

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 59/60 (1912)
Heft: 10

Artikel: Ueber Anlage und Sprengung grosser Kammerminen in Steinbrüchen
Autor: Zschokke, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-30050>

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: 18.02.2026

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

Ueber Anlage und Sprengung grosser Kammerminen in Steinbrüchen.

Von Ing. Bruno Zschokke, Adjunkt der Eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich.

Durch die in den letzten Jahrzehnten in allen Kulturstaaten ins Ausserordentliche gesteigerte Entwicklung der Industrie, sowie die Herstellung neuer Verkehrswege hat auch die Anwendung der Explosivstoffe in unserem Lande einen beträchtlichen Aufschwung genommen. Beim Bau von Gebirgsstrassen und Alpentunnels, Wasserleitungen und Stollen für Elektrizitätswerke, bei Fundationsarbeiten in trockenen Baugruben oder Wasserläufen, für die Gewinnung von Bausteinen sowohl, wie für die Rohmaterialien der Kalk-, Gips-, Zement- und Tonindustrie sind sie ein alltägliches und unentbehrliches Hilfsmittel geworden. Dementsprechend hat sich auch die heimische Explosivstoff-Industrie in den letzten Dezennien stark entwickelt und liefert heute, je nach dem besondern Verwendungszweck, Sprengstoffe in allen Abstufungen der Explosionskraft und Brisanz. In Steinbrüchen, in denen grössere Blöcke für Bauzwecke gewonnen werden, wird die Sprengarbeit in der Regel mit Bohrschüssen betrieben, weil es nur nach diesem Verfahren möglich ist, die Gesteinsmassen so loszulösen, dass die Blöcke wenigstens annähernd die zum voraus beabsichtigte Form und Grösse besitzen. Anders liegen die Verhältnisse in Brüchen, denen die Rohmaterialien für *technologische Verwendungszwecke*, also z. B. für die Fabrikation von Kalk, Zement, Gips, Tonwaren usw. ausgebeutet werden. Solche Rohmaterialien gelangen durchwegs in stark zerkleinertem Zustand zur Weiterverarbeitung. Bei ihrer Ausbeutung ist also auf die Gewinnung grosser Stücke nicht nur keine Rücksicht zu nehmen, sondern es ist im Gegenteil von Vorteil, wenn das Material schon bei der Sprengarbeit in möglichst kleinen Stücken fällt, die so wenig wie möglich einer nachträglichen mechanischen Zerkleinerung bedürfen. Die besondern Verhältnisse in solchen Steinbrüchen, die meist eine einzige steil abfallende Abbaustelle besitzen, lassen aber die ausschliessliche Bohrarbeit nicht immer als vorteilhaft erscheinen; vielmehr wird es als zweckmässig erachtet, von Zeit zu Zeit durch eine einzige oder mehrere gleichzeitig stattfindende Sprengungen eine grössere

Gesteinsmasse von mehreren tausend Kubikmetern Inhalt auf einmal loszulösen. Der bei solchen Sprengungen massgebende Hauptgesichtspunkt ist dann der, mit einem *Minimum von Bohrarbeit und Sprengmitteln eine möglichst grosse Gesteinsmenge von möglichst geringer Blockgrösse abzulösen*.

Sprengungen von derartigen sogen. „Riesenminen“ werden in schweizerischen Steinbrüchen wie anderwärts hie und da vorgenommen. Leider liegen aber über die An-

ordnung, Durchführung und die Ergebnisse solcher Sprengungen entweder keine oder nur sehr spärliche Daten vor; möglichst zahlreiche und verlässliche Angaben über derartige Sprengungen zu besitzen, wäre aber sehr wünschenswert, weil daraus sowohl über die Wirkungsweise zahlreicher neuerer Sprengstoffe, wie auch über die zweckmässigste Anordnung und Ladungsberechnung solcher Minen wertvolle Erfahrungen gesammelt und Schlüsse gezogen werden könnten. Meist werden solche Sprengungen rein gefühlsmässig betrieben. Die Fälle sind daher auch nicht selten, dass entweder teils zufolge unzureichender Anordnung der Minenkammern, teils zufolge ungenügender Ladung oder Verdämmung die Mine nicht das erhoffte Resultat ergibt, oder dass anderseits infolge übertrieben starker Ladungen, also Munitionsvergeudung, eine viel zu starke Sprengwirkung er-

reicht und sogar nicht selten in der Umgebung des Sprengobjektes beträchtlicher Schaden angerichtet wird.

Im Nachstehenden sollen einige Sprengungen etwas näher beschrieben werden, die in mancher Beziehung lehrreich sind und auf Veranlassung der „*Fabrique suisse de Ciment Portland*“ in St. Sulpice (Neuchâtel) vorgenommen wurden. Genannte Fabrik verwendet zur Herstellung ihres Zements unter anderm einen Kalkstein, der in dem hinter einem Hügel in einer Vertiefung liegenden, nach dem benachbarten „Défilé de la Chaîne“ benannten Steinbruch gewonnen wird (A bis B in Abbildung 1). Aus dem Bruch wird das gebrochene Material mittels einer Drahtseilbahn nach der im Tal liegenden Fabrik befördert. Die sehr deutlich ausgeprägten Schichten von Jurakalk, aus denen das Gestein besteht, sind von wechselnder Mächtigkeit und fallen unter einem Winkel von etwa 60° gegen den Berg ein. Zur Charakterisierung des Gesteins sei nachstehend

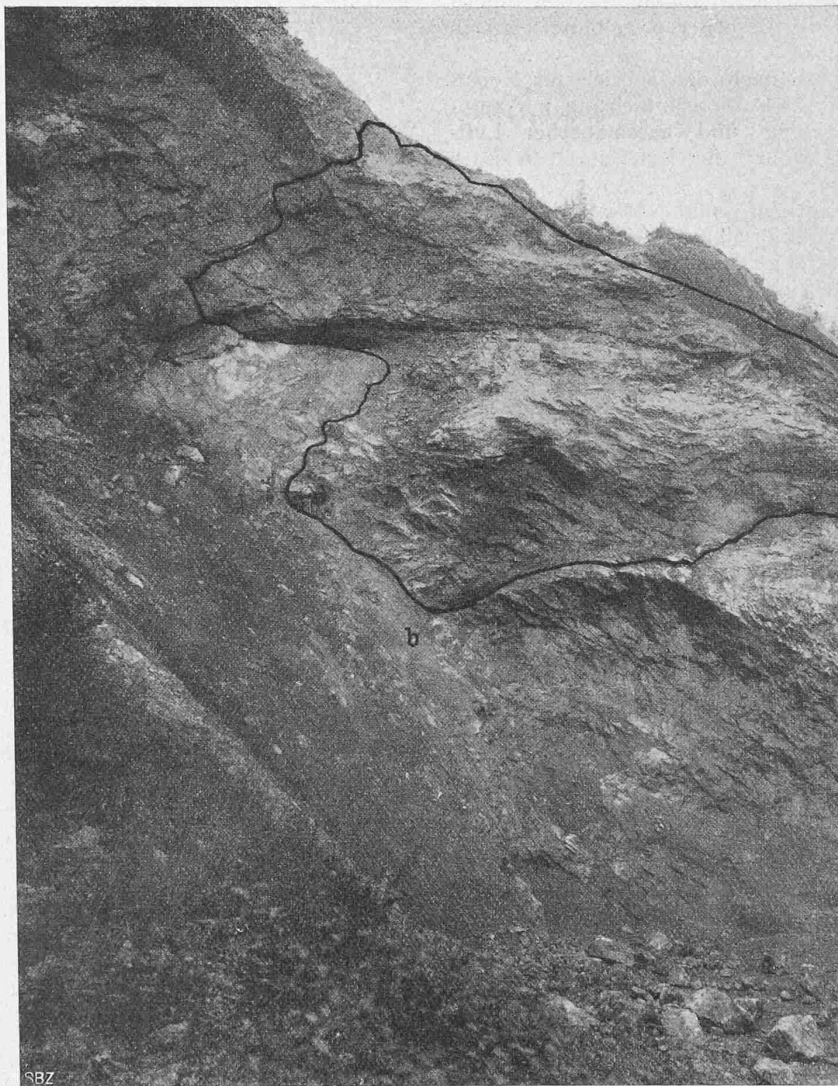
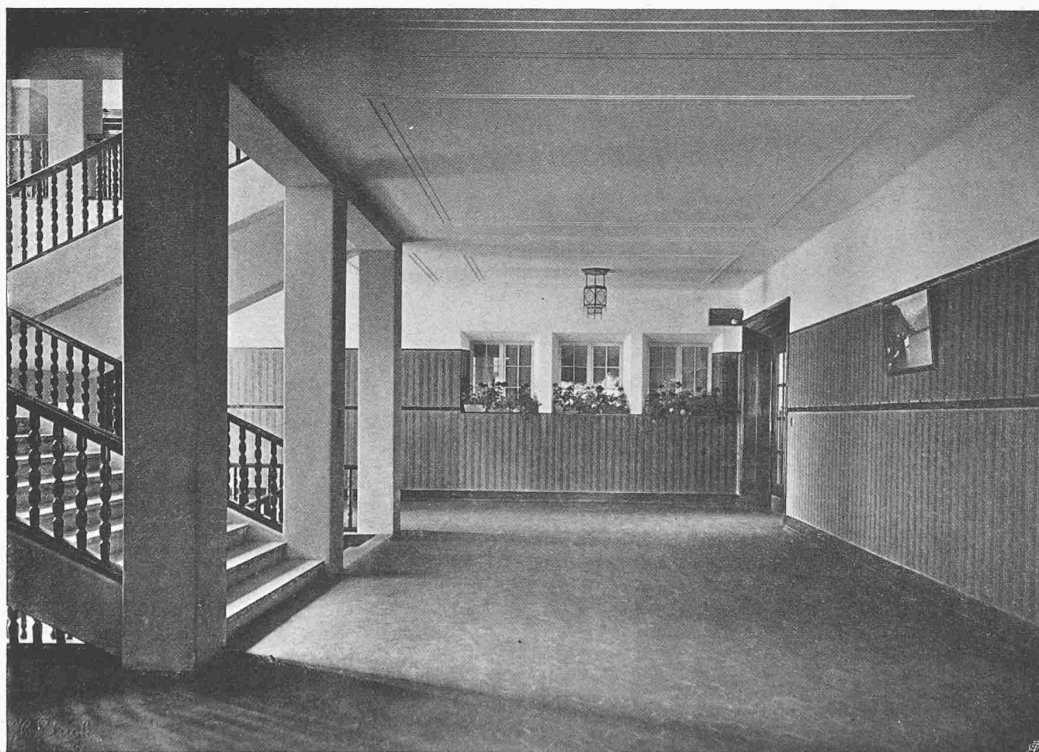
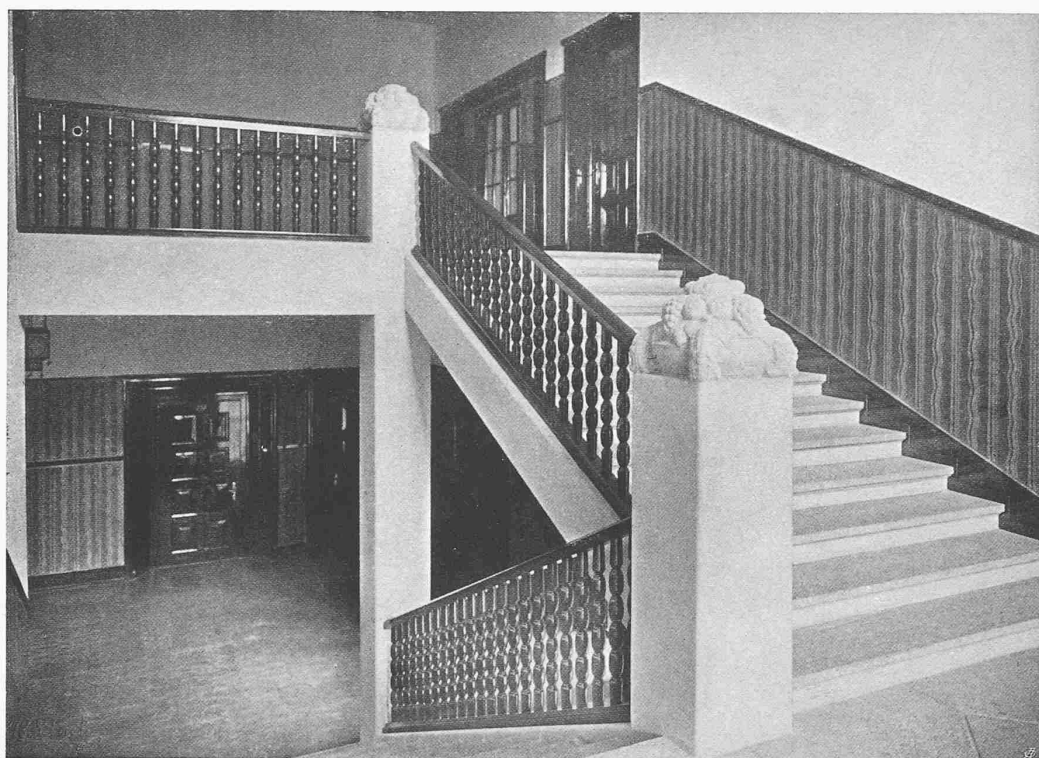
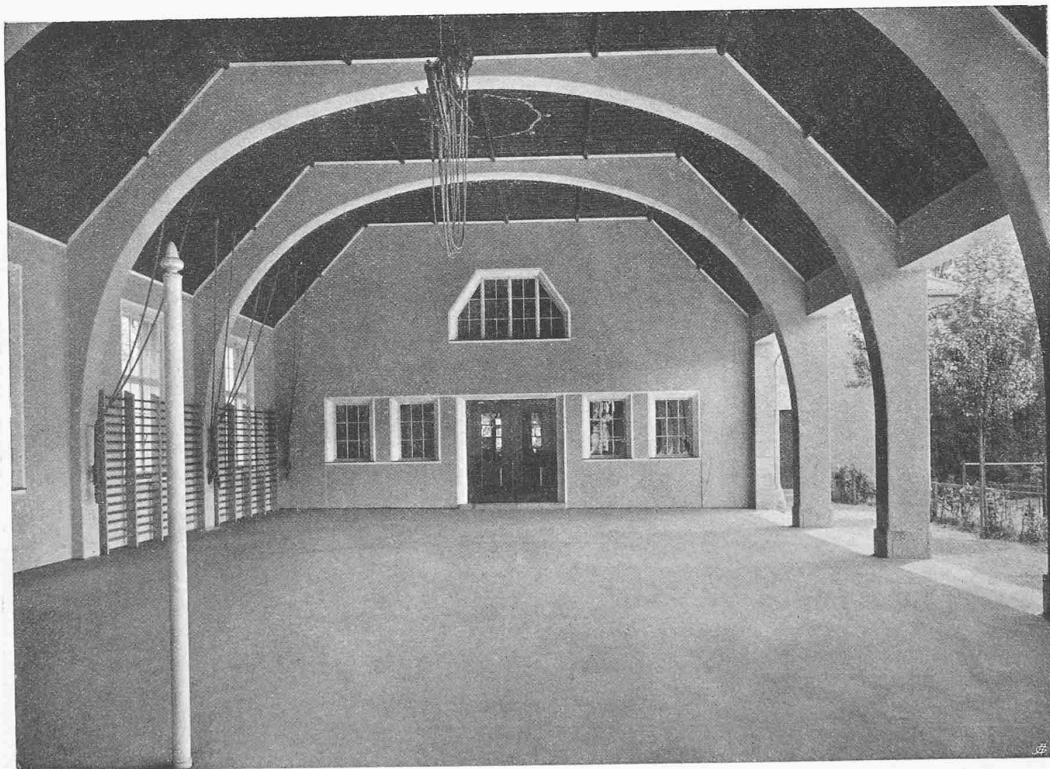
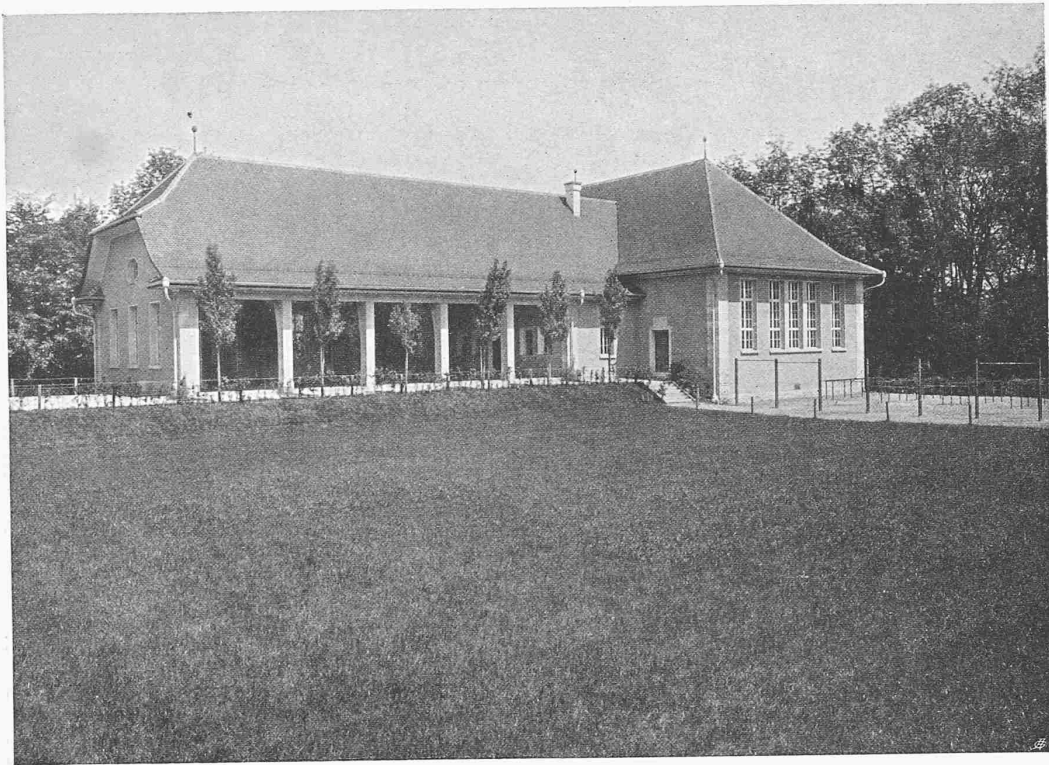


Abb. 3. Steinbruch vor der Sprengung vom 9. November 1911.
Die Stollenmündung der Kammermine liegt links oberhalb des Punktes b.



HEILIGBERGSCHULHAUS IN WINTERTHUR, TREPPENHAUS



TURNHAUS DES HEILIGBERGSCHULHAUSES IN WINTERTHUR

Architekten BRIDLER & VÖLKI, Winterthur

noch seine Druckfestigkeit angegeben, wie sie in der Eidg. Materialprüfungsanstalt an Würfeln von 6,5 cm Kantenlänge ermittelt wurde. Aus drei Einzelversuchen mit 1716, 1588 und 1553 kg/cm² ergibt sich eine mittlere Druckfestigkeit von 1619 kg/cm². Der Steinbruch hat muldenförmige Gestalt mit sehr steil abfallenden Wänden; nach hinten fällt er dachartig ab. Bereits am 11. Juni 1910 war im oberen Teil des Steinbruchs eine Mine gesprengt worden, die mit 350 kg Westphalit geladen, einen vollen Erfolg aufwies und angeblich eine

Gesteinsmasse von 4000 m³ ergeben hatte (Abb. 2, S. 136). Eine zweite Mine wurde am 21. Oktober 1911 gesprengt. Zu jener Zeit hatte der Steinbruch vor der Sprengung in der Frontalansicht das in Abbildung 3 zu erkennende Aussehen. Wie ersichtlich, zeigte die Felswand auf der rechten Hälfte in halber Höhe eine ziemlich starke Ausbauchung, die wegzusprengen beabsichtigt war. Von dem links der Ausbauchung liegenden Schuttkegel her war der Felsvorsprung ohne Zuhilfenahme von Gerüsten auf einem schmalen Fusspfad ziemlich leicht zugänglich. Von diesem Punkt aus wurde denn auch nach Anleitung des Sprengstofflieferanten ungefähr senkrecht zur Felsfront ein Stollen von 10 m Länge annähernd horizontal vorgetrieben. Von hier aus teilte sich der Hauptstollen gabelförmig in zwei Stollen von je 8 m Länge, an deren

Enden die Minenkammern A und B (Abb. 4, S. 136) angelegt wurden. Die erstere wurde mit 410 kg, die zweite mit 300 kg Telsit, geliefert von der A.-G. Dynamit Nobel in Isleten (Uri), geladen. Telsit, ein neueres Produkt und in seiner Zusammensetzung dem Westphalit ähnlich, gehört in die Klasse der Ammoniumnitrat-Sprengstoffe und besteht zur Hauptsache aus Ammoniumnitrat mit einem Zusatz nitrierter Toluole und einigen Prozenten Aluminiumpulver. Es gehört seiner Sprengkraft nach zu den mittlern Sorten brisanter Sprengstoffe und ergibt bei der Bleiblockprobe 432 cm³ (Sprengelatine, der stärkste Sprengstoff, 632, Cheddit Nr. 60, der schwächste brisante Sprengstoff, 273, schweres Westphalit 442 und verstärktes Westphalit 425 cm³).¹⁾

Die Verdämmung der Mine bestand zunächst, wie aus Abbildung 4 ersichtlich, aus einer Abbetonierung, darauf folgte ein Trockenmauerwerk, dann an der Gabelung der beiden Stollen je zwei Abmauerungen, dann wieder ein

Trockenmauerwerk und schliesslich, etwa in der Mitte des Hauptstollens, eine nochmalige Abmauerung. Die Verdämmung muss als mehr als genügend erachtet werden, indem bei Verwendung brisanter Sprengstoffe eine Verdämmungslänge gleich der kürzesten Widerstandslinie als vollkommen hinreichend erachtet wird. Die Zündung beider Minen erfolgte mittels eines doppelten Strangs österreichischer Knallzündschnur, die vermöge ihrer grossen Detonationsgeschwindigkeit von etwa 6000 m/sek, gerade wie die

elektrische Zündung die praktisch völlig gleichzeitige Sprengung mehrerer Minen ermöglicht.

Die am 21. Oktober 1911 erfolgte Sprengung ergab einen Misserfolg, indem keinerlei äussere Minenwirkung zu erkennen war, trotzdem die Explosion stattgefunden hatte. Die angewandten Ladungen waren also offenbar zu schwach gewesen. Von den beteiligten Parteien wurde der Verfasser zu einem Gutachten über die Ladungsberechnung dieser Minen eingeladen; es lässt sich darüber kurz folgendes sagen:

Zur Berechnung der Ladungen von grösseren Kammerminen wie die vorstehenden verwendet man am besten eine der bekannten Ladeformeln, wie sie zu Sprengungen in Erde und Fels von den technischen Truppen in ähnlichen Fällen verwendet werden.

Es ist ja richtig, dass diese meist schon aus frühern Jahren stammenden

Formeln streng genommen nur für Sprengungen in Erde und Verwendung von Schwarzpulver Gültigkeit haben.



Abb. 5. Steinbruch nach der Sprengung vom 9. November 1911.



Abb. 1. St. Sulpice und das Défilé de la Chaîne.

¹⁾ Vgl. «Spreng- und Sensibilitätsversuche mit den in der Schweiz gebräuchlichen Sprengstoffen». Von Geniehauptmann Bruno Zschokke. — Sonderabdruck aus der «Schweiz. Zeitschrift für Artillerie und Genie». 1911.

Mit entsprechend abgeänderten Widerstandskoeffizienten, die auf Grund langjähriger praktischer Erfahrungen aufgestellt wurden, oder mit einem Reduktionskoeffizienten versehen, werden sie jetzt aber ganz allgemein auch für Sprengungen in Fels und Mauerwerk und bei Benützung brisanter Sprengstoffe verwendet, wobei aber natürlich der innert ziemlich starker Grenzen schwankenden Sprengkraft der verschiedenen modernen Sprengstoffe Rechnung getragen werden muss. Je nachdem die Ladungen

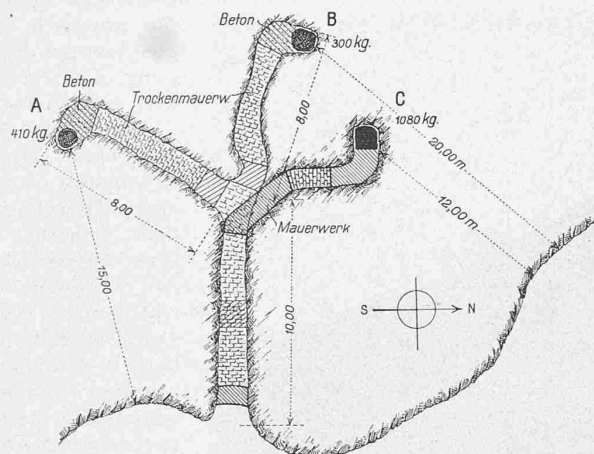


Abb. 4. Grundriss der Kammerminen vom 21. Okt. 1911 (A und B) und vom 9. November 1911 (Minenkammer C).

von Kammerminen eine äussere Wirkung haben, d. h. einen Trichter auswerfen, oder nur im Innern der Erde, in einem bestimmten Umkreis um die Ladung Materialzerstörungen anrichten sollen, unterscheidet man in der Mineurkunst bekanntlich sogen. „tagende“ oder *Trichter-Minen* und „Dampf“- oder *Quetsch-Minen*. Bei den ersten werden, unter Voraussetzung gleich bleibender Tiefe, in welcher die Ladung liegt, je nach Grösse der letztern spitzwinklige bis stumpfwinklige Trichter ausgeworfen, deren Form durch die Verhältniszahl $\frac{r}{w} = n$, d. h. durch das Verhältnis vom Trichter-radius zur kürzesten Widerstandslinie ausgedrückt wird. Ist $n = 1$, d. h. hat man einen rechtwinkligen Trichter, so nennt man eine solche Mine eine *normale Mine*, ist $n > 1$, so redet man von einer *überladenen Mine*, ist $n < 1$ aber $> 0,5$

von einer *schwachgeladenen Mine*; ist $n \leq 0,5$, so spielt die Mine als Quetschmine. Auf Grund dieser Hauptregeln der Mineurkunst wird man für Minen in Steinbrüchen in der Regel keine normalen oder überladenen, sondern nur schwachgeladene oder Dampfminen anwenden, da bei Anwendung von Trichtermine, durch die starke Streuung die Umgebung des Bruches stark gefährdet und zudem nur ein unnützer Aufwand an Sprengstoff gemacht würde.

Betrachten wir nun die Minen vom 11. Juni 1910 und 21. Oktober 1911 hinsichtlich ihrer Ladungsstärken, so kommen wir zu folgenden Resultaten: Die Mine vom 11. Juni 1910 war, wie bereits erwähnt worden, bei einer Länge des Zugangstollens von 11 m und einer kürzesten Widerstandslinie von 5 bis 6 m mit 350 kg Westphalit geladen (Abbildung 2). Unter Zugrundelegung einer normalen Mine würde sich die Ladung auf Grund der bei den deutschen, französischen und österreichischen Genietruppen gebräuchlichen Ladeformeln¹⁾ wie folgt berechnen:

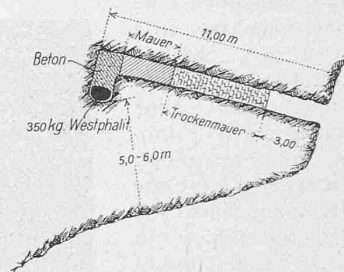


Abb. 2. Mine vom 11. Juni 1910.

Die deutsche Formel lautet: $L = r^3 g d$ [worin L = Ladung in kg; r = Trichterradius oder Wirkungskreis; g = Widerstandskoeffizient (der von der Natur des Gesteins abhängt, in dem gesprengt wird); d = Verdämmungsziffer].

Demnach haben wir für

$$r = 5 \text{ m}; L = 5^3 \cdot 3 \cdot 1 = 375 \text{ kg deutscher Sprengmunition (Pikrinsäure),}$$

$$\text{für } r = 6 \text{ m}; L = 6^3 \cdot 3 \cdot 1 = 648 \text{ kg.}$$

$$\text{im Mittel} = 512 \text{ kg.}$$

Unter Berücksichtigung der stärkern Sprengkraft von Westphalit gegenüber der deutschen Sprengmunition (0,7 Teile Westphalit entsprechen nach der Bleiblockprobe 1,0 Teile der deutschen Sprengmunition) bekommen wir

$$L_m = 512 \cdot 0,7 = 358 \text{ kg Westphalit.}$$

Die französische Formel lautet: $L = g w^3 d$ (worin w = der kürzesten Widerstandslinie ist).

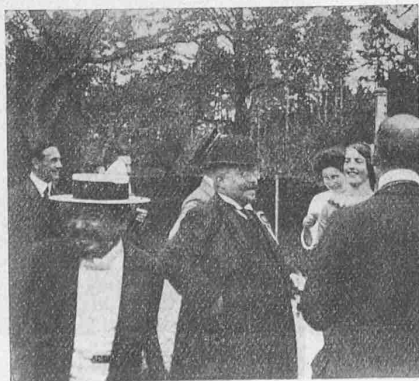
¹⁾ Siehe «Handbuch der militärischen Sprengtechnik». Von Bruno Zschokke. Leipzig, Veit & Cie., 1911.

Von der XXXII. Generalversammlung der G. e. P. vom 17. bis 19. August in Winterthur.

(Schluss.)

Bei etwas zweifelhaftem Wetter verlor sich die Gesellschaft nach Schluss des Mittagbanketts, um in kleineren oder grösseren Gruppen, auf grösseren oder kleineren Umwegen (um nicht zu sagen auf kürzestem Wege) der am Waldrand des Lindbergs, im Norden der Stadt herrlich gelegenen Behausung des Herrn Rob. Sulzer-Forrer zuzustreben und dort die ermatteten Lebensgeister am Busen der Mutter Natur wieder zu erfrischen. Die Erfrischung bestand wirklich zunächst im reinen Naturgenuss, denn die Lage des statt-

lichen Giebelhauses mit seiner, weite Ausschau bietenden Terrasse ist unvergleichlich schön. Ueber die in das Tal gebettete Stadt hinweg, über die waldigen Höhen, die sie im Süden und gegen Westen hin umfassen, schweift der Blick bis an die Alpen, die vom Säntis bis zu den Berner Oberländer-Gipfeln in ihrer ganzen Pracht sich darbieten. Der grossen, einfachen Landschaft angepasst ist auch das Haus, dessen Formen ebensowenig die Neuschöpfung verraten, wie die Gartenanlagen, die vom Hause weg in unmerklichem Uebergange sich in die natürlichen Wiesen und gegen den sie einsäumenden Wald hin verlieren. Auf diesem weiten Rasenplan östlich des Hauses entwickelte sich bald ein reges Festleben, dem ein reicher Flor junger Damen, Töchter der Winterthurer Kollegen, den



Impuls verlieh. In die Schläge des frischen Anstichs und das entsprechende Gläserklirren mischten sich die Geigenklänge eines kleinen Orchesters und bald umschlang der Zug einer fröhlichen Polonaise gleich einem im Winde flatternden Band alle die Gruppen der Ehemaligen in lustigem Durcheinander, bald im Knäuel, bald in langer Kette, um sich am fernen Waldrand zu verlieren, wieder zu verwickeln und zu entwirren, wie das so geht. Herr Rob. Sulzer war so freundlich, einige Spezialaufnahmen für die Festchronik zu knipsen, so gut es die trübe Beleuchtung zuließ. Dass diese übrigens nicht die mindeste Dämpfung der Festfreude bewirkte, sieht man aus unsern Bildern. Auf

