

Der untertägige Abbau der großräumigen Magnesitlagerstätte Millstätter Alpe

Von A. Awerzger, Radenthein

(Bauwürdigkeit des Rohmagnesits, geschichtliche Entwicklung „Millstätter Alpe“, Übergehen vom Tagebau zum Grubenbau; tektonische Einflüsse, Abbaumethoden für Großlagerstätten, Kammerbau mit schrägem Stoß, Blockbruchbau, Etagenbruchbau.)

(Profitable exploitation of a magnesite deposit depends primarily upon its extension and the grade of the raw magnesite. History of the development of the magnesite deposit of the „Millstätter Alpe“. Changing from open pit mining to underground operations. Tectonic influences. Methods of working large deposits. Inclined cut-and-fill stoping, block caving, sublevel caving.)

(L'exploitation profitable des gisements de magnésite est une fonction de son extension et du degré de la magnésite crue; Le développement historique des gisements de magnésite dans les Alpes de Millstatt; transition de l'exploitation à ciel ouvert à l'exploitation du fond; influences tectoniques; mode d'extractions des gisements importants; exploitation par des chambres inclinées suivie du remblayage; extraction par blocs; extraction par galeries.)

Der Magnesit, der Rohstoff für einen Großteil der feuerfesten Industrie, ist an sich kein seltenes Mineral. In den Ostalpen bildet er zahlreiche Lagerstätten, die in der Grauwackenzone vom Semmering bis zum Brenner und südlich der Zentralalpen in Kärnten und am Ortler auftreten. Ferner tritt Magnesit noch als Begleiter von Gangmineralen sowie in einigen Salzlagerstätten auf. Letztere Vorkommen haben allerdings nur mineralogischen Wert, da sie für eine wirtschaftliche Ausbeute zu wenig ergiebig wären. Die Magnesitlagerstätten für wirtschaftliche Verwertung müssen zwei Bedingungen erfüllen: 1. die Lagerstätte muß größere Substanzmengen umfassen, und 2. genügend frei von Verunreinigungen sein. Je nach Verkehrslage und Qualität des Magnesites können als unterste Grenze noch bauwürdiger Lagerstätten Substanzmengen von 500.000 bis 800.000 t angenommen werden. Hinsichtlich der Reinheit des Magnesites sind die Ansprüche noch höher gestellt und es werden selbst Schwankungen im Silikat- oder Kalkgehalt der einzelnen Rohsteinsorten von 0,5 bis 0,8 % als äußerst störend empfunden. Ist es da verwunderlich, wenn einer der führenden Männer des Werkes Radenthein die Magnesitprodukte als „Apothekerware“ bezeichnete, „die nach Tonnen gehandelt wird“? Eine mechanische Sortierung könnte zwar Abhilfe schaffen, doch bei den geringfügigen physikalischen Unterschieden zwischen Magnesit und taubem Nebengestein war bis vor kurzem eine befriedigende Aufbereitung auf der Rohproduktseite nicht möglich. (Die in die Magnesitindustrie eingegangenen Aufbereitungsmethoden für Rohmagnesit geben derzeit jedoch noch nicht für alle Magnesittypen befriedigende Resultate.) Die Abscheidung des tauben Nebengesteines hängt zu sehr vom Verwachsungsgrad der verunreinigenden Minerale ab.

Von allen bekannten Lagerstätten liefern die österreichischen Vorkommen noch immer die technisch brauchbarsten Rohmagnesite. Insbesondere hat die Lagerstätte auf der Millstätter Alpe durch ihre Qualitätsmerkmale bedingt die Entwicklung von Spezialsteinen der Radex-Serie ermöglicht.

Große Fördermenge bei niedrigem Verunreinigungsgrenzwert sind die zwei Bedingungen, die der

bergmännischen Gewinnung des Rohmagnesits eine Sonderstellung einräumen. Der Tagesbedarf eines größeren Magnesitwerkes liegt derzeit bei 1500 bis 2000 Tonnen Rohmagnesit, eine Menge, die praktisch nur ein Großbergbau zu liefern vermag. Die hohen Anforderungen an die Reinheit des Materials sowie das Fehlen entsprechender Aufbereitungsmethoden machen es erforderlich, daß heute praktisch noch in den meisten alpinen Magnesitbergbauen die ganze Fördermenge von Hand sortiert und geladen werden muß.

Jedoch auch in technologisch-wirtschaftlicher Hinsicht ist der Rohmagnesit für den Bergmann ein Sonderfall. Während bei Kohle und Erz der Bergbau am Endprodukt mit 50 bis 80 % in einzelnen Fällen sogar mit 95 % beteiligt ist, beträgt dieser Anteil im Magnesitbergbau durchschnittlich nur 15 %. Der geringe Wert des Rohmagnesites, die engen Grenzen in den Förderqualitäten und die großen Fördermengen sind es, welche die Ausbeutung der zahlreichen Magnesitlagerstätten in den Ostalpen auf nur wenige Großbetriebe beschränkt. Der ausgedehnteste Betrieb geht heute auf der Lagerstätte Millstätter Alpe nächst Radenthein in Kärnten um.

Geschichtliche Entwicklung

Die Entdeckung des Magnesitvorkommens von St. Oswald bei Kleinkirchheim in Kärnten, über welches R. Canaval in „Carinthia II, Nr. 6, Jg. 1904“ berichtete, veranlaßte den äußerst rührigen Bergverwalter J. Hörhager der Eisenwerke in Turrach mit seinem Figuranten Glanzer Ausschau nach weiteren Magnesitvorkommen zu halten. Eine Begehung des Globatsch-Nöringbaches entlang der Millstätter Alpe führte im Jahre 1907 zur Entdeckung dieser Lagerstätte. Noch im gleichen Jahre wurde mit den Aufschlußarbeiten begonnen. Über Emil Krieger, der vorübergehend die Abbaurechte erworben hatte, wurde die Verbindung mit Präsident Winter, Pittsburg, hergestellt, der sich zum Ausbau des Werkes entschloß. Nach Gründung der Österreichisch-Amerikanischen Magnesit-GmbH. wurde 1909 mit den Aufschluß- und Vorrichtungsarbeiten begonnen, die für die Betriebsanlagen und den Tagbau erforder-

lichen Grundstücke erworben, Unterkunftshäuser für die Arbeiter errichtet und für den Abtransport des Rohmagnesites zum Werk in Radenthein eine 7,10 km lange Seilbahn gebaut. Trotzdem der größte Teil der ersten Arbeiter mit Zapfen und Hirtenstab besser umzugehen verstand als mit Schlegel und Eisen, wurde im Jahre 1909 eine durchschnittliche Monatsförderung von 2000 t Rohmagnet erreicht. Der Abbau ging auf der sogenannten „Scheibe“ um, wie die örtliche Bezeichnung des Geländes nördlich des derzeitigen Bremsberges I lautet. Hier handelte es sich zwar nicht um anstehende Massen, sondern nur um Magnesitblöcke des Rollfeldes, die jedoch von vorzüglicher Qualität waren und, da noch von Hand gebohrt wurde, leichter gewonnen werden konnten als aus einer geschlossenen Abbaufont. Die Abbauebenen auf der Scheibe erstreckten sich von 1505 m Seehöhe bis 1624 m Seehöhe über 13 Etagen, welche letztere noch den heutigen Hauptförderhorizont bildet. Zwei Jahre später traf man in etwa 1680 m Höhe den anstehenden Magnesitfels und nannte diesen Lagerteil „Hauptlager“. Der Name verblieb diesem bis heute, obwohl er nun seine Bedeutung nicht mehr zu rechtfertigen vermag. Bis zum Jahre 1923 wurde die gesamte Förderung aus diesem Lagerteil bestritten und erreichte im Jahre 1912 mit 190.000 t jato nahezu die 200.000-er Marke. Im Jahre 1920 begann man die Umgebung eines in 700 m Entfernung nordwestlich des Hauptlagers gelegenen Magnesitpalfen, der im Volksmund den Namen „Spitzkofel“ führte, näher zu untersuchen. Die Ausrichtungen zeigten, daß es sich hier um größere Kubaturen von Magnet handelte. Allerdings formte sich dieses Lager zum Unterschied vom Hauptlager, das eine flache Mulde ausfüllt, als eine mit 70° gegen den Berghang einfallende Riesenplatte. Der zunächst bis auf rund 1624 m Seehöhe nachgewiesene Lagerstätteninhalt erschien für eine tagbaumäßige Gewinnung hinreichend. Allerdings waren hier durch die Einfallverhältnisse bedingt die hangseitig überstehende Schieferüberlagerung erst abzuräumen, wobei ein Abraum-Magnetverhältnis von 3:1 in Kauf genommen werden mußte. Nachdem sich das Spitzkofellager so günstig aufgeschlossen hatte, war man bestrebt, das gegen das Hauptlager liegende Gelände, das obertags keinerlei Anzeichen für eine darunter zu erwartende Lagerstätte darbot, einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Der Erfolg war der Aufschluß des sogenannten „Zwischenlagers“. Damit ergab sich ein geschlossener nordwestlich streichender Lagerstättenzug von 750 m Länge, zu welchem allerdings das Hauptlager nach Nordosten verschoben erschien. Um den Rohmagnet im Zwischenlager abbaureif zu machen, waren noch größere Mengen tauber Gesteinsüberdeckung zu entfernen. Dies führte 1927—1928 zur Einführung maschineller Abraumgewinnung unter Verwendung von Baggern, Großraumförderwagen und elektrischen Lokomotiven. Im Zusammenhang damit mußten neue technische Anlagen geschaffen werden, so eine Hochspannungsfreileitung von Radenthein, 1 Elektrokompessoranlage, Neubauten von Unterkunftshäusern u. dgl. mehr. Nun war der Magnetbergbau auf der Millstätter Alpe ein mechanisierter Großbetrieb

geworden. Im Jahre 1929 wurde erstmalig mit 204.000 t jato die 200.000-er Marke überschritten. Die folgenden zwei Jahrzehnte brachten Aufschlußarbeiten im Spitzkofellager und dessen südlicher Fortsetzung, dem sogenannten Zwischenlager. Aus Stollenaufschlüssen und Tiefbohrungen konstruiert sich die Magnetlagerstätte als steilstehende Platte von durchschnittlich 50 m wahrer Mächtigkeit und einer Vertikalausdehnung, die heute bis zu einer Tiefe von 300 m erschlossen ist, ohne daß jedoch damit das Ende der Tiefenausdehnung erreicht wäre. Im Jahre 1939 wurde in 1500 m Seehöhe der Grundgleisstollen als Förder- und Erbstollen angeschlagen, der den Magnet des Spitzkofel-Zwischenlagers durchörterte und im Streichen ausfuhr.

Auch für das Hauptlager war man bestrebt, die Teufenausdehnung zu ergründen. Die aufgefahrene Stollen und Bohrungen bestätigten indes nur die bereits angenommene Muldenform. Die Entstehung des Hauptlagers konnte erst in den letzten Jahren geklärt werden. Aus dem mächtigen Lagerstättenzug, der mit 340° Nord-Nordwest streicht, sind unter Einfluß von Erosion, Gebirgsdruck und tektonischen Flächen, Scharten verschiedener Größen ausgebrochen (Bergzerreibungen nach Ampferer). Das Hauptlager ist auf diese Art aus dem Lagerstättenzug nach Osten herausgeschoben worden.

Bis zum Jahre 1948 erfolgte der Abbau des Rohmagnesits ausschließlich im Tagebau. In 10—15 m hohen Etagen wurde der Rohmagnet durch Sprengarbeit gelöst und von Hand entsprechend den Güteklassen sortiert und getrennt aufgeladen. Die Horizontalförderung wird von Diesellokomotiven bestritten, wobei der Höhenunterschied vom Hauptfördergleis 1624 m Seehöhe zur 150 m tiefer gelagerten Seilbahnkopfstation mittels Bremsberge bewältigt wird. Von der Seilbahnkopfstation gelangt das Material über eine Umlaufseilbahn zum Steinplatz nach Radenthein. Da die Bremsberge einen engen Querschnitt in der Abförderung des Rohmagnesites bilden, wurde im letzten Jahr ein Sturzschacht angelegt, durch welchen ein Teil der Förderung auf das Niveau der Seilbahnkopfstation abgestürzt wird.

Der heute aufgeschlossene Lagerstätteninhalt beziffert sich mit sichtbaren 12 Millionen Tonnen. Davon ist nur mehr ein Bruchteil tagbaumäßig gewinnbar, weil das Bergfallen des Erzkörpers die Abraumbewegungen über das wirtschaftliche Maß ansteigen läßt. Im Jahre 1948 wurde daher ein Abbauverfahren entwickelt, das eine untertägige Gewinnung des Rohmagnesits ermöglicht, den darüber umgehenden Tagebau jedoch weitestgehend schonen mußte. Der Übergang vom Tag- zum Grubenbau sollte allmählich vor sich gehen, wobei die jährliche Steigerung mit 7% kalkuliert war. Bis zum Jahre 1955 sollten rund 50% aus Grubenbau und 50% aus Tagebau bestritten werden.

Abbaumethoden zur untertägigen Gewinnung großräumiger Lagerstätten

Der Übergang von der tagbaumäßigen Gewinnung des Rohmagnesits zum Untertagebau war für die Lagerstätte „Millstätter Alpe“ eine schwierigere Aufgabe als anderswo. Neben den allgemeinen Anfor-

derungen, die die Wahl der geeignetsten Abbaumethode entscheiden, war besonders zu berücksichtigen, daß der untertägige Abbau keine störenden Einflüsse auf den darüber umgehenden Tagebau ausübt.

Die „Globatschstörung“, ein mit 300° spitzwinklig auf die Lagerstätte zu streichender Verwurf hat den Magnesitkörper und das benachbarte Gebirge tektonisch beeinflusst und in Verbindung mit eiszeitlicher Massenbewegung und Hangschub die Lagerstätte bis 1550 m Seehöhe (entspricht den obersten 80 bis 90 m Teufe) durch einen Komplex von Druckschlechten und Klüften aufgelockert, verschoben und bewirkt, so in den oberen Teufen das Gegenbergfallen der Lagerstätte. So begrüßenswert diese Auflockerung für die Anwendbarkeit des Blockbruchbauverfahrens an sich ist, erschwert sie doch alle anderen Abbaumethoden, da die geringe Standfestigkeit des Gebirges das Offenhalten größerer Abbauräume nur unter Verwendung oft kräftigen Grubenausbaues gestattet.

Die Frage, welche Abbaumethode für die Lagerstätte Millstätter Alpe nun die geeignetste ist, war durchaus nicht leicht zu beantworten. Das neue Verfahren sollte nachstehende Bedingungen erfüllen:

1. Förderung großer Mengen bei hoher Abbauleistung.
2. Abbau möglichst ohne Substanzverlust durch Schutzpfeiler oder sonstige Abbauverluste.
3. Schutz der Tagoberfläche, solange der Tagebau in Betrieb steht.
4. Aus Sicherheitsgründen Vermeidung großer offener Abbauräume.
5. Selektive Gewinnung der einzelnen Rohmagnesit-sorten bzw. Vermeidung zusätzlicher Verunreinigung des Hauwerkes durch Nebengestein oder Versatzberge.
6. Größtmögliche Betriebskonzentration.
7. Vermeidung von Horizontalfördermitteln in den Abbauen.

Nur in den seltensten Fällen können im Bergbau anderorts erprobte Methoden einfach übernommen werden. Meist ist es notwendig, auf kostspieligem Weg eigene Erfahrungen zu sammeln, aus denen in mehrjährigem Versuch sich erst ein befriedigendes Resultat erzielen läßt. Der in anderen Magnesitbergbauen in Österreich seit langem geübte Weitungsbau mit Firstenverhieb und teilweisen Fremdversatz mit Stützpfeilern von 3×4 m in Abständen von 15 bis 18 m, wie er in Sunk bei Trieben seit Jahren zur Zufriedenheit geübt wird, konnte in unserem stark zerrissenen Gebirge nicht angewandt werden.

Mit Rücksicht auf den Tagebau, der noch längere Zeit die Hauptförderung zu stellen hat, konnte der Übergang zum Grubenbau in unserem Falle nur so geschehen, daß unter der Tagbaugrenze ein Abbau mit Bergeversatz folgt, der nach Erlöschen des Tagebaues von einer Bruchbaumethode abgelöst wird. Diese erst kann mehr oder weniger die bleibende Abbaumethode darstellen. Aus der großen Zahl von Abbauarten wurden für unsere Verhältnisse eine

Abbaumethode mit Fremdversatz und zwei Bruchbaumethoden für geeignet erachtet. Wie es für den Abbau großer Lagerstättenmächtigkeiten erforderlich ist, wurde der Erzkörper in Abbauhorizonte von 21 bis 25 m saigerer Höhe unterstellt und der Verhieb dieser Horizonte in quergestellten Kammern von der Feldgrenze heimwärts vorgetragen. Die Querstellung der Kammern richtet sich naturgemäß nach der vorherrschenden Klüftung, die nach Lösen des Schichtverbandes sich aufzutun beginnt. In Tafel 1 sind die vier Hauptrichtungen der Verhiebführung in bezug zur Kluftrichtung dargestellt. Jede der Lagen kann durch den Neigungswinkel des Kluftsystems nach der einen oder anderen Richtung eine Vermehrung oder Verminderung des Effektes erfahren.

Die in der Lagerstätte Millstätter Alpe zur Anwendung kommenden Abbaumethoden sind folgende:

1. Kammerbau mit Fremdversatz und schräggestelltem Stoß, kurz Schrägbau genannt.
2. Der Blockbruchbau, auch Massenbruchbau genannt.
3. Der Etagenbruchbau, auch Scheibenbruchbau genannt.

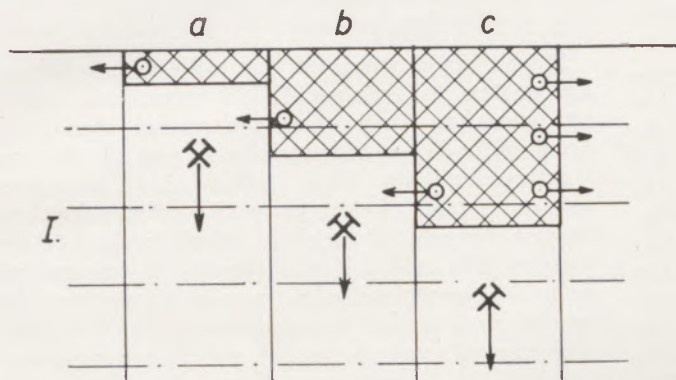
Der Kammerbau mit schräggestelltem Stoß (Inclined cut-and-fill stoping)

Der in der Magnesitlagerstätte Radenthein angewandte Schrägbau wurde aus dem am steirischen Erzberg geübten Kammerbau und dem Rammelsberger Fließbau entwickelt. Von allen Abbauverfahren erfüllt er die meisten der oben gestellten Bedingungen. Sein Anwendungsbereich sollte jedoch nur so lange dauern, als der darüber umgehende Tagbau zu schonen ist. In der Verhiebsführung ist er äußerst flexibel. Die Schrägstellung des Stoßes kann ebenso variiert werden wie die Fremdversatzfüllung, d. h. er kann zur Gänze als Versatzbau oder mehr oder weniger als Magazinbau betrieben werden. Den diesem Verfahren anhaftenden hohen Abbauverlusten sollte dadurch begegnet werden, daß zunächst Pfeiler, die eine ganze Kammerbreite umfassen, stehenbleiben und später nach Verfestigung des Versatzes herausgenommen werden.

Die Vorrichtung für die Schrägbaue umfaßt folgende Arbeiten (siehe Raumbild 1): Im Liegenden der unteren Sohle wird eine Förderstrecke streichend aufgefahren. Von dieser führen rechtwinklig oder, wenn es die Gebirgsklüftung anders erfordert, im entsprechenden Winkel die Abbauquerschläge bis zum Hangenden. Entlang des Hangendkontakts, jedoch noch innerhalb der Lagerstätte, wird ein Aufbruch zu dem nächsthöheren Horizont getrieben. Zu Verhiebsbeginn wird der Abbauquerschlag im Hangenden auf 4 m erweitert, dann die Firste schräggestellt und scheibenweise von unten nach oben abgebaut. Die Scheiben haben eine Mächtigkeit von 1,20 m. Das Hauwerk der ersten vier Scheiben wird von der Sohle geladen, später kann ein Versatzkasten mit Erzrutsche eingebaut werden, wodurch die Ladearbeit von Sohle wegfällt. Der ausgebaute Hohlraum wird bis 1,2 m unter die Firste versetzt und der Versatz zur Vermeidung der Verunreinigung des Rohmagnesites mit Schwartenbelag abgedeckt. Der Versatz wird auf der oberen Sohle zugefahren und durch den Auf-

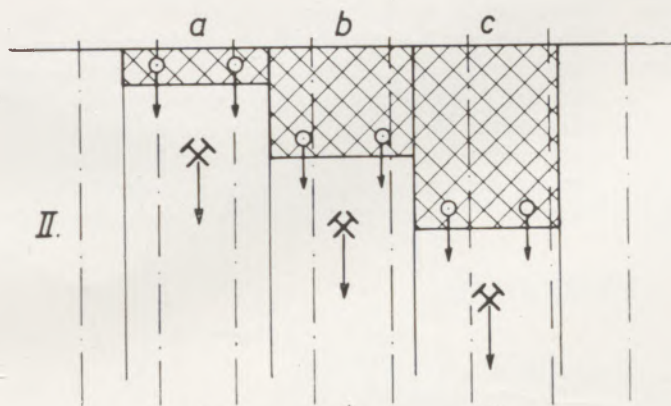
TAFEL 1

Ausrichtung der Abbaufont zur vorhandenen Gebirgsklüftung



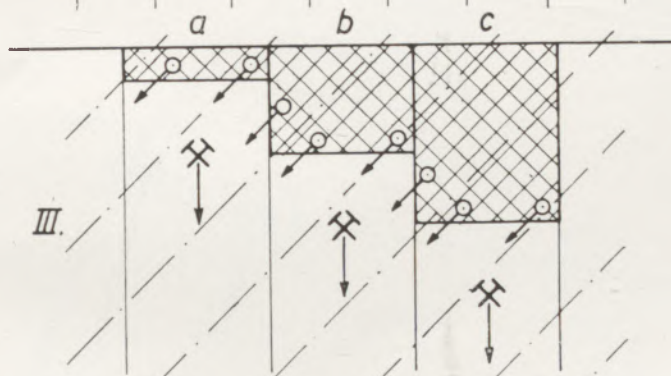
Klüftung quer zum Abbau:

Übertragung des Druckes auf die benachbarten Abbaue, wenn Staffelung groß. Daher Abbaufont mit breitem Blick oder Einschalten von Zwischenpfeilern. Hoher spezifischer Sprengstoffverbrauch.



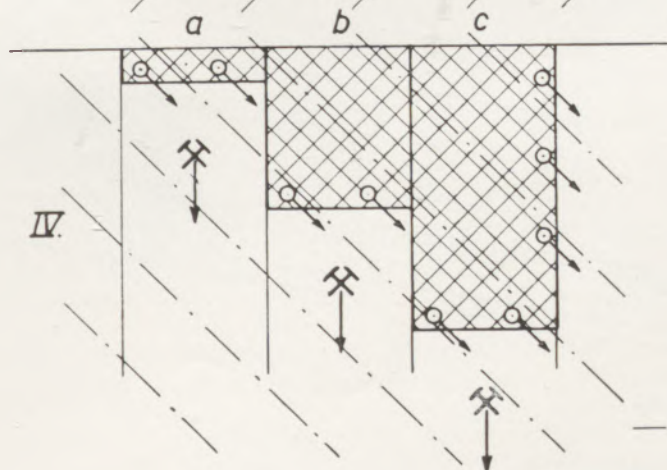
Klüftung parallel zum Abbau:

Druckübertragung in Abbaurichtung; greift auf den benachbarten Abbau bis zur nächsten Klüftfuge über. Wegen Gefahr größerer Deckenstürze (Sargdeckel) möglichst zu vermeiden.



Klüftung diagonal zum Abbau und senkrecht auf die Staffelung:

Druckübertragung auf die benachbarten Abbaue, ähnlich I und II; daher nach Möglichkeit zu vermeiden.



Klüftung diagonal zum Abbau und parallel zur Staffelung:

Der Druck läuft aus dem Abbaufeld in den voreilenden benachbarten Versatz. Geringster spezifischer Sprengstoffverbrauch.

- Verhiebrichtung
- Druckfortpflanzung
- Klüftstreichen
- Alter Mann (Versatz)

bruch in den Abbau abgestürzt. Bei dem steilen Einfallen der Lagerstätte war es möglich, die Förderstrecke abwechselnd in den tieferen Horizonten einmal im Liegenden, einmal im Hangenden aufzufahren. Hiedurch konnte die Förderstrecke für den höheren Horizont gleichzeitig als Versatzstrecke für den tieferen Abbauhizont dienen.

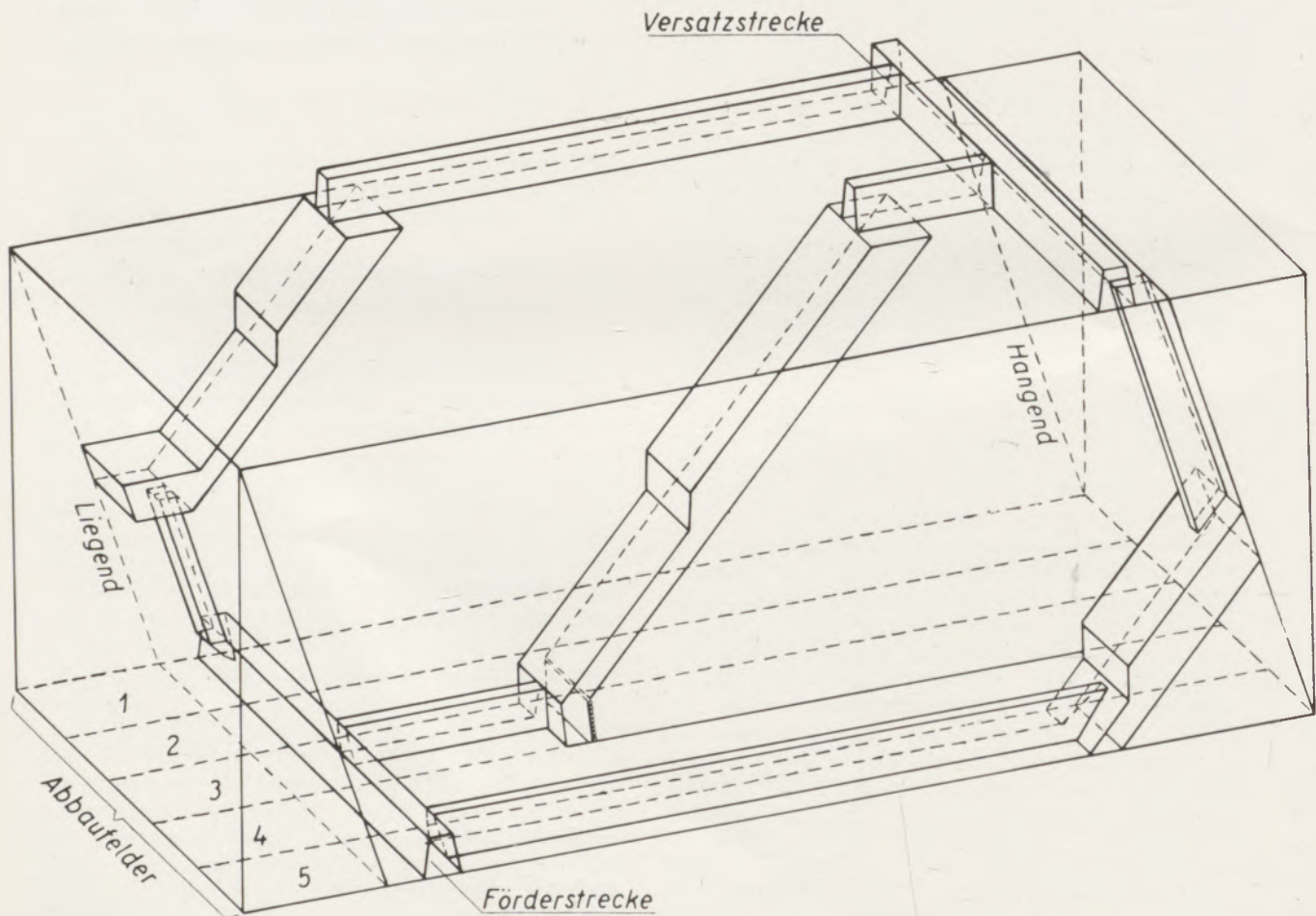
Die starke Auflockerung des Lagerstättenkörpers in den oberen Teufen erfordert Zimmerung im Abbau. Dies wirkte sich einerseits ungünstig auf die Leistung des Abbaufahrens, andererseits durch den Holzverbrauch auch kostenmäßig ungünstig aus. Auf der Lagerstätte Millstätter Alpe wird diese Schrägbaumethode seit nunmehr fünf Jahren geübt und hat sich in dieser Zeit als betriebssicher erwiesen. Bis zu 26 % der Gesamtförderung wurde in den letzten Jahren daraus bestritten. Als endgültige Lösung des untertägigen Abbauproblems war diese Verhiebsmethode jedoch nicht gedacht. Sobald der darüber umgehende Tagbau es zulässt, soll ein Bruchbauverfahren zur Anwendung kommen. Die Grobräumigkeit der Lagerstätte ließ die Anwendung eines Massenbruchbauverfahrens als möglich erachten.

Der Blockbruchbau (Block caving)

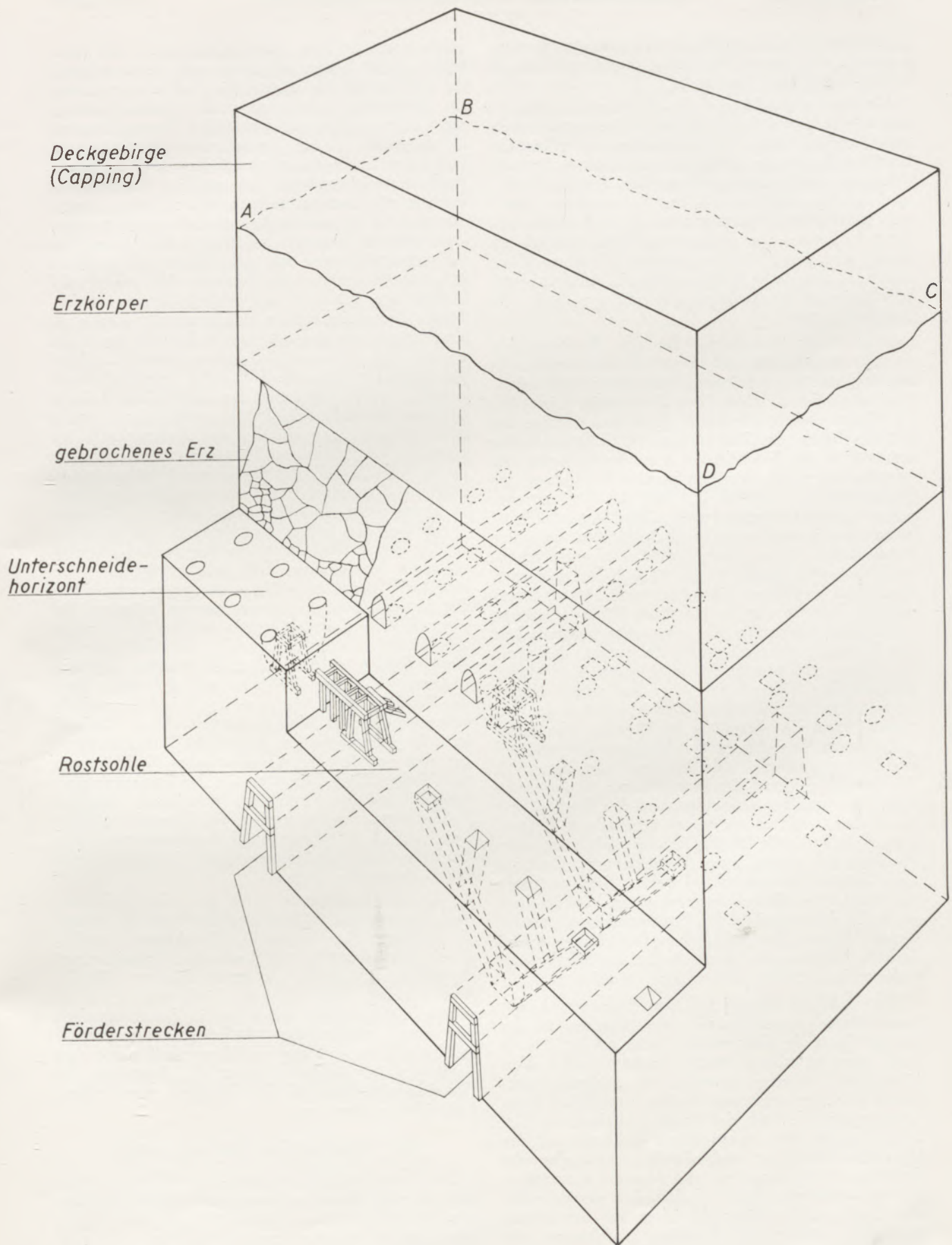
Der Blockbruchbau, auch Massenbruchbau genannt, ist ein Abbaufahren zur Gewinnung größter Lager-

stätten, die in allen drei Dimensionen große Ausdehnung zeigen. Die Masse des Erzkörpers wird in Blöcken von durchschnittlich 50×50 m Grundfläche und 70 bis 100 m Höhe aus dem übrigen Lagerstättenverband herausgeschnitten und durch Unterhöhlen zum Nachbrechen gebracht.

Das Verfahren wurde auf den grobräumigen Kupferlagerstätten in Arizona (USA) begonnen und in 50 Jahren zu einer erstaunlich sicher steuerbaren Abbaumethode entwickelt, obwohl die Bruch- und Mahlvorgänge im Block selbst nicht eingesehen werden können. Leistungs- und kostenmäßig konkurriert dieses Abbaufahren heute bereits mit dem Tagebau. Die großen Kupferlagerstätten Arizonas mit ihrem niedrigen Metallgehalt wurden durch dieses Abbaufahren überhaupt erst abbaureif. Blockbruchbauverfahren mit voll mechanischer Aufbereitung gestaltet dort den Abbau eines Hauwerkes von 0,87 % Metallgehalt noch hochwirtschaftlich. In Butte in Montana werden mittels Blockbruchbauverfahren die Versatzberge alter Abbaue plus der Erzimprägnationen des Nebengesteines abgebaut, wobei der durchschnittliche Metallgehalt beider nur knapp an 1 % heranreicht. In Europa hat das Blockbruchbauverfahren auf der grobräumigen Lagerstätte der Salzgittereisenzerze Verwendung gefunden. Nach den ersten



Raumbild 1



Raumbild 2

Versuchen, die noch im Jahre 1944 gestartet wurden, wird seit dem Jahre 1947 dieses Verfahren dort im verstärkten Maße angewandt.

Für die Anwendbarkeit des Blockbruchbauverfahrens in der Lagerstätte Millstätter Alpe sprach neben der Großräumigkeit der Lagerstätte vor allem die Bruchfreudigkeit des Gebirges, doch konnte der endgültige Entschluß erst gefaßt werden, als man in der mechanischen Aufbereitung des Rohmagnesites mittels Schwereflüssigkeit hinreichende Erfahrungen gesammelt hatte. Die Bruch- und Mahlvorgänge im Block selbst lassen darüber hinaus noch einen Effekt erwarten, der darin besteht, daß die talkigen Verunreinigungen im Magnesit im erhöhten Maße abgerieben werden.

Die Vorrichtung für den Blockbruchbau ist sehr umfangreich und lohnt sich nur, wenn mindestens 100.000 t Mineralinhalt zu erwarten sind. Die untere Grenze einer Grundflächenseite dürfte bei 30 Metern liegen. Die Höhe des Kubus beträgt das 1,5- bis 2-fache der Grundabmessung. Während in der ersten Zeit der Block knapp über der Förderstrecke vorgerichtet wurde, wird die heutige Vorrichtung des Blockbruchbaues in Amerika von der Förderstrecke weiter entfernt vorgenommen. Die Norm der heutigen Vorrichtung zeigt das Raumbild 2. Von der Förderstrecke führen Erzsturzschächte in entsprechenden Abständen zu der 25 bis 30 m höher gelegenen Rostsohle. Von dieser führen abermals kürzere Sturzschächte bis zu dem 6 bis 8 m höher gelegenen Unterschneidehorizont. Für eine gute Steuerbarkeit des Blockes ist es von großer Bedeutung, daß diese letztgenannten Sturzschächte sich in einem möglichst gleichmäßigen dichten Netz über den ganzen Unterschneidehorizont verbreiten. Der Abstand dieser einzelnen Sturzrollen beträgt 4 bis 5 m in jeder Richtung. Durch Verwendung von Horizontalfördermitteln wie Schrapper, Förder- oder Plattenbänder lassen sich die Sturzschächte von der Rostsohle zur Förderstrecke mehr oder weniger vermeiden. Um den Block gängig zu machen, wird er an seinen senkrechten Begrenzungsflächen durch durchgehendes Schlitzzen oder übereinander angeordneten Perforationsstrecken aus dem übrigen Gebirgsverband gelöst. Sind geeignete natürliche Trennflächen vorhanden, so können diese an Stelle der Schlitzze oder Perforationen verwendet werden. Haben diese natürlichen Trennflächen jedoch flachere Neigungswinkel, so bricht der Block nicht mehr entlang dieser, sondern läuft vertikal aus.

Der Abbau beginnt mit dem horizontalen oder dachförmigen Unterschneiden des Blockes in der oberen Ebene der Sturzrollen. Meist erfolgt dies in Form eines Querbaues, wobei die horizontalen Verbindungen von einer Sturzrolle zur anderen ausgeweitet und der eingeengte Pfeiler zum Schluß abgesprengt wird. Je nach der Bruchfreudigkeit des Gebirges beginnt der so freigelegte Erzkörper auf den Unterschneidehorizont nachzubringen. Aufgabe des Bergmannes ist es nun, so viel Material abzuziehen, daß ein ununterbrochenes Nachbrechen gewährleistet ist. Durch gleichmäßiges Abziehen auf der ganzen Blocksohle wird ein gleichmäßiges Nachbrechen des Erzkörpers hervorgerufen. Ist der Erzkörper bis zum Hangenden bzw. bis zum Deckgebirge (Capping)

durchgelockert, kann der Blockinhalt abgefördert werden. Bei diesem Abziehvorgang ist es möglich, die Schwerkraft für zusätzliche Zerkleinerungsarbeit des Hauwerkes nutzbar zu machen, sowie auch die mehr oder weniger unvermeidliche Vermischung mit Nebengestein in den Kontaktzonen (Erzkörper zu Nebengestein) in einem erträglichen Maß zu halten. Auch der Gebirgsdruck, der auf der Rostsohle in Erscheinung zu treten beginnt, läßt sich durch Beeinflussung des Kontaktwinkels bis zu einem gewissen Grad steuern. Unter Kontaktwinkel wird jener Winkel verstanden, den das gebrochene Erz im Block mit dem aufliegenden Nebengestein (Hangenden oder Deckgebirge) bildet. Dieser Winkel ist von entscheidender Bedeutung für die Verdünnung, worunter die Vermengung von Erz mit taubem Gestein verstanden wird. Durch stärkeres Abziehen an einer Seite kann die Fläche an der Linie AB (siehe Raumbild 2) abgesenkt werden. Je steiler nun die Fläche ABCD zu dem Unterschneidehorizont steht, desto größer ist die Vermengung von Erz und Nebengestein. Die geringste Verdünnung wird dann eintreten, wenn die Fläche ABCD während des ganzen Abziehvorganges möglichst horizontal zum Unterschneidehorizont liegt. In diesem letzteren Falle steigt jedoch der Gebirgsdruck über den ganzen Rosthorizont sehr stark an. In der Praxis wird somit ein Kompromiß zwischen tragbarer Verdünnung und noch erträglichem Gebirgsdruck durch mehr oder weniger Schrägstellung der Kontaktfläche angestrebt werden müssen. Auf einem Großbergbau in Nevada, wo das Erz in größeren Blöcken nachbricht, wurde eine Zerkleinerung dieser Blöcke im Block dadurch erreicht, daß man systematisch einige Schichten auf der einen Seite des Blockes, dann wieder einige Schichten auf der anderen Seite des Blockes forciert abzog. Dadurch kam das gebrochene Erz in seitliche Rutschbewegungen und bewirkte so die gewünschte Zerkleinerung der Blöcke. Diese Feinheiten in der Steuerung eines Blockes sind nur erreichbar, wenn ein möglichst dichtes Netz von Sturzrollen im Unterschneidehorizont vorliegt. Dies mag wohl der Hauptgrund sein, warum man von der seinerzeitigen Vorrichtung nahe der Förderstrecke abging.

Von allen Bruchbauverfahren weist der Blockbruchbau die geringsten Abbauverluste auf. H. Prause, der deutsche Pionier des Blockbruchbaues, beziffert die Abbauverluste für die Lagerstätte Salzgitter mit durchschnittlich 15 0/0. In seiner Eigenart läßt der Blockbruchbau eine selektive Förderung des Hauwerkes nicht zu und muß daher in Zusammenarbeit mit einer mechanischen Aufbereitung angewandt werden. Da er leistungs- und kostenmäßig mit dem Tagbau zu vergleichen ist, ist ein Ansteigen der Gesteinskosten durch den Übergang zum Grubenbau nicht zu erwarten.

Der Etagenbruchbau (Sublevel caving)

Der unregelmäßige Erzkörper der Millstätter Alpe läßt sich nicht ohne Resträume nach dem Blockbruchbauverfahren 100 0/0-ig gewinnen. An den Lagerbegrenzungen würden Erzreste verbleiben, die nach dem Blockbruchbauverfahren nicht mehr gewinnbar sind. Für diese Lagerstättenteile wird als Ergänzung

zum Blockbruchbauverfahren nachstehender Etagenbruchbau zur Anwendung kommen (siehe Raumbild 3). Der Etagenbruchbau, manchmal auch als Scheibenbruchbau bezeichnet, ist unabhängig von Form, Größe und Lage des Erzkörpers anzuwenden. Gegenüber den beiden vorgenannten Verfahren erfordert er wesentlich größere Kosten an Vorrichtung, ist aber bei schlechten druckhaften Gebirgsverhältnissen eine sehr sichere Abbaumethode. Die offen zu haltenden Räume können sehr klein gehalten werden. Die eingebrachte Zimmerung kann zum größten Teil geraubt und wieder verwendet werden. Darüber hinaus läßt er größte Selektivität in der Gewinnung zu.

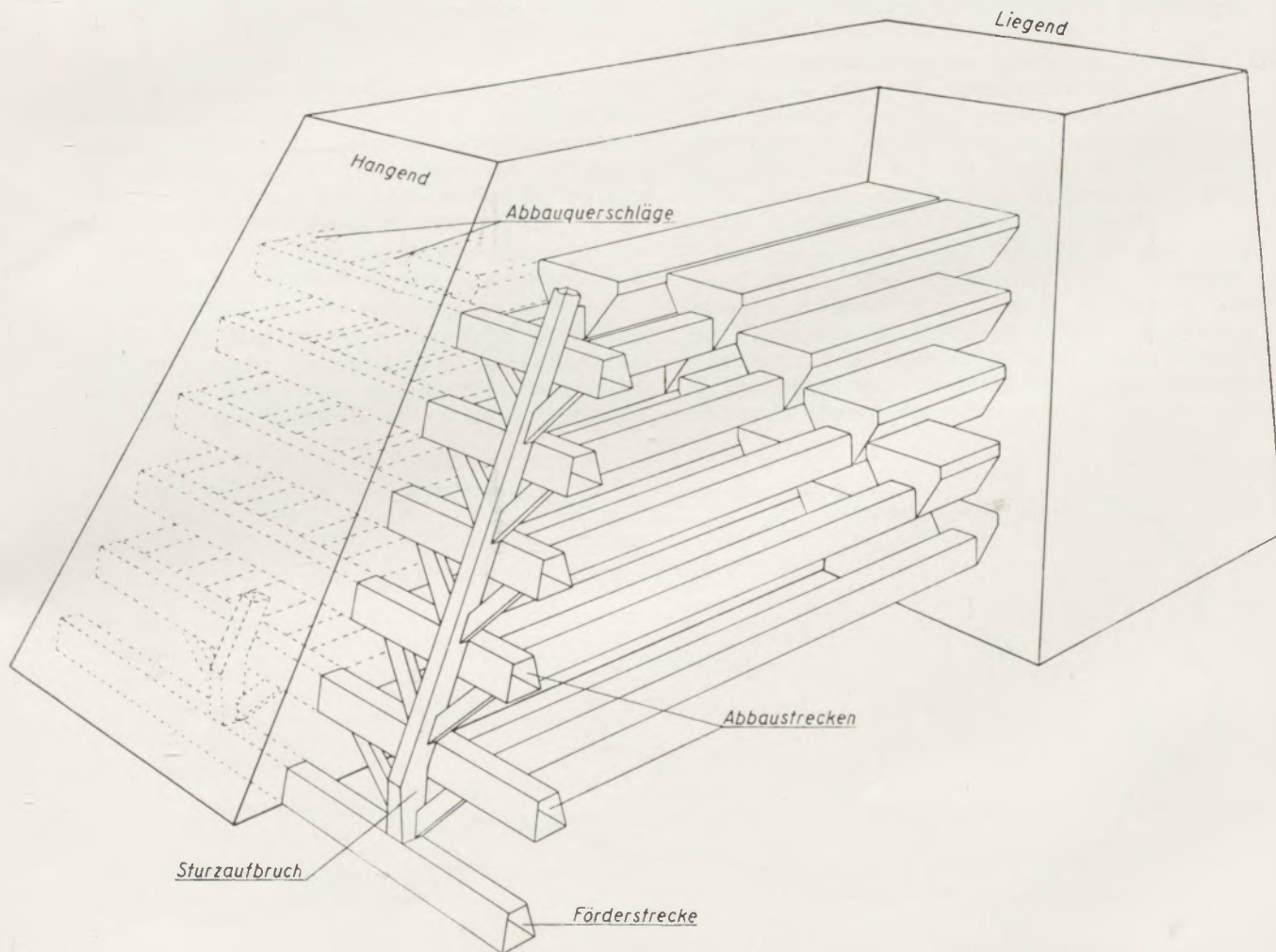
Die Ausrichtung erfordert gleich wie beim Schrägbau eine Förderstrecke im Hangenden der Lagerstätte. Von dieser werden in geeigneten Abständen Aufbrüche entlang des Hangenden in der Lagerstätte vorgegraben. In Abständen von fünf zu fünf Metern wird der Erzkörper zum Liegenden hin mit Querschlägen aufgefahren. Je zwei solcher Querschläge werden auf einen Sturzaufbruch angeschlossen. Mit dem Abbau beginnt man im Liegenden des obersten Querschlages, indem man den Querschlag auf Abbaufeldbreite erweitert, das Hauwerk abfördert und die Firste soweit schwächt, bis sie zu Bruch geht. Ist auf diese Art der Verhieb gegen den Sturzschacht zu so-

weit fortgeschritten, daß das nächste Abbauort daneben bzw. darunter nicht mehr gestört wird, kann dort in gleicher Weise im Liegenden mit dem Verhieb begonnen werden. Auf diese Art kommt eine Staffelung der Abbauorte in horizontaler, vertikaler und verquerender Richtung zustande. Durch Verwendung von Horizontalförderern, wie Schrapper, Förderbänder u. dgl., ist eine wesentliche Leistungssteigerung erzielbar, so daß dieses Abbaumethode trotz der relativ hohen Vorrichtungskosten sich heute noch großer Verbreitung erfreut.

Während der Schrägbau als Versatzbau unmittelbar bis an den Tagbau heranreicht, kommen Blockbruchbau und Etagenbruchbau erst unter dem Versatzpolster zur Anwendung. Der Etagenbruchbau läßt sich in der Verhiebführung auch aus dem Schrägbau entwickeln, stellt aber andererseits die notwendige Ergänzung zum Blockbruchbau dar. Mit der Verwendung von Schrägbau, Blockbruchbau und Etagenbruchbau dürfte das Problem der untertägigen Magnesitgewinnung der Lagerstätte Millstätter Alpe als gelöst gelten.

Zusammenfassung

Die Magnesitlagerstätte „Millstätter Alpe“ bildet eine mit 70° einfallende Platte, deren oberste 80 bis



Raumbild 3

90 m durch tektonische Einflüsse bedingt, bergwärts einfallen. Die Längenausdehnung mißt 750 m. Seit 45 Jahren wird die Lagerstätte nach dem Tagebauverfahren abgebaut. Das ständige Zunehmen der Abraumbewegung erfordert den Übergang von der tagebaumäßigen Gewinnung zum Untertagebau. Um den Tagebau vor untertägigen Abbauauswirkungen zu schonen, kann die Umstellung nur in zwei Etappen erfolgen: dem Tagebau hat ein Horizont-Abbau mit Bergeversatz zu folgen, der dann von einem Bruchbau abgelöst wird. Als Versatzbau wird ein Kammerbau mit schrägem Stoß geübt und hat sich seit 5 Jahren bewährt. Als Bruchbau kommt der auf amerikanischen Großlagerstätten entwickelte Blockbruchbau zur Anwendung, der durch Etagenbruchbau ergänzt wird.

Summary

The magnesite deposit of the „Millstätter Alpe“ is formed by a steeply inclined lense of which the upper part (80 to 90 meters) dips toward the mountain interior at an angle of 70° , this dip being the result of tectonic influences. The deposit is 750 meters in length. For fortyfive years open pit mining has been practiced in this deposit. The increasing amount of stripping, owing to the steadily growing overburden made it necessary to change from open pit mining to underground operations. In order to

avoid disturbance of the open pit operations the change is being made in two stages only. Stopping levels filled with waste material below the open pit are provided, and underneath caving is carried on. The methods used are: inclined cut-and-fill stoping, block caving and sublevel caving. For the past five years cut-and-fill stoping has been practiced with satisfactory results. Block caving, as developed in America, is now being initiated, and in certain locations, where other methods are impracticable, sublevel caving is being resorted to as a complement.

Résumé

Le gisement de magnésie dans les Alpes de Millstatt se présente en lentilles dont la partie supérieure (de 80 à 90 mètres de largeur) est inclinée de 70° dans l'intérieur de la montagne. La longueur du gisement est de 750 m. Depuis 45 ans l'extraction a été effectuée à ciel ouvert. L'accroissement continu du déblai nécessitait de passer à l'extraction au fond. — Afin d'éviter des effets sur l'exploitation à ciel ouvert ce changement aura lieu en deux étapes. L'extraction à ciel ouvert est accompagnée d'une exploitation en direction horizontale suivie d'un remblayage. L'extraction en blocs comme pratiquée en Amérique est effectuée et complétée par l'exploitation par galeries.