

# Die Eisenspatlagerstätte von Hüttenberg und ihre Umgebung

Von E. CLAR und H. MEIXNER

(Lagerstättenuntersuchung der Österr.-Alpine Montangesellschaft)

(Mit Beilagen 5 bis 8)

## 1. Allgemeines und Geschichtliches: (E. CL.)

Der Bergbau Hüttenberg der Österreichisch-Alpine Montangesellschaft erzeugt mit rund 400 Werksangehörigen jährlich etwa 170.000 t Spateisenstein-Roherz, das ohne Aufbereitung klassiert mit Bahn der Hütte in Donawitz bei Leoben geliefert wird und 32–37% Fe, 3–4% Mn und 10–12%  $\text{SiO}_2$  enthält.

Die aus vielen getrennten Erzkörpern bestehende Lagerstätte liegt östlich von Hüttenberg (Bahnhof 770 m Seehöhe) im Marmor des Hüttenberger Erzberges (1354 m Seehöhe); dieser ist ein westlicher Ausläufer des Saualm-Zirbitzkogelkammes und fällt gegen Norden in den tiefen Seitengraben von Heft–Mosinz, gegen Süden in den von Lölling ab (siehe Übersicht Beilage 13, Saualpenexkursion und geol. Karte in Beilage 5). Seine gegen Hüttenberg gerichtete westliche Abdachung ist der Knappenberg rund um 1000 m Seehöhe mit den wichtigsten Anlagen des Bergbaues und dem Großteil der Siedlungen für die meist schon durch Generationen dem Bergbau verbundene Belegschaft. Die nach Knappenberg führende „Erzstraße“ zweigt bereits etwa 4 km südlich Hüttenberg aus dem Görtschitztale ab.

Die Lagerstätte wird nur untertägig mit derzeit 4 Hauptsohlen gebaut (Erbstollen 1026 m, Heinrich- und Ludwigsohle, Albertstollen 936 m); das Grubengebäude erstreckt sich über die ganze Länge des Erzbergmarmors NW–SO fast 2,5 km (siehe Beilage 6). Die verstreute Lage der Erzkörper im Marmor und ihre mannigfaltige Form verhindern jede weitergehende Mechanisierung und erfordern eine überaus anpassungsfähige Abbaumethode, als die sich hier ein versatzloser Bruchbau mit etwa 4 m hohen Abbau-Zwischensohlen bewährt und durchgesetzt hat. Die gesamte Förderung wird in Schächten zum Albertstollen abgebremst und durch ihn über eine Seilbahn zu den Klassierungs- und Verladeanlagen am Bahnhof Hüttenberg gebracht.

Hüttenberg ist der einzige Bergbau-Betrieb der einst weitverzweigten Kärntner Eisenindustrie, der sich bis in unsere Zeit halten

konnte und war immer deren bedeutendster Erzerzeuger. Er bestand sicher schon, als unser Gebiet etwa am Beginn unserer Zeitrechnung zur römischen Provinz Norikum wurde. Das berühmte norische Eisen stammt aus diesem Raum und mindestens zum Teile jedenfalls aus der Oxydationszone der Hüttenberger Lagerstätte (28).

Ausgehend von mehreren ausgebauten, aber noch sicher erkennbaren Ausbißzonen sind die Bergleute schon in römischer Zeit unter Tage recht weit vorgedrungen; mit Zeugnissen eines einzigen Grubenunglücks wurden etwa 40 m unter Tage einige Münzen etwa aus 100 n. Chr. gefunden und ein erst 1950 angefahrener systematischer Gangabbau auf Cu-Erze in Brauneisenstein barg u. a. Tonscherben, die ins 3. bis 4. Jahrhundert n. Chr. eingestellt werden. Die hohe römische Kultur in Mittelkärnten (Magdalensberg!, Ausgrabungen im nahen Mösel) ging vermutlich mit einem lebhaften Betrieb des Bergbaues Hand in Hand. Auf Siedlungsplätzen vor den alten Einbauen bezeugen immer wieder Tonscherben, Schlackenhalden usw., vereinzelt auch Reste primitiver Schmelzöfen eine weitere rege Bergbautätigkeit bis in die Zeit der Überlieferung.

In dieser ist die Entwicklung der Verhüttung und des Eisenhandels wesentlich besser belegt, als die der Gruben selbst, auf die sie sich gründeten und es haben vor allem nur Streitigkeiten und Rechtsfragen Niederschlag in Urkunden gefunden. Doch sind durch die wechselvollen Auseinandersetzungen zwischen Kleinunternehmern, Knappen und Gewerken, zwischen den Erzeugern und Händlern und zwischen den wichtigsten Umschlagplätzen, nämlich dem erzbischöflich salzburgischen Markt Althofen und der landesfürstlichen Stadt St. Veit deutlich die Entwicklungstendenzen zu erkennen, die sich auch weiterhin fortsetzen. Das ist zusammen mit dem technischen Fortschritt der Übergang von der Vielzahl der noch bäuerlichen Kleinstbergbaue mit Schmelzgruben und Windöfen zu fortschreitend größer werdenden Betriebseinheiten, der Übergang des bergbaulichen Besitzes und der maßgebenden Initiative von den bergbaulichen Erzeugern des Erzes an die verarbeitenden Hütten in den rundumliegenden Tälern und schließlich vielfach auch deren Beherrschung durch die mächtigeren Handelsherren.

Gegen Ende des 16. Jahrhunderts sind 33 Stuckhütten und Deutschhämmer nachweisbar, die ihre Erze vom Hüttenberger Erzberg bezogen. Ihre Zahl ging schnell zurück, als Floßöfen mit ununterbrochenem Betrieb, die Vorläufer unserer Hochöfen, gebaut wurden. Den ersten, als Ruine noch erhaltenen, errichtete die Stadt St. Veit 1580 im Urtlgraben bei Guttaring, erst 1750 konnte die Kompagnie Rauscher in Mosinz folgen. 1770 betrug die Eisenherzeugung Kärntens etwa 5000 t (davon etwa  $\frac{1}{4}$  aus Hüttenberg), 100 Jahre später überschritt eine Rekorderzeugung um Hüttenberg das 10fache.

Der Bergbau auf die meist steil einfallenden Lager ging noch über das Mittelalter hinaus vor allem mit Gesenken und im Weitungsbau gegen die Tiefe und das Erz wurde auf Rückenkörben emporgeschaft; so baute nach einem Plane von 1760 die alte Jaunggen-Grube ohne die leicht mögliche Stollenunterfahrung (jedenfalls ohne Wasserschwierigkeiten) rund 60 m in die Tiefe. Um die Wende des 16. Jahrhunderts werden am Hüttenberger Erzberg gegen 60 Gruben genannt, deren Lage zumeist auch noch im Gelände festzulegen ist. Doch schon 1567 bestanden der Knappenberger und der Löllinger Erbstollen als damals jeweils tiefste Unterfahrungen und von solchen aus machte auch die Zusammenfassung von Gruben Fortschritte.

Mit solchen, zum Teil großzügig geplanten Stollen wurde der unerschöpflich scheinende Erzreichtum des Hüttenberger Erzberges von allen drei, geographisch möglichen Seiten angegriffen, so daß 1869, bei der ersten Vereinigung des gesamten Berg- und angeschlossenen Hüttenbesitzes in der „Hüttenberger Eisenwerkgesellschaft“ hier nur mehr vier recht natürliche Einheiten zusammentraten und noch in einer Revier-Gliederung angenähert erhalten blieben: Die Freiherr von Dickmannsche Gewerkschaft Lölling, die gräflich Eggersche Gewerkschaft in Treibach (Revier Oberer Knappenberg), die gräflich Christallnigsche Gewerkschaft in Eberstein (Revier Unterer Knappenberg) und die Compagnie Rauscher in Heft und Mosinz (Revier Heft). Der Bau des Bahnanschlusses bis Hüttenberg und der Anschlag des derzeit noch tiefsten Albert-(Dickmann)-Stollens gehören zu den heute noch wirksamen Erfolgen dieses Zusammenschlusses. 1873 sah einen bis 1927 nicht mehr erreichten Höhepunkt der Erzförderung mit 150.000 t Erz. Krisen brachten die Gesellschaft jedoch bald in Schwierigkeiten und sie trat 1881 der neu gegründeten Österreichisch-Alpinen Montangesellschaft bei, unter der mit neuerlichen Betriebsverbesserungen die Förderung wieder rasch anstieg. Doch ab 1885 bis zur Jahrhundertwende mußten alle auf Holzkohlenbasis gegründeten Kärntner Hochofenanlagen mit Ausnahme von Heft ihren Betrieb einstellen, die 1908 schließlich auch stillgelegt wurde, so daß sich Hüttenberg seither auf die Erzgewinnung beschränkt.

Als reiner Bergbaubetrieb nahm Hüttenberg von da an wieder mit kurzen Unterbrechungen einen stetigeren Aufstieg, bis in den letzten beiden Dezennien wieder eine Krise – nun erstmalig durch eine drohende Erschöpfung der Erzvorräte – in Sicht kam. Eine rechtzeitige Intensivierung der Untersuchungsarbeiten unter laufender Verwendung mehrerer Kernbohrgeräte und unter Mithilfe wissenschaftlicher Studien hat jedoch diese Bedrohung überwinden lassen, so daß der Bergbau bei Weiterentwicklung nach der Teufe zunächst bis Talsohle Hüttenberg wieder eine stetige Erzeugung vor sich sehen kann.

Ausführliche Darstellungen zur Geschichte von Bergbau und Verhüttung im Hüttenberger Raum haben MÜNICHSDORFER

(23), SCHMID (28), SCHUSTER (29) und WIESSNER (30), eine kurze Zusammenfassung auch H. HABERFELNER (15, S. 87–92) verfaßt.

## 2. Gesteinskundlicher Aufbau der Umgebung:<sup>1)</sup> (E. CL. u. H. MX.)

Hüttenberg ist die größte in einer zahlenmäßig starken Gruppe von meist kleinen Eisenerz Lagerstätten — Übersichten lieferten z. B. H. u. E. HABERFELNER (15 u. 25, bzw. 14) —, die innerhalb des „Altkristallin“ von Mittelkärnten an marmorreiche Gesteinszüge und deren Nachbarschaft gebunden sind. Innerhalb der Hauptverbreitung dieser Marmorzüge bilden sie von West nach Ost drei Häufungsstellen: Im Metnitztal bei Friesach an der Hauptbahn Neumarkt–Klagenfurt, im Görtschitztal in der Umgebung von Hüttenberg und im Lavanttal mit Waldeinstein, Loben und Wölch, welcher Gruppe u. a. auch die Au-Lagerstätte Kliening zuzählen ist. Diese Häufungen hängen jedenfalls mit den, diese Quertäler begleitenden und verursachenden tertiären Störungszonen zusammen.

Das Kristallin im Raume von Hüttenberg läßt sich zunächst in zwei mineralfaziell unterscheidbare Serien gliedern, die mit den zuerst von F. ANGEL (1) und F. HERITSCH im benachbarten Kristallin der westlichen Steiermark untersuchten und unterschiedenen Hauptgruppen vergleichbar sind: dem im Sinne der GRUBENMANN-Gliederung mesozonalen Gleinalpenkristallin und dem hoch-katazonalen Koralpenkristallin.

Obwohl die geologische Karte 1:75.000, Blatt Hüttenberg–Eberstein von H. BECK (5) diese Gliederung nicht systematisch ausarbeitet, zeigt sie diese doch in einigen wesentlichen Zügen. Unter nichtmetamorphem Eozän, Oberkreide und wenig gestörter Trias im Krappfeldgebiet folgt 1. eine weit ausgreifende Folge von Tonschiefern und Phylliten mit mächtigen Einlagerungen von Grünschiefern, die heute mit Sicherheit der Magdalensbergserie von F. KAHLER (17, S. 11) gleichgesetzt werden kann. Ihre Beziehung zum Hochkristallin wird unten noch erläutert. 2. Die der Hülle des Gleinalpenkernes im Gesteinsbestande vergleichbare mesozonale Abteilung, deren marmorreiche Züge wenigstens zum Teile der Oberen Gleinalpenhülle, der Almhausserie der Stubalpe und der Bretsteinserie der Niederen Tauern an die Seite zu stellen sind. 3. Die durch Eklogite mit pegmatitisch injizierten Gneisen

<sup>1)</sup> Es ist uns ein Bedürfnis, hier unserem lieben Lehrer und Freund Prof. Dr. F. ANGEL für seine ungemein wertvolle Hilfe zu danken, die er uns bei gemeinsamer mikroskopischer Durchsicht des gesamten Gesteinsmaterials aus der Fülle seiner Erfahrungen heraus angedeihen ließ. — Auf den gleichzeitig im „Karinthin“ erscheinenden „Führungstext zur petrographischen Exkursion um den Plan kogel bei Hüttenberg“, der manche Einzelheiten zu hier nur kurz erörterten Fragen enthält, sei verwiesen.

und Glimmerschiefern ausgezeichnete Koralpenserie, die hier in eintöniger Ausbildung die breiten Höhen des Saualpenkammes trägt. Ob die noch mächtigen Marmorzüge, die die geologische Spezialkarte östlich von Hüttenberg in ihr verzeichnet, serienmäßig aus ihr herauszulösen sind, ist noch nicht geklärt. P. BECKMANNAGETTA (6) ist dies in der ungefährten östlichen Fortsetzung bei Wolfsberg gelungen; in unserem Gebiet hat E. HABERFELNER (14, S. 232) einem regionalen Gedanken von F. HERITSCH (1932) folgend, die Verhältnisse in kühnem Konzepte durch eine Überschiebung der Eklogitserie über die marmorreiche Folge zu lösen versucht. Im engeren Raume von Hüttenberg trifft dieser Lösungsversuch jedoch nicht zu; wie die beigegebene geologische Aufnahme 1:10.000 (Beilage 5) eindeutig zeigt, taucht hier die eklogitführende Serie ganz regelmäßig unter die mit den Marmoren des Hüttenberger Erzberges beginnende mesozonale Serie. Die genannten Serien folgen also hier, wenigstens im großen, ihrer mineralfaziel len Ausbildung, bzw. den Grundsätzen der Zonenlehre entsprechend, übereinander.

Soweit überhaupt von einem generellen Einfalten gesprochen werden kann, ist dieses gegen SW bis SSW gerichtet. Das herrschende und bestimmende Richtungselement der Tektonik aber sind die Achsen einer überaus lebhaften Verfaltung (B-Achsen, SANDER), weniger der Serien miteinander, als der einzelnen Gesteine innerhalb dieser. Sie führt oft und in allen Größenmaßstäben zur Ausbildung stengelförmiger Bauelemente. Diese Faltung ist im wesentlichen präkristallin. Ob diese Faltung eine bereits durch Schuppen- und Linsenbau umgeformte Schichtfolge betroffen oder ob sich eine solche Umformung mit ihr verbunden hat, jedenfalls gelingt es nicht, den Bau dieser Falten mit Rückführung auf eine einfache ursprüngliche Schichtfolge zureichend aufzulösen. Die Achsen dieser Falten fallen im weiteren Bergbaubereiche im allgemeinen mit flachen Winkeln gegen WNW ein; größere Abweichungen sind mit jüngeren Verformungen, zum Teil um ungefähr normal dazu stehende Achsen, zum Teil an einem Netz jüngerer, im Kristallin schwer erkennbarer Bruchstörungen in Zusammenhang zu bringen (E. CLAR, 34).

Die „Koralmserie“ reicht im Liegend bis nahe an den Marmorzug des Hüttenberger Erzberges heran. Ihre Hauptmasse bilden Schiefergneise und feldspatführende Glimmer-schiefer, deren Gliederung in die mit eigenen Lokalnamen belegten Untertypen des Stub- und Koralmgebietes (s. F. ANGEL, 1) in diesem kleinen Raume nicht gelingt. Es sind meist feinlagig bis -linsig gebaute Granat-Disthen-Gneise mit Plagioklas von 20–40% An und hier seltenem Mikroklin, sowie feste Granat-Biotitschiefer. Quarzitische Abarten sind selten. Der Disthen bildet außer Einzelkörnern vielfach linsige Feinkorn-, „Flatschen“, die nach Erfahrungen im zentralen Saualmgebiet durchbewegte Disthenparamorphosen nach Andalusit sein dürften und als ein be-

sonderes mineralfazielles Kennzeichen der Serie gelten können. Sillimanit — in der Koralm als Nadelballen im Feldspat verbreitet — scheint hier zu fehlen. Die hellen, feldspatreichen Lagen und Zeilen sind Zeugen einer „Injektion“, die sich auch in Schwärmen von meist kleinen Pegmatiten äußert und heute mangels einer zugehörigen Intrusivmasse wahrscheinlich als „venitisch“ (in Bezug auf den Gesamtbereich dieser Schiefer) gelten darf.

Mächtigere Pegmatite häufen sich hier wie auch an der südlichen Saualpe in Hangendteilen dieser Gneismasse und liegend des Marmorzuges des Hüttenberger Erzberges. Sie durchschwärmen jedoch auch noch diesen Marmor und sind in kleinen Vorkommen noch hangend von ihm zu treffen. Die Pegmatite sind hier in den Schiefern s-parallel eingeschlichtet, während in den Marmoren auch Quergriffe neben gestreckten oder gefalteten Lagergängen, und knollenartige Körper vorkommen. Schieferung kommt in den Pegmatiten vor, ist aber selten. Bestand: Quarz, kryptoperthitischer Mikroklin; von Plagioklasen sind Oligoalbite (15% An) bis Oligoklase (23 % An) beobachtet, manchmal auch viel Myrmekit; Muskovit. Unter den Nebengemengteilen sind nur Apatit und ab und zu Titanit häufiger. Örtlich treten wesentlich Turmalin (Schörl), Granat (etwa Almandin) und Biotit auf; als Seltenheit wurde Spodumen festgestellt. — Die Ausbildung des Kalifeldspats deutet Bildungstemperaturen über 660° (BOWEN-TUTTLE, 1950) an; vgl. dazu die theoretischen Ableitungen von T. F. W. BARTH (1951), die frühzeitigen Beobachtungen und Folgerungen von A. KÖHLER (1949) und neueste experimentelle Daten und Schlüsse von F. LAVES (1952).

Eklogit kennzeichnet in relativ kleinen Vorkommen (Lölling im Süden, bei Heft im Norden) auch die an Hüttenberg heranreichenden Hangendteile der Koralmserie, ohne gleiche Mannigfaltigkeit zu erreichen wie im Kerngebiet der Saualpe. Es sind hier durchaus Karinthin-Eklogite mit Omphazit nur in der Diablastik, Karinthin und oft auch gemeiner oder aktinolithischer Hornblende bis zu Granat-Karinthin-Amphibolit. Also nicht reine, sondern „alpine Eklogitfazies“ (F. ANGEL, 3, S. 288) in Annäherung an die Amphibolitfazies durch „Tiefendiaphthorese“ (KIESLINGER, 19, S. 500) oder durch verbundenen Gleichgewichtswechsel (ANGEL, 3, S. 252). Aufschlußreich in dieser Hinsicht ist u. a. eine, den Eklogit in Lölling wolkig durchsetzende, vermutlich metatektische Masse mit Karinthin im Übergang zu gemeiner Hornblende und Plagioklas mit 26% An, also einer bereits typisch mesozonalen Paragenese.

Scharf davon trennbar ist stellenweise bei Lölling eine Chloritisierung von Hornblende und Granat, also echte Diaphthorese als nur lokale Anpassung an epizonale Bedingungen nachzuweisen.

Innerhalb der Koralmgneise sind hier Marmorstreifen selten und ganz unbedeutend. Die venitische Lagendurchtränkung endet an dem ersten Marmor der Erzberg-Gruppe oder schon unter einem solchen, indem sich noch granatführende Biotit-Glimmerschiefer

(meist etwa „Rappolt-Glimmerschiefer“ der Stubalpe) zwischen-schalten. Fazielle Anklänge an die Koralmserie gehen aber strichweise mit den Pegmatiten auch höher, z. B. an der nördlichen Marmorgrenze in einer Kalksilikat-Paragenese von Pargas-Typ mit Skapolith, Salit, Andradit, Wollastonit (?), wie sonst mitten in der Serie nördlich der Heft oder in der östlichen Koralpe (H. MEIXNER, 20). Ähnlich ist ein örtliches Vorkommen von Disthengneis in einem Grubenaufschluß hangend des Gossener Marmors zwischen gewöhnlichen Glimmerschiefern nächst einem Pegmatit aufzufassen.

Die mineralfazielle Seriengrenze ist demgemäß keine völlig scharfe geologische Grenze und besonders nicht etwa als eine klare tektonische Linie durchzulegen. Da außerdem noch die Kleintektonik in der Koralmserie nördlich Lölling durch vorkristalline B-Achsen gleicher Lage diktiert ist wie in der darüber liegenden Gleinalmserie des Plankogels und des Erzberges (s. geolog. Karte 1 : 10.000), ist die Vermutung gerechtfertigt, daß beide Serien in gleichzeitiger Kristallisation ihre letzte Prägung erhalten haben und der mineralfazielle Unterschied im wesentlichen mit der größeren Teufenlage der liegenden Serie und mit ihrer venitischen Durchtränkung zusammenhängt.

Die „Gleinalmserie“ lassen wir mit der Gruppe der Marmore des Erzberges beginnen. Abgesehen von den nachmetamorphen, mit der Vererzung im weiteren Sinne zusammenhängenden Hydrothermal-Veränderungen (einschl. Dolomitisierung, Kalzitisierung usw., siehe 4. Mineralinhalt), sind in ihnen vor allem zu unterscheiden: glimmerarme, meist grau gebänderte, nur örtlich weiße Kalk-Marmore; Glimmermarmore vor allem als Phlogopitmarmore, oft durch lagenhafte Glimmeranreicherung streifig-bankig und hell gefärbt; Kalksilikat-Marmore, hauptsächlich mit Tremolit, aber auch Zoisit, Diopsid, Skapolith usw.; Quarz, seltener auch Feldspate sind ständiger Übergemengteil der silikatführenden Marmore, sind aber auch in Lagergängen und Adern mit der Pegmatitdurchtränkung in Zusammenhang zu bringen, der die Bildung der Kalksilikate wohl durchaus anzureihen ist. Durch zunehmende Quarzeinstreuung und anscheinend vollständigen Verbrauch des ursprünglichen Kalkgehaltes entwickeln sich lagenweise, besonders im Verband mit Glimmermarmoren, auch Kalksilikat-, besonders Zoisit-, Diopsid- und Tremolit-Quarzite.

Das Ausmaß der Kalksilikatbildung nimmt in den verschiedenen Marmorzügen der Umgebung von Hüttenberg nach oben mit dem Aussetzen der pegmatitischen Durchtränkung ab, doch kommen Tremolitmarmore und Tremolitquarzite noch in den höchsten Zügen (Lichtegg-Waitschach) vor.

In der Schichtreihe vom Erzberg über den Plankogel bezeichnet Marmor vier unterscheidbare Lagen: I Erzberg, II Ignazibau, III Untersemelach, IV Lichtegg. Zwischen I und II liegen einjährige, meist granatführende Glimmerschiefer, zwischen II und III

die Masse der staurolithführenden Granatglimmerschiefer mit Quarziten in tiefen und Amphiboliten in mittleren Teilen, mit III gehen die Serpentinvorkommen. Zwischen III und IV, die wieder von Quarziten begleitet werden, liegen wieder Granatglimmerschiefer, die oben recht plötzlich feinschuppig und granatarm werden.

Mit den zum Vergleich herangezogenen Hüllserien des Gleinalpengebietes bestehen zwar gesteinskundlich und mineralfaziell engste Parallelen, die Reihenfolge der unterscheidbaren Lagen ist aber nicht näher vergleichbar.

Die Masse der Glimmerschiefer machen *granatführende*, selten *granatfreie Zweiglimmerschiefer*, meist mit Vormacht von Biotit. In den dem Erzbergmarmor eingeschalteten Zügen wird manchmal ein auffallender Zoisitgehalt beobachtet, bei dem es offen bleibt, ob er eine ursprüngliche Kalkbeimengung oder eine Kalkeinwanderung bei der Metamorphose anzeigt. Eine wesentliche Beteiligung von Plagioklas in den Glimmerschiefern ist selten.

Prächtige Gesteine bilden die *Staurolith-, z. T. auch Rhätizit führenden Granatglimmerschiefer*; im flaserigen, grau pigmentierten Glimmergewebe bilden die Staurolithe schwarze, manchmal bis einige Zentimeter lange, meist aber schlecht ausgebildete Kristalle.

Die Glimmerschiefer gehen bankweise in *glimmerquarzitische* Typen über, doch sind die ausgeschiedenen, meist gelblichen glimmerarmen *Quarzite* der geolog. Karte recht scharf von ihnen abgegrenzt. Neben stets gegenwärtigem schuppigem Muskovit führen sie häufig Massen von feinkörnigem Granat, der in schmalen Lagen sogar die Vormacht über den Quarz erlangen kann. Örtlich zeigt solcher Quarzit durch schwarze Verwitterungskrusten einen Mn-Gehalt an, der wahrscheinlich in Spessartin gebunden war. Solche, im frischen Bruch gelbe, manganreiche Quarzite pflegen die wesentlich kleineren und selteneren Vorkommen von Rhodonit, wie hier in einem Schurf bei Untersemelach, zu begleiten. Der Mn-Gehalt ist in ihnen vermutlich schon sedimentär angereichert.

Wie die Glimmerschiefer enthalten auch die *Amphibolite* nur rein mesozonale Paragenesen mit den Hauptkomponenten gemeine Hornblende, Oligoklas, Zoisit, bzw. Klinozoisit oder Pseudozoisit und Granat. Die Entfaltungsreihe umfaßt hornblenditischen Amphibolit und Zoisitamphibolit, issitischen Granat- und Zoisitamphibolit, gemeinen Granat- und Zoisitamphibolit, granatführenden Plagioklasamphibolit, körnigstreifigen Plagioklasamphibolit und vereinzelt Typen mit gabbroiden Strukturrelikten. Eine anorthositische Entwicklung scheint zu fehlen, ebenso sind saussuritgabbroide Abarten nicht erhalten. Die nicht seltenen körnig-streifigen Typen sind hier zwanglos aus der Verschieferung gabbroider Anordnungen der Gemengteile unter Kornzerfall er-

klärbar, ohne daß dafür ein Mechanismus mechanischer Kornsonderung im Zuge der Durchbewegung im Sinne von W. SCHMIDT oder E. WENK herangezogen werden müßte.

Die Vorkommen von Serpentin sind den Zügen von Amphibolit zwar benachbart, aber doch meist von diesen getrennt und in einer nicht erklärten Weise mit Marmor in Verbindung. An zwei Stellen des Kartenblattes 1:10.000 (Untersemelach und nw. Plankogel) ist jedoch noch eine unmittelbare Verbindung vorhanden, die annnehmen läßt, daß doch beide Gruppen aus einer zusammenhängenden Differentiationsreihe abstammen und ihre Trennung nur tektonische Ursachen hat.

Die Serpentine sind durchaus Antigorite mit ausgezeichneten Fächer- und Mottenflügel-Formen (F. ANGEL, 1930), örtlich auch mit Gitteranordnung. Als Reste des Primärbestandes sind in einzelnen Vorkommen noch Olivin und ein rhombischer Pyroxen nachweisbar gewesen, so daß als Muttergestein Dunit und mindestens teilweise auch Harzburgit anzunehmen sein werden. Tremolit ist in einigen Typen verbreitet, in sehr wechselndem Mengenverhältnis tritt Talk auf, und zwar teilweise in einem Verbande, der als Vertalkung des Antigorites lesbar ist. Magnesit im Kornverbande und in Spat-Gängchen läßt eine  $\text{CO}_2$ -Lieferung aus dem benachbarten Marmor bei der Kristallisation erschließen, zusammen mit dem im Tremolit eingebauten Ca.

Eine besondere Gesteinsmannigfaltigkeit zeichnet die Ränder der Serpentine aus. Die oben erwähnten begleitenden Amphibolite, issitischer Amphibolit, iss. Granatamphibolit und Hornblendefels bilden die basischen Endglieder in der Amphibolitreihe des Gebietes und können die Peridotite an diese anschließen. Als eigentliche Hofssteine der Serpentine sind Talk-Antigorit, Talkit, Leuchtenbergfels und häufig Anthophyllitfels zu nennen. Dazu kommen Reaktionsprodukte mit dem Nebengestein, zu denen zunächst Tremolitmarmor, bzw. Tremolitfels zu rechnen ist. Dazu aber ist auch eine Beeinflussung der anschließenden Glimmerschiefer eingetreten, in denen zunächst mehrfach in deutlicher Abhängigkeit vom Serpentinrande besonders grobe und blockig brechende Staurolith-Granatglimmerschiefer erscheinen, ohne daß in ihnen Zeichen eines Stoffaustausches erkennbar sind. Im SW-Hang des Plankogels erscheinen dazu und nur an den Serpentinrand gebunden chloritführender Granat-Staurolith-Chloritoid-Glimmerschiefer und Granat-Staurolith-Chloritfels, letzterer mit honigbraunen Staurolithen, die randlich oder ganz von einem radialblättrigen Muskovit pseudomorphosiert werden (s. Mineralogie); weiters Muskovit-Klinochlorschiefer mit Biotitblättern und in einem ähnlichen Gestein auch reichlichst Turmalin.

Das Studium dieser Serpentinrandbildung ist noch nicht abgeschlossen, doch erscheint schon sicher, daß sie in ihrer Gesamtheit nur als Reaktionsprodukte im weiteren Sinne verstanden werden können, indem Lösungen aus tieferer Quelle — wahrscheinlich

noch im Zusammenhang mit der Pegmatiddurchtränkung – an der als Lösungsweg tektonisch ausgearbeiteten Randfläche des Serpentsins sowohl einen Stoffaustausch über diese Grenzfläche hinweg einleiteten, wie auch ohne einen solchen die Kristallisation in den Nachbargesteinen förderten.

Bereits außerhalb der Karte 1 : 10.000 überlagert westlich der „Noreialinie“ im abgesenkten Gebirgsteil die „M a g d a l e n s - b e r g s e r i e“ (F. KAHLER, 17) in einer metamorphen Ausbildung den von Lichtegg nach Westen ziehenden Marmorzug und ist mit ihm verfaltet. Kennzeichnend für diese Serie sind hier dunkle Schiefer phyllitischen Aussehens und in etwas höheren Teilen mächtige Grünschiefer. Die Serie geht nach Süden ohne scharfe Grenze in weniger metamorphe phyllitische Tonschiefer, Diabase und Diabastuffite über und hat dort Fossilien des hohen Ordovicium (Untersilur, Caradoc) geliefert (H. SEELMEIER, 1938).

Schiefer dieser Serie sind westlich Hüttenberg bei einer im allgemeinen feldgeologisch unterscheidbaren Tracht noch mit einer Mineralfazies der zweiten Streßzonenzustufe (F. ANGEL, 3) entwickelt (Granat-Staurolith-Glimmerschiefer, feinschuppige, z. T. granatführende Zweiglimmerschiefer) und wandeln allmählich gegen Süden und hangendwärts in Serizitphyllite ab. Die Gruppe der Grünschiefer von der Art der „Norizite“ (J. A. IPPEN, 1896, F. ANGEL, 1932) hat ihre tiefsten, noch zuordenbaren Vertreter in granatführenden Epidotamphiboliten und wandelt in gleicher Weise über z. T. granatführende Biotit-, Chlorit- und Epidot-Prasinite zu Metadiabasen und Metadiabastuffiten in Grünschieferfazies ab. Erscheinungen der Diaphthorese in den höher metamorphen Anteilen sind hier nur vereinzelt festzustellen und unschwer auf örtliche jüngere Bewegungen beziehbar.

Auch die Mineralgesellschaften dieser Serie sind postkinematisch, bzw. überdauernd in Bezug auf die durch ihre B-Achsen gekennzeichnete präkristalline Verfaltung der Gleinalmserie des Plankogels gewachsen. Wir stehen also in einem Bereich, in dem das Ausklingen dieser postkinematischen „Gleinalmkristallisation“ nach außen bis in kaum metamorphe, fossilführende Bereiche nachweisbar ist und wo diese mesozonale Kristallisation auf diesem Wege als ein nachordovizischer und vorpermischer, wahrscheinlich variszischer Vorgang zu belegen war (E. CLAR, 10). Das beschriebene „Altkristallin“ von Hüttenberg wird dadurch zu einem Stück aus dem metamorphen Stamm des variszischen Gebirges in den Alpen.

### 3. Zur Geologie der Lagerstätte:<sup>2)</sup> (E. CL.)

Vom Gesichtspunkt des Bergmannes aus ist Hüttenberg heute eine reine Siderit-Lagerstätte; die reicheren Braun-

<sup>2)</sup> Zur Kennzeichnung der Wandlungen und Entwicklungen der Ansichten über die Lagerstättengenese des Hüttenberger Erzberges sei auf die Arbeiten von MÜNICHSDORFER (21), SEELAND (27), BRUNLECHNER (8; 9), BAUM-

eisenerze der Oxydationszone, die etwa bis zur Jahrhundertwende die größere Rolle gespielt hatten, sind nur mehr in bescheidenen Resten vorhanden. Vom übrigen, so reichhaltigen Mineralbestand erfordern nur stellenweise der den sauren Charakter der Erze bedingende Quarz und Chalzedon, Häufungen von Silikatrelikten aus dem verdrängten Marmor, ferner Schwerspat und Schwefelkies und Verwachsungen mit dem Nebengestein (besonders Dolomit- und Ankeritmarmore) praktische Beachtung in der Produktion.

Die Lagerstätte besteht aus einer großen Zahl von mehr oder weniger selbständigen Erzkörpern, „Lager“ genannt, die auch zumeist mit eigenen Namen belegt wurden, dazu aber noch einer Schar von kleinen begleitenden Erzstreifen. Es sind bis heute etwa 60 solche unterscheidbare Erzkörper bekanntgeworden, deren Inhalt in Größenordnungen von wenigen 1000 bis einigen 100.000 t schwankt. Das Leben des Betriebes hängt entscheidend davon ab, daß jeweils für die rasch aufgezehrten, relativ kleinen Erzkörper ein Ersatz in Neufunden bereitgestellt werden kann. Darin sind gerade in den letzten Jahren durch eine laufende geologisch-mineralogische Mitarbeit und dadurch gelenkte rege Bohrtätigkeit in der Grube beachtliche Erfolge erzielt worden.

Die — nur untertätig im Bruchbau gebauten — Erzkörper des heutigen Betriebes Hüttenberg liegen ausschließlich in dem etwa 2½ km von Gossen im Nordwesten bis gegen Lölling im Südosten streichenden und insgesamt gegen 400 m mächtigen Haupt-Marmorzuge des Hüttenberger Erzberges (siehe die geologische Obertagskarte 1 : 10.000, Beilage 5). Im gleichen Maßstabe zeigt Beilage 6 die verstreute Lage der wichtigsten, heute darin gebauten Erzkörper. Die zahlreichen, einst beschürften oder gebauten Sideritvorkommen der näheren und weiteren Umgebung, sei es in schmächtigen Marmoren oder in Gängen der liegenden Eklogitserie oder in Marmoren geologisch höherer Stellung, liegen heute durchwegs still. Doch bedarf es noch weiterer Aufschlußbemühungen.

Die bisherigen Versuche, die mannigfaltige Form und Anordnung der Erzkörper im Marmorzuge auf eine einfache Gesetzmäßigkeit zurückzuführen, haben praktisch nicht befriedigt. Einflüsse des Gesteinswechsels, der Tektonik und des Vererzungs-Ablaufes überlagern sich so vielseitig, daß die Voraussage sich mit Wahrscheinlichkeitsregeln und Teilerfolgen begnügen muß, die aber doch auch hier bereits den praktischen Wert des Versuches einer genetischen Aufklärung der Bildungsbedingungen der Lagerstätte beweisen.

Zahlreiche Aufschlußbilder belegen, daß der Siderit überwiegend durch epigenetische, hydrothermale Verdrängung (Metasomatose) von Kalkmarmor gebildet ist. Die Grenzen der Erzkörper folgen meist s-Flächen („Schichtung“, „Schieferung“ oder Bankung) des Marmors, besonders glimmerreichen Lagen, tonig belegten Be-

GÄRTEL (4), H. HABERFELNER (15), REDLICH (25, S. 20–33) und E. HABERFELNER (14) verwiesen. Die Anschauungen von A. KERN sind nur aus einem schematischen Schaubild (18, Taf. 4) zu ersehen.

wegungsfugen oder auch Einschaltungen von Glimmerschiefer. Nur vereinzelt beobachtet man Verdrängungsgrenzen spitzwinkelig oder quer zum  $s$  des Marmors, Erze mit Marmorschollen auf Grundlage einer Breccie, Gangnetze und metasomatisch erweiterte, quer zum  $s$  durchsetzende Kluftgänge. Im Zuge der Verdrängung durch Siderit wird das vorhandene **tektonische Gefüge** des Marmors weitgehend **abgebildet** und bleibt vor allem in Einschlüssen von Silikatmineralen (Glimmer, zersetzte Feldspäte, Quarz usw.) und in der Anordnung von graphitischem Pigment vielfach erkennbar. Neben dem metasomatischen und nur selten scharf von diesem trennbar, ist auch Siderit als sicherer **Hohlräumabsatz** häufig, der oft in freien Kristalldrusen endigt und in ihnen jüngere Mineralbildungen trägt. Zur Entstehung dieser Hohlräume müssen neben dem geringeren Raumbedarf des verdrängenden Siderites wenigstens örtlich auch Lösungsvorgänge im Zuge der Metasomatose mitgewirkt haben. Drusen mitten im metasomatisch abgebildeten tektonischen Falten- und Lineargefüge beweisen, daß die **Erzbildung jünger** ist als diese gefügebildenden **Verformungen** des Marmors.

Gleichwohl ist diese ältere **Tektonik** des Marmors eines der maßgebendsten Bestimmungsstücke für die Form und Anordnung der Erzkörper. Der Marmor hat wie die begleitenden Glimmerschiefer im Hangend und Liegend im allgemeinen ein mittelsteiles **Einfallen** gegen SSW, das sich im Bereich Lölling mehr nach West dreht. Dieses Einfallen überlagert sich mit einer wilden, „polytropen“ **Verfaltung**; deren Achsen („B-Achsen“) senken sich gleichlaufend mit einem allenthalben hervortretenden **Lineargefüge** aller Gesteine im Westteil durchschnittlich etwa mit  $5-15^\circ$  gegen WNW und richten sich im Osten zunehmend bis etwa  $40^\circ$ , nur örtlich auch steiler, auf. Im Zusammenhang mit gleichzeitigen Abscherungen hat diese Verfaltung dazu geführt, daß unterscheidbare Gesteinsabarten nicht Lager oder Linsen, sondern stengel- bis linealähnliche Körper mit einer Längserstreckung in Richtung der B-Achsen und mit unvermitteltem An- und Abschwellen oder Auskeilen quer dazu bilden (siehe Beilage 7 a). Weder durch möglichste Verfolgung eingeschalteter Glimmerschieferzüge noch durch Unterscheidung verschiedener gesteinskundlicher Abarten ließ sich in dieser Verknäuelung des Marmors bisher ein auflösbarer Faltenwurf erkennen und zu einer einfacheren und regelmäßigeren Reihenfolge der Schichten abwickeln. Vermutlich war bereits eine **verschuppende** Grundlage der Verfaltung oder mit ihr verbunden. Die Verfaltung ist im wesentlichen **vor kristallin** in Bezug auf die metamorphe Kristallisation der Marmore und Glimmerschiefer und mit dieser nach heutigem Einblick nachuntersilurisch und vorpermisch.

Wie im kleinen, so geben die später gebildeten Erzkörper auch im großen typische **tektonische Formmerkmale** der verdrängten Marmorgrundlage wieder. Über einer, in sicheren

Querschnitten nahezu geradlinigen, wenn auch verschuppten Liegengrenze des Marmors nimmt dessen Verfaltung gegen das Hangend zu. Dementsprechend herrschen in voraussagbarer Regel in den liegendsten Erzlagern (siehe Schnitt, Beilage 7 b) linealartige Formen von flachlinsigem Querschnitt mit einem „Einschieben“ ihrer Längsachse parallel den B-Achsen im Nebengestein, während weiter hangend sich mehr stengelförmige Körper mit unregelmäßigen, zum Teil Faltenformen nachahmendem Querschnitt und gleichfalls mit einem Einschieben gemäß den B-Achsen finden (siehe Beilagen 6, 8). Nähere Ausführungen hiezu vgl. CLAR (12).

Dieses Verhalten ist nur erklärbar, wenn die Verdrängung ausschließlich gearbeitet hat (Selektive Metasomatose); und zwar infolge verschiedener Reaktionsfreudigkeit verschiedener Gesteinsarten im Marmorzuge und infolge verschiedener Wegsamkeit für die hydrothermalen Erzlösungen, die wieder sowohl von der Gesteinsart, wie von ihrer örtlichen tektonischen Auflockerung zur Zeit der Vererzung abhängen muß. Ferner ist eine Lenkung des Lösungsstromes durch weniger durchlässige Einlagerungen, wie Glimmerschiefer und Zerreibungston in Störungen anzunehmen.

Gesteinskundlich sind in den Marmoren zunächst zwei Hauptgruppen zu unterscheiden; nämlich glimmerarme, meist grau gebänderte, seltener weiße Marmore und eigentliche Glimmer-, bzw. Silikat-Marmore überhaupt. Die Siderit-Metasomatose bevorzugt deutlich die ersteren, ohne aber die letzteren ausnahmslos zu meiden. Silikatgesteine werden nur ausnahmsweise verdrängt, können aber durch die Vererzung gewisse Umsetzungen erleiden. So ist der bei der Verdrängung von Marmor durch Erz umschlossene Pegmatit ohne Ausnahme durch Zersetzung seiner Feldspate in eine grünliche, tonige Masse verwandelt, während er außerhalb des Erzes stets frisch bleibt; örtlich ist eine Zersetzung von Kalksilikaten, auch eine eigenartige Pseudomorphosierung von Granat in Glimmerschiefer als Folge der Sideritvererzung nachgewiesen.

Bei der Durcharbeitung und Detailaufnahme der Marmorabarten zeigte sich eine sehr weite Verbreitung von Dolomit- und eine geringere von Ankerit-Marmoren im Lagerstättenbereich. Beide entstanden durch nachmetamorphe Umwandlung von Kalkmarmoren in genetischem Zusammenhang mit der Fe-Vererzung; die Mg-Metasomatose der Dolomitisierung ist zu ihrem größeren Teil wahrscheinlich deren Vorläufer, folgt ihr aber zum Teil auch nach. Den Abschluß der gegenseitigen Verdrängungen der Karbonate macht — nun nur mehr entlang einzelner Bruchstörungen — eine Kalzitierung, der örtlich auch Siderit wieder zum Opfer fällt (Polymetasomatose, MEIXNER). Der Ankeritmarmor bezeichnet vor allem Vertaubungszonen innerhalb oder im Auskeilen von Erzlagern. Der Verdrängung durch Siderit und Ankerit hat der Dolomit offenbar mehr Widerstand entgegengesetzt (Dolomitschollen breccienartig im Erz) als der Kalk, der

aber häufig am Liegend oder Hangend von Dolomitlagen zu Siderit oder Ankerit umgewandelt ist.

Ein Erzeugnis des Lösungsstromes im Zuge der Vererzung sind schließlich Marmore, die durch Anlösung porös geworden sind und im Extrem zu einer sandartigen Masse zerfallen („Salzkalke“ der Hüttenberger Bergleute). In mächtigen Massen können sie auch Dolomitmarmore im Streichen vertreten und sind fernab jedes Verwitterungseinflusses noch in den tiefsten Bohrlöchern etwa 500 m unter Tage angetroffen worden. Bei Entstehen aus Glimmermarmoren ist eine randliche Chloritisierung der Phlogopite für diese Gruppe kennzeichnend. Diese „mürben“ Marmore sind zwar selbst nur selten schwach vererzt, dürfen aber anscheinend als Anzeichen für die Nachbarschaft von Vererzung gelten.

Da die gesamte Vererzung jünger ist als die metamorphe Kristallisation unserer Gesteinsfolge, muß der Durchtritt der Erzlösungen in hohem Maße von der nachkristallinen Tektonik bestimmt sein, die schon H. QUIRING (24) als „Lettenstörungen“ der heute anders zu deutenden vorkristallinen Tektonik („Glimmerstörungen“) gegenübergestellt hat.

Die Bruchzerstreuung des Marmorzuges unserer Lagerstätte gehört zum Gefolge der bedeutenden Bruchlinie, die an seinem Westende (siehe Obertagkarte) als „Gossener Querstörung“ durchzieht und hier die Hauptbewegungsfuge der „Görtschitztal Störungszone“ (33) oder „Noreialinie“ (R. SCHWINNER) darstellt (vgl. Beilage 13, Geologische Übersichtskarte zu Exk. Mineralvorkommen Saualpe). Nach dem Zeugnis der Geröllführung im Krappfelder Alttertiär (F. KAHLER) ist die Störung nachmittelozän und klemmt noch Braunkohlenmiozän ein. Ein Ableger von ihr verstellt im westlichen Bergbaubereich als „Obergossener Sprung“ die dreieckige Marmorscholle des neuen Revieres Gossen gegen Norden, ein anderer zerlegt als Störungsbündel das Ostende des Marmorzuges bei Lölling in eine verschleppte Schar von Schollen. Im Marmorstreichen zwischen beiden ermöglichen die ausgedehnten Grubenaufschlüsse den Versuch einer Analyse des nachkristallinen Störungssystems auf gefügestatistischer Grundlage, der folgendes ergab.

Alle diese Störungen sind in ihrem Habitus Scherfugen, die unter hoher Belastung bewegt sind. Die größten verquerenden unter ihnen, die den Marmorzug in Schollen zerlegen, sind in der Beilage 6 eingetragen und benannt. Der Richtungslage nach sind vier Hauptgruppen zu unterscheiden: 1. Tonige Gleitfugen, etwa im generellen Schichteinfallen von Marmor und Glimmerschiefer, dieses aber bei örtlich abweichender Lagerung spitzwinkelig durchscherend. 2. Sogenannte „Überschiebungen“, das sind zumeist flach nach Nordost fallende Störungsbündel, die sich aber in den sicher überprüfbaren Fällen an der Liegengrenze des Marmors als Abschiebungen auswirken. Diese beiden Gruppen sind zusammen als zugeordnete Scherflächenscharen einer zwei-

scharigen, angenähert homoachsial zur vorkristallinen Faltung angeordneten Zerscherung deutbar. Flächen der ersten Schar pflegen die gestreckt lagerförmigen Erzkörper zu begleiten, die Zerrüttungszonen an Flächenbündeln der zweiten Schar sind bevorzugte Angriffsgebiete der Siderit-Metasomatose gewesen (siehe Beilage 7 c).

Von *verquerenden* Störungen, die Flächen der ersten beiden Gruppen verstellen und schleppen, stechen hervor: 3. Solche mit NNO-Streichen und steilem Ostfallen, und 4. mit NNW-Streichen und mittlerem Ostfallen. Beide schleppen und lenken sich wechselweise ab und verstellen auch in ähnlicher Art, nämlich wenig steiler als das Schichtefallen, im allgemeinen den Ostflügel in die Tiefe. In diesen Störungsfugen wurden noch Jungphasen der Vererzung abgesetzt, wenig Siderit, häufiger Baryt, Markasit, nachsideritische Calcitisierung. Diese Zerscherungen können zusammen mit einer neuerlichen Betätigung der Flächengruppe 2 einer Verformung mit  $\beta$  etwa normal dem B der Faltung und etwa gleichsinnig der Verbiegung der Faltenachsen zugeordnet werden. (Vermutlich Zerscherung B  $\perp$  B' als Folge einer zerlegenden Einregelung einer Schrägbeanspruchung in die vorhandene, monokline Festigkeits-Anisotropie des präkristallinen Lineargefüges).

In allen Gruppen von Störungen sind auch noch Bewegungen, die nach der Vererzung vor sich gehen und den Siderit zertrümmern, erkennbar. Die Vererzung als Ganzes *interferiert* also zeitlich mit der mehrphasig oder in einem geologisch ausgedehnten Zeitraum ablaufenden zerscherenden Verformung der Marmore, überdauert sie aber zumeist noch mit dem Absatz der jüngsten Drusenminerale. Nachdem schon längere Zeit unterschiedliche Druckneigung des Gebirges den Verdacht auf Fortdauer der Aktivität einzelner Störungen bis heute nahegelegt hatte, wurde in diesem Jahre auch eine nicht auf Abbauwirkung beziehbare Verstellung eines Stollenhohlräumes um etwa 2 cm an einer Störungsfuge beobachtet. Daraus ist mit Sicherheit auf die Gegenwart sogenannter tektonischer „Restspannungen“ im Gebirge der Hüttenberger Lagerstätte zu schließen, besser auf eine *Annahme* seiner *tektonischen Verformung bis heute*; ähnlich, wie dies in Bleiberg schon vor längerer Zeit von E. TSCHERNIG mit reicherem Beobachtungsmaterial nachgewiesen ist und von E. HABERFELNER (14) auch für unser Gebiet aus geologischen Beobachtungen vermutet wurde.

Für eine allgemeinere *tektonische Vorbereitung* der Erzmetasomatose auch abseits der eigentlichen Scherfugen zeugt in Hüttenberg vor allem das verbreitete, durch Pigmentierung heraustrittende Schollen- und Bändergefüge der Erze (außer im Revier Gossen, wo der verdrängte Marmor überwiegend für eine solche Abbildung zu rein war). Beides sind Verwachsungen von grauem, durch Graphit- und Silikat-Verunreinigungen des Marmors gefärbtem Verdrängungserz mit nicht pigmentiertem, nur teilweise als Hohlraumabsatz deutbarem Siderit. Im Schollenerz

wird eine ehemalige brecciose Zerbrechung, im Bändererz eine Zerlegung in flache, blattartige Elemente durch zweischarige Zerscherung in der besonderen Form der Metasomatose ausgebaut und festgehalten; näheres hiezu in CLAR (13). In beiden Fällen folgt die Verdrängung offenbar einer tektonischen „Sperrauflockierung“ der Marmore im Sinne von B. SANDER.

#### 4. Vom Mineralinhalt des Hüttenberger Erzberges (H. MX.)

Seit 1800 sind weit über 100 Arbeiten erschienen, die ganz oder zum Teil sich mit Hüttenberger Material beschäftigen. Außer den drei Kärntner Landesmineralogien (26; 16; 7) und ZEPHAROVICHs Mineralogischem Lexikon Österreichs (31), die auch für Hüttenberg eine Aufzählung des jeweils Bekannten bringen, sind aus dem ganzen Zeitraum bloß zwei, den Mineralinhalt umfassende, originale Darstellungen der verdienten Hüttenberger Bergbeamten MÜNICHSDORFER (22) und SEELAND (27) anzuführen. Weit seiner Zeit voraus ist die vorzügliche Studie über „Löllingit und seine Begleiter“ von V. von ZEPHAROVICH (32). Was dagegen in den vorwiegend geologischen Arbeiten, z. B. von BAUMGÄRTEL (4), H. HABERFELNER (15), K. A. REDLICH (25) u. a. über die Mineralogie der Lagerstätte gebracht wird, ist allergrößtenteils der vorhin genannten Literatur entnommen.

Eine mineralogische Neubearbeitung ist erst seit einigen Jahren im Rahmen der „Lagerstättenuntersuchung der Ö. A. M. G.“ im Gange. Die Untersuchung mancher Mineralgruppen und manch besonderer Problemstellungen ist noch nicht abgeschlossen. Im vorliegenden kurzen Bericht können nur einige Ausschnitte gebracht werden.

Bei der großen Zahl von aus der Lagerstätte und ihrer nächsten Umgebung nachgewiesenen Mineralarten muß aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß ihre Auffindung sich auf mehr als 100 Jahre verteilt, daß viele Funde nur ganz oder fast „einmalig“ waren, manche nur in Abständen von einigen Jahren hin und wieder auftreten, so daß die Zahl der regelmäßig in der Grube, auf den Halden oder überhaupt im Gelände sammelbaren Mineralarten auch hier nicht groß ist!

Eine mineralparagenetische Großgliederung führt zwangsläufig auf drei Gruppen: I. Altbestand, II. Vererzung und III. Oxydationszone bis rezente Verwitterung. Dabei muß berücksichtigt werden, daß sowohl in der Großgliederung wie in den folgenden Unterteilungen eine ganze Reihe von Mineralarten in verschiedenen Paragenesen auftritt. Diese Einteilung ist als erster Versuch, System in diese Mannigfaltigkeit zu bringen, zu werten. Zahlreiche Detailuntersuchungen sind noch vonnöten.

In der anschließenden, der Systematik von STRUNZ (1949) folgenden Übersicht über den Bestand an Mineralarten unseres Gebietes wird die nachstehende Numerierung verwandt:

I. Altbestand in Gesteinen und Mineralvorkommen vor der Vererzung.

1. Eklogite.
2. Amphibolite.
3. Serpentine und Hofgesteine.
4. Pegmatite.
5. Marmore, z. T. pegmatitisch injiziert,  $\pm$  Silikatquarzite.
6. Kalksilikatbildungen vom Pargas-Typus.
7. Quarzite, z. T. mit Granat,  $\pm$  Manganvererzungen.
8. Gneise und Schiefer (Koralm-Serie).
9. Granatglimmerschiefer  $\pm$  Staurolith, Disthen, Chloritoid (Gleinalm-Serie).

II. Erzeugnisse im Zyklus der Eisenspatvererzung.

1. normale Metasomatose  $\pm$  Kluftabsatz.
2. Löllingit — ged. Wismut — Paragenese.
3. Schwerspat — Bournonit — Paragenese.
4. Kalzitisierungen.

III. Bildungen der Oxydationszone und rezente Verwitterung.

„?“ vor einer Paragenesenbezeichnung bezeichnet die Ungewißheit der betreffenden Einreihung, „?“ danach die Unsicherheit der Mineralbestimmung. In () gesetzt wurden sicher falsche Mineralnennungen des Schrifttums. Bei Mineralen, die in der betreffenden Mineralgesellschaft in bloß mikroskopisch beobachtbaren Größen auftreten, wurde der Bezeichnung ein „m“ angehängt, z. B. Valleriit I/3m.

Elemente:

Silber: II/2, 4.

Gold: II/2

Arsen: II/1

Antimon: II/2?

Stibarsen: II/1

Wismut: II/2

$\alpha$ -Schwefel: III, nach  $\text{FeS}_2$

Graphit: I/5, 6m, 8m, 9m.

Sulfide:

Kupferglanz: II/3m

Neodigenit: II/3m

Silberglanz: II/2m

Pentlandit: I/1m, 3

Zinkblende: II/2, 3

Kupferkies: I/1m; II/2m, 3

Tetraedrit: II/3m

Stibioluzonit: II/3m

Magnetkies: I/1; II/1, 2

Rotnickelkies: ?I/3m

Silberkies: II/2m  
 Bleiglanz: II/2, 3  
 (Zinnober)  
 Covellin: III, nach Bournonit,  
     Kupferkies u. dgl.  
 Valleriit: I/3m  
 (Antimonit)  
 Wismutglanz: II/2  
 Polybasit: II/2?m  
 Bournonit: II/1, 2, 3  
 Jamesonit: II/2?, 3?  
 Boulangerit: II/3  
 Rotgültigerz: II/1?m, mit Stib-  
     arsen  
 Linneit: II/2m

Pyrit: I/2m, 5, 6m, 8m, 9m;  
     II/1, 2, 3  
 Bravoit: IIIm nach II/2  
 Kobaltglanz: II/2m  
 Ullmannit: II/3  
 Markasit: II/1, 2, 3, 4  
 Rammelsbergit: II/2  
 Löllingit: II/2  
 Arsenkies: I/4; II/2m  
 Molybdänglanz: I/7; II/2  
 Skutterudit: II/2m  
 Chloanthit: II/2  
 Realgar: II, mit ged. As +  
     Ankerit (Stelzing).

### O x y d e    u n d    H y d r o x y d e :

Magnetit: I/2m, 3  
 Chromit: I/3m  
 Valentinit: III, auf Stibarsen  
 Arsenolith: III, auf Stibarsen  
 (Senarmontit)  
 Bismit: III?, nach ged. Bi  
 Sillenit: III?, nach ged. Bi  
 Hämatit: I/1m, 5m; II (St. Mar-  
     tin u. a.); III?  
 Ilmenit: I/1m, 3, 8m, 9m  
 Stibikonit: III nach Boulangerit  
 Bindheimit: III, nach Bour-  
     nonit

Quarz: I/2m, 4, 5m, 6, 7, 8, 9;  
     II/1 (Bergkristall, Amethyst,  
     Kalzedon), 3, 4m; III.

(Tridymit)  
 Opal: II  
 Pyrolusit: III, z. T. nach Man-  
     ganit; nach Rhodonit.  
 Rutil: I/1m, 2m, 5, 8m, 9m;  
     II/1, nach Titanit  
 Manganomelan: III  
 Kryptomelan: III  
 Anatas: II/1, nach Titanit  
 Brookit: II/1, nach Titanit  
 Uranpecherz: II/2m (xx und  
     Gelabscheidungen)  
 Goethit: ?II/1; III  
 (Xanthosiderit)  
 Manganit: III, nach Siderit  
 Lepidokrokit: III

### K a r b o n a t e :

Magnesit: I/3  
 Eisenspat: II/1, ?III  
 Manganspat: I/7  
 Kalkspat: I/5, 6; II/1, 2, 3, 4;  
     III  
 Manganokalzit: II/4  
 Dolomit: II/1  
 Braunspat: II/1  
 Ankerit: II/1

Aragonit: III  
 Cerussit: III, nach Bournonit  
     u. PbS  
 Azurit: III  
 Malachit: III  
 Bismutit: III, nach Bi  
 Leadhillit: III, angebl. n.  
     DANA (HINTZEs Handb.)

## Sulfate:

Schwerspat: II/1, 3; III	Epsomit: III, nach $\text{FeS}_2$ u.
Anglesit: III nach Bournonit	Dolomit
u. Bleiglanz	(Seelandit): = Epsomit
Brochantit: III, nach Bour-	Gips: III, nach $\text{FeS}_2$ und Kalk-
nonit	spat-Dolomit
Linarit: III, nach Bournonit	Copiapit: III, nach $\text{FeS}_2$
Jarosit: III, nach $\text{FeS}_2$	Zippeit: III?, nach $\text{UO}_2$
Caledonit: III, nach Bournonit	Uranopilit: III?, nach $\text{UO}_2$
Melanterit: III, nach $\text{FeS}_2$	

## Phosphate und Arsenate:

Arseniosiderit: III nach $\text{FeAs}_2$	Annabergit: III, nach Chloanthit
Apatit: I/1m, 2m, 3m, 4, 5m,	Pharmakosiderit: III, nach
6m, 7m, 8m, 9m	$\text{FeAs}_2$
Skorodit: III nach $\text{FeAs}_2$	Pittizit: III, nach $\text{FeAs}_2$
Symplesit: III nach $\text{FeAs}_2$	(Autunit) = Kahlerit
Ferrisymplesit: III, nach Symplesit	(Trögerit) = Kahlerit
	Kahlerit <sup>1</sup> : III, nach $\text{UO}_2 + \text{FeAs}_2$

## Silikate:

Olivin: I/3m, ?5	Chloritoid: I/9
Disthen: I/8, 9	Antigorit: I/3
Staurolith: I/9	Pennin: I/3m, 9m
Almandin: I/1, 2, 4, 7, 8, 9	Klinochlor: I/3, 5, 9
Spessartin: I/7	Titanit: I/1m, 2m, 4, 5, 6, 8m,
Andradit: I/6	9m
Klinozoisit: I/1, 2, 4, 5, 6m	Uranotil: III, nach $\text{UO}_2$
Epidot: I/2m, 5, 9m	Rhodonit: I/7
Orthit: I/8m, 9m	Wollastonit: I/6?
Zoisit: I/2m, 5, 9m	(Chrysokoll): ist Malachit!
Pseudozoisit: I/1m, 5, 9m	Turmalin (Schörl): I/3, 4, 8m,
Zirkon: I/5m, 8m, 9m	9m
Anthophyllit: I/3	Uvit: I/5
Chrysotil: I/3?m	Vesuvian: I/3?
Palygorskite: I/5	Diopsid: I/5, 6, 7m
Talk: I/3	Salit: I/6
Muskovit: I/4, 5, 8, 9; ?III	Omphazit: I/1
Fuchsit: I/3, 5	Spodumen: I/4
Phlogopit: I/5	Enstatit: I/3m
Biotit: I/2, 4, 5m, 6, 8, 9	Tremolit: I/3, 5, 7m

<sup>1</sup>) SEELANDS „Autunit vom Hüttenberger Erzberge“ ist ein neues Mineral, das von mir als Eisenarsenuranglimmer erkannt und soeben als Kahlerit beschrieben worden ist (35).

Dannemorit: I/7m  
 gem. Hornblende: I/2  
 Karinthin: I/1  
 Leuchtenbergit: I/3  
 Prochlorit: I/9 (xx in Klüften mit Albit und Quarz)  
 (Kaolinit): = Hydromuskovit  
 (Illit): = Hydromuskovit  
 Hydromuskovit: II, nach Feldspaten

Vermiculit: nach Phlogopit  
 (Orthoklas): = Mikroklin  
 Mikroklin: I/4, 5m, 8m  
 Kali-Anorthoklas: I/6?  
 Albit: I/9, xx in Klüften  
 Oligoalbit: I/1m, 2m, 4, 5m  
 Oligoklas: I/2m, 4, 8m, 9m  
 Andesin: I/6m, 8m, 9m  
 Skapolith (Mizzonit): I/5, 6  
 Thomsonit?: nach Skapolith

Unter „Geologie der Lagerstätte“ ist bereits darauf hingewiesen worden, daß die „Vererzung“ als Gesamtvorgang nicht bloß Fe-Metasomatose und Eisenspathohlräumabsatz umfaßt, sondern daß mit der Sideritisierung auch etwas ältere und jüngere Dolomitisierungen und Ankeritisierungen verbunden sind, zu denen neben Fe-, auch zeitweise Mg-Anlieferungen zur Kalkmarmorverdrängung nötig waren.

Im Hüttenberger Eisenspat selbst (Mineralanalysen davon gibt es nur wenige, die laufenden Erzanalysen betreffen naturgemäß Karbonatgemenge mit nur sehr vorwaltend Siderit) spielt Mg nur eine relativ untergeordnete Rolle mit etwa ( $Fe^{736}$ ,  $Mn^{65}$ ,  $Mg^{69}$ ,  $Ca^{14}$ )  $CO_3$ , entsprechend nur 83.3 Mol. %  $FeCO_3$ , neben 7.3  $MnCO_3$ , 7.8  $MgCO_3$  und 1.6  $CaCO_3$ , doch wurden aus der Nachbarschaft (St. Martin) nun bereits Eisenspate mit über 20 Mol. %  $MgCO_3$  bekannt, die schon als Sideroplessit zu bezeichnen sind. Am Kärntner Erzberg könnten in dieser Richtung angestellte Serienuntersuchungen noch Überraschungen erbringen. Bei der Reihe Dolomit — Braunspar — Ankerit hingegen sind chemisch, optisch und mittels spezifischen Gewichten Mischkristalle  $Ca(Mg,Fe)(CO_3)_2$  mit fast 0 bis gegen 80 Mol. %  $CaFe(CO_3)_2$  belegt. In Klüften findet man stets die Sukzession Siderit → Ankerit oder Braunspar → Dolomit, also Fe-Ab-, bzw. Mg-Zunahme. Schöne Sideritkristalldrusen ( $\pm$  Pyrit- und Kalkspat xx) haben besonders einige Lager des nun leider absterbenden Löllinger Reviers geliefert. Die primären Kalkspate [r(1011); m (1010) + e(0112); v(2131) u. a.] unterscheiden sich trachtlich von den in der Oxydationszone gebildeten f(0221).

Außer den Karbonaten treten am Hüttenberger Erzberg nur Baryt,  $SiO_2$  (Bergkristall, Amethyst, Kalzedon, Opal, „Kascholong“) und Pyrit örtlich häufiger in Erscheinung. Der Schwerspat ist meist grobspätig und schneeweiß gefärbt, er sitzt in Nestern und Zwickeln gelegentlich mitten im Erz, selten kommen Siderit-Baryt-Bändererze vor, ab und zu gibt es auch Kristalle des Minerals in Klüften, am häufigsten aber findet man Schwerspat am Rande und an den Enden großer Eisenspatlager oder, wie in den Römer-

bauen des Gossener Reviers, gangartig im Eisenspat. Solcher Schwerspat, gelegentlich auch mit Cu- und Pb-Erzen (Kupferkies, Bournonit, Bleiglanz, Fahlerz, Stibioluzonit u. a.) — sie wurden zu Römerzeiten in Gossen auf Cu und vielleicht auch Edelmetalle abgebaut, während man den Brauneisenstein versetzte — bildet eine Endphase der Eisenspatvererzung (Ba, Cu, Pb, Sb).

Quarz xx sind häufig in Klüften des Eisenspats zu finden, auch, manchmal mehrfach abwechselnd, mit grauweißem bis himmelblauem Kalzedon, mit glatter nierenförmiger Oberfläche oder auch die Kluft füllend. Eisen- und Schwerspat sind öfters leicht zerbrochen und durch blauen Kalzedon breschenartig verkittet worden. Als Seltenheit wurden in alter und neuer Zeit prachtvolle Hohlumhüllungspseudomorphosen von Kalzedon nach mehrere cm großen Baryt xx gefunden. Der Kalzedon folgt in der Bildung dem Baryt; beide unterscheiden das Hüttenberger Erz von dem des Steirischen Erzberges. Während Ba mit den Metallen als zugeführt betrachtet werden muß, ist das Si zur Quarz xx-, Kalzedon- und Opalbildung sehr wahrscheinlich dem Lagerstättenbereich selbst entnommen. Pegmatite durchschwärmen den Marmor, doch dort, wo dieser vererzt ist, sind nur mehr kümmерliche Pegmatitrelikte (rauchbrauner Quarz, ab und zu Muskovit, Turmalin) entweder regellos im Erz oder seltener auch noch in „schriftgranitischem“ Verband mit Ersatz von Feldspat durch Eisenspat zu erkennen. Als eindeutige Begleiterscheinung der Fe-Metasomatose des Kalkmarmors werden die im Vererzungsbereich liegenden Pegmatitfeldspate in Hydrouskovit umgewandelt, wobei  $\text{SiO}_2$  frei wird und zur Ausscheidung als Quarz, Kalzedon usw. in den Schlußphasen der Vererzung zur Verfügung steht.

Eine andere Endphase der Eisenspatvererzung — stets ohne Baryt und mit nur Spuren von Kalzedon — stellt, wodurch die Hüttenberger Lagerstätte seit bald 150 Jahren in Mineralogenkreisen bekannt geworden ist, Löllingit, seine primären Begleiter und sekundären Nachfahren, dar. Deutlich am Ausgehenden der Eisenspatlager, dort wo deren Mächtigkeit an die Grenze eines wirtschaftlichen Abbaues zu liegen kommt, finden sich an der Liegend- oder Hangengrenze des oft leicht zerbrochenen Erzlagers, besonders auch mit kleinen Pegmatitquarzresten, kleine Löllingitvererzungen; etwas ged. Wismut + Wismutglanz sind manchmal dabei, immer noch kleine, doch reichere Bi-Konzentrationen mit untergeordnetem Löllingit kommen gelegentlich einige Meter von den Löllingitnestern abgesetzt vor. Vervollständigt wird die Paragenese durch bisher jeweils meist einmalige kleine Funde mit Chloanthit, Rammelsbergit, Arsenkies, Co-Erzen, ged. Silber, ged. Gold, Uranpecherz (winzige xx und kugelige Abscheidungen mit netten pleochroitischen Höfen im Eisenspat), Molybdänglanz, Bleiglanz, Zinkblende, Bournonit u. dgl. neben mehr Pyrit — Markasit. Es ist eine Vererzung, die bereits BREITHAUPT (1849), trotz noch viel unvollständigerer Kenntnis, der „Jüngeren

Kobalt-Nikel-Formazion“ angereiht hat. Einerseits wegen Fehlens von Schwerspat und Flußspat, andererseits aus dem Vorwalten von Löllingit + ged. Wismut kann sie keinem der Lagerstättentypen der Ag-Co-Ni-Bi-U-Formation von H. SCHNEIDERHÖHN (1941, 1944, 1949) voll zugeordnet werden; sie ist allerdings auch hier noch nie als darauf baubare Lagerstätte in Erscheinung getreten. Doch wird mit diesem Mineralinhalt eine nahe Verwandtschaft und wahrscheinlich auch genetische Zusammengehörigkeit mit der nahen Gold-Arsen-Lagerstätte Kliening im Lavanttal, mit Waldenstein, mit der Zinkwand bei Schladming und der Tauern-Goldvererzung belegt (vgl. FRIEDRICH, 1933, 1929, 1933 bzw. TORNQUIST, 1933). Ged. Bi und Au sind nebeneinander abgeschieden worden; hier handelt es sich nicht um eine feinmyrmekitische Entmischung („Maldonit“) aus  $\text{Au}_2\text{Bi}$ . Das wird vielleicht einmal für eine Temperaturbegrenzung verwertet werden können.<sup>1)</sup> Die Zeiten, in denen in der Oxydationszone schöne Arsenate (Skorodit, Symplexit, Pharmakosiderit usw.) gesammelt werden konnten, sind leider schon um ein halbes Jahrhundert und mehr vorbei.

Die spärlichen Mengen von Bournonit, Bleiglanz und Zinkblende in der Löllingitgesellschaft bilden Bindeglieder zur vorher geschilderten schwerspätigen Cu-Pb-Sb-Vererzung, die übrigens gelegentlich auch in ganz kleinen Mengen ohne jeden Schwerspat im Siderit angetroffen wird. Im Baryt sind hier nie Arsenerze gefunden worden; ist Nickel zugegen, dann wurde bezeichnenderweise U 11 m a n n i t gebildet.

Beide, die Schwerspat-Cu-Pb-Sb- und die As-Bi-Ni-Co-Ag-Au-U-Mo-Gruppe stehen am Ende der Eisenspatvererzung; ihre Trennung ist nicht nur stofflich, sondern auch örtlich erfolgt. Im Westen, im aufgelassenen Hefter und im neuen Gossener Revier hat die Schwerspatgruppe ihre Hauptverbreitung, hier fehlen bisher Löllingit usw. völlig. Im Osten, im nun schon fast ausgebauten Löllinger Revier, ist ebenso einseitig seit mindestens 150 Jahren immer wieder die Löllingit-Gruppe zum Vorschein gekommen. Der Mittelteil, das Knappenberger Revier, lieferte Beispiele für beide Vorkommen.

Schon vorhin wurde zur Erklärung der Quarz-Kalzedon-Entstehung auf die Pegmatitfeldspatzersetzung als Nebenwirkung der Vererzung hingewiesen. Mineralogisch verfolgbare chemische Umsetzungen sind als Folge der verschiedenen Karbonatisierungen nun bereits an einer ganzen Reihe von Silikatmineralen aus den Marmorbegleitgesteinen festgestellt worden. Es gehen dabei vielfach

<sup>1)</sup> Anmerkung bei der Korrektur: Daß Maldonit ( $\text{Au}_2\text{Bi}$ ) als definierte, nicht zerfallene Verbindung in der Natur vorkommt (z. B. in der Maldon Mine), wurde soeben von RAMDOHR (Maldonit. — Neue Beobachtungen am Bühl-Eisen. Sitzber. d. Deutsch. Akad. d. Wiss., Kl. f. Math. u. allg. Naturw., Jg. 1952, Berlin 1953, 1–24) nachgewiesen. Nach diesem, nun auch erzmikroskopisch gekennzeichneten Maldonit in unserem Material zu suchen, war noch nicht möglich.

Silikatminerale zugrunde, bei denen man sonst solch ein Verhalten nicht gewohnt ist. Es entstehen meist äußerst feinkristalline Pseudomorphosen, die mangels einer Röntgeneinrichtung teilweise noch nicht oder nicht sicher identifiziert werden konnten. Die Ergebnisse haben aber bereits praktischen Wert erlangt, da sie bei der Untersuchung der Kerne aus Tiefbohrungen als Indikatoren für Vererzungsnähe verwandt werden können.

Granat xx (bis 2 cm  $\phi$ ) aus Glimmerschiefern vertragen die Sideritisierung des Marmors nicht und gehen in hellgrünliche Pseudomorphosen, die im wesentlichen aus serizitfeinem hellen Glimmer bestehen, über. Die Sideritisierung, wie die Dolomitisierung zerstört Titanit xx des Marmors unter Pseudomorphosierung zu Anatas + Quarz-Kornaggregaten, im Dolomit erfolgt dagegen auch Neubildung von Brookittafeln und Rutilssäulen. Quarz und Turmalin (Uvit) u. a. werden von Dolomit verdrängt.

Die Hüttenberger Lagerstätte hat weder Flußspat, noch primären Anhydrit oder Gips geliefert. Es erscheint uns am wahrscheinlichsten, daß die Anlieferung von Fe und Mg, sowie die Abfuhr von Ca durch kohlensäurereiche, wässrige Lösungen erfolgte. Als zur Vererzung vorbereitet, angelöst, sind die porösen Marmore (vgl. Teil CLAR, S. 80) zu verstehen. Vorstellungen über Stoffwechselvorgänge zwischen Eisenspatlagerstätten und der Dolomitisierung von benachbarten Antigorititklötzen sind in diesem Exkursionsführer unter „Hirt bei Friesach“ vorgebracht worden. Dabei handelt es sich etwa um  $\text{CaCO}_3$  und überschüssiges  $\text{CO}_2$ , das die Eisenspatlagerstätten verläßt und auswärts reagiert. Von besonderem Interesse sind nun Einwirkungen dieser Stoffe sowohl auf den Eisenspat, wie auf Silikatminerale des Marmors und seiner Begleitgesteine, insbesondere der Silikatquarze in der Eisenlagerstätte selbst.

Eisenspat, z. B. typisches aus Bändermarmor metasomatisch entstandenes Bändererz, wurde von einer steilen Kluft aus, die in Hohlräumen noch kleine Kalkspat xx [ $m(10\bar{1}0) + e(01\bar{1}2)$ ] birgt, nach beiden Seiten im dm-Bereich wieder zu Bändermarmor rückkalzitisiert, ein Vorgang, der mit Polymetasomatose, hier auch Remetasomatose bezeichnet werden kann. Seit dieser Erkenntnis wurden gleichartige Erscheinungen immer wieder angetroffen, von Lagerstättenkörpern, die durch teilweise Kalzitisierung unbaubar geworden sind, bis herab zum Erscheinungsbild in Dünn- und Anschliffen. Bemerkenswert ist, daß hier nur der bei der Kalzitisierung von Eisenspat gebildete Kalkspat häufig im UVL dumpf bis hell ziegelrot infolge eines  $\text{MnO}$ -Gehaltes (gegen 1 Gew.-%) leuchtet, daß also ein Teil des ursprünglich Siderit-Mangans dann ins Kalkspatgitter eingeht. Bei den Kalkspäten aus der Oxydationszone ist das nicht der Fall, hier wird das Mn gleich höher oxydiert, es bildet sich Pyrolusit, Wad usw. neben Mn-freiem Kalkspat.

An steilen Störungen im Erz des Reviers Gossen waren wiederum Kalzitisierungen musterhaft zu studieren, daneben kam es aber zu reichlichen Pyritausscheidungen in den Klüften; hier scheint das bei der Kalzitisierung frei gewordene Eisenspatreisen durch  $H_2S$  am Platz ausgefällt worden zu sein.

Es wunderte uns nicht, daß den Karbonatisierungen so umwandlungsempfindsame Silikate, wie Skapolith oder Olivin zum Opfer fallen und daß dabei eine ganze Reihe von teilweise noch nicht sicher erkannten Folgemineralen entstanden sind. Auf die Umbildung des Pegmatitfeldspates zu Hydromuskovit und auf die Verglimmerung der Granate aus den Granatglimmerschiefern als Nebenwirkung der Vererzung wurde oben schon hingewiesen. Höchst eigenartige Ergebnisse lieferten aber neue, noch nicht abgeschlossene Untersuchungen, die bereits zeigen, daß die großen, bei der Eisenspatmetasomatose frei werdenden Ca-Lösungen auch Tremolit, Diopsid, Zoisit, Turmalin und Quarz kräftigst angegriffen und zerstört haben; Kalzedon ist dann als Füllmaterial von Hohlräumen in Schliffen immer wieder anzutreffen.

In dieser Hinsicht verspricht die Hüttenberger Lagerstätte infolge ihrer Verknüpfung mit „Altkristallin“-Gesteinen noch weiterhin interessantes Beobachtungsmaterial zu liefern, das vielleicht einmal in Verbindung mit Laborergebnissen über die Umwandlungsbedingungen der Silikate weiteres Licht auf die Lagerstätten-  
genese werfen wird.

Folgende Karbonatmetasomatosen sind aus der Hüttenberger Lagerstätte bisher belegt:

Kalkmarmor → Dolomit

Kalkmarmor → Ankerit

Kalkmarmor → Eisenspat → Kalzitisierung.

An Dolomiten und Ankeriten ist weder Sideritisierung, noch Kalzitisierung sichergestellt und scheint zu fehlen. Nach allen Untersuchungen an homogenem Material ist Ankerit keinesfalls ein Mischglied  $(Ca,Mg,Fe)CO_3$ , sondern stets  $Ca(Mg,Fe)(CO_3)_2$ .

Das Alter der Lagerstätte ist auch nach den neuen Aufnahmsergebnissen von CLAR (vgl. Geologie) als alpidisch, tertiär, anzugeben, womit auch diese Vererzung in den Rahmen der „Alpinen Metallogenese“ (W. PETRASCHECK, 1926, 1932, 1945), der „ostalpinen Metallprovinz“ (O. M. FRIEDRICH, 1937) fällt. Das stoffliche Überwiegen unter den Metallen an Fe und Mg ist bei diesen gewaltigen Karbonatmetasomatosen wohl nur mit ANGEL (z. B. 2, S. CIII – CIV) im Zuge von großen Stoffwechselverschiebungen bei regional wirksamen Metamorphosen zu verstehen. Die Begleiterze (Löllingit, Wismut usw.) schließen unsere Lagerstätte mit Kliening, Friesach und Waldenstein an die Zinkwand und an die

Tauerngoldvererzungen an. Die Eisenspatlagerstätten in der nördlichen Grauwackenzone (Typus Steir. Erzberg) tragen wesentlich andere, „magmenfernere“ oder niedriger temperierte Züge, die einerseits im Fehlen der Löllingit-Wismut-Gesellschaft, andererseits im steten mineralogischen Hervortreten von Hg (Zinnober), das dem Hüttenberger Typus völlig mangelt, zum Ausdruck kommen.

Ein eingehender Überblick zur „Herkunft der ostalpinen Vererzung“ ist kürzlich von CLAR (11) gebracht worden. Weiters kann auf O. FRIEDRICHs Lagerstättenkarte der Ostalpen, samt Erläuterungen, auf F. ANGELs Beitrag „Über Stoffwechsel und Metamorphose in den Ostalpen“ und auf eigene Arbeiten, alle in einer Festfolge der Radex-Rundschau, 1953, verwiesen werden.

Eine Reihe von Instituten des In- und Auslandes hat unsere Arbeiten durch Beistellung von Vergleichsmaterial, Literatur, leihweiser Überlassung von Instrumenten oder besondere Untersuchungen unterstützt, worauf wir in einer in Ausarbeitung befindlichen größeren Arbeit über die Lagerstätte Hüttenberg zurückkommen werden. Ganz besondere Hilfe verdanken wir unseren Freunden Prof. Dr. O. Friedrich (Min. Inst. d. Montanist. Hochschule Leoben) und Dr. F. Kahler (Min. Geol. Abt. d. Kärntner Landesmuseums in Klagenfurt), sowie Prof. Dr. P. Ramdohr (Heidelberg).

#### Schrifttum:

- (1) Angel, F.: Gesteine der Steiermark. Mitteil. d. Naturw. Ver. f. Stmk., 60. B., Graz 1924, 1–302.
- (2) Angel, F.: Der Kraubather Olivinfels- bis Serpentinkörper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. Fortschr. d. Min., 23., 1939, XC–CIV.
- (3) Angel, F.: Mineralfazien und Mineralzonen in den Ostalpen. Wissenschaftl. Jb. d. Univ. Graz, 1., Graz 1940, 251–304.
- (4) Baumgärtel, B.: Der Erzberg in Hüttenberg in Kärnten. Jb. d. Geol. R. A., 52., Wien 1902, 219–244.
- (5) Beck, H.: Geolog. Spezialkarte 1 : 75.000, Blatt Hüttenberg–Eberstein. Geol. B. A., Wien 1931.
- (6) Beck-Mannagetta, P.: Die Auflösung der Mechanik der Wolfsberger Serie, Koralpe, Kärnten. Jb. d. Geol. B. A., 94., Wien 1951, 127–157.
- (7) Brunlechner, A.: Die Minerale des Herzogthumes Kärnten. Klagenfurt 1884 (Kleinmayr), 1–130.
- (8) Brunlechner, A.: Die Abstammung der Eisenerze und der Charakter 1891, 33–51.
- (9) Brunlechner, A.: Die Form der Eisenerzlagerstätten in Hüttenberg, Kärnten. Zs. prakt. Geol., 1., Berlin 1893, 301–307.
- (10) Clar, E.: Metamorphes Paläozoikum im Raume Hüttenberg. Der Karinthin, Folge 22, 15. 5. 1953, 225–230.
- (11) Clar, E.: Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. Geol. Rundschau, 42., 1953. Im Druck.

- (12) *Clar, E.*: Geologisches Gefüge und Formentwicklung von metasomatischen Karbonatlagerstätten (Siderit und Magnesit). *C. R.*, 19. Congrès Intern. Géol., Alger 1952. Im Druck.
- (13) *Clar, E.*: Über Parallel-, Schräg- und Kreuzänderung in Spatlagerstätten. *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, 3. Folge, 1954, im Druck.
- (14) *Haberfeldner, E.*: Die Geologie der österreichischen Eisenerzlagerstätten. *Zs. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich*. 85., Berlin 1937, 226—240.
- (15) *Haberfeldner, H.*: Die Eisenerzlagerstätten im Zuge Lölling—Hüttenberg—Friesach in Kärnten. *Berg- und Hüttenmänn. Jb.*, 76., 1928, 87—114, 117—126.
- (16) *Höfer, H.*: Die Mineralien Kärntens. *Jb. d. nathist. Landesmuseums von Kärnten*, 10., Klagenfurt 1871, 1—84.
- (17) *Kahler, F.*: Der Bau der Karawanken und des Klagenfurter Beckens. *Carinthia II*, 16. Sonderheft, Klagenfurt 1953, 1—78.
- (18) *Kern, A.*: in: Eisenerzlagerstätten in Österreich. *Symposium sur les gisements de fer du monde. Atlas*. Alger 1952.
- (19) *Kieslinger, A.*: Geologie und Petrographie der Koralpe IX. *Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Math. nat. Kl.*, I, 137., Wien 1928, 491—532.
- (20) *Meixner, H.*: Eine Karbonatskapolithparagenese vom Typus Pargas aus dem Sulmtal bei Schwanberg, Koralpe, Steiermark. *Ann. d. Nathist. Mus.*, 50., Wien 1939, 672—689.
- (21) *Münichsdorfer, F.*: Geologisches Vorkommen im Hüttenberger Erzberge in Kärnten. *Jb. d. k. k. Geol. R.*, 6., Wien 1855, 619—643.
- (22) *Münichsdorfer, F.*: Mineral-Vorkommen am Hüttenberger Erzberge. *Jb. d. Nathist. Landesmuseums von Kärnten*, 4., Klagenfurt 1859, 115—126.
- (23) *Münichsdorfer, F.*: Geschichte des Hüttenberger Erzberges. Klagenfurt 1870 (Leon), 1—284, I—LVII.
- (24) *Quiring, H.*: Zur Tektonik des Kärntner Erzberges. *Zs. prakt. Geol.*, 37., 1929, 177—185, 202—205.
- (25) *Redlich, K. A.*: Die Geologie der innerösterreichischen Eisenerzlagerstätten. *Beitr. z. Gesch. d. österr. Eisenwesens*, Abt. I/1, Wien-Berlin 1931 (Springer).
- (26) *Rosthorn, F. v., und Canaval, J. L.*: Übersicht der Mineralien und Felsarten Kärntens und der geognostischen Verhältnisse ihres Vorkommens. *Jb. d. nathist. Mus. in Kärnten*, 2., Klagenfurt 1853, 113—176.
- (27) *Seeland, F.*: Der Hüttenberger Erzberg und seine nächste Umgebung. *Jb. d. Geol. R. A.*, 26., Wien 1876, 49—112.
- (28) *Schmid, W.*: Norisches Eisen. *Beitr. z. Gesch. d. österr. Eisenwesens*, I/2, Wien-Berlin 1932 (Springer), 169—226.
- (29) *Schuster, W.*: Der Hüttenberger Erzberg. In: *Die Österr. Alpine Montangesellschaft* 1881—1931, Wien 1931 (Springer), 460—514.
- (30) *Wießner, H.*: Geschichte des Kärntner Bergbaues, III. Teil: Kärntner Eisen. *Arch. f. vaterl. Gesch. u. Topogr.*, 41/42, Klagenfurt 1953, 1—356.
- (31) *Zepharovich, V. v.*: Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Österreich. I, II, III, Wien 1859, 1873, 1893.
- (32) *Zepharovich, V. v.*: Der Löllingit und seine Begleiter. *Verh. Russ. kais. Min. Ges. zu St. Petersburg*, 2. Ser., 3., Petersburg 1867, (1—24).
- (33) *Clar, E.*: Über die Görtschitztaler Störungszone. *Der Karinthian*, Folge 15, 1. 10. 1951, 65—71.
- (34) *Clar, E.*: Über die Verbiegung von Faltenachsen am Hüttenberger Erzberg. *Der Karinthian*, Folge 23, 7. 8. 1953.
- (35) *Meixner, H.*: Kahlerit, ein neues Mineral der Uranglimmergruppe, aus der Hüttenberger Lagerstätte, Kärnten. *Der Karinthian*, Folge 23, 7. 8. 1953.