

# Neuheiten im Sprengwesen

**Sprengtechnik und -verfahren, Lawinensprengungen, Gesundheitsbelastung im Steinbruch sowie ein umweltfreundlicher Sprengstoff waren Themen der 54. internationalen Tagung für Sprengtechnik.**

**V**eranstaltet vom Verband der Sprengbefugten Österreichs und dem Wirtschaftsförderungsinstitut Oberösterreich, fand am 7. und 8. November in Linz mit etwa 100 Teilnehmern die 54. internationale Tagung für Sprengtechnik statt. Vorausgegangen war am Vortag ein Workshop zum Thema Digitalisierung im Sprengbetrieb. Dabei ging es hauptsächlich um den Ersatz bisher händischer Verfahren zur Datenerfassung und Kostenermittlung im Bergbaubetrieb.

**Sprengverfahren.** Beim Absprengen von Felswänden, um etwa Wasserbausteine oder Mauersteine für Natursteinmauern zu gewinnen, können sich übergroße Felsbrocken (Freisteine) ergeben, die nicht mehr abtransportiert werden können. Ähnliches gilt für übergroßes Gestein, das etwa im Zug von Hangrutschungen freigelegt wird.

Diese Freisteine können, wie Christian Baumann und Dipl.-Ing. Dr. Andreas Schmid (Montanuniversität Leoben) ausführten, etwa sprengtechnisch auf Verladegrößen zerkleinert werden, unter Einsatz von Sprengstoffen wie Emulex C (Detonationsgeschwindigkeit 4.200 m/sec), Sprengschnur im Laufmetergewicht von 5 bis 100 g/m (Detonationsgeschwindigkeit 6.000 bis 7.500 m/sec) oder Sprengpulver 2. Eine weitere Möglichkeit bietet das „Zerwirken“, bei dem steinbrechende Kartuschen auf der Basis von Nitrozellulose verwendet werden. Es handelt sich dabei um pyrotechnische Gegenstände der Kategorie P2, deren Verwendung Personen mit Fachkenntnissen vorbehalten ist (§ 13 PyroTG 2010). Erwerb; Besitz und Verwendung sind nur mit einer behördlichen Bewilligung (Bescheid) für den jeweiligen Verwendungsfall erlaubt. Zum Nachweis der Fachkenntnis dient der Pyrotechnikausweis. Für Transport und Lagerung gilt die Klassifikation 1.4 S des ADR.

Der Durchmesser des Bohrlochs für die einzubringende Kartusche soll zwischen 28 bis 35 mm betragen, und die Tiefe in etwa drei Viertel des Steins, der zerlegt werden soll, mindestens jedoch 40 cm. Je nach Größe des Objekts kön-



**Lawinensprengrohr: Sicherung von Wohngebieten, Straßen und Skigebieten**

nen auch mehrere Bohrlöcher hergestellt werden, die in der Folge mit Wasser gefüllt werden. Dann wird die Patrone im Bohrloch platziert und dieses allenfalls mit Sicherheitsmatten abgedeckt. Bei der Zündung zerfällt der Stein bei minimalem Streuflug und ohne schädigenden Luftdruck. Der Sprengstoffverbrauch liegt bei 10 g/m<sup>3</sup> aufwärts.

Eine weitere Methode, Freisteine in eine für Lkw geeignete Verladegröße zu zerkleinern, besteht im Einsatz eines hydraulischen Spaltgeräts. Erforderlich ist ein Bagger ab 5 t Einsatzgewicht und Hydraulikanschluss. Das mit Kardangelenk und Drehmotor ausgestattete Spaltgerät hat ein Gewicht von 450 kg. Es muss mindestens 750 mm vorgebohrt werden, mit einem Durchmesser von 76 mm.

Bei Freisteinen können, so das Resümee der Referenten, klassische Sprengmittel durch andere Methoden leicht kompensiert werden. Zerwirken habe nahezu keinen Steinflug, dadurch verringern sich die Gefahrenbereiche. Man komme mit kleineren Durchmessern beim Bohren aus. Die höheren Kosten würden dadurch kompensiert.

Nötig ist eine Zusatzausbildung. Abhängig vom Gestein, hätten Spaltgeräte ein sehr großes Zukunftspotenzial.

**Quellmittel.** Über den Einsatz von Quellmitteln, mit denen Gestein ebenfalls ohne herkömmliche Sprengung zerkleinert werden kann, berichtete Mag. Max Ruspeckhofer im Zusammenhang mit einem 2023 erfolgten Felsabtrag in Traunkirchen/OÖ. Bei der Erweiterung eines Hotelgebäudes durften in der Nähe von denkmalgeschützten Gebäuden – unter anderem ein Haus mit einer integrierten, rund 1.000 Jahre alten Nikolauskapelle – keine Sprengstoffe verwendet werden. Es wurde ein Quellmittel (auch: Quellsprengstoff, Expansivzement, Expansivmörtel) eingesetzt. Quellmittel bestehen im Wesentlichen aus ungelöschtem Kalk und Zement. Mit Wasser vermischt, entsteht ein Mörtel, der in die Bohrlöcher eingefüllt wird und sich dort während des Abbindens ausdehnt. Der entstehende Druck zerklüftet und zerbricht das Gestein – ähnlich wie Wasser, das gefriert, nur mit wesentlich stärkerer Wirkung. Risse entstehen, abhängig von der Temperatur und

der Festigkeit des Materials, nach etwa 24 Stunden und weiten sich in den nächsten Tagen auf mehrere Zentimeter. Es kommt weder zu Erschütterungen noch zu Streuflug. Es ist auch kein Verdämmen notwendig. Die Bohrlöcher müssen bloß zugedeckt werden.

Im vorliegenden Fall, bei dem das Quellmittel *Cras* eines spanischen Herstellers eingesetzt wurde, wurden ca. 3.500 m<sup>3</sup> Fels gelöst, wozu 54.310 kg des Quellmittels eingesetzt wurden. In jenen Baustellenbereichen, in denen konventionell gesprengt werden durfte, wurden 436 kg *Austrogel* samt 630 Zündern eingesetzt und ca. 2.000 m<sup>3</sup> Fels gesprengt.

Alexandra Gantze, *SSD Deutschland GmbH*, schilderte die Erfahrungen bei einer Sprengung, wo Überladung an Schwachstellen zu gefährlichen Wurfweiten geführt hätte. Man sollte sich nicht blind auf eine 3D-Bruchwandvermessung verlassen, sondern die Gegebenheiten vor Ort nochmals nachprüfen.

**Neuer Sprengstoff.** Die heutzutage beim gewerblichen Sprengen eingesetzten Sprengstoffe beruhen auf Ammoniumnitrat als Grundstoff. Bei dessen detonativer Umsetzung entstehen nitrose Gase, die giftig sind und im untertägigen Bergbau ausgeblasen werden müssen, damit wieder ein gefahrloses Betreten der Sprengstelle möglich wird. Ferner besteht auch bei obertägigem Betrieb die Gefahr der Gewässerverschmutzung durch Nitrate. Darüber hinaus erfordert die Herstellung von Ammoniumnitrat einen hohen Energieaufwand mit hohem Ausstoß von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen. Ferner gibt es nur eine begrenzte Anzahl von Herstellern von Ammoniumnitrat, was Lieferketten-Probleme aufwirft.

Thomas Gustavsson von der schwedischen Firma *Hypex BIO* berichtete über einen von diesem Unternehmen entwickelten und unter dem Firmennamen in den Handel gebrachten Sprengstoff auf der Basis von Wasserstoffperoxid. Diese in wässriger Lösung als Reinigungs- und Desinfektionsmittel bekannte Chemikalie wurde in konzentrierter Form in eine Emulsion umgewandelt, die, als Sprengstoff eingesetzt, in den sprengtechnischen Parametern denen von Nitratsprengstoffen auf Emulsionsbasis entspricht. Bei der Detonation entsteht allerdings nur Wasserdampf. Für die Erzeugung der



**Zündmaschinen mit Prüfgerät**



**Automatische 3D-Bruchwandvermessung mit Laserscanning**

Grundsubstanz sind lediglich Wasser und elektrische Energie erforderlich.

Der Sprengstoff ist zähflüssig, wasserbeständig, kapselsensitiv und wird in pumpbarer Form eingesetzt. Unter 30 Grad Celsius ist der Sprengstoff mehrere Monate haltbar. Der Zerfall in die Grundsubstanz Wasser erfolgt langsam und ohne exotherme Reaktion. Laut Händlerkreisen ist der Sprengstoff derzeit um etwa 20 Prozent teurer als herkömmliche Sprengstoffe, was im Einzelfall aus Gründen des Umweltschutzes tragbar wäre.

**Sprengtechnik.** Windenergieanlagen müssen am Ende ihrer Lebensdauer abgetragen werden. Sven Stadler und Ri-

chard Lankes von *Reisch Sprengtechnik GmbH* berichteten über ein patentiertes Abbruchverfahren durch Sprengfaltung der vorgespannten Stahlbetontürme. Die Faltung benötigt weniger Platz als die Fallrichtungssprengung und beruht auf der Schaffung von zwei einander gegenüberliegenden, durch Ausbrechungen bereits vorgeschwächten Sprengenebenen, die eine am Boden, die andere entgegengesetzt in etwa einem Drittel der Turmhöhe. Bei der zeitversetzten Sprengung knicken beide Teile in entgegengesetzter Richtung ein; der längere Teil fällt auf den kürzeren. Beide Teile, die durch den Aufprall noch zusätzlich in ihrer Struktur geschwächt werden, können in der Folge mit schwerem Gerät abgetragen und das Bruchmaterial zur Wiederverwertung aufbereitet werden.

Das Fundament einer Windenergieanlage besteht aus einem riesigen Stahlgitter, das mit Beton ausgegossen wird. Beim Rückbau muss der Beton aus dem Gitter herausgebrochen werden, was maschinell durch Baggerarbeiten oder durch Sprengen erfolgen kann. Im Ressourcenverbrauch hat sich die Sprengmethode, wie die Vortragenden weiter berichteten, sowohl kostengünstiger als auch von den CO<sub>2</sub>-Emissionen als günstiger herausgestellt.

**Lawinsprengung.** Lawinen entstehen, wie Wolfgang Aschauer (*Austin Powder*) ausführte, wenn der Schnee an einem Hang so schwer wird, dass er nicht mehr am Untergrund haftet. Der Art nach unterscheidet man Lockerschnee-, Staub-, Nassschnee- und Schneebrettlawinen. Letztere sind am häufigsten und werden durch Windverfrachtungen verursacht. Zuerst reißt die obere Schneeschicht an einer scharf verlaufenden Kante ab und gleitet dann auf der unteren wie auf einer Rutschbahn hinunter, mit bis zu 80 km/h.

Zur Sicherung von Wohngebieten, Straßen und Skigebieten können Lawinen mit Sprengstoffen künstlich ausgelöst werden. Eingesetzt werden Sprengladungen mit brisanten Sprengstoffen wie *Emulex AV* im Gewicht von etwa 2,5 bis 10 kg, die mit sprengkräftigen Zündern über eine Sicherheitsanzündschnur gezündet werden. Die Anzündschnur ihrerseits wird mit einem Schlagbolzenanzünder oder elektrisch gezündet. Ladungen von etwa 2,5 kg werden entweder als Stabla-

FOTOS: KURT HICKSICH



**Zündmaschine mit Prüfgerät, Verbindungsdrähten und Schießleitung**

dungen ausgelegt oder als Wurfladung geworfen. Bei Sprengseilbahnen werden, am Transportseil hängend, Sprengstoffpakete zwischen fünf und zehn kg zur vorgesehenen Sprengstelle transportiert, wobei die Länge der Anzündschnur und damit deren Brenndauer nach der Dauer des Transports zu bemessen ist. Bei Sprengmasten befinden sich in einem zwölf Schuss fassenden Magazinkasten Sprengladungen bis zu 4,5 kg, die durch Fernzündung einzeln freigegeben werden und an einer Halteschnur mit Abreißzündern nach unten fallen. Der ebenfalls stationäre „Lawinewächter“ verschießt über Fernzündung von einem Kasten aus Sprengladungen in das Gelände. Ein mobil oder stationär einsetzbares Abschussgerät ist die Lawinenschnur, mit der im Bereich von 360 Grad Sprengladungen bis zu 200 m weit verschossen werden können. Bereits veraltet sind Minenwerfer oder das Raketenrohr. Vom Hubschrauber aus sind flexible Einsätze möglich, mit Abwurf- ladungen von fünf bis zehn kg.

Als Neuentwicklung hat *Austin Powder* den *Imperial Avalauncher* von

*CIL Explosives*, einem kanadischen Unternehmen, vorgestellt. Die aerodynamisch geformten Ladungen werden bei diesem System durch komprimierten Stickstoff aus einem 3,7 m langen Glattrohr (Hinterlader) verschossen. Die Ladungen verfügen über ein Leitwerk, sodass anvisierte Hänge oder Flächen exakt getroffen werden können. Die Schussweite beträgt bis zu 2.000 m, womit Hänge erreicht werden können, für die ansonsten teurere Auslösungen vom Hubschrauber aus in Frage kommen würden.

**Arbeitsicherheit.** „Der bei Arbeiten in Steinbruch- und Schotterbetrieben sowie im Tunnelbau oder in Betonabbruch-Deponien entstehende Quarzfeinstaub wurde 2021 als krebserzeugend klassifiziert“, erklärt Michael Hirn vom Arbeitsinspektorat Tirol. Besonders der lungengängige Quarzstaub (Teilchen in einem mittleren Durchmesser von  $4,25 \mu\text{m}$  (= 0,00425 mm)) stellt eine schleichende Gefahr dar, weil er lange keine Auswirkungen zeigt. Die Symptome sind ähnlich wie bei COPD (Kurzatmigkeit, Atemnot,

Hustenanfälle). Bei der Staublungerkrankung (Silikose) handelt es sich um eine Berufskrankheit. Präventive Maßnahmen sind unter anderem Absaug- einrichtungen, nasse Arbeitsverfahren und das Verwenden von geeigneten Filtermasken.

**Sprengstoffdetektoren** auf Flughäfen sprechen selbst dann auf Sprengstoffe an, wenn sie nur in Spuren an der Kleidung haften. Michael Bitto, sachkundiges Organ im Erkennen und Behandeln sprengstoffverdächtiger Gegenstände in der Landespolizeidirektion Wien, riet daher, noch vor der Kontrolle durch Vorweis des Sprengbefugtenausweises darauf aufmerksam zu machen, dass an der Kleidung Sprengstoffspuren detektiert werden könnten, die auf den beruflichen Umgang mit Sprengmitteln zurückzuführen seien.

Im Übrigen können auch Substanzen Alarm auslösen, die, wie etwa Düngemittel, organische Lösungsmittel oder oxydierend wirkende Stoffe, als Vorläuferstoffe für die Herstellung von Sprengstoffen in Frage kommen.

Kurt Hickisch