Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 18 (1938)

Heft: 1

Artikel: Die metamorphen, erzführenden, radioaktiven Gesteine von Feldbach (Binnental). 1. Teil, Die petrographischen Verhältnisse

Autor: Hugi, E. / Hirschi, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-17093

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.07.2025

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

Die metamorphen, erzführenden, radioaktiven Gesteine von Feldbach (Binnental) [1])

Von † *E. Hugi* und *H. Hirschi* in Bern

I. Teil. Die petrographischen Verhältnisse

Von *E. Hugi*

EINLEITUNG

Die hochmetamorphen Triasdolomite des Binnentales, die im Liegenden der Monte Leone-Decke, z. T. aber auch als schuppenförmige Einlagerungen der penninischen Bündnerschiefer auftreten, haben seit langer Zeit durch ihre höchst eigenartige Mineralisation und als tektonische Leitlinien das Interesse der Mineralogen und der Tektoniker auf sich gelenkt.

Bei Feldbach, ca. 6 km nordöstlich von Binn, ist das Dolomitband erzführend. Nach C. SCHMIDT [2]) sollen hier die „Kalke" Siderit, Magnetit, Hämatit und Limonit enthalten. In gleicher Weise äussert

---

[1]) Diese Arbeit wurde schon vor vielen Jahren in Angriff genommen. Die Beobachtungen im Terrain, sowie die Sammlung der Gesteinsproben erfolgten im August 1923. Den I. Teil, die allgemeinen geologischen, die mineralogisch-petrographischen und petrogenetischen Verhältnisse behandelnd, übernahm EMIL HUGI. Der II. Teil: Radioaktivität, mikroskopische radioaktive Erscheinungen und das chemische Verhalten der Radiohalos fiel mir zu. Kurz nachdem mein Freund die wesentlichsten Untersuchungsergebnisse in einem Manuskript zusammengefasst hatte, erkrankte er so schwer, dass er für immer die Arbeit niederlegen musste. Das Manuskript meines dahingegangenen Freundes soll möglichst unverändert als erster Teil wiedergegeben werden. Gewiss hätte er aber noch gar manches ergänzen und verbessern wollen. Sein Wunsch, diese und jene Frage durch nochmalige Begehung des Gebietes von Feldbach abzuklären, ist ihm unerfüllt geblieben.

1934 erschien in dieser Zeitschrift die umfangreiche, schöne Arbeit von HENRI BADER: Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Mineralagerstätten des Binnentals, Band XIV, Heft 2, 1934.

Diese Veröffentlichung bringt viele Details und Darstellungen allgemeiner Art, durch die unsere vorliegende Arbeit sehr ergänzt wird. Zudem kann auf das ausführliche Literaturverzeichnis in genannter Arbeit hingewiesen werden.

H. Hirschi.

[2]) C. SCHMIDT: Texte explicatif de la Carte des Gisements des matières premières de la Suisse, pag. 193. Basel 1920.

sich Ed. v. Fellenberg[3]) über die bei Feldbach vorkommenden Erze. Die Bezeichnung „Ehemalige Eisengrube" der topographischen Karte (Blatt 494, Binnental) deutet darauf hin, dass hier in vergangener Zeit ein Abbau dieser Eisenerze stattgefunden hat. Nach den Akten des kantonalen Archives in Sitten[4]) hat sich über diesen einstigen Bergbau folgendes feststellen lassen:

Als anfangs des 18. Jahrhunderts bekannt wurde, dass im Binnental mehrere Vorkommen von Magneteisenstein gefunden worden seien, beauftragte der Walliser Landrat den Landammann Jean Caspar Courten, einen Unternehmer zu suchen, der über genügende bergmännische Kenntnisse und Kapitalien verfüge, um diese Vorkommnisse zu erschürfen und abzubauen. Nach Verhandlungen, die einige Jahre dauerten, wurde ein zehnjähriger Vertrag mit den beiden Engländern Mandel und Aston abgeschlossen und die Arbeiten wurden im Jahre 1731 begonnen. Die Bevölkerung sah es aber ungern, dass Fremde diese einheimischen Bodenschätze, denen sie einen grossen Wert beimass, ausbeuteten. Die Aufregung im Volk war bald so gross, dass der Plan gefasst wurde, bewaffnet gegen die Hauptstadt Sitten zu ziehen, um gegen diese Ausbeutung durch fremde Unternehmer zu protestieren. Der Landammann musste den Forderungen der Bevölkerung nachgeben und veranlassen, dass die beiden Engländer abreisten. Der abgeschlossene Vertrag wurde gekündet und die Unternehmer mussten entschädigt werden.

Einige Jahre später wurde der Betrieb der Binnentaler Eisenbergwerke durch Martin Schoeri wieder aufgenommen. Dieser verkaufte jedoch das Unternehmen im Jahre 1743 an Pierre de Rivaz. Über den Erfolg dieses erneut in Angriff genommenen Eisenbergbaues von Feldbach orientieren uns Brief- und Rechnungsbücher von de Rivaz, er äussert sich in folgender Weise: „Il y avait une minière appelée Feldbach la plus riche de toute, c'est celle que Martin Schoeri fit travailler, le filon était fort grand et promettait beaucoup, mais il lui est arrivé ce qui arrive à presque toutes les minières de ce pays, il avait de fort belles apparences en commençant, il a continuellement diminué et ce perdit enfin cette année dernière. Le quintal, qui ne côntait au commencement à Martin Schoeri que 6 basches lui revenait sur la fin 7½ basches. Cette minière ne ce fondait que difficilement, elle est mélangée de beaucoup de souffre, ce qui prend le fer."

---

[3]) Ed. v. Fellenberg: Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Lieferung 21, pag. 331. Bern 1893.

[4]) Archive cantonale de Sion, Dossier Rivaz, C XXXIII.

So zeigt denn auch in der Tat die Buchführung DE RIVAZ's, dass er einzig im Jahre 1746 einen Verlust von 40 759 L. machte. Im Jahre 1757 ging der Bergbau von Feldbach ganz ein und bis auf den heutigen Tag sind die Eisenerze des Binnentales nicht mehr ausgebeutet worden.

Das Eisenerz von Feldbach wurde mit demjenigen von Helsen und Fleschen bei Heilig-Kreuz in einem kleinen Blaseofen, dessen Ruinen heute noch sichtbar sind, bei Schaplermatt im Langthal verhüttet. Das erzeugte Roheisen wurde durch Saumtiere nach Turtmann transportiert, um hier in einem Raffinierofen weiter zu Schmiedeisen verarbeitet zu werden. Dieses wurde über die Grimsel an den seinerzeitigen Besitzer des Eisenbergwerkes Oberhasli, FISCHER in Bern, geliefert, der es in Handel brachte.

Die erneuten Untersuchungen der Binnentaler Erzvorkommnisse, die während des Weltkrieges auf Veranlassung des schweizerischen Bergbaubureaus in Bern durchgeführt wurden, haben zu dem wohl zu erwartenden endgültigen Ergebnis geführt, dass der „Eisenlagerstätte" von Feldbach heute nicht mehr die geringste praktische Bedeutung zukommt. Es sind nur noch spärliche Reste des Erzes übriggeblieben, und die ehemalige „Eisengrube" gibt sich nur noch in drei ganz verstürzten Gruben zu erkennen. Diese befinden sich unmittelbar südlich der armseligen steinernen Alphütte von Feldbach.

In wissenschaftlicher Beziehung vermag aber doch das Magnetitvorkommen der Feldbachalp unser Interesse in Anspruch zu nehmen, im besondern was die genetischen Verhältnisse dieser „Lagerstätte" und die mit der Vererzung in enger Beziehung stehenden einzigartigen Radiohalos und deren optisches und chemisches Verhalten betrifft.

Das erzführende Gestein von Feldbach ist der kristalline, rein weisse bis gelbliche, bräunlichgrau bis rotbraun (erzführende Partien) anwitternde, zuckerkörnige Triasdolomit, dessen geologisches Auftreten sich in der Umgebung der alten Gruben gut verfolgen lässt und auf den Karten von C. SCHMIDT und H. PREISWERK [5]) und HENRI BADER (l. c.) in klarer Weise zur Darstellung gebracht worden ist. Dieser Dolomit ist den Bündnerschiefern der Bedretto-Mulde eingelagert und zieht sich als zusammenhängendes Band vom Südabhang des Turbhornes gegen Feldbach, ist dann südwestlich vom Gandhorn auf weitere Entfernung unterbrochen, um

---

[5]) C. SCHMIDT und H. PREISWERK: Geolog. Karte der Simplon-Gruppe 1: 50 000 und Erläuterungen zu dieser Karte. Bern 1908.

wieder östlich von „Kehlmatten" (oberhalb „Im Feld") und nördlich von Binn in einzelnen Spuren zu Tage zu treten. Weiter westlich streicht das Dolomitband dem N-Hang des Saflischtales entlang, verdoppelt sich hier und schliesst eine schmale, langgezogene Gneisschuppe, den sog. Eistengneis, zwischen sich ein. Bei Schmiedmatten oberhalb Bérisal an der Simplonstrasse wird dieser selbe kristalline Dolomit ebenfalls Magnetit-führend und enthält hier auch die prachtvoll ausgebildeten natronreichen Hornblenden, die von mir beschrieben worden sind[6]).

Die Einlagerung dieser Dolomitbänder mit der zwischengelagerten Gneislamelle in den Südrand der Bündnerschieferzone ist wohl als ein Schubfetzen der Monte Leone-Decke aufzufassen, der von unten in die Kalkphyllite der Bedretto-Mulde hineingeschoben worden ist. Jedenfalls haben wir es in dieser Aufschuppungszone mit einem tektonisch ausserordentlich stark beanspruchten Teile dieser ganzen Gesteinsserie zu tun.

LAGERUNGSVERHÄLTNISSE UND PETROGRAPHIE

Die speziellen Lagerungsverhältnisse des für uns wichtigen metamorphen erzführenden Triasdolomites von Feldbach sind folgende: Die Mächtigkeit dieses Gesteinsbandes ist recht wechselnd, sie schwankt zwischen 15—30 m. Die Bänke des Dolomites streichen N 60° E und fallen mit 55—65° gegen SE ein.

Das Liegende der Triaseinlagerung wird gebildet durch einen biotitreichen Bündnerschiefer, der z. T. granatführend ist und Gerölle eines feinkörnigen, braungesprenkelten, apatitreichen Aplits und Dolomiteinschlüsse enthält. Die braunen Pünktchen von Eisenhydroxyd, die den weissen Aplit durchspicken, rühren von zersetztem Biotit her. Die Gerölle haben runde bis elliptische Gestalt und weisen Durchmesser von 4—6 cm auf. Diese Schiefer werden oft auch von Quarzgängen und -Adern durchsetzt, die der Schieferung meist parallel laufen, dieselbe bisweilen aber auch quer durchschlagen. Die Gangausfüllungen bestehen z. T. aus milchweissem Fettquarz, z. T. aus farblosem Glasquarz. Beide Quarzarten enthalten wohlausgebildete, oft parallelstrahlig, oft radial und wirrstrahlig angeordnete Nadeln und Prismen eines schwarzen Turmalins, der in Individuen von bis 4 cm Dicke und 12 cm sichtbarer Länge (Kristall an beiden Enden abgebrochen) beobachtet werden konnte. Im Glasquarz scheinen die

---

[6]) E. Hugi: Über ein neues schweizerisches Vorkommnis von Alkalihornblende. Diese Zeitschrift Bd. 7, p. 179. 1927.

Turmaline reiner und daher auch stärker glänzend zu sein (Rekristallisationszonen). Ob diese Beobachtung allgemein zutrifft, müsste noch an vermehrten Funden nachgeprüft werden.

Ähnliche Quarzgänge, oft von feinschichtiger Struktur, hervorgerufen durch einen raschen Wechsel (1—2 mm breite Bänder) von milchweissem und von glasigem Quarz, setzen auch im Dolomit selber auf. Sie erwiesen sich hier als Chalkopyrit-führend, welches Mineral im Quarz gelegentlich malachitische Höfe erzeugt. Die Salbänder zwischen Quarzgang und Dolomit sind dann gewöhnlich von einer dünnen Lage eines grosschuppigen hellbraunen Glimmers (Phlogopit) belegt. Die Mineralisation dieser Gänge scheint also durch chemisch sehr aktive Stoffsysteme stattgefunden zu haben und dürfte deshalb wohl mit einem endmagmatischen Zyklus in Verbindung gebracht werden.

Das Hangende des Dolomitlagers wird gebildet durch einen wenig mächtigen, stark gepressten, biotitführenden Augengneis, den wir wohl als Äquivalent des Eistengneises von Schmiedmatten betrachten dürfen. Über diesem Orthogneis folgen wieder Bündnerschiefer, die an ihrer Kontaktfläche stellenweise granatführend sind.

Von Wichtigkeit für die Charakterisierung der geologischen Umgebung des Feldbacher Erzvorkommnisses ist ferner der vom Saflischtal (Holiboden) herüberstreichende, oft in einzelne Linsen sich auflösende Zug von Grünschiefern. Diese Einlagerung der metamorphen ophiolithischen Gesteine in die Bündnerschiefer ist von sehr wechselnder Mächtigkeit, die sich zwischen 1 und 15 m bewegt. Sehr gut sind die Grünschiefer als Linse aufgeschlossen in der schroffen Wand bei Kehlmatten oberhalb Im Feld, um dann bei Feldbach als kontinuierliches Lager mit steilem S-Fallen wieder einzusetzen und das Dolomitband auf seiner N-Seite in 200—300 m Entfernung bis zum Turbhorn zu begleiten. In unserem Untersuchungsgebiet treten die Grünschiefer in zwei verschiedenen Ausbildungsweisen auf: In der Mitte der einzelnen Züge und Linsen hat das Gestein ein massigeres Aussehen, in den randlicheren Partien dagegen ist es meistens schieferig-flaserig, oft fein gefältelt. In beiden Fällen zeigt es eine graugrüne Farbe und ist durch seinen Plagioklas- und Quarzgehalt weiss gesprenkelt. Schon die makroskopische Betrachtung lässt oft gut ausgebildete Pyritkriställchen erkennen. Das Mikroskop erschliesst ein diablastisches bis schuppig schieferiges Gewebe, bestehend aus einem bräunlich-grünen Biotit, aus einer gelblich-grünen bis blaugrünen Hornblende, einem sauren Plagioklas (Albit-Albitoligoklas), Quarz und viel Epidot. Auffallend ist die starke Ru-

tilführung des Gesteines. Die schieferig ausgebildeten Grünschiefer scheinen pyritreicher zu sein, als die massigeren Varietäten.

Über die ursprüngliche Natur dieser stark metamorphen, wahrscheinlich polymetamorphen Gesteine lässt sich bei Betrachtung so ganz lokaler Verhältnisse, auf die wir uns hier beschränken müssen, schwer etwas aussagen, doch hat sich ja darüber H. PREISWERK [7]) in seiner umfassenden Monographie über die Grünschiefer des Simplongebietes und im besondern über diejenigen von Feldbach mit aller Entschiedenheit ausgesprochen: „Die Spuren, die auf den ursprünglichen Charakter der Grünschiefer hinweisen, sind recht spärlich... Trotzdem steht es ausser Zweifel, dass wir es mit extremen Umwandlungsprodukten diabasartiger Eruptivgesteine zu tun haben." Diese Feststellung dürfte von Bedeutung sein für die Ummineralisierung der Trias- und Juragesteine in die, oder in deren Nähe, die diabasischen Magmen eingedrungen sind.

Zu der gleichen Serie metamorpher basischer Eruptiva, wie die Grünschiefer, gehört auch eine kleine Linse von Giltstein, eingeschlossen in den Kalkphylliten, die sich in ca. 500 m Entfernung in der südwestlichen Fortsetzung des Grünschieferzuges von Feldbach, am NW-Abhange des Gandhornes, vorfindet. Trotz ihrer untergeordneten Verbreitung soll sie hier erwähnt werden, weil sie die geologische Umgebung unseres Eisenerzvorkommnisses wesentlich mit charakterisieren hilft.

Das bläulich-graue, feinkörnige, weiche, mit dem Fingernagel leicht zu ritzende Gestein, lässt schon makroskopisch grössere, unregelmässig verteilte, meistens braun angewitterte Karbonateinschlüsse (nach H. PREISWERK, l. c., Magnesit) erkennen. Mikroskopisch stellt es sich dar als ein feinfilziges Gewebe von Talk und Serpentin. Als Eisenerz führt dieser sog. Topfstein oder Ofenstein schon makroskopisch sichtbare Körnchen von Magnetkies. — Gestützt auf den hohen Magnesiagehalt dieses Gesteines, hält H. PREISWERK dasselbe für einen metamorphen Pikrit. Auch hier würde es sich also um ultrabasische, hochmetamorphe Eruptiva handeln, die in unmittelbarer Nähe des Eisenerz-führenden kristallinen Dolomites in die mächtig entwickelten Bündnerschiefer eingedrungen sind, denn überall, wo dieser Dolomit erzführend angetroffen wird, da enthalten die Bündnerschiefer als charakteristische Einlagerungen auch diese metamorphen basischen Eruptivgesteine. Sie bilden jedenfalls ein

[7]) H. PREISWERK: Die Grünschiefer in Jura und Trias des Simplongebietes. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Liefg. 26, I. Teil, p. 19. Bern 1907.

typisches Glied der geologischen Umgebung unserer Erzvorkommnisse, die wir nun selber näher ins Auge zu fassen haben.

DIE ERZFÜHRENDEN GESTEINE

Das hauptsächlichste erzführende Gestein von Feldbach ist der zuckerkörnige, kristalline, weisse Dolomit, der hier in einem schmalen Bande den Bündnerschiefern konkordant eingelagert ist. Doch erweist sich das Dolomitband nicht in seiner ganzen Mächtigkeit, die selbst wieder starken Schwankungen unterworfen ist (15—30 m), als erzführend. Wie bei Schmiedmatten (vergl. oben), so konzentriert sich das Erz auch hier nur auf einzelne Lagen, d. h. hauptsächlich auf den mittleren Teil des Dolomitbandes, und die Vererzung folgt im grossen und ganzen dem Streichen der Bänke und ordnet sich in unregelmässiger Weise in einzelnen 5—10 cm mächtigen Bändern, die oft quer verworfen sind, und in diffus verteilten Schlieren an, die dem hellen Dolomit in ihrer dunklen Färbung oft eine tigerfellartige Zeichnung verleihen. Ausser dem kristallinen Dolomit erscheinen als Erzträger noch feinkörnige Quarzite und ein höchst eigenartiges Albit-Glimmergestein, die allerdings beide auch selbst dem Dolomit in einzelnen Linsen eingelagert sind. Oft fügen sich dem Dolomit turmalinführende Quarznester ein. Fast immer ist der Magnetit auch von Pyrit begleitet. Dieses sulfidische Erz reichert sich besonders in den quarzigen Vererzungszonen an, die östlich der alten Gruben (am linken Ufer des Feldbaches, gegenüber der Alphütte) vorzuherrschen scheinen. Die genauen Verteilungsverhältnisse der bald an den Dolomit, bald an die Quarzlinsen, bald an die Einschlüsse des Albit-Glimmerfelses sich anlehnenden Vererzungsbereiche sind heute bei den schlechten Aufschlüssen im längst verstürzten Grubengebiet, ohne neue Schürfungen, kaum zu übersehen. Doch wäre es von Interesse, diese drei Arten des Auftretens des Magnetits eventuell in einzelne Horizonte, oder in ein bestimmtes Verteilungssystem eingliedern zu können. Über diese drei verschiedenen Arten der erzführenden Gesteine von Feldbach mögen noch folgende Einzelheiten hervorgehoben werden:

DER KRISTALLINE DOLOMIT ALS ERZTRÄGER

Die chemische Untersuchung einer silikat- und erzfreien Probe des Dolomitmarmors, der der Hauptträger der ganzen Lagerstätte ist, ergab folgendes Analysenresultat:

$$MgO = 20{,}7\,\%,\ CaO = 31{,}6\,\%,\ CO_2 = 47{,}7\,\%.$$

Die Spuren von Eisen wurden nicht näher bestimmt, da der Eisengehalt auch des reinen weissen Dolomites, wie seine Verwitterungsfarbe erkennen lässt, von Stelle zu Stelle starken Wechseln unterworfen ist. In der untersuchten Gesteinsprobe handelt es sich also annähernd um einen Normal-Dolomit, dem folgende chemische Zusammensetzung zukommen müsste:

$$MgO = 21{,}9\ \%,\ CaO = 30{,}4\ \%,\ CO_2 = 47{,}7\ \%.$$

Dieser feinkristalline, zuckerkörnige Dolomitmarmor enthält nun aber ausser seiner Erzführung einen höchst charakteristischen akzessorischen Mineralbestand.

Schon bei der makroskopischen Betrachtung fallen die bis zu 5 und 6 mm grossen Blättchen eines hellbraunen Glimmers (es dürfte sich wohl um Phlogopit handeln 2 | = 0°) auf, die auf den meist wellig verlaufenden Ruschelflächen des Dolomitmarmors sich anordnen. Sie werden nicht selten von bis zu 3—4 cm langen und 1—2 mm dicken Stengeln eines hellbraunen bis olivgrünen Turmalins begleitet. Diese nadelig-stengeligen Kristalle sind meist durch Querrisse auseinander getrennt und z. T. um geringe Beträge aneinander verschoben. Diese Brüche sind aber durch rekristallisierten feinkörnigen Dolomit wieder ausgeheilt. Die gleichen Kluftflächen lassen oft auch eine feine Bestäubung von kleinen Erzkörnchen erkennen.

Auf den kleinen Drusenräumen des Marmors trifft man bis 1 cm grosse milchweisse oder auch farblose Dolomitrhomboeder, oder auch ebenso grosse klare Quarzkristalle und kleine Pyritwürfel, letztere aber meistens in Limonit übergeführt. Der kristalline Dolomit wird auch durchsetzt von Adern und Linsen eines feinkörnigen, bald bläulich, bald weiss erscheinenden Quarzaggregates, das 0,5—1 cm lange und bis 1 mm dicke Prismen eines braungrünen bis schwarzen Turmalins enthält.

U. d. M. gibt sich der zuckerkörnige Dolomit als ein pflasterstrukturartiges, seltener verzahntes, meist richtungsloses Aggregat dieses Minerals zu erkennen. Parallelstruktur tritt nur untergeordnet auf, und wird durch die in einer Richtung grösser dimensionierten Dolomitkörner und die in mehr oder weniger deutlicher Parallelanordnung eingelagerten Glimmerblättchen und Erzkörner angedeutet. Aber auch in diesem Falle zeigt das Gestein nicht die geringsten mechanischen Störungen: die Zwillingslamellen der Dolomitkörner und die idiomorph ausgebildeten Glimmerblättchen sind vollständig unverbogen. Dagegen werden die Dolomitkristalle durch-

setzt von Schwärmen von Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen und strichweise auch von feinsten Magnetitkörnchen, die sich als eine äusserst fein verteilte Erzimprägnation dartun.

Unter den übrigen akzessorischen Bestandteilen des Dolomitmarmors sind noch zu erwähnen Albit und Quarz in gerundeten Körnern dem Dolomitaggregat sich einstreuend und dann in den erzreichen Gesteinspartien vor allem Glimmer, Magnetit und Pyrit. Apatitkörner sind nicht selten.

Besonderes Interesse bietet uns der Glimmer, denn er ist der Träger der auffallend beschaffenen Radiohalos, über die weiter unten noch besonders gesprochen werden soll. Zudem steht seine Beschaffenheit auch in engster Beziehung zu der Verbreitung des Magnetits im Dolomit: Im erzfreien Dolomit hat der Glimmer (Phlogopit) eine hellbraune Färbung, da, wo er das Erz begleitet und die einzelnen Magnetitkörner und Magnetitaggregate umflasert, zeigt er makroskopisch eine tief schwarze bis grünschwarze, unter dem Mikroskop eine grüne Farbe (Pleochroismus n_α = hellgelb, n_γ und n_β = intensiv grün). Sein Achsenwinkel $2V_\alpha$ = annähernd 0°. Die Intensivfärbung des dunklen Biotits, wie seine Bildung überhaupt, ist offenbar bedingt durch das Vorhandensein von Magnetit im Dolomit und dürfte auf einen erhöhten Eisengehalt im Glimmermolekül zurückzuführen sein.

Ein ganz besonders eisenreicher, makroskopisch tief schwarz erscheinender Glimmer stellt sich da ein, wo die Verteilung zwischen Magnetit und Dolomit eine dünnschieferig-streifiglagige Anordnung annimmt, wo, wie es scheint, das Gestein auch mechanisch stärker beansprucht worden ist. Diese Gesteinszonen müssen schon primär durch ihren chemischen Bestand und durch ihre Textur für eine tektonische Beeinflussung prädestiniert gewesen sein. Es dürfte sich um tonerdereichere, dünne Lagen und Schmitzen in dem ursprünglichen sedimentären Triasdolomit gehandelt haben, die bei der Metamorphose des Gesteines und bei der Zufuhr des Eisens die günstigste chemische Zusammensetzung zur Bildung des eisenreichen Biotitmoleküls besassen. Die dünnschichtige Anordnung dieser Zonen und die parallele Einordnung der grobblätterigen Glimmer, die in solchen Lagen oft Dimensionen von 2—2,5 cm erreichen, müssen hier die Gleitfähigkeit des Gesteines ganz besonders erhöht und diese dünnschichtigen Partien daher zu den Ausgleichsflächen der tektonischen Spannungen bestimmt haben. Dass sich auf diesen Flächen die Differentialbewegungen auch postkristallin noch ausgewirkt haben, zeigt die feinbröckelige Beschaffenheit des Dolomits und die leichte Ab-

schuppbarkeit des Glimmers und auch des Magnetits. Die auf diesen Flächen wulstig-knotig hervortretenden Körner dieses Eisenerzes nehmen selbst eine schuppige Beschaffenheit an, und der eisenreiche Biotit sieht bei der makroskopischen Betrachtung einem feinschuppig ausgebildeten Eisenglanz zum Verwechseln ähnlich. Man könnte meinen, einen schieferig ausgebildeten Itabirit oder Gleisingerfels vor sich zu haben.

Die mikroskopische Untersuchung der eisenglanzartigen Schüppchen und Blättchen zeigt aber, dass sie, da wo sie genügend dünn sind, nirgends mit roter Farbe durchscheinend, sondern immer tief grün gefärbt sind, dass es sich also stets um einen eisenreichen Biotit handelt.

Die chalkographische Untersuchung des Magnetits von Feldbach, bei der ich mich der Mithilfe von Dr. H. HUTTENLOCHER erfreute, bestätigt vollkommen und ergänzt in wesentlichen Punkten das Resultat der Feststellungen im durchfallenden Licht: Die hämatitartigen Schüppchen sind nicht Eisenglanz, sondern ein eisenreicher Biotit. Das fast alleinige Erz von Feldbach ist Magnetit. Der Hämatit ist makroskopisch überhaupt nicht sichtbar, sondern er tritt im Magnetit nur in spärlichen Einschlüssen als Reste metasomatischer Verdrängung auf, wobei sich alle Stadien dieser Verdrängung verfolgen lassen. Selbständig ausgebildeter Eisenglanz neben Magnetit kommt nur ganz vereinzelt vor. Die Verwachsungsstrukturen zwischen Hämatit und Magnetit sind restlos dahin deutbar, dass ersterer nicht eine Neubildung in und aus Magnetit darstellt, sondern dass sich umgekehrt das Magneteisenerz aus Eisenglanz gebildet haben muss. So lässt der Magnetit oft noch deutlich die frühere Leistenform der senkrecht zu 001 geschnittenen Hämatitblättchen erkennen.

Am häufigsten trifft man nun aber diese Hämatitreste dem Magnetit da eingewachsen, wo letzterer in den erwähnten dünnschichtigen, tektonisch stark bewegten Lagen auftritt. Hier konnte sich offenbar die nach Stress und Parallellagerung stabilere Fe-Oxydform, d. h. der Hämatit, bei der durchgreifenden Metasomatose der Feldbachererze noch in seinen letzten Resten erhalten. Aus dem gleichen Grunde hat in diesen Zonen in der Begleitung des Magnetits auch der Fe-reiche schwarze, annähernd metallglänzende Biotit seine ausserordentlich weite Verbreitung. Wo grössere Magnetitausscheidungen im Dolomit auftreten und besonders da, wo sie schichtig verteilt sind, finden wir sowohl die einzelnen grössern Individuen dieses Erzes, wie auch seine Körneraggregate von dem grünen Glimmer

durchwachsen und umflasert, während das Muttergestein (Dolomit) oft in einen Glimmermantel eingehüllt ist.

Nach H. HUTTENLOCHER[8]) sind derartige Beobachtungen über das Verhältnis von Eisenglanz und Magnetit in allen gesteinsmässig auftretenden Fe-Oxydvorkommen der penninischen Alpen zu machen. Im besondern ist aber hier noch hinzuweisen auf die grossen Analogien, die bestehen zwischen dem Eisenerzvorkommen von Feldbach und demjenigen von Schmiedmatten, das 18 km weiter westlich in gleicher geologischer Umgebung im Dolomitband von Rosswald (vergl. oben) sich vorfindet, und das von mir[9]) näher beschrieben worden ist. Auch bei Schmiedmatten, wo freilich der Hämatit eine viel weitere Verbreitung hat, ist sein Auftreten ebenfalls an das Vorhandensein von Magnetit gebunden, derart, dass die idioblastisch ausgebildeten rundlich- oder linsenförmigen, perlschnurartig und lagenweise angeordneten Magnetitkörner von dem schuppig-blätterigen Eisenglanzaggregat umflasert werden. Auch in jenem westlichen Erzvorkommen des Simplongebietes lässt der erzführende Dolomit, noch viel mehr als bei Feldbach, eine ausgesprochene Bänderung erkennen, bestehend aus dolomitisch-quarzigen und aus vererzten Lagen. An den Berührungsflächen dieser wechselnden Zonen reichern sich die flachstengeligen Kristalle der natronreichen Hornblenden und auch der eisenglimmerartig ausgebildete Hämatit an, der den ebenflächig ausgebildeten Schieferungsflächen des erzführenden Gesteines einen stark flimmernden metallischen Glanz verleiht. Bei dem starken Zurücktreten des Eisenglanzes auf Feldbach übernimmt in Bezug auf seine Verteilung und auf seine Genesis der eisenreiche, fast metallisch glänzende Biotit die Rolle des Eisenglimmers einerseits und der Alkalihornblende andererseits von Schmiedmatten. Der Hämatit selber hat die Metasomatose der Eisenerze nur noch in letzten spärlichen Resten überstanden. Umso grössere Bedeutung kommt also in der Binnentaler Lagerstätte dem Magnetit und dem ihn fast stets begleitenden Pyrit zu. Kupferkies hat sich nur sehr selten in kleinen Fetzen im Magnetit eingeschlossen vorgefunden.

Die Vererzung des zuckerkörnigen Dolomits lässt sich in allen

---

[8]) H. HUTTENLOCHER: Zur Kenntnis verschiedener Erzgänge aus dem Penninikum und ihrer Dislokationsmetamorphose. Schw. Min.-Petr. Mittlg. Bd. V, p. 181. Zürich 1925. und

H. HUTTENLOCHER: Die Erzlagerstättenzonen der Westalpen. Schw. Min.-Petr. Mittlg. B. XIV, p. 22. Zürich 1934.

[9]) E. HUGI: l. c.

Abstufungen verschiedener Stadien verfolgen: Beim schwächsten Grade der Vererzung werden die Dolomitkörner von feinstem opakem Erzstaub durchsetzt, in unregelmässig wolkiger Verteilung, oder in einzelnen Schlieren neben ebenso verteilten feinsten Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen, wobei die einzelnen Schwärme nie von einem Dolomitkorne in das andere hinübersetzen. Dann vergrössern sich an andern Stellen des Gesteines diese Erzpartikelchen und nehmen z. T. idiomorphe oktaedrische Umgrenzung an, der Dolomit tritt quantitativ zurück. Der Magnetit wird zum vorherrschenden Bestandteil, ein Netzwerk bildend, dessen Maschen nun von körnigen Aggregaten des Dolomits, seltener von Albit und Quarz, bisweilen auch von blätterig-schuppigen Anhäufungen des grünen Biotits ausgefüllt werden. Dabei hat man aber vielfach den Eindruck, dass dieses weitmaschige Magnetitgewebe, das durch die Zwischenlagerung der nichterzigen Gesteinskomponenten (körniger Dolomit und grüner Biotit) sich in ein weit verzweigtes Körneraggregat ausdehnt, einem einzigen Magnetitindividuum angehöre, denn die einzelnen Körner berühren sich noch und zeigen manchmal parallel verlaufende Flächenelemente. In andern Fällen ist das Erz mit den karbonatischen und silikatischen Gesteinsgemengteilen pflasterstrukturartig verwachsen, oder es bildet in ihnen Adern und Apophysen, die von den grössern Magnetitkörnern in die Spaltrisse des Dolomits oder auf seinen Korngrenzen eindringen. Ähnliches gilt auch für die Erzimprägnierung der Glimmerkristalle. Die erzbestäubten Glimmerblättchen haben im allgemeinen eine weniger gute kristallographische Umgrenzung wie die erzfreien.

Im fortgeschrittensten Stadium der Vererzung bilden die körnigen Aggregate des Magnetits im einschliessenden Gestein Schlieren und Adern und kleine Gangausfüllungen (Bänder), wobei letztere bisweilen ebenfalls einem mehr oder weniger einheitlichen Individuum zu entsprechen scheinen. Es konnten solche Magnetitplatten von 0,5 cm Dicke und 5 × 10 cm Ausdehnung aus dem Dolomit herausgeschlagen werden. Solche Stücke zeigen dann auch einheitliche magnetische Eigenschaften (vergl. weiter unten). Einzelne einheitliche, gerundete, idioblastische Magnetitkörner von bis 1 cm Durchmesser finden sich gelegentlich im Dolomit und werden dann von diesem durch einen feinen Glimmermantel abgetrennt. Diese dünne Glimmerzwischenlage zwischen Erz und Nebengestein ist auch da zu beobachten, wo sich der Magnetit in wulstig-zackigen, suturähnlichen Corrosionsformen gleichsam in den Dolomit hineinfrisst.

Als weiteres, freilich für die Eisengewinnung sehr unwillkommenes Erz, tritt mit dem im Dolomit eingeschlossenen Magnetit auch der Pyrit auf. Doch findet sich dieses sulfidische Erz meistens auf gesonderten Lagen. Seltener ist es in die granoblastischen Aggregate des Magnetits mit eingestreut und noch seltener treffen wir den Eisenkies in kleinen Körnchen im Magnetit selbst eingeschlossen. Auch die körnigen Pyritaggregate, in denen gut würflig begrenzte Einzelindividuen bisweilen Dimensionen bis zu 3 und 4 mm Grösse annehmen, werden wie die Magnetitanhäufungen im Dolomit oft von dem dunkelgrünen Biotit umhüllt. Eine oberflächliche Umwandlung des Pyrits in Limonit ist die Regel. Die Verwitterung des Dolomits liefert braune, gelbgraue und rotbraune Krusten.

QUARZ-ALBIT-AGGREGAT ALS ERZTRÄGER

In seinem gewöhnlichen Auftreten ist das Erz von Feldbach in körnigen Aggregaten dem kristallinen Dolomit direkt eingelagert. Anderseits treffen wir nun aber den Magnetit und Pyrit, allerdings weniger häufig, gebunden an einen feinkörnigen, meist Albit-führenden Quarzit, der sich in einzelnen Linsen dem Dolomitmarmor einfügt. Da diese zweite Art der Erzführung einige Besonderheiten aufweist, so mögen diese noch hervorgehoben werden:

In dem feinkristallinen bläulich-weissen Quarzit, der mit rotbrauner Farbe anwittert, verteilt sich das Erz meistens in einzelnen Schlieren und Bändern. Auch die erzreichsten Partien sind aber immer mehr oder weniger von den nicht erzigen Gesteinsgemengteilen durchwachsen, wodurch sie ein weiss gesprenkeltes Aussehen erhalten. Wie beim vererzten Dolomit lassen sich auch hier alle Stadien der Vererzung verfolgen von der staubförmigen, wolkigen Erzdurchtränkung des von Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen durchschwärmten Quarzes und Albites bis zur Herausbildung einer löcherig-netzartigen Erzmasse, deren Maschenräume von körnigen Quarz-Albit-Aggregaten und von schuppigen Anhäufungen des dunkelgrünen Biotits erfüllt sind. In gleichmässig disperser Verteilung erfüllen oft kleine, ganz idiomorph ausgebildete Magnetitkriställchen die Quarz- und Albitkörner, in letztern ihre Kristallflächen parallel der Spaltbarkeit des Albites anordnend. Das Quarz-Albit-Aggregat erhält durch diesen feinen Verteilungszustand des Erzes für die makroskopische Betrachtung eine dunkelblau-graue Farbe. Inmitten dieser nesterartig verteilten Aggregationen von kleinen, aber scharf ausgebildeten Magnetitkriställchen treten oft grössere Idioblasten desselben Minerales auf, und diese werden dann gewöhnlich um-

schlossen von schmalen, magnetitfreien Kristallisationshöfen, aus denen die kleinen Kriställchen an das grosse Individuum hinangewandert sind.

Auch im Quarz ist das Auftreten des grünen Glimmers streng an die Verbreitung des Magnetits gebunden. Ebenso sind hier die Ruschelflächen des Gesteines oft mit 1—2 mm grossen Glimmerblättchen belegt, doch ist es nicht der braune phlogopitartige Glimmer wie im Dolomit, sondern der dunkelgrüne Biotit, der auch hier die Erzlinsen ozellarartig einzuhüllen pflegt. An manchen Stellen frisst sich das Erz-Quarz-Albitaggregat ebenfalls mit korrosionsartigen Formen in den Dolomitmarmor hinein, diesen verdrängend, doch bleiben Verdrängungsreste des Karbonatgesteins gelegentlich auch in den verquarzten und vererzten Partien zurück.

Die quarzige Vererzung unterscheidet sich von der karbonatischen noch dadurch, dass in ersterer der Pyrit eine viel weitere Verbreitung hat, besonders reichert sich das Sulfid in den randlichen Partien der Erzlinsen, d. h. an ihrer Kontaktgrenze mit dem Quarz-Albit-Aggregat an. Er hat sich hier wohl z. T. durch eine hydrothermale Umlagerung des Magnetits gebildet, die gleichzeitig eine weitgehende Chloritisierung des dunkelgrünen Biotits und eine Vergrösserung der Quarzkörner bewirkt hat.

Diese makroskopisch feststellbaren Tatsachen werden noch ergänzt durch die mikroskopische Untersuchung: Die pflasterstrukturartigen Quarz-Albit-Aggregate lassen kaum eine mechanische Beeinflussung erkennen. Der Quarz zeigt nur Spuren von undulöser Auslöschung und eine Gefügeregelung lässt sich nur in einigen, schon makroskopisch parallel struiert erscheinenden Partien feststellen. Häufig auftretende grössere Albitporphyroblasten werden in ungestörter Weise schriftgranitartig von Quarz und seltener von Apatitstengeln durchwachsen. Nach der Verquarzung, Albitisierung und Vererzung des Dolomits haben also offenbar keine wesentlichen dislozierenden Einwirkungen auf das Gestein mehr stattgefunden. Eine analoge Schlussfolgerung über das Fehlen spättektonischer Einwirkungen wird sich später auch an den Radiohalos im Glimmer ziehen lassen. Sowohl in den dolomitischen, wie auch in den quarzigen Vererzungszonen erscheinen die wohl ausgebildeten Glimmerblättchen mechanisch ganz ungestört.

Nach der chalkographischen Untersuchung sind im Magnetit dieser quarzreichen Erzformation Eisenglanzreste noch seltener als beim Auftreten der Erzvorkommnisse im Dolomit.

ALBIT-BIOTIT-MUSKOVITFELS ALS ERZTRÄGER

Der Magnetit ist hier nur in kleinsten, aber meist gut idiomorph ausgebildeten Kristallkörnchen eingeschlossen in den Albitporphyroblasten, und der hinzukommende Pyrit liegt hauptsächlich in einzelnen, stark schieferig ausgebildeten Lagen des Gesteines.

Dieser albitreiche kristalline Schiefer tritt im zuckerkörnigen Dolomit in einzelnen Linsen, seltener in unregelmässig schlieriger Verteilung auf. Seine Abgrenzung gegenüber dem Dolomit ist meist eine auffallend scharfe, durch eine dünne Glimmerlage besonders markierte. Der Albit-Glimmerfels schliesst aber gelegentlich auch kleine, von korrosionsartigen Suturen umgrenzte Linsen des kristallinen Dolomits in sich ein, welche den Eindruck erwecken, dass es sich um Verdrängungsreste des Dolomites handle. Bemerkenswert ist, dass sich auch hier die Grenzregionen als sehr pyrit- und meist auch glimmerreich erweisen.

Das Albit-Gestein selbst kommt in zwei extrem verschiedenen Ausbildungen vor, die aber durch Übergangsformen miteinander verbunden sind. Es lassen sich unterscheiden:

Eine richtungslos körnige Ausbildung, die mehr aus dem Innern der Linsen stammt, und eine ausgesprochen schieferige Varietät, die vornehmlich in den Randzonen der Einschlüsse entwickelt ist. Die erstere ist Albit-, die letztere Glimmerreicher.

Die richtungslose Abart bietet der makroskopischen Betrachtung ein graugrünes, weiss gesprenkeltes Aussehen, und sie besteht ungefähr zu gleichen Teilen aus gerundeten, 2—2,5 mm grossen Albitporphyroblasten, die sich meist eng aneinander schliessen und aus einem wirrschuppigen Biotit-Muskovitaggregat, das die zwischen den runden Albitkörnern übrigbleibenden Zwickelräume ohne bestimmte Orientierung ausfüllt.

Die schieferige Ausbildung des Gesteines liesse sich nach Struktur und nach Mineralbestand am besten als ein albitführender Biotit-Muskovitschiefer bezeichnen. Auf dem Hauptbruch des ausgesprochen flaserig-schiefrigen Gesteines treten hier die im allgemeinen kleiner und meist linsig entwickelten Albitporphyroblasten als kleine Knötchen hervor. Auf dem Querbruch winden sich die mehr oder weniger parallel orientierten Glimmerlamellen in welligen Flaserzügen zwischen ihnen durch. Hier überwiegt quantitativ der Glimmeranteil des Gesteines bei weitem den Albit. Das weiss gesprenkelte Aus-

sehen kommt hier nur auf dem Querbruch, nicht auf dem Hauptbruch zur Geltung.

In diesen Dolomiteinlagerungen muss uns vor allem die weitgehende Albitisierung des Gesteines ins Auge fallen. Die grossen Körner dieses Minerals sind z. T. erfüllt von Gas-, Flüssigkeits- und mikrolitischen Magnetiteinschlüssen, z. T. sind sie aber auch glasklar, und es ist an ihnen auch keine Spaltbarkeit und keine Zwillingslamellierung zu beobachten, wodurch die genaue mikroskopische Bestimmung sehr erschwert wird. Vereinzelt wurden aber auch ganz idiomorph entwickelte Albitindividuen gefunden mit deutlich entwickelter Spaltbarkeit und mit einfacher, sehr scharf ausgebildeter Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz. Solche Kristalle ergaben bei allen Messungen immer einen Plagioklas mit ca. 5 % Anorthitgehalt. Auffallend ist der grosse Achsenwinkel $2V_\alpha$ dieses fast reinen Albits, der bei 5 % An 79° betragen sollte, hier aber mit 80—83° gemessen wurde. Diese Abweichung von den normalen Verhältnissen des Albits dürfte möglicherweise auf die Beimengung von Orthoklassubstanz zurückzuführen sein.

Die kristallographisch gut ausgebildeten Albite fügen sich mit ihren Begrenzungsflächen oft den Spaltflächen von zwischenlagernden grössern Dolomitkörnern ein.

Die Glimmeraggregate bestehen ungefähr zu gleichen Teilen aus Muskovit und aus Biotit. Der erstere ist farblos und weist einen Achsenwinkel $2V_\alpha$ von 5° auf.

Der Biotit besitzt nicht mehr die tief grüne Farbe wie in den magnetitreichen Stellen des Dolomits, sondern er hat entweder eine braune Färbung (Pleochroismus $n_\beta = n_\gamma$ = tombakbraun, n_α = hellgelb, $2V_\alpha$ = annähernd 0°). Seltener neigt die tief braune Farbe gegen einen leicht grünlichen Ton hin. Diese Farbnuancierungen stehen offenbar in Zusammenhang mit dem Fe-Gehalt der metamorphen Gesteine.

Auch in diesem Albit-Biotit-Muskovitschiefer enthält der dunkle Glimmer oft zahlreiche und grosse Radiohalos.

Als akzessorische Gemengteile finden sich im Gestein reichlich Apatit und Rutil verbreitet.

Die petrographische Eigenart dieses Albit-Glimmerfelses liess es angezeigt erscheinen, das Gestein auch noch durch seine chemische Zusammensetzung zu kennzeichnen. Die Analyse hat das folgende Resultat ergeben.

Albit-Glimmerfels von Feldbach

SiO_2	51,13 %	Niggli-Werte:	
Al_2O_3	14,16		
Fe_2O_3	7,57	si	150,3
FeO	4,45	al	24,53
TiO_2	0,90	fm	47,73
MnO	0,02	c	5,35
P_2O_5	0,46	alk	22,39
CaO	1,70	k	0,20
MgO	4,57	mg	0,41
K_2O	2,40	o	0,35
Na_2O	6,28	qz	-39
H_2O +	1,41		
H_2O -	0,06		
CO_2	0,86	Analytiker: Ing. F. Stachel.	
S	4,13		
	100,10 %		

Nach seinem geologischen Auftreten, nach seinem Mineralbestand und seiner Struktur, wie auch nach seinem Chemismus ist dieser Albit-Glimmerfels höchst eigenartig, er dürfte sich im Gebiet der penninischen Decken wohl nur in untergeordneter Verbreitung vorfinden. Umso bemerkenswerter erscheint es daher, dass derselbe Gesteinstypus in gleicher geologischer Umgebung und in gleicher Art des Auftretens sich auch mit dem Eisenerzvorkommen von Schmiedmatten (Rosswald) vorgefunden hat und von dort von mir (l. c., p. 187—197) schon im Jahre 1927 beschrieben worden ist.

Eine jetzt erst ausgeführte chemische Analyse jenes 18 km weiter westlich liegenden Vorkommnisses in demselben Dolomitband hat folgendes Resultat geliefert:

Albit-Glimmerfels von Schmiedmatten (Rosswald)

SiO_2	53,98 %	Niggli-Werte:	
Al_2O_3	18,30		
Fe_2O_3	2,08	si	141,2
FeO	2,88	al	28,2
TiO_2	0,09	fm	46,64
MnO	0,04	c	1,46
P_2O_5	0,11	alk	23,70
CaO	0,52	k	0,33
MgO	9,28	mg	0,77
K_2O	4,72	o	0,09
Na_2O	6,25	qz	-53,6
H_2O + 110°	1,25		
H_2O - 110°	0,09	spec. G.	2,67
CO_2	0,10		
S	0,10	Analytiker: Ing. F. Stachel.	
	99,79 %		

Ein Gestein von ähnlichem Chemismus, aber etwas abweichendem Mineralbestand, beschreibt auch H. PREISWERK vom Tschampigenkeller (Die Grünschiefer in Jura und Trias des Simplongebietes, p. 32) unter dem Namen eines porphyroblastischen Amphibolites. Aus der chemischen Zusammensetzung dieser drei typischen Vorkommnisse scheint sich jedenfalls die eine Tatsache zu ergeben, dass es sich in allen drei Fällen um hochmetamorphe basische Eruptiva handelt, die besonders ausgezeichnet sind durch ihren hohen Natrongehalt (Albitisierung), wie ja überhaupt im ganzen Bereich dieser Grünschiefergebiete der Albitzufuhr durch die Metamorphose eine gewaltige und allgemeine Verbreitung zukommt.

Hier in unserm Falle würde es sich also um kleine linsen- und schlierenförmige posttriasische (wahrscheinlich jurassische) Intrusionen dieser basischen Magmen in den Dolomit handeln, mit denen möglicherweise auch die Vererzung des triasischen Sediments in Verbindung zu bringen ist.

Auch in Bezug auf die Vererzung zeigt das Vorkommen von Schmiedmatten die grössten Analogien mit Feldbach (vergl. l. c., p. 188); nur ist dort als skarnartiges Begleitmaterial der Erze an Stelle des grünen Glimmers die natronreiche Rhodusithornblende getreten, und der Hämatit steht seiner Verbreitung nach dem Magnetit gegenüber viel weiter im Vordergrund. Doch lässt sich auch hier über die metasomatische Umlagerung des einen Erzes in das andere nichts Bestimmtes aussagen: Beide Mineralien treten in der Regel selbständig und eigengestaltig und ohne weitere Beziehungen zueinander auf. Vereinzelt stellen sich jedoch Verwachsungen zwischen beiden ein, derart, dass entweder der Eisenglanz auf dem oktaedrischen Gefüge des Magnetits vordringt, oder aber letzterer sich auch in Gestalt kleiner Oktaederchen im Hämatit eingeschlossen findet. Auf alle Fälle aber ist es charakteristisch, dass auf Schmiedmatten der Eisenglanz eine viel grössere Selbständigkeit besitzt, und dass er auch mengenmässig viel bedeutender ist als bei Feldbach.

MAGNETISCHE EIGENSCHAFTEN DES MAGNETITS VON FELDBACH

Die bis jetzt vorliegenden Proben des Magnetits von Feldbach erweisen sich alle mehr oder weniger stark aktiv magnetisch. Es wirken die Stücke sowohl auf die Magnetnadel und in Eisenfeilspäne getaucht behaften sie sich in manchen Fällen mit einem Bart dieser Eisenflitterchen. Das ist besonders da der Fall, wo sich die Stücke deutlich polarmagnetisch erweisen, und wo die Verteilung der Pole eine regelmässige ist. Letztere trifft am ausgesprochensten zu an den

oben beschriebenen Erzplatten, die sich mehr oder weniger als Einkristall - Spaltenausfüllungen von kleinen Erzgängen zeigen. In solchen Platten liegen sich Nord- und Südpol diametral gegenüber. In den körnigen Aggregaten des Magnetits dagegen scheinen die Pole in den derben Stücken ganz unregelmässig verteilt zu sein, oder sie sind überhaupt nicht polar magnetisch. In allen Fällen wird der Magnetismus der Stücke durch Erhitzen abgeschwächt.

OPTISCHE UNTERSUCHUNG DER HALOS VON FELDBACH

Die Halos im grünen Glimmer liefern die folgenden Ergebnisse:

Farbe der innern Haloszone (Pupille) n_β = dunkelbraun, n_γ = hellbraun,

Farbe der äussern Haloszone graugrün, Pleochroismus nur äusserst schwach.

An der Grenze zwischen dem äussern und innern Hof liegt eine ganz schmale hellere Zone.

Die Doppelbrechung und der Achsenwinkel wurden in Spaltblättchen (Dicke 0,041 mm), also in der Richtung der spitzen Bisectrix gemessen.

Doppelbrechung im radioaktiv nicht beeinflussten Glimmer ist 0,007

2V = annähernd 0°.

Doppelbrechung in der Mitte der äussern Haloszone ist 0,017

nach aussen allmählich in den obigen Wert übergehend.

2V = ca. 40° (eine genaue Messung der Achsenwinkel ist wegen der Kleinheit der Halos kaum möglich).

Doppelbrechung der innern Haloszone (Pupille) ist 0,067

2V = ca. 80°.

Die Doppelbrechung ist immer negativ.

Achsendispersion stark $\varrho < v$.

Ähnliche Radiohalos wie im erzführenden Dolomit von Feldbach konnten von uns auch in den Glimmern und Hornblenden von sericitischen Chlorit-Albit-Gneisen und Schiefern von Kaltenberg im Turtmanntal (Material gesammelt von Dr. H. HUTTENLOCHER) beobachtet werden und zwar dort, wo diese metamorphen Gesteine als Nebengestein von Co-Ni-Erzgängen auftreten.

Eine spezielle Notiz über die radioaktiven Erscheinungen von Kaltenberg wird in dieser Zeitschrift folgen.

Aus einer kürzlich erschienenen Arbeit [10]) ist zu entnehmen, dass auch in Orselina (Tessin) in den dortigen, offenbar meist tertiären Pegmatiten, Radiohalos angetroffen werden, deren Entwicklungsstadium noch weiter als in denjenigen von Feldbach vorgeschritten ist.

NACHTRAG

Mit dem Hinweis, dass in einem Schliff von Feldbach, ähnlich wie in Schmiedmatten, Orthit vorkomme, wünschte mein Freund EMIL HUGI, dass ich noch einige seiner Dünnschliffpräparate daraufhin untersuchen möchte. Nun folgt hier ein kurzer mikroskopischer Befund.

Albit-Quarz-Biotitgestein von Feldbach (Schliff 18b)
Struktur pegmatitisch bis granitisch.

Albit und Quarz, von öfters rundlicher Gestalt, sind vereinzelt von büschelförmig gruppierten Glimmerblättchen durchsetzt. Vereinzelte Dolomitkristalle haben innerhalb Quarz scharf idiomorphe, rechteckige Gestalt. Der Biotit ist dunkel- bis lichtolivgrün. Der nur wenig verzwillingte Albit zeigt oft reichlich Spaltrisse. Interessant ist das Auftreten von Orthit in grössern Individuen von 0,5 × 0,15 mm Grösse. Sein starker Pleochroismus ist dunkelrotbraun bis grünlichbraun und lichtbräunlich. Schlanke Formen zeigen schöne Zwillingsbildung. Wo Orthit an Biotit grenzt, trifft man deutliche Halos von braungrüner Färbung und 0,016 mm Breite, vom Orthitrand gemessen. Selten sind Rutilkörner und trübe, idiomorphe Körner von starker Lichtbrechung, die an Epidot erinnern. Die vielen Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse sind schlierig angeordnet. Undulöse Auslöschung ist nicht zu konstatieren. *H. H.*

Eingegangen: März 1938.

[10]) H. HIRSCHI: Schw. Min.-Petr. Mitt., Heft 2, Bd. XVII, 1937.

II. Teil. Die Radiohalos von Feldbach

Von *H. Hirschi*

Mit 2 Tabellen und 2 Tafeln

Das Bemerkenswerteste an den Halos in den dolomitischen Gesteinen von Feldbach ist das vorgeschrittene Entwicklungsstadium, wie es sonst nur in präkarbonischen Gesteinen angetroffen wird. Die dolomitischen Gesteine von Feldbach sind aber triasisch, ihre Umgestaltung durch eruptive Einflüsse ist mithin noch jünger. Die Erzführung der Gesteine von Feldbach wird mit den Ophioliten in Zusammenhang gebracht, deren Intrusion von verschiedenen Forschern in die Jurazeit verlegt wird. Nun aber gewisse pegmatitische Bildungen, auch solche mit Orthit, ferner Quarzgänge mit Turmalin usw., keinerlei Spuren von Dynamometamorphose erkennen lassen, ist die Vermutung zulässig, dass der ophiolitischen Intrusion viel später eine pneumatolytisch-hydrothermale Aktivität folgte, die in einer gewissen Beziehung mit den tertiären Intrusionen am Alpensüdrand (Bergell, Tessin etc.) stehen könnte. Ob nicht die Ophiolite selbst als Vorläufer dieser Intrusionen gelten könnten?

Die Radiohalos treten in grünem und braunem Glimmer des Dolomits auf, sind in beiden Glimmerarten analog entwickelt, nur sind sie im grünen Glimmer zahlreicher und schöner ausgebildet.

Man kann drei Typen Halos unterscheiden: Der erste Typus hat ringförmigen Aufbau, der zweite ist einheitlich dunkel gefärbt, der dritte wird durch ganz kleine (embryonale) Höfe repräsentiert. Die randliche Begrenzung der Halos ist im allgemeinen unscharf bis verschwommen, doch trifft man auch Halos, sie gehören vorwiegend zum zweiten Typus, die aussen ziemlich scharf abbrechen. In den Halos mit ringförmigem Aufbau liegen die optimalen Schwärzungen durchschnittlich bei 0,016 und 0,027 mm, vom Kernrand aus gemessen, während die maximale Reichweite der Halos bei 0,033 mm liegt. An vereinzelten sehr kräftigen Halos, ohne ringförmigen Aufbau, sind Halosbreiten von 0,037 mm beobachtet worden. Die Reichweite von 0,032 mm deutet auf RaC′, die optimale Schwärzung bei 0,016 mm auf Radium. Die optimale Schwärzung bei 0,027 mm bedarf noch der Abklärung, ebenso die Halosreichweite von 0,037 mm. Halosbreiten von 0,04 mm, die auf ThC′ hindeuten würden, sind nicht beobachtet worden.

In Glimmerblättchen, parallel der Basis, leuchten zwischen + Nicols die Radiohalos bei der Drehung um 360° vier Mal auf in orangeroter bis schwefelgelber Farbe. Diese Beobachtung wurde schon

früher gemacht[1]). Wichtig ist nun die ergänzende Beobachtung, dass alle Halos eines Glimmerblättchens genau gleichzeitig aufhellen und auslöschen. Dies deutet also auf gleiche Orientierung der optischen Veränderungen in den Halos. Die vergrösserte Doppelbrechung im Bereich der Halos wurde schon frühzeitig erkannt.

Die radioaktiven Kerne in den Halos von Feldbach sind opak bis schwach durchscheinend. Bisweilen sind sie von einer helldurchscheinenden Haut überzogen. Der Durchmesser der Kerne schwankt zwischen 0,001 und 0,03 mm. Das vorgeschrittene Stadium in der Entwicklung dieser posttriasischen Halos kann durch die Annahme erklärt werden, dass die Kerne ganz aus radioaktivem Material aufgebaut sind, und dass sie zudem schon während ihrer Bildung grössere Mengen kurzlebiger Elemente (z. B. Isotope von Uran) in sich aufnahmen.

Die Halobildung wird praktisch ausschliesslich durch die α-Strahlen herbeigeführt. Die Intensität der Halobildung ist also abhängig von der Menge α-strahlender Substanz und von der Zeit. Menge und Zeit können sich gegenseitig ersetzen. Ein Kern von 0,005 mm Durchmesser habe einen Inhalt von etwa 1×10^{-10} cm^3 und ein Gewicht von 1×10^{-9} g (Uranoxyd-Pechblende mit spez. Gewicht 10 eingesetzt). Dieser Uran-Kern, im Gleichgewicht mit den radioaktiven Folgeprodukten, emittiert etwa alle 5 Stunden einen α-Strahl. Legen wir dem Kern ein Alter von beispielsweise 30 Millionen Jahre bei, so würde dieser innerhalb diesem Zeitraum ca. $5{,}4 \times 10^{10}$ α-Strahlen aussenden, d. h. ebensoviele wie etwa 1,5 g Radium pro Sekunde. Da diese α-Strahlenmenge wohl kaum genügt, um das vorgeschrittene Entwicklungsstadium der Halos von Feldbach zu liefern, haben wir oben zur Annahme vom ursprünglichen Vorhandensein grösserer Mengen kurzlebiger Elemente gegriffen.

Das an Radiohalos reichste Dolomitgestein ist auf seinen Gehalt an Radium und Thorium untersucht worden. Pro g Gestein wurden folgende Werte gefunden:

Radium: $4{,}55 \times 10^{-10}$ g entsprechend $1{,}34 \times 10^{-5}$ g Uran
Thorium: $8{,}0 \times 10^{-6}$ g

Wichtig ist noch die Bemerkung, dass die vielen beobachteten Halos keine Anzeichen mechanischer Deformation aufweisen, also von der alpinen Faltung nicht sichtbar betroffen sind. Da Temperaturen von über 500° C. die Halos zum Verschwinden bringen, können

[1]) H. Hirschi, Vierteljahresschrift Naturf. Ges. Zürich LXV (1920), p. 226/7.

letztere seit ihrer Bildung auch keinen höheren Temperaturen ausgesetzt gewesen sein.

Unseres Wissens sind noch nie chemische Versuche an Radiohalos durchgeführt worden. Die herauspräparierten, grünen Glimmerblättchen wurden, nachdem ihre Halos optisch untersucht waren, in ganz kleinen Glaskammern in konz. Salzsäure gelegt und mit Deckglas luftdicht abgeschlossen. Nach einer bestimmten Zeit wurde die Salzsäure mit Filterpapier abgesogen und die Schüppchen einige Male mit dest. Wasser gewaschen. Auch das Waschwasser wurde mit Filterpapier aufgenommen, da beim Abgiessen der Flüssigkeit die Glimmerblättchen wegen Oberflächenadhäsion mitgerissen würden.

Die Säurebehandlung führte zu folgenden wesentlichen Erscheinungen, die teilweise auch photographisch veranschaulicht sind:

a) Die gefärbten, dünnen Glimmerschüppchen werden in wenigen (5—10) Tagen völlig entfärbt, während die Halos, etwas dunkler geworden, entsprechend stärker heraustreten.

b) Die entfärbten Blättchen sind optisch weniger aktiv geworden, wogegen innerhalb den dunklen Pupillen der Halos die Doppelbrechung kräftig erhalten ist. Zwischen + Nicols leuchten diese Pupillen noch immer grünlichgelb bis schwefelgelb oder orangenrot auf.

c) Die Halos, die ursprünglich nach aussen verschwommen abklingen, erlangen durch die chemische Behandlung eine vollkommen scharfe Aussenbegrenzung unter Erhaltung der ursprünglichen Gestalt. Aber die Dimensionen der Halos sind gegenüber den frühern Halosbreiten bedeutend verkleinert.

d) Anstelle der verschwundenen Halozone tritt teilweise ein perlmutterartig reflektierender Saum, aus dem bei geeigneter Beleuchtung die glasglänzenden Halospupillen wie schwarze Perlen heraustreten. Je nach der Schnittebene, die das Blättchen durch den Halo einnimmt (exzentrisch oder zentral zum Kern) und je nach der Blättchendicke verändert sich das Bild etwas.

e) Je länger die Glimmerschüppchen in der Säure bleiben, umso kleiner werden die dunkeln Pupillen. Vor ihrem gänzlichen Verschwinden verbleibt oft eine grünliche bis grünlichbraune Färbung.

f) Anstelle der vollständig durch Säure entfärbten Halos bleibt eine meist unruhig reflektierende Fläche, in der noch deutlich ringartige Zonen zu erkennen sind.

g) Die radioaktiven Kerne werden von der Säure meist völlig aufgelöst, doch gibt es Kerne, die widerstandsfähig sind und nur sehr langsam verschwinden.

Es konnte die Beobachtung gemacht werden, dass auch die Halos gegenüber der Säure sich nicht immer gleich verhalten. Die Gründe mögen in der verschieden starken Durchentwicklung der Halos liegen.

Halos aus den Biotiten älterer Gesteine (Kalisyenit vom Piz Giuf, Graubünden[2]), und aus dem Kontaktgestein bei Bob Ingersoll Mine, South Dakota[3]), die ebenfalls mit Salzsäure behandelt wurden, lieferten ähnliche, aber nie so klare und schöne Resultate wie die Glimmer von Feldbach.

Herrn Dr. Fr. de Quervain, Redaktor, spreche ich an dieser Stelle für seine Hilfe bei den mikrophotographischen Aufnahmen meinen herzlichen Dank aus.

Ausgearbeitet 1933—1934. Eingereicht Mai 1938.

[2]) Hirschi, Vierteljehresschrift Naturf. Ges. LXV (1920).
[3]) Hirschi, diese Zeitschr. Bd. XI p. 257—261.

Erläuterungen zu Tafel A

1. Ringförmig aufgebauter Radiohalo im gewöhnlichen durchfallenden Licht. Lineare Vergrößerung ca. 450×. Siehe Tabelle A 1.
2. Zwei ineinandergreifende, kräftige Halos ohne ringförmigen Aufbau, aufgenommen im gewöhnlichen durchfallenden Licht. Lin. Vergr. 118×. Siehe Tabelle A 2.
3. Glimmerblättchen mit zahlreichen Halos in verschiedenen Ausbildungen. Lin. Vergr. ca. 190×. Siehe Tabelle A 3.
4. Zwei ineinandergreifende Halos ohne hellere Ringzone. Bild 4 im gewöhnlichen durchfallenden Licht aufgenommen, lin. Vergr. ca. 210×, 4a bei + Nicols, lin. Vergr. ca. 450×. Siehe Tabelle A 4.

Erläuterungen zu Tafel B

(Chemisch behandelte Radiohalos)

5. Dunkle, scharf begrenzte Radiohalos, photographiert im gewöhnlichen, durchfallenden Licht. Links unten im Bild erscheint ein völlig entfärbter, ursprünglich sehr kleiner Hof. Lin. Vergr. ca. 130×. Siehe Tabelle B Ia und Ib.

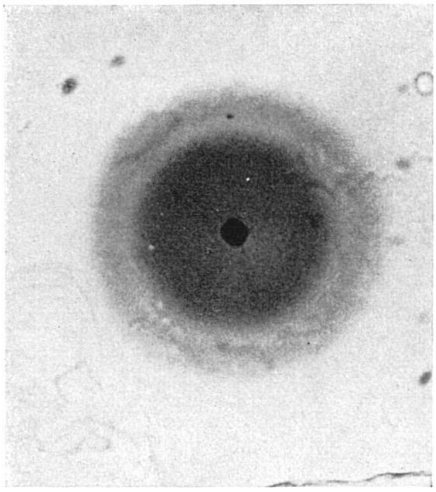
5a. Dieselben Halospupillen aufgenommen in sehr schwachem durchfallendem und starkem, seitlich auffallendem Licht. Die kugelförmigen Halos heben sich wie schwarze, glänzende Perlen heraus. Die obere Kugelhälfte der Halos ist also im Glimmerblättchen erhalten. Bild 5a ermöglicht vielleicht eine Deutung der innern Zustände der Halos. Lin. Vergr. ca. 227×. Siehe Tabelle B Ia und Ib.

6. Scharf umgrenzte dunkle Pupille, mit kleinem, völlig entfärbtem Halo oben. Aufnahme wie bei 5. Lin. Vergr. ca. 310×. Siehe Tabelle B VII.
7. Fast völlig entfärbter Halo. Der perlmutterartig reflektierende Saum ist als scharfer Ring außen gekennzeichnet. Die Pupille zeigt radialfaserige Struktur. Die obere Kugelhälfte des Halos ist hier nicht vorhanden. Lin. Vergr. ca. 130×. Siehe Tabelle B IV.
8. Dunkle Pupille im gewöhnlichen, durchfallenden Licht. Lin. Vergr. ca. 145×. Siehe Tabelle B VIII.

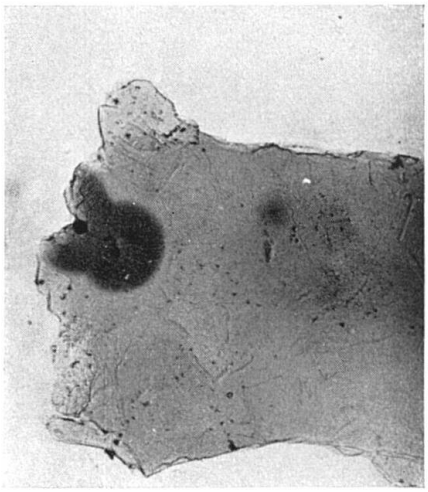
8a. Dieselbe Pupille aufgenommen wie 5a. Der Lichtreflex rechts entspringt auf dem perlmutterartig glänzenden Außenrand. Da hier offenbar die obere Hälfte der Halokugel teilweise fehlt, sind die Lichtreflexe anders als bei 5a. Lin. Vergr. ca. 300×. Siehe Tabelle B VIII.

9. Scharf begrenzte Pupille im gewöhnlichen, durchfallenden Licht. Bei seitlich auffallender Beleuchtung zeigen sich die Lichtreflexerscheinungen von 5a. Lin. Vergr. ca. 150×. Man beachte, wie auch in Bild 5, den hellen Saum um die dunkle Pupille. Siehe Tabelle B V.

Tafel A

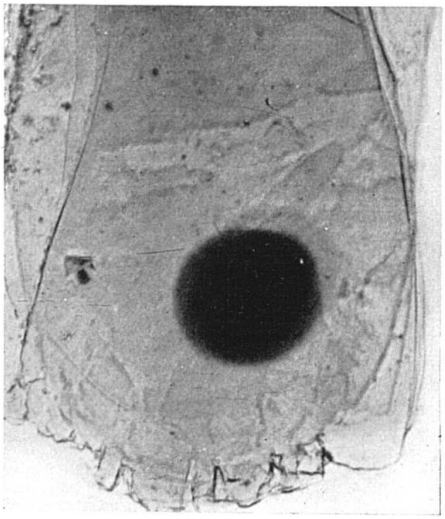


1

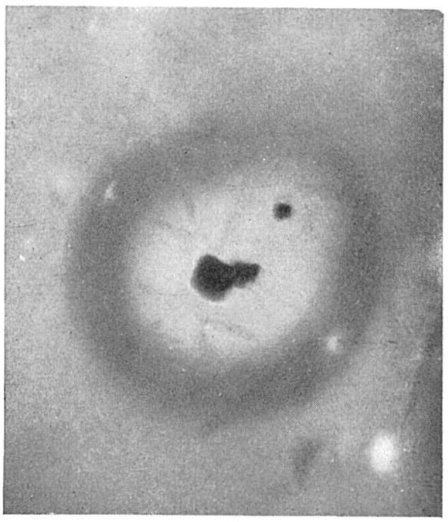


2

3



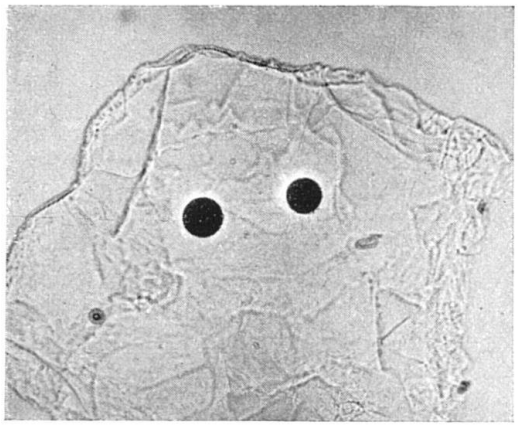
4



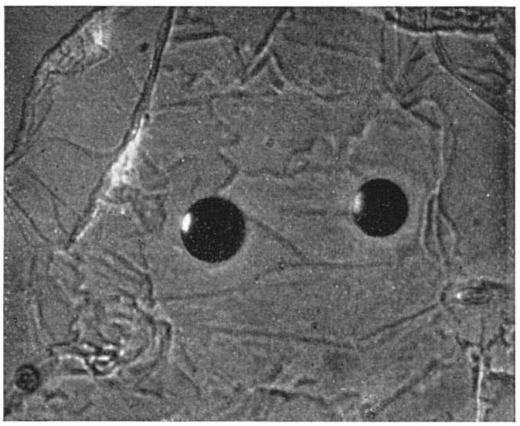
4a

Leere Seite
Blank page
Page vide

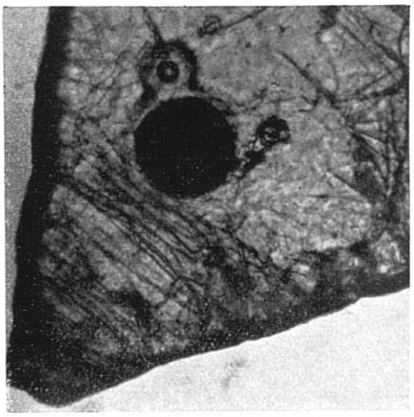
Tafel B



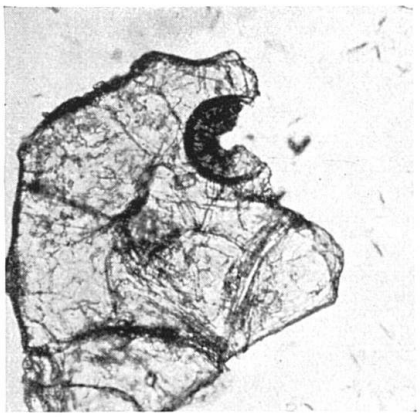
5



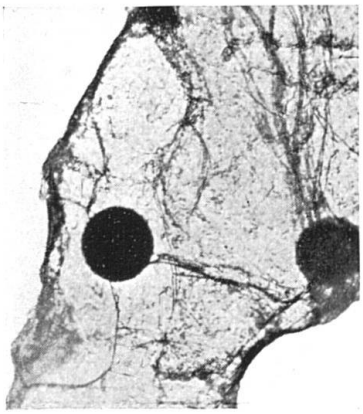
5a



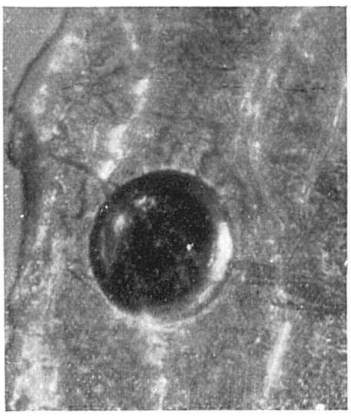
6



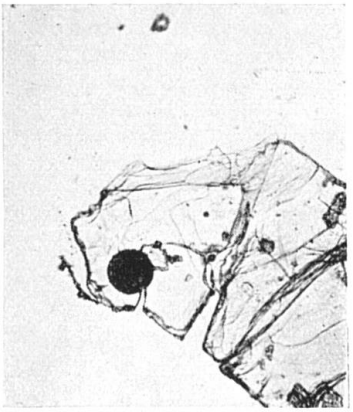
7



8



8a



9

Leere Seite
Blank page
Page vide

Tabelle A

	Grösse der Kerne in mm	Äusserste Halogrenze in mm v. Kernrand	Optima der Schwärzung in mm vom Kernrand	Bemerkungen
1. Isoliertes grünes Glimmerblättchen *Bild 1 Tafel A*	0,0054×0,0055	0,0325	±0,016, ±0,027	Der Kern ist von durchscheinender Haut umgeben. Die Pupille leuchtet zwischen + Nicols auf.
2. Isoliertes grünes Glimmerblättchen *Bild 2 Tafel A*	0,0095×0,007	0,032	± 0,027	Im gewöhnlichen durchfallenden Licht hat Pupille bis ca. 0,017 mm vom Kernrand pleochroitische Färbung braunrot-grünlichbraun; weiter aussen ist der Halo braungrau. Bei + Nicols leuchtet Pupille bis etwa 0,017 mm vom Kernrand orangerot bis schwefelgelb auf. (Betrifft Halo im Bild rechts).
3. Isoliertes grünes Glimmerblättch. *Bild 3 Tafel A* a	0,0057×0,0037	0,0326–0,033	± 0,016, ± 0,03	
b	0,0059×0,0036 0,0055×0,006	0,0326	± 0,016	Doppelkern
c	< 0,0025	0,032	± 0,016	
d	ohne Kern	0,0652 [1])		[1]) Halodurchmesser. Pupille allmählich in Aussenzone übergehend.
e	< 0,005	0,0326	± 0,016	
f	< 0,005	0,0326	± 0,016	
g	0,0081×0,0125	0,0326	± 0,016	Kern ist länglich, in der Mitte eingeschnürt, äussere Ringzone ist dunkel. Die Halos a–g haben in der äussern Zone dunkel- bis hellgraue Färbung, innen ist die Pupille, bis 0,01 mm vom Kern rotbraun. Zwischen + Nicols leuchtet diese Pupille auf.
4. Isoliertes grünes Glimmerblättchen *Bild 4 u. 4a Tafel A*	0,0163×0,0114 0,0042	0,0315–0,032	± 0,019	Der Halo ist im gew. durchfallenden Licht in der Aussenzone braungrau, innen dunkelorangerot. Diese innere Zone leuchtet zw. + Nicols bis ca. 0,0127 mm vom Kernrand kräftig orangerot auf.
5. Isoliertes grünes Glimmerblättchen mit 4 Halos	0,0065×0,011	0,0326	±0,016, ±0,027	Kern durchscheinend, Pupille zw. + Nicols aufleuchtend.
	0,0054×0,0081	0,0326	±0,016, ±0,028	
	sehr klein	0,034	±0,014, ±0,027	
	0,0015×0,0035	0,016		Kern dunkel.
6. Dünnschliff fuchsroter Glimmer	0,0087×0,009 0,0064	0,0315–0,032 0,03	±0,016, ±0,027	Kerne dunkel, Pupille zw. + Nicols schwach aufleuchtend. Etwas schief zur Basis geschnitten.

Tabelle B

Protokolle über die mit conc. Salzsäure behandelten Radiohalos von Feldbach

Zeitdauer der chemischen Behandlung	Optische Messungen vor Behandlung in mm	Optische Messungen nach Behandlung in mm	Bemerkungen
Ia 31. März bis 9. April 1931 = 9 Tage	Kern ⦶ ± 0,009 Halo ⦶ 0,0724 Halobreite 0,0322	Halo ⦶ 0,033 π sehr schmal	Ursprünglich kräftige H ohne ausgeprägte ringför Abstufungen. Nach Beh lung ist Pupille im durchfa den Licht dunkelrotbraun
Ib „ *Tafel B Bild 5 u. 5a*	Kern ⦶ ± 0,009 Halo ⦶ 0,074 Halobreite 0,0322	Halo ⦶ 0,0265 π sehr schmal	leuchtet bei + Nicols gelb auf. Ein kleiner völlig ent ter Halo (im Bild links u hat Ringdurchmesser 0,0125 und 0,005 mm.
II 10. — 19. April 1931 = 9 Tage	Kern ⦶ 0,0081 Halo ⦶ 0,0668	Halo ⦶ 0,0516	
IIIa 10. — 19. April 1931 = 9 Tage	Kern ⦶ 0,0054 Halo ⦶ 0,0445×0,0489	Halo ⦶ 0,0353×0,038	Nach Behandlung ist die pille im gew. Licht grü rotbraun. Bei + Nic. leu sie bis an den Rand blä gelb bis schwefelgelb auf
IIIb „	Kern ⦶ 0,0054 Halo ⦶ 0,0271	Halo ⦶ 0,0098	sehr scharfem, glänzer Rand umgeben. Kern vo ist schwarz, von IIIb e durchscheinend.
IV 24. April — 22. Mai 1931 = 28 Tage *Tafel B Bild 7*	Kern ⦶ 0,0162 Halobreite 0,0378 Optimale Schwärzung 0,0324	Halobreite 0,0265 π 0,0051	Halo vor Behandlung rotb bei + Nic. kräftig aufleuch Nach Behandlung grü braun, zwischen + Nic. sc cher aufhellend: schwefe bis grünlichgelb. Radials lige Risse in der Pupille. Kern wurde durch die S aufgelöst.
V 5. — 18. Juni 1931 = 13 Tage *Tafel B Bild 9*	Kern ⦶ 0,0043×0,0065 Halo ⦶ 0,0702 Halobreite 0,0324 Optimale Schwärzung 0,0162	Kern ⦶ 0,0038×0,0052 Halo ⦶ 0,0315 Halobreite 0,0150 π 0,0025	Pupille leuchtet zwisch Nicols grünlichgelb, nahe Kern gelblichrot auf und etwas radialstrahlige Stru Im gew. Licht ist der graugrün bis rötlichbraun um den Kern bedeutend (ler, am hellsten bei 0,01 vom Kernrand.
VI 30. Juni — 5. Juli 1931 = 5 Tage (erste Behandlung)	Kern ⦶ 0,024×0,029 Halo ⦶ 0,092 Halobreite 0,0324	Halo ⦶ 0,081 Halobreite 0,029	Halo ohne Ringzonen. Behandlung Pupille schwarz, zwischen + N noch ziemlich kräftig oran aufleuchtend. Im gew. kastanienbraun.
6. — 14. Juli 1931 = 8 Tage (zweite Behandlung)		Halo ⦶ 0,0700 Halobreite 0,0234 Kern ⦶ 0,024×0,027 π 0,005	Der Kern wird von licht lichgelber Zone von 0,00 Breite umgeben.

eitdauer der chemischen Behandlung	Optische Messungen vor Behandlung in mm	Optische Messungen nach Behandlung in mm	Bemerkungen
II 30. Juni — 5. Juli 1931 = 5 Tage *Tafel B Bild 6*	Kern ⌀ 0,0054×0,0065 Halobreite 0,027–0,028	Halobr. 0,0162–0,0173 Halo ⌀ 0,035 π 0,0045	Vor Behandlung leuchtete die Halopupille zwischen + Nicols schön orangerot auf, nach Behandlung schwefelgelb. Merkwürdig sind die nach Behandlung um den Kern, der fast verschwunden ist, auftretenden kleiner Ringe von 0,009 und 0,025 mm ⌀.
III 30. Juni — 5. Juli 1931 = 5 Tage *Tafel B Bild 8 u. 8a*	Kern ⌀ 0,011×0,0145 Halobreite 0,029 Halo ⌀ 0,0724	Halo ⌀ 0,0500 π 0,0055	Nach Behandlung ist Pupille tief kastanienbraun, zwischen + Nic. nur noch sehr schwach aufhellend, während der Halo vor Behandlung tieforangerot aufleuchtete. Der Kern ist von der Säure aufgelöst.
(30. Juni — 5. Juli 1931 = 5 Tage	Kern ⌀ 0,0016 Halobreite 0,0322	Halo ⌀ 0,0304 π 0,0043	Ursprünglich schwach ausgeprägter ringförmiger Aufbau. Vor Behandlung orangerot aufleuchtend zwischen + Nic. Nach Behandlung im gewöhnl. Licht grünlichgelbbraun.
11. — 15. Juli 1931 = 4 ½ Tage	Kern ⌀ 0,0059×0,0075 Halobreite 0,032 Optimale Schwärzung 0,016	Halobreite 0,0216 Halo ⌀ 0,041 π 0,0028	Der Halo hatte ursprünglich sehr verschwommene Ringzonen. Nach Behandlung erscheint der Halo dunkler als vorher, zwischen + Nic. hellt die Pupille nahe dem Kern rotbraun, weiter vom Kern (bis 0,019) schwefelgelb auf. Bei ± 0,02 folgt ein scharfer Ring. Das Blättchen ist noch nicht ganz entfärbt, ist schwachgrün fleckig.
Ia 2. — 16. Sept. 1931 = 14 Tage	Kern ⌀ 0,0054×0,0056 Halobreite 0,033×0,036 Optimale Schwärzung 0,0162	Halobreite 0,012	Die Halos a–c, alle in demselben Glimmerblättchen, hatten sehr schönen, ringförmigen Aufbau. Vor Behandlung leuchten sie zwischen + Nicols rotbraun auf.
Ib „	Kern ⌀ 0,0016 Halobreite 0,0324 Optimale Schwärzung 0,0162	Halobreite 0,0143	Alle Pupillen a bis d zeigen nach Behandlung im gewöhnlichen auffallenden Licht breitern, perlmutterglänzenden Aussenring.
Ic „	Kern ⌀ 0,032×0,0048 Halobreite ± 0,032 Optimale Schwärzung 0,0151	Halobreite 0,0135	
Id „	Kern ⌀ 0,006×0,011 Halobreite 0,032	Halobreite 0,023	XId Halo ohne Ringzonen, vor Behandlung schön orangerot aufleuchtend. Nach Behandlung wie IV.

π bedeutet die Breite des perlmutterartig glänzenden Saumes, der die dunkle Pupille kragenförmig mschliesst. In den Halodurchmessern und Halobreiten ist π nicht mitgemessen.

Die Ausmessungen erfolgten mit Okularmikrometer 2 und Objektiv 5 von Leitz.