

- Sandberger, G., Die Versteinerungen des rheinischen Schichtsystems bei Nassau. — Wiesbaden 1850—1856.
- Schindewolf, O. H., Einige Randbemerkungen zu E. Pernes Abhandlungen „Die Ammoniten des oberen Neodevons vom Ostabhang des Südrhals“. — *Senckenbergiana*, Bd. IV, 1922.
- Schindewolf, O. H., Beiträge zur Kenntnis des Paläozoikums in Oberfranken, Ostthüringen und dem sächsischen Vogtland. — *N. Jb. f. Min. usw. B. Bd. XXXIX*, 1923.
- Schmidt, H., Das Oberdevon-Culm-Gebiet von Wartstein i. W. und Beleben. — *Jb. Preuß.-Geol. L.-A.*, Bd. 41, 1920.
- Schmidt, H., Das Paläozoikum der spanischen Pyrenäen. — *Abh. d. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl., III. Folge*, H. 5, 1931.
- Sobolev, T., Skizzen zur Phyllogenie der Goniatiten. — *Mitt. d. Warschauer Politechn. Inst.* 1914.
- Wedekind, R., Die Cephalopodenfauna des höheren Oberdevon am Enkeberg. — *N. Jb. f. Min. usw. B. Bd. XXIV*, 1908.
- Wedekind, R., Die Goniatitenkalke des unteren Oberdevon von Markenberg b. Ardorf. — *Sb. Ges. Naturf.-Freunde, Berlin* 1913.
- Wedekind, R., Die Genera der Paläoammonoidea (Goniatiten). — *Palaeontographica*, Bd. 62, 1918.
- Wolf, R., Das Famennien der Achener Gegend. — *Jb. Preuß.-Geol. L.-A.*, Bd. 43, 1923.

P. Beck-Mannagetta, Zur Genese der Mineralquellen im Raume der Lavanttaler Störungszone.

Auf den Zusammenhang des Lavanttaler Störungssystems mit den Mineralquellen dieses Bereiches hat Kieslinger (10) bereits eingehend hingewiesen. Andererseits ist es seit langem bekannt, daß Vulkanismus, Vererzung und Thermal-, bzw. Mineralquellen eine Folge geologischer Ereignisse darstellen, die stets in irgendeinem Zusammenhange stehen, wie dies Redlich (11) zum Beispiel für das südlich anschließende Gebiet im Südraum der Karawanken auseinandersetzt. Im Raume der Lavanttaler Störungszone sowie in vielen anderen Teilen der Alpen sind weder die Vererzungen noch die Mineralquellen direkt an magmatische Vorgänge anzuschließen. Aus diesem Grunde sprachen sich Clar und Friedrich (2) für die Genesis eines Teiles der alpinen Lagerstätten im Zusammenhang mit der jungen Diaphthorese aus. Als Kriterium für diese Anschauung wurde die Tatsache gewertet, daß die Minerale der Erzzone stets mit denen der Diaphthorese gleichzeitig auftreten. Die durch Diaphthorese mobilisierten Stoffe schlugen sich an bestimmten Stellen des Gebirgsbaues als Erze nieder. Diese Zusammenhänge mit rückschreitender Metamorphose erkannten Friedrich (4) und Kieslinger (10) im Waldensteiner Revier in der nördlichen Koralpe. Im Raume der Lavanttaler Störungszone kann man noch andere Beziehungen erkennen. Die Untersuchungen von Kieslinger (10) und Stiny (13) haben ergeben, daß man zweierlei Störungsformen zu unterscheiden hat, die sich zeitlich und in ihren tektonischen Konsequenzen deutlich unterscheiden lassen.

1. Die Aufschiebung des liegenden Kristallins aus Granit- und Granodioritgneisen gegen W auf und an die hangenden Marmor-

serien mit \pm venitischem Granatglimmerschiefer Heritsch (5, 6), Rittler (12), Beck-M. (1).

2. Die parallel hierzu verlaufende eigentliche Lavanttaler Störung und Pölslinie, an der durch eine Bewegung gegen O das Tertiär im N dem Kristallin parallel eingeregelt und eingefaltet, im S an dem Widerlager der Koralpe eingebrochen und steil untergehoben wurde. An diesem Bruchfallensystem und seinen Ausstrahlungen treten die Mineralquellen durchwegs auf.

In den von der Tektonik verschieden stark beanspruchten Arealen reagierten daher die Gesteine in verschiedenem Ausmaße: Der erstere Vorgang rief nicht nur eine starke Kataklase der betroffenen Gesteine hervor, sondern auch diaphthoritische Neubildungen von Chlorit, Serizit, Margarodit, Tremolit, Talk entstanden in den kristallinen Serien. Die Granitgneise wandelten sich O Wolfsberg in Serizitgneise bis -schiefer um, aus den Granatamphiboliten entstanden Chloritamphibolite, die Serizit-Talklagerstätte von Rieding [Kieslinger (9)] bildete sich; durch das Einquetschen eines kaum mehr als solchen erkennbaren Granitgneises in einen Granatamphibolit im Koralpenhohlweg entstand am Kontakt ein Talksaum; O vom Schloß Wolfsberg beschreibt Zepharovich (16) Pyrit in Albitgrauit, im S entsteht zwischen Apliten und Marmor Margarodit usw. Wo jedoch mehr die Kataklase wirkte, entstanden aus Gneisen und Amphiboliten bald helle, meist jedoch dunkle sulfidisch vererzte Quarzite, seltener Karbonatquarzite aus Kalksilikatschiefern. Biotit als Neubildung konnte ich auch feststellen. Wenige Meter im N des Koralpenweges, O vom Mausoleum Wolfsberg, treten feinstrahlige Tremolitfelse auf. Zeolithe wurden als jüngere Kluffüllung bisher nur am Ostrande der Koralpe gefunden. Schwarze mylonitische Letten sind in diesem Bereich genau so selten (unterhalb Zwattin) wie phyllitische Diaphthorite (O St. Johann, N Rieding). Alle diese Bildungen sind zwar stets an die gleichen tektonischen Ereignisse gebunden, doch innerhalb derselben ganz unregelmäßig verteilt. Für die Vorgänge der Serizitisierung, Talk- u. ä. Neubildungen muß ein lebhafter Stoffwechsel angenommen werden, der nur sporadisch und lokal stark wechselnd nicht nur von der Gesteinsparagenese abhängig war. Somit trat eine lückenhafte Mobilisation, bezw. tektonisch bedingte Differenzierung der mobilisierten Stoffe auf, die in den Diaphthoriten ihren kristallinen Niederschlag fand. In den Quarziten jedoch fand vorwiegend eine Abfuhr des mineralischen Materials statt, wobei bloß der Quarzanteil zurück blieb. Immerhin treten noch einige Schwierigkeiten bei der Frage nach der Art und Herkunft der mobilisierten Stoffe auf. Die Alkalien könnten unschwer aus dem zerstörten Glimmer und Feldspat stammen; jedoch stehen die Mengen der serizitischen Neubildungen zu den zerstörten Ausgangsgesteinen ohne Neubildungen in keinem Verhältnis. Ebenso kann das Magnesium für den Chlorit und Talk ohne Schwierigkeit von den betroffenen basischen Mineralien abgeleitet werden. Viel schwerer ist jedoch die Frage nach der Herkunft der Anionen zu beantworten. Woher kommen H_2O , S, CO_2 u. a., die vorher in dem ganzen Komplex nie in dieser Menge vorhanden waren? Die Frage

nach der Herkunft der Kohlensäure stellte bereits Kieslinger (8), ohne sie befriedigend beantworten zu können, in der südlichen Diaphthoritzone, wo bedeutend weniger Kalke auftreten, wie bei Wolfsberg. Ohne einer Annahme von Wasserzufuhr (H₂O) wird man nicht auskommen. Daher ähneln die Erscheinungen und wurden früher auch vielfach als Verwitterungsvorgänge gedeutet. Der Unterschied besteht eben nur darin, daß bei der Verwitterung meteorische Wasser sichtlich die Ursache sind, während für die diaphthoritische Mineralbildung juvenile Wässer angenommen werden müssen. Für den Schwefel bleibt auch nur eine juvenile Abkunft der Vererzungen der Wolfsberger Zone und anderer Orte anzunehmen, wobei es belanglos ist, ob man diesen Stoff aus dem metamorphen Sediment oder durch Zufuhr von der Tiefe her ableitet, da man in jedem Falle nur die Mineralparagenesen im Zusammenhange mit den tektonischen Ereignissen bestenfalls erkennen kann. Quantitativ wäre es vielleicht möglich; wesentlich bleibt die Bindung an Zonen tektonischer Mobilisation.

Nach diesen Beobachtungen und Überlegungen über die Diaphthorese im Wolfsberger Fenster, das nur die Voranlage für die Lavantaler Störung darstellt, so wie der Westrand des Amering- und Seckauer Kristallins, versuche ich nun, den gedanklichen Sprung, die Erscheinungen an der jüngeren Störung als eine Fortsetzung der Vorgänge an der älteren zu deuten.

Diaphthoritische Neubildungen gehören in diesem tektonischen Bereich in Anbetracht der mehr brechenden und zertrümmernden Wirkung der Beanspruchung zu den Seltenheiten. Die schwarzen Letten mylonitischer Entstehung, Grusbildung in körnigen Gesteinen, Quetschstreifen und Blockzerlegung der Ausgangsgesteine zeigen die fortschreitend immer mehr „selektive“ Wirkung der tektonischen Beanspruchung, die als Weiterentwicklung der „selektiven Diaphthorese“ Kieslingers (8, 9) Anschluß an die vorangegangenen Bewegungen finden. Diese selektive Wirkung im kataklastischen Bereich ist auffallend in den Ultramyloniten am Pobruck [Winkler (15)] zu beobachten sowie im Bahneinschnitt beim Taxwirt (S Obdach), wo am Rande zum Tertiär die Quarz-Feldspatsubstanz eines Glimmerpegmatites zu grauem Ton zerrieben ist, in dem bis 2 cm große Glimmerplättchen unzerstört liegen. Versucht man die Analogie der Vorgänge weiterzutreiben, so wird man probieren, nach mobilisierten Stoffen zu fahnden, die nun weiterhin auf spezifische Punkte (im Gegensatz zu dem streifenweisen Auftreten diaphthoritischer Neubildungen) lokalisiert sind. Diese Stoffe müssen jedoch die gleichen sein, noch extremer differenziert, noch mehr die Anionen betont sein, entsprechend der Entwicklung der tektonischen und metamorphen Vorgänge, sowie an diese gebunden. Die Mineralquellen im Raume der Lavantaler Störung folgen diesen Forderungen in erstaunlicher Weise; alle liegen direkt im Störungsbereich der Verwerfungen, ihr Chemismus ist als Schwefelquellen (auch die neue Quelle O St. Johann), Alkalisäuerlingen usw. direkt den durch die Diaphthorese mobilisierten Stoffen anzuschließen und als Ausgangsprodukte sind in gleicher Weise die beanspruchten Steine anzusehen

sowie auch die problematischen Zufuhren. Auch die stärkere Betonung der Anionenseite entspricht den oben gegebenen Meinungen, während in die Kationen entsprechend dem Lösungszustande H eintreten.

Mit diesen Vorstellungen über die Entstehung der Mineralquellen kam ich heuer als „modernste“ Ansicht von meinen geologischen Aufnahmen zurück, als ich bei Literatursuche auf einen Aufsatz von M. J. Vogel: Beziehungen der Mineralquellen zur Gebirgsmetamorphose (14) 1848 stieß, in dem der Autor den damaligen Kenntnissen der Metamorphose entsprechend ähnliche Meinungen äußert. Die damaligen Vorstellungen über die Metamorphose muten überhaupt recht „modern“ an.

Wie finden nun die Beziehungen der tektonisch-metamorphen Abfolge, im Ab- und Aufsteigenden gesehen, statt? In tektonischer Hinsicht zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung von Tektonik und kristalliner Mobilisation, die zu einer syntektonischen Kristallisation führt. Die mannigfaltigen Anionenreaktionen treten zugunsten der Silikate fast ganz zurück, die Kationen sind natürlich in gleicher Weise beteiligt. Noch einen Schritt weiter und die mobilisierten Stoffe übertreffen immer mehr die Tektonik, es tritt eine Alkali-Silikose ein (Feldspatisation), die uns als Vergneisung erkennbar wird. Tritt die Tektonik ganz zurück gegenüber der weiteren Wirkung der Mobilisation, so kommen wir zu Erscheinungen der Diapir-Granitplutone, an die sogleich der Vulkanismus anschließt in Zusammenhang mit rein brüchender Tektonik. Auch dieser Kreislauf ist geschlossen, denn die Bruchtektonik im Bereiche der Lavantaler Störung reicht bis an das basale Sima hinab, wie das Auftreten des Kollnitzer Basaltes [Kahler (7)] zeigt.

Die Beteiligung der Ausgangsgesteine ist verschieden, stets muß aber eine \pm fremde Zufuhr angenommen werden, auch wenn es sich nur um Wärme oder tektonische Energie handeln sollte. Bei den ab- und aufsteigenden metamorphen Vorgängen müssen nicht alle Stadien durchlaufen werden. Auch kann eine regionale Differenzierung in der Weise vor sich gehen, daß von einem syntektonischen Kristallisationszentrum (partielle Anatexis der tiefenninischen Zone der Alpen Exners (3) ein tektonischer (Nordalpen) und ein magmatoider (Periadriatika) Ast abspaltet, der sich dann verschieden weiter entwickelt. Beide Fälle führen aber bald rasch, bald langsam zu einem thermalen Mineralquellen-Endstadium, dem die tektonischen Spalten es ermöglichen, die mobilisierten wasserlöslichen Stoffe an die Oberfläche zu befördern.

Literatur.

1. P. Beck-Managetta: Bau und Metamorphose der Koralpe. Anz. d. Ost. Ak. d. Wiss. 1949, Nr. 1, S. 13—16.
2. E. Clar u. O. Friedrich: Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. Z. f. prakt. Geol. 41, 1933, S. 73—79.
3. Ch. Exner: Das Gneisproblem in den östlichen Hohen Tauern. Tsch. min. petr. Mitt. Bd. 1, 1947, S. 82—87 (Vortragsbericht).

4. O. Friedrich: Die Siderit-Eisenglimmerlagerstätte von Waldenstein in Ostkärnten. Berg- u. Hütt. Jb. Bd. 77, 1929, S. 131—145.
5. F. Heritsch: Geologie von Steiermark. Mitt. d. Nat. Ver. f. Stmk. Sdbd. 57, 1921.
6. F. Heritsch u. F. Czermak: Geologie des Stubalpengebirges. Graz, U. Moser, 1923.
7. E. Hofmann u. F. Kahler: Entstehung und Alter des inneralpinen Basaltes von Kohnitz im Lavanttal (Ostkärnten). Zbl. f. Min. usw., Abt. B, 1938, S. 399—409.
8. A. Kieslinger: Geologie und Petrographie der Koralpe, I. Sb. d. Ak. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. I. Bd. 135, S. 1—42 (Sep.).
9. A. Kieslinger: Geologie und Petrographie der Koralpe, IX. Sb. d. Ak. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. I, Bd. 137, 1928, S. 491—532.
10. A. Kieslinger: Die Lavanttaler Störungszone. Jb. d. G. B. A. Wien 1928, S. 499—528.
11. K. A. Redlich: Die Mineralquellen des Vellacher Tales und ihre Beziehungen zu den daselbst sich findenden Erzlagerstätten. Jb. d. G.B.A. Wien, 1936, S. 237—255.
12. W. Rittler: Aufnahmebericht für 1938 über die im Sommer 1938 im Auftrage der Geol. Landesanstalt Wien durchgeführten geol. Aufnahmearbeiten. Verh. d. G.B.A. Wien, 1939, S. 66—71.
13. J. Stiny: Zur Kenntnis der Pölslinie (Obersteier). Cbl. f. Min. usw., Abt. B, 1931, S. 526—537.
14. M. J. Vogel: Beziehungen der Mineralquellen zur Gebirgsmetamorphose. Haidinger Ber. über Mitt. v. Freunden d. Nat., Bd. 4, 1848, S. 437—442, S. 448—456.
15. A. Winkler-Hermaden: Bemerkungen über das Grundgebirge an der Nordabdachung des Remschnig-Pöbbruckgebirges. Verh. d. G.B.A. Wien, 1927, S. 238—242.
16. F. v. Zepharovich: Mineralogisches Lexikon für das Kaiserthum Österreich, I. Band. W. Braumüller, Wien 1859, S. 330.

G. Hiebleitner, Nachtrag, z. T. berichtend, zu: „Die geologischen Grundlagen des Antimonbergbaues in Österreich.“ (Jahrb. d. Geol. B.-A. 1947, H. 1/2.)

Im Zusammenhang mit vorgenannter Arbeit teilt mir Herr Prof. Dr. H. Haberlandt, Miner. Inst. d. Universität Wien, mit, daß die in meiner Arbeit (S. 58) zitierten Fugger'schen Angaben über Auftreten von Antimonit auf den Golderzgängen am Radhausberg bei Bockstein auf Irrtum beruhen; auch mein anschließend angeführter Fund von Antimonit auf dem Strabelebenang im Naßfeld bei Bockstein dürfte auf eine Verwechslung mit Jamesonit oder mit Antimonit im Handstück mitunter völlig gleichendem nadeligem Wismutglanz beruhen. Auch Bergverwalter K. Zschökke — der eifrige Aufsammler der Minerale des Gasteiner Goldbergbauebietes in neuerer Zeit — habe keinen Antimonit mehr zum Vorschein gebracht.

In meiner Arbeit habe ich — wie angeführt — die seinerzeitige Fundnotiz aus dem Jahre 1920 verwendet. Eine Nachprüfung wäre mir sehr wünschenswert, doch verfüge ich nicht mehr über Nachprüfmaterial, auch ist mir nicht mehr erinnerlich, ob das Labor Bockstein damals eine Nachprüfung vorgenommen hat. Nachdem zu jener Zeit Wismutglanz von den Tauerngängen noch nicht bekannt war, könnte immerhin bei zu rascher Fundagnoszierung eine Verwechslung geschehen sein. — Wären nun auch die anderen, von Fugger gemeldeten Antimonitfunde am Goldberg in der Rauris, von den Brennkoglgängen im Glocknergebiet, revisionsbedürftig?

Es ist aber wichtig, daß Prof. Haberlandt aufmerksam macht, wie auch spektralanalytische und röntgenographische Durchforschung der Gasteiner Erze, die in letzter Zeit von seinem Institut geleistet wird, im besonderen Armut oder gar Freiheit von Sb als Spurenelement, hingegen Bi als charakteristisches Spurenelement erwiesen hat. — Immerhin, es kommt zu