

424, 40

# Großbohrlochsprengungen im Magnesitbergbau auf der Millstätter Alpe

Von H. R i e d l e r, Radenthein

*(Die Entwicklung des Bohr- und Schießwesens bei der Magnesit- und Abraumgewinnung im Tagbau auf der Millstätter Alpe in Kärnten und die Wechselwirkung der Gewinnungs- und Fördermethoden aufeinander; Vergleich zwischen dem derzeit gehandhabten Großbohrlochsprengen und dem früher betriebenen schwebenden Stoßbau; die derzeitige Handhabung des Großbohrlochsprengens.)*

*(Development of drilling and blasting practice for winning magnesite and overburden by open mining on the Millstätter Alpe in Carinthia; influence of the two methods of drawing out process of extraction; comparison of the blasting of large drill holes as practiced to-day and the former percussion boring on the rise and the present manipulation of large bore holes.)*

*(Le développement du forage et du travail aux explosifs de l'extraction de la magnésite et du déblaiement à l'exploitation à ciel ouvert sur l'Alpe de Millstatt en Carinthie et l'action réciproque des méthodes d'exploitation; comparaison du forage extensif pour explosifs pratiqué actuellement avec l'abattage montant d'autrefois; le maniement actuel du forage extensif pour explosifs.)*

In den letzten Jahren ist die Gewinnung nutzbarer Minerale im Tagbau durch reine Handarbeit weitgehend auf neuzeitliche technische Verfahren umgestellt worden. Erst diese machen die heute geforderten hohen Leistungen möglich. Im Folgenden soll auf die Entwicklung der Bohr- und Sprengarbeit im Magnesittagbau auf der Millstätter Alpe unter besonderer Berücksichtigung des derzeitigen Standes der Großbohrlochsprengungen eingegangen werden. Bei den verschiedenen Verfahren sind die Kosten der Sprengarbeit natürlich unterschiedlich, doch müssen bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit auch die Ladearbeit und die Abförderung berücksichtigt werden.

Der erste Schritt zur Mechanisierung erfolgte nach die Erschließung des nördlichen Lagerstättenteiles, des sogenannten Spitzkofellagers (Abb. 1), wo die zu bewältigenden Abraumengen nicht mehr in wirtschaftlich tragbarer Weise durch Handarbeit entfernt werden konnten wie im sogenannten Hauptlager, dem anfänglichen Abbaufeld. Für die Verladung des Abraumes wurde ein Elektrobagger mit 1,0 m<sup>3</sup> Löffelinhalt eingesetzt. Der Transport des Abraummaterials zur Sturzhalde erfolgte durch 3,5 Raummeter fassende Wagen mit Seitenentleerung in Verbindung mit Fahrdrähtlokomotiven. Das Sturzgeleise mußte auf Holzböcke verlegt werden, welche durch Rutschungen der Halde umfangreiche Ausbesserungsarbeiten erforderten und einen hohen Holzverlust durch Zustürzen zur Folge hatten. Der Aufwand an Arbeitskräften für die Sturz- und Förderarbeit sowie für die Unterhaltungsarbeiten an diesen Anlagen war sehr groß, so daß mit den Bohrhauern und der Baggermannschaft rund 30 Mann bei einem Baggerbetrieb gebunden waren. Der Einsatz eines Schrappers gab die Möglichkeit, die kostspieligen Zimmerungsarbeiten und den Holzverlust an der Sturzhalde zu vermeiden. Später löste ein Bagger den Schrapper am Sturz ab und heute übernehmen die Schubraupen die Planierungsarbeiten am Sturz. Die oben beschriebenen Verhältnisse bei der Abförderung des Abraumes ließen eine möglichst weitgehende Ausnutzung des Baggers

nicht zu, da die Gleisanlagen und Fahrdrähte gegenüber der Witterung und Sprengarbeit sehr anfällig waren. Die Beschädigungen und Behinderungen an diesen Anlagen durch die Niederschläge und deren Folgeerscheinungen sowohl im Sommer als auch im Winter bedingten teilweise Einstellungen des Baggerbetriebes. Besonders die Tauperiode im Frühjahr legte die Gewinnungs- und Sturzarbeit weitgehend lahm. Abb. 2 zeigt dies und gleichzeitig, wie mit Einführung der gleislosen Förderung die Möglichkeit gegeben wurde, den Betrieb wesentlich kontinuierlicher das ganze Jahr hindurch aufrecht zu erhalten. Gegenüber dem Baggerbetrieb mit gleisgebundener Förderung hat sich die Leistung je Mann und Stunde durch die größere Anpassungsfähigkeit der gleislosen Förderung an die jeweiligen Verhältnisse und durch die dabei kaum ins Gewicht fallenden Sturzarbeiten um das Vierfache, in Verbindung mit dem Großbohrlochsprengen um das Sechsfache erhöht, die Stundenleistung der Bagger stieg um 30 %. Zwei bis drei Großraumwagen mit 13 Raummeter Inhalt je Bagger besorgen den Abtransport des Ladegutes. Für den Spülversatz im Untertagebetrieb werden immer größere Mengen Versatzmaterial benötigt und so die Sturzhalden entlastet.

Während die Entwicklung der Mechanisierung bei der Abraumbewegung früh einsetzte und heute bei der gleislosen Förderung angelangt ist, konnte dieses Bestreben zur Mechanisierung des Ladebetriebes beim Rohmagnesit erst spät verwirklicht werden. Erst nach Umstellung und Verfeinerung der Aufbereitungs- und Weiterverarbeitungsmethoden konnte auf die weitgehende händische Sortentrennung verzichtet und an maschinelles Laden gedacht werden. Auch hier stehen jetzt Bagger im Einsatz, die den Rohmagnesit auf Kipper mit 1 Raummeter Fassungsvermögen verladen. Durch die Weiterförderung durch Sturzschächte auf den Hauptförderhorizont des Untertagebetriebes können die obertägigen Förderstrecken kurz gehalten werden und der sonst lange obertägige Förderweg bis zur Seilbahnstation ist in der Grube den durch die Witterung verursachten Störungen entzogen.





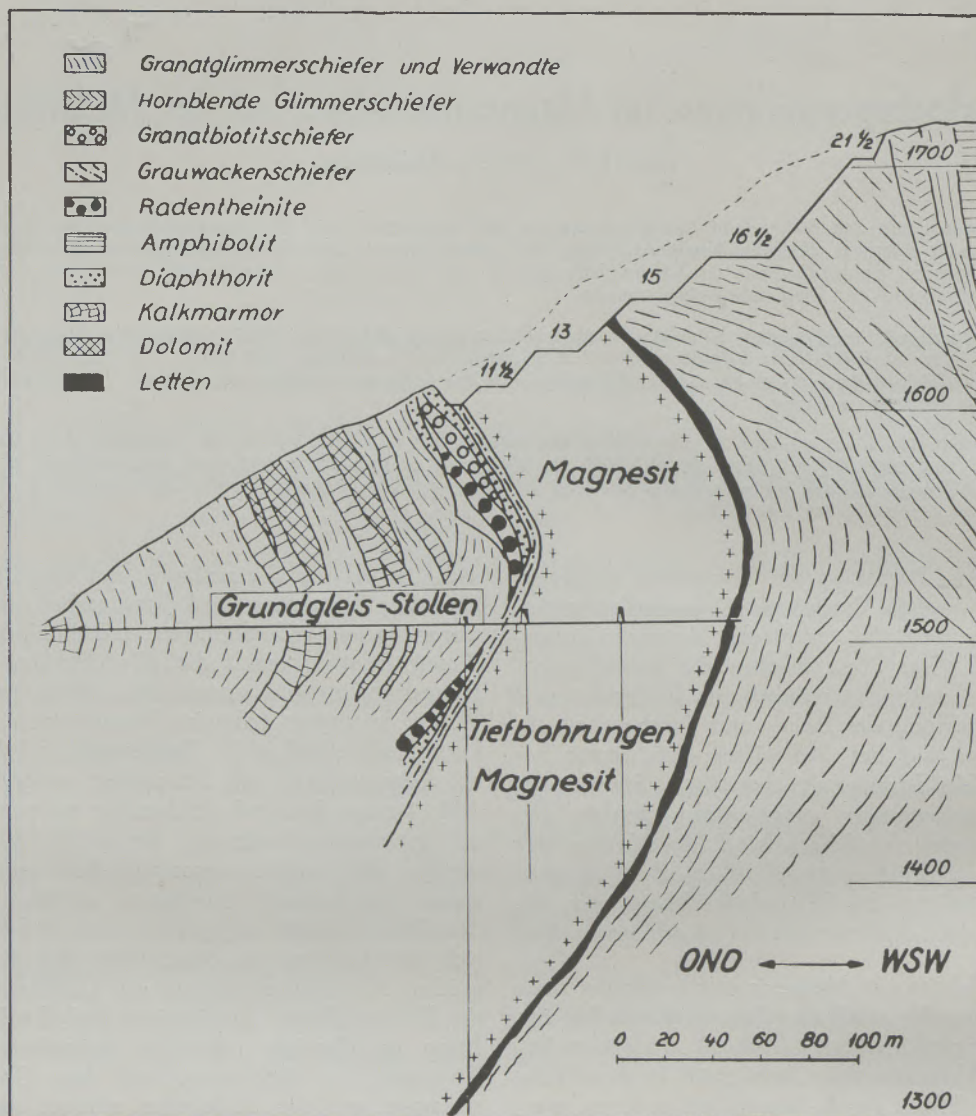


Abb. 1

Geologisches Profil durch das Spitzkofellager

Das Ausmaß der Entwicklung im maschinellen Ladebetrieb geht aus folgenden Zahlenangaben hervor:

Abraum 1937:

händisch verladen 58 %, maschinell 42 %

Abraum 1947:

händisch verladen 55 %, maschinell 45 %

Abraum 1957:

händisch verladen 7 %, maschinell 93 %  
(davon 90 % durch gleislose Förderung)

Magnesit 1947:

händisch verladen 100 %, maschinell 0 %

Magnesit 1957:

händisch verladen 13 %, maschinell 87 %

Der Abbau des Abraumes wurde im schwebenden Stoßbau auf mehreren Strossen von 20—40 m Höhe betrieben. Die Länge der einzelnen Stöße richtete sich nach der Standfestigkeit des Gebirges. Zunächst wurde zur Bildung des Abbaustoßes söhlig gegen die Wand von der Strossensohle aus gefahren. Sobald die beabsichtigte Höhe des Abbaustoßes (3 bis 4 m) erreicht war, begann man mit dem schwebenden Verhieb. Zwei bis drei Meter tiefe Bohrlöcher wurden in einem Abstand von 0,75 bis 1,5 m mit einem Winkel von 40 bis 45 Grad ansteigend gebohrt. Die darüber liegende Abdeckserie hatte mit 50 bis 60° ansteigend 3 bis 4 m Tiefe und einen größeren seitlichen Abstand (Abb. 3). Die Zündung der Schüsse erfolgte elektrisch mit scharfen Momentzündern, die anfallenden Knauer bei der Nachzerkleinerung wurden mittels Zündschnurzündung abgetan. Im Durchschnitt betrug der Sprengstoffverbrauch 45 gr/to.



Gebohrt wurde mit AZ 11 von Flottmann. In kompakten Gesteinspartien wurden bei Versuchen mit Schnellbohrhämmer um 40 % bessere Leistungen erzielt, jedoch bei der überwiegend starken Klüftigkeit und Zerrissenheit des Gesteins traten Schwierigkeiten auf, die der Einführung von Hämmer dieser Art sich entgegenstellten. Der anfänglich als Bohrwerkzeug verwendete Schlangenbohrstahl mit aufgestauchter Doppelmeißelschneide wurde durch Bohrer

daß diese Art der Hereingewinnung des Abraumes den sich bei der gleislosen Förderung bietenden Möglichkeiten, das ganze Jahr hindurch die Abförderung beständig aufrecht zu erhalten, nicht mehr gerecht werden konnte.

Diese Überlegungen und das Bestreben, Unfälle in der Böschung möglichst zu vermeiden und möglichst konzentriert arbeiten zu können, wiesen auf die Großbohrlochsprengungen hin.

Heute stehen für die Niederbringung von Großbohrlöchern vier Schlagbohrmaschinen, Type Stenuick Record, zur Verfügung. Doch möge, um den zeitlichen Ablauf der Entwicklung einzuhalten, zuerst über die Erfahrungen mit dem Drehbohren unter den hier gegebenen Verhältnissen berichtet werden. Für die Bohrarbeit beim Großbohrlochsprengen wurde anfänglich eine Salzgitter-Bohrmaschine H 60 verwendet. In den härtemäßig verschiedenen Gesteinen des Tagbaues konnten durch die richtige Abstimmung von Bohrandruck und Umdrehungszahl vereinzelt Bohrfortschritte von 6 m je Bohrstunde (Bohren und Gestängeziehen) erzielt werden, doch die durchschnittliche Leistung je Stunde (mit Nebenarbeiten) betrug 1,85 m.

Bohren	61 %
Gestängeziehen und Umbau	20 %
Sonstiges	19 %

Beim Bohren kamen 3-Schneidenvollbohrkronen mit 65 und 75 mm Durchmesser und Stufenkronen mit 72,5 mm Durchmesser zur Verwendung, wobei die 3-Schneidenvollbohrkronen beim Durchbohren von lassigen Einlagen besser entsprachen als die Stufenkronen. Die Standdauer der 3-Schneidenvollbohrkronen betrug für Abraum 150 m und für Magnesit 200 m, die Stufenkronen hatten im Abraum eine sehr schlechte Standdauer. Beim Drehbohren war die Richtungsablenkung in dem tektonisch stark durcharbeiteten Gestein sehr beträchtlich. Durch das drehende Fortschreiten des Bohrwerkzeuges wurden die Bohrlochwände stark aufgerissen und durch Nachfall wurde ein untragbar hoher Prozentsatz an Bohrlöchern nur teilweise brauchbar oder überhaupt für das Einbringen von Sprengmitteln unbrauchbar. So war der Erfolg vieler Sprengungen schon von

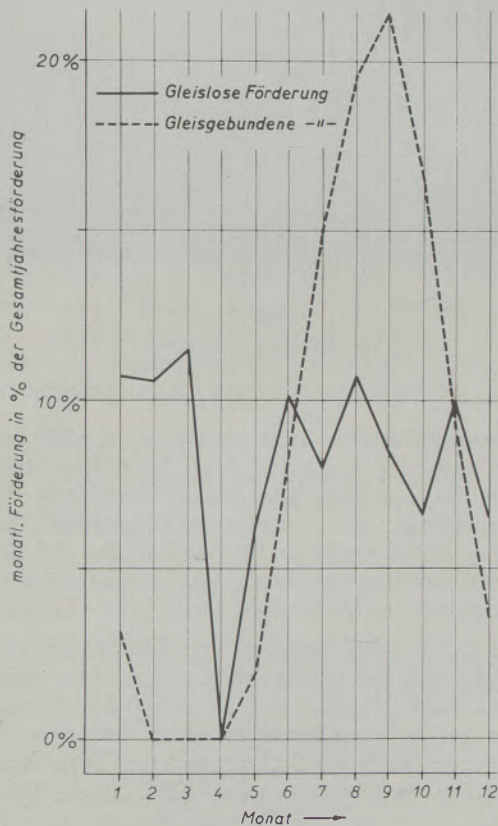


Abb. 2

Abhängigkeit der Abraumd Förderung von Jahreszeit und Fördermittel

mit selbst eingelöteter hartmetallbesetzter Einfachmeißelschneide ersetzt, da dadurch nicht nur eine längere Standdauer erzielt wurde, sondern sich auch die Bohrleistung verbesserte und die Transporte der Bohrer zum Schärfen in der Schmiede herabgesetzt wurden. Der Kostenaufwand je Bohrmeter senkte sich dadurch um rund 45 %.

Der schwebende Stoßbau wies aber manche Mängel auf. Nach Niederschlägen oder während der Tauperiode im Frühjahr konnte die Bohrarbeit wegen zu großer Gefährdung der Bohrhauer durch Steinschlag nicht aufrecht erhalten werden. Trotz zeitraubender und umfangreicher Absicherungsarbeiten in der Böschung vor Beginn der Bohrarbeit ließen sich Unfälle nicht vermeiden. Die Unbilden der Witterung des Winters im Gebirge erschwerten und behinderten die Bohrarbeit im starken Ausmaß. Diese Umstände führten sehr oft zu Materialmangel. Daraus ist ersichtlich,

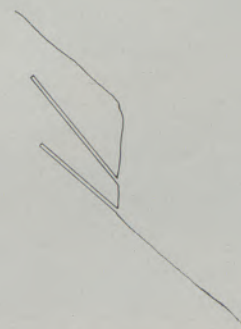


Abb. 3

Bohrschema bei schwebendem Stoßbau



vornherein fraglich. Die beim Drehbohren benötigten Andrücke verlangen ein großes Dienstgewicht der Maschine, welches oft noch durch Beschwerden oder Verankerungen unterstützt werden muß. Die Tagbauanlage und die Betriebsverhältnisse im Magnesitbruch verlangen jedoch eine leichtbewegliche Bohrmaschine, da lange geschlossene Abbaufonten fehlen und daher in rascher zeitlicher Folge auf verschiedenen Etagen an oft schwer zugänglichen Punkten gebohrt werden muß. So ist es erklärlich, daß das Drehbohren bei diesen Verhältnissen nicht voll befriedigte.

Der Vollständigkeit halber sei auch der versuchsweise Einsatz einer Salzgitter-Drehschlagbohrmaschine V 100 erwähnt. Die Möglichkeit, mit dieser Maschine Bohrlöcher nach allen Richtungen niederzubringen, sollte dazu dienen, die Bohrlöcher für die zu Großbohrlochsprengungen nötige Steilstellung der Bruchwände anzulegen und bei Großbohrlochsprengungen Sohlhöcher anzubringen, um für den Baggerbetrieb eine möglichst glatte Sohle zu garantieren. Die Beweglichkeit der auf einer Raupe montierten Bohr-



Abb. 4

Stenuick-Record HS

maschine und die reine Bohrleistung (1,4 m/min.) waren sehr gut. Doch der Beanspruchung durch die hohen Drehzahlen und durch die große Schlagkraft war die Standfestigkeit des an und für sich schon



Abb. 5

Stenuick-Record Universal

zerriebenen Gesteins nicht gewachsen, so daß unmittelbar nach der Krone Nachfall hereinfiel und das Ziehen des Gestänges stundenlang verzögerte. Ebenso war infolge der Gesteinsverhältnisse bei diesem rasanten Bohrfortschritt der Verlauf des Bohrloches korkenzieherartig, wodurch ein Verladen bis zur Bohrlochsohle nicht möglich war.

Das sichere Niederbringen von Bohrlöchern in diesem schwierig zu bohrenden Gestein ohne späteren Verlust durch Nachfall und die Möglichkeit, auch an schwer zugänglichen Betriebspunkten bohren zu können, wurde durch ein Schlagbohrgerät, Type Stenuick Record, gewährleistet. Für saigere Bohrungen stehen derzeit zwei Stenuick Record HS und für Bohrungen nach allen Richtungen zwei Stenuick Record Universal zur Verfügung, mit welchen bereits über 30.000 Bohrmeter niedergebracht wurden (Abb. 4 und 5). Wie aus beigefügten Abbildungen ersichtlich, ist an einem mit drei gummibereiteten Rädern versehenen U-Eisen-Rahmen eine mittels Winde verstellbare Lafette angebracht, an welcher der Umsetzmotor gleitet und der Fördermotor befestigt ist. Das Bohrgestänge besteht aus 3 m langen, miteinander verschraubbaren Rohren mit einem Durchmesser von 60 mm und 3 mm Wandstärke. Der Bohrhammer, welcher an der Spitze des Gestängestranges angeordnet ist, hat einen Durchmesser von 70 mm und die Kreuzmeißelschneidenkrone einen Durchmesser von 80 mm. Diese kleinen Differenzen zwischen Kronendurchmesser, Hammerdurchmesser und Gestängedurchmesser verhindern das Nachfallen von größeren, durch die Ausblasluft nicht mehr zu bewältigenden Gesteinsteilen. Die Umsetzbewegung schont die Bohrlochwand wesentlich mehr als die schneidende Drehbewegung. Ein totaler oder teilweiser Verlust der niedergebrachten Bohrlöcher tritt kaum auf. Die Anordnung des Hammers unmittelbar nach der Bohr-



krone erlaubt es, die Bohrröhre ganz leicht auszuführen, da diese nur der Energieleitung und nicht der Kraftübertragung dienen. Daraus erklärt sich auch der geringe Preßluftverbrauch von 2,5 bis 3,0 m<sup>3</sup>/min. Die günstige Anordnung der Steuerhebel und eine leicht zu bedienende Abfangvorrichtung lassen das Ein- oder Ausbauen eines Rohres mühelos durch einen Mann vor sich gehen. Während der nötige Bohrdruck bei der RHS vom Eigengewicht des Umsetzmotors, der Schwerstange und des Gestänges bewirkt und bei zunehmender Tiefe durch Gegengewichte ausgeglichen wird, besitzt die Record Universal einen pneumatischen, regelbaren Vorschub, der das Bohren in allen Ebenen gestattet. Der Bohrdruck beträgt im Durchschnitt 80 kg und die Drehzahl liegt bei 25 U/min., doch findet ein geübter Bohrer bald den für das jeweilige Gestein günstigsten Bohrdruck bzw. Drehzahl heraus. Das Bohren, Gestänge wechseln und Überfahren auf gereinigter Etage kann von einem Mann bewältigt werden. Die durchschnittliche Bohrleistung je Stunde liegt bei 2,5 m/Stunde, die reine Bohrleistung (Bohren und Gestängeziehen) bei 3 m/Stunde im Durchschnitt, unter besonders günstigen Gesteinsverhältnissen werden vereinzelt Spitzenleistungen bis zu 6 m/Stunde erreicht.

Bohren	89 %
Gestängeziehen und Umbau	7 %
Sonstiges	4 %

Ernstliche Schwierigkeiten ergaben sich bei den Bohrkronen. Von den Kreuzmeißelkronen, deren gedrungene Ausführung sehr von Vorteil ist, konnten nur 20 % bis zum endgültigen Hartmetallverschleiß im Einsatz belassen werden. Die Befestigung der Krone im Hammerzylinder geschieht durch einen Haltekeil, der an der dafür ausgesparten Sitzfläche des Kronenschaftes anliegt, ohne die Beweglichkeit der Krone zu behindern. Der obere Teil des Kronenschaftes muß auch bei vorsichtig gehandhabtem Bohren einen Teil der Schlagkraft abfangen und ist daher starken Zerstörungen preisgegeben, die meist weit vor dem endgültigen Hartmetallverschleiß auftreten. Abgesehen von einigen vorzeitigen Ausfällen, die durch Fehler bei der Herstellung bedingt waren, ergibt sich für Kronen verschiedener Herstellungsfirmer folgendes Bild:

33 % der Kronen erreichten eine Bohrleistung	von 0 — 100 m
33 % der Kronen erreichten eine Bohrleistung	von 100 — 200 m
34 % der Kronen erreichten eine Bohrleistung	über 200 m
(Bohrmeterzahlen auf Abraum bezogen)	

Die durchschnittliche Standdauer zwischen zwei Schliften beträgt — abgesehen von einigen sehr granat- und hornblendereichen Gesteinspartien — im Abraum 30 bis 40 Meter, im Magnesit ist diese

Standdauer die dreifache. Bei einiger Sorgfalt können die Kronen zehnmal geschliffen werden.

Eine neue Hammerausführung, bei der ein Luftpolster und nicht die Kronenbefestigung das Auslaufen des Schlages auffängt, bringt einen besseren Ausnützungsgrad des Hartmetalls hervor, welches fast restlos verbraucht werden kann. Nach Überwindung anfänglicher Schwierigkeiten verschiedener Art, hat sich der Bohrbetrieb so eingespielt, daß 4 Bohrmaschinen im Zweidrittel-Betrieb 8 Bagger im Eindrittel-Betrieb mit genügend Haufwerk versehen können.

Die Kosten der Bohrarbeit schlüsseln sich folgend auf:

Löhne	38,5 %
Luftverbrauch	21,4 %
Abschreibung	21,4 %
Kronen	10,8 %
Hämmer	4,2 %
Ersatzteile und Reparaturen	2,1 %
Ölverbrauch	1,6 %
Summe	100,0 %

Jede Großbohrlochsprengung muß genauestens vorbereitet werden. Nach Aufnahme von Profilen der Bruchwand werden die Bohrlöcher angesetzt. Für die bereits steilgestellten Bruchwände ergaben Erfahrung und Versuche folgende sich als vorteilhaft erweisende Anlage der Großbohrlochsprengungen:

Lochdurchmesser	80 mm
Neigung der Wand und des Bohrloches	70 Grad
Vorgabe	3,0 — 4,0 m
Seitenabstand	2,5 — 3,0 m

Nach Fertigstellung der Bohrlöcher werden diese kontrolliert und eventuelle Berichtigungen und die beim Bohren gemachten Beobachtungen über Härte und Klüftigkeit des Gesteins eingetragen. Bei der Berechnung der notwendigen Sprengmittelmengen werden neben der Vorgabe und dem Seitenabstand auch die Klüftigkeit und Schichtung, sowie die Härte des Gesteins berücksichtigt. Der Sprengstoff-Faktor ist verschieden und bewegt sich zwischen 200 bis 240 gr je Kubikmeter anstehendem Magnesit und zwischen 280 bis 320 gr je Kubikmeter auszubrechendem Abraum je nach dem Lagerstättenteil. Die Bohrlöcher werden 0,5 m unter die Bruchsohle gebohrt, nicht um mehr Sprengstoff dadurch aufnehmen zu können, sondern um durch Verschlammung und Nachfall kleinerer Teilchen nicht an Tiefe zu verlieren. Als Sprengmittel finden Gelatin-Donarit 1 60/300 und 60/700 und Donarit 1 50/190 Verwendung. Cellophan-schläuche, worin mehrere Patronen zu einem Ganzen zusammengefaßt werden können, haben sich bei der Überwindung größerer Klüfte gut bewährt. Der untere Teil des Bohrloches wird mit dem brisanten Sprengstoff verladen, um den Fuß gut zu lösen, im oberen



Teil genügt ein wenig brisanter Sprengstoff zum Abdrücken. Der Verbrauch von Gelatine-Donarit 1 zu Donarit verhält sich rund 2 : 1. Um durch eine gestreckte Ladesäule ein ladegerechteres Haufwerk zu

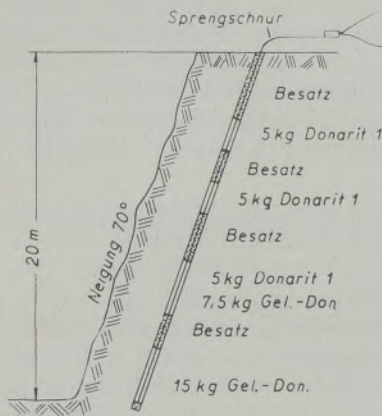


Abb. 6

Schnitt durch ein geladenes Großbohrloch

erhalten, wird mit Zwischenbesatz gearbeitet (Abb. 6). Alle Großbohrlochsprengungen werden elektrisch mit scharfen Momentzündern, die an die einzelnen in die Bohrlöcher verlaufenden Detonationssprengschnüre angebracht werden, abgetan. Versuche mit Millisekündendetonationsverzögerer sind im Gange, doch liegen noch zu wenig Ergebnisse vor, um ein Urteil zu fällen.

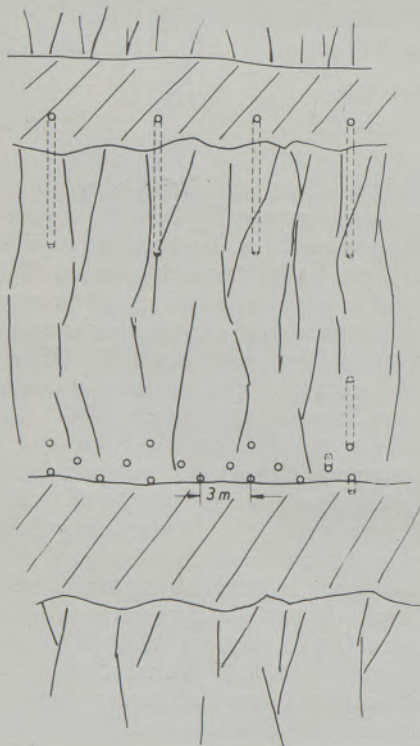


Abb. 7

Anlage einer Fächersprengung

Diese Großbohrlochsprengungen stehen an 10—40 m hohen Wänden und erbringen je laufenden Bohrmeter 8 bis 10 m<sup>3</sup> anstehendes Gestein. Dies ergibt eine Leistung je Mann und Stunde inklusive des Stundenaufwandes für das Laden der Bohrlöcher von 20—25 m<sup>3</sup> ohne die noch nötige Nachzerkleinerung.

Die Möglichkeit, mit der Record Universal Bohrlöcher nach allen Richtungen zu bohren, wird — wie schon erwähnt — bei der Steilstellung der Bruchwände ausgenutzt. Doch auch bei bereits steilgestellten Bruchwänden können durch Sohl- und Schlenkerschüsse gute Erfolge verzeichnet werden. Je nach Örtlichkeit und Gesteinsbeschaffenheit werden 6—10 m tiefe Löcher gebohrt, die bei einem Seitenabstand



Abb. 8

Beginn des Ausbrechens der Bruchwand bei einer Großbohrlochsprengung



Abb. 9

Die Bruchwand nach der Sprengung

von 3 m die Vorgabe gut lösen. Durch das Nachbrechen der oberen Gesteinspartien wird der Sprengmittelaufwand bis zu 50 % gesenkt. Dieses Verfahren kann beim Abraum bedenkenlos durchgeführt werden, da die Nachzerkleinerung nur bei einzelnen sehr großen Blöcken vorgenommen werden muß. Wenn die Beschaffenheit der oberen Bruchwand ein Nachbrechen nicht erwarten läßt, werden von oben



kurze Schüsse zum Abdrücken dieser Teile angebracht (Abb. 7). Bei den Sohl- und Schlenkerschüssen, wo jede Patrone einzeln eingeschoben werden muß, und nicht wie bei saigeren Löchern durch das Eigengewicht selbst an Ort und Stelle gebracht wird, verringern die langen Patronen (700 mm) die Ladezeit. Mit Einschluß der nötigen Nachzerkleinerung, die bei Magnesit aus fördertechnischen Gründen weitgehender sein muß als bei Abraum, beträgt der Sprengmittelverbrauch je to Abraum 65 gr und je to Magnesit 85 gr.

Trotz des höheren spezifischen Sprengmittelverbrauches und der höheren Bohrkosten je Bohrmeter erwies sich das Großbohrlochsprengen wirtschaftlicher als der händisch betriebene schwebende Stoßbau. Neben der größeren Wirtschaftlichkeit fallen noch andere Vorteile ins Gewicht. Ein Abräumen der Bruchwand nach Sprengungen ist kaum erforderlich

und die zahlreichen Unfälle in der Böschung haben mit Einführung des Großbohrlochsprengens schlagartig aufgehört, da keinerlei Bohr- und Verladearbeit in der Böschung vorgenommen werden muß. Die Möglichkeit, konzentrierter und störungsfreier zu arbeiten, sowie der Anfall eines baggergerechten Haufwerkes lassen die Ladearbeit zügiger vorstatten gehen. Bei einem Baggerbetrieb, bei dem die Hereingewinnung durch Großbohrlochsprengungen und die gleislose Förderung gut aufeinander abgestimmt sind, genügen 8 — 10 Mann, um den Bagger besser auszulasten, als unter den eingangs erwähnten Verhältnissen mit 30 Mann.

Abb. 8 zeigt den Beginn des Ausbrechens der Bruchwand bei einer Großbohrlochsprengung, Abb. 9 wurde nach Beendigung der Sprengung aufgenommen.

### Zusammenfassung

Ein Überblick über die Entwicklung des Bohr- und Schießwesens im Tagebau auf der Millstätter Alpe in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit der Ladearbeit wurde gegeben, beginnend mit dem anfänglich, hauptsächlich händisch betriebenen, schwebenden Stoßbau, wobei dieser als Gewinnungsmethode den Anforderungen der durch spätere Mechanisierung leistungsfähiger gemachten Ladearbeit nicht mehr gewachsen war und durch ein anderes Verfahren — das Großbohrlochsprengen — ersetzt werden mußte.

Eingehend auf die Bohrarbeit wurde aufgezeigt, daß sich von den derzeit üblichen und bekannten Bohr-

verfahren das Schlagbohren bei den hier herrschenden Gesteinsverhältnissen als die einzige, wirtschaftlich tragbare Bohrmethode erwies, da sowohl das Drehbohren als auch das Drehschlagbohren nicht das sichere Niederbringen von Bohrlöchern gewährleisteten. Durch Vergleich mit dem schwebenden Stoßbau wurde die in kostenmäßig erfaßbarer Hinsicht größere Wirtschaftlichkeit des Großbohrlochsprengens unter den hier gegebenen Verhältnissen und der zahlenmäßig nicht auszudrückende Vorteil der größeren Unfallsicherheit und der Arbeitskonzentrierung herausgearbeitet.

### Summary

A survey of the development of drilling and blasting operations in open mining on Millstätter Alpe is given in connection with forwarding capacity. It turned out, that the original percussion boring on the rise which was performed mostly by hand was not adequate to the subsequent mechanization of the transportation and therefore had to be substituted by another process of extraction, namely the blasting of large drill holes.

Regarding the drilling operations it was stated, that of present customary and known boring methods percussion boring was the only economic boring method under the prevailing conditions of rock on the Millstätter Alpe, since rotary churn as well as drilling with a rotating motion of the bit did not guarantee a reliable sinking of drill holes. Sloping up the dip proved under the given circumstances less economic than wall drill blasting and made in addition for a higher safety factor and yield.

### Résumé

L'auteur donne un résumé du développement du procédé de forage et de l'extraction par explosifs de l'ouvrage à ciel ouvert sur les Alpes de Millstatt en rapport avec la capacité de chargement. Il résultait que le forage montant à percussion pratiqué autrefois principalement à la main n'était plus approprié au moment de la mécanisation du transport et que ce procédé devait être remplacé par une autre méthode d'extraction à savoir le forage extensif pour explosifs.

L'auteur de la présente étude constate que vu la situation des masses de roches sur les Alpes de Millstatt, le sondage par battage s'est avéré le plus rentable parmi tous les procédés actuels et connus de forage, car ni le sondage rotatif ni le sondage rotatif par battage ne garantissent un certain forage de puits. Une comparaison avec l'abattage montant met en évidence la rentabilité supérieure et la sécurité contre les accidents du forage extensif pour explosifs.