

# Erprobte Technik

**Außergewöhnliche Sprengungen, technische Neuentwicklungen und der Schutz der Mitarbeiter waren Schwerpunkte beim Informationstag für Sprengtechnik am 9. und 10. November 2017 in Linz.**

**U**nter widrigen Bedingungen präzise sprengen: Darüber berichteten Experten bei der 48. Internationalen Informationstagung für Sprengtechnik am 9. und 10. November 2017 im Wirtschaftsförderungsinstitut in Linz, veranstaltet vom Verband der Sprengbefugten Österreich und vom Wirtschaftsförderungsinstitut Oberösterreich.

Ende August 2011 stürzten nach einem starken Gewitter bei Lend (Pinzgau) mehr als 10.000 m<sup>3</sup> Felsen des „Bogensberger Palfens“ auf die Lender Straße und in die Salzach zwischen Lend und Taxenbach. Ein etwa 50 m hoher Felsen drohte, auf die Straße und die 90 m entfernte Trasse der Westbahn zu stürzen. Sprengunternehmer Ing. Siegfried Greiffenhagen berichtete über die Sprengarbeiten: Mit den rund 20.000 t Gestein durfte die Salzach nur bis zu einem Drittel verschüttet werden. Es wurden Bohrlöcher bis zu 50 m Tiefe gebohrt und mit insgesamt 1.300 kg Sprengstoff geladen. Die Sprengung am 19. November 2011 verlief wie geplant und ohne unvorhergesehene Probleme.

Ein unmittelbar oberhalb der landwirtschaftlichen Forschungsstätte Laimburg, Provinz Bozen, befindlicher, etwa 330 Tonnen schwerer, abbruchgefährdeter Felsblock musste aus Sicherheitsgründen aus der etwa 70 m hohen Felswand abgesprengt werden. Die Gebäude der Forschungsstätte liegen am Fuß des Berges, dort befindet sich auch eine Einfahrt zu einem Weinlager im Felsenkeller. Die Bohrlöcher mussten von Arbeitern, die wie Kletterer mit Seilen ge-



**Sprengtechnik: Zündmaschinen.**



**GPS-Vermessung.**

sicherten waren, in den fast senkrecht abfallenden Fels getrieben werden. Die Sprengstellen wurden mit Stahlnetzen und schweren Sprengmatten gegen Steinflug abgesichert. Die Flachdecken der Gebäude wurden durch Pölzungen verstärkt, um die Trümmerlast aufnehmen zu können. Die Sprengung am 22. Juli 2017 habe keine Schäden verursacht und gelte als die schwierigste, die je in Südtirol durchgeführt worden sei, sagte Dr. Giacomo Nardin.

Das 1968 erbaute *Bonn Center*, ein 18-geschoßiges, in Stahlbeton-Bauweise errichtetes Hochhaus, 66 m lang, 55 m hoch, 17 m breit



**Bohrlochsonde.**

und 23.500 t schwer, sollte abgetragen werden. Eine mechanische Abtragung hätte monatelang Lärm und Staub bedeutet, berichtete der verantwortliche Leiter des Sprengprojekts, Eduard Reisch. Man entschied sich daher für eine Sprengung des Gebäudes. Besonders Bedacht zu nehmen war auf Bahn- und U-Bahnlinien sowie auf Wohnhäuser. Die Bewohner von sieben Wohnhäusern mussten diese vor der Sprengung verlassen. Die insgesamt 1.128 Bohrlöcher wurden mit rund 250 kg Sprengstoff (zu 95 % Sprengschnur 40g/m) geladen und am 19. März 2017 über Funkfernzündung ge-

zündet. Das Gebäude brach in sich zusammen bzw. fiel auf das vorbereitete Fallbett. Die zulässigen Erschütterungswerte wurden eingehalten.

Besonders auf Sprengerschütterungen zu achten war bei einem Tunnelvortrieb im Zuge des Neubaus der Bahnstrecke Wendlingen – Ulm. Darüber berichtete DI Guido Schmücker (*Engineering Service Schmücker*). Ein zweiröhriiger Tunnel musste teilweise nur 10 bis 15 m unterhalb von Wohnhäusern bzw. dem Gelände der Universität Ulm vorgetrieben werden. Im Universitätsbereich befanden sich hochsensible Mikroskope. Auch auf eine historische Gewölbekelleranlage musste Rücksicht genommen werden. Es wurden Messgeräte verwendet, die ihre Daten unmittelbar in ein cloudbasiertes Auswertungstool übertragen haben, sodass die Messdaten unmittelbar nach jeder Sprengung ausgewertet zur Verfügung standen. Die jeweils gemessenen Schwingungswerte wurden zur Steuerung der Sprengparameter beim weiteren Sprengvortrieb herangezogen.

**Sprengtechnik.** Dr. Rainer Melzer berichtete über eine erprobte Methode, geschlossene, aber innen hohle Bauteile, wie etwa Gebäudestützen aus Stahl, lückenlos mit Wasser zu füllen und mit zentrisch eingebrachter gestreckter Ladung zu sprengen. Da Wasser kaum komprimierbar ist, reißen die Stützen durch den hohen Gasdruck an ihren Schwachstellen, hauptsächlich den Nähten, auf und verlieren ihre Tragfähigkeit. Das Ge-



Referenten bei der 48. Internationalen Informationstagung für Sprengtechnik in Linz: John Eberhardt, Alfred Maier, Andreas Gaich, Roland Thaller, Eduard Reisch, Thomas Seidl, Giacomo Nardin und Rainer Melzer.

bäude kippt nach der geschwächten Seite um. Bei dieser Methode („Vollraumsprengung“) brauchen keine schrägen Trennschnitte mit Schneidladungen durchgeführt zu werden, die überdies nicht garantieren, dass das Gebäude nicht doch auf den durchgeschnittenen Flächen „sitzen“ bleibt.

Der Sprengerfolg bei der Gesteinsgewinnung im Tagebau ist in hohem Maße davon abhängig, dass die Energie des Sprengstoffs optimal auf das zu werfende Gestein wirkt. Ist die Ladung zu stark, kommt es zu lautem Knall und Steinflug; bei zu schwacher Ladung zu vermeidbaren Erschütterungen und grobem Hauwerk. Wichtig sind somit eine genaue Vermessung der Bohrwand und ein exakter, im Idealfall paralleler Verlauf der Bohrlöcher. Nähern sich diese durch Fehler beim Bohren zueinander, kommt es bei gleichen Lademengen an dieser Stelle zu einer Über- und gegenüberliegend zu einer Unterladung. Über den Stellenwert des präzisen Bohrens bei einer Gewinnungssprengung berichtete Roland Thaller (*Geo-Konzept GmbH*).

Die Vermessung des Bohrlochverlaufs erfolgt üblicherweise visuell mit Senklot oder einer ins Bohrloch abgesenkten Taschenlampe. Krümmungen der Bohrung können damit allerdings nicht weiterverfolgt werden. Dafür stehen Sonden zur Verfügung, die bis zu 80 m tief in ein Bohrloch gelassen werden können und dieses

hinsichtlich seiner Neigung und Richtung vermessen. Am besten wäre ein „Measurement while drilling“, also die Messung während des Bohrens, kombiniert mit den jeweiligen GPS-Daten des Bohrgeräts, betonte DI Thomas Seidl von der Montanuniversität Leoben. Die dabei aufgenommenen Daten stehen nicht nur zur Auswertung beim Laden, sondern auch zur späteren Beweissicherung zur Verfügung.

Eine exakte Vermessung der Bruchwand ist erforderlich, um Schwächungen durch bereits erfolgte Ausbrüche feststellen zu können. Dazu eignen sich stereoskopische Verfahren oder Laserscanner. Mit entsprechender Auswertung der Daten lassen sich am Computer Schwachstellen erkennen, beispielsweise durch Rotfärbung.

Über den Einsatz von Drohnen zur vollautomatischen Erstellung von detaillierten 3D-Modellen refe-

rierte Dr. Andreas Gaich (*3GSM GmbH*). Die luftgestützten Aufnahmen ermöglichen eine Gesamtdarstellung der Geländeverhältnisse.

DI Mark Ganster (*Austin Powder GmbH*), erläuterte Simulationen zur optimalen Planung von Sprengungen. Beispielsweise kann ein zu erwartender Steinflug in 3D dargestellt werden. Simuliert werden kann auch die zeitliche Abfolge der Zündung von Bohrlöchern so, dass sich die Stoßwellen gegenseitig auslöschen (destruktive Interferenz). Durch entsprechende Bemessung der Zündintervalle bleibt im Idealfall nur die durch die Stoßwelle der ersten Zündung ausgelöste Erschütterung. Computerunterstützt kann des Weiteren die Lage der Bohrlochraster so berechnet und am Computer verschoben werden, dass die gewünschte Fragmentierung des Gesteins erfolgt, was wiederum Einfluss auf den

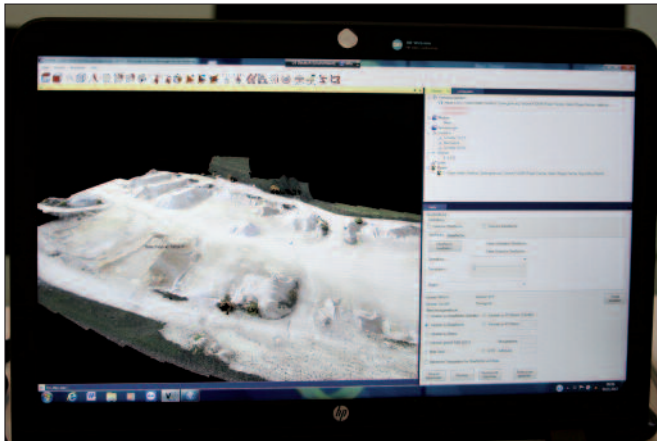
Brecherdurchsatz und den Energieverbrauch hat.

Über Funkzündsysteme und was alles bei der Entwicklung der „Euroblast“ Zündgeräte bedacht werden musste, berichtete Ing. John Eberhardt vom Entschärfungsdienst des Bundesministeriums für Inneres. Die Geräte dürfen nicht auslösen, wenn auf der gleichen Frequenz andere Signale gesendet werden, die Empfangsfrequenz durch Jammern gestört wird, oder sich die Geräte in der Nähe von Kraftwerken, Sende- und Hochspannungsanlagen befinden. Der Vorteil liegt darin, dass keine Schießleitung verlegt werden muss. Allerdings bedarf es zur Handhabung „mehr Ausbildung als bloß das Bedienen einer Zündkurbel“.

**Unfallverhütung.** „Unfälle passieren nicht, sie werden verursacht“, betonte Mag. Klaus Bohdal von der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA). Das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) verpflichtet den Arbeitgeber, die Gefährdungen zu ermitteln und wirksame Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten festzulegen. Dies in einem fortlaufenden Prozess, da sich auch die Arbeitsprozesse ständig ändern. Die Unterweisung hat auch das Restrisiko zu berücksichtigen. Der Arbeitnehmer wiederum hat zufolge der Treuepflicht den Anweisungen Folge zu leisten und beispielsweise persönliche Schutzausrüstungen zu verwenden.



Drohne für die Vermessung bei Sprengensätzen.



**Geländevermessung: Luftbild.**

Aus § 7 ASchG (Grundsätze der Gefahrenverhütung) lässt sich eine Reihenfolge von Maßnahmen ableiten (STOP-Prinzip). S steht dabei für Substitution, also Ersetzen eines gefährlichen Arbeitsverfahrens durch ein nicht oder weniger gefährliches. T betrifft technische Maßnahmen, etwa Schutzeinrichtungen an einer Maschine. O umfasst organisatorische Maßnahmen, durch die Gefahren reduziert werden können, etwa Beschränkung der Aufenthaltsdauer von Personen oder deren Zahl im Gefahrenbereich, und P betrifft personenbezogene Maßnahmen wie Information und Unterweisungen.

95 bis 98 % aller Arbeitsunfälle sind auf menschliches Verhalten zurückzuführen. Man gewöhnt sich an Risiken. Bei gefährlichen Handlungen wie etwa Sprengarbeiten wendet man anfangs mehr Zeit und Aufmerksamkeit auf, was aber in dieser Intensität nicht aufrechterhalten werden kann. Die Arbeit wird zur Routine. Die Aufmerksamkeit sinkt, die Gefahr jedoch bleibt gleich. Eine Untersuchung von 27 Betrieben eines Stahlunternehmens ergab, dass bei nicht gefährlichen Arbeiten, die 27 % der Gesamttätigkeiten ausgemacht haben, sich 53 % der gesamten Unfälle ereignet haben, bei gefährlichen Tätigkeiten (52 % der Gesamtsumme)

ca. 39 % und dass auf sehr gefährliche Tätigkeiten lediglich 8 % der Gesamtsumme der Unfälle entfallen sind. Solange man selbst handlungsfähig ist, glaubt man, alles im Griff zu haben. Man hat ferner Mühe, sich vorzustellen, dass „es“ einen selbst treffen könnte.

**Rechtliche Verantwortung.** Durch systematisches Risikomanagement könne die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens gesenkt und die Schadensschwere positiv beeinflusst werden, sagte DI Mag. iur. Dr. mont. Alfred Maier von der Montanuniversität Leoben und verwies im Zusammenhang mit der Verantwortung auf das gerichtliche und das Verwaltungsstrafrecht, die Voraussetzungen der Strafbarkeit und die verschiedenen Verschuldensgrade. Die zivilrechtliche Verantwortlichkeit könne sich aus verschiedenen Haftungsgründen ergeben (Verschuldens-, Gefährdungs-, Eingriffs-, Produkt-, Gehilfen-, Dienstnehmer-, Sachverständigenhaftung). Letztlich komme es darauf an, das Richtige zu tun und das auch beweisen zu können.

Die 49. Sprengtagung wird am 8. und 9. November 2018 wiederum im Wirtschaftsförderungsinstitut in Linz abgehalten.

*Kurt Hickisch*

[www.sprengverband.at](http://www.sprengverband.at)