Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81 (1963)
Heft: 40

Artikel: Sprengarbeiten und Unfallverhütung
Autor: Hickel, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-66885

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Sprengarbeiten und Unfallverhütung

Von **H. Hickel**, Ingenieur, Effretikon

DK 622.235:614.8

Mit der technischen Entwicklung der letzten Jahrzehnte ist auch auf dem Gebiet der Unfallverhütung allenthalben Vorzügliches geleistet worden. In die Sorgfaltsverpflichtung teilten sich nicht nur Behörden und Unfallversicherungen; auch Unternehmer und Berufsverbände haben aus eigener Verantwortung Namhaftes zum Schutze von Leben und Gesundheit beigetragen. Wir denken dabei an Massnahmen im Bereiche von gesetzlichen Verordnungen oder gründlicherer Schulung wie auch an Vorkehren betriebs- und materialtechnischer Art.

Wer sich eingehender um diese Probleme bemüht, weiss, dass jeder Unfall seine bestimmten Ursachen hat. Er stellt aber gleichzeitig auch fest, dass dabei immer wieder dem einfachen menschlichen Versagen oder Ungenügen begegnet wird. Leider gilt das auch in ganz besonderem Masse für den Umgang mit Zünd- und Sprengmitteln, also im Wirkungsfeld der gewerblichen Sprengtechnik.

Man nimmt an, dass in der Schweiz heute täglich etwa 20 000 bis 30 000 Sprengschüsse gezündet werden. Der Hauptanteil fällt den Grossbaustellen von Kraftwerken, unterirdischen Anlagen und Nationalstrassen zu. Aber auch auf zahlreichen kleineren Bauplätzen, bei der Gewinnungssprengung in Steinbrüchen und Kiesgruben sowie in der Land- und Forstwirtschaft finden wir den Sprengstoff als ein wichtiges und unentbehrliches Hilfsmittel. Die Unfälle, die sich da ereignen, sind wohl kaum häufiger als bei gleichen Arbeiten im Ausland und sicher auch nicht anders geartet. Dennoch drängt sich die Frage auf, ob wir hinsichtlich der Sicherheit wirklich auch alles vorgekehrt haben oder ob nicht noch ein Vermehrtes zu tun bleibt. Um eine gültige Antwort erteilen zu können, ist es angezeigt, das Problem auf die wichtigsten Gesichtspunkte der Praxis hin zu untersuchen und auf allfällige Lücken hinzuweisen.

Die bundesrätliche Verordnung über die Unfallverhütung bei Sprengarbeiten vom 24. Dezember 1954 ist die Neufassung eines eidgenössischen Erlasses, der schon seit dem 3. Februar 1933 Rechtskraft hatte und sich auf Art. 65 und 131 des Bundesgesetzes vom 13. Juni 1911 über die Kranken- und Unfallversicherung sowie auf Art. 10 der Verordnung II vom 3. Dezember 1917 über die Unfallversicherung stützt. Die neu bearbeitete Ausgabe versuchte sich in einigen wenigen Punkten den neuen Erkenntnissen anzupassen. Grundsätzlich hatte aber bereits der ursprünglich bearbeitete Text einen in allen Teilen vorbildlich durchdachten Wortlaut, der den notwendigen Belangen der Sprengtechnik gerecht wurde. Man darf sogar füglich sagen, dass die strikte Einhaltung dieser Verordnung als ausreichender Garant der Unfallverhütung gelten könnte.

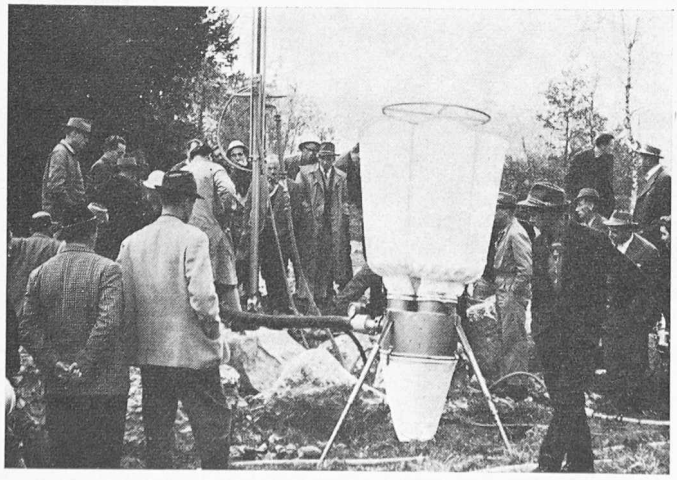

Bild 1. Bohrtechnische Vorführungen durch die Firma Notz AG, Biel

In ihrem Artikel 3 umschreibt die Verordnung die Auswahl des Personals und bestimmt, dass die Handhabung von Sprengstoffen und Zündmitteln sowie die Ausführung von Sprengungen nur Personen übertragen werden dürfe, die mit diesen Arbeiten vertraut seien und zudem die Verordnung kennen. Wer aber für die Vermittlung dieser Kenntnisse zu sorgen hat, ist nicht eindeutig gesagt. Da der Geltungsbereich in Art. 1 auf die Betriebe begrenzt wird, die obligatorisch der Unfallversicherung unterstellt sind, bleibt lediglich anzunehmen, dass diese Aufgabe schlechthin der Unternehmerschaft zufällt.

Es haben sich deshalb auch viele Firmen bemüht, für fachlich guten Nachwuchs zu sorgen. Wohl kaum ein Handwerk aber ist heute noch so an das praktische Anlernen auf dem Bauplatz gebunden wie dasjenige des Sprengpraktikers. Selbst das Kader bildet sich auf gleiche Weise heraus, und die vorgesetzten Techniker und Ingenieure, die eigentlich berufen sein sollten, diese Arbeit zu überwachen und zu leiten, entziehen sich nicht selten der Verantwortung, da der Mangel an praktischer Erfahrung sie nicht befähigt oder falscher Stolz sie hindert.

Jede Sprengung vermag immer wieder den Eindruck entfesselter Kräfte zu vermitteln. Schon in der kleinen täglichen Anwendung wirkt sie als imposanter Ausdruck höchster Energieentfaltung. Es ist darum kaum verständlich, dass im Lande eines Heinrich Pestalozzi, wo eine sehr gute Schulung gepflegt wird und für so viele handwerkliche Verrichtungen Fachausweise erforderlich sind, aber auch reichliche Gelegenheiten zu Grundausbildungen bestehen, gerade in einem so verantwortungsvollen Beruf wie dem des Mineurs völlige Freiheit besteht.

Während Jahrzehnten hat es freilich nicht an Kräften gefehlt, die versuchten, diesen Zustand zu ändern oder doch, ohne starre Reglementierung, die fachlichen Grundlagen zu verbessern. Die Initiative hierzu ging weitgehend vom Schweizerischen Baumeisterverband und insbesondere von der Vereinigung Schweizerischer Tiefbauunternehmer (VST) in ihrem verdienten Präsidenten Oberst *F. Fritzsche* aus. Auch von privater Seite durfte aber eine erfreuliche Bereitschaft festgestellt werden. So hat sich aus sporadischen Unfallverhütungskursen schliesslich eine Einrichtung herausgebildet, die bereits auf eine zielbewusstere Schulungstätigkeit zurückblicken kann. Es handelt sich um die unter dem Patronat der VST stehenden *Unfallverhütungskurse* im «Tätsch» bei Illnau sowie in Villeneuve. An diesen Kursen beteiligen sich übrigens auch die Sprengstoffkonvention, die SUVAL, die Eidgenössische Pulververwaltung und verschiedene Fabrikationsunternehmen, indem sie Instruktoren stellen oder notwendige Materialien kostenfrei zur Verfügung halten.

In den Jahren 1961 und 1962 wurden sechs Veranstaltungen mit über 350 Teilnehmern durchgeführt. Anhand früher gemachter Erfahrungen schien eine Teilung in einen mehr praktisch oder theoretisch gegliederten Aufbau des Unterrichtes gegeben. Unter der Voraussetzung, dass es sich bei allen Teilnehmern durchwegs um erfahrenere Leute handle, erwies sich eine Kursdauer von drei Tagen als ausreichend. Die Programme wurden wie folgt gestaltet:

1. Tag: Orientierung über Sprengstoffe, pyrotechnische und elektrische Zündmittel, Blitzschutz und allgemeine Hilfsmittel.

2. Tag: Vorträge und Kolloquien über Wirkungsweise und Bemessung von Sprengladungen. Elemente der Minentheorie. Behandlung verschiedener Zündungsarten, Beispiele aus der gewerblichen Sprengpraxis, speziell in bezug auf Untertagbauten, Grossbohrlochsprengungen, Gewinnungssprengungen, Kommentar zur eidgenössischen Verordnung. Praktische Elementarübungen unter Beachtung des Warn- und Sicherungsdienstes. Materialkenntnisse.

3. Tag: Angewandte praktische Uebungen an verschiedenen Baustoffen. Uebungen an Attrappen und Modellen mit Hinweisen über den Einfluss von Ladedichte, Ladungsform und Zündungsart, Probleme betreffend Kontrollschnur, Zündschemas, Ladeplan usw. Demonstrationen über Stollen- und Grabensprengungen, Sprengstoffvernichtung. Hinweise über Lagerung und Transport sowie Vorführung spezieller Anwendungen auch im Zusammenhang mit der neuzeitlichen Bohrtechnik. Anwendungen bei Eis-, Schnee- und Unterwassersprengungen. Allgemeiner Erfahrungsaustausch. Wirtschaftlichkeitsfragen.

Die Kurse A für Ingenieure, Techniker und Bauführer sind im Aufbau von den als B-Kurse bezeichneten Kursen für Poliere, Capos und Vorarbeiter nur in relativ geringfügigen Belangen verschieden. In beiden Fällen blieb die eidgenössische Verordnung und damit der ständige Hinweis auf den unfallfreien Sprengbetrieb massgebender Mittelpunkt. Im Bestreben, ein möglichst gutes Ergebnis zu erreichen, erwies sich die Tendenz zur Schulung auf einem zentralen Platz und zum Einbezug möglichst anschaulicher Instruktionsmittel in Form von Attrappen und Modellen als zweckmässig. Die stets grosse Nachfrage zeigt, wie sehr die Neuerung begrüsst wurde. Dass es gerade die praktisch erprobten Kursbesucher waren, welche die gebotene Vielfalt an technischen Mitteln und die Möglichkeiten ihrer Anwendung begrüssten, macht weiter deutlich, wie gross das Interesse für einen Aufklärungsdienst ist. Wo sich sonst im Erfahrungsaustausch unter Firmen eher eine Zurückhaltung abzeichnet, die wir am ehesten als unverständliche Geheimniskrämerei umschreiben, herrschte hier in allen Aussprachen meist eine recht rege und offene Diskussion.

Diese noch im Ausbau stehenden Kurse sind jedoch im Aufklärungsdienst nicht allein geblieben. Die Gesellschaft für angewandte Sprengtechnik (GEFAS), die sich mit der Herausgabe eines Bulletins über Sprengtechnik schon seit Jahren für einen vermehrten fachlichen Erfahrungsaustausch einsetzte, fand sich eh und je bereit, auch in weiteren Sparten zu wirken. So bildeten sich *spezielle Kurse für Förster, Landwirte und Draineure* heraus, die sich mit zwei Instruktionstagen ebenfalls an erfahrenere Praktiker wandten. Schliesslich bleibt noch zu erwähnen, dass die Einrichtungen im «Tätsch» mehr und mehr auch Unternehmungen veranlassten, ihre Fachleute gesamthaft zu *Repetitionskursen* zu versammeln und so direkten Einfluss auf die Auffrischung von Materialkenntnissen und Arbeitsmethoden zu nehmen.

Bild 2. Vorführung über die Anwendung von Schwarzpulver bei Steinsprengungen

Alle diese Anstrengungen für die Unfallverhütung vermögen jedoch nur einem Teil des Problems zu entsprechen. In der viel wichtigeren *Grundschulung* fehlt es nach wie vor. Es darf darum erwähnt werden, dass es auch hier der privaten Initiative überlassen war, neue Wege zu beschreiten. Von der Ueberzeugung und dem Wagemut beseelt, einer technischen Fachschule in Lehrgang und Ausbildungsmethoden ohnehin ein eigenes Gepräge zu verleihen, übernahm es das *Abend-Technikum Zürich,* erstmals praktische Sprengkurse für die Studierenden in ihr Programm aufzunehmen. Seit 1961 waren es rund 100 künftige Tiefbautechniker, die im Areal «Tätsch» während 10 bis 12 Ganztagen einer Spezialausbildung oblagen. Schon rein zeitlich liess sich der Unterricht viel einlässlicher gestalten als in den Aufklärungskursen. Vorab konnte unter den wesentlich günstigeren Voraussetzungen eines gleichmässigeren Bildungsstandes auch in theoretischer Hinsicht eine weit bessere Schulung gepflegt werden. Ausser den rein sicherheitstechnischen Belangen und praktischen Elementarübungen bot sich vor allem

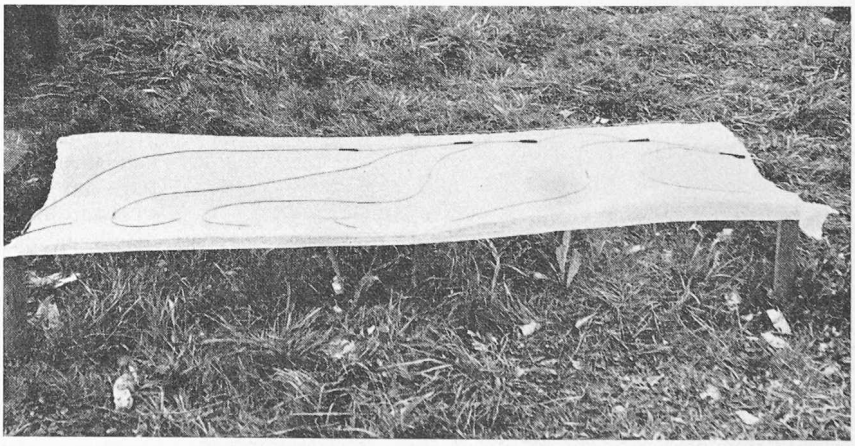

Bild 4. Vorführung verschiedener Zündschemas. Linear-, Radial- und Kreiszündung, doppelte und kombinierte Zündung

Bild 3 (links). Die Anwendung von Elektrocord; Demonstration über den Verlauf der Brennfront bei mehreren Zeitzündschnüren

mehr Raum für Erörterungen der Sprengtechnik und vielgestaltigere Anwendungsbeispiele. Der Unterricht wurde zudem mit Exkursionen und Demonstrationen aus dem Gebiet der Bohrtechnik ergänzt. Um einen Gradmesser über die Verarbeitung des Erlernten zu erhalten, unterzogen sich die Teilnehmer einer mündlich-praktischen Zwischenprüfung und einer schriftlichen Abschlussprüfung. Als Experten amteten zwei vom Institut Juventus unabhängige Fachexperten. Nach gründlicher Bewertung konnte allen Absolventen der Ausweis für eine fachliche Befähigung ausgestellt werden. Die Leistungen waren durchwegs sehr gut. Um den Fachausweis aufzuwerten und die hohe Verantwortung für die Zukunft zu unterstreichen, unternahm es die GEFAS, einen Eintrag in ein von ihr geführtes *Register* vorzunehmen. Diese einfache Bindung an ein dauerndes Kontrollinstrument kann nur günstige Auswirkungen haben.

Es zeigt sich also, dass im Sinne der eidgenössischen Verordnung und ohne gesetzlich zwingende Auflagen wertvolle Versuche zu einer Verbesserung angebahnt sind. Wie immer aber in solchen Fällen, stellen sich die Hauptwiderstände auf der Seite der *Finanzierung*. Trotz der kostenlosen Ueberlassung von Sprengstoffen und Zündmitteln durch die Fabrikationsunternehmen und der unentgeltlichen Tätigkeit von Instruktoren seitens Baumeisterverband, SUVAL, Pulverwaltung u. a. m., verbleiben immer noch beträchtliche Aufwendungen, die über direkte und freiwillige Beiträge zu begleichen sind. In der Zeit des konzentrierten Baueinsatzes hält es schon schwer, die Kursteilnehmer überhaupt von den Baustellen freizubekommen. Ausser Reise- und Versetzungsentschädigungen hat der Unternehmer auch Arbeitsausfälle zu tragen. Ohne diese Kosten war pro Kursteilnehmer mit einem mittleren Aufwand von 100 bis 200 Franken zu rechnen. Die zeitlich umfänglicheren Schulungskurse liegen dabei eher an der oberen Grenze. Wenn das Begonnene sich nun aber wirklich zu einer dauernden Einrichtung weiter gestalten soll, so sind auch Mittel und Wege zu finden, die eine Förderung auf breitester Grundlage gewährleisten und für eine Mithilfe aller Interessenten sorgen. Es wäre der Sache nicht dienlich, den bisherigen Anstrengungen nur Anerkennung zu zollen und die finanzielle Konsolidierung dem Schicksal zu überlassen.

Für die Weiterentwicklung ist aber auch ein geeigneter Schulungsplatz von zentraler Bedeutung. *Der Sprenggarten «Tätsch» bei Illnau* darf als sehr zweckmässig gelten. Eine Material- und Instruktionsbaracke, die vom Institut Juventus und der Vereinigung Schweizerischer Tiefbauunternehmer gestellt wurden, bilden heute die notwendigsten Dienstraumlichkeiten. Die von der Gesellschaft für angewandte Sprengtechnik gepachtete, verwaiste Kiesgrube verfügt in übersichtlicher Gruppierung über die offenen Unterstände für praktische Elementarübungen und zahlreiche behelfsmässige Einrichtungen für einen instruktiven Anschauungsunterricht. Ausser eigentlichen Profilsprengungen im Untertagbau ist es möglich, allen wichtigen Anwendungsgebieten

Lehrplan des Abend-Technikums Zürich für die sprengtechnische Schulung von Tiefbautechnikern

1. Tag	
Allgemeine Einführung	1 Std.
Materialkenntnis	2 Std.
praktische Elementarübungen	2 Std.
2. Tag	
Schwarzpulver: Handhabung und Anwendungen, praktische Uebungen	4 Std.
Signal- und Sicherungsdienst	2 Std.
Verhalten bei Unfällen, erste Hilfe	4 Std.
3. Tag	
Zündmittel	3 Std.
Praktische Uebungen zur pyrotechnischen Zündung, Zündschemas	4 Std.
Uebungen an der Stollenattrappe (Kontrollschnur). Sprengstoffe: ihre Lagerung, Handhabung und Anwendung	3 Std.
4. Tag	
Elektrische Zündung: Materialkenntnis und Detailübungen	6 Std.
Kombinationsübungen und Demonstrationen	4 Std.
5. Tag	
Die Sprengladung, Ladeform, Ladedichte, Zündrichtung usw., Modellversuche	5 Std.
Neuere Spezialsprengstoffe: Profilit, Argonit, Novamit, Imatrex usw., mit praktischen Uebungen	5 Std.
6. Tag	
Allg. Minentheorie	2 Std.
Anwendungen an Holz	1 Std.
Forstliche Anwendungen, praktische Uebungen	3 Std.
Die eidg. Verordnung zur Verhütung von Sprengunfällen	4 Std.
7. Tag	
Anwendungen in Fels und Mauerwerk	2 Std.
Praktische Uebungen und Demonstrationen	2 Std.
Erdsprengungen	2 Std.
Sprengung von Eisenbeton, mit Uebungen	2 Std.
Untertagsprengungen	2 Std.
8. Tag	
Allg. Uebungen, Repetitionen, mündl. Einzelprüfung über die eidg. Vorschrift	10 Std.
9. Tag	
Schnee- und Eissprengungen	3 Std.
Ladungsberechnungen an praktischen Beispielen	7 Std.
10. Tag	
Allg. Uebungen zu verschiedenen Anwendungsgebieten	10 Std.
11. Tag	
Bohrtechnische Vorführungen und allg. Repetitionen sowie Baustellenbesuch	10 Std.
12. Tag	
Schriftliche Schlussprüfung über einfache sprengtechnische Aufgaben und Kenntnis des Sicherheitsdienstes	5 Std.

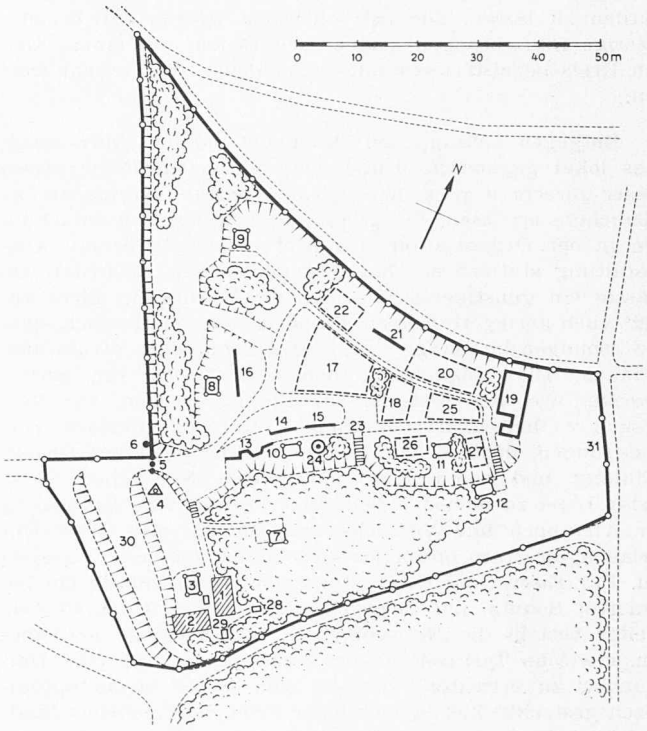

Bild 8. Sprenggarten im «Tätsch» bei Illnau

Legende zu Bild 8. 1 Schulbaracke, 2 Materialbaracke, 3 gedeckter Vorplatz, 4 Vermessungspyramide-Fixpunkt, 5 Barriere, 6 Signalfahne, 7—12 Uebungsunterstände für Elementarübungen, 13 Ausstellungsstand für allg. Orientierungen und Materialkenntnis, 14 Stand für Versuche über Zündung und Verlauf der Brennfronten von Zeitzündschnüren, 15 Stollenattrappe für Zündungsschema und Bemessung der Kontrollschnüre, 16 Stand für elektrische Gruppenzündung, 17 Platz für Steinsprengungen, 18 Demonstrationsfeld für Zündschemas, 19 Geplanter Betonbunker für Beton- und Eisenbetonsprengversuche, 20 Versuchsfeld (Sandbank) für Modellsprengversuche, 21 Anlage für Grabensprengungen und Demonstrationen für Splitterschutz, 22 Areal für Stocksprengungen, 23 Stollenprofil mit Einbaubögen (Versuchsanlage für bohr- und sprengtechnische Kombinationen), 24 Anlage zur Prüfung der Schlagempfindlichkeit von Sprengstoffen, 25 Versuchsfeld für Verdämmungsübungen, 26 Platz für Sprengversuche an Holz, 27 Anlage für Erschütterungsversuche, 28 Latrine, 29 Platzdepot, 30 Parkplatz, 31 geplante Einzäunung

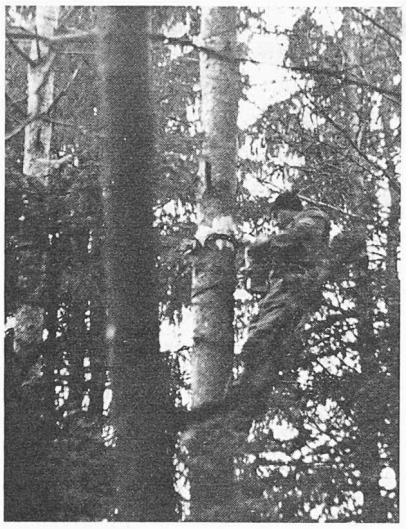

Bild 5. Sprengkurs für Förster; Demonstration von Wipfelsprengungen

Bild 6. Landwirtschaftlicher Sprengkurs; Vorführungen zum elektrischen Zünden

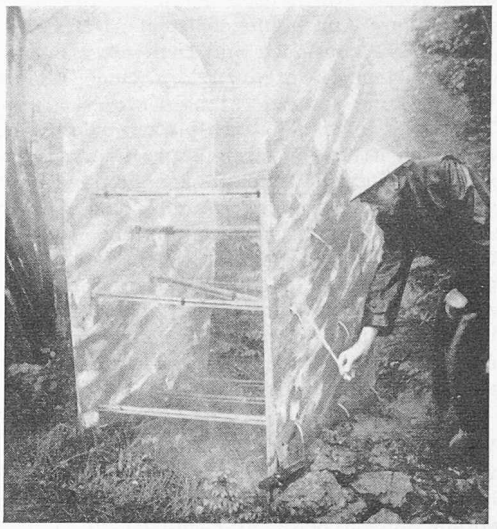

Bild 7. Ausbildungskurs für Tiefbautechniker; Zündübungen an der Stollenattrappe unter Verwendung der Kontrollschnur

gerecht zu werden. Als sehr wertvoll darf jedenfalls die Tatsache gelten, dass danach getrachtet wurde, im Rahmen guter Vergleiche mit der Praxis zu bleiben und gleichzeitig die Sicherheit in Umgang und Handhabung augenscheinlich werden zu lassen. Die beträchtlichen Kosten für behelfsmässige Einrichtungen sind ausschliesslich von einem kleinen Kreis begeisterungsfähiger Fachleute aufgebracht worden.

Entgegen anfänglichen Bedenken und der Auffassung, dass lokal gegliederte Kurse den regionalen Bedürfnissen besser gerecht werden, hat sich die zentrale Lösung als die dienlichere erwiesen. Sie erlaubt wesentliche Vereinfachungen in der Organisation, gestattet eine gründlichere Ausgestaltung stationärer Einrichtungen, erlaubt instruktionsmässig ein günstigeres Ergebnis und verursacht nicht zuletzt auch geringere Kosten. Es ist darum verständlich, dass Bestrebungen im Gange sind, dieses Schulungszentrum auszubauen. Die Möglichkeit, den Platz auch für andere Zwecke, wie zum Beispiel für Sprengversuche, zur Verfügung zu halten, ist verständlich. Die zunehmenden Verbesserungen dürften vorab der Aufklärung, der Grundschulung und somit dem unfallfreien Sprengbetrieb in erster Linie zu dienen haben. Dies bedingt eine Ergänzung der Attrappen und Versuchsgerätschaften, also jener Unterlagen, die einen optimalen Anschauungsunterricht gestatten. Für Eisen- und Eisenbetonsprengungen müsste ein betonierter Schutz- und Beobachtungsstand errichtet werden. Weiter besteht die Notwendigkeit, das Areal zu arrondieren, etwelche Terrassierungen vorzunehmen und eine Umzäunung zu errichten. Wieweit sich dieses etwas optimistisch gesteckte Ziel in nützlicher Frist verwirklichen lässt, hängt wiederum von der Bereitschaft zur Freimachung der nötigen Mittel ab. Im Moment befasst man sich mit dem Gedanken, ein Konkordat zu bilden, das als ordentlicher Träger der gemeinsamen Interessen zu gelten hätte.

Ausser den eben skizzierten Anstrengungen im Sektor der fachlichen Ausbildung ergeben sich im Rahmen unserer Betrachtung nun allerdings einige weitere Fragen. Wir denken dabei vorab an die vermehrte staatliche Intervention und eine allfällige *Neuordnung in der Gesetzgebung*. Ganz besonders sind es ja die kriminellen Vorfälle im Zusammenhang mit Sprengstoffen, die immer wieder einer gesetzlich besseren Kontroll- oder Ueberwachungsordnung rufen. Im Vergleich mit den Regelungen in allen umliegenden Staaten ist man oft gerne geneigt, fremdes Gedankengut und sorgfältig ausgeheckte Vorbilder auf unsere Verhältnisse zu übertragen. In Deutschland und Oesterreich sieht die Sprengstoffgesetzgebung den sogenannten *Sprengerlaubnisschein* vor. Dieser ist meist zeitlich beschränkt, persönlich gebunden und von umständlichen Begutachtungen durch Polizei- oder Gewerbeaufsichtsämter abhängig. Für die Ausführung von Sprengarbeiten ist in Oesterreich nur der Sprengbefugte berechtigt, der seinen fachlichen Ausweis in einem besonderen Kurs erworben hat. Eine ähnliche Regelung besteht in den Ländern der deutschen Bundesrepublik, mit dem Unterschied, dass der verantwortliche Mann dort Spreng- oder Schiessmeister genannt wird. Wesentlich ist, dass eine Ausbildung und Kontrolle der Befähigung für Sprengfachleute besteht.

Es wäre falsch, zu glauben, die eingangs geschilderten Versuche und die mit viel freudiger Hingabe erreichten Erfolge vermöchten die fehlende gesetzliche Verpflichtung allein zu überbrücken. Am sicheren, unfallfreien Sprengbetrieb ist uns allen gelegen. Darum ist die Forderung nach einer Ueberwachung und Kontrolle der nach Art. 3 privilegierten Personen auf breitester Grundlage zu verwirklichen. Der an und für sich richtig formulierte Artikel lässt offen, wo die Leute ihre Kenntnisse erworben haben, wer das Genügen hinsichtlich fachlicher Fähigkeiten überprüft oder sich über die Vertrautheit mit Sicherheitsvorschriften vergewissert und wer es allenfalls unternimmt, einer den Vorschriften zuwiderlaufenden Auswahl von Mineuren und Vorarbeitern Einhalt zu gebieten.

In den Jahren 1918 bis 1944 besass die schweizerische Armee ein Mineurbataillon zu vier Kompagnien. Die Aufstellung dieser Spezialtruppe erfolgte auf Grund der Erfahrungen im Stellungskampf des ersten Weltkrieges. Die Ausrüstung mit motorisierten und mechanisierten Mitteln war mindestens in den zwanziger Jahren recht bedeutend. Aber auch die fachtechnische Ausbildung im Untertagbau erreichte bis zur Mobilmachung 1939 eine beachtliche Höhe. Noch während vielen Monaten im Dreischichtenbetrieb für Stollen- und Kavernenbau eingesetzt, arbeitete dieses Bataillon, ohne einen einzigen Sprengunfall verzeichnen zu müssen. Diese Tatsache war allein der soliden fachlichen Grundschulung und der umsichtigen Kontrolle und Führung zuzuschreiben. Dass dieses grosse Verdienst und das solid erarbeitete Können auf einem speziellen Fachgebiet bei der Umorganisation der Bautruppen nicht positiver bewertet wurde, muss sowohl militärisch und ebensosehr auch für unsern zivilen Bereich noch heute als Fehler bezeichnet werden. Das Bataillon wurde 1944 aufgelöst. Der Hinweis vermag jedoch zu belegen, dass Verordnung und Vorschriften allein nicht genügen, wenn nicht gleichzeitig auch die immerwiederkehrende Instruktion und Ueberwachung gepflegt wird.

Kaum irgendwo besteht die Absicht, komplizierte Buchungen für Sprengstofflagerhalter einzuführen oder irgendwie die heutige bewährte eidgenössische Verordnung durch schikanöse Formalitäten zu verwässern. Vielmehr geht

es darum, die wechselseitige Beziehung von Vorschrift und praktischer Anwendung in das nötige Gleichgewicht zu bringen. Nur die angemessene Grundschulung schafft die Voraussetzung für einen einwandfreien Umgang mit Sprengstoffen, und nur die klare gesetzliche Verpflichtung hiezu bietet die Gewähr, dass eine solche Regelung reibungslos und auf dem gesamten Gebiet der Eidgenossenschaft gleichwertig funktioniert. Zwangsläufig müsste aber auch eine straffere Verbindlichkeit hinsichtlich der Lagerung und dem Verkauf von Explosivmitteln gefunden werden. Die Fragen der Sicherheit und der Nachwuchspflege sollten uns schon wegen des hohen Ansehens, das wir auf dem Gebiet der Baukunst geniessen, verpflichten. Die guten Anfänge dürften uns helfen und ermutigen zugleich.

Adresse des Verfassers: Ing. *H. Hickel*, Illnau ZH

Untersuchungen über Schmier- und Imprägnierungsmittel für Drahtseile von Seilbahnen

Von **J. Perret, E. Fischer, K. Wullschleger,** dipl. Ingenieure, Technische Kommission des Verbandes Schweiz. Seilbahnen

DK 625.927:621.89

Einleitung

Es sind vor allem die beträchtlichen Fortschritte in der Drahtseilfabrikation, welche zur Entwicklung der Standseilbahnen, Aufzüge, Luftseilbahnen, kurz gesagt, zu allen Transportmitteln mit Drahtseilen führten. Unbestritten ist, dass die Sicherheit und die Lebensdauer dieser Anlagen in erster Linie von der einwandfreien Wartung der Drahtseile abhängen; sie vermindert die Schwächung der Bruchfestigkeit. Die bundesrätliche Verordnung über Drahtseile für Seilbahnen vom 21. Mai 1946 schreibt u. a. vor, dass das Zugseil einer Standseilbahn ersetzt werden muss, bevor seine Bruchfestigkeit gegenüber dem Neuzustand um 25 % abgenommen hat; für Zugseile von Luftseilbahnen darf dieser Prozentsatz auf keinen Fall 20 % überschreiten. Abgesehen von äusseren Beschädigungen ist die Lebensdauer eines Drahtseiles durch den Ermüdungsgrad, die Abnützung und die Korrosion der Seildrähte beschränkt.

Wenn für eine bestimmte Lebensdauer der Drahtseile die Ermüdungserscheinung im wesentlichen von den baulichen und mechanischen Anlagen abhängt, so ist für die Abnützung und die Korrision im allgemeinen der Unterhalt, d. h. die Reinigung und die Schmierung ausschlaggebend.

Es sollte sich erübrigen, darauf hinzuweisen, dass der Seilschmierung die Reinigung vorangehen soll, da erstere auf einem schmutzigen Drahtseil wirkungslos wäre. Im Handel sind verschiedene Typen von Apparaten, z. B. solche mit rotierenden Bürsten, erhältlich, welche eine gründliche Reinigung bewirken. Je nachdem ist es angezeigt, die Oberfläche des Drahtseiles mit einer geeigneten Lösung, die vom Seillieferanten oder vom Schmiermittellieferanten zugelassen wird, leicht abzuwaschen. Dieses Waschen reinigt die Oberfläche der Drähte gänzlich und entfernt schmutzige Rückstände. Die Abnützung des Drahtseils wird durch das gegenseitige Reiben der Seildrähte im Verband und durch die Auflage des Drahtseiles auf den Seilrädern und Streckenrollen hervorgerufen. Es ist sicherlich einleuchtend, dass ein guter Oel- bzw. Fettfilm auf den Drähten deren Abnützung vermindert.

Die Korrosion ist eine schwieriger erfassbare Erscheinung. Man weiss, dass bei der Berührung mit einer ausgetrockneten Hanfseele, wie auch unter gewissen atmosphärischen Bedingungen die Oberfläche der Seildrähte angegriffen werden kann. In kurzer Zeit zerstört die Korrosion die Drähte im Innern des Seiles und kann dadurch zum Seilbruch führen. Somit ist es möglich, dass Drahtseile, die äusserlich einen geringen Abnützungsgrad aufwiesen, während des Betriebes zerrissen [1]).

Die Technische Kommission des Verbandes Schweiz. Seilbahnen befasste sich ebenfalls mit diesem Problem [2]). Die zu jener Zeit angeordneten Versuche zeigten besonders, dass die Hanfseele, wie sie hauptsächlich für die Drahtseilfabrikation gebraucht wird, häufig genügend Chloride enthält, um unter gewisssen Umständen starke Korrosionen an den Seildrähten hervorzurufen. Diese Erscheinung kann jedoch verhindert werden, wenn der Hanf richtig getränkt wird.

[1]) Untersuchungen über den Bruch eines Drahtseiles bei einer Standseilbahn, von Ing. *J. Perret*, veröffentlicht im «Bulletin technique de la Suisse Romande» Nr. 9/10 vom 16. Mai 1953.

[2]) Einfluss der Hanfseele in Stahldrahtseilen auf die Korrosion der Drähte, von *E. Fischer, J. Bovet, E. Perret*, SBZ 1956, H. 45, S. 688.

Der nächste Schritt bestand darin, die Eigenschaften der verschiedenen Produkte, welche für die Schmierung der Drahtseile und für das Imprägnieren der Hanfseele verwendet werden, durch Versuche zu bestimmen und wenn möglich Qualitätsrichtlinien aufzustellen.

Als sich die Technische Kommission mit diesem Problem befasste, war sie sich angesichts dessen Komplexität bewusst, dass das Aufstellen von eindeutigen Richtlinien kaum möglich sein wird, dass aber die aus Analysen erhaltenen Vergleichszahlen verschiedener Produkte dennoch positiv ausgewertet werden können. Im Jahre 1957 trat sie mit der Abteilung für organische Chemie und Technologie und der Abteilung für Korrosionschemie der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) Dübendorf/ZH in Verbindung, mit dem Zweck, ein Prüfungsprogramm für die in Frage kommenden Produkte festzulegen, um, wenn möglich, ihre Eignung als Schmiermittel zu kontrollieren. Die Technische Kommission wandte sich auch an die Abteilung für Genie- und Festungswesen des Eidg. Militärdepartementes, welche sich mit den gleichen Problemen beschäftigte und demzufolge an einer Zusammenarbeit interessiert war. Des weiteren zeigte es sich als zweckmässig, die Schmierprodukte für Drahtseile und die Imprägnierungsmittel für Hanfseelen getrennt untersuchen zu lassen.

Prüfungsergebnisse von Drahtseilschmiermitteln

Bei einer 1959 gemachten Umfrage stellte es sich heraus, dass von 98 Mitgliedern des Verbandes Schweiz. Seilbahnen 48 Standseilbahnen 16 verschiedene Oele gebrauchten und dass 47 Luftseilbahnen und Skilifts 9 verschiedene Oele für die Zugseile und 8 andere Schmiermittel für die Tragseile verwendeten. Aus den zahlreichen Antworten auf die Fragen der Technischen Kommission geht hervor, dass verschiedene Bahnen sich auf Grund praktischer Versuche für ein Schmiermittel entschlossen, während andere ein Schmiermittel wählten, ohne es zu erproben. Generell erlaubte die gemachte Umfrage nicht, bevorzugte Merkmale der durch die Mitglieder des Verbandes angewandten Produkte zu geben. Die Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt hat nun im Einverständnis mit der Technischen Kommission ein Versuchsprogramm über Schmieröle aufgestellt, um hauptsächlich die folgenden Eigenschaften zu bestimmen:

- Viskosität der Oele oder Konsistenz der Fette im Anlieferungszustand
- Alterung des Produktes
- Wasserbeständigkeit
- Schmierfähigkeit
- Rosthemmende Wirkung
- Quellwirkung auf synthetische Stoffe, die als Rillenfutter für Seilscheiben und Seilrollen Verwendung finden.

Die Versuche wurden an 15 verschiedenen Schmiermitteln unternommen, wobei die Kosten von den Lieferanten, dem Eidg. Militärdepartement und dem Verband Schweiz. Seilbahnen getragen wurden. Die Prüfungsergebnisse führten zu nachfolgenden Schlüssen:

Bei der Charakterisierung des Produktes ist zu unterscheiden, ob es im Anlieferungszustand ein Lösungsmittel aufweist oder nicht. Das Lösungsmittel dient dazu, das Oel zum Schmieren so dünnflüssig zu halten, dass es leicht zwischen die Seildrähte eindringt; nach kurzer Zeit verdunstet es und lässt den Schmierstoff zurück. Dieses Mittel