Sprengtechnik

*Autoren:*
Obering. Hellmut Heinze
Dipl.-Ing. Horst Becker
Obering. Siegfried Bergmann
Dr.-Ing. Rainer Dietze
Dr.-Ing. Dietmar Harzt
Dipl.-Ing. Jürgen Lippok
Dr. paed. Wilfried Reithe
Dipl.-Ing. Konrad Richter
Dipl.-Ing. Klaus Thiemer

# SPRENGTECHNIK

## Anwendungsgebiete und Verfahren

Federführender Autor: Obering. Hellmut Heinze

3., überarbeitete Neuauflage
Mit 352 Bildern und 103 Tabellen

WeißenseeVerlag

| *Zusätzliche Bearbeiter der 2. Auflage:* | Abschnitte |
|---|---|
| Dipl.-Ing. paed. Thomas Baunacke | 1.2.2., 3.5. |
| Dipl.-Geophys. Günther Fuchs | 4.5.3. |
| Chemie-Ing. Bärbel Gütig | 3.4., 3.11.3., 3.12., 4.1.9., 4.5.5. |
| Berg-Ing. Peter Hertel | 4.1.14. |
| Dipl.-Ing. Volker Heyne | 4.5.12. |
| Dr.-Ing. Jürgen Keßler | 4.5.2. |
| Dipl.-Ing. Manfred Küchler | 4.1.6. |
| Dr.-Ing. Peter Lichte | 3.11.4.1., 3.11.4.2. |
| Obering. Albert Müller | 4.5.5. |
| Dr.-Ing. sc. Dipl.-Geol. Bernd Müller | 1.5., 4.1.2., 4.1.3. |
| Dipl.-Ing. Wilhelm Ritzer | 4.5.9. |
| Berg-Ing. Gerhard Starsch | 4.5.4. |
| Dipl.-Ing. Ernst Ulrich | 2. bis 2.3. |
| Dipl.-Ing. paed. Gerd Vogel | 1.2., 1.2.1., 1.2.3., 1.3., 3.9. bis 3.9.2.2.; Definition ausgewählter sprengtechnischer Begriffe |
| Dipl.-Ing. Petra Zahm | 3.1. |

**Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.de abrufbar.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne die Zustimmung des Verlages außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

3., überarbeitete Neuauflage
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1987
Überarbeitete 2. Auflage: © Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig * Stuttgart 1993
Überarbeitete 3. Auflage: © Weißensee Verlag, Berlin 2019

© 2019 by Weißensee Verlag
Hubertusstr. 14, 10365 Berlin
Tel: 030 993 9316
Fax: 030 994 01888
info@weissensee-verlag.de
Verlagsleitung: Detlef W. Stein

**www.weissensee-verlag.de**
**www.anthea-verlagsgruppe.de**

Covergestaltung: M u. K Werbeagentur
Technische Bearbeitung: Thomas Seidel

ISBN 978-3-89998-254-1

## Vorwort des Herausgebers der dritten überarbeiteten Auflage 2019

Das Fachbuch „Sprengtechnik - Anwendungsgebiete und Verfahren“, das auch unter dem Namen „Handbuch Sprengtechnik“ vielen Fachleuten ein Begriff ist, wurde letztmalig 1993 in einer 2. überarbeiteten Auflage herausgegeben und ist seit ca. Ende der 1990er Jahre vergriffen.
Neben den sprengtechnischen theoretischen Grundlagen ermöglicht das Fachbuch einen umfassenden Einblick in nahezu alle Teilbereiche der Sprengtechnik. So erstreckt sich das Kapitel Sprengverfahren von Sprengungen im Gestein und Gebirge über Abbruchsprengungen, Metall- und Holzsprengungen bis hin zu speziellen Verfahren, wie Verdichtungs- und Verdrängungssprengungen, Schneefeldsprengungen, Sprengungen in heißen Massen, Unterwassersprengungen und Tiefbohrlochsprengungen im Zusammenhang mit der Gewinnung von Öl- und Gasvorkommen. Darüber hinaus werden Verfahren zur Nutzung von Explosivstoffen im Zusammenhang mit der Herstellung und Bearbeitung metallischer Werkstoffe sowie Verteilungssprengungen in der Landwirtschaft behandelt.
Die umfassende Darstellung und Erläuterung nahezu aller relevanten sprengtechnischen Zusammenhänge ist nicht zuletzt ein Grund dafür, dass dieses Buch sowohl bei den Sprengberechtigten selbst als auch bei den im Bereich Sprengtechnik agierenden Sachverständigen, Gutachtern und Unternehmen großes Interesse findet und dies weit über die Grenzen Deutschlands hinaus.
Angeregt durch zahlreiche Gespräche mit Fachkollegen des Bereiches Sprengtechnik hat sich die Dresdner Sprengschule GmbH entschlossen, das Fachbuch „Sprengtechnik - Anwendungsgebiete und Verfahren“ in einer Neuauflage herauszugeben.
Es ist kein Geheimnis, dass die Herausgabe eines Buches mit vielen Herausforderungen und Aufgaben verbunden ist. Unter Berücksichtigung aller Faktoren haben wir uns entschieden, das Fachbuch „Sprengtechnik Anwendungsgebiete und Verfahren“, bis auf den Austausch von Bildern/Fotos, zunächst in einer nahezu unveränderten Ausgabe in Zusammenarbeit mit dem Weißensee Verlag in Berlin herauszugeben. Eine inhaltliche Überarbeitung ist ggf. zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Wir möchten an dieser Stelle die Gelegenheit nutzen, uns ganz herzlich bei den folgenden Firmen und Fachkollegen

Austin Powder Germany GmbH,
Deutsche Sprengunion GmbH,
HAGEDORN GmbH
ifp-Ingenieurbüro für Prozeßautomation GmbH
K+S Aktiengesellschaft
LHS-Germany GmbH
Lothar Rapp GmbH - Bohr- und Sprengunternehmen
MAXAM Deutschland GmbH

Mobiler Bild- und Messdienst
Richard Liesegang GmbH & Co. KG
Thüringer Sprenggesellschaft mbH
Herrn Jürgen Bartsch, Wismar
Herrn Uwe Jacob, Hohenmölsen
Herrn Manfred Krämer, St. Wendel
Herrn Gerd Vogel, Dresden

für ihr Engagement und ihre Unterstützung zu bedanken.

Es ist unser Anliegen, mit der Neuauflage dieses Fachbuches, insbesondere den Sprengberechtigten bei der umfassenden Planung und Vorbereitung der zu realisierenden sprengtechnischen Aufgaben zu unterstützen.

Für die Herausgeber dieses Fachbuches

Jörg Rennert
Geschäftsführer
Dresdner Sprengschule GmbH

# Vorwort

Die 1. Auflage des Fachbuches »Sprengtechnik – Anwendungsgebiete und Verfahren« erfüllte die Erwartungen der Sprengfachleute vieler Länder, insbesondere im deutschsprachigen Raum. Ein Beweis dafür ist, daß dieses Handbuch zur Anleitung und praktischen Durchführung von Sprengarbeiten besonders im übertägigen Bereich wieder vergriffen ist.
Auf der Grundlage der Hinweise von Fachkreisen aus dem In- und Ausland und neuer Erkenntnisse auf den verschiedensten Gebieten der Sprengtechnik stand vor den Autoren die Aufgabe, für die 2. Auflage eine Reihe von Abschnitten neu zu bearbeiten, in unterschiedlichstem Umfang zu ergänzen bzw. Korrekturen vorzunehmen.
Neu bearbeitet wurden unter anderem die Abschnitte »Einfluß der technologischen Parameter auf den Zerstörungsmechanismus« sowie »Klassifikationssystem zur Ermittlung der Sprengbarkeit«. In den Abschnitt »Brisante Gesteinssprengstoffe« sind die Emulsionssprengstoffe eingearbeitet worden. Eine umfangreiche Überarbeitung erfuhren die Abschnitte »Sprengzubehör«, »Allgemeine Grundlagen der Dimensionierung von Sprengladungen«, »Sprengerschütterungen« und »Luftdruckwellen«. Neu erarbeitet wurde der Abschnitt »Planungsunterlagen für Sprengarbeiten«.
Der Abschnitt »Sprengungen im Gestein und Gebirge« wurde neu gegliedert, und darin wurden die Ausführungen über das »Vorkesseln« stark gekürzt. Völlig überarbeitet worden sind die Abschnitte »Reihensprengungen« sowie »Großbohrlochsprengungen«. Zusätzlich aufgenommen wurden die Abschnitte »Sprengverfahren zur Gewinnung von Werksteinen«, »Brunnensprengungen«, »Verdichten des Untergrundes durch Sprengungen« und »Schneefeldsprengungen«. Eine Neubearbeitung erfuhren die Abschnitte »Sprengungen von Stahlprofilen und Stahlkonstruktionen«, »Explosivbearbeitung metallischer Werkstoffe« sowie »Sprengstoffrechtliche und berufsgenossenschaftliche Vorschriften«.
62 Bilder wurden durch neue ersetzt bzw. neu aufgenommen. Die Autoren sind der Meinung, daß durch diese umfangreichen Überarbeitungen erneut dem Ziel Rechnung getragen wurde, daß dieses Fachbuch auch weiterhin für den Sprengingenieur, den Sprengberechtigten, aber auch für den Projektanten und Studierenden ein geeignetes Nachschlage- und Lehrwerk ist. Für Fach- und Hochschulen sowie spezielle Ausbildungsstätten im Sprengwesen wird es als Literatur empfohlen.
Wertvolle Unterstützung erhielten die Autoren durch Fachkollegen und die Sprengschule in Dresden, die für das Fachbuch Zuarbeit leisteten. Besonderer Dank gilt dafür den Herren J. Kneißel, Dr.-Ing. D. Korth, Dipl.-Ing. U. Krautz, G. Kunath, Dipl.-Ing. S. Rosemann, Dipl.-Kaufm. Fr. W. Sobbe. Dank gilt auch den Herren Dipl.-Kaufm. W. Werner, Hofrat Dipl.-Ing. H. Holluba aus Österreich und Dipl.-Ing. A. Steiger aus der Schweiz. Besonderer Dank gilt dem Gutachter, Herrn Prof. Dr. sc. H. Gerhardt, der durch seine Hinweise mit zum Gelingen dieses Fachbuches beitrug. Die Autoren erhielten vom Verlag verständnisvolle Hilfe und Unterstützung.

Die Autoren

# Inhaltsverzeichnis


## Begriffs- und Zeichenerklärung 12

*Definition ausgewählter sprengtechnischer Begriffe* 12
*Abkürzungen für Sprengstoffe, Zündmittel und Sprengzubehör* 14
*Abkürzungen für Berechnungen einschließlich der Ermittlung der Lademengen* 15

## 1. Allgemeine Grundlagen der Sprengtechnik 21

1.1. Historischer Abriß . . . . . 21

1.2. Rechtsvorschriften und berufsgenossenschaftliche Vorschriften im Sprengwesen der BRD . . . . . 22
1.2.1. Sprengstoffgesetz und dessen Verordnungen . . . . . 23
1.2.2. Gefahrgutverordnung Straße (GGVS) . . . . . 23
1.2.3. Unfallverhütungsvorschriften und Bergverordnungen . . . . . 23
1.2.4. Sprengpersonal . . . . . 24

1.3. Sprengtechnische Begriffe . . . . . 25

1.4. Detonationstheorie und Zerstörungsmechanismus . . . . . 27
1.4.1. Allgemeine Vorgänge bei der Umsetzung von Sprengstoffen . . . . 27
1.4.2. Hydrodynamisch-thermodynamische Detonationstheorie . . . . . 28
1.4.3. Detonationsgeschwindigkeit und Sprengenergie . . . . . 30
1.4.4. Übertragung und Ausbreitung der Sprengenergie um die Sprengladung 33
1.4.5. Bruchmechanismus . . . . . 35
1.4.6. Einfluß von geologischen und hydrologischen Verhältnissen . . . . 39
1.4.7. Einfluß technologischer Parameter auf den Zerstörungsmechanismus . 42

1.5. Beurteilung der Sprengbarkeit von Gestein und Gebirge . . . . . 44
1.5.1. Allgemeiner Überblick . . . . . 44
1.5.2. Klassifikationssystem zur Ermittlung der Sprengbarkeit . . . . . 47

## 2. Arbeitsmittel in der Sprengtechnik 55

2.1. Sprengstoffe . . . . . 55
2.1.1. Aufbau der Sprengstoffe . . . . . 55
2.1.2. Kennwerte der Sprengstoffe . . . . . 56
2.1.2.1. Sprengtechnische Beurteilung . . . . . 56
2.1.2.2. Sicherheitliche Beurteilung . . . . . 58
2.1.3. Einteilung der Sprengstoffe . . . . . 60
2.1.4. Einheitliche Sprengstoffe . . . . . 61
2.1.5. Zusammengesetzte Sprengstoffe . . . . . 62
2.1.5.1. Pulversprengstoffe . . . . . 62
2.1.5.2. Brisante Gesteinssprengstoffe . . . . . 63
2.1.5.3. Wettersprengstoffe . . . . . 69

2.2. Zündmittel . . . . . 69
2.2.1. Sprengschnüre . . . . . 69
2.2.2. Sprengkapseln . . . . . 70
2.2.3. Sprengverzögerer . . . . . 70
2.2.4. Elektrische Zünder . . . . . 71
2.2.4.1. Nichtsprengkräftige Zünder . . . . . 73
2.2.4.2. Sprengkräftige Zünder . . . . . 73
2.2.5. Zündschnüre . . . . . 76
2.2.6. Zündschnuranzünder . . . . . 76

2.3. Sprengzubehör . . . . . 77
2.3.1. Sprengstoffladegeräte und Sprengstoffmischladegeräte . . . . . 77
2.3.2. Zündquellen . . . . . 78
2.3.2.1. Zündmaschinen . . . . . 78
2.3.2.2. Zündschalter und Zündeinrichtungen . . . . . 80
2.3.3. Prüfgeräte . . . . . 81
2.3.3.1. Zündkreisprüfer . . . . . 81
2.3.3.2. Zündmaschinenprüfgeräte . . . . . 82
2.3.3.3. Streustrommeßgeräte . . . . . 82
2.3.4. Sonstiges Sprengzubehör . . . . . 83
2.3.4.1. Zündleitungen . . . . . 83
2.3.4.2. Isolierhülsen . . . . . 84
2.3.4.3. Sprengkapselanwürgegeräte . . . . . 84
2.3.5. Hilfsmittel . . . . . 84

**3. Vorbereitung und Durchführung von Sprengarbeiten** 85

3.1. Erarbeitung von Planungsunterlagen für Sprengarbeiten . . . . . 85

3.2. Laderaum . . . . . 88
3.2.1. Laderaumarten . . . . . 88
3.2.2. Herstellen des Laderaumes . . . . . 91
3.2.2.1. Mechanische Herstellung von Bohrlöchern . . . . . 91
3.2.2.2. Nichtmechanische Herstellung von Bohrlöchern . . . . . 99
3.2.3. Anlage der Laderäume . . . . . 101
3.2.3.1. Bohrlochdurchmesser/Laderaumvolumen . . . . . 102
3.2.3.2. Bohrlochlänge und Bohrlochneigung . . . . . 103
3.2.3.3. Vorgabe, Bohrlochabstand, Seitenverhältnis . . . . . 104

3.3. Sprengladung . . . . . 106

3.4. Allgemeine Grundlagen der Dimensionierung von Sprengladungen . . . . . 109

3.5. Beförderung von Sprengstoffen und Zündmitteln . . . . . 117

3.6. Aufbewahrung von Sprengstoffen und Zündmitteln . . . . . 119

3.7. Laden der Sprengstoffe und Zündmittel . . . . . 121
3.7.1. Vorbereitung der Sprengstelle . . . . . 121
3.7.2. Herstellung der Verstärkungsladung . . . . . 123
3.7.2.1. Anfertigung einer Schlagpatrone . . . . . 123
3.7.2.2. Anfertigung einer Verstärkungsladung unter Verwendung von Sprengschnur . . . . . 125

3.7.3. Laden der Sprengmittel . . . . . 125
3.7.3.1. Laden patronierter Sprengstoffe . . . . . 126
3.7.3.2. Laden loser Sprengstoffe . . . . . 126

3.8. Besetzen . . . . . 127
3.8.1. Aufgaben des Besatzes . . . . . 127
3.8.2. Besatzmaterial . . . . . 128
3.8.3. Besatzarten . . . . . 129
3.8.3.1. Einteilung des Besatzes nach Lage und Anordnung . . . . . 129
3.8.3.2. Einteilung des Besatzes nach der Wirkungsweise . . . . . 129

3.9. Zünden . . . . . 130
3.9.1. Zündschnurzündung . . . . . 130
3.9.2. Elektrische Zündung . . . . . 132
3.9.2.1. Anlage von Zündkreisen . . . . . 133
3.9.2.2. Durchführung der elektrischen Zündung . . . . . 138
3.9.2.3. Gefährdung der elektrischen Zündung durch fremde elektrische Energie 140
3.9.3. Andere nichtelektrische Zündverfahren . . . . . 142

3.10. Sicherung der Sprengstelle und des Sprengbereiches . . . . . 143
3.10.1. Absperrplan . . . . . 143
3.10.2. Methoden und Maßnahmen der Sicherung vor der Sprengung . . . 145
3.10.3. Maßnahmen nach der Sprengung . . . . . 149

3.11. Das Sprengergebnis und seine Beurteilung . . . . . 150
3.11.1. Haufwerksstückigkeit und Haufwerkslage . . . . . 151
3.11.2. Fehlergebnisse beim Sprengen . . . . . 152
3.11.3. Versager und deren Beseitigung . . . . . 153
3.11.4. Nebenwirkungen bei Sprengungen . . . . . 155
3.11.4.1. Sprengerschütterungen . . . . . 155
3.11.4.2. Luftdruckwellen bei Sprengungen . . . . . 167
3.11.4.3. Schleuderwirkungen . . . . . 167
3.11.4.4. Erddruck . . . . . 168
3.11.4.5. Wasserdruckwellen . . . . . 168
3.11.4.6. Staub . . . . . 169
3.11.4.7. Sprengschwaden . . . . . 170
3.11.4.8. Explosionen infolge von Sprengungen . . . . . 171

3.12. Vernichten von Sprengstoffen und Zündmitteln . . . . . 171

**4. Sprengverfahren** 173

4.1. Sprengungen im Gestein und Gebirge . . . . . 174
4.1.1. Einzelbohrlochsprengungen mit seitlich freier Fläche . . . . . 174
4.1.2. Reihensprengungen . . . . . 176
4.1.2.1. Definition . . . . . 176
4.1.2.2. Reihensprengungen mit vertikalen oder geneigten Bohrlöchern . . . 177
4.1.2.3. Reihensprengungen mit horizontalen Bohrlöchern . . . . . 180
4.1.2.4. Flächensprengungen . . . . . 181
4.1.2.5. Aussprengen von Baugruben . . . . . 182
4.1.3. Großbohrlochsprengungen . . . . . 184
4.1.3.1. Vorbereitung von Großbohrlochsprengungen . . . . . 184

4.1.3.2. Festlegung der Geometrie einer Großbohrlochsprengung . . . . . 188
4.1.3.3. Aufbau und Zusammensetzung der Ladungen . . . . . 194
4.1.3.4. Anlage der Zündung . . . . . 196
4.1.3.5. Allgemeine Grundsätze für das Entwerfen einer Großbohrloch-Sprenganlage . . . . . 201
4.1.3.6. Massen- und Ladungsberechnung . . . . . 202
4.1.4. Kammersprengungen . . . . . 206
4.1.5. Schonendes Sprengen . . . . . 214
4.1.5.1. Zerstörungsvorgang und Einfluß geologischer und geomechanischer Gegebenheiten . . . . . 215
4.1.5.2. Herstellen und Einbringen der Ladungen . . . . . 217
4.1.5.3. Verfahren des schonenden Sprengens . . . . . 218
4.1.5.4. Ermittlung der Bohr- und Sprengparameter . . . . . 219
4.1.5.5. Beispiele und Empfehlungen für die Praxis . . . . . 220
4.1.6. Sprengverfahren zur Gewinnung von Werksteinen . . . . . 222
4.1.6.1. Sprengen von Gassen . . . . . 224
4.1.6.2. Spaltsprengungen . . . . . 227
4.1.6.3. Reihensprengungen . . . . . 232
4.1.6.4. Gang- und Hebersprengungen, Sprengspalten . . . . . 233
4.1.7. Sprengungen zur Nachzerkleinerung . . . . . 235
4.1.7.1. Auflegersprengungen . . . . . 235
4.1.7.2. Knäppersprengungen . . . . . 237
4.1.7.3. Zerkleinerung mit expandierenden Gemischen . . . . . 237
4.1.8. Grabensprengungen im Festgestein . . . . . 238
4.1.9. Brunnensprengungen . . . . . 240
4.1.10. Mastloch- und Zylinderlochsprengungen . . . . . 242
4.1.11. Auflockerungssprengungen . . . . . 246
4.1.11.1. Gesteinssprengungen in der Nähe von Bauwerken und Verkehrsanlagen 247
4.1.11.2. Felssprengungen zum Auflockern der vorgelagerten Massen am Böschungsfuß und zur Begradigung der Arbeitssohle . . . . . 247
4.1.11.3. Gesteinssprengungen innerhalb von Räumen . . . . . 247
4.1.12. Sprengverfahren im horizontalen und vertikalen Vortrieb . . . . . 248
4.1.12.1. Einbrüche . . . . . 248
4.1.12.2. Sprengen des vollständigen Abschlages . . . . . 259
4.1.12.3. Besonderheiten im vertikalen Vortrieb . . . . . 260
4.1.12.4. Dimensionierung der Sprenganlage im Vortrieb . . . . . 260
4.1.12.5. Durchführung der Sprengarbeit im Vortrieb . . . . . 262
4.1.13. Sprengverfahren zur Herstellung großer Räume . . . . . 264
4.1.14. Sprengungen von festen Einlagerungen im Lockergestein . . . . . 268
4.1.15. Grabensprengungen im Lockergestein . . . . . 270
4.1.15.1. Verfahren für den teilweisen Auswurf der Massen bei Sprengungen von Meliorationsgräben . . . . . 270
4.1.15.2. Sprengungen für die Herstellung von Verbindungsgräben und Kanälen in bindigem und nichtbindigem Lockergestein . . . . . 275
4.1.15.3. Gerichtete Auswurfsprengungen . . . . . 277

4.2. Abbruchsprengungen . . . . . 279
4.2.1. Allgemeines . . . . . 279
4.2.2. Bemessungsverfahren . . . . . 280
4.2.3. Sprengen von einzelnen Bauwerksteilen aus Mauerwerk, Beton oder Stahlbeton . . . . . 300
4.2.4. Sprengen von Bauwerken aus Mauerwerk, Beton oder Stahlbeton . . 319

4.2.4.1. Sprengen von Mauerwerkgebäuden (ausschließlich Türme) . . . . 319
4.2.4.2. Sprengen von Gewölben . . . . . 343
4.2.4.3. Sprengen von Industrieschornsteinen . . . . . 352
4.2.4.4. Sprengen von Türmen . . . . . 372
4.2.4.5. Sprengen von Stahlbetonbauwerken . . . . . 380
4.2.4.6. Sprengen von Bauwerken in Mischbauweise . . . . . 383

4.3. Metallsprengungen . . . . . 384
4.3.1. Sprengungen von Stahlprofilen und Stahlbauwerken . . . . . 384
4.3.2. Sprengungen zur Schrottaufbereitung . . . . . 390

4.4. Holzsprengungen . . . . . 393
4.4.1. Stubbensprengungen . . . . . 393
4.4.2. Sprengungen von Windbruch und Bäumen . . . . . 400
4.4.3. Sprengungen von Holzprofilen und Holzbauwerken . . . . . 401

4.5. Spezielle Verfahren . . . . . 403
4.5.1. Einsprengen von geschütteten Erddämmen in nichttragfähigen Baugrund . . . . . 403
4.5.1.1. Begriffsbestimmung und allgemeine Grundsätze . . . . . 403
4.5.1.2. Beschreibung der Verfahren . . . . . 405
4.5.2. Verdichten des Untergrundes durch Sprengungen . . . . . 414
4.5.3. Sprengungen für die praktische Lagerstättenerkundung . . . . . 420
4.5.3.1. Prinzip der seismischen Erkundung . . . . . 420
4.5.3.2. Bedeutung und Bestimmung wichtiger Parameter für seismische Sprengungen . . . . . 422
4.5.3.3. Durchführung von seismischen Arbeiten unter besonderen örtlichen Bedingungen . . . . . 424
4.5.3.4. Sicherheitstechnische Besonderheiten . . . . . 425
4.5.4. Tiefbohrlochsprengungen . . . . . 425
4.5.4.1. Begriffsbestimmung und Anwendungsbedingungen . . . . . 425
4.5.4.2. Verfahren der Tiefbohrlochsprengungen . . . . . 427
4.5.5. Sprengungen in heißen Massen (Warmsprengungen) . . . . . 438
4.5.5.1. Begriffsbestimmung und Anwendungsbedingungen . . . . . 438
4.5.5.2. Beschreibung des Verfahrens . . . . . 439
4.5.5.3. Ladungsberechnung . . . . . 442
4.5.6. Unterwassersprengungen . . . . . 446
4.5.6.1. Begriffsbestimmung und allgemeine Grundsätze . . . . . 446
4.5.6.2. Sprengungen zur Beseitigung von Untiefen, zur Tieferlegung von Fluß- und Hafensohlen, für die Herstellung von Dükergräben sowie Sprengarbeiten in Caissons . . . . . 448
4.5.6.3. Hindernisbeseitigung unter Wasser bei Bauarbeiten und bei der Beseitigung von Schiffswracks . . . . . 453
4.5.6.4. Schutzmaßnahmen zur Abminderung von Druckwellen unter Wasser . 457
4.5.7. Eissprengungen . . . . . 459
4.5.8. Frostbodensprengungen . . . . . 468
4.5.9. Schneefeldsprengungen . . . . . 470
4.5.9.1. Allgemeines . . . . . 470
4.5.9.2. Verfahren für Schneefeldsprengungen . . . . . 471
4.5.9.3. Sprengstoffe und Zündmittel . . . . . 474
4.5.9.4. Rechtliche und sicherheitstechnische Forderungen . . . . . 475
4.5.10. Sprengungen undurchlässiger Schichten im Untergrund für Kultivierungsarbeiten . . . . . 476

4.5.11. Verteilungssprengungen in der Landwirtschaft und in der Binnenfischerei . . . . . 480
4.5.11.1. Verteilungssprengungen in der Landwirtschaft . . . . . 480
4.5.11.2. Verteilungssprengungen in der Binnenfischerei . . . . . 482
4.5.12. Explosivbearbeitung metallischer Werkstoffe . . . . . 483
4.5.12.1. Übersicht über die Möglichkeiten der Metallbearbeitung . . . . . 483
4.5.12.2. Forderungen an die Sprengstoffe . . . . . 486
4.5.12.3. Technologien der Explosivbearbeitung metallischer Werkstoffe . . . 488

**5. Tabellenanhang** 506

5.1. Tabellen mit Rechenwerten für Ladungsberechnungen . . . . . 506
5.2. Tabellen zur Ermittlung der Lademengen bei Anwendung der *Chalon*schen Formel und der Faustformel . . . . . 506

**6. Sprengstoffrechtliche Vorschriften** 522

6.1. Zusammenstellung der wichtigsten sprengstoffrechtlichen Vorschriften für den Umgang, den Verkehr, die Beförderung und Einfuhr explosionsgefährlicher Stoffe in der Bundesrepublik Deutschland (Stand vom 31.12.1990) . . . . . 522
6.2. Zusammenstellung der wichtigsten sprengstoffrechtlichen Vorschriften für den Umgang, den Verkehr, die Beförderung und Einfuhr explosionsgefährlicher Stoffe in Österreich und der Schweiz . . . . . 524

**Literatur- und Quellenverzeichnis** 526
**Bildquellenverzeichnis** 530
**Sachwörterverzeichnis** 532

# Begriffs- und Zeichenerklärung

*Definition ausgewählter sprengtechnischer Begriffe*

| | |
|---|---|
| Abbruchsprengung | Sprengung zum vollständigen oder teilweisen Abbruch von Bauwerken oder Bauwerksteilen |
| Absperrplan | zeichnerische Darstellung der räumlichen Anordnung von Sprengstelle, Gefahrenbereich und Absperrbereich mit Erfassung besonders zu schützender Objekte und Kennzeichnung sicherheitlich bedeutsamer Aussagen, z. B. Aufgabenbereiche von Absperrposten |
| Absperrposten | eingewiesener Arbeitnehmer (Sprenghelfer), der die Sicherung des Absperrbereiches durchsetzt |
| Antistatischer Zünder | elektrischer Zünder (ČSFR) mit erhöhter Sicherheit gegen Zündung durch elektrostatische Entladung |
| Arbeitsbereich | Bereich an der Verwendungsstelle, der während der Lade- und Besetzarbeiten gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern ist |
| Bohrlochaufwand | Verhältnis der zur Realisierung eines geforderten Sprengergebnisses erforderlichen Anzahl von Bohrlöchern zum Auffahrungsquerschnitt |
| Bohrmeteraufwand | Verhältnis der zur Realisierung eines geforderten Sprengergebnisses erforderlichen Bohrmeter zu Volumen, Masse oder Fläche eines Abschlags |
| Bohrschema | Bestandteil des Sprengplanes zum Bohren mit Festlegung der Bohrlochanordnung durch Angaben über Durchmesser, Ansatzpunkte, Richtungen, Längen und Anzahl der Sprengoder Freibohrlöcher |
| Brisanz | zertrümmernde Wirkung eines detonierenden Sprengstoffes auf den unmittelbar umgebenden festen Stoff |
| Deckungsraum | Raum, der während der Sprengung im Gefahrenbereich verbleibenden Personen sicheren Schutz gegen Sprengeinwirkung bietet |
| Gefahrenbereich | Gefährdungsbereich während der Sprengung, in dem Personen- und/oder Sachwertschäden durch direkte Sprengeinwirkung entstehen können |
| Haufwerk | durch Sprengung herausgelöstes, zerkleinertes Material |
| Höchstwiderstand (Grenzwiderstand) | Widerstand, den ein Zündkreis bei Reihenschaltung höchstens haben darf, um die sichere Zündung aller elektrischen Zünder mit der verwendeten Zündquelle zu gewährleisten |
| Initialimpuls | dynamischer und thermischer Impuls zum Auslösen einer Detonation |
| Initialsprengstoff | Explosivstoff, der aus einer chemischen Verbindung besteht, die bereits in geringen Mengen durch Schlag, Reibung, Wärme oder Funken gezündet wird, selbst detoniert und brisante Sprengstoffe initiieren kann |
| Initiieren | Auslösen der Detonation von Sprengstoffen |
| Isolierhülsen (Isolierverbinder) | außen isolierte, einseitig offene Metallhülse mit oder ohne wasserabdichtende Füllung zur Herstellung elektrisch leitender Verbindungen im Zündkreis bei gleichzeitiger Vermeidung von Nebenschlüssen an den Kuppelstellen |

| | |
|---|---|
| Kurzzeitzünder | Verzögerungszünder, bei dem die Verzögerungsintervalle kleiner als 250 ms sind |
| Ladeschema | Bestandteil des Sprengplanes zum Laden und Besetzen mit Festlegung der Art und Menge der Sprengmittel sowie deren Ladungsanordnung |
| Langzeitzünder | Sprengzünder, bei dem durch das Entflammen der Zündpille zunächst ein Verzögerungssatz entzündet wird, der erst nach einem bestimmten Zeitintervall die Detonation der Primärladung auslöst |
| Nichtsprengkräftiges Zündmittel | Zündmittel ohne sprengkräftige Bestandteile |
| Originalverpackung | vom Hersteller gelieferte Versandpackung, z. B. Kiste, Karton, Sack als Schutz bei Transport- und Lagerprozessen; in ihr enthaltene Teilpackungen zählen nicht als Originalverpackung |
| Pulverzündschnur (Zündschnur) | nichtsprengkräftiges Zündmittel, das aus einem mit Schwarzpulver gefüllten Gewebeschlauch mit verschiedenartigen Umhüllungen besteht und zur Weiterleitung einer Zündflamme mit einer festgelegten Brenndauer dient |
| Schallwellenimpedanz (Schallhärte) | Kennwert eines Sprengstoffes, der aus dem Produkt von Dichte und Detonationsgeschwindigkeit des Sprengstoffes gebildet wird |
| Schlagpatrone | mit sprengkräftigem Zündmittel versehene Sprengstoffpatrone |
| Spezifischer Sprengstoffverbrauch | für bestimmte Anwendungsfälle ermittelter Sprengstoffaufwand, der auf Länge, Fläche, Volumen oder Masse bezogen sein kann |
| Sprengbereich (Absperrbereich) | Bereich während der Sprengung, der den Gefahrenbereich einschließt und zusätzlich absperrorganisatorische Maßnahmen berücksichtigt |
| Sprenggerät | mit Sprengmitteln geladene spezielle Vorrichtung (Aufnahmegerät) zur Durchführung von Sprengungen, z. B. Tiefbohrlochsprengung, Warmsprengung, wobei häufig zum Laden ein technisches Hilfsmittel (Einlaßgerät) erforderlich ist |
| Sprengkörper | durch Einfüllen in Behälter, Pressen oder Gießen in bestimmte Form gebrachter Sprengstoff |
| Sprengkräftiges Zündmittel | Zündmittel mit sprengkräftigen Bestandteilen, das zur Einleitung einer Detonation dient |
| Sprengladung (Ladung) | mit geeignetem Zündmittel versehene, einzeln zündbare Sprengstoffmenge |
| Sprengmittel | Sprengstoffe, sprengkräftige Zündmittel und pyrotechnische Erzeugnisse mit Eigenschaften von Sprengstoffen |
| Sprengplan | Bestandteil der Sprengtechnologie mit den zum Bohren und Sprengen erforderlichen technischen Angaben, bestehend aus Bohr-, Lade- und Zündschema |
| Sprengschaden | ausschließlich durch unmittelbare Sprengeinwirkungen, wie Sprengerschütterungen, Luftdruckwellen oder Schleuderwirkung hervorgerufene und vorwiegend an Bauwerken sichtbare unbeabsichtigte Veränderung |
| Sprengschnur | mit brisantem, meist einheitlichem Sprengstoff gefüllter Gewebeschlauch mit verschiedenartigen Umhüllungen; ihre |

| | |
|---|---|
| | Einteilung erfolgt z. B. nach dem Sprengstoffgehalt je Meter Sprengschnur |
| Sprengstelle | Bereich der Sprengladungen eines Zündganges, der auch aus mehreren Verwendungsstellen (Sprengobjekte, Sprengörter) bestehen kann |
| Sprengstoff | ein zum Sprengen geeigneter Explosivstoff |
| Sprengtechnik | Verfahrenstechnik, die sich mit der Vorbereitung und Durchführung von Sprengarbeiten beschäftigt |
| Sprengung | plötzliche Veränderung des Gefüges und/oder der Lage eines Sprengobjektes mit Hilfe von Sprengstoffen |
| Sprengverzögerer (Detonationsverzögerer) | Verzögerungselement für Sprengschnüre |
| Sprengwesen | Gesamtheit aller technischen, technologischen, organisatorischen und juristischen Bedingungen und Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Sprengen |
| Streuwirkung (Schleuderwirkung) | bei Sprengungen auftretende Streuung des gesprengten Materials über das Sprengobjekt oder die Sprengstelle hinaus |
| Versager | Sprengladung, die nach erfolgtem Zünden nicht oder unvollständig explodiert ist; eine Sprengladung, der trotz versuchter Zündung kein Zündimpuls zugeführt wurde, gilt auch als Versager |
| Verstärkungsladung (Schlagladung) | initialimpulsverstärkender Teil der Sprengladung zur sicheren Initiierung eines übrigen, insensibleren Teils; bei Verwendung von Sprengkörpern aus einheitlichen Sprengstoffen Booster genannt |
| Sprengung in heißen Massen (Warmsprengung) | Sprengung von Stoffen mit einer Temperatur von mehr als 75 °C |
| Zündanlage | mit Zündquelle verbundener Zündkreis |
| Zünderkette | zur Zündung in vorgesehener Schaltung, z. B. Reihen-, Gruppenhintereinander- und Serienparallelschaltung, leitfähig verbundene elektrische Zünder |
| Zündfolge | zeitliche Folge des Ansprechens der einzelnen Sprengladungen eines Zündganges, die durch Verzögerungszünder, durch Detonationsverzögerer, durch unterschiedliche Zündschnurlängen oder durch die zeitliche Folge des Anzündens gleichlanger Zündschnüre realisiert wird |
| Zündgang | gemeinsames Zünden zusammengehörender Sprengladungen für eine Sprengung |
| Zündkreis | Zünderkette mit Zündleitung |
| Zündschema | Bestandteil des Sprengplanes zum Zünden mit Festlegung der Zündart, Schaltungsart und Zündfolge |

*Abkürzungen für Sprengstoffe, Zündmittel und Sprengzubehör*

Unterschiedliche Sprengstoffarten eines Sprengstofftyps werden bei Gesteinssprengstoffen durch angehängte arabische Ziffern gekennzeichnet (z. B. Donarit 2 = Do 2).

| | |
|---|---|
| TNT | Trinitrotoluol |
| NP | Nitropenta |
| NG | Nitroglykol |
| Dy | Dynamit |
| Ge | Gelamon |
| Ge-Do | Gelatine-Donarit |

| | |
|---|---|
| Do | Donarit |
| De | Dekamon |
| ANC-Sprengstoff | Sprengstoff, bestehend aus Ammonsalpeter und Kohlenstoffträgern |
| Alm | Alumon |
| SpP | Sprengpulver |
| SpS | Sprengschnur |
| SpK | Sprengkapsel |
| MZ | Momentzünder |
| MSZ | Millisekundenzünder |
| VSZ | Viertelsekundenzünder |
| HSZ | Halbsekundenzünder |
| UZ | unempfindliche Zünder |
| HUZ | hochunempfindliche Zünder |
| ZZZ | Zündschnurzeitzünder |
| ZS | Zündschnur |
| ZM | Zündmaschine |
| ZSch | Zündschalter |
| ZKP | Zündkreisprüfer |
| ZP/M 20 | Zündmaschinenprüfgerät für Zündmaschine M 20 |
| SM | Streustrommeßgerät |

*Abkürzungen für Berechnungen einschließlich der Ermittlung der Lademengen*

| | | |
|---|---|---|
| $A$ | in mm | Amplitude |
| $A$ | in $m^2$, $dm^2$, $cm^2$ | Fläche, auch Scherfläche, Bruchfläche, Querschnittsfläche, Plattierungsfläche |
| $A_{Sp}$ | in $m^2$ | Spaltfläche |
| $A_{St}$ | in $m^2$ | Stollenquerschnitt |
| $a$ | in m | Abstand (Entfernung) |
| $a_B$ | in m | Bohrlochabstand |
| $a_{BE}$ | in m | Bohrlochabstand der Eckbohrlöcher |
| $a_{Bnach}$ | in cm | Bohrlochabstand für Spaltsprengungen nach der Hauptsprengung |
| $a_{Bvor}$ | in cm | Bohrlochabstand für Spaltsprengungen vor der Hauptsprengung |
| $a_K$ | in m | Kammerabstand |
| $a_L$ | in m, mm | Abstand der Sprengladungen |
| $a_R$ | in m | Bohrlochreihenabstand |
| $a_S$ | in m | Sicherheitsabstand |
| $a_{Sch}$ | in $m/s^2$, $mm/s^2$ | Schwingbeschleunigung |
| $a_{Sp}$ | in m | Abstand zwischen Sprengpunkt und Seismograph |
| $B_m$ | | Bohrmeter |
| $b_G$ | in m | Gewölbebreite |
| $b_K$ | in m | Kammerbreite |
| $b_{St}$ | in m | Streckenbreite |
| $c$ | in m | Geschwindigkeit der Störwelle (seismische Sprengung), Schallgeschwindigkeit des Werkstoffes |
| $d$ | in cm | Durchmesser |
| $d$ | | Verdämmungswert |
| $d_B$ | in cm, mm | Bohrlochdurchmesser |
| $d_L$ | in mm | Durchmesser der Ladung |

| | | |
|---|---|---|
| $d_{Patr}$ | in mm | Durchmesser der Sprengstoffpatronen |
| $d_R$ | in mm | Durchmesser der Rohre |
| $E$ | | Ergänzungswert |
| $E_{Abbr}$ | in kg/m² bzw. kg/m³ | Erfahrungswert bei Abbruchsprengungen |
| $E_S$ | | seismische Energie |
| $E_{Sp}$ | in J | Sprengenergie |
| $E_{Spez}$ | in J/kg | spezifische Energie |
| $e$ | | Arbeitswert des Sprengstoffes |
| $e$ | in $\frac{N}{mm^2}\frac{dm^3}{kg}$ | spezifischer Druck |
| $e_n$ | | natürliche Porenzahl eines Lockergesteins |
| $F$ | | Faktor $F$ hinsichtlich Ladungsanordnung zur Erdoberfläche |
| $f$ | | Gesteins- und Plastizitätswert |
| $f$ | in Hertz | Eigenfrequenz eines Gebäudes |
| $f$ | in Hertz/s$^{-1}$ | Frequenz – Schwingfrequenz |
| $f_{Prod}$ | | Gesteinsfestigkeit nach *Protodjakonow* |
| $g$ | in m/s² | Erdbeschleunigung ($\approx$ 10 m/s²) |
| $h$ | in m, mm | Fallhöhe, Gebäudehöhe, Tiefe der hergestellten Hohlform, Tiefe von der Oberfläche gerechnet |
| $h_A$ | in m | Höhe des Ausbruches |
| $h_K$ | in m | Kammerhöhe |
| $h_T$ | in m | Trichtertiefe |
| $h_ü$ | in m | Mächtigkeit der darüberliegenden teilgesättigten Schicht |
| $h_W$ | in m | Wandhöhe |
| $I$ | in A | Stromstärke |
| $I_D$ | | Dichteindex $I_D = (e_{max} - e_n) / (e_{max} - e_{min})$ |
| $I_{om}$ | | Index der organischen Beimengungen |
| $K$ | | Kompressionsmodul |
| $K$ | | Korrekturwert |
| $K$ | | Erschütterungsfaktor |
| $K_b$ | | Korrekturwert für einseitig freistehende, belastete Mauerwerkwände und -ecken |
| $K_{F1}$, $K_{F2}$ | | Konstanten nach *Finnie*, die von der Blechdicke und den mechanischen Eigenschaften abhängen |
| $K_{fAdyn}$ | in N/mm² | dynamische Umformfestigkeit des Auflagematerials |
| $K_{fGdyn}$ | in N/mm² | dynamische Umformfestigkeit des Grundmaterials |
| $K_{fstat}$ | in N/mm² | statische Umformfestigkeit |
| $K_{Moor}$ | | Korrekturwert für die Ladungsberechnung bei Moorsprengungen |
| $K_p$ | | Konstante nach *Pearson* (abhängig von Sprengstoff, Konstruktion usw.) |
| $K_{SpS}$ | | Korrekturwert für den Einsatz von Sprengschnur bei Sprengung von Wänden mit vertikalen Bohrlöchern |
| $K_u$ | | Korrekturwert für unbelastete Mauerwerkwände und -ecken |
| $k$ | | Korrekturfaktor |
| $k_{Abl}$ | | Koeffizient für die Ablagerung des Gesteins |
| $k_{UW}$ | | Koeffizient für Holzsprengungen unter Wasser |
| $L \triangleq L_{ges}$ | in kg | Lademenge |
| $L_B$ | in kg | Lademenge je Bohrloch |
| $L_{Bm}$ | in kg | Lademenge je Bohrmeter |
| $L_K$ | in kg | Lademenge je Kammer |

| | | |
|---|---|---|
| $L_{Lm}$ | in kg | Lademenge je Lademeter |
| $L_{LZ}$ | in kg | Lademenge je Ladezone |
| $L_{LZm}$ | in kg | Lademenge der mittleren Ladezone |
| $L_{LZo}$ | in kg | Lademenge der oberen Ladezone |
| $L_{LZu}$ | in kg | Lademenge der unteren Ladezone |
| $L_{VA}$ | in kg | Lademenge für das Ausbruchvolumen |
| $L_w$ | in kg | wirksame Lademenge |
| $l_A$ | in m | Länge des Abschlages, Länge des Ausbruchs |
| $l_{A/B}$ | in m | Länge der Auswurffläche für ein Bohrloch |
| $l_B$ | in m | Bohrlochlänge |
| $l_{Ba}$ | in m | Bohrlochlänge *a* (Mauerwerkecke) |
| $l_{Bb}$ | in m | Bohrlochlänge *b* (Mauerwerkecke) |
| $l_{BE}$ | in m | Bohrlochlänge der Eckbohrlöcher<br>Bohrlochlänge der Einbruchbohrlöcher |
| $l_{Bes}$ | in m | Länge des Besatzes |
| $l_{BG}$ | in m | Bogenlänge des Gewölbes |
| $l_{BPf}$ | in m | Länge der Bohrlochpfeife |
| $l_{BuS}$ | in m | Länge des Bohrloches unter der Sohle (Länge der Unterbohrung) |
| $l_E$ | in m | Einbruchlänge |
| $l_{EBes}$ | in m | Länge des Endbesatzes |
| $l_{GL}$ | in m | Länge der Grundladung |
| $l_K$ | in m | Kammerlänge |
| $l_{LR}$ | in m | Länge des Laderaumes |
| $l_{LZ}$ | in m | Länge der Ladezone |
| $l_{OL}$ | in m | Länge der Oberladung |
| $l_{Patr}$ | in cm | Länge der Sprengstoffpatrone |
| $l_R$ | in m | Länge der Bohrlochreihe |
| $l_S$ | in m | Länge der Bohrstange |
| $l_{ZD}$ | in m | Zünderdrahtlänge |
| $M$ | in kg | maßgebliche Masse |
| $m$ | in t | aufprallende Massen |
| $m_{Sp}$ | in g | Masse des Sprengstoffes |
| $n$ | | Wirkungsfaktor zur Vorgabeberichtigung oder Vorgabekorrekturwert |
| $n_B$ | in Stück | Anzahl der Bohrlöcher |
| $n_{BE}$ | in Stück | Anzahl der Eckbohrlöcher |
| $n_{BMR}$ | in Stück | Anzahl der Bohrlöcher der Mittelreihe (Gewölbe) |
| $n_{BRR}$ | in Stück | Anzahl der Bohrlöcher der Randreihe (Gewölbe) |
| $n_{BW}$ | in Stück | Anzahl der Wandbohrlöcher |
| $n_n$ | | natürliche Porosität eines Lockergesteins |
| $n_G$ | in Stück | Anzahl der Gruppen elektrischer Zünder, die hintereinander geschaltet sind |
| $n_{LZ}$ | in Stück | Anzahl der Ladezonen |
| $n_R$ | in Stück | Anzahl der Bohrlochreihen |
| $n_S$ | in Stück | Anzahl der Serien elektrischer Zünder, die parallel geschaltet sind |
| $n_{SpS}$ | in Stück | Anzahl der Sprengschnurwindungen |
| $n_{Zp}$ | in Stück | Anzahl einzelner, zueinander parallel geschalteter elektrischer Zünder |
| $n_{ZR}$ | in Stück | Anzahl der elektrischen Zünder, die in Reihe geschaltet sind |
| $n_{ZS}$ | in Stück | Anzahl der elektrischen Zünder einer Serie |

| | | |
|---|---|---|
| $P$ | in W | elektrische Leistung |
| $p$ | in MPa, Pa | Druck |
| | in $N/m^2$ | Spitzendruck |
| $p$ | | Faktor $\leqq 1$ für geophysikalische Messungen |
| $p_{CJ}$ | | *Chapman-Jouget*-Druck |
| $p_D$ | in MPa | Detonationsdruck |
| $p_G$ | in $N/mm^2$ | Gasdruck |
| $p_k$ | in MPa | konstanter Druck |
| $p_N$ | | *Neumann*-Spike |
| $p_0$ | in MPa | Normaldruck |
| $p_{Sch}$ | in MPa | Schwadendruck |
| $p_W$ | in $N/mm^2$ | Wasserdruck |
| $Q_{Ex}$ | in kJ/kg | Explosionswärme des Sprengstoffes |
| $q$ | | Proportionalitätsfaktor |
| $q$ | in $kg/m^3$ | spezifischer Sprengstoffverbrauch |
| | in $g/m^3$ | |
| $q_A$ | in $g/m^2$ | spezifischer Sprengstoffverbrauch, bezogen auf die zu spaltende Fläche |
| $q_c$ | in MPa | Eindringwiderstand einer Drucksonde |
| $q_{Ch}$ | | spezifischer Sprengstoffwert nach *Chalon* |
| $q_{Ch\xi}$ | | spezifischer Sprengstoffwert nach *Chalon* unter Berücksichtigung des Füllungsgrades |
| $q_{FE}$ | in $kg/cm^2$ | spezifischer Sprengstoffverbrauch bei Stahl- und Schrottsprengungen |
| $q_{Gest}$ | in $kg/m^3$, $g/m^3$ | spezifischer Sprengstoffverbrauch für Gestein |
| $q_{GBS}$ | in $kg/m^3$ | spezifischer Sprengstoffverbrauch bei Großbohrlochsprengungen |
| $q_{KS}$ | in $kg/m^3$ | spezifischer Sprengstoffwert bei Kammersprengungen |
| $R$ | in $\Omega$ | Widerstand |
| $R_G$ | in $\Omega$ | Grenzwiderstand |
| $R_{GD}$ | in $\Omega$ | Glühdrahtwiderstand |
| $R_{Gr}$ | in $\Omega$ | Widerstand einer Gruppe elektrischer Zünder |
| $R_m$ | in $N/mm^2$ | Zugfestigkeit |
| $R_S$ | in $\Omega$ | Widerstand einer Serie elektrischer Zünder |
| $R_Z$ | in $\Omega$ | Widerstand eines elektrischen Zünders |
| $R_{ZD}$ | in $\Omega$ | Zünderdrahtwiderstand |
| $R_{Zl}$ | in $\Omega$ | Widerstand der Zündleitung |
| $r$ | | Masseverhältnisfaktor (Explosivumformung) |
| $r$ | in m, cm | Radius, Radialabstand vom Detonationszentrum |
| $r_T$ | in m | Trichterradius |
| $r_W$ | in m | Wirkradius der infolge Verdichtung ausgebildeten Senkungsmulde |
| $r_{Wi}$ | in m | Wirkungsradius ohne Gefahrenradius |
| $S_r$ | | Sättigungsgrad |
| $s$ | in m | Bauwerksteildicke |
| $s$ | in m | Setzungen an der Oberfläche infolge Verdichtung |
| $s$ | | Strukturwert |
| $s_p$ | in m, dm | Bauwerksteildicke parallel zur Bohrlochachse, Dicke des Auflagebleches |
| $s_{pa}$ | in m | Bauwerksteildicke *a* parallel zur Bohrlochachse |
| $s_{pb}$ | in m | Bauwerksteildicke *b* parallel zur Bohrlochachse (gilt bei ungleichen Mauerwerkecken) |

| | | |
|---|---|---|
| $s_s$ | in m | minimale Bauwerksteildicke senkrecht zur Bohrlochachse |
| $T$ | in s | Schwingdauer |
| $T$ | in °C | Temperatur |
| $T_{Ex}$ | in °C | Explosionstemperatur |
| $T_0$ | in °C | Ausgangstemperatur in der Detonationszone |
| $t$ | in s | Zeit |
| $t_{min}$ | in s | minimale Verzögerung der Detonation |
| $U$ | | Schwingkompression |
| $U$ | in V | Spannung |
| $u$ | | Durchmesserverhältnis |
| $V$ | in $m^3$ | Volumen |
| $V_A$ | in $m^3$ | Ausbruchvolumen, Abschlagvolumen |
| $V_{A/B}$ | in $m^3$ | Ausbruchvolumen je Bohrloch |
| $V_G$ | in $m^3$ | Gassenvolumen |
| $V_K$ | in $m^3$ | Kegelvolumen |
| $V_{LR}$ | in $m^3$, $dm^3$, $cm^3$ | Volumen des Laderaumes |
| $V_{Sp}$ | in $cm^3$ | Sprengstoffvolumen |
| $v$ | in m/s | Aufprallgeschwindigkeit |
| | in mm/s | Schwinggeschwindigkeit, Windgeschwindigkeit |
| $v$ | | Verspannungswert |
| $v_A$ | in m/s | Plattengeschwindigkeit (Plattiergeschwindigkeit) |
| $v_D$ | in m/s | Detonationsgeschwindigkeit, Schwadengeschwindigkeit |
| $v_K$ | in m/s | Kollisionsgeschwindigkeit |
| $v_0$ | in m/s | Ausbreitungsgeschwindigkeit der plastischen Deformationswelle im Nahbereich der Sprengladung |
| $W$ | in Ws | elektrische Arbeit |
| $W$ | in kJ | Umformarbeit |
| $W_E$ | | Wirkungswert bei Erdsprengungen |
| $W_Z$ | | Zerkleinerungsverhältnis |
| $w$ | in m | Vorgabe |
| $w_A$ | in $m^2$ | Flächenvorgabe |
| $w_s$ | in m | söhlige Vorgabe |
| $w_V$ | in $m^3$ | Volumenvorgabe |
| $Z$ | | Verhältnis der Amplitude der reflektierten Welle zur Amplitude der Störwellen |
| $\alpha$ | in Grad | Anstellwinkel |
| $\alpha_B$ | in Grad | Bohrlochneigung |
| $\alpha_T$ | in Grad | Trichterwinkel |
| $\alpha_W$ | in Grad | Wand- bzw. Böschungsneigung |
| $\beta$ | in Grad | dynamischer Biegewinkel |
| $\gamma$ | in Grad | Kollisionswinkel |
| $\delta$ | in $g/m^3$ | Ladedichte |
| $\eta$ | | Gesamtwirkungsgrad |
| $\eta$ | | Wurfzeiger |
| $\eta_B$ | | Abschlag- oder Bohrlochwirkungsgrad |
| $\mu_B$ | | Bohrlochausnutzungsgrad |
| $\lambda$ | in cm | scheinbare Wellenlänge |
| $\lambda_S$ | | Seitenverhältnis der Laderaumlage |
| $\lambda_{SB}$ | | Seitenverhältnis aus den Bauwerksteildicken |
| $\xi$ | | Füllungsgrad |
| $\pi_i$, $\pi^{(j)}$ | | dimensionslose Modellparameter |

| | | |
|---|---|---|
| $\varrho_{Gest}$ | in g/cm³ | Gesteinsdichte |
| $\varrho_A$ | in kg/dm³ | Dichte des Auflagematerials |
| $\varrho_G$ | in kg/dm³ | Dichte des Grundmaterials |
| $\varrho_{n,1}$ | in g/cm³ | natürliche Rohdichte des Lockergesteins |
| $\varrho_p$ | in kg/dm³ | Dichte des Auflagematerials (Plattierungsmaterial) |
| $\varrho_{Sch}$ | in g/cm³ | Schwadendichte |
| $\varrho_{Sp}$ | in g/cm³ | Sprengstoffdichte |
| $\sigma_B$ | in Pa | Bruchspannung |
| $\sigma_D$ | in Pa | Druckspannung |
| $\sigma_Z$ | in Pa | Zugspannung |
| $\tau_B$ | in Pa | Abscherfestigkeit |
| $\tau_Z$ | in s | Zündintervallzeit |
| $\Delta_p$ | in N/mm² | Druckabfall |
| $\Delta_{p_G}$ | in N/mm² | Gasdruckabfall |
| $\Delta_t$ | in ms | Verzögerungszeiten bei der Zündung |

# 1 Allgemeine Grundlagen der Sprengtechnik


1.1. Historischer Abriß
1.2. Rechtsvorschriften und berufsgenossenschaftliche Vorschriften im Sprengwesen der BRD
1.3. Sprengtechnische Begriffe
1.4. Detonationstheorie und Zerstörungsmechanismus
1.5. Beurteilung der Sprengbarkeit von Gestein und Gebirge


## 1.1. Historischer Abriß

Die Bedeutung der *Sprengtechnik* hat in den letzten Jahrzehnten ständig zugenommen. Insbesondere in den hochentwickelten Industrieländern hat der Sprengstoff als Produktionsmittel immer neue Anwendungsgebiete erobert, die neben die traditionellen auf reine Zerstörungsarbeit gerichteten Einsatzfälle getreten sind. So werden heute neben den Sprengarbeiten zur Gewinnung und Zerstörung auch konstruktive Aufgaben in der Metallbearbeitung, im Bauwesen, der Landwirtschaft, zu seismischen Untersuchungen, der Tiefbohrtechnik u. a. mit Hilfe von Sprengarbeiten gelöst. Auch der Charakter der Gewinnungssprengungen hat sich im Verlauf der Zeit verändert, und mit der Entwicklung neuer Sprengmittel konnten neuartige Wirkprinzipien in die praktische Sprengarbeit Einzug halten.
Historisch ist die Entwicklung der Sprengtechnik zunächst an die Militärtechnik gebunden und wird auch heute noch durch sie beeinflußt.
Erste sprengstoffähnliche Gemische sind aus Asien und dem Mittelmeerraum bekannt geworden. So beschreibt *Julius Africanus* im Jahre 232 ein als »Griechisches Feuer« bezeichnetes Pulver aus Schwefel, brennbaren organischen Stoffen, flüssigem Asphalt, gebranntem Kalk und Salzen. *Marcus Graecus* berichtet in seinem Buch »Liber ignium« 846 von einer Mischung aus Schwefel, Kohle und Salpeter im Verhältnis 1:2:6, die wahrscheinlich dem Engländer *Bacon* um 1267 und dem Deutschen *Berthold Schwarz* um 1330 als Basis für ihre Untersuchungen diente. Letzterer verwendete das nach ihm benannte Schwarzpulver im europäischen Raum als erster zu Schießzwecken. In China reicht die Anwendung derartiger Pulver als Bombenfüllung und Antriebsmittel weiter zurück (1232 Belagerung der Stadt Pien-King).
Der Einsatz des Sprengpulvers zu gewerblichen Zwecken beginnt Anfang des 17. Jahrhunderts, bereits 1613 beantragte der Oberbergmeister *Martin Weigel* in Freiberg die Einführung des Bohrens und Sprengens.
Die erste urkundlich belegte bergmännische Sprengung mit Schwarzpulver führte 1627 der Tiroler Bergmann *Caspar Weindl* im Revier von Schemnitz, dem heutigen Banska Stiavnica (ČSFR), durch.
Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts blieb das Schwarzpulver das einzige Schieß- und Sprengmittel, wobei durch die 1831 vom Engländer *Bickford* erfundene Sicherheits-Schwarzpulverzündschnur die gewerbliche Anwendung forciert wurde.
In der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde mit der Entwicklung und Anwendung brisanter Schieß- und Sprengstoffe eine neue Qualität erreicht. Nachdem bereits 1799 der englische Sprengstoffchemiker *Howard* das Knallquecksilber entwickelt hatte, gelang es *Schönbein* 1846

durch Behandlung von Watte mit Schwefel- und Salpetersäure Schießbaumwolle herzustellen. 1848 erfand *Sobrero* Nitroglyzerin durch Nitrieren von Glyzerin mit Salpetersäure.
Grundgedanke dieser Entwicklung war das Bestreben, den bislang mechanisch beizumischenden Sauerstoffträger Salpeter direkt im Sprengstoffmolekül zu binden.
Die praktische Umsetzung dieser Entwicklungen geht auf den Schweden *Alfred Nobel* zurück, dem es als erstem gelang, Sprengöl technisch herzustellen. Außer ihm beschäftigten sich in Rußland *Zisin* und *Petruschewski* mit dieser Problematik.
*Nobel* gelang es 1867, den ersten *handhabungssicheren Sprengstoff*, das Gurdynamit, herzustellen, indem er das gefährlich zu handhabende Sprengöl mit Kieselgur im Verhältnis 3:1 in eine plastische Masse überführte.
Acht Jahre später gelang es ihm, durch Beimengung von 7 bis 8% Kollodiumwolle zum Sprengöl die Sprenggelatine als stärksten gewerblichen Sprengstoff herzustellen. Er führte die Gelatinedynamite ein, die neben dem mit 3 bis 4% gelatinierten Sprengöl bereits 40 bis 60% Zuschlagstoffe enthielten, und entwickelte aus den von den Schweden *Ohlsson* und *Norrbin* erfundenen Ammonsalpetersprengstoffen in Verbindung mit Sprenggelatine die gelatinösen Ammonsalpetersprengstoffe, die noch heute breite Anwendung finden. Mit der ebenfalls noch heute gebräuchlichen Sprengkapsel schuf er die Voraussetzungen für eine breite Entfaltung der Sprengtechnik.
Die Folgezeit ist gekennzeichnet durch eine immer breitere Anwendung der Sprengtechnik, zunächst besonders im Bergbau, der bis heute größter Sprengmittelverbraucher ist, aber auch zunehmend in anderen Bereichen.
Damit verbunden war die Entwicklung von den spezifischen Einsatzbedingungen besser entsprechenden Sprengmitteln, wie der Wettersprengstoffe für den Steinkohlenbergbau, und die Erhöhung der Sicherheit bei der Sprengarbeit.
Auch die Entwicklung der anderen einheitlichen Sprengstoffe fällt in das 19. Jahrhundert. Die beiden stärksten, Nitropenta und Hexogen, erlangten jedoch erst in den dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts größere Bedeutung, nachdem es gelungen war, die Rohstoffe industriell herzustellen.
Mit der Entwicklung der elektrischen Zündung um die Jahrhundertwende, die seitdem ständig verbessert wurde, ist ein weiterer sicherheitstechnischer Fortschritt erreicht worden.
Mit der Erschließung neuer Einsatzgebiete der Sprengtechnik nach dem Zweiten Weltkrieg wurden weitere Spezialsprengmittel, wie hochsichere Wettersprengstoffe, Sprengstoffe für seismische Untersuchungen, hitzebeständige Sprengstoffe, Spezialladungen u.v.a.m. entwikkelt. Die Einführung von elektrischen Verzögerungszündern mit Millisekundenintervallen ermöglichte die Entwicklung neuer Sprengverfahren. Die Entwicklung und der umfassende Einsatz von unpatronierten Sprengstoffen auf Ammonsalpeterbasis sowie Emulsionssprengstoffen stellt den wohl bedeutendsten Schritt der jüngeren Vergangenheit zur Erhöhung der Sicherheit im Sprengwesen bei gleichzeitig deutlicher Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen als auch der Effektivität dar.
In jüngster Vergangenheit entwickelte Quellzemente stellen eine sinnvolle Ergänzung der Sprengmittel gegenüber Nebenwirkungen beim Sprengen besonders empfindlicher Anwendungsbereiche dar.

## 1.2. Rechtsvorschriften und berufsgenossenschaftliche Vorschriften im Sprengwesen der BRD

Über Jahrzehnte haben sich die Rechtsvorschriften und berufsgenossenschaftlichen Bestimmungen für den Umgang, den Verkehr und die Beförderung explosionsgefährlicher Stoffe bewährt (Abschnitt 6.1.).
Sie trugen zur Senkung der Unfälle und Vorkommnisse bei.

### 1.2.1. Sprengstoffgesetz und dessen Verordnungen

Die grundsätzliche Rechtsnorm für das Sprengwesen in der Bundesrepublik Deutschland ist das *Sprengstoffgesetz* in der Neufassung vom 17. April 1986.
Zur Durchsetzung dieses Gesetzes sind mehrere Verordnungen und andere sprengstoffrechtliche Vorschriften erlassen worden.
Neben dem Anwendungsbereich regelt das Sprengstoffgesetz z. B. *Begriffe, Erlaubniserteilung, verantwortliche Personen, Aufbewahrung, Aufzeichnungspflichten* und *Prüfverfahren bei Umgang, Verkehr und Beförderung explosionsgefährlicher Stoffe* im gewerblichen und nichtgewerblichen Bereich.
Die *Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz* in der Neufassung vom 10. März 1987 beinhaltet Forderungen zur *Zulassung, Kennzeichnung und Verpackung explosionsgefährlicher Stoffe* sowie weitere Regelungen zum *Umgang und Verkehr mit pyrotechnischen Gegenständen.* Außerdem beschäftigt sich diese Verordnung mit der staatlichen *Anerkennung von Lehrgängen* und deren *Fachkunde* einschließlich *Prüfungsverfahren.*
Neben den Forderungen zur *Führung des Verzeichnisses* im Sinne der *Aufzeichnungspflicht* sind weitere Vorschriften über explosionsgefährliche Stoffe enthalten.
Die *Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz* in der Neufassung vom 5. September 1989 legt *Grundsätze* fest *über die Aufbewahrung explosionsgefährlicher Stoffe.* Schwerpunkt dieser Verordnung sind Forderungen zum Bau und Betrieb von Sprengmittellagern.
Die *Dritte Verordnung zum Sprengstoffgesetz* vom 23. Juni 1978 regelt die *Anzeigepflicht der Sprengarbeiten.*
Darüber hinaus gelten weitere sprengstoffrechtliche Vorschriften, z. B. *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Sprengstoffgesetz, Grundsätze für die Anerkennung und Durchführung von Lehrgängen, Sprengstofflager-Richtlinien* (Abschnitt 6.1.).
Bestimmte sprengstoffrechtliche Sachverhalte werden auch in *landesrechtlichen Vorschriften* geregelt.

### 1.2.2. Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)

Die *Gefahrgutverordnung Straße* enthält auf der Grundlage des Gesetzes über die Beförderung gefährlicher Güter die Bestimmungen über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße. Alle Explosivstoffe und Gegenstände mit Explosivstoff sind gefährliche Güter im Sinne der GGVS. Insbesondere sind Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften zu folgenden Schwerpunkten enthalten:

- Zulassung der Güter zur Beförderung,
- Verpackung, Zusammenpacken und Zusammenladen,
- Kennzeichnung von Versandstücken,
- Bau, Beschaffenheit, Ausrüstung, Prüfung und Kennzeichnung der Fahrzeuge und Beförderungsbehältnisse,
- Verhalten während der Beförderung,
- Beförderungsgenehmigungen, Beförderungs- und Begleitpapiere,
- Auskunfts-, Aufzeichnungs- und Anzeigepflichten,
- Besetzung und Begleitung der Fahrzeuge.

### 1.2.3. Unfallverhütungsvorschriften und Bergverordnungen

Für die sichere Durchführung von Sprengarbeiten sind in Deutschland je nach behördlicher Zuständigkeit (Staatliche Gewerbeaufsicht bzw. Bergaufsicht) unterschiedliche Bestimmungen vorgegeben.

In übertägigen sprengtechnischen Unternehmen, die der *Gewerbeaufsicht* unterliegen, ist als berufsgenossenschaftliche Bestimmung die *Unfallverhütungsvorschrift Sprengarbeiten* vom 1. April 1985 verbindlich.
Für Unternehmen, die der *Bergaufsicht* unterstehen, sind die sprengtechnischen Vorschriften der nach Landesrecht unterschiedlichen *Bergverordnungen* maßgebend.
So wie die UVV Sprengarbeiten als bundesrechtliche Vorschrift wirkt, strebt man gegenwärtig auch eine einheitliche Bergverordnung für Deutschland an.
Zur Gewährleistung einer sicheren Sprengarbeit sind neben den ausdrücklich sprengtechnischen Vorschriften weitere, das Sprengwesen tangierende Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

### 1.2.4. Sprengpersonal

Das *Sprengpersonal* umfaßt die Sprenghelfer, Sprengberechtigte und Leit- bzw. Kontrollkräfte, die sich durch unterschiedliche Qualifikation und Aufgaben auf dem Gebiet des Sprengwesens unterscheiden.

*Sprenghelfer*
sind Personen, die bei der Vorbereitung und Durchführung von Sprengarbeiten unter Aufsicht des Sprengberechtigten im gesetzlich festgelegten Umfang mit Sprengmitteln umgehen dürfen und die das 18. Lebensjahr vollendet haben müssen. Zur Vorbereitung auf die verantwortungsvolle Tätigkeit eines Sprengberechtigten ist die Arbeit als *Sprenghelfer* von Bedeutung. Hier hat der zukünftige Sprengberechtigte die Möglichkeit, die Wirkung der Sprengmittel in Abhängigkeit von bestimmten Parametern, wie Vorgabe, Bohrlochabstand, Bohrlochneigung und vielen anderen Einflußfaktoren in der Praxis kennenzulernen und Erfahrungen zu sammeln. Er wird mit der Notwendigkeit des sachgemäßen Umgangs mit Sprengstoffen, Zündmitteln und Sprengzubehör sowie deren Beförderung vertraut gemacht.

*Sprengberechtigte*
sind Personen, die im Besitz eines *gültigen Befähigungsscheines* sind. Der Sprengberechtigte ist nur entsprechend der Eintragung im Befähigungsschein zum Umgang, Verkehr bzw. der Beförderung von Sprengstoffen, Zündmitteln und Sprengzubehör berechtigt. Für die *Beförderung* ist eine *gesonderte Fachkunde* nachzuweisen und im Befähigungsschein auszuweisen. Der Befähigungsschein wird auf Antrag von der *zuständigen Behörde* (z. B. Gewerbeaufsichtsamt, Bergamt) für die Dauer von *5 Jahren* ausgestellt. Es wird ein Mindestalter des Antragstellers von 21 Jahren gefordert. Die Befähigung kann jederzeit widerrufen werden. Bei Anträgen für die Ausstellung eines Befähigungsscheines müssen folgende Voraussetzungen vorliegen:

- Alter,
- Fachkunde,
- gesundheitliche Eignung,
- Zuverlässigkeit.

Der *Nachweis der Fachkunde muß in einem staatlichen oder staatlich anerkannten Lehrgang* erworben werden.
Diese Befähigung gilt nicht für die Kampfmittelberäumung, den Zuständigkeitsbereich der Bundeswehr und des Bundesgrenzschutzes sowie des Bundesinnenministeriums.

*Verantwortliche Personen*
sind für einen sicheren Umgang und Verkehr mit explosionsgefährlichen Stoffen sowie deren sichere Beförderung in einem Unternehmen im erforderlichen Umfang einzusetzen.
*Verantwortliche Personen* im Sinne des Sprengstoffgesetzes sind:

- Personen mit einer Erlaubnis, z. B. Inhaber eines Betriebes, Niederlassungsleiter,
- Personen mit einem Befähigungsschein, z. B. Sprengberechtigte, Betriebsmeister, Lagerverwalter u. a. Aufsichtspersonen.

In den neuen deutschen Bundesländern wurden als verantwortliche Personen »Leitende Mitarbeiter im Sprengwesen« bezeichnet, die in der Regel Fachingenieur für Sprengtechnik oder Meister für Sprengtechnik (Industriemeister) waren. Andere Hoch- oder Fachschulkader mußten über einen Lehrgang die geforderte Fachkunde nachweisen. Verantwortliche Personen erhalten für ihre Aufsichtsaufgaben auf Antrag einen entsprechenden Befähigungsschein.

*Ausbildung des Sprengpersonals*
Die *Ausbildung* erfolgt *in Grund- und Sonderlehrgängen.*
Grundlehrgänge werden für:

- allgemeine Sprengarbeiten,
- das Herstellen und Verwenden von pyrotechnischen Gegenständen,
- den Umgang mit Treibladungs- und Böllerpulver,
- die Beförderung von explosionsgefährlichen Stoffen auf der Straße,
- Sprengarbeiten unter Tage sowie
- den Umgang mit pyrotechnischen Erzeugnissen auf Bühnen

durchgeführt.

*Weiterbildung*
Gesetzlich wird für alle Inhaber von Erlaubnissen und Befähigungen auf dem Gebiet der Spreng- und Pyrotechnik nach *5 Jahren* ein *Wiederholungslehrgang* gefordert. In diesem Lehrgang werden neue Kenntnisse vermittelt.

## 1.3. Sprengtechnische Begriffe

Um die Arbeit mit diesem überarbeiteten Fachbuch zu unterstützen, werden für die Verständigung notwendig erachtete Begriffe in Anlehnung an den letzten Bearbeitungsstand erläutert und gewisse Anpassungen zur deutschen Norm *DIN 20 163: Sprengtechnik; Begriffe, Einheiten, Formelzeichen* vom September 1985 vorgenommen.
Eine gänzlich einheitliche Begriffswelt in der Sprengtechnik, zumindest in der deutschsprachigen, steht noch aus und ist – wie auch bei anderen Disziplinen – Aufgabenstellung im Hinblick auf ein einheitliches Europa.
Weiterhin wurde bei der Überarbeitung Wert darauf gelegt, daß alle Begriffe an der Stelle ihrer entscheidenden Behandlung erklärt und Synonyme ergänzt werden und somit die Verständigung garantiert sein sollte.
Es ist festzustellen, daß die Dominanz bei der deutschsprachigen Sprengtechnik eindeutig auf der Seite einheitlich verwendeter Begriffe liegt. Im weiteren sollen ein paar Rahmenbegriffe diskutiert werden, die zum einordnenden Verständnis der Sprengtechnik gehören.

Als *Sprengung* versteht man die plötzliche Veränderung des Gefüges und/oder der Lage eines Sprengobjektes mit Hilfe von Sprengladungen.
Der bei einer Sprengung ablaufende Vorgang wird allgemein in die *Explosionen* eingeordnet. Genauer betrachtet, handelt es sich jedoch nicht um physikalische oder atomare Explosionen, sondern um chemische.
Unter einer chemischen Explosion versteht man die exotherme, chemische Reaktion explosionsfähiger Stoffe (Explosivstoffe), bei der der benötigte Sauerstoff im Reaktionssystem vorliegt und in kurzer Zeit große Gasmengen freigesetzt werden, deren Ausgleich mit der Umgebung durch Ausdehnungs- oder Verdichtungsarbeit charakteristisch wirkt.
Bei *Explosivstoffen* erfolgt die Reaktion in Form einer *Deflagration* oder *Detonation.* Dabei betrachtet man Explosivstoffe als chemisch homogene (Verbindungen) oder heterogene (Gemische) feste oder flüssige Stoffe, die sich durch Wärmeeinwirkung, mechanische Einwirkung oder Initialimpuls unter Abgabe von Wärme ohne Zufuhr von Luftsauerstoff extrem schnell umsetzen.
Man unterscheidet Explosivstoffe in:

- Sprengstoffe,
- Initialsprengstoffe (Zündstoffe, Primärsprengstoffe),
- pyrotechnische Stoffe,
- Schießstoffe (Treibstoffe).

*Sprengstoffe* sind also zum Sprengen geeignete Explosivstoffe, die nach ihren Bestandteilen in einheitliche und zusammengesetzte Sprengstoffe unterteilt werden (Abschnitt 2.1.).
Nach ihrer Eigenschaft bei der explosiven Umsetzung unterscheidet man Sprengstoffe auch in detonierende und nur deflagrierende Sprengstoffe (Abschnitt 1.4.).
Detonierende Sprengstoffe heißen brisante Sprengstoffe.
*Initialsprengstoffe* haben eine Schlüsselrolle in der gesamten Sprengtechnik. Sie liefern nach Anregung durch herkömmliche Energien (Schlag, Reibung, Wärme, Funken) den ursächlichen Initialimpuls zur Auslösung von Detonationen brisanter Sprengstoffe (Abschnitt 2.1.4.). Initialsprengstoffe werden somit zum Start von Sprengungen benötigt und auch als Primärsprengstoffe bezeichnet. Die Bezeichnung als Zündstoffe (DIN 20 163) ist nicht zu empfehlen, z. B. wegen Verwechslung mit den qualitativ völlig andersartigen Anzündstoffen und weil im Sprachgebrauch oft »Anzünden« mit »Zünden« identifiziert wird.
*Pyrotechnische Stoffe* haben als Explosivstoffe die Aufgabe, nicht vordergründig Arbeit zu leisten, sondern Effektwirkungen zu erzielen. Dabei geht es vor allem um Licht-, Wärme-, Flammen-, Nebel-, Rauch-, Schall- oder auch Zeitwirkung, letzteres z. B. bei sprengtechnischen Verzögerungssätzen in Zündmitteln.
Anzündstoffe, gelegentlich als gesonderte Explosivstoffgruppe aufgeführt (DIN 20 163), sind ebenfalls pyrotechnische Stoffe.
*Schießstoffe* sind Treibmittel zur beabsichtigten Beschleunigung eines beweglichen Gegenstandes (Geschoß) in einer Vorrichtung, die dem Explosionsdruck standhält. Deshalb sind die besonders im Bergbau üblichen Begriffe »Schießen« anstelle von »Sprengen« und »Schuß« anstelle von »Sprengladung« eigentlich falsch und sollten als veraltete Begriffe nicht mehr verwendet werden.
*Sprengmittel* im Rahmen dieses Buches sind die explosivstoffhaltigen Arbeitsmittel der Sprengtechnik, d. h. Sprengstoffe und sprengkräftige Zündmittel (Tabelle 1.3.1). Dagegen faßt die DIN 20 163 den Sprengmittelbegriff umfassender.
Weitere Begriffe und deren Erläuterung, die zum Verständnis dieses Buches beitragen sollen, sind dem Inhaltsverzeichnis nachgestellt.