Zündung zu wiederholen.*
 - *Bei Bohrlochladungen, beim Schnüren sowie bei Kessel- und Lassen-sprengungen darf der Besatz entfernt und eine neue Initialladung eingeführt werden. Der Besatz darf nur vorsichtig mit einem für den Umgang mit Sprengstoffen und Zündmitteln geeigneten Werkzeug entfernt oder ausgeblasen werden. Das Ausblasen des Besatzes mit Druckluft ist nicht zulässig, wenn die Ladung aus Pulversprengstoff besteht. Befinden sich elektrische Zünder im Bohrloch, darf zur Begrenzung elektrostatischer Aufladung nur ausgeblasen werden, wenn die Zünderdrahtlänge insgesamt 30 m nicht überschreitet.*
 - *Ist der Versager auf mangelnde Detonationsübertragung zwischen Zünder und Sprengschnur zurückzuführen, ist ein neuer Zünder anzubringen und zu zünden.*
 - *Bei einer Nachzündung ist zu beachten, dass die weitere Versagerbehandlung nicht erschwert wird.*
 - *Zur Unterstützung bei der Versagerbeseitigung wird empfohlen, frühzeitig einen Sachverständigen im Sprengwesen einzuschalten.*
- (8) *Ist eine Versagerbeseitigung nicht durchführbar oder erfolglos, hat die weitere Behandlung des Versagers nach den Empfehlungen eines Sachverständigen im Sprengwesen zu erfolgen.*

Anhang A-1

Verfahren zum sachgemäßen Vernichten

- (1) *Mengen von bis zu 25 kg Sprengstoff oder 500 Sprengkapseln, Sprengzünder oder Sprengverzögerer dürfen vom Sprengberechtigten, größere Mengen nur vom Hersteller oder anderen Sachverständigen im Sprengwesen vernichtet werden.*
- (2) *Bei einem Vernichtungsvorgang sollen nicht mehr als 5 kg Sprengstoff oder die in Nummer 9 angegebenen Mengen von Sprengkapseln, Sprengzündern oder Sprengverzögerern vernichtet werden.*
- (3) *Beim Vernichten von Sprengstoffen und Zündern durch Sprengen sind die gleichen Sicherungs- und Absperrmaßnahmen wie bei sonstigen Sprengarbeiten erforderlich.*
- (4) *Sprengstoffe, die sich in Hohlkörpern befinden (z. B. in Laderohren), dürfen nur durch Sprengen unter Beachtung der Nummer 4 der Technischen Regel unter Verwendung ausreichend bemessener Verstärkungsladungen vernichtet werden.*
 - *Stellt sich heraus oder ist zu vermuten, dass sich Sprengstoff in Hohlkörpern festgesetzt hat oder setzen sich Hohlkörper beim Ziehen fest, so dürfen diese nicht mehr gezogen oder gedreht und auch die aus dem Erdboden herausragenden Teile nicht mehr entfernt werden. In diesem Fall ist die Ladung unter Beachtung der im Einzelfall erforderlichen Sicherungsmaßnahmen zur Sprengung vorzubereiten und zu zünden.*
 - *Stellt sich erst nach dem Ziehen der Hohlkörper heraus, dass sich Sprengstoff darin befindet, der auch bei Schrägstellung der Hohlkörper nicht von selbst herausgleitet, so ist der Hohlkörper entweder in einem Bohrloch ausreichender Tiefe zu sprengen oder mindestens 1 m tief zu vergraben und zu sprengen.*
 - *Jegliche Einwirkung auf den Hohlkörper (z. B. Schlag, Stoß, Reibung, Wärme) oder auf den Sprengstoff (z. B. Auskratzen, Herausdrücken) ist unzulässig.*

- (5) *Sprengstoffe müssen durch Sprengen unter Beachtung von Nummer 4 der Technischen Regel vernichtet werden. Die Detonationsübertragung innerhalb der Gesamtladung muss dabei sichergestellt sein. Sie können:*
- im Freien auf dem Boden mit einer Verstärkungsladung eines einwandfreien Sprengstoffes versehen werden, dessen Größe mindestens 20 % der zu vernichtenden Sprengstoffmasse beträgt und der mittig angeordnet wird. Die Gesamtladung ist mit einer mindestens 1,0 m starken Schicht aus feinkörnigem Material abzudecken,*
 - Bohrlochladungen bis zu einem Anteil von 5 % der Gesamtlademenge beigeladen werden. Die Detonationsübertragung innerhalb der Gesamtladung muss dabei gewährleistet bleiben,*
 - Auflagerladungen beigeladen werden. Dabei darf der Anteil unbrauchbaren Sprengstoffes nicht überwiegen. Die Gesamtladung ist mit geeignetem Material abzudecken.*
- (6) *Ist das Vernichten durch Sprengen nicht möglich, so dürfen sie nur durch den Hersteller oder andere Sachverständige im Sprengwesen vernichtet werden.*
- (7) *Pulversprengstoffe, die nass geworden sind, sind mit der gleichen Menge einwandfreien Pulversprengstoffes zu überdecken und mittels eines elektrischen Pulveranzünders auszulösen.*
- (8) *Pulversprengstoffe, die nicht nass geworden sind, sind auf einer trockenen Unterlage mittels eines elektrischen Pulveranzünders auszulösen.*
- (9) *Sprengkapseln, Sprengzünder oder Sprengverzögerer sind durch Sprengen zu vernichten. Sie können:*
- bis zu 50 Stück in patroniertem gelatinösem Sprengstoff (Abb. 35) oder Emulsionssprengstoff so angeordnet werden, dass sie ganz vom Sprengstoff umgeben sind. Die Ladung ist dann mit einem Sprengzünder zu versehen und mit einer mindestens 1,0 m hohen Schicht aus feinkörnigem Material abzudecken oder*

- *bis zu 6 Stück, Zünder- oder Kapselböden bündig, dicht an einen Sprengzünder gebunden (Abb. 36) und mit feinkörnigem Material abgedeckt werden.*



Abb. 35 Vernichtung von Zündern durch Sprengstoff



Abb. 36 Vernichtung von Zündern

- (10)** *Andere Sprengstoffe oder Zündmittel sowie Anzündmittel sind nach Anweisung des Herstellers oder anderer Sachverständiger im Sprengwesen zu vernichten.*

Anhang A-2

Hinweise für Bau und Beschaffenheit von Deckungsräumen

Die Hinweise gelten grundsätzlich auch für mobile Deckungsräume.

Deckungsräume müssen gemäß Nummer 4.5.7 Abs. 4 allseitig geschlossen sein.

- (1) *Bevor der Bau oberirdischer Deckungsräume in Betracht gezogen wird, ist zunächst zu prüfen, ob nicht unterirdische Deckungsräume angelegt werden können.*
- (2) *Bei der Wahl des Standorts ist auch die Abbaurichtung zu berücksichtigen. Es muss sichergestellt sein, dass sich der Abstand zur Sprengstelle durch den fortschreitenden Abbau nicht verringert.*

 - Es ist zu vermeiden, den Deckungsraum in Auswurfrichtung aufzustellen. Die Aufstellung mobiler Deckungsräume sollte so erfolgen, dass der Zugang von der Sprengstelle abgewandt ist.
- (3) *Deckungsräume sollen in der Regel mindestens 100 m von der Sprengstelle entfernt sein; Sonderfälle, z. B. bei Sprengungen in heißen Massen, sind im Rahmen der Beurteilung von Gefährdungen festzulegen.*
- (4) *Deckungsräume dürfen nicht in der Nähe von Absturzkanten oder unter Böschungen angeordnet und müssen standsicher aufgestellt sein.*

 - Bei der Festlegung der Aufstellfläche sind insbesondere zu beachten:
 - Stabilität der Bruchkante,
 - geologische Verhältnisse (z. B. Vorhandensein von Gleitflächen),
 - Größe und Standfestigkeit des mobilen Deckungsraums.
- (5) *An Wände, Decken und Boden sind hinsichtlich ihrer Festigkeit gleiche Anforderungen zu stellen.*
- (6) *Deckungsräume sind ihrer Größe nach so zu bemessen, dass für zwei bis drei Personen mindestens ein Quadratmeter Grundfläche zur Verfügung steht.*

- (7) Zur Beobachtung der Sprengungen sollen geschützte Sehschlitze angebracht sein.
- (8) Türen und Fensterläden müssen hinsichtlich ihrer Festigkeit den Anforderungen entsprechen, die an Decken und Wände gestellt werden.
- (9) Deckungsräume sollen aus Stahlbeton, Mauerwerk oder Stahl errichtet sein.
- (10) Beton muss mindestens den Anforderungen der Festigkeitsklasse C 12/15 genügen; Wände aus Beton sollen eine Mindestbewehrung erhalten.
- (11) Mauerwerk muss mindestens Vollziegelmauerwerk sein und mindestens der Güteklasse m 6 II entsprechen. Auch Bruchsteinmauerwerk kann verwendet werden, nicht jedoch Mauerwerk aus Hohlblocksteinen.
- (12) Die Wand- und Deckenstärken richten sich nach der Entfernung zur Sprengstelle und dem verwendeten Baustoff. Dabei ist es unerheblich, ob die Deckungsräume vor, seitlich oder hinter der Sprengung stehen.
- (13) Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Wand- bzw. Deckenstärken können in Abhängigkeit von der Entfernung der Sprengstelle zum Deckungsraum auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen als ausreichend angesehen werden:

Entfernung von der Sprengstelle	Stahl	Stahlbeton (mindestens C 12/15)	Vollziegelmauerwerk M 6 II oder gleichwertig
(25–50 m)	10 mm	30 cm	–
(50–100 m)	8 mm	25 cm	49,0 cm
100–200 m	6 mm	20 cm	36,5 cm
über 200 m	5 mm	15 cm	24,0 cm

Die Tabellenwerte gelten nur für Deckungsräume, die nicht in Auswurfrichtung stehen.

- (14) Die für Entfernungen von weniger als 100 m angegebenen Werte sollen ein Richtmaß für diejenigen Fälle sein, bei denen die Einhaltung dieses Abstandes nicht möglich ist beziehungsweise sich durch die Einhaltung des Mindestabstandes eine Erhöhung der Gefährdung ergeben würde.*
- (15) Auch Aufenthaltsräume können als Deckungsräume gestaltet werden.*

Technische Anhänge mit Bestimmungen für besondere Sprengarbeiten

Anhang T-1 Bestimmungen für das Schnüren sowie für Lassensprengungen

- (1) *Zum Einführen von Sprengstoffpatronen in den Laderaum dürfen nur Rohre, Rinnen oder Schläuche verwendet werden, die bis in das Tiefste des Laderaumes reichen und den Anforderungen der Nummer 4.2.3 Absatz 1 bis 4 entsprechen.*
- (2) *Beim Laden ist darauf zu achten, ob Sprengstoff verläuft. Wenn dies geschieht, darf nicht weitergeladen werden; die Sprengladung ist dann zu zünden. Erforderlichenfalls sind die Schutzmaßnahmen der größeren Gefahr anzupassen.*
- (3) *Bohrlöcher und Lassen dürfen erst untersucht und wieder geladen werden, nachdem mindestens eine Stunde nach der Umsetzung der letzten Ladung vergangen ist. Sofern keine Pulversprengstoffe verwendet werden, dürfen vorgekesselte Bohrlöcher frühestens 15 Minuten nach dem letzten Vorkesseln mit Druckluft ausgeblasen und nach mindestens 5 Minuten langem Ausblasen wieder geladen werden.*
- (4) *Hindernisse in vorgeschürten oder vorgekesselten Bohrlöchern dürfen nur mit Geräten aus Holz oder genügend leitfähigem und nicht funkenreisendem Material beseitigt werden. Gelingt dies nicht, so können die Hindernisse auch durch eine Initialladung beseitigt werden. Nach dem Zünden der Initialladung sind die oben genannten Wartezeiten einzuhalten.*
- (5) *Sind Anzeichen vorhanden, dass sich das Gestein setzt, darf nicht weitergeladen werden.*

Anhang T-2 Bestimmungen für Großbohrlochsprengungen

Die Fachkunde wird in Sonderlehrgängen für Großbohrlochsprengungen vermittelt.



Abb. 37 Großbohrlochsprengung

- (1) *Die verantwortliche Person hat für die Planung und Ausführung von Großbohrlochsprengungen einen verantwortlichen Leiter, der berechtigt ist Großbohrlochsprengungen durchzuführen, zu bestellen.*
- Die o. g. verantwortliche Person ist die in § 19 Abs. 1 Nummer 1 SprengG genannte Person (i. d. R. der Erlaubnisinhaber oder die Erlaubnisinhaberin).
 - Der o. g. verantwortliche Leiter oder die verantwortliche Leiterin ist die in § 19 Abs. 1 Nummer 3 SprengG genannte Person (Sprengberechtigter oder Sprengberechtigte), die mit der Leitung der jeweiligen Großbohrlochsprengung beauftragt wurde.

(2) *Der verantwortliche Leiter hat vor jeder Sprengung ein Dokument zu erstellen, in dem alle für die Sprengung benötigten Daten festgehalten sind. Die verantwortliche Person hat dafür zu sorgen, dass alle Berechnungs- und Planungsunterlagen mindestens drei Jahre aufbewahrt werden.*

- Das Dokument (Sprengplan) soll mindestens den Grundriss, Schnitte, Lademengenberechnung und -verteilung, Zündplan und Bohrprotokoll enthalten.

(3) *Der verantwortliche Leiter hat auf der Grundlage einer messtechnischen Ermittlung von Wandhöhe und Wandneigung:*

- *die Vorgaben festzulegen,*
- *die Bohrlochabstände zu bestimmen,*
- *die Sprengstoffmenge zu berechnen,*
- *die Ansatzpunkte, die Richtung und die Tiefe der Bohrlöcher und – die Verteilung der Ladung im Bohrloch festzulegen.*

Hierüber sind eine maßstäbliche Zeichnung und eine Lademengenberechnung anzufertigen. Geeignete Messverfahren sind insbesondere:

- *Vermessung mit Handgefällemesser,*
- *Messverfahren mit 2D-Laser oder 3D-Laserscanner,*
- *Fotogrammetrie.*
- Hinweise zur Vermessung und Berechnung sowie zum Erstellen der notwendigen Dokumentation sind in der DGUV Information 213-006 „Vermessung und Berechnung von Bohrlochsprengungen“ enthalten.

(4) *Der verantwortliche Leiter hat Ansatzpunkt und Richtung der Bohrlöcher zu prüfen. Abweichungen von der beabsichtigten Richtung und Tiefe der Bohrlöcher müssen messtechnisch ermittelt und dokumentiert werden. Die Angaben aus dem Bohrprotokoll müssen berücksichtigt werden. Die Berechnung der Lademenge ist entsprechend den Abweichungen zu berichtigen.*

Abweichungen von der beabsichtigten Richtung und Tiefe eines Bohrloches können z. B. ermittelt werden durch:

- Herablassen einer Lichtquelle ins Bohrloch und Feststellen, in welcher Tiefe sie nicht mehr sichtbar ist und in welcher Richtung die Lichtquelle verschwindet,*
- Handgefällemesser (Abb. 30),*
- Bohrlochvermessungssysteme (Abb. 31).*

- (5) Der verantwortliche Leiter hat dafür zu sorgen, dass in Teile von Bohr-
löchern, deren Abweichung von der beabsichtigten Richtung und Tiefe
nicht ermittelt werden konnte, kein Sprengstoff eingebracht wird.*
- (6) Der verantwortliche Leiter hat das Herrichten und Einbringen der Ladungen
zu überwachen und die Lademenge für jedes Bohrloch zu dokumentieren
oder dokumentieren zu lassen.*
- (7) Die Zündung der Großbohrlochsprengung darf erst nach ausdrücklicher
Freigabe durch den verantwortlichen Leiter von einem Sprengberechtigten
erfolgen.*
- (8) Gelatinöse Sprengstoffe müssen bei einer Fallhöhe von mehr als 40 m an
einer Schnur eingelassen werden. Pulversprengstoffpatronen dürfen nicht
fallengelassen, sondern müssen stets an einer Schnur eingelassen werden.*
- (9) Werden bei Großbohrlochsprengungen Sprengzünder in die Ladesäule ein-
gebracht, dürfen nur Sprengzünder verwendet werden, die fabrikseitig eine
ausreichende mechanische Festigkeit der Isolierung haben.*

Anhang T-3 Bestimmungen für geophysikalische Sprengungen

Die Fachkunde wird in Grundlehrgängen für Sprengarbeiten für geophysikalische Zwecke vermittelt.



Abb. 38
Laden einer Sprengung für
geophysikalische Zwecke

- (1) Es dürfen nur für die zu erwartenden Umgebungsbedingungen geeignete Sprengstoffe und Zündmittel verwendet werden.*
- (2) Die gesamte Zündanlage ist grundsätzlich ungeerdnet zu lassen. Um eine Erdung auszuschließen, muss sich die Isolation der Zündleitung in einwandfreiem Zustand befinden. Freie Enden von Zünderdrähten dürfen nicht in die Erde gesteckt werden. Bis zum Zünden der Sprengladung muss die Zündleitung kurzgeschlossen bleiben.*

- (3) *Fertig eingebrachte Sprengladungen müssen unter Aufsicht gehalten und noch am selben Tag gezündet werden.*
- (4) *Es ist sicherzustellen, dass sich die Ladung in der vorgesehenen und ausreichenden Teufe befindet und sicher gezündet wird. Bei Sprengladungen von mehr als 2 kg muss sich die Oberkante der Ladesäule mindestens 6 m unter Flur befinden. Bei Sprengladungen bis zu 2 kg muss sich die Oberkante der Ladesäule mindestens 2 m unter Flur befinden. Bei schwierigen Untergrundverhältnissen im Festgestein genügt es, wenn sich die Oberkante der Ladesäule mindestens 1 m unter Flur befindet und weniger als 1 kg Sprengstoff verwendet wird.*
- (5) *In Bohrlöchern, in denen mit Auftrieb zu rechnen ist, muss die Ladung beschwert werden. Dies gilt auch für Bohrlöcher, in denen mehrere Sprengladungen nacheinander gezündet werden (z. B. bei Sprengarbeiten für Geophonversenkmessungen und Aufzeitmessungen); hierbei ist zusätzlich eine Sicherungsstange zu verwenden, die anzeigt, wenn die Ladung bis auf weniger als 2 m unter die Erdoberfläche aufgetrieben ist. In diesem Fall darf nicht gezündet werden.*
- (6) *Nach dem Bohren ist festzustellen, ob die vorgeschriebene Ladeteufe erreicht worden ist und nach dem Laden, in welcher Teufe sich die Ladung befindet. Soweit nötig, ist dies mit Ladestangen oder Taster festzustellen. Beim Aufholen der Ladestangen oder des Tasters ist an den Zünderdrähten durch Straffhalten zu überprüfen, dass die Sprengladung nicht mit aufgeholt wird.*
- (7) *Soll durch die Bohrröhre geladen werden (Abb. 38), so muss der lichte Durchmesser der Röhre mindestens 6 mm größer sein als der größte Patronendurchmesser. Es darf hierfür nur fester Sprengstoff oder Sprengstoff in starrer Verpackung verwendet werden. Beim Einbringen der Sprengladung ist jegliche Gewaltanwendung zu vermeiden. Vor dem Einbringen der Sprengladung sind die Röhre mit dem Taster auf einwandfreien*

Durchgang zu prüfen. Der Durchmesser des Tasters muss mindestens 3 mm größer als der Patronendurchmesser sein. Er darf den lichten Rohrdurchmesser um höchstens 15 % unterschreiten. Vor dem Einbringen der Sprengladung müssen alle über die Erdoberfläche hinausragenden ganzen Rohrlängen abgeschraubt werden. Der Rohrstrang muss oben offen sein. Dies gilt auch vor dem Zünden, wenn mehrere Sprengladungen nacheinander in einem Bohrloch gezündet werden (z. B. Aufzeitmessungen, Geophonversenkmessungen).

- (8)** *Nach jedem Abschrauben eines gezogenen Rohres ist am Zünderdraht bzw. an den Besatzstangen zu kontrollieren, ob die Ladung nicht mit hochgezogen wird. Wird die Ladung mit hochgezogen, so ist zu versuchen, sie an den Zünderdrähten vorsichtig aus den Rohren herauszuziehen. Ist dies nicht möglich, ist die Ladung, auch unter Aufgabe von Bohrgestänge, nach entsprechenden Sicherungsvorkehrungen zu zünden. Stellt sich heraus oder ist zu vermuten, dass sich Sprengstoff in den Rohren festgesetzt hat oder setzen sich die Rohre beim Ziehen fest, so dürfen die Rohre nicht mehr gezogen oder gedreht und auch die aus dem Erdboden herausragenden Rohrlängen nicht mehr abgeschraubt werden. In diesem Falle ist die Ladung unter Beachtung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen (z. B. abdecken, Sprengbereich vergrößern) zu zünden.*
- (9)** *Ist die Bohrung durch Schlagen abgeteufelt worden, ist vor dem Einbringen der Ladung das Gestänge mit Wasser aufzufüllen. Hierbei ist zu kontrollieren, ob sich der Wasserstand verändert (Spitze vorhanden oder verloren). Nach dem Einbringen der Ladung ist anhand des Wasserstandes das Lösen der Spitze zu kontrollieren.*
- (10)** *Vor dem Ziehen der Rohre und vor dem Einbringen des Verdämmmaterials sind die im Bohrloch befindlichen Sprengzünder mit einem Zündkreisprüfer auf Unversehrtheit und Isolationszustand zu prüfen.*

- (11) *Wird festgestellt, dass Sprengladungen nach dem Zünden nicht detoniert sind, müssen sie als Versager behandelt werden. Sprengstoffe und Zündmittel oder Besatz dürfen weder ausgebohrt noch auf sonstige Weise gewaltsam aus dem Bohrloch entfernt werden. Versager dürfen nur nach folgenden Verfahren entfernt werden:*
- Mit einer besonders leistungsfähigen Zündmaschine kann versucht werden, Versager einzeln zu zünden.*
 - Durch Herausspülen des Besatzes mit einem Schlauch kann versucht werden, den Versager so freizulegen, dass er durch Aufsetzen einer neuen Initialladung gezündet werden kann.*
- (12) *In Bohrlöchern, die Sprengstoff enthalten, darf nicht gebohrt werden. Dies gilt auch für Bohrlöcher, in denen gesprengt worden ist. Ausgenommen sind solche Bohrlöcher, in denen Hindernisse beseitigt oder Sprengungen mit jeweils nur einer Patrone und einem Sprengzünder durchgeführt worden sind.*

Anhang T-4 Bestimmungen für Sprengungen in unterirdischen Hohlräumen

Die Fachkunde wird in Grundlehrgängen für Sprengarbeiten unter Tage vermittelt.

- (1) *Soweit bei Sprengungen Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube auftreten können, die mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können, sind vorher die erforderlichen Maßnahmen von der verantwortlichen Person in der Beurteilung von Gefährdungen schriftlich festzulegen.*
- Kann die Gefahr der Bildung von explosionsgefährlicher Atmosphäre nicht sicher ausgeschlossen werden, sind bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen die Anforderungen zum Schutz vor Brand- und Explosionsgefährdungen gemäß GefStoffV, Anhang I, Nr. 1 zu berücksichtigen.
 - Kann das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Gemische nicht sicher verhindert werden, sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um eine Zündung zu vermeiden. Für die Festlegung von Maßnahmen und die Auswahl der Arbeitsmittel kann die Unternehmerin oder der Unternehmer explosionsgefährdete Bereiche gemäß GefStoffV, Anhang I, Nr. 1.7 in Zonen einteilen und entsprechende Zuordnungen nach Nummer 1.8 vornehmen.
- (2) *Aufgrund der besonderen Gegebenheiten in unterirdischen Hohlräumen ist nach Sprengungen von der verantwortlichen Person sicherzustellen, dass vor Wiederaufnahme der Arbeiten die Grenzwerte der auf den Menschen gefährlich wirkenden Gase in den Sprengschwaden eingehalten werden. Dies kann durch Ermittlung (Menge des verwendeten Sprengstoffs, Streckenquerschnitt, Wettermenge und -geschwindigkeit, Auswetterungszeit etc.) oder durch Messungen der in den Sprengschwaden enthaltenen Leitkomponenten Kohlenmonoxid (CO) und Stickoxide (NO, NO₂) erfolgen.*
- Wird der Nachweis zur Einhaltung der Grenzwerte durch Messungen erbracht, müssen die eingesetzten Messgeräte und die mit den Kontrollen beauftragten Personen die Anforderungen der DGUV Information 213-056 „Gaswarneinrichtungen und -geräte für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff“ erfüllen.

- (3) *Sprengschwaden dürfen nur durch künstliche Belüftung beseitigt werden. Eine Ausnahme ist möglich, wenn die Sprengschwaden durch natürliche Belüftung in angemessener Frist abziehen können.*
- (4) *Werden die Sprengschwaden abgesaugt, muss sich die Ansaugöffnung der Lüftungsleitung so nahe wie möglich an der Sprengstelle befinden. Die Abluft ist so zu führen, dass sie nicht in die Atemluft von Personen gelangen kann. Zusätzlich muss zur Beseitigung der Sprengschwaden vor der Ortsbrust eine drückende Belüftung eingesetzt werden, wobei deren Ansaugstelle so angeordnet sein muss, dass sie von den Sprengschwaden nicht erreicht werden kann. Die Förderleistung der drückenden Zusatzbelüftung muss mindestens 70 % der Förderleistung der absaugenden Belüftung betragen.*
- (5) *Die Beseitigung der Sprengschwaden kann allein durch drückende Belüftung erfolgen, wenn:*
- die Beschäftigten sich vor der Sprengung ins Freie begeben und die Arbeitsstelle erst wieder betreten, nachdem die Sprengschwaden vollständig ins Freie geführt worden sind,
 - die Schwaden so abgeführt werden, dass sie nicht in die Atemluft der Beschäftigten gelangen können oder
 - ein Schutzraum mit autonomer Luftversorgung zur Verfügung steht und sichergestellt ist, dass die Beschäftigten diesen Schutzraum vor der Sprengung aufsuchen und erst wieder verlassen, nachdem der Abzug der Sprengschwaden durch Messung festgestellt worden ist. Als Schutzräume eignen sich vorzugsweise Schwadencontainer. Schutzräume im Sprengbereich haben gleichzeitig auch die Anforderungen an Deckungsräume entsprechend Anhang A-2 zu erfüllen.
 - Um die Beseitigung der Sprengschwaden durch die drückende Belüftung zu beschleunigen, ist die Steuerung der Belüftung auf die größtmögliche Leistung zu regeln.



Abb. 39 Drückende Belüftung



Abb. 40 Abziehende Sprengschwaden am Tunnelportal

- (6) *Bei Kalottenvortrieb ist die Kalotte dann von sämtlichen Personen zu räumen, wenn bei Strossensprengungen nicht sichergestellt werden kann, dass die Kalotte ausreichend belüftet wird.*
- (7) *Bei Gegenortbetrieb hat die verantwortliche Person festzulegen, ab welcher Annäherung die Beschäftigten des Gegenortes ihre Arbeitsstelle vor der Sprengung zu verlassen haben oder ab welcher Annäherung der Vortrieb auf einer der beiden Seiten einzustellen ist. Dies gilt auch bei Parallelvortrieb und Annäherung an andere untertägige Betriebsstätten.*
- (8) *Abweichend von Nummer 4.5.8 Absatz 2 dürfen Sprengladungen auch bei Gewittern mit elektrischen Zündern versehen und gezündet werden, wenn Zünder der Klasse IV (HU-Zünder) verwendet werden und wenn auf untertägigen Sprengstellen, die:*
- bis zu 1000 m über Meereshöhe liegen, die Sprengstelle mindestens 50 m vom Portal, Stollenfenster oder von der Schachtöffnung entfernt ist und die Gebirgsüberdeckung mindestens 50 m beträgt oder*
 - mehr als 1000 m über Meereshöhe liegen, die Sprengstelle mindestens 200 m vom Portal, Stollenfenster oder von der Schachtöffnung entfernt ist und die Gebirgsüberdeckung mindestens 200 m beträgt.*
- (9) *Abweichend von Nummer 4.8 Absatz 2 dürfen die Sprengsignale durch Zurufe ersetzt werden. Gegebenenfalls sind zur Ergänzung optische Warnzeichen einzusetzen, die von jeder Person wahrgenommen werden können. Die optischen Warnzeichen müssen eindeutig als Sprengsignale erkennbar sein.*

Anhang T-5 Bestimmungen für Sprengungen von Bauwerken und Bauwerksteilen

Die Fachkunde wird in Sonderlehrgängen für Sprengungen von Bauwerken und Bauwerksteilen vermittelt.



Abb. 41
Bauwerkssprengung

- (1) *Die verantwortliche Person darf mit Sprengungen von Bauwerken und Bauwerksteilen nur Sprengberechtigte beauftragen, die über das Sprengobjekt ausreichend informiert sind.*
- Zur Information über das Sprengobjekt gehört insbesondere:
 - Auswertung oder ggf. Erstellung von Bestandsplänen,
 - Objektkontrolle (Notwendigkeit einer Probebohrung oder Probesprengung festlegen),
 - Freischalten der Versorgungsleitungen.

- (2) *Die verantwortliche Person hat gegebenenfalls einen geeigneten Sachverständigen im Bauwesen, z. B. einen Baustatiker, hinzuzuziehen, der den Sprengberechtigten hinsichtlich der Baukonstruktion und Standsicherheit berät. Vorschwächungen von Bauteilen dürfen die Standsicherheit des Bauwerks nicht gefährden.*
- Die Demontage von Auf-, An- und Einbauten ohne statische Funktion ist nicht als Vorschwächung zu verstehen.
 - Bei der Vorschwächung sind Einwirkungen von Außen, z. B. ortsübliche Wind- und Schneelasten zu berücksichtigen.
- (3) *Der Sprengberechtigte hat vor jeder Sprengung ein Dokument zu erstellen, in dem alle für die Sprengung benötigten Daten festgehalten sind. Das Dokument muss mindestens Spreng- und Zündpläne sowie Lademengenberechnungen enthalten.*
- (4) *Pulversprengstoffe dürfen nicht verwendet werden.*
- (5) *Brandschutzabstände dürfen abweichend von Nummer 4.7 Absatz 1 bei Schweiß- und Schneidarbeiten verringert werden, wenn geeignete Maßnahmen getroffen werden z. B. durch Abschirmungen aus feuerfestem Material.*
- Schweiß- und Schneidarbeiten sollten vor dem Laden beendet sein. Anderenfalls sind Maßnahmen schriftlich festzulegen, z. B. in einem Schweißerlaubnisschein (siehe auch DGUV Information 205-002).
- (6) *Werden bei Stahlbetonsprengungen in die Bohrlöcher elektrische oder elektronische Sprengzünder eingebracht, dürfen nur solche mit fabrikseitig ausreichender mechanischer Festigkeit der Isolierung der Zünderdrähte verwendet werden.*
- Bei der Verwendung von elektrischen und elektronischen Zündern besteht die Gefahr von Kurz- und Nebenschlüssen z. B. durch Bewehrungsseisen. Diese Gefahr besteht bei nichtelektrischen Zündern nicht.

Anhang T-6 Bestimmungen für Sprengungen unter Wasser

Die Fachkunde wird in Sonderlehrgängen für Sprengungen unter Wasser vermittelt.



Abb. 42 Sprengung unter Wasser

- (1) *Bei der Durchführung von Sprengungen unter Wasser durch Taucher sind die einschlägigen Bestimmungen für Taucherarbeiten zu beachten.*
 - Hierzu zählt die DGUV Vorschrift 40 „Taucherarbeiten“:
 - Taucherarbeiten sind Arbeiten im Wasser, bei denen die Taucher und Taucherinnen über Tauchgeräte mit Druckluft versorgt werden.
- (2) *Beim Einsatz von Tauchern ist ein Sprengberechtigter zum verantwortlichen Leiter zu bestellen, der auch gleichzeitig als Taucher tätig sein darf. Der verantwortliche Leiter hat dafür zu sorgen, dass Taucher und Taucherfahrzeuge durch die Sprengarbeiten nicht gefährdet werden. Er hat die Tauchstelle während des Tauchganges, in dem die Sprengladung angebracht wird,*

zu beobachten, insbesondere das Ablaufen der Zündleitung und den Ausstieg des Tauchers. Dabei darf er sich nicht mit anderen Aufgaben befassen.

- Tauchereinsatz ist die Gesamtheit der Tauchgänge unter gleichen Bedingungen und am gleichen Ort zur Durchführung einer Unterwasserarbeit.
- Unterwassersprengarbeiten zählen gemäß § 23 DGUV Vorschrift 40 zu Arbeiten mit besonderen Erschwernissen
 - (1) *Arbeiten mit besonderen Erschwernissen sind insbesondere gegeben bei*
 - 1. *Unterwassersprengarbeiten, [...]*
 - (2) *Bei Arbeiten nach Absatz 1 muss der Reservetaucher für den Notfall zum sofortigen Eingreifen bereitstehen.*

Durchführungsanweisung zu § 23 Abs. 2:

Ein sofortiges Eingreifen ist gewährleistet, wenn der Reservetaucher voll angezogen ist, jedoch bei Verwendung

1. *von Helmtauchgeräten mit Ausnahme von Helm, Pressluftbrust- und sonstigen Gewichten,*
2. *von Leichttauchgeräten mit Ausnahme von Vollmaske, Tauchgerät und Gewichtsgürtel.*

(3) *Diese Aufgaben müssen auf den Tauchereinsatzleiter übertragen werden, wenn der verantwortliche Leiter die Sprengladung anbringt.*

(4) *Werden Sprengladungen unter Wasser durch Taucher angebracht, so darf dies nur durch einen Taucher, der aufgrund einer Erlaubnis oder eines Befähigungsscheines dazu berechtigt ist oder unter dessen Aufsicht erfolgen. Die Aufsicht muss unter Wasser erfolgen.*

- Dies bedeutet, dass mindestens zwei Taucherinnen oder Taucher (Taucher/Taucherinnen und Reservetaucher/Reservetaucherinnen (siehe Hinweis zu Abs. 2)) über die erforderlichen Berechtigungen zur Ausführung von Sprengarbeiten unter Wasser in Form eines dafür erforderlichen Befähigungsscheines verfügen müssen. Es reicht nicht aus, dass ein Befähigungsscheininhaber oder eine Befähigungsscheininhaberin die Aufsicht vom Boot oder Ponton aus führt.

- (5) *Sprengladungen und Zündleitungen sind gegen Losreißen und Aufschwimmen zu sichern. Die Stellen, an denen sich Sprengladungen befinden, müssen jederzeit wieder auffindbar sein. Dies kann geschehen z. B. durch eine Markierungs-Boje mit einer an der Sprengladung befestigten Bojenleine, deren Länge etwa der zweifachen Wassertiefe entspricht, durch schwimmfähige Zündleitung oder durch vorheriges Einmessen. In strömenden Gewässern sind die Sprengladungen vom Oberstrom aus anzubringen, damit sie durch die Strömung an das Sprengobjekt gedrückt werden. Ist damit zu rechnen, dass der Zündkreis durch im Wasser treibende Gegenstände zerstört wird, darf jeweils nur eine Sprengladung vorbereitet und gezündet werden. Nach dem Einbringen einer Ladung sind die Zündleitungen unverzüglich über Wasser sicher festzulegen.*
- (6) *Soll von Wasserfahrzeugen aus gezündet werden, muss beim Verholen die Zündleitung zugfrei von Hand abgespult werden.*
- Unter dem Verholen der Zündleitung wird das Abspulen der Zündleitung verstanden, wenn dieses von einem Wasserfahrzeug aus erfolgt. Hier ist besonders darauf zu achten, dass dabei keine Belastungen/Kräfte entstehen, die die vorgesehene Lage der Sprengladung oder die Lage des Zünders in der Sprengladung verändern.
- (7) *Die Zündleitung darf erst mit der Zündmaschine verbunden werden, wenn alle Taucher und andere, sich im Einflussbereich der Sprengung befindlichen, Personen das Wasser verlassen haben.*
- Dieser Umstand ist insbesondere zu beachten, sofern im Einflussbereich der Sprengung weitere Arbeiten ausgeführt werden, sich dort Schiffe oder ggf. auch Personen befinden können. Die Größe des zu erwartenden Einflussbereiches ist aufgrund der eingesetzten Lademenge und der Position der Sprengladung (Wassertiefe) festzulegen.
- (8) *Die verantwortliche Person hat dafür zu sorgen, dass geeignete Rettungsmittel in ausreichender Anzahl bereitstehen (z. B. Leitern, Stangen, Rettungsringe, Rettungswesten, Boote).*

Anhang T-7 Bestimmungen für Sprengungen in heißen Massen

Die Fachkunde wird in Grundlehrgängen für Sprengungen in heißen Massen vermittelt.



Abb. 43 Einbringen einer wassergekühlten Ladung zur Durchführung von Sprengarbeiten in heißen Massen

- (1) *Die verantwortliche Person darf mit Sprengungen in heißen Massen nur Sprengberechtigte beauftragen, die über das Sprengobjekt ausreichend informiert sind. Die verantwortliche Person muss den Sprengberechtigten unterrichten, wie das Sprengobjekt beschaffen und mit welchen Temperaturen zu rechnen ist.*
- Die entsprechenden Informationen sind bereits im Vorfeld der eigentlichen Sprengarbeiten einzuholen, um die erforderlichen Kühlmaßnahmen auswählen und vorbereiten zu können.

- (2) *Es dürfen nur geeignete Sprengstoffe und Zündmittel verwendet werden. Geeignete Sprengstoffe sind z. B.:*
- *gelatinöse Gesteinssprengstoffe,*
 - *patronierte kapselempfindliche Emulsionssprengstoffe,*
 - *Sprengschnüre auf Nitropenta-, Oktogen- bzw. Hexogenbasis.*
 - Bei der Auswahl der Sprengstoffe und Zündmittel sowie der notwendigen Kühlmaßnahmen sind die Temperatureinsatzbedingungen gemäß den Gebrauchsanleitungen der Hersteller zu beachten.
 - Beim Einbringen der Patronen in Laderohre ist darauf zu achten, dass der durch den Hersteller angegebene kritische Durchmesser nicht unterschritten wird, anderenfalls muss mit Versagern gerechnet werden.
- (3) *Sollen mehrere Sprengladungen in einem Zündgang gezündet werden, müssen diese unter Aufsicht eines verantwortlichen Leiters möglichst gleichzeitig eingebracht werden; von einer Person dürfen maximal zwei Ladungen eingebracht werden.*
- Hierdurch wird sichergestellt, dass durch die vorgesehenen Kühlmaßnahmen ausreichend Zeit zur Verfügung steht, die Ladungen gefahrlos in die vorgesehenen Laderäume einzubringen.
- (4) *Vor Beginn der Ladearbeiten ist die Gängigkeit der Laderäume durch Probe-
rohre, die mindestens den gleichen Durchmesser wie die Laderohre besitzen müssen, zu prüfen.*
- Hierdurch wird sichergestellt, dass es beim eigentlichen Ladevorgang zu keinen zeitlichen Verzögerungen kommen kann, die zu einer Gefährdung der eingesetzten Personen führt.
- (5) *Die zum thermischen Schutz der Sprengladungen vorgesehenen Isolationsmaßnahmen und Vorkehrungen sind vor Beginn der Ladearbeiten auf ihre Wirksamkeit zu testen. Die dabei ermittelten Verweilzeiten bis zum Erreichen der maximal zulässigen Einsatztemperatur sind zu dokumentieren und bei der Ausführung der Ladearbeiten zu berücksichtigen.*

- Hierbei ist es wichtig, dass beim Herstellen der eigentlichen Ladungen die selben Schutz- und Isoliermaßnahmen Anwendung finden, die im Rahmen der Vorbereitungsarbeiten ausgewählt wurden. Nur so ist sichergestellt, dass die ermittelten Verweilzeiten (entsprechend den Temperatureinsatzbedingungen) tatsächlich zur Verfügung stehen.

(6) *Unmittelbar nach dem Einbringen der Sprengladungen ist der Sprengbereich auf vorher festgelegten Wegen zu verlassen oder ein Deckungsraum aufzusuchen. Daraufhin ist unverzüglich zu zünden. Bringt der Sprengberechtigte die Ladung nicht selbst an, muss er vor dem Zünden die Fertigstellung des Anbringenden abwarten.*

- Hierbei ist zweifelsfrei festzulegen, welche Wege zu nutzen sind und wie ggf. die Kommunikation zwischen den die Ladung einbringenden Sprengberechtigten und den mit der Zündung der Ladungen beauftragten Sprengberechtigten zu erfolgen hat.

(7) *Abweichend von Nummer 4.9 muss bei Versagern die Selbstzündung der Sprengladung abgewartet werden. Vor Wiederaufnahme der Arbeiten muss mindestens eine Stunde nach dem Detonieren der letzten Ladung vergangen sein.*

Anhang T-8 Bestimmungen für Eissprengungen

Die Fachkunde wird in Sonderlehrgängen für Eissprengungen vermittelt. Bei der Auswahl der Sprengstoffe und Zündmittel sind die Temperatureinsatzbereiche und Wasserbeständigkeit gemäß der Gebrauchsanleitung der Hersteller zu beachten.



Abb. 44 Eissprengung

- (1) *Pulveranzündschnüre sind vor ihrer Verwendung gemäß Nummer 4.5.5 zu prüfen.*
- (2) *Es dürfen nur wasserdichte Pulveranzündschnüre verwendet werden.*
 - Hiermit wird klargestellt, dass nicht wasserdichte Pulveranzündschnüre unzulässig sind; andere Zündverfahren sollen nicht ausgeschlossen werden.

- (3) *Die Längen der Pulveranzüandschnüre sind so zu bemessen, dass Sprengberechtigten und Hilfskräften genügend Zeit bleibt, sich in Sicherheit zu bringen. Bei Wurfladungen ist die Länge der Pulveranzüandschnur nach der Treibgeschwindigkeit des Eises und der Größe des Sprengbereichs zu bemessen.*
- (4) *Pulveranzüandschnüre müssen mit den Sprengkapseln fest verbunden werden; dazu darf nur eine Sicherheitsanwürgeange verwendet werden. Pulveranzüandschnüre dürfen mit den Sprengkapseln in der Regel erst an der Einsatzstelle verbunden werden. Wenn Sprengkapseln ausnahmsweise schon vor dem Transport zur Einsatzstelle an den Züandschnüren angewürgt sind, müssen sie in geeigneter Weise geschützt transportiert werden.*
- Diese Möglichkeit besteht nur bei Transportvorgängen auf der Sprengstelle (innerbetrieblicher Transport). Geeignete Schutzmaßnahmen stellen z. B. Holzkisten dar (Abb. 11). Es ist darauf zu achten, dass im Falle einer unbeabsichtigten Auslösung der Sprengkapsel sichergestellt ist, dass die damit verbundenen Auswirkungen nicht in der Lage sind, Sprengladungen zu initiieren.



Abb. 45
Sicherheitsanwürgeange

- (5) *Pulveranzündschnüre dürfen nicht geknickt, in Schlingen oder übereinander gelegt werden.*
- (6) *Pulveranzündschnüre dürfen nur mit dafür geeigneten Anzündmitteln angezündet werden. Werden Abreiß-Anzünder verwendet, müssen diese entsprechend der Anleitung zur Verwendung und den Herstellerangaben mit der Pulveranzündschnur verbunden sein.*
- (7) *Falls bei der Verwendung von Sprengkapseln, die mit einer Pulveranzündschnur verbunden sind, die Zündung der Sprengladung nicht erfolgt oder daran Zweifel bestehen, ist die Sprengladung als Versager zu behandeln und darf erst nach einer Wartezeit von 15 Minuten aufgesucht werden.*
- (8) *Sprengladungen und Zündleitungen sind gegen Losreißen, Abdriften oder Mitnehmen zu sichern.*
- (9) *Die verantwortliche Person hat dafür zu sorgen, dass geeignete Rettungsmittel in ausreichender Anzahl bereitstehen (z. B. Leitern, Stangen, Rettungsringe, Rettungswesten, Boote).*
- (10) *Wenn die Gefahr besteht, dass Personen in das Wasser stürzen, müssen sie Rettungswesten tragen und angeseilt sein.*

Anhang T-9 Bestimmungen für Schneefeldsprengungen

Die Fachkunde wird in Grundlehrgängen für Schneefeldsprengungen vermittelt. Bei der Auswahl der Sprengstoffe und Zündmittel sind die Temperatureinsatzbereiche und Wasserbeständigkeit gemäß der Gebrauchsanleitung zu beachten.



Abb. 46
Herstellen einer Wurfladung

- (1) Die verantwortliche Person darf mit Schneefeldsprengungen nur Sprengberechtigte beauftragen, die über die notwendigen Ortskenntnisse verfügen.*
- (2) Werden an Stangen befestigte Sprengladungen von Hand gesetzt (Stangensprengungen), darf jeweils nur eine Stange mit Sprengladungen gesetzt werden. Hiervon darf abgewichen werden, wenn mehrere Ladungen durch Sprengschnur verbunden sind oder diese über Funk gleichzeitig gezündet werden sollen. Beim Sprengen mit Hilfe von Sprengseilbahnen dürfen höchstens fünf Sprengladungen angehängt und gezündet werden.*
- (3) Ergänzend zu den Anforderungen der Nummer 3.3 Absatz 4 müssen Hilfskräfte über die Kenntnisse verfügen, die erforderlich sind, um Rettungsmaßnahmen einleiten zu können.*

- (4) *Bei Verwendung von Pulveranzündschnüren müssen für jede Ladung zwei Zündungen vorgesehen werden.*
- (5) *Pulveranzündschnüre sind vor ihrer Verwendung gemäß Nummer 4.5.5 zu prüfen.*
- (6) *Es dürfen nur wasserdichte Pulveranzündschnüre verwendet werden.*
 - Hiermit wird klargestellt, dass nicht wasserdichte Pulveranzündschnüre unzulässig sind; andere Zündverfahren sollen nicht ausgeschlossen werden.
- (7) *Die Längen der Pulveranzündschnüre sind so zu bemessen, dass Sprengberechtigten und Hilfskräften genügend Zeit bleibt, sich in Sicherheit zu bringen oder die Ladungen mittels der Transporteinrichtung (z. B. Sprengseilbahn) in ausreichende Entfernung zu bringen. Grundsätzlich sollen keine Pulveranzündschnüre von weniger als 2 m Länge verwendet werden. Bei Schneefeldsprengungen mit Wurfladungen von Hubschraubern aus (Abb. 46) kann die Länge bis auf minimal 1 m verkürzt werden.*
- (8) *Pulveranzündschnüre müssen mit den Sprengkapseln fest verbunden werden; dazu darf nur eine Sicherheitsanwürgezange (Abb. 45) verwendet werden. Pulveranzündschnüre dürfen mit den Sprengkapseln in der Regel erst an der Einsatzstelle verbunden werden. Wenn Sprengkapseln ausnahmsweise schon vor dem Transport zur Einsatzstelle an den Pulveranzündschnüren angewürgt sind, müssen sie in geeigneter Weise geschützt transportiert werden.*
- (9) *Pulveranzündschnüre dürfen nicht geknickt, in Schlingen oder übereinander gelegt werden.*
- (10) *Pulveranzündschnüre dürfen nur mit dafür geeigneten Anzündmitteln angezündet werden. Werden Abreiß-Anzünder verwendet, müssen diese entsprechend der Anleitung zur Verwendung und den Verwendungsbestimmungen mit der Pulveranzündschnur verbunden sein.*

- (11) *Falls bei der Verwendung von Sprengkapseln, die mit einer Pulveranzündschnur verbunden sind, die Zündung der Sprengladung nicht erfolgt oder daran Zweifel bestehen, ist die Sprengladung als Versager zu behandeln und darf erst nach einer Wartezeit von 15 Minuten aufgesucht werden.*
- (12) *Bei elektrischer Zündung dürfen nur Zünder der Klasse IV (HU-Zünder) verwendet werden.*
- (13) *Bei Schneefeldsprengungen dürfen Sprengmittel vorübergehend in verschließbaren Behältern aus Holz oder genügend leitfähigem Material bereitgehalten werden, die auf Pistenpflegegeräten oder ähnlichen Fahrzeugen befestigt sind. Die Schlüssel für Fahrzeug und Behälter hat der Sprengberechtigte während der Aufbewahrungszeit zu verwahren.*
- (14) *Abweichend von Nummer 4.4 Absatz 2 und 3 müssen Sprengmittel, soweit ihr Transport im Gelände zu Fuß oder auf Skiern erfolgt, in geeigneten Transportbehältern untergebracht sein.*
- (15) *Abweichend von Nummer 4.6 Absatz 14 kann bei Schneefeldsprengungen auf das Aufbringen von Besatz verzichtet werden.*
- (16) *Abweichend von Nummer 4.7 Absatz 2 bis 6 umfasst der Sprengbereich bei Schneefeldsprengungen den Bereich, in dem Personen durch die Wirkung der künstlich ausgelösten Lawinen und des Sprengstoffes gefährdet werden können.*
- (17) *Die Bestimmungen der Nummer 4.7 Absatz 7 und 9 sowie Nummer 4.8 gelten für Schneefeldsprengungen nicht. Der Sprengberechtigte darf auch durch andere Absperrmaßnahmen sicherstellen, dass sich keine Personen im Sprengbereich aufhalten.*

Anhang T-10 Ermittlung des Mindestabstandes zu Hochfrequenzsendern

I Allgemeines

- (1) *Zu den Sendern, die mit Hochfrequenzenergien auf elektrische Zündanlagen einwirken können, gehören z. B.:*
- *ortsfeste Antennenanlagen von Rundfunk- und Fernsehsendern, Mobilfunk- sowie Basisstationen, Amateurfunksender,*
 - *mobile Funkanlagen, wie Sendestationen in oder auf Fahrzeugen und Schiffen, in der Regel mit Antennen mit hohem Antennengewinn und*
 - *tragbare Sender, wie Handfunkgeräte, Mobiltelefone (Handys).*
 - *Informationen zu Sendeanlagen können u. a. der Homepage der Bundesnetzagentur entnommen werden.*
- (2) *Eine ungewollte Zündung durch Hochfrequenzsender ist grundsätzlich ausgeschlossen:*
- a) bei Sendern ohne gefährlichen Einfluss auf Zündanlagen,*
 - b) durch ausreichenden Sicherheitsabstand zwischen Sender und Zündanlage.*
- (3) *Zu Absatz 2 Buchstabe a: bei Verwendung von Zündern der Klasse II bzw. Zündern der Klasse IV (U-Zünder bzw. HU-Zünder) und der Einhaltung eines Mindestabstandes von 1m sind folgende Sender als ungefährlich anzusehen:*
- *Schnurlose Telefone (z. B. DECT),*
 - *Garagentoröffner,*
 - *Pkw-Schließsysteme,*
 - *Funkfernsteuerungen mit einer Sendeleistung $P < 0,5\text{ W}$.*

Wenn von den folgenden Geräten nur ein Gerät eingesetzt wird, ist dieses ebenfalls bei einem Mindestabstand von 1 m als ungefährlich einzustufen:

- Sprechfunkgeräte mit einer Sendeleistung $P < 2\text{ W}$,*
- Mobiltelefone (GSM-Handys) mit einer Nutzfrequenz $f > 500\text{ MHz}$ und einer Sendeleistung $P < 2\text{ W}$.*

Sollten bei einer Bauwerkssprengung Sprechfunkgeräte und/oder Mobiltelefone räumlich verteilt im oder um das Bauwerk eingesetzt werden und die einzelnen Geräte überschreiten die Sendeleistung von 2 W nicht, sind diese bei einem Sicherheitsabstand von 2 m zu den Bestandteilen der Zündanlage als ungefährlich einzustufen.

Anmerkung: *Diese Sonderregelung ergibt sich aus den Randbedingungen aus dem Technical Report, der diesem Anhang zugrunde liegt. In diesem Report sind bestimmte Geometrien für einen Zündkreis vorgegeben, die bei Bauwerkssprengungen nicht eingehalten werden können, aber aus sicherheitstechnischer Sicht auch nicht eingehalten werden müssen. Sind in dem Bereich der Zündanlage bei einer Bauwerkssprengung mehrere Sender mit einer Einzelleistung von mehr als 2 W vorhanden, sind die Ausführungen zu mehreren Sendern (Abschnitt III Absatz 12) zu beachten.*

Hinweis: *Die Sendeleistung kann im Regelfall der technischen Beschreibung entnommen werden.*

- (4)** *Zu Absatz 2 Buchstabe b: Sind Sender vorhanden, bei denen ein gefährlicher Einfluss auf Zündanlagen nicht ausgeschlossen werden kann, ist ein bestimmter Abstand a_S zwischen der Sprenganlage und dem Sender oder den Sendern einzuhalten. Der Abstand der Sprenganlage a_S zu einem Sender darf den Mindestabstand a_M nicht unterschreiten. Die Berechnung des Mindestabstandes a_M ist entsprechend Abschnitt III bzw. Abschnitt VII durchzuführen. Der Mindestabstand a_M darf grundsätzlich 1 m nicht unterschreiten. Auf eine Berechnung kann bei den zurzeit bekannten Sendern*

in der Bundesrepublik Deutschland verzichtet werden, wenn folgende Mindestabstände eingehalten sind:

- bei Verwendung von Zündern der Klasse II (U-Zündern) Einhaltung eines Mindestabstandes a_M von 5 500 m (Maximalwert entsprechend der Tabelle [Abschnitt VI]),*
- bei Verwendung von Zündern der Klasse IV (HU-Zündern) Einhaltung eines Mindestabstandes a_M von 1 815 m ($\frac{1}{3}$ des Wertes von Zündern der Klasse II [Abschnitt VII]).*

Sollten die Betrachtungen nicht zu einer eindeutigen Aussage führen, so ist ein Sachverständiger für die Beeinflussung von elektrischen Zündern durch elektromagnetische Wellen einzuschalten.

II Ermittlung des Mindestabstandes a_M

- (5) Die Ermittlung des Mindestabstandes a_M kann in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Zünder (Klasse II oder IV) mit Hilfe der Tabelle (siehe unten), mit Hilfe der Formel aus Abschnitt VI oder über die zulässige Feldstärke erfolgen.*
- (6) Bei der Ermittlung des Mindestabstandes a_M werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:*
 - Verwendung von elektrischen Zündern,*
 - erdbodennahe Verlegung ($< 1\text{ m}$) der Zünder und Zünderdrähte.*
- (7) Bei Sprengarbeiten unter Tage (z. B. Tunnelvortrieb) sind die Ausbreitungsverhältnisse der elektromagnetischen Wellen und die notwendigen Sicherheitsabstände durch Sachverständige für die Beeinflussung von elektrischen Zündern durch elektromagnetische Wellen zu ermitteln. Alternativ kann bei Sprengarbeiten in diesen Bereichen die Berechnung des Mindestabstandes a_M über die zulässige Feldstärke erfolgen (siehe Abschnitt VIII).*

III Ermittlung des Mindestabstandes a_M bei Verwendung von Zündern der Klasse II

- (8) *Bei Vorhandensein nur eines Senders wird die wirksame Strahlungsleistung EIRP des Senders bestimmt (siehe Abschnitt IV).*
- (9) *Die Bestimmung des Mindestabstandes a_M erfolgt mit der Tabelle (siehe unten). Wenn der ermittelte Mindestabstand a_M kleiner ist als der Abstand des Senders a_S zu der Sprenganlage, sind keine weiteren Schritte erforderlich.*
- (10) *Die Bestimmung des Mindestabstandes a_M erfolgt mit der Berechnungsformel aus Abschnitt VI. Wenn der ermittelte Mindestabstand a_M kleiner ist als der Abstand des Senders a_S zu der Sprenganlage, sind keine weiteren Schritte erforderlich.*
- (11) *Es ist die Einschaltung eines Sachverständigen für die Beeinflussung von elektrischen Zündern durch elektromagnetische Wellen erforderlich.*
- (12) *Bei Vorhandensein mehrerer Sender werden alle betroffenen Sender erfasst. Sind mehrere gleichstarke Sender (Sender mit Leistungen größer 50 W) vorhanden, bei denen ein gefährlicher Einfluss auf die Zündanlage bzw. Zündanlagen nicht ausgeschlossen werden kann, ist der Mindestabstand dieser Sender zu der Zündanlage auf folgende Weise zu bestimmen:*
- (13) *Es wird die wirksame Strahlungsleistung EIRP jedes einzelnen Senders bestimmt (siehe Abschnitt IV).*

- (14) Die Bestimmung des Mindestabstandes a_M jedes einzelnen Senders erfolgt mit der Tabelle (siehe Abschnitt V). Die Bestimmung des Gesamtmindestabstandes a_M erfolgt mit Hilfe der nachfolgenden Formel:

$$a_{MST} = \sqrt{(a_{MTi})^2 + (a_{MTi+1})^2 + (a_{MTi+2})^2 + \dots + (a_{MTi+n})^2}$$

Wenn der so ermittelte Mindestabstand a_M kleiner ist als jeder Abstand a_S zu den einzelnen Sendern, sind keine weiteren Schritte erforderlich.

- (15) Die Bestimmung des Mindestabstandes a_M jedes Senders erfolgt mit der Berechnungsformel aus Abschnitt VI.

Die Bestimmung des Gesamtmindestabstandes a_{MSR} erfolgt dann mit Hilfe der nachfolgenden Formel:

$$a_{MSR} = \sqrt{(a_{MRi})^2 + (a_{MRi+1})^2 + (a_{MRi+2})^2 + \dots + (a_{MRi+n})^2}$$

Wenn der so ermittelte Mindestabstand a_{MSR} kleiner ist als jeder Abstand zu den einzelnen Sendern a_S sind keine weiteren Schritte erforderlich.

- (16) Es ist ein Sachverständiger für die Beeinflussung von elektrischen Zündern durch elektromagnetische Wellen einzuschalten.

IV Ermittlung der wirksamen Strahlungsleistung EIRP

- (17) *Bei der Beurteilung der Einwirkung von Hochfrequenzsendern auf elektrische Zündanlagen muss grundsätzlich die wirksame Strahlungsleistung EIRP zu Grunde gelegt werden. Diese errechnet sich aus der Senderausgangsleistung P multipliziert mit dem Antennengewinnfaktor G .*
- (18) *Die Berechnung der wirksamen Strahlungsleistung EIRP ist abhängig von den Sendern, d. h. ob ortsfeste Antennenanlagen oder batteriebetriebene Sendeanlagen bzw. portable Sender vorliegen.*
- (19) *Bei ortsfesten Antennenanlagen oder Sendern errechnet sich die wirksame Strahlungsleistung EIRP aus der Senderausgangsleistung P multipliziert mit dem Antennengewinnfaktor G . Der Antennengewinnfaktor ist abhängig von der Art des Senders, der Form und Ausführung der Sendeantenne und errechnet sich aus dem Antennengewinn g .*

$EIRP = P \times G$ in Watt (W)

P = Ausgangsleistung in Watt (W)

G = Antennengewinnfaktor, $10^{0,1g}$

g = Antennengewinn in Dezibel (dB)

Beispiel Amateurfunksender:

Frequenz $f = 28$ MHz

Ausgangsleistung $P = 750$ Watt

Antennengewinn $g = 3$ dB

Antennengewinnfaktor $G = 2$

Wirksame Strahlungsleistung $EIRP = 1500$ W

- (20) Bei mobilen Funkanlagen errechnet sich die wirksame Strahlungsleistung EIRP aus der Senderausgangsleistung P multipliziert mit dem Antennengewinnfaktor G . Der Antennengewinnfaktor ist abhängig von der Art des Senders, der Form und Ausführung der Sendeantenne und errechnet sich aus dem Antennengewinn g .

$$\begin{aligned} \text{EIRP} &= P \times G \text{ in Watt (W)} \\ P &= \text{Ausgangsleistung in Watt (W)} \\ G &= \text{Antennengewinnfaktor, } 10^{0,1g} \\ g &= \text{Antennengewinn in Dezibel (dB)} \end{aligned}$$

Beispiel LKW-Funkstation:

Frequenz	$f = 568 \text{ MHz}$
Ausgangsleistung	$P = 6 \text{ Watt}$
Antennengewinn	$g = 4 \text{ dB}$
Antennengewinnfaktor	$G = 2,5$
Wirksame Strahlungsleistung	$\text{EIRP} = 15 \text{ W}$

- (21) Bei tragbaren Sendeanlagen wie batteriebetriebene handgeführte Sende-
geräte (z. B. Sprechfunkgeräte, GSM-Portables) kann die wirksame Strahlungsleistung EIRP in der Regel gleich der Ausgangsleistung P gesetzt werden. Im Zweifelsfall sollten die Daten des Senders beim Hersteller erfragt werden.

$$\text{EIRP} \approx P$$

Beispiel Hand-Sprechfunkgeräte:

Frequenz	$f = 140 \text{ MHz}$
Ausgangsleistung	$P = 4 \text{ Watt}$
Antennengewinn	$g = 0 \text{ dB}$
Antennengewinnfaktor	$G = 1$
Wirksame Strahlungsleistung	$\text{EIRP} = 4 \text{ W}$

V Mindestabstand a_M als Tabellenwert bei Verwendung von Zündern der Klasse II

(22) Aus der nachfolgenden Tabelle kann der Mindestabstand a_M in m in Abhängigkeit von der wirksamen Strahlungsleistung EIRP und der Sendefrequenz f ermittelt werden.

Tabelle mit Mindestabstand in Meter in Abhängigkeit von wirksamer Strahlungsleistung EIRP und Sendefrequenz f

EIRP	f						
	> 0,1– 1,5 MHz	> 1,5– 10 MHz	> 10– 30 MHz	> 30– 100 MHz	> 100– 500 MHz	> 500– 1 000 MHz	> 1,0 GHz
> 0,1 W bis 0,5 W	2	2	3	2	1	1	1
> 0,5 W bis 1 W	3	3	4	3	1	1	1
> 1 W bis 5 W	6	3	8	5	2	1	1
> 5 W bis 20 W	15	6	15	10	4	1	1
> 20 W bis 100 W	30	15	35	25	8	2	1
> 100 W bis 1 kW	85	40	100	70	30	6	3
> 1 kW bis 10 kW	270	120	330	210	80	20	10
> 10 kW bis 100 kW	850	400	1000	660	260	60	30
> 100 kW bis 400 kW	1 700	750	2 000	1 320	510	120	60
> 400 kW bis 1 MW	2 600	1 200	3 200	2 100	800	180	95
> 1 MW bis 3 MW	4 500	2 000	5 500	3 610	1 400	310	160

Beispiel: Strahlungsleistung EIRP = 500 kW, Sendefrequenz f = 20 MHz.
Daraus ergibt sich ein Mindestabstand a_M = 3 200 m aus der Tabelle.

VI Berechnung des Mindestabstandes a_M anhand einer Formel

- (23) *Hat der Sender eine Sendefrequenz von bis zu 30 MHz, kann der Mindestabstand wie folgt berechnet werden:*

$$a_M = 3 \sqrt{EIRP} \quad \text{in Metern (m)}$$

$EIRP$ = Strahlungsleistung in Watt (W)

Beispiel: Strahlungsleistung $EIRP = 500 \text{ kW}$.

Daraus ergibt sich ein Mindestabstand $a_M = 2121 \text{ m}$.

Ist der errechnete Wert geringer als der Tabellenwert, so kann der geringere Wert als Mindestabstand verwendet werden.

- (24) *Hat der Sender eine Sendefrequenz von mehr als 30 MHz, kann der Mindestabstand wie folgt berechnet werden:*

$$a_M = \frac{90}{f} \sqrt{EIRP} \quad \text{in Metern (m)}$$

$EIRP$ = Strahlungsleistung in Watt (W)

f = Frequenz in MHz

Beispiel: Strahlungsleistung $EIRP = 500 \text{ kW}$, Sendefrequenz $f = 45 \text{ MHz}$.

Daraus ergibt sich ein Mindestabstand $a_M = 1414 \text{ m}$.

Ist der errechnete Wert geringer als der Tabellenwert, so kann der geringere Wert als Mindestabstand verwendet werden.

VII Ermittlung des Mindestabstandes bei Verwendung von Zündern der Klasse IV

- (25) *Der Mindestabstand für Zünder der Klasse IV kann durch die Multiplikation von a_M für Zünder der Klasse II mit 0,33 ermittelt werden.*

$$a_{M(IV)} = 0,33 \cdot a_{M(II)}$$

VIII Ermittlung des Mindestabstandes a_M über die zulässige Feldstärke

- (26) *Sollte die Ermittlung des Sicherheitsabstandes auf elektrische Zündanlagen wegen fehlender oder unsicherer Daten oder aufgrund der Einwirkung von mehreren Hochfrequenzsendern nicht möglich oder schwierig sein, so muss alternativ die Ermittlung des Sicherheitsabstandes über die zünderabhängige zulässige Feldstärke erfolgen.*
- (27) *Bei Sprengarbeiten unter Tage (z. B. Tunnelvortrieb) sind die Ausbreitungsverhältnisse der elektromagnetischen Felder zu berücksichtigen und mit diesem Wissen sind dann die angepassten Sicherheitsabstände durch einen Sachverständigen für die Beeinflussung von elektrischen Zündern durch elektromagnetische Wellen zu bestimmen. Alternativ kann bei Sprengarbeiten unter Tage die Berechnung des Mindestabstandes a_M über die zulässige Feldstärke erfolgen.*
- (28) *Die ermittelte elektrische Feldstärke darf in keinem Fall den Wert von 2 V/m bei Zündern der Klasse II und von 5 V/m bei Zündern der Klasse IV überschreiten.*
- (29) *Die Feldstärke kann im Rahmen einer breitbandigen Messung der elektrischen Feldstärke im Bereich der Zündanlage oder durch eine andere geeignete Abschätzung bestimmt werden. Wird bei dieser breitbandigen Messung oder bei der durchgeführten Abschätzung die für die Sprengzünder zulässige Feldstärke überschritten, muss eine frequenzabhängige Messung durchgeführt werden.*
- (30) *Für die frequenzabhängige Messung und die Bewertung der Messergebnisse ist ein Sachverständiger für die Beeinflussung von elektrischen Zündern durch elektromagnetische Wellen einzuschalten. Bei vergleichbaren Randbedingungen kann auf ein exemplarisches Gutachten Bezug genommen werden.*

IX Elektronische Zündsysteme

- (31) *Bei der Verwendung von elektronischen Zündern sind die für Zünder der Klasse IV erforderlichen Mindestabstände einzuhalten, sofern vom Hersteller keine anderen Angaben zur zulässigen Feldstärke gemacht werden.*

Anhang T-11 Ermittlung des Mindestabstandes von elektrischen Anlagen

- (1) *Einwirkungen gefährdender Ströme können vermieden werden, wenn z. B. in unterirdischen Hohlräumen die Zündleitungen und elektrischen Leitungen auf verschiedenen Seiten des Hohlraumes verlegt sind oder bei anderen Sprengarbeiten für Zündleitungen entsprechend große Abstände von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln eingehalten werden.*
- (2) *In der Praxis werden mitunter Sprengungen in der Nähe von Starkstrom-Freileitungen oder Leitungen elektrischer Bahnen durchgeführt. Eine gefährdende Einwirkung durch Ströme von Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1 kV und Leitungen elektrischer Bahnen ist nicht gegeben, wenn die Sicherheitsabstände der nachfolgenden Tabelle eingehalten werden:*

Leitungsart	Zünderart	
	Zünder Klasse II	Zünder Klasse IV
<i>Starkstrom-Freileitungen mit Holzmasten</i>	<i>10 m</i>	<i>10 m</i>
<i>Starkstrom-Freileitungen mit Stahlbeton- oder Stahlmasten</i>	<i>50 m</i>	<i>10 m</i>
<i>Leitungen elektrischer Bahnen</i>	<i>200 m</i>	<i>100 m</i>

- Gefährdungen elektrischer Zündanlagen können sich durch Streuströme und Induktion ergeben.
- Die Ermittlung der Abstände im Falle von Streuströmen ergibt sich aus der Entfernung der Sprengstelle zum Mastfuß. Im Falle der induktiven Beeinflussung ist der Abstand zum stromführenden Leiter maßgebend.

- (3) *Unterschreitungen der in der Tabelle genannten Abstände können zugelassen werden, wenn in diesem Bereich durch Streustrommessungen nachgewiesen wird, dass ein Drittel der Streustromsicherheitsgrenze der Zünder:*
- *bei Brückenzündern der Klasse II (U): $450 \text{ mA} \div 3 = 150 \text{ mA}$ oder*
 - *bei Brückenzündern der Klasse IV (HU): $4,0 \text{ A} \div 3 = 1,333 \text{ A}$ nicht überschritten wird.*

Darüber hinaus sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen erforderlich:

- *Alle Verbindungsstellen im Zündkreis müssen mit Isolierhülsen (Schnellverbindern) geschützt werden. Bei Nässe sind mit Fett gefüllte Isolierhülsen zu verwenden.*
 - *Verlängerungsdrähte dürfen nicht wiederverwendet werden.*
 - *Als Zündleitung dürfen nur Leitungen mit erhöhter elektrischer Festigkeit der Isolierung verwendet werden.*
 - *Zünder, Verlängerungsdrähte und Zündleitungen dürfen nicht mit metallischen Teilen in Berührung kommen, die nicht zum Zündkreis gehören.*
 - *Bei Stahlbetonsprengungen sind gegebenenfalls Zünderdrähte mit erhöhter mechanischer Festigkeit der Isolierung zu verwenden.*
 - *Beide Enden der Zündleitung müssen auf dem kürzesten Wege an der Zündergruppe enden. Die Zünder- bzw. Verlängerungsdrähte müssen innerhalb der Zündergruppe eng aneinander liegend so verlegt werden, dass die von den Drähten umschlossene Fläche möglichst klein ist (induktionsarme Verlegung).*
- (4) *Bei Anwendung dieser Maßnahmen dürfen die Sicherheitsabstände gemäß obiger Tabelle halbiert werden. Ansonsten sind andere Zündarten (nicht elektrisch, elektronisch) einzusetzen.*

Anlagen

Anlage 1



Mustergefährdungsbeurteilung Sprengarbeiten im Steinbruch

Die Mustergefährdungsbeurteilung „Sprengarbeiten im Steinbruch“ soll den verantwortlichen Personen als Hilfestellung zur Erstellung einer eigenen Gefährdungsbeurteilung dienen.

Die Inhalte müssen zwingend an die Gegebenheiten vor Ort angepasst werden. Nicht vorhandene Gefährdungen können gestrichen werden, zusätzliche Gefährdungen müssen betrachtet werden.

Diese Mustergefährdungsbeurteilung finden sie zum Download unter

<https://www.dguv.de/fb-rci/sachgebiete/sprengen/mustergefaehrdung/index.jsp>

Mustergefährdungsbeurteilung Sprengarbeiten im Steinbruch

Unternehmen: _____

Erstellt am: _____

durch: _____

Überarbeitet am: _____

durch: _____

Vorwort

- Beginn der Gefährdungsbeurteilung soll Empfang der Sprengmittel sein, d. h. Vermessungs- und Planungsarbeiten bleiben unberücksichtigt
- Mitgeltende Dokumente: Spreng-TR 310 „Sprengarbeiten“, Betriebsanleitungen technischer Geräte (z. B. Bohrgerät, Zündmaschinen), Betriebsanweisungen
- Bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung sind die individuellen Leistungsfaktoren der Beschäftigten, hier der individuelle Leistungsfaktor „Ausbildung zum Sprengberechtigten“ zu berücksichtigen. D. h. die/der ausgebildete Sprengberechtigte hat ihre/seine Tätigkeiten gemäß Ausbildung durchzuführen.
- Gefährdungsbeurteilung ist nach Tätigkeiten differenziert:

1	Allgemeines	3
2	Herstellen der Bohrlöcher	7
3	Empfang, Transport und Bereithalten der Sprengmittel an der Sprengstelle	10
4	Laden der Bohrlöcher	13
5	Herstellen der Zündanlage	15
6	Sichern und Absperren	17
7	Begutachtung Sprengergebnis	19
8	Auffinden von Versagern	21

1 Allgemeines

Für die Durchführung von Sprengarbeiten im Steinbruch gilt die Spreng-TR 310 Abschnitte 3.1, 3.3 bis 3.5, Abschnitte 4 und Anhang T-2 (Großbohrlochsprengungen).
 Für das sachgerechte Vermichten von Sprengstoffen und Zündmitteln gilt Anhang A-1.
 Für den Bau und die Beschaffenheit des Deckungsraumes wird Anhang A-2 angewendet.

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung bis wann	wer	Wirksamkeit wirksam/Datum	wer	
<input type="checkbox"/> unzureichende Qualifikation	<input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ●	<input type="checkbox"/> Ausbildung Sprengberechtigter gemäß SprengG <input type="checkbox"/> Wiederholungsqualifikation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Unternehmer/in _____ _____	_____ _____	Name _____ Datum: _____	_____ _____	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Diebstahl	<input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ●	<input type="checkbox"/> Lagerung im verschlossenen Lager <input type="checkbox"/> verschlossene Behälter <input type="checkbox"/> Abspernung des Arbeitsbereiches <input type="checkbox"/> Unbeteiligte fernhalten <input type="checkbox"/> Beaufsichtigung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r _____ _____	_____ _____	Name _____ Datum: _____	_____ _____	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Verhalten Dritter	<input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ●	<input type="checkbox"/> Information an Dritte <input type="checkbox"/> Weisungsbefugnis der Sprengberechtigten regeln <input type="checkbox"/> Unterweisung Dritter <input type="checkbox"/> Beschilderung <input type="checkbox"/> Beschilderung/Abspernung Steinbruch <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Unternehmer/in, Betriebsleiter/in _____ _____	_____ _____	Name _____ Datum: _____	_____ _____	<input type="checkbox"/> OK

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele //Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit	
			bis wann	wer	wirksam/ Datum	wer
<input type="checkbox"/> durch Feuer/Feuerarbeiten	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Rauchverbot bei Sprengarbeiten <input type="checkbox"/> kein offenes Feuer <input type="checkbox"/> keine Schweiß-, Schneidarbeiten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> mangelhafte Aufsicht über Hilfskräfte	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Zahl der Hilfskräfte begrenzen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> gelatinöse Sprengstoffe	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Prüfung auf Substitution <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Gefährdung bei Alleinarbeit	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Risikoabschätzung nach DGUV Regel 112-139 vornehmen und Maßnahmen festlegen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Stolpern, Stürzen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> knöchelhohes S3 Sicherheitsschuhe <input type="checkbox"/> Verkehrswege benutzen <input type="checkbox"/> auf Unebenheiten achten <input type="checkbox"/> Verhalten auf Eis und Schnee einstellen <input type="checkbox"/> auf Ordnung im Arbeitsbereich achten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r, Hilfskräfte <input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit	
			bis wann	wer	wirksam/Datum	wer
<input type="checkbox"/> Absturz an Böschungen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sicherheitsabstände festlegen <input type="checkbox"/> Absturzkanten an Fahrwegen sichern <input type="checkbox"/> Wege und Sohlen nicht auf geologischen Gleitflächen anlegen <input type="checkbox"/> Wege und Sohlen auf Schüttungen standfest anlegen <input type="checkbox"/> mobiles Absperssystem <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> Klima	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Wetterschutzbekleidung <input type="checkbox"/> Wärmekleidung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> schlechte Sichtverhältnisse	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sprengarbeiten nur bei Tageslicht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> natürliche UV-Strahlung	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Kopfbedeckung, Schutzhelm <input type="checkbox"/> Sonnenschutzbrille <input type="checkbox"/> lange Arbeitskleidung <input type="checkbox"/> UV-Hautschutzmittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> biologische Gefährdung durch Insekten, Zecken usw.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> lange Arbeitskleidung tragen <input type="checkbox"/> FSME-Schutzimpfung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK		

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele//Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit		
			bis wann	wer	wirksam/Datum	wer	
<input type="checkbox"/> Gefährdung durch elektro- magnetische Strahlung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ausreichend Abstand von Mobiltelefonen, Sprech- funkgeräten gemäß Spreng-TR 310 Anhang T 10 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Schnittverletzung beim Öffnen von Verpackun- gen, Teilen von Patronen, Zuschneiden der Spreng- schnur, beim Absolieren und Kürzen von Zünder- drähten usw.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sicherheitsmesser <input type="checkbox"/> Schere <input type="checkbox"/> Schutzhandschuhe tragen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sprengberechtigte/r, Hilfskräfte <input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK	Name Datum:	<input type="checkbox"/> OK

2 Herstellen der Bohrlöcher

Es gilt:

- Spreng-TR 310 Abschnitt 4.6, Abs. 1, 2, 3, 4
- sind Horizontalbohrlöcher notwendig, dann gesonderte Gefährdungsbeurteilung entsprechend Spreng-TR 310 Abschnitt 4.6, Abs. 5
- für den Umgang mit Bohrmaschine die Betriebsanleitung des Herstellers und ggf. gesonderte Gefährdungsbeurteilung bzw. Betriebsanweisung Gesteinsbohrgerät

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele /Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit	
			bis wann	wer	wirksam/Datum	wer
<input type="checkbox"/> Gefährdung durch dreihendes Bohrgestänge (erfasst werden)	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> keine Arbeiten in der Nähe des Bohrgestänges durchführen <input type="checkbox"/> Verkehrswege benutzen <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung Bohrgerät <input type="checkbox"/> eng anliegende Kleidung tragen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Bohrist/in _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> umkippendes, abstürzendes Bohrgerät	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Fahrwege auf Standfestigkeit prüfen, Fahrwege festlegen <input type="checkbox"/> Aufstellung des Bohrgerätes zur Bruchkante festlegen <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung Bohrgerät <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Bohrist/in _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Gefährdung durch Fahrzeuge und Erdbaumaschinen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Rückraumüberwachungsgerät (z. B. Kamera) nachrichten <input type="checkbox"/> kein Aufenthalt im Gefahrenbereich <input type="checkbox"/> Sichtkontakt zu Fahrer/in herstellen <input type="checkbox"/> Sicherheitsabstand bei Begegnungsverkehr <input type="checkbox"/> Warnkleidung tragen, Verkehrsregelungen <input type="checkbox"/> Unterweisung <input type="checkbox"/> Kontrollgang um das Gerät, bevor die Maschine nach einer Arbeitspause gestartet wird <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Bohrist/in, alle Beschäftigten _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK

3 Empfang, Transport und Bereithalten der Sprengmittel an der Sprengstelle

Es gilt:

- Spreng-TR 310 Abschnitt 4.3 Abs. 1–6 und Abschnitt 4.4 Abs. 1–4
- Ggf. separate Gefährdungsbeurteilung „Innerbetrieblicher Verkehr“
- Ggf. Betriebsanweisung „Umgang mit Fahrzeugen“

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit	
			bis wann	wer	wirksam/Datum	wer
<input type="checkbox"/> Heben und Tragen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Gabelstapler, Ladebühne, Gabelhubwagen <input type="checkbox"/> Einsatz von Hilfskräften <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte /r <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> durch unzureichende Ladungssicherung	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Lückenschluss zwischen Ladebordwand und Kiste/ Originalverpackung <input type="checkbox"/> Nutzung formschlüssig wirkender Hilfsmittel <input type="checkbox"/> Niederzurren mittels Ladungssicherungsnetz <input type="checkbox"/> Mitarbeiterschulung zur Ladungssicherung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte /r, Hilfskräfte <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Schnittverletzung beim Öffnen von Verpackungen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sicherheitsmesser verwenden <input type="checkbox"/> Schutzhandschuhe tragen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte /r, Hilfskräfte <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Gefährdung durch Stein- schlag auf Fahrwegen	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sicherheitsabstand vom Böschungsstuß festlegen <input type="checkbox"/> lose und abrutschgefährdete Gesteinspartien beseitigen <input type="checkbox"/> Steinschlagschutz für die Erdbaumaschinen <input type="checkbox"/> Absperrung gefährdeter Bereiche <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Betriebsleiter /in, Sprengberechtigte /r <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung	Wirksamkeit
			bis wann wer	wirksam/Datum wer
<input type="checkbox"/> Gefährdung durch Vibration	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Zustand der Fahrwege optimieren <input type="checkbox"/> Fahrersitz in Wartungsplan aufnehmen <input type="checkbox"/> Fahrersitz auf Körpergewicht einstellen <input type="checkbox"/> Schlaglöcher auffüllen <input type="checkbox"/> Fahrgeschwindigkeit reduzieren <input type="checkbox"/> Einsatzzeiten reduzieren <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Betriebsleiter/in [Redacted] <input type="checkbox"/> OK	Name [Redacted] Datum: [Redacted] <input type="checkbox"/> OK
[Redacted]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	[Redacted] <input type="checkbox"/> OK	Name [Redacted] Datum: [Redacted] <input type="checkbox"/> OK
[Redacted]	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	[Redacted] <input type="checkbox"/> OK	Name [Redacted] Datum: [Redacted] <input type="checkbox"/> OK

4 Laden der Bohrlöcher

Für Umgang mit Sprengschnur gilt Spreng-TR 310 Abschnitt 4.5.6

Für Kontrolle der Bohrlöcher gilt Spreng-TR 310 Abschnitt 4.6 Abs. 5–9

Für das Aufbringen des Besatzes gilt Spreng-TR 310 Abschnitt 4.6 Abs. 10–13 und 14

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko ● ● ●	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit	
			bis wann	wer	wirksam/Datum	wer
<input type="checkbox"/> Heben und Tragen	● ● ●	<input type="checkbox"/> Einsatz Hilfskräfte <input type="checkbox"/> Unterweisung über richtiges Heben und Tragen <input type="checkbox"/> Einsatz Misch-Ladefahrzeug <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Stolpern und Stürzen	● ● ●	<input type="checkbox"/> Auf Ordnung am Bohrlöcher achten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r, Hilfskräfte <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Gefährdung durch gelatinierte Sprengstoffe	● ● ●	<input type="checkbox"/> Teilen von Patronen vermeiden <input type="checkbox"/> Schutzhandschuhe tragen <input type="checkbox"/> Betriebsanweisung „Umgang mit Sprengstoff“ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> Vermeidung Überladung (Steinflug)	● ● ●	<input type="checkbox"/> Verteilung des Sprengstoffes und Zündmittel auf der Grundlage <ul style="list-style-type: none"> • der Vermessung der Bruchwand und Bohrlöcher, • des Bohrprotokolls und • der Lademengenberechnung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r, Hilfskräfte <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK

5 Herstellen der Zündanlage

Es gilt Spreng-TR 310 Abschnitt 4.5.1 sowie Abschnitt 4.5.7, Abs. 3, 4 und zusätzlich

- bei elektrischer Zündung Abschnitt 4.5.2
- bei nichtelektrischer Zündung Abschnitt 4.5.3
- für redundante Zündungen Abschnitt 4.5.6
- bei Fremdelektrizität Abschnitt 4.5.8

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele /Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit	
			bis wann	wer	wirksam /Datum	wer
<input type="checkbox"/> unzureichende Qualifikation	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Schulung/Ausbildung Sprengberechtigter zum Zündverfahren <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Unternehmer/in, Betriebsleiter/in <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> Stolpern und Stürzen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ordnung an der Sprengstelle halten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> ungewollte Beschädigung der Zündanlage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> umsichtiges Arbeiten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK		
<input type="checkbox"/> Herstellung der Zündanlage durch Hilfskraft (für Ausbildungszwecke)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Auswahl der geeigneten Hilfskraft <input type="checkbox"/> ständige Beaufsichtigung durch die Hilfskraft <input type="checkbox"/> eine gleichzeitige Arbeiten der/des Sprengberechtigten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> OK	Name Datum: <input type="checkbox"/> OK		

8 Auffinden von Versagern

Es gilt Spreng-TR 310

- Abschnitt 4.8 Sprengsignale und Verhalten vor und nach der Sprengung, Abs. 10
- Abschnitt 4.9 Versager und deren Beseitigung
- ggf. Betriebsanweisung „Verhalten beim Auffinden von Versagern“
- **Für Teiltätigkeiten im Zusammenhang mit der Beseitigung von Versagern (z. B. Nachbohren, Herstellen der Zündanlage, Sichern und Absperren) treffen auch die Gefährdungsbeurteilungen der vorangegangenen Abschnitte 1 bis 8 zu.**

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung		Wirksamkeit		
			bis wann	wer	wirksam/Datum	wer	
<input type="checkbox"/> unzureichende Kommunikation	<input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ●	<input type="checkbox"/> Beim Auffinden von Sprengmitteln (Versager) sofortige Information der/des Sprengberechtigten bzw. Betriebsleiter/in <input type="checkbox"/> Unterweisung aller Beschäftigten <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	alle Beschäftigten, Sprengberechtigte/r, Betriebsleiter/in []	Name [] Datum: []	<input type="checkbox"/> OK	Name [] Datum: []	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> unzulässige Inbesitznahme von Sprengmitteln aus Versagern	<input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ●	<input type="checkbox"/> Fundstelle sichern, beaufsichtigen, ggf. bewachen <input type="checkbox"/> unbeteiligte Personen fernhalten <input type="checkbox"/> Unterweisung aller Beschäftigten <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r []	Name [] Datum: []	<input type="checkbox"/> OK	Name [] Datum: []	<input type="checkbox"/> OK
<input type="checkbox"/> unzeitige Zündung beim Laden oder Nachzerkleinern von Haufwerk	<input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ● <input type="checkbox"/> ●	<input type="checkbox"/> beim Auffinden von Sprengmitteln (Versager) Arbeiten sofort einstellen <input type="checkbox"/> Unterweisung aller Beschäftigten	alle Beschäftigten, Sprengberechtigte/r, Betriebsleiter/in []	Name [] Datum: []	<input type="checkbox"/> OK	Name [] Datum: []	<input type="checkbox"/> OK

Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Risiko	Schutzziele/Maßnahmen	Realisierung bis wann	Wirksamkeit wirksam/Datum	wer
<input type="checkbox"/> Steinflug bei Beseitigung/ Nachzünden des Versa- gers	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Abspermaßnahmen wie Abschnitt 6 <input type="checkbox"/> ausreichend Vorgabe herstellen/sicherstellen (z. B. Anschüttung, Aufschüttung, Abdeckung) <input type="checkbox"/> bei unzureichender Vorgabe Sprengbereich vergrößern, ggf. zusätzliche Abspermaßnahmen, Information der Anleiter/innen <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Betriebsleiter/in, Sprengberechtigte/r Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	wer
<input type="checkbox"/> unzeitige Zündung des Versagers	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> unmittelbare Beseitigung mittels Nachzündung <input type="checkbox"/> Bergung und Sicherung des Versagers zur späteren Vernichtung <input type="checkbox"/> Bergen des Versagers zur späteren Rückgabe an Lieferant/ Dienstleister – Information an Lieferant/Dienstleister <input type="checkbox"/> kein Anbohren des Versagers <input type="checkbox"/> kein gewaltsames Entfernen des Versagers <input type="checkbox"/> Hinzuziehen einer/eines Sprengsachverständigen <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	wer
<input type="checkbox"/> unzureichende Dokumentation	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Versager dokumentieren (Sprengbericht, Versagerbuch) <input type="checkbox"/> geborgene Versager im Verzeichnis nach § 16 SprengG eintragen <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Sprengberechtigte/r Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	wer
<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	wer
<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Beratungsbedarf	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	Name: _____ Datum: _____ <input type="checkbox"/> OK	wer
Ort, Datum					

Anlage 2

Ladeplan		Firmenlogo
Betrieb:		
Lage/Schle:		
Planner:		
Dateiname:		
Kommentar:		

Loch Nr.	Tiefe [m]	Ladedeck 1 [Stk, kg, m]		Ladedeck 2 [Stk, kg, m]		Ladedeck 3 [Stk, kg, m]		Ladedeck 4 [Stk, kg, m]		Ladedeck 5 [Stk, kg, m]		Besatz [m]
		Produkt	Ist	Produkt	Plan	Produkt	Plan	Produkt	Plan	Produkt	Plan	
A1	15,9	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	65	patr. Sprengstoff	1					3
A2	16,1	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	67	patr. Sprengstoff	1					3
A3	16,1	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	67	patr. Sprengstoff	1					3
A4	16,3	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	71	patr. Sprengstoff	1					3
A5	16,5	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	40	patr. Sprengstoff	11					3
A6	16,6	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	70	patr. Sprengstoff	2					3
A7	16,7	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	70	patr. Sprengstoff	2					3
A8	16,7	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	60	patr. Sprengstoff	5					3
A9	16,0	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	66	patr. Sprengstoff	1					3
A10	16,2	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	67	patr. Sprengstoff	1					3
A11	16,3	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	50	patr. Sprengstoff	8					3
A12	16,5	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	70	patr. Sprengstoff	1					3
A13	16,6	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	70	patr. Sprengstoff	1					3
A14	16,8	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	40	patr. Sprengstoff	12					3
A15	17,0	patr. Sprengstoff	1	loser Sprengstoff	73	patr. Sprengstoff	1					3

.....

Datum

.....

Unterschrift/Sprengberechtigte/r

Anlage 3



Anzeige nach § 21 Abs. 4 Sprengstoffgesetz (Verantwortliche Personen nach § 19 Abs. 1 Nr. 3 und 4 SprengG)

<input type="checkbox"/> Herr <input type="checkbox"/> Frau		
Name		Vorname
Straße, Hausnummer		PLZ Ort
Firma		
Sitz		Telefon

Erlaubnis nach § 7 SprengG	
Nr.	vom (Datum)
Ausstellende Behörde	

Als verantwortliche Person nach § 19 Abs. 1 Nr. 3 und 4 SprengG	
<input type="checkbox"/> des Betriebs: <input type="checkbox"/> der Zweigniederlassung: <input type="checkbox"/> der unselbständigen Zweigstelle:	
Bezeichnung	
Anschrift	
wurde <input type="checkbox"/> Herr <input type="checkbox"/> Frau	
Familienname, ggf. Geburtsname	Vorname(n)
Befähigungsschein Nr. (Bitte Befähigungsschein/Kopie beifügen)	vom (Datum)
Ausstellende Behörde	
Art und Ort der Tätigkeit im Betrieb	
mit Datum vom	
<input type="checkbox"/> bestellt <input type="checkbox"/> abberufen	

Ort, Datum

(Stempel)

Unterschrift

Anlage 4

Nummer: **O1-00**

Bearbeitungsstand: 08/08

Arbeitsplatz/Tätigkeitsbereich: **Steinbruch**

Betriebsanweisung Sprengmittelversager

Betrieb: **Musterbetrieb**

1. ANWENDUNGSBEREICH

Verhaltensweise beim Auffinden von Versagern und Restsprengmitteln im Steinbruch

2. GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



Verletzungen durch unsachgemäße Behandlung nicht detonierter Sprengmittel

3. SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN



- Versager müssen sofort durch ein augenfälliges Zeichen erkennbar gemacht werden: Absperrband, Fluchtstab, Markierungsfarbe usw.
- Keinesfalls dürfen Versagerbohrlöcher und Bohrlochpfeifen an- und ausgebohrt oder ausgekratzt werden. Es darf auf keinen Fall versucht werden, etwa an aus Bohrlochern herausragender Sprengschnur oder Zünderdrähten zu ziehen.
- Personen, die Versager finden haben unverzüglich den zuständigen Sprengberechtigten bzw. die zuständige Sprengberechtigte zu informieren, der daraufhin weiteren Maßnahmen zur Versagerbeseitigung einleitet.
- Personen ohne Befähigungsschein dürfen verstreute Sprengmittel weder in Empfang nehmen noch einsammeln.
- Der Sprengberechtigte bzw. die Sprengberechtigte fertigt eine schriftliche Dokumentation über Fundort, Zeitpunkt, Art des Sprengmittels und Menge an und trägt diese im Sprengprotokoll ein.
- Die oder der verantwortliche Sprengberechtigte oder Steinbruchbeauftragte veranlasst die Aufbewahrung der geborgenen Sprengmittel im Sprengmittellager.
- Alle Arbeiten sind sofort einzustellen im Fall von Sprengmittelfunden bei Ladearbeiten und Transport. Das betreffende Haufwerk ist auf weitere verstreute Sprengmittel abzusuchen. Erst danach dürfen die Arbeiten fortgeführt werden.
- Bei Bohrarbeiten hat das Bohrpersonal vor jedem Anbohren der Bohrpunkte eine visuelle Kontrolle auf Versager durchzuführen.
- Die Angabe der Bohranlage erfolgt in jedem Falle durch die bestellten Sprengberechtigten. Diese haben vor Angabe der Bohransatzpunkte die Kontrolle auf etwaige Versager durchzuführen. Das gilt gleichfalls für zu bohrende Sohlbohrlöcher, Zehen und Knäpper.
- Es ist verboten auf oder neben Versagerbohrlöchern erneut zu bohren! Sofern nicht umgesetzte Ladesäulen nur durch Hinterbohren und Sprengen der hinterbohrten Löcher aus dem Gebirgsverband entfernt werden können, ist ein ausreichender Abstand zwischen dem Versager- und hinterbohrtem Loch durch den Sprengberechtigten oder die Sprengberechtigte zu beachten. Bei der Abstandsfestlegung ist insbesondere die Bohrlochlänge zu berücksichtigen und das sorgfältige richtungsgenaue Niederbringen der Bohrlöcher durch den Sprengberechtigten zu überwachen.
- Persönliche Schutzausrüstung gemäß BA PSA / Vorgaben Steinbruch ist zu benutzen.

4. ERSTE HILFE



- Ersthelfer heranziehen!
- Notruf: 112
- Unfall melden

5. SACHGERECHTE ENTSORGUNG

- Sprengmittelfunde/Versager fachgerecht entsorgen (z.B. Versprengen); auf keinen Fall durch Abbrand oder in öffentlichen Abfallkreislauf entsorgen.
- Zündmittelreste von Sprengstoffresten trennen

Datum:

Nächster

Überprüfungstermin:

Unterschrift:

Unternehmer/in - Geschäftsleitung:

Quellenverzeichnis

1. Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. September 2002 (BGBl. I S. 3518), zuletzt geändert durch Artikel 4a des Gesetzes vom 17.02.2020 (BGBl. I S. 166)
2. Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Januar 1991 (BGBl. I S. 169), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 11. Juni 2017 (BGBl. I S. 1617)
3. Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV) vom 10. September 2002 (BGBl. I S. 3543), zuletzt geändert durch Artikel 111 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I, S. 626)
4. Technische Regel zum Sprengstoffrecht Kennzeichnung von explosionsgefährlichen Stoffen, deren Verpackung und Sprengzubehör, SprengTR 100 vom 09. April 2014 (BANz vom 30.04.2014, B2), zuletzt geändert am 11. November 2016 (BANz AT 25.11.2016, B1)
5. Technische Regel zum Sprengstoffrecht Sprengarbeiten, SprengTR 310 vom 05. Oktober 2016 (BANz vom 11.10.2016, B1)
6. Richtlinie für das Zuordnen explosionsgefährlicher Stoffe zu Lagergruppen, SprengLR 010 Ausgabe April 1978
7. Bauweise und Einrichtung der Lager für Sprengstoffe und Zündmittel, SprengLR 210 Ausgabe September 1978
8. Richtlinie Diebstahlsicherung der Lager für Explosivstoffe und Gegenstände mit Explosivstoff, SprengLR 230 vom 01. Dezember 1997 (BArbBl. 02/80 S. 101)
9. Richtlinie Aufbewahrung kleiner Mengen, SprengLR 410 vom 10. Dezember 1981 (BArbBl. 2/1982 S. 72)
10. Landesverordnungen über die Zuständigkeiten nach dem Sprengstoffgesetz
11. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
12. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)
13. DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
14. DGUV Vorschrift 29 „Steinbrüche, Gräbereien und Halden“
15. DGUV Vorschrift 38 „Bauarbeiten“
16. DGUV Vorschrift 40 „Taucherarbeiten“
17. DGUV Regel 112-139 „Einsatz von Personen-Notsignal-Anlagen“

18. DGUV Information 205-002 „Brandschutz bei feuergefährlichen Arbeiten“
19. DGUV Information 212-017 „Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln“
20. DGUV Information 213-006 „Vermessung und Berechnung von Bohrlochsprengungen“
21. DGUV Information 213-056 „Gaswarneinrichtungen für toxische Gase/Dämpfe und Sauerstoff - Einsatz und Betrieb“ (Merkblatt T 021 der BG RCI)
22. Merkblatt A 023 „Hand- und Hautschutz“ der BG RCI.
23. DIN EN 13541:2012-06
Glas im Bauwesen – Sicherheitssonderverglasung – Prüfverfahren und Klasseneinteilung des Widerstandes gegen Sprengwirkung
24. DIN EN 10025-2:2019-10 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle

Literaturverzeichnis

- **Zünden von Sprengladungen**
Autor: Gerd Vogel, ISBN: 978-3-926523-42-6
- **Sprengtechnik – Anwendungsgebiete und Verfahren**
Autor: Hellmut Heinze, ISBN: 978-3-89998-254-1

Bildnachweis

Titel: © T. Kroll

Abb. 1, 9, 12, 42–45: © Dresdner Sprengschule GmbH

Abb. 2, 3, 14, 18, 24, 29: © Ludger Staskiewicz

Abb. 4, 19, 20, 28, 35–36: © DGUV (Vorlage Ludger Staskiewicz)

Abb. 5, 6, 6a, 22: © Zünderwerke Ernst Brün GmbH

Abb. 7, 8, 10: © LHS-Germany GmbH

Abb. 11: © DGUV

Abb. 13, 27, 41: © Gerd Vogel

Abb. 15–17, 21, 29: © DGUV

Abb. 23, 25, 30, 33: © DGUV (Vorlage Gerd Vogel)

Abb. 26: © Dirk Grothe

Abb. 31: © Johannes Nickel GmbH & Co. KG

Abb. 32: © Ralf Baier

Abb. 34, 39, 40: © BG BAU, U. Spod

Abb. 37: © BG RCI, Jochen Stürtz

Abb. 38: © ExxonMobil

Abb. 46: © Thomas Knollmann

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

Fax: 030 13001-9876

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de