

15. Der Zechstein von Eberbach und die Entstehung der permischen Odenwälder Manganmulme.

VON HERRN WILHELM SALOMON in Heidelberg.

Der Grund, warum ich mit der Veröffentlichung dieses Nachtrages zu meinen früheren Angaben über den Eberbacher Zechstein¹⁾ so lange gewartet habe, war die Hoffnung auf eine Vertiefung und Vervollständigung des betreffenden Aufschlusses. Da indessen der für diese Stelle geplante Hausbau nicht mehr zur Ausführung gelangt, so will ich nunmehr im Folgenden das aufgenommene genaue Schichtprofil mitteilen, und zwar mit allen Einzelheiten, weil es gerade die Grenzregion zwischen Zechstein und Buntsandstein umfaßt, für die lokale Geologie daher ein gewisses Interesse hat und sehr bald zum größeren Teil nicht mehr sichtbar sein wird.

In dem betreffenden Aufschlusse (Punkt 12 des Kärtchens meiner zitierten Arbeit) folgen von unten nach oben in vollkommener Konkordanz die folgenden Schichten:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1) 14 cm bräunlich grauer, feinsandiger Dolomitsandstein, die untersten 6 cm sehr dünnplattig, die obersten 8 cm kompakt; auf den glatten Schichtflächen zahlreiche Muscovitblättchen. Der obere Teil etwas rötlicher gefärbt. | Mächtigkeit.
14 cm |
| 2) 1 $\frac{1}{2}$ —2 cm grünlichgraue, ton- und muscovitreichere Lagen. | 2 " |
| 3) 9 cm grünlich-braungrauer Dolomitsandstein mit Muscovitblättchen; deutlich schieferig. | 9 " |
| 4) 11 cm Dolomitsandstein, undeutlicher schieferig, sonst 3 sehr ähnlich. | 11 " |
| 5) 1 cm braunrote, vollkommen schieferige Tonlagen mit viel Muscovit; darin eine ganz dünne Zwischenlage von 4. | 1 " |

¹⁾ Mitteil. bad. geol. Landesanst. IV. S. 250—251.

6) 6 cm wie Schicht 4. Verwitterung zeigt Kreuzschichtung des Sandes.	6	cm
7) 2 mm wie 5, aber nur tonig.	—	"
8) 18 cm wie Schicht 4, an der Oberfläche gelblich verwitternd.	18	"
9) Wenige mm mächtige, tonige Schichten mit Kalkspathärdchen parallel der Schichtung.	—	"
10) 5 cm plattige, graugelbe Dolomitsandsteine mit vereinzelt braunroten, tonigen Zwischenlagen.	5	"
11) Grünliche, muscovitführende Tonlage.	1,5	"
12) 8 cm, wie No. 10, gelblich verwitternd.	8,—	"
13) Graugrüne Tonlage wie No. 2.	0,5	"
14) Schwach gelblich hellgrauer kompakter, fester, sandiger Dolomit, flimmernd, (dem Heidelberger Zechsteindolomit noch am ähnlichsten, obwohl deutlich verschieden) mit Manganmulm.	6,—	"
15) 9 cm wie No. 14, aber sandiger, mit tonigeren und sandigen Zwischenlagen. Mit Manganmulm.	9,—	"
16) Graue, sandigtonige, schieferige Zwischenlage 3 mm.	—	"
17) Wie No. 15.	4,5	"
18) Fast 1 cm wie No. 16.	1,—	"
19) Wie No. 15. Mit (?) <i>Ledu speluncaria</i> GEIN. sp. ¹⁾ und anderen schlecht erhaltenen Zweischalern.	4,5	"
20) Grünlichgraue, muscovitführende sandige Ton- schicht.	0,5	"
21) Wie No. 15. Mit 3 Zwischenlagen von grünlichgrauen Schichten wie No. 20 und mit Kalkspatärdchen, die der Schichtung folgen. Diese Schicht geht z. Teil (vergl. Text) in Manganmulme über und führt <i>Schizodus obscurus</i> Sow. ²⁾ , <i>Astarte</i> cfr. <i>Vallisneriana</i> KING ³⁾ und andere meist schlecht erhaltene Zweischaler.	20,—	"
22) Abwechselnd dünne grünliche Tonlagen und gelbliche Dolomitsandsteinschichten.	4,—	"
	Summe	125,5 cm

Im Ganzen gemessen ergab sich ihre Mächtigkeit zu 130 cm.

¹⁾ Vergl. GEINITZ, Dyas, I. t. XIII, f. 25—31. Das Exemplar ist schlecht erhalten. Die Zähne sind nicht erkennbar. Die Bestimmung stützt sich nur auf die allgemeine Schalenform.

²⁾ Dieser, wie weiterhin beschrieben, als Mulm erhalten.

³⁾ Vergl. KING, Permian fossils, t XVI, 1. — GEINITZ, Dyas. XII, 24—25.

Bis hierher besteht also das Schichtsystem wesentlich aus sandigem, durch das Auftreten des *Schizodus obscurus* Sow. und der allerdings nicht ganz sicher bestimmbar *Astarte* cfr. *Vallisneriana* KING unzweifelhaft als Zechstein charakterisiertem Dolomit bez. Dolomitsandstein mit relativ dünnen tonigen Zwischenlagen, deren helle graue und grünliche Farbentöne einen lebhaften Gegensatz zu dem darüber folgenden Schichtsystem bewirken. Dies war im Jahre 1901 noch in einer Höhe von 3,50 m über No. 22 aufgeschlossen und bestand aus ganz überwiegend braunroten Schichten, die in 4,80 m Höhe über dem Boden des Gesamt-Aufschlusses in Gehängeschutt übergingen. Das vorherrschende Gestein ist die von den Steinbrechern so genannte „Leber“, d. h. ein rotbrauner oder braunroter Schiefertou und Ton, mit wenig Muscovitblättchen, zum Teil deutlich, zum Teil nur ganz undeutlich schieferig struiert. Dünne Zwischenlagen von muscovitreicherem, dünn-schieferigen heller braunen oder grünlichen Tonlagen und einer kleinen Anzahl im folgenden genau beschriebener ganz abweichender Bänke bewirken deutliche Schichtung. Folgendes sind die nicht tonigen Lagen.

a) 29 cm über No. 22: 1 cm mächtiges, bräunlichgelbes, Bänkchen von Sandstein mit dolomitischem Bindemittel, stark ausgelaugt, durch eine dünne Zwischenlage von einem petrographisch gleichen, noch 6 cm mächtigen Bänkchen getrennt.

b) 43,5 cm über No. 22: 7,5 cm feinsandiger, graugelber Sandstein mit dolomitischem Bindemittel, stark ausgelaugt, mit muscovitreichen Zwischenlagen.

c) und d) nehmen den Raum von 85—98 cm über der oberen Grenze von No. 22 ein. Sie bestehen aus einem im frischen Zustande gelblichgrauen, tonigen und dolomitischen Kalkstein, der einen Stich ins Rötliche hat. Bei der Verwitterung werden sie graugelb. Sie enthalten Kalkspatdrusen und -Adern. Von 89—92 cm sind sie durch eine „Leber“-Zwischenlage getrennt, die sich indessen schnell auskeilt.

e) In 158—164 cm über der oberen Grenze von No. 22 lag in dem Profil eine horizontal nur wenig ausgedehnte Schicht von gelbem, sehr zersetztem Dolomitsandstein, die letzte Carbonathaltige Schicht des ganzen Profiles.

f) Sandstein mit discordanter Parallelstruktur, rötlich braungrau, von 190—200 cm über No. 22.

g) und h) In nicht genau bestimmter Höhe lagen noch 2 relativ kompakte Bänke von Sandstein. Die Schicht g) ist 9 cm mächtig, mürbe, rötlich dunkelbraun; dann folgen 4 cm Tone und die 19 cm mächtige Schicht h, die sich durch feste Beschaffenheit, vereinzelte Tongallen und schwach rötlich grau-

braune Farbe unterscheidet. In einem herabgeschlagenen Stück war keine Kreuzschichtung zu sehen.

Offenbar entsprechen die Schichten wenigstens von oberhalb *e* an, wenn nicht schon von oberhalb No. 22, denjenigen Tonlagen, welche ANDREAE bei seiner Gliederung des Heidelberger Buntsandsteins diesem als unterste Schicht der unteren Abteilung des Spessart oder dessen roten Zechsteinletten entsprechen, das habe ich ebensowenig wie ANDREAE²⁾ feststellen können, da Versteinerungen in dem hier beschriebenen Profil oberhalb No. 21 zu fehlen scheinen. Es ist daher natürlich durchaus willkürlich, ob man die Grenze zwischen Zechstein und Trias mit der oberen Grenze von 22 oder etwa mit der von *e* zusammenfallen lassen will. Nur aus praktischen Gründen dürfte es bequem sein die Grenze mit dem Beginn der rotbraunen Farben zu ziehen und die roten Tone wenigstens provisorisch als „Bröckelschiefer“ zum Buntsandstein zu stellen.

Die Entstehung der Manganmulme.

Ein gewisses allgemeines Interesse kommt dem hier beschriebenen Aufschlusse auch noch deswegen zu, weil er mir in sehr klarer Weise zu zeigen scheint, in welcher Weise sich die Manganmulme bilden. ANDREAE³⁾ sagt darüber: „Was die Entstehung der stets an den Zechsteindolomit gebundenen, sehr erdigen und eisenreichen Manganerze betrifft, so scheint es, daß dieselben sich sekundär an Stelle von ursprünglich vorhandenen Dolomitschichten gebildet haben. Den primären Sitz des Eisens und Mangans haben wir jedenfalls in den mächtigen Massen des hangenden Buntsandsteins zu suchen. Hierfür spricht noch der Umstand, daß auch Mangan überall im Buntsandstein, namentlich auf Klüften in Form von Krusten und Dendriten vorkommt und daß eine ganz besondere Anreicherung gerade im unteren Buntsandstein stattfindet. Die Ansicht, daß die Manganerze einfach als Auslaugungsrückstände des Zechsteins übrig geblieben sind, würde erfordern, daß ungeheure Massen des Zechsteins fortgeführt wären. Die konkordante Auflagerung des Buntsandsteins zeigt jedoch, daß dies nicht vor Absatz desselben der Fall war, und die ruhigen, nicht durch lokale Einbrüche gestörten Lagerungsverhältnisse schließen auch eine nachträgliche derartig bedeutende

¹⁾ Erläuterungen zu Blatt Heidelberg der geol. Spezialkarte von Baden. S. 31 und Mitteil. bad. geol. Landesanst. II. S. 355.

²⁾ l. c. S. 31.

³⁾ Erläuterungen zu Blatt Heidelberg der geol. Karte von Baden. S. 28—1896.

Auslaugung aus. — Es fehlen also Anhaltspunkte für diese Annahme, und da eine Zufuhr des Mangans von unten aus dem Grundgebirge ausgeschlossen ist, so kommen nur die Formationen des Hangenden und hier vor allem der so manganreiche, 400 m mächtige Buntsandstein in Betracht.“ CHELIUS gibt in den Erläuterungen zu Blatt Brensbach der geol. Karte von Hessen¹⁾ eine sehr eingehende Schilderung der Odenwälder Manganerze und bespricht ausführlich ihre Entstehung. Gegenüber der ANDREAESchen Erklärung hebt er²⁾ die „vollkommene Undurchlässigkeit der Schieferletten und roten Tone“ hervor, „die gerade wegen dieser an ihrer Oberfläche oft Brauneisenerzschalen führen. Wären die Erzlösungen nur auf Spalten zum Dolomit gelangt, wenn eine Durchdringung des meist manganfreien Schieferletten von 1—30 m Mächtigkeit nicht wahrscheinlich ist, so konnten sich die Erze unmöglich auf großen Flächen ausbreiten. — Bei Gammelsbach im südöstlichen Odenwald sind Manganerze im oberen mittleren grobkörnigen Buntsandstein angetroffen worden. Dieselben erfüllen die Spalten einzelner Schichten desselben; es sind traubige Psilomelane, die auf den Wänden der Klüfte sich ausgeschieden haben. Trotzdem hier in der Tat beträchtliche Manganlösungen im Sandstein zirkulierten, haben diese sich nirgends auf Schichten und horizontalen Flächen abgesetzt, wozu bei dem dort vorkommenden Wechsel toniger und sandiger Glieder Gelegenheit gewesen wäre.“³⁾

Auch eine andere Hypothese wird von CHELIUS bekämpft,⁴⁾ nämlich die, „daß die Erze durch eine Umsetzung des Dolomits entstanden seien, daß diese aber nur vom Ausgehenden her stattgefunden habe, daß hier größere Mengen Erz auch durch Zusammenschlemmen sich angesammelt hätten und durch den naß gewordenen, überquellenden Buntsandsteinletten vor der Wegführung geschützt worden seien. Diese Anschauung stützt sich darauf, daß das Erz bis jetzt stets am mächtigsten nächst dem Ausgehenden sich fand und in den Morsberg hinein abnahm. Dem steht entgegen, daß neuerdings wieder Erze in beträchtlicher Entfernung vom Ausgehenden auf der Westseite unter dem Morsberg gefunden wurden und daß dasselbe Erz, entsprechend seinem östlichen Einfallen, auf der Ostseite des Morsberges zu Tage tritt. Somit hätten die lösenden Wasser hier auf den geneigten Schichten vom Ausgehenden aus in die Höhe dringen müssen, was unwahrscheinlich ist.“

¹⁾ Darmstadt. 1897. S. 37—53.

²⁾ l. c. S. 40.

³⁾ Weitere Einzelheiten vergl. man im Original. S. 41.

⁴⁾ S. 41.

So kommt denn CHELIUS zu einer dritten Hypothese. Er nimmt an, daß „die Manganerze einer Umsetzung des“ (primär) „Mn- und Fe-haltigen Dolomites und Manganspaths ihre Entstehung verdanken, bei der die leichter löslichen Carbonate des Calciums und der Magnesia fortgeführt wurden und bei der aus derselben wässerigen Lösung Kieselsäure, welche wir in den Hornsteinen und Quarziten finden, zum Absatz kam. Die Umwandlung fand naturgemäß an der Oberfläche, auf Spalten und gelegentlich an der Unterseite des Dolomits statt, wohin immer die Atmosphärien dringen konnten. Das Auftreten der Manganerzmassen gleicht somit sehr der Lößlehbildung und der Entkalkung des Flugsandes bezw. des kalkreichen Lößes, die ebenso an der Oberfläche, an Spalten und in Säcken von statten ging. Die Umsetzung begann auf der alten Dolomitoberfläche und setzte sich nach Ablagerung des Buntsandsteins nur noch auf Spalten und am Ausgehenden fort, wodurch sie hier bisweilen bis zum Verschwinden des Dolomits führte. Ein Teil der Manganerzoberfläche des Dolomits fiel bei der beginnenden Buntsandsteinbildung der Zerstörung anheim und wurde den untersten Lagen der Schieferletten einverleibt. Bei dem Fortschreiten der Umsetzung nach Ablagerung der Schieferletten entstanden Hohlräume im Zechstein, in welche diese infolge des Gebirgsdrucks an Verwerfungen und durch Aufquellen des Lettens am Ausgehenden nachrückten; so entstanden die zerbröckelten und mit Manganerz und Baryt verkneteten, tonigen Massen über dem Zechstein. Der Baryt¹⁾ blieb, wie die Erze, bei der Umsetzung als schwer löslich zurück.“ (a. a. O. S. 40.) K. v. KRAATZ²⁾ berührte die Frage nach der Entstehung der Manganerze des Odenwaldes nur nebenher und stimmt mit CHELIUS' Ausführungen genau überein.

In neuester Zeit hat dann DELKESKAMP eine dankenswerte Zusammenstellung und kritische Untersuchung der Hypothesen über die Entstehung der Odenwälder und der übrigen hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten gegeben.³⁾ Er stützt sich für die Odenwälder Vorkommnisse auf die zitierten Untersuchungen von CHELIUS und verwirft mit diesem die von ANDREAE vertretene Hypothese.

¹⁾ „Baryt ist stets dem Erz in Knollen oder Krystallen beige-mischt.“ a. a. O. S. 39.

²⁾ Die Barytvorkommen des Odenwaldes. Abhandl. hess. geol. Landesanst. III, 74–75. 1897.

³⁾ Die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten und ihre Entstehung durch Zersetzung des dolomitischen Stringocephalalkales resp. Zechsteindolomites. Zeitschr. f. prakt. Geologie. IX 1901. S. 356–365.

Es ist in der Tat nicht verständlich, wie es Manganlösungen möglich sein soll, von oben her durch die wasserundurchlässigen Schichten des untersten Buntsandsteins hindurch zu einer so großen Verbreitung genau an der unteren Grenze des undurchlässigen Horizontes zu gelangen. Hebt doch CHELIUS mit Recht hervor, daß die Manganzgruben vielfach vollständig trocken sind. „Gewöhnlich ist das Erz, der obere Zechstein und untere Schieferletten des Buntsandsteins so trocken, daß beim Abbau derselben sich Staub bildet.“¹⁾

Auf der anderen Seite zeigte aber nun der Eberbacher Aufschluß, daß die Mulme nicht als Auflösungsresiduum eines primär schwach manganhaltigen Dolomites gedeutet werden können. Es gelang mir nämlich in ihnen drei wohlerhaltene, aber in Mulm umgewandelte Exemplare von *Schizodus obscurus* Sow.²⁾ zu finden. Eine Volumverringerung, wie sie bei dem von CHELIUS und DELKESKAMP angenommenen Prozesse in beträchtlichem Maße stattgefunden haben müßte, ist also nicht eingetreten. Der Dolomit ist nicht durch einfache Entfernung des Mg- und Ca-Carbonates, sondern durch Pseudomorphosierung, allerdings wohl auf dem Umwege durch $MnCO_3$ zum Mangannulm geworden. Es handelt sich um einen Prozeß metasomatischer Verdrängung, nicht um Auslaugung. Dem entsprechend zeigt der Mulm von Eberbach vielfach noch ganz deutlich die Schichtung des primären Dolomites. Die Dolomitschichten gehen in ihren Fortsetzungen gegen Spalten in gleichmächtige Mulmschichten über. Das Volumen bleibt gleich.

Wir müssen daher in fremden Manganlösungen die Ursache der Umwandlung des Dolomites suchen, wie es ANDREAE bereits getan hat. Nur dürfen wir nicht annehmen, daß diese Lösungen von oben, aus dem Buntsandstein, stammen, sondern wir müssen eine andere Quelle aufsuchen. — Für die Beurteilung dieser Frage ist es nun wesentlich, daß die Mangannulme und festen Erze meist nicht allein, sondern in Begleitung von Kieselsäure in der Form des Quarzes und Chalcedons, von unreinen Eisenoxyden und von Schwerspath auftreten. CHELIUS³⁾ gibt eine ausführliche Liste der einzelnen Mineralien, von denen ich als

¹⁾ A. a. O. S. 52.

²⁾ Hier als Synonym von *Schlotheimi* GEIN. verstanden. Es sind ein kleines und 2 mittelgroße sehr lange Individuen, die der Länge nach am besten KINGS Fig. 31—32, GEINITZ' Fig. 10 entsprechen. Im Text sagt aber GEINITZ (S. 65) ausdrücklich, daß *obscurus* die längste Form sein soll. In Wirklichkeit bestehen wohl Übergänge. KOKEN (Leitfossilien) vereinigt auch beide.

³⁾ A. a. O. S. 42--43.

wichtig, wenn auch als selten noch Kupferlasur und Malachit hervorhebe. Durch chemische Analyse wurden im Manganmulm von Grube Gottfried 0,21% Cu O, 0,30 Zn O, 0,51 As₂ O₅, im Psilomelan von Bockenrod 0,36 % „Co + Ni“, in dem von Grube Georg bei Rohrbach 0,27 „Co + Ni“ nachgewiesen.¹⁾ Die die Manganmulme begleitende Kieselsäure spielt dabei eine eigentümliche Rolle. Auch sie hat offenbar oft ein praexistierendes Gestein, nämlich Dolomit pseudomorph ersetzt, wie man schon seit längerer Zeit in ziemlich allgemeiner Übereinstimmung annimmt.²⁾ So kennt man aus den als letzte Verwitterungsresiduen des Zechsteins auf dem Stiftsbuckel erhaltenen Eisenkieselblöcken *Schizodus truncatus* KING, *Schizodus? obscurus* Sow., *Pleurophorus costatus* BROWN sp., *Arca striata* SCHL. sp., *Gervilleia antiqua* MÜ. Ihr Auftreten dort beweist ebenso wie das Auftreten der Mulm-Versteinerungen von Eberbach, daß der jetzige Zustand der sie enthaltenden Gesteine durch eine metasomatische Verdrängung der ursprünglichen Gesteinssubstanz bedingt ist.

Nun finden wir aber Kieselsäure in reiner und durch Eisenocker verunreinigter Form (Eisenkiesel) zusammen mit Schwerspat in zahllosen Gängen des Odenwaldes und Schwarzwaldes entweder nebeneinander oder in der Form, daß die Kieselsäure den Schwerspat wieder verdrängt, bez. vollständig ersetzt hat. Garnicht weit von dem Hauptverbreitungsbezirk der badischen Odenwälder Manganmulme setzt im Schriesheimertal der berühmte große Schwerspatgang auf, für den Schwerspat, Eisenkiesel, Chalcedon und Flußspat eine ungemein charakteristische, auf thermale Entstehung hinweisende Paragenesis bedeuten. Ein Teil dieser Gänge gehört der vortriadischen Zeit an, ein anderer Teil ist aber zweifellos tertiären Alters.³⁾ Auch sonst sind tertiäre thermale Phänomene im Odenwalde und naturgemäß besonders in der Nähe der Rheintalspalten weit verbreitet. Ihnen ist die häufig intensive Entfärbung, ja völlige Bleichung des Buntsandsteines so vieler Punkte, in ungewöhnlich deutlicher Weise an der Starkenburg bei Heppenheim, zuzuschreiben. Und in der Tat gibt uns CHELIUS in seinen an sorgfältigen Beobachtungen außerordentlich reichen Erläuterungen zu Blatt Brensbach-Böllstein auch wieder die wichtige Tatsache an,⁴⁾ daß „der rote Ton des

¹⁾ CHELIUS (a. a. O. S. 44 und 46) gibt übrigens auch an, daß der „Zechsteindolomit bisweilen Kupferglanz aufweist“ und nimmt an, daß „Cu, Zn, As, S wohl den Resten“ eines derartigen „Zechsteindolomites entstammen.“

²⁾ Vergl. z. B. auch ANDREAE. Erläuter. zu Blatt Heidelberg, S. 27.

³⁾ Vergl. K. v. KRAATZ. Abhandl. hess. geol. Landesanst. III., S. 58. 1897.

⁴⁾ S. 51.

unteren Buntsandsteins an seiner Sohle über dem Erz (sc. Manganulm des Zechsteins) gebleicht, bunt gefärbt oder weiß“ ist. Er fügt hinzu, daß „zwischen dem Erz oder zwischen diesem und dem Buntsandstein fast stets eine Verkieselung stattgefunden hat.“

Auch das bereits zitierte Auftreten von As, Zn, Cu, Co und Ni dürfte der Annahme, daß die den Dolomit verändernden Lösungen Thermalquellen waren, günstig sein.

So scheint mir eine Reihe von Tatsachen dafür zu sprechen, daß die Heimat unserer Manganlösungen in der Tiefe zu suchen ist, daß sie als thermale Gewässer in die Höhe gestiegen sind. Aber freilich stellen sich dieser Annahme auch einige Bedenken entgegen. Gerade in den angeführten Schwerspatgängen des Odenwaldes fehlen Manganverbindungen entweder ganz, oder sie spielen doch nur eine vollständig untergeordnete Rolle.¹⁾ Warum haben sich ferner die Manganverbindungen, wenn sie mit Thermalgewässern in die Höhe drängen, nur gerade im Zechsteindolomit und nicht in tieferen oder höheren Niveaus ausgeschieden?

Ich möchte auch diesen nahe liegenden Einwänden gleich entgegnetreten und verweise vor allen Dingen auf eine bis jetzt meines Wissens in der Literatur noch nicht veröffentlichte Beobachtung SAUERS, auf die ich, als ich Herrn Obersalineninspektor Dr. BUCHRUCKER die hier entwickelte Anschauung auseinandersetzte, von diesem freundlicher Weise aufmerksam gemacht wurde. In der, wie alle Eckschen Arbeiten, ungewöhnlich sorgfältigen Zusammenstellung der Literatur über die Baden-Badener Thermen²⁾ erhält man aus den Analysen der Gewässer wie ihrer Absätze den Eindruck einer nur geringen Beteiligung des Mangans an den gelösten Substanzen. Der eigentliche Badeschlamm oder Badmuhur, auf den der Name „Muhurquelle“ zurückgeht, erwies sich nach den bei ECK³⁾ angeführten Untersuchungen im Wesentlichen als eine Anhäufung von Algen, der keiner modernen chemischen Untersuchung unterworfen wurde. SAUER, dem ich für seine Mitteilungen über den Gegenstand zu aufrichtigem Danke verpflichtet bin, erkannte nun bei einer im Auftrage der Gr. badischen geologischen Landesanstalt unternommenen Untersuchung der Thermen, daß die „Büttquelle“ den Gehängeschutt unter

¹⁾ Im Schwarzwalde aber sind Schwerspatgänge, die mit Manganerzen verbunden sind, nicht selten und wichtig. (Vergl. z. B. den Gang des Bergwerkes Otto in der Gemarkung Nordrach.)

²⁾ Geognostische Beschreibung der Gegend von Baden-Baden u. s. w. Abb. d. Kgl. preuß. geolog. Landesanst. Neue Folge. Heft 6. Berlin 1892. S. 576—640.

³⁾ a. a. O. S. 624—630.

ihrer Austrittsstelle durch eine braune Masse verkittet hat. Aber auch die „Fettquelle“ lagert ebenso wie die „Muhrquelle“ eine braune Substanz ab, die von den Arbeitern als „Muhr“ bezeichnet wird. SAUER untersuchte diese Substanzen und fand, daß sie mit Salzsäure Cl entwickeln und nichts anderes als unreine Manganmulme, vermengt mit den bei ihrer Abscheidung wirksamen Algen sind. Seine Beobachtungen sind in einem nicht veröffentlichten Gutachten der geologischen Landesanstalt für die Großherzogliche Badeverwaltung niedergelegt. Sie zeigen uns, daß die kleinen Manganmengen, welche die Thermen am Ostrande der Rheinebene noch heute aus den Tiefen emportragen, sich unter Einwirkung bestimmter Prozesse zu ganz beträchtlichen Ablagerungen konzentrieren können; und so liefern sie einen mir wichtig erscheinenden Wahrscheinlichkeitsgrund mehr für die hier vertretene Auffassung.

Wie nun heute die Manganverbindungen der Badener Thermen sich erst an der Erdoberfläche unter dem Einfluß chemischer, von Algen ausgehender Prozesse und wohl auch der raschen Abkühlungen der Lösung ausscheiden, so mußten auch in der Bildungszeit der an den Zechstein geknüpften Manganmulme die Lösungen soweit in der Erdkruste aufsteigen bis, sei es ein chemischer, sei es ein physikalischer Prozeß, die Ausscheidung der Manganverbindungen bewirkte. Bei dem Aufsteigen der thermalen Gewässer dienten innerhalb des Granites dessen Kluftsysteme als Bahn. Chemische Verbindungen, die eine Reaktion mit den Manganlösungen hätten einleiten können, waren darin offenbar nicht vorhanden. Starke physikalische Konstantenänderungen wie die plötzliche und erhebliche Verminderung der Temperatur an der Erdoberfläche fehlten dort gleichfalls. Die allmähliche Abnahme des Druckes und der Temperatur nach oben dürfte kein Grund für eine Ausscheidung des ja nur in kleinen Mengen gelösten Mangans gewesen sein. So stiegen die Lösungen empor, bis sie entweder an dem Rotliegenden oder an dem unteren Buntsandstein eine oben horizontal ausgebreitete, undurchlässige Grenzfläche trafen. Das Rotliegende ist aber in dem heutigen Verbreitungsbezirk der Odenwälder Manganmulme nur sporadisch vorhanden, während sich die Tone des unteren Buntsandsteines einer für unseren Bezirk beinahe universellen Verbreitung erfreuen. So konnte das Rotliegende zwar die Veranlassung zu gelegentlichen, nicht sehr weiten seitlichen Wanderungen der im Aufsteigen befindlichen Lösungen sein, der untere Buntsandstein aber zwang sie überall zu horizontaler Ausbreitung, bis sie Spaltensysteme erreichten. Bei der Wanderung durch

das unter dem Rotliegenden befindliche Urgebirge trafen unsere Lösungen nicht auf mit ihnen reagierende Mineralien, bei der Ausbreitung unter dem unteren Buntsandstein mußten sie durch den Zechsteindolomit langsam hindurchsickern und konnten hier im Austausch mit dem Dolomit ihre Manganverbindungen, die mitgeführte Kieselsäure, ihr Eisen und ihr Baryum zur Ausscheidung bringen. Erreichten sie dann Spalten, so hatten sie diese Ausscheidung wohl meist schon beendet und stiegen als Mg-Ca Quellen weiter empor. Die Manganverbindungen des Buntsandsteines dürften wohl nur in ganz seltenen Fällen auf sie zurückzuführen sein, sondern meist einen primären, wenn auch nachträglich lokal angereicherten Bestandteil des Sedimentes darstellen.

Bei dieser Auffassung würden die Manganmulme unseres Zechsteines ihrer Bildung nach einigermaßen ein Analogon zum Kupferschiefer sein, dessen Kupfergehalt ja, wie nach POŠEPNYS, BEYSCHLAGS und BECKS Darstellungen angenommen werden muß, auch jedenfalls erst sekundär durch aufsteigende Lösungen in das tonige Gestein gelangt ist.¹⁾

Aber auch in der Literatur der Manganerze selbst wird ein analoger Fall zitiert, wie ich R. BECKS Zusammenstellungen in der „Lehre von den Erzlagerstätten“²⁾ entnehme. Danach nimmt VITAL an, daß die in den oberdevonischen Kalksteinen von Las Cabesses in den Pyrenäen auftretenden unregelmäßigen Stöcke und Schläuche von Mangancarbonat, bez. Manganoxyden im Zusammenhang mit Verwerfungen stehen. Diese sollen als Zufuhrkanäle manganhaltiger Lösungen gedient haben, welche eine metasomatische Verdrängung des Kalksteins durch Mangancarbonat veranlaßten.³⁾ Daß es Gänge von Manganerzen gibt, für welche eine thermale Entstehung sehr wahrscheinlich ist, wird gleichfalls von BECK in seinem zitierten Buche (S. 218) hervorgehoben.

Vielleicht wird mir endlich noch der Einwand gemacht werden, daß es unwahrscheinlich sei, daß eine so intensive Thermaltätigkeit noch in so großen Entfernungen von dem Rheintale und in so großer horizontaler Ausbreitung bestanden hätte. Ich kann darin keine Schwierigkeit erkennen, da ja sogar größere Verwerfungen, die offenbar syngenetisch mit den Rheintalhauptspalten sind, sich ebensoweit wie die Manganmulme nach Osten verfolgen lassen, und da die Ablagerung der Manganmulme jeden-

¹⁾ Vergl. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900. S. 115—117 und BECK Lehre von den Erzlagerstätten, 1901. S. 519—521.

²⁾ Berlin 1901. S. 563—564.

³⁾ Freilich spricht sich KLOCKMANN (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900. S. 256—275) für eine primäre Beimengung des Mangans aus.

falls nicht den großen, auch den Buntsandstein durchsetzenden Spalten, sondern dem Netz von unbedeutenden Klüften des Grundgebirges zu verdanken ist.

So scheinen mir denn in der Tat eine ganze Anzahl von Gründen dafür zu sprechen, daß die Manganmulme des Odenwalder Zechsteins einer erst in der Tertiärzeit von Thermalwässern bewirkten Pseudomorphosierung des Zechsteindolomites ihre Entstehung verdanken, daß die Heimat des Mangans aber in der Tiefe zu suchen ist. Dabei vermeide ich es aber absichtlich, Analogieschlüsse auf die mir nicht persönlich bekannten Manganerzlagerstätten in Nassau und Oberhessen zu ziehen, und verweise in dieser Hinsicht auf die bei DELKESKAMP und BECK ja wohl ziemlich vollständig zitierte Literatur über diese Gebiete.

Es scheint aus dieser in der Tat hervorzugehen, daß dort die Entstehung der Manganerze von der in dieser Arbeit für die Odenwälder permischen Manganmulme angenommenen verschieden ist, obwohl die Versteinerungen der Stringocephalenkalke vielfach in Manganerz umgewandelt sein sollen.¹⁾

Schon nach Abschluß dieses Manuskriptes geht mir dank der Freundlichkeit des Verfassers noch eine eben erschienene Arbeit von R. DELKESKAMP zu: „Die technisch nutzbaren Mineralien und Gesteine des Taunus und seiner nächsten Umgebung.“²⁾ In dieser Arbeit werden die Manganlagerstätten des Taunus und seiner weiteren Umgebung unter Beziehung auf die bekannten Untersuchungen von BEYSLAG und RIEMANN eingehend geschildert. DELKESKAMP kommt auch in dieser Arbeit wieder zu dem Ergebnis, daß die Erze als Verwitterungsresiduen der ursprünglichen Gesteine aufzufassen sind.

Zusammenfassung.

Die Aufnahme des auf S. der vorliegenden Arbeit mitgeteilten genauen Schichtprofils der Grenzregion zwischen Zechstein und Buntsandstein führte zu der Auffindung von Zechsteinversteinerungen, die ohne jede Formänderung in Manganmulm übergegangen waren. Ebenso zeigte es sich, daß einzelne Schichten des Zechsteindolomites unter Beibehaltung ihrer ganzen Mächtigkeit, also ohne Volumveränderung in Manganmulme übergehen.

Daraus und aus einigen anderen Tatsachen schließe ich, daß die Mulmbildung, wie schon ANDREAE annahm, eine Pseudomorphosierung des Dolomites ist. Ich glaube aber, daß CHELIUS und DELKESKAMP im Gegensatz zu ANDREAE darin Recht haben,

¹⁾ DELKESKAMP. a. a. O. S. 360.

²⁾ Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1903. Heft 7.

daß sie die Herkunft des Mangans aus dem Buntsandstein für unmöglich halten. Auf Grund von SAUERS unveröffentlichten Beobachtungen über die Manganabsätze der Badener Thermen, auf Grund der Paragenesis der Manganerze und unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse des Odenwaldes stelle ich daher die Hypothese auf, daß die Manganlösungen als Thermalgewässer emporgestiegen sind, sich unter der undurchlässigen Schicht des untersten Buntsandsteins nach allen Seiten horizontal ausgebreiteten und so allmählich Teile des Zechsteindolomites pseudomorph ersetzt haben.

Nachtrag.

Schon nach Absendung des Manuskriptes hatte ich Gelegenheit, das im Mausbachtal bei Heidelberg gelegene Manganbergwerk zu besuchen. Infolge von Einstürzen wird dort die Zimmerung erneuert, so daß eine große Anzahl vorzüglicher Aufschlüsse sichtbar sind. Die Manganmulme liegen keineswegs immer auf dem Dolomit, sondern zum Teil nestartig darin. Sie sind meist durch helle Lagen dünn gebändert; und es ließ sich an Ort und Stelle nachweisen, daß diese Bänderung der ursprünglichen Schichtung des Zechsteindolomites entspricht. Eine sehr wichtige und für die in dieser Arbeit angenommene Entstehung der Mulme günstige Beobachtung ist die, daß die geschichteten Mulme vielfach eine deutliche Quelfaltung zeigen. Ich habe mehrere derartige Stücke mitgebracht und der Sammlung des mir unterstellten Institutes als Belege einverleibt. Diese Quelfaltung, die zweifelsohne bei dem Übergang vom Mangancarbonat zum Mulm entstanden ist, muß als deutlicher Beweis dafür gelten, daß gelegentlich sogar eine Volumvermehrung, nicht eine Volumverringerung stattgefunden hat, wie sie die von CHELIUS und DELKESKAMP vertretene Hypothese voraussetzt.

Merkwürdig ist es, daß sich in dem Rotliegenden ähnlich wie bei Heidelberg selbst eine Dolomitbank eingeschaltet findet, die innerhalb des Stollens keine Spur von Manganmulmen aufweist. Man sollte bei der von mir vertretenen Hypothese annehmen, daß die Pseudomorphosierung des Dolomites sich auch an ihr vollzogen haben müßte. Doch ist zu bemerken, daß in dem Zechsteindolomit die Mulme nicht überall auftreten, sondern oft, auch in dem Mausbachstollen, auf weite Strecken hin fehlen und daß der Dolomit des Rotliegenden oben und unten von undurchlässigen Arkoseschichten umgeben ist und sich vermutlich innerhalb dieser auskeilt. Immerhin wollte ich es nicht unterlassen auch diese für meine Annahme weniger günstige Tatsache anzuführen.