

A BAKONY-HEGYSÉG MANGÁNÉRCTELEPEI.

Írta: FÖLDVÁRI ALADÁR DR.*

— Az 1—5. ábrával és egy táblamelléklettel. —

DIE MANGANERZLAGERSTÄTTEN DES BAKONY- GEBIRGES IN UNGARN.

Von A. FÖLDVÁRI.**

— Mit den Figuren 1—5. und Tafel No. 1. —

Az eddig ismert adatok szerint a Bakony-hegység mangánérc telepei egyrészt a júra és kréta határán, másrészt közvetlenül az eocén előtt képződtek. A mezozoi mészkövek mállásánál, illetve oldódásánál a bennük eloszlott mangán az oldási maradékban koncentrált. Lehetséges, hogy az idősebb érctelep törmeléke is részt vett a fiatalabb telep képzésében. A fiatalabb telepben található konkreciószerű érccdarabok azonban kétségtelenül helyben képződtek. Az érc képződését valószínűleg baktériumok közvetítették.

A hasonlókorú és ugyancsak szárazföldi mállás folytán képződött bauxit telepek és a mangán telepek közt heteropikus fácies viszony van.

A bauxit száraz területeken, a mangánérc vízzel borított helyeken képződött, ugyanazon az egykori szárazulaton.

*

I. Beschreibung der Fundorte.

1. *Úrkút.* Die Lager von Úrkút wurden im Laufe des Weltkrieges aufgeschlossen. Das Erz zeigt hier zwei verschiedene Lagerungstypen. Der erste Typ, der sich als dünne oder mächtigere Inkrustation diskordant auf die Lias-Kalksteine lagert, wird von den Autoren als primäres Lager bezeichnet. (14. 15.) Dieses Vorkommen kenne ich nicht aus eigener Erfahrung, bei der Beschreibung stützte ich mich auf die Literatur (14. 15. 18. 20.) und auf die wörtlichen Mitteilungen des Herrn E. V a d á s z. Der untere

* Előadta a Magyarhoni Földtani Társulat 1932. évi május hó 4.-én tartott szakülésén.

** Vorgetragen in der Fachsitzung der Ungarischen Geol. Gesellschaft am 4. Mai 1932.-

Teil dieser Lagerstätte ist 0.2—0.6 m., der obere 1.5—3.2 m. mächtig. Die zwei Erzlager werden durch eine Mergelbank von 0.5 m getrennt. Das Lager wird durch eine 6—7 m mächtige Mergel-, Ton- und Sandschicht bedeckt. Das Alter der hangenden Schichten wird von den Autoren nicht erwähnt. Der petrographischen Ausbildung nach kann man auf die in der Umgebung sehr verbreiteten eoänen Schichten schliessen. Nach den Angaben von E. Vadász ist das Liegende ein roter Cephalopoden-Kalkstein aus dem Mittelias. (*Amaltheus margaritatus* Zone.) Zwischen den Schichten des Hangenden hat man in den neuen Bohrungen Kalksteine aus der unteren Kreide gefunden. (Die Hangendschichten einiger Bauxite sind auch unterkretazischen Alters) (28). Diese Manganerze sind nördlich von Úrkút zu finden und wurden durch Bohrungen, sowie durch einen heute nicht mehr zugänglichen Stollen in einem 1500 m² weiten Areal aufgeschlossen. Die von hier stammenden Stücke der Sammlungen sind krustenartig, oft von Mergelstreifen durchquert. (Fig. 1.) Am Kontakt mit dem Erzlager ist



Fig. 1. ábra. Krustenförmiges Manganerzstück aus dem „primären“ Lager von Úrkút. (Aus der Sammlung des Min. u. Geol. Inst. d. Technischen Hochschule. Budapest.)

der Jurakalk bis auf eine Mächtigkeit von 0.1—0.2 m mit Mangan durchtränkt und seine Spalten sind mit Mangan ausgefüllt. Unterhalb dieser Zone ist der Kalkstein unverändert.

2. *Úrkút, Csárdaberg*. Der zweite Typus der Lager ist im Tagbau am Westabhang des Csárdaberges noch immer gut zu

sehen. (Taf. I, Fig. 1—4.) Dieser ist von mehreren Autoren als sekundäres Lager beschrieben worden. (14, 15.) Am Aufbau des Csárdaberges beteiligen sich liassische Schichten alpinen Charakters, von unten nach oben in folgender Reihenordnung: (27.)

Lias α	}	Dachsteinkalk-ähnlicher Liaskalkstein (<i>Psiloceras planorbis</i> -Schichten)
		Feuersteinführende Rhynchonellen-Kalke (<i>Schlotheimia angulata</i> - und <i>marmorea</i> -Schichten)
		Roter Brachiopoden-Kalk (<i>Arietites Bucklandi</i> -Schichten)
Lias β	}	Roter Brachiopoden-Crinoiden-Kalk (<i>Oxynoticeras oxynotum</i> -Schichten)*

Im Aufschluss des Manganbergwerkes sind die zwei letzteren Schichtenkomplexe zu beobachten, in deren trichterartigen Höhlen das Manganerz im schwarzen Ton eingebettet zu finden ist. (Taf. I, Fig. 1—4.) Das Erz ist nicht in einer zusammenhängenden Masse, sondern in kleineren oder grösseren Stücken zu finden und zwar von Erbsengrösse, bis zu Blöcken von 100 kg. Unter den kleineren gibt es auch echte Bohnerze, die an der Trichterwand, unmittelbar an der Oberfläche des Kalksteines vorkommen. Die Oberfläche der grösseren Stücke ist abgerundet, tropfsteinartig, nierenförmig, oft durch eine dünne ockergelbe Kruste überzogen. Bei einigen Stücken sind im Inneren die noch nicht umgewandelten Brocken des „Ursprünglichen Mergels“ wahrzunehmen. Bei der Beurteilung dieser nicht umgewandelten ursprünglichen Gesteinrelikte ist meiner Ansicht nach eine gesteigerte Vorsicht sehr begründet. Diese Erscheinung diente als eine der Beweise für den metasomatischen Ursprung des Erzes. Die mir zugegan-

* Eine strenge Abgrenzung des Brachiopoden-Kalkes vom Brachiopoden-Crinoiden-Kalk ist selbst im guten Aufschluss des Csárdaberges nicht möglich. Ich habe solche Brachiopodenkalk-Bänke beobachtet, in deren Fortsetzung Crinoidenkalk anftreten. Immerhin sind die unteren Schichten vorwiegend Brachiopodenkalke, in denen Ammoniten äusserst selten vorkommen; die oberen Schichten dagegen überwiegend Crinoiden-Brachiopodenkalke, die häufig kleine Hierlatzammoniten enthalten. An der Grenze beider Schichtenkomplexe sind hier und da breccienartige Kalksteine zu beobachten. Die nur wenig abgerundeten, eckigen Stücke des Brachiopodenkalkes werden durch den weisslichen Crinoidenkalk zusammengekittet. Diese Erscheinung spricht dafür, dass das Gebiet nach der Ablagerung der Brachiopodenkalke etwas gehoben und dadurch in die Brandungszone versetzt wurde, wo die Brandung die schon abgelagerten Schichten bearbeitete und zum Aufbauen der Crinoidenkalkte verwendete.

genen Exemplare, die zum Teil aus dem vorher erwähnten primären Lager, zum Teil vom Csárdaberg stammen, sind keine Stücke eines nicht umgewandelten ursprünglichen Gesteins, sondern gleichzeitig mit den Erzen gebildete mergelige Schlieren. Ihre Orientierung ist derjenigen des Erzes gleich, kann daher keinesfalls als Beweis für den metasomatischen Ursprung betrachtet werden. Der manganerzführende schwarze Ton enthält in seinem oberen Teil kein Erz mehr, sondern ein 1.2 m mächtiges Braunkohlenflöz. Die überlagernden Schichten sind bunte Tone (Farberden) von verschiedener Farbe und Mächtigkeit, auf die graue Sande mit eozänen Brackwassermollusken folgen. (Fornaer Typ.) Nach oben wird die Schichtenfolge durch nummulinenführende Tone und Mergel geschlossen. Diese Schichtenfolge bildet eine vollkommene, zusammenhängende, konkordante Serie. (Taf. I, Fig. 1.) Aus dem engen Verband der Mangan führenden Schichten mit dem Hangenden ist zu folgern, dass diese Lagerstätte am Anfang des Eozäns oder unmittelbar vor dem Eozän gebildet wurde, E. V a d á s z betrachtet sogar das Erzvorkommen vom Csárdaberg für ein Abrasionsprodukt der eozänen Transgression, dessen Masse aus der Zersetzung und Bearbeitung des primären Lagers entstanden ist. Dieser Auffassung widersprechen die das Lager bedeckenden bunten Tone, welche ohne Zweifel terrestrischen Ursprungs sind. Nur nach der Ablagerung dieser Schichten kam es zur Bildung brackischer und mariner Sedimente. Ich halte die Lager des Csárdaberges eher für das Resultat einer terrestren Denudation und darauf folgenden Akkumulation in den Trichtern des verkarsteten Kalksteines. (Geologische Skizze des Csárdaberges Fig. 2.)

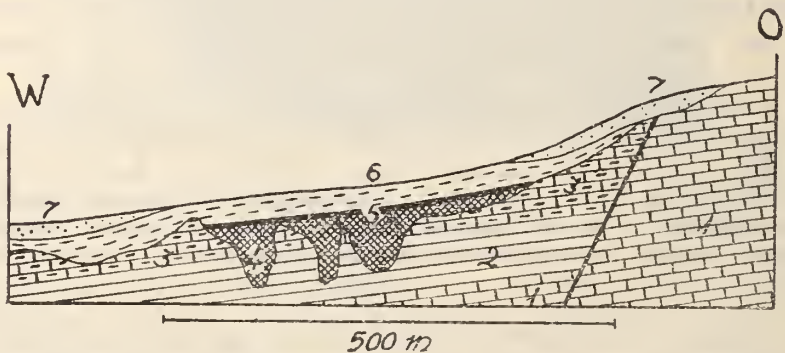


Fig. 2. ábra. Geologische Skizze des Tagbaues im Manganbergwerk von Úrkút (Csárdaberg). 1. Feuersteinführender unterliassischer Kalkstein. 2. Brachiopoden führender roter unterliassischer Kalkstein. 3. Crinoidenführende rote unter- und mittelliassische Kalksteine. 4. Manganerz und Begleitgesteine. 5. Braunkohlenflöz. 6. Eozäne Schichten. 7. Gehäuseschutt.

5. *Eplény*: Die Manganerze von Eplény wurden erst im Laufe der letzten 4—5 Jahre aufgeschlossen. Bei Eplény, östlich vom Kávásberg, parallel mit dem Rücken des letzteren, ziehen zwei niedrige Bergrücken im grossen ganzen in der Richtung N—S. Der östliche Bergrücken wird vom Tunnel von Eplény durchbohrt. Zum grössten Teil besteht dieser Bergrücken aus verkieselte Holzstämme enthaltenden miozänen Schotter-schichten. Das Liegende ist höchstwahrscheinlich Jura, da man oft Feuerstein führende Kalkstücke findet. Die Manganerzlager sind auf der östlichen Seite des westlichen Bergrückens zu finden. Dieser Bergrücken besteht aus Liasschichten. Am südlichen Ende des Bergrückens, bis zum südlichen Ansläufer des Waldes, stehen dachsteinkalkähnliche Liasschichten an, dann folgen Feuerstein führende Kalke, Crinoiden-Brachiopoden-Kalke und endlich Cephalopoden-Kalke. Diese Schichtenfolge zeigt ein approximative nördliches Einfallen. Die Einfallrichtung und die Schichtenfolge stimmt mit dem Verhältnissen des Kávásberges überein. Das Tal zwischen den zwei Bergen ist längs einer Bruchlinie entstanden. Dem Anscheine nach haben die Schollen längs dieser Bruchlinie, im Vergleich zueinander, eine horizontale Verschiebung erlitten.

Die Manganlager liegen diskordant auf roten Liaskalksteinen am östlichen Fusse des Bergrückens. Die Diskordanz offenbart sich einesteils in der Tatsache, dass nicht immer derselbe Lias-Horizont, sondern die verschiedensten Liaskalksteine das Liegende der durch Stollen aufgeschlossenen Erzlager bilden. Andererseits zeigt auch der Umstand auf Diskordanz, dass das Erzlager nur am Fuss des Berges vorzufinden ist, und sich nicht im Streichen auf den Bergrücken hinauf, zwischen die Liasschichten fortsetzt. Die westliche Grenze des Manganlagers wird durch die steile Steigung des Abhanges bezeichnet, wo auch die Liasschichten zum Vorschein kommen. In den Stollen hebt sich das Manganlager gegen diese Grenze zu plötzlich. Diese Hebung lässt das Erzvorkommen als beckenförmige Lagerung erscheinen. Die südliche Grenze des Lagers bildet ungefähr 150 m südlich vom Stolleneingang ein kleiner Hügel, wo die Liascrinoidenkalksteinbänke mit nördlichem Einfallen unter dem die Manganlager enthaltenden Schichtenkomplex an die Oberfläche hervortreten. Auch hier ist die plötzliche Erhebung des Manganlagers in den Stollen zu beobachten. Dieser kleine Hügel bezeichnet morphologisch eine Verwerfung von ost-westlicher Richtung. (Parallele Verwerfung hat man auch im Stollen beobachtet. Die Verschiebung des Manganlagers längs der Verwerfung beträgt nicht mehr als 1 m) Das bis-

her aufgeschlossene Lager reicht vom Stolleneingange 120 m gegen Süden, 50 m. gegen Norden, 75 m gegen Westen. Der beckenförmigen Lagerung entsprechend ist das Lager nach Süden und Westen von geringer Ausdehnung. Die nördliche Grenze ist unbekannt. Östlich bildet das Tal zwischen den zwei Bergrücken die wahrscheinliche Grenze (Bruchlinie). Die Schichtenreihe ist folgende: Auf die Liaskalke lagert sich stellenweise unmittelbar, anderwärts mit Zwischenlagerung von Tonschichten, das Erzlager. Wo das Erz direkt auf den Kalksteinen lagert, zeigen diese verschiedene Metamorphosen. So z. B. sind die oberen 10—20 cm des Crinoidenkalkliegenden, so zu sagen in Kalzitsand zerfallen, da das Bindemittel der (durchschnittlich 1 mm grossen) Kalzitkristalle des Crinoidenkalkes aufgelöst wurde. Anderorts dringt das Erz in die Spalten des Liegendkalksteins ein: in solchen Fällen wird der obere Teil in einer Breite vom 10—20 cm direkt impregniert. Etwa 10—20 cm vom Erzlager entfernt hört diese Impregniierung und auch die Ausfüllung der Spalten durch das Manganerz auf. Das Manganlager besteht auch hier nicht aus einer zusammenhängenden Masse, sondern aus kleineren oder grösseren, konkretionartigen Erzstücken, die ganz wie am Csárdaberg in einem schwarzen Ton gebettet liegen. (Fig. 4.) Die Mächtigkeit des Lagers beträgt im Durchschnitt 1 m, erreicht aber stellenweise auch 3 m. Am unteren Teile des Lagers liegt eine mit Kieselsäure impregnierte Zone, die sogenannte „Harterzzone“. In dieser sind sehr interessante Geoden zu finden, die eine Aufklärung über die Paragenesis der Erze geben.

Die Begleitgesteine der Manganerze sind bunte Tone. In grösster Menge sind ockergelbe farbenbeständige Tone zu finden. An vielen Stellen sind diese Ockererden auch unter dem Manganlager zu finden. Die schwarzen Tone werden an der Luft grau und es bilden sich auf ihnen weisse Tüpfeln. In geringerer Quantität findet man auch silbergraue Tone unter den Begleitgesteinen der Manganlager. Diese Tone neigen zum Gleiten und besonders der ockergelbe Ton zerfällt in lauter eckige Stücke mit glänzenden Oberflächen (=Gleitflächen), bezeugend, dass diese Schichten tektonisch sehr stark in Anspruch genommen wurden. Die linsenartige Lagerung der Begleitschichten deutet auf eine kontinentale Bildung.

Der Eingang des Stollens zeigt eine sehr interessante Erscheinung (Taf. I, Fig. 5.). Hier verdoppelt sich das Manganerzlager. Das obere Lager enthält weniger Mangan und hört bald auf. In Anbetracht seiner starken Fältelung dürfte dieses obere Lager dem

oberen Flügel einer kleinangelegten Falte, respektive eine solche Flexur darstellen, deren Mittelflügel gänzlich verquetscht ist. Dieser stark gefaltete Charakter des Lagers gibt sich in den unterirdischen Aufschlüssen, im fortwährenden Steigen und Sinken des Lagers kund. Im allgemeinen fällt das Lager gegen Norden ein, da es in dieser Richtung immer tiefer anzutreffen ist. Andererseits finden wir an der westlichen Grenze des Lagers, wegen seiner plötzlichen Erhebung, ein östliches Einfallen. Diese zwei Einfallrichtungen verleihen dem Lager seinen beckenartigen Charakter. Gleichfalls am Eingang des Stollens kann man auch beobachten, dass im Liegenden des Erzlagers die Oberfläche des roten Liaskalksteins durch einen roteisenerzhaltigen roten Ton bedeckt ist, dessen kleinere oder grössere Spalten und Schichtenoberflächen Manganerz enthalten. Solcher roteisenerzhaltiger roter Ton ist auch bei der Bauxitgrube von Eplény, an der östlichen Seite der Eisenbahnlinie am Dachsteinkalk, sowie auch am westlichen Fusse des Mézsmaberges bei Eplény vorhanden. An diesen letzteren Orten ist aber nur sehr wenig Manganerz zu finden, nur in den haarfeinen Spalten sehen wir Manganspiegel mit nicht grösseren Mengen, als wie sie an der Oberfläche der Gesteine Dendrite zu bilden pflegen. Diese eisenerzhaltigen roten Tone wurden bei der Verwitterung und Verkarstung der mesozoischen Kalksteine gebildet. Ihr Vorkommen im Liegenden des Manganlagers ist ein wichtiger Wegweiser bei der Erklärung der Bildung der Manganlager.

Auch vom Standpunkte der Beurteilung des Alters der Lager ist der Aufschluss beim Eplényer Stolleneingang, wie auch die Schichtenfolge der nördlich davon liegenden Schurfschächte wichtig. Vormalis wurden aus den weniger günstigen Aufschlüssen, im Hangenden der Manganlager oberliassische kieselsäurehaltige Mergel erwähnt. Das hätte auf die Bildung der Manganlager vor dem Oberlias hingewiesen, nachdem aber im Liegenden jüngere Schichten wie Mittellias nirgends vorgekommen sind, so wäre es möglich gewesen, die Zeit der Bildung der Manganlager ganz enge zu begrenzen. Aber schon damals schien diese Annahme unwahrscheinlich, da sie eine grössere kontinentale Periode zwischen Mittel- und Oberlias bedeutet hätte, wogegen im Bakonygebirge innerhalb der ganzen Juraperiode eben nur die Liasschichtenfolge auf einen kontinuierlichen marinen Sedimentations-Zyklus hindeutet. Überdies hat sich das Manganlager im Streichen zwischen den Schichten des mittleren und oberen Lias nicht auf den Kávásberg und seine Nebenbergrücken hinaufgezogen. Ausserdem steht das Lager vom Úrkúter Csárdaberg, das denselben Typus zeigt,

mit den hangenden eozänen Schichten in so enger Verbindung, dass das Liasalter des Eplényer Lagers zweifelhaft erschien. Die neuen Aufschlüsse beweisen es dann deutlich, dass der verkieselte Mergel im Hangenden des Erzlagers nicht anstehend, sondern ein aus lauter abgerundeten Stücken bestehender und mit Stücken anderer Gesteine vermischter Gehängeschutt ist (Taf. I, Fig. 5), der von den höheren Stellen des Abhanges, vom Rande des Manganerz führenden Beckens her stammt, und wahrscheinlich nicht älter als alluvial ist.

Das Manganerzlager von Eplény stimmt mit dem sogenannten sekundären Lager des Csárdaberges von Úrkút überein. Das Becken von Eplény wird (nach Angaben E. Szörényi's) von den eozänen *Cardium Wiesneri*-Schichten ausgefüllt, deren Lagerung auf die Bauxite anzunehmen ist. Oberhalb des Erzlagers sind diese Schichten zwar nicht gefunden worden, da aber die eozänen Schichten in der Nähe des Lagers mit den Liasschichten in Berührung kommen, dürfte es angenommen werden, dass sie einst auch im Hangenden des Manganerzlagers nicht fehlten. (Geologische Skizze des Beckens von Eplény, Fig. 3.)

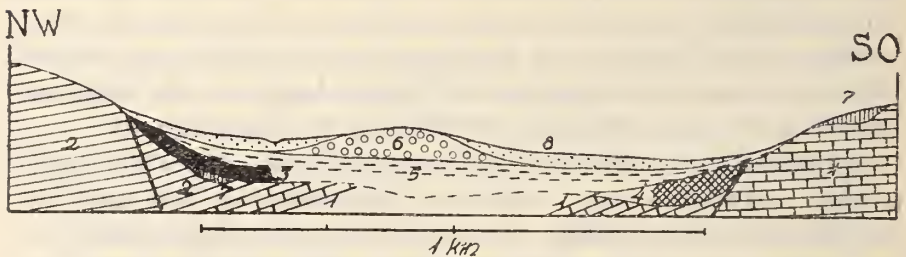


Fig. 3. ábra. Geologische Skizze durch das Becken von Eplény. 1. Dachsteinkalk. 2. Liasschichten. 3. Manganerz mit Begleitschichten. 4. Bauxit. 5. Eozäne Schichten. 6. Miozäner Schotter und Sand. 7. Roteisenerzführender roter Ton. 8. Gehängeschutt.

II. Qualität, begleitende Mineralien und Paragenesis der Erze.

Die vom Úrkúter Csárdaberg stammenden Erze sind von F. P a p p erzmikroskopisch untersucht worden. Die Erze sind aus Polyanitkristallen bestehende, metallglänzende Aderu, die in eine matte schwarze Psylomelangrundmasse eingebettet sind. Oft sind im Psylomelan isolierte Polyanitnadeln zu sehen.

Auch die Erze von Eplény bestehen nach F. P a p p aus Psylomelan und Polyanit. In den Spalten des Erzes sind auch feine Polyanitkristalle vorhanden. An Exemplaren aus Eplény (gesammelt von R. R e i c h e r t und K. S z t r ó k a y) wurde angeblich auch

Pyrolusit beobachtet. In dem von T. G e d e o n erhaltenen Material kommt als Seltenheit auch Wad vor. Die Erzstücke enthalten auch gelbe, mergelige, oder vollkommen verkieselte Bestandteile, die meines Erachtens mit den Erzen syngenetische Gebilde sind. Die Erze der sogenannten primären Lager von Úrkút sind krustenartig. (Fig. 1) Die Erze der sekundären Lager sind abgerundete, fladenartige Konkretionen, oder tropfsteinartige, nierenförmige Stücke. (Fig. 4) An der Oberfläche sind sie oft mit einer dünnen, ockergelben Kruste überzogen.



Fig. 4. ábra. Eine Manganerzkonkretion von 1 m Grösse aus dem schwarzen Ton. (Eplény, Manganbergwerk.)

Solche bröckelige Erze, wie diejenigen der sogenannten sekundären Lager des Bakonygebirges, nennt H u m m e l „Bröckelerze“ und hält sie für unterirdische Bildungen. (13.)

Von grossem Interesse sind die mit dem Erzlager in Berührung stehenden Liaskalksteine, die bis zu einer gewissen Tiefe mit Manganerz impregniert sind. Das Erz scheidet sich in den feinen Spalten des Gesteins, sowie auch zwischen den Fossilien und ihrer umhüllenden Matrix aus und verschwindet allmählich mit zunehmender Entfernung vom Erzlager. Bei anderen Kalksteinstücken, die eine breccien- oder konglomeratartige Struktur haben, also als Reibungsbreccien einer Verwerfung aufgefasst werden können, bildet das Manganerz das Bindemittel der Breccie.

Auch hier ist es zu beobachten, dass der Erzgehalt mit zunehmender Entfernung vom Lager abnimmt, respektive ganz verschwindet.

Zwischen den Manganbohnerzen sind auch eingeschwämmte

Jurafossilien zu finden: diese sind abgerollt und mit Manganerz durchtränkt.

In Bezug auf die chemische Zusammensetzung der Erze verweise ich auf die einschlägige Literatur. (14—15.)

Es ist von Wichtigkeit, dass nach den Analysen sich die Erze als Mg- und P-haltig, ausserdem stark verkieselt erweisen. All-diese Daten deuten auf die terrestrische Bildungsweise mit nachfolgender Dolomitisierung und Verkieselung der Erze hin.

Die Dolomitisierung tritt nach H u m m e l in der letzten Phase der Wirkung der durch Verwitterung entstandenen Lösungen ein. (15)

Die Begleitmineralien des Erzlagers sind besonders im unteren Teil desselben, in der sogenannten „Harterzzone“ zu finden. Die Begleitmineralien sind: ein graulichweisser, dichter, massiger Quarz und wasserklare Quarzkristalle in sehr guter Ausbildung. In einer anderen Generation der wasserklaren Quarze sind auch geätzte Kristalle zu finden. Die Auffallendsten sind die schwarzen, sehr gut entwickelten Quarzkristalle. Die Quarzkristalle erscheinen in den Kombinationen M {1010}, R {1011} und Z {0111}, von denen die zwei letzten im Gleichgewicht ausgebildet sind. Endlich ist an der Wand einiger Geoden auch ein weisser und blauer Chalzedon zu finden.

Die Reihenfolge der Ausscheidung der in der Harterzzone vorkommenden Mineralien der Geoden ist:

1. Dichter graulichweisser Quarz, 2. blauer Chalzedon, 3. weisser Chalzedon, 4. wasserklare Quarzkristalle.

Ein anderer Fall: 1. dichte, graulichweisse Quarzkristalle, 2. bläulicher Chalzedon, 3. kristalline dichte Manganerzschicht (Polyanit), 4. dichte graulichweisse Quarzschicht, 5. weisse, weniger klare Quarzkristalle.

In weiteren Geoden: 1. dichte, graulichweisse Quarzschicht, 2. bläulicher Chalzedon, 3. dichte, kristalline Manganerzschicht (Polyanit), aus der in den Hohlraum der Geode Polyanitkristalle hineinragen.

1. Dichte, graulichweisse Quarzschicht, 2. schwarze, sehr gut entwickelte Quarzkristalle.

1. Dichte, grauweisse Quarzschicht, 2. blauer Chalzedon, 3. weisser Chalzedon, 4. blauer Chalzedon, 5. weisser, dichter Quarz.

1. Manganerzkristalle (Polyanit), 2. Durchsichtige, weisse Quarzkristalle mit geätzter Oberfläche.

1. Dichte, weissgraue Quarzschicht, 2. blauer Chalzedon, 3. Manganerzkristalle (Polyanit), 4. sehr schön entwickelte Quarzkristalle.

Aus diesen Daten geht hervor, dass zu allererst die Ausscheidung der Kieselsäure stattfand. Wahrscheinlich fällt die Bildungszeit der unteren verkieselten Harterzzone in diese Periode. Darauf folgte die Ausscheidung des Manganerzes und endlich nochmals die Kieselsäure. Diese letztere Ausscheidung der Kieselsäure erfolgte vielleicht durch das Einsickern des älteren Quarzmaterials in das Innere der Geode.

Bemerkenswert ist das Vorkommen der schwarzen, allem Anscheine nach durch Mangan gefärbten Quarzkristalle. Diese entstanden zumcist in Geoden, in denen keine Manganerzschicht zur Ausbildung kam. Es scheint, dass der schwarze Quarz das Manganerz an solchen Stellen vertritt, wo der geringe Mangan Gehalt nicht zur Bildung einer selbständigen Schicht und von Kristallen genügte und nur als färbende Substanz wirkte.

Die Rolle des Mangans als Färbstoff zeigen diejenigen Geoden, in denen die schwarzen Quarzkristalle auf der Manganerzschicht sitzen. Bei diesen ist die erste Quarzgeneration grauweiss; hierher konnte der Manganfärbstoff noch nicht eindringen. Dann folgte die Bildung des Manganerzes und die darauf folgende, zweite Quarzgeneration konnte schon aus der Erzschicht Mangan aufnehmen; daraus ist die schwarze Farbe zu erklären.

III. Entstehung der Manganerzlager.

Die Manganerzlager des Bakonygebirges sind in der Literatur als primäre Lager und als durch Zertrümmern des Primärlagers entstandene, sekundäre Lager unterschieden worden (14—15.). Das primäre Lager beschrieb man als metasomatisches, (14—15.) während die sekundären von anderen Forschern (18—20.) für manganreiche Sumpferzlager angesehen worden sind.

Es muss zuerst die Frage beantwortet werden, ob die Erze des sekundären Lagers wirklich durch Zerbröckelung des Primärlagers entstanden sind, oder wenigstens zum Teil, — eventuell in ihrer Gesamtmasse. — an Ort und Stelle primär ausgeschieden wurden. Sogar der Standpunkt, dass die Erzlager durch Eisenbakterien ausgeschieden wurden, kann nicht widerlegt werden, da ja in dem ohne Zweifel durchkristallisierten, sogar in neue Mineralien umgewandelten Lager die positiven Beweise: charakteristischen Spuren der Bakterien voraussichtlich nicht aufzufinden sind. Zur Übersicht des ganzen Fragenkomplexes habe ich es für das Beste gehalten, alle in Betracht kommenden Bildungs-

weisen mit Erwähnung sämtlicher pro - und kontra - Umstände zu diskutieren.

1. Diese Manganlager können weder als aus einer Tiefsee ausgeschiedene Pelagite, noch als eine Strandbildung aufgefasst werden (Mangankruste), da die diskordante Lagerung bei syngenetischen marinen Manganerzen undenkbar ist. Es widerspricht weiters dieser Bildungsweise der terrestrische Charakter der begleitenden bunten Tone.

2. Für die metasomatische Herkunft sprechen wenige Beweise, dagegen widersprechen ihr viele Umstände. Eigentlich kann von einem chemisch bedingten Umbau der aufsteigenden Lösungen.— das heisst einer richtigen Metasomatose, die sich in einem Austausch der Bestandteile chemisch ähnlich gebaueter Verbindungen äussert, nicht die Rede sein. Im Falle einer echten Metasomatose müsste die unmittelbare Fortsetzung der Lager in die Tiefe, oder zu mindest die Spalte der aufsteigenden Erzlösungen festgestellt werden können. Andererseits ist es schwer zu verstehen, warum sich bloss eine krustenartige obere Lage der Jurakalke umwandelte, die diskordant zu den Kalksteinen selbst verläuft, und eine ehemalige Erosionsfläche bedeckt? Im Falle einer Metasomatose müssten ganze Gesteinsblöcke umgewandelt werden, die eine Fortsetzung auch in die Tiefe haben. Sogar die Qualität der Erze spricht gegen eine metasomatische Auffassung. Sie sind nämlich weder Karbonate, noch Silikate, sondern Oxyde. Es könnte zwar angenommen werden, dass die ursprünglichen Karbonate oder Silikate sich in Oxyde verwandelt hätten. Dies ist aber unmöglich. Es haben sich nämlich die mit den Granitinjektionen zusammenhängenden metasomatischen karbonatischen Manganerze in dem paläozoischen Kalkstein der unweit gelegenen Száv- und Somlyó-berge (30) ebenfalls nicht in Oxyde verwandelt, trotzdem dies bei diesem bedeutend älteren, der Menge nach viel geringeren Vorkommen viel eher zu erwarten wäre, als bei den Manganlagern des Bakony.

Die Bildung der Manganerze muss jedenfalls vor dem Eozän stattgefunden haben, kann daher nicht mit den benachbarten pliozänen Basalteruptionen in Verbindung gebracht werden.

Deszendente Lösungen können bei der Bildung der Erzlager schon eine Rolle gespielt haben, doch ist auch dies keine echte Metasomatose, sondern bloss eine Impregnierung. Von der metasomatischen Umwandlung verschonte Einschlüsse des ursprünglichen Gesteins sind im ersten Kapitel dieses Aufsatzes schon erwähnt worden.

3. Weiters können die Manganerzlager des Bakony auch als bei der Verwitterung der Gesteine gebildete und auf irgendeine Art konzentrierte Verwitterungsprodukte aufgefasst werden. Die Möglichkeit der Bildung solcher Lager ist sowohl in Bezug auf Eruptive, wie Karbonatgesteine bereits nachgewiesen worden. In Bezug auf die einschlägige reiche Literatur verweise ich auf die *Witte'sche* Arbeit. (52.)

Für eine solche Bildungsart der Lager spricht vor allem die Lagerung. Die Erze liegen auf der erodierten, stark verkarsteten Oberfläche der Liaskalke, also auf der Oberfläche eines ehemaligen Festlandes. Die Begleitschichten sind terrestrischen Ursprungs. Die grosszügigen Karstphänomene beweisen eine hochgradige Verwitterung, die genug Rohmaterial zum Aufbau der Lager lieferte. Überraschend ist die Übereinstimmung der Profile und Schichten der Csárdaberger Lager mit den Verhältnissen verschiedener Bohnerzlager der Schwäbischen Alb und Fränkischen Jura. Hier muss ich hauptsächlich auf das Profil des Ludwigstales (4. II. p. 386—395.) und einiger Vorkommen von Mittel-Frankreich und der Schweiz hinweisen. (21. p. 155 und 12. I. p. 659. Taf. XXVII.)

Die Erze sind alle für die durch Verwitterung gebildeten Manganlager charakteristisch. (24.) Diese Lager bezeichnen die Verfasser mit verschiedenen Namen, z. B. Vadose Lagerstätten. (51.) Elluviale Lagerstätten. (Klockmann: Stahl und Eisen 1908. No. 55.) Die bei den ähnlichen Lagern vorkommenden Veränderungen, namentlich Verkieselung, Dolomitisierung, geätzte Oberfläche der Quarzkristalle sind auch hier zu finden. (13. p. 25.) Auch die Zeit der Bildung des Erzlagers stimmt mit den bereits früher nachgewiesenen terrestrischen Perioden überein. So z. B. das vor der unteren Kreide gebildete primäre Lager von Úrkút mit der an der Grenze von Jura und Kreide nachgewiesenen kontinentalen Periode. Das vor dem Eozän gebildete Lager vom Úrküter Csárdaberg und von Eplény fällt mit der grossen voreozänen kontinentalen Periode zusammen. (25., 28.)

All diese Erscheinungen bestätigen den kontinentalen Ursprung der Manganerzlager, wie aber die Bildung der Erzlager vor sich ging, das lässt sich schwieriger bestimmen.

Aus der Literatur sind auf anorganischem Wege und unter Mitwirkung von Organismen gebildete Erzlager bekannt. Zwischen den beiden Bildungsweisen stehen gewissermassen als Übergang die mit Vermittlung von Humusmaterial entstandenen Lager.

Anorganische Bildungsweisen.

a) Die Mangan- und Eisenerze können aus den durch Verwitterung entstandenen dünnen Mangan- und Eisen-Lösungen, wenn diese mit der Luft in Berührung kommen, durch einen einfachen Oxydationsprozess als Oxyde abgeschieden werden. Diese Bildungsweise kann in solchen Schotterschichten beobachtet werden, wo der Horizont des Grundwassers nicht beständig ist. Die Zone oberhalb des Grundwassers ist gelblich braun, dagegen sind die ständig unter Grundwasser stehenden Teile grau. Diese Erscheinung kann in den oberen Sand- und Schotterschichten der Wasserwerke von Budapest (Megyer) beobachtet werden. Diese einfache Bildungsweise kann für die Erzlager vom Bakony nicht angenommen werden, da die Erze des Bakony aus solchen Lösungen abgeschieden wurden, wo der Eisengehalt 5—10-mal so gross war, als der Manganengehalt. Wo Mangan mit Eisen gemeinsam vorkommt, geht das Mangan leichter in Lösung, und kann schwerer abgeschieden werden, als das Eisen. Aus den hier in Frage kommenden eisenreichen Lösungen konnte auf diesem Wege ein den Bakonyer Erzen entsprechender, manganreicher Niederschlag nicht abgeschieden werden.

b) Nach *Pfaff* enthalten die bei der Verwitterung der Jurakalksteine entstehenden Farbenerden das in den Kalksteinen verteilte Eisen (in unserem Falle auch das Mangan) in Adsorption. Beim weiteren Fortschritte der Verwitterung stellt das von den Kalksteinen und Dolomiten herunterrinnende, Kalzium- und Magnesiumkarbonate enthaltende Niederschlagswasser die Adsorption ein, und führt die Eisen- und Mangansalze in Lösung über. Diese in Lösung gebrachten Eisen und Mangansalze scheiden sich, wenn sie in sandige (oder Silikat-) Gesteine geraten, infolge der Wirkung der Kieselsäure aus und bilden Erzlager. All diese Prozesse hat *Pfaff* durch Experimente bewiesen. (19.)

Behrend erklärt die ausscheidende Wirkung der Kieselsäure durch Elektrolyse: in wässriger Lösung haben die festen Quarkörnchen und Kieselsäure-Teilchen eine negative Ladung, das Eisenhydroxyd dagegen eine positive (6. 17.). Die Manganabscheidung ist auf diesem Wege nicht zu erklären, da das Manganhydroxyd in wässriger Lösung eine negative Ladung hat. (6.)

In Bezug auf die Erzlager vom Bakony wird diese Erklärung dadurch unterstützt, dass die Erze tatsächlich in Verbindung mit einer Verkieselung vorkommen. Bei der Untersuchung der in der Harterzone befindlichen Geoden haben wir gesehen, dass der

Erzbildung eine Durchtränkung mit Kieselsäure vorausgeht. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die bei der damaligen oberflächlichen Verwitterung in kolloider Form in Lösung geratene Kieselsäure die Gesteine durchtränkte, und diese gelartige Kieselsäure die Mangan- und Eisenerze abschied.

Die Auffassung von P f a f f wird auch dadurch unterstützt dass bei den Bakonyer mezozoischen Kalksteinen, deren Verwitterung das Rohmaterial zur Bildung der Erzlager lieferte, der grösste Teil des Mangans und Eisens auch tatsächlich in dem tonigen Lösungsrückstand zu finden ist.

Für diese Bildungsweise spricht auch eine Erscheinung, welche in der Eplényer Bauxitgrube zu beobachten ist (Fig. 5).

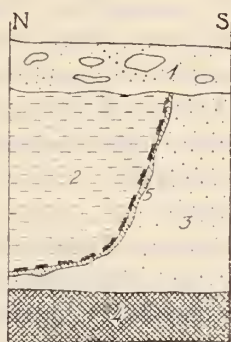


Fig. 5. ábra Geologische Skizze im Tagbau des Bauxitbergwerkes von Eplény. 1. Gehängeschutt (lössartig). 2. Eozäner Ton. 5. Eozäner Sand. 4. Bauxit. 5. Neben der Verwerfung ausgebildeter und mit Manganerz verkitteter Sandstein.

Hier besteht das Hangende des Bauxits aus Sand und Tonschichten. An einer Stelle, längs einer kleinen schiefen Verwerfung gerieten die Ton- und Sandschichten mit einander in Berührung. Aus der Verwerfung sickert ständig ein wenig Wasser hervor. Längs der Verwerfung wird nun der Sand in der Mächtigkeit von 1—2 cm zu einem Sandstein mit Manganerz als Bindemittel verzementiert.

Bei dieser rezenten Manganerzbildung sehen wir ebenfalls die ausschheidende Wirkung des Quarzsandes.

Es widerspricht der Vorstellung von P f a f f, dass die Manganerze auf Jurakalk zwischen Tonen zu finden sind. Sand in grösseren Mengen wurde erst nach der Bildung der Erze abgelagert und konnte somit bei der Erzbildung keine Rolle spielen. So können wir bei der Erzausscheidung nur der der Erzbildung vorausgegangenen Verkieselung eine Rolle zuschreiben.

c) Nach Dunnington werden die Manganoxyde durch

Ferrosulfatlösung gelöst und aus dieser Lösung werden sie in der Gegenwart von Magnesium- und Kalziumkarbonaten und Luft wieder abgeschieden. (8. III. 2. p. 922.) Durch diesen Vorgang können die Eisen- und Mangansalze aus ihren Lösungen abgeschieden werden und so ist es möglich, dass auch aus relativ eisenreichen Lösungen Erze mit bedeutendem Mangangehalt abgeschieden werden. Diese Ansicht wird dadurch unterstützt, dass die Erze auf den ehemaligen Oberflächen der Kalksteine zu finden sind, wo sie genügend Luft zur Verfügung hatten. Es widerspricht aber die Tatsache, dass Sulfate im Zusammenhang mit dem Erzlager nicht zu finden sind. Wenn Ferrosulfat-Lösungen, mit Kalksteinen zusammenreffen, müssen Gipskristalle entstehen. Diese Gipsbildung ist in einem Tagbau von Dorog gut zu sehen, wo das eozäne Kohlenflöz auf einem verkarsteten Jurakalk lagert. Da hat sich der Pyrit der Kohle in Berührung mit Luft und Wasser in Eisensulfat verwandelt, und diese Eisensulfatlösungen haben an der Oberfläche der Jurakalke mächtige Gipskristalle, so zu sagen eine wahrhafte Gipskruste zustandegebracht.

Diese voreozäne, verkarstete Jurakalkoberfläche ist den ebenfalls voreozänen verkarsteten Jurakalk-Oberflächen des Bakony, auf welche sich die Manganerzlager lagern, analog; man hätte also auch dort Gipskristalle finden müssen, wenn dort Ferrosulfatlösungen gewirkt hätten.

Die organischen Bildungsweisen.

d) Die Entstehung der finnländischen Teicherze hat man auf die Einwirkung von Humussäure zurückgeführt. (1. 5. 29.) Diese Teicherze sind hauptsächlich in der Nähe von eruptiven Gebieten zu finden, sie werden in Teichen auf sandigem Boden abgeschieden. All diese Umstände fehlen im Bakony und sind dort nicht rekonstruierbar. Auf dem stark verkarsteten Kalksteingelände kann eine ausgiebigere Humusbildung nicht angenommen werden, so dass es nicht begründet ist, bei der Entstehung der Bakonyer Erzlager eine solche Bildungsweise vorauszusetzen.

e) In letzterer Zeit wird bei der Entstehung der Eisen- und Manganerzlager den lebenden Wesen immer mehr eine wichtige Rolle zugeschrieben. Besonders ist's die Gruppe der Eisenbakterien, die bei der Bildung zahlreicher Eisen- und Manganerzlager nachweislich eine Rolle spielen. In jungen fossilen Sumpfeisenerz- und Raseneisenerz-Lagern ist es auch gelungen, die Spuren der Bakterien nachzuweisen. (7. p. 159. Fig. 7.)

Bei älteren Lagern kann man wegen der Umkristallisierung solche Spuren nicht entdecken. Die Bakterien sind im Stande aus sehr dünnen Lösungen die Erze (Hydroxyde) abzuscheiden. Am besten gedeihen sie in solchen Mineralwässern, welche 10—50 mgr/l Ferrohydrokarbonat enthalten. (7. p. 124.) In vielen Fällen ist das Optimum ihrer Wirkung an ganz dünne Konzentration gebunden (unter 0.01 %) (7. p. 95.). Einzelne können ihre Tätigkeit zwischen recht weiten Konzentrationsgrenzen ausüben, in einem Ferrohydrokarbonat-Intervallum von 0.2—0.5 mgr/l bis 100 mgr/l. (7. p. 124.) Die Bakterien scheiden die Mangan- und Eisenhydrokarbonate in Gestalt von Hydroxyden ab. Einige Arten (*Gallionella*, *Spyrophyllum*) können nur Eisen, andere (*Crenothrix*, *Leptothrix*) Eisen und Mangan ausscheiden. (7. p. 96.) Das Dasein solcher, die nur Mangan ausscheiden, ist zweifelhaft.

Behufs Entscheidung, welche Konzentrierung die Eisen- und Manganbakterien in manganhaltigen Sedimenten hervorrufen können, habe ich zwei unzweifelhaft durch Bakterien abgeschiedene Produkte untersucht. Das eine verdanke ich Herrn Privatdozenten E. D u d i c h. und es stammt aus der Höhle von Aggtelek. In der Höhle sind in rotem Ton eingebettete Quarzgerölle zu finden, die z. T., mit einem glänzenden schwärzlichbraunen Lack (ähnlich dem Wüstenlack) überzogen sind. (9.) Es gibt Gerölle, wo nur jene Seite mit dem Lack überzogen ist, welche nicht in Schlamm eingebettet war. Bei anderen Kieselsteinen ist dieser Lack dünn, oder fehlt ganz auf der Seite, wo der Stein liegen muss, um sein Gleichgewicht erhalten zu können. Stellenweise ist dieser Lack auch an der Wand der Höhle zu finden, in der Höhe des alten Wasserstandes. Dieser Lack musste sich also ohne Zweifel aus dem Wasser der Höhle ausscheiden.

Hier kann die ausscheidende Wirkung der Kieselsäure bei der Entstehung des Lackes auf den Geröllen nicht in Frage kommen, weil der Lack auch auf einem in der Höhle gefundenen Knochen vorhanden ist.

Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man in dem Lack eckige, isoliert stehende Quarzsandkörnchen, die in das noch weiche, gallertartige Gel aus den schwebenden Sinkstoffen des Wassers hineingeraten sind. Da D u d i c h aus der Höhle die rezenten Eisenbakterien nachgewiesen hat (*Leptothrix*) (10.), scheint es wahrscheinlich, dass diese Bakterien das Material zu dem Lack lieferten, das sich im Laufe der Zeit durchkristallisierte. In meinen Dünnschliffen habe ich keine Spuren einer organischen Struktur gefunden. D u d i c h züchtete im Aquarium die aus der Höhle

stammenden rezenten Bakterien, die auf den Kieselsteinen des Aquariums einen sehr dünnen, violettbraunen, doch nicht glänzenden Überzug gebildet haben.

Ich habe den Eisen- und Manganengehalt des Lackes bestimmt.*

Unlöslicher Rest	2.57%
Fe ₂ O ₃	58.72 „
MnO	26.56 „

Nach der Analyse R. Maucha's zeigt das Wasser der Lache des „Armensünderhauses“, wo die rezenten Bakterien hausen:

Fe ⁺⁺	1.4 mgr/l
Mn ⁺⁺	5.24 „

Als zweites Beispiel habe ich den Eisen- und Manganoxýdhaltigen Schlamm der einen Hauptleitung der Wasserwerke von Budapest (Megyer) untersucht.

Unlöslicher Rest	27.90%
Fe ₂ O ₃	16.28 „ (bei der Kontrolle 16.57%)
MnO	19.75 „

Der unlösliche Rest war ein feiner grauer Quarzsand, mit kleinen Glimmerschuppen.

An der Techn. Hochschule habe ich von der Wasserleitung am 27. IV. 1952. 10 l Wasser genommen, nach dem ich das Wasser 1/2 Stunde lang laufen liess. Ich habe diese Wassermenge am Wasserbade eindampfen lassen. Dann habe ich:

Fe ₂ O ₃	1.65 mgr/l
MnO	0.017 „ gefunden.

Folgende Daten habe ich durch die Liebenswürdigkeit der Direktion der Wasserwerke von Budapest erhalten:

„Im Mischwasser der am meisten Eisen- und Manganhaltigen Brunnengruppe der Hauptanlage ist der Eisengehalt 1.2 mgr/l, und das Mangan 2.6 mgr/l. Im Absatz dieses Wassers im Leitungsnetz innerhalb der Anlage war das Verhältnis des Eisens zum Mangan 2.2:1.8. Im Wasser einer anderen Brunnengruppe war der Eisen-

* Ich habe den Stein bei 110° C austrocknen lassen, habe ihn abgewogen und den Lack am Wasserbade in Salpetersäure aufgelöst, dann den Stein wieder gut abgewaschen, austrocknen lassen und abgewogen. Die Differenz ergab das Gewicht des Lackes. Nach der Filtrierung der Lösung sind die Sandkörner am Filter geblieben. Nach der Verbrennung des Filters hat das Gewicht des Restes das Quantum des unlöslichen Teiles ergeben. Aus der Hälfte der Lösung habe ich das Eisen mit Hypermanganat titriert, aus der anderen Hälfte das Mangan auf kolorimetrischem Wege bestimmt. Der unlösliche Rest stammt von den in den Lack eingebetteten Quarzkörnern.

gehalt 0.05 mgr/l. und das Mangan 0.09 mgr/l. Aus dieser, vom Ende des ersten 5 km langen Abschnitts der Leitung genommenen Ablagerung war das Verhältnis des Eisens zum Mangan 2.2:2.5.

Da die Verhältniszahl der einzelnen Arten der Eisenbakterien in den verschiedenen Brunnen verschieden ist, so ist auch das Verhältnis des von ihnen abgeschiedenen Eisens und Mangans verschieden."

All diese Daten beweisen es, dass auch durch die Tätigkeit der Bakterien sich manganreiche Ablagerungen bilden können. Es ist noch zu bemerken, dass bei der Bildung dieser Ablagerungen auch die oxydierende Wirkung der Luft eine Rolle spielt.

Der Mangangehalt dieser rezenten Ablagerungen erreicht nicht den Mangangehalt einzelner Manganerzarten. Bei den Manganerzlagern müssen wir auch mit einer starken Diagenese rechnen, wobei der Mangangehalt der Manganerze durch Konzentration gesteigert werden kann.

Einzelne Erscheinungen weisen darauf hin, dass die Eisenbakterien während ihrer Lebensfunktionen auch Kieselsäure abscheiden (z. p. 146.), in diesem Falle könnte auch die die Manganerzlager begleitende Verkieselung auf das Wirken der Bakterien zurückgeführt werden.

IV. Der Mangan- und Eisengehalt der mesozoischen Kalksteine des Bakony-Gebirges.

Ich musste mich auch mit der Frage befassen, woher der Mangan- und Eisengehalt der Erzlager stammt und in welchen Gesteinen er verteilt war. In erster Reihe kommen die Mangankonkretionen führenden Liaskalke in Frage; die Masse und Mächtigkeit dieser Gesteine ist aber zu gering dazu, dass aus deren Verwitterung sich Erzlager bilden könnten. Die Manganhaltigen Feuersteine sind ebenfalls nicht dazu geeignet, Manganlager zu bilden, teils ihrer geringen Menge wegen, andererseits weil sie schwer verwittern und das in ihnen verteilte Mangan schwer in Lösung übergeht. Wahrscheinlicher ist es, dass die roten Jurakalksteine das Material zur Bildung der Manganlager geliefert haben. Schon die Farbe dieser Kalksteine verrät viel Färbematerial (Fe. Mn). Überdies wurden im Bakony-Gebirge Manganlager nur auf roten Jurakalken gefunden. Besonders die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Eplény sprechen für diesen Ursprung der Erze (Fig. 3.)

Hier sind Manganerz- und Bauxitlager ähnlicher Lagerung und

selben Alters von einander ungefähr 800 m weit anzutreffen. Die Bauxite überlagern die weissen Dachsteinkalke, die Manganerze dagegen die roten Jurakalke. Hieraus ergäbe sich von selbst die Annahme, dass die Manganerze aus gefärbten (an Fe und Mn reichen), die Bauxite dagegen aus hellen (also an Fe und Mn armen) Kalken gebildet worden sind.

Doch rechtfertigen die Analysen diese Vermutung nicht, da die weissen Dachsteinkalke ebensoviel Mangan enthalten wie durchschnittlich die Jurakalke; bloss der Eisengehalt der Jurakalke übertrifft denjenigen des Dachsteinkalkes bedeutend. *Unter solchen Verhältnissen kann der Umstand, dass an der voreozänen Oberfläche an einer Stelle Bauxit, an der anderen (bloss 800 m weiter) Manganerz gebildet wurde, nicht auf die chemische Zusammensetzung des Untergrundes zurückgeführt werden.*

Mit meinem Kollegen T. T a k á t s haben wir den Eisen- und Mangangehalt mehrerer Kalksteine des Bakony untersucht, die ich mit den Eisen- und Mangan-Werten einiger von T. G e d e o n mitgeteilten Bauxitanalysen ergänzt habe (siehe Tabelle Seite 35.).

Die Kalksteine wurden in dünnen Säuren gelöst und dabei erhielten wir einen rotbraunen, gallertigen Rückstand. Nachher verlor der im Wasserbad mit konzentrierter Säure eingedampfte Lösungsrückstand die intensive rote Farbe und wurde weiss oder wenigstens sehr blass. Inzwischen erhielt die Lösung eine intensiv gelbe Farbe. Der Lösungsrückstand wurde filtriert und ausgeglüht gewogen. Nach der Ausglühung nahm der Rückstand eine mehr oder weniger gelbliche Farbe an. Dies beweist, dass durch dieses Verfahren aus dem Lösungsrest nicht der ganze Eisen- und Mangan-Gehalt extrahiert werden kann. Da der überwiegend grösste Teil des Eisen- und Mangan-Gehaltes doch gelöst werden konnte, gelangten wir auch mit dieser Methode zu einer unserem Ziele entsprechenden Genauigkeit. Die mehrmalige Eindampfung mit Salzsäure extrahierte den ganzen Eisen- und Mangan-Gehalt, der ausgeglühte Rückstand wurde ganz weiss. Da der Chloridgehalt bei der Feststellung des Eisens und Mangans störend wirkte, wurde die Auflösung in Salpetersäure durchgeführt.

Nach den Daten der chemischen Analyse enthält 1 m³ (2700 kgr) Kalkstein von der Dichte 2.7 bei einem durchschnittlich 0.02 %-igen Mangangehalt, 0.54 kgr, rund 0.5 kgr Mangan. Demnach liefert:

1 km ² Fläche des Kalksteins bei	1 m Dicke	500 t Mangan.
1 „ „ „ „ „	50 „ „	25000 „ „
10 „ „ „ „ „	50 „ „	25000 „ „

Fundort	Unlös- lich %/o	Fe ₂ O ₃ %/o	Mn O ₂ %/o
Eplény, weisser Dachsteinkalk	*	0·05	0·016
Úrkút, Csárdaberg, Manganbergwerk. Roter, Brachiopoden führender unterliassischer Kalkstein.	0·67	0·18	0·015
Berg Rücken südlich von Úrkút. Hellroter, weiss gespränkelter Crinoidenkalk. Unterlias.	0·85	0·54	0·03
St. Gál. Grosser Steinbruch bei der Eisenbahnstation. Violettroter Liaskalk.	0·56	0·20	0·008 0·009
Öst. Ende von Úrkút, roter, Cephalopoden führender mittelliassischer Kalkstein.	1·22	0·37	0·04
Olaszfalú, Eperkésberg, hellroter, weiss gespränkelter Crinoidenkalk. Lias.	*	0·26	0·04
Kardosrét. roter, Cephalopoden führender Oberlias-Kalkstein.	1·40	0·55	0·02
Borzavár, nördlicher Abhang des Kopaszberges. Roter, Brachiopoden Führender oberliassischer Kalkstein.	*	0·65	0·05
Zirc, Pintérberg, Steinbruch. Roter, Cephalopoden führender Doggerkalk.	1·52	0·28	0·07
Borzavár, roter, Crinoiden führender Diphya-Kalk. Tithon.	8·54	0·69 0·61	0·06
Die Mittelwerte der obigen 10 Analysen		0·55	0·05
Desgleichen auf Metall Mn und Fe gerechnet		0·25	0·02

Eplény, Bauxit		21·54	0·55
Gánt, Bauxite im Mittelwert		57·82—4·42	0·50—0·11
Gánt, manganarmer violetter Bauxit		10·00—9·50	0·05—0·02
Gánt, manganreicher violetter Bauxit		57·90	0·22
Gánt, manganreicher Bauxit		25·80—20·70	8·80—1·65

* Diese Kalksteine wurden in Schwefelsäure gelöst, der unlösliche Teil konnte aber wegen des entstandenen Kalziumsulfat-Niederschlags nicht bestimmt werden.

Ein Blick auf Lóczy's geologische Karte der Umgebung des Balaton-Sees zeigt, dass die Jurakalke im Verhältnis zu den Triaskalken und Dolomiten ein sehr beschränktes Areal bedecken. In den meisten Fällen transgredieren die eozänen Schichten auf die triassischen. Die ganze Jura-Schichtenfolge ist von der Oberfläche der Triasschichten während der voreozänen Festland-Periode erodiert worden.

Der 0.02%-ige Mangangehalt so ausgedehnter Gebiete war im Fall einer Konzentration reichlich genug zur Bildung der Manganerzlager des Bakony-Gebirges.

Die Genese der Manganerzlager stelle ich mir folgendermassen vor. Am voreozänen Festland ist aus den durch Verkarstung der Kalksteine entstandenen Zersetzungsprodukten vorerst der Mangan-, dann in bedeutend geringerer Masse der Eisen-Gehalt herausgelöst worden. (In Kalksteinen ist das mittlere Verhältnis zwischen Eisen und Mangan wie 10:1, in den Bauxiten 20:1; demnach scheinen die Bauxite eine Demanganisation durchgemacht zu haben. Dies scheint auch mit dem Umstand, dass Mangan bedeutend leichter in Lösung übergeht, im Einklang zu stehen.)

Aus den dünnen Manganlösungen des abfliessenden Niederschlagswassers haben die Eisen-, Mangan-Bakterien in dazu geeigneten Mulden die Manganerze ausgeschieden.

Besonders günstig für die Bakterien war die sehr dünne Lösung. Am Manganerzlager von Eplény sind zwei Phasen der kontinentalen Verwitterung besonders gut zu beobachten: Die an der Oberfläche der Liaskalke verbreiteten, roten, eisenführenden Tone sind Zersetzungsprodukte einer trockenen Periode. Erst, als das Gebiet des Manganbergwerkes von Eplény infolge Denudation vertieft wurde und unter Wasser geriet, konnte die erzabscheidende Tätigkeit der Bakterien beginnen. Ohne diese Erklärung wäre es schwer zu verstehen, warum sich auf dem Liaskalk erst eine Roterde, später aber Manganerz bildete. Später gelangte das so ausgeschiedene Sumpferz durch Wasserverlust und Durchkristallisation zu seiner jetzigen Gestalt.

Die ganze Genese des Erzes ist daher nichts anderes, als ein mit Hilfe lebender Organismen hervorgegangener Verdichtungsprozess. Es wäre von Interesse auch in der Hinsicht nachzuforschen, ob diese Erfahrung mit in künstlichen Bassins gezüchteten Bakterien, — dort, wo manganreiches Wasser zur Verfügung steht, — nicht auch industriell verwertet werden könnte.

Die Bauxite sind vielleicht, ebenso wie die Manganerze, aus dem Lösungsrelikt mesozoischer Kalksteine hervorgegangen und

zwar in Fällen, wo das Niederschlagswasser nicht nur den Mangan-gehalt, sondern auch Eisen und zum Teil noch andere Verunreinigungen herauslöste. Unzweifelhaft ist es, dass die Bauxite ebenfalls einigermassen umgelagert worden sind: für eine solche Umlagerung sprechen die auch im Eplényer Aufschluss vorkommenden abgerundeten Bauxitgerölle, die G e d e o n (11) aus Gánt als Riesenpisolite beschreibt.

V. Geologie der Manganerzlager.

Die Manganerz-Aufschlüsse des Bakony sind auch erdgeschichtlich von grosser Bedeutung. Da sehen wir die wohlherhaltene Oberfläche: das einstige Karstgebiet des im Ungarischen Mittelgebirge festgestellten, voreozänen Festlandes (23, 28).

Diese Oberfläche wurde in der ganzen Ausdehnung des Mittelgebirges durch die eoazäne Transgression erst mit Süswasser-, dann mit brackischen und endlich mit marinen Schichten überlagert. Bei Eplény ist der östliche und westliche Rand des Beckens wahrscheinlich schon durch kretazische Bewegungen ausgestaltet worden (22, 25). Den westlichen Rand des Beckens bildet der grosse Bakonyer Querbruch. Die zwischen den beiden Horsten gelegene, tiefere Depression bildet das Eplényer Becken. In dieser Mulde häuften sich Bauxite auf und in den wasserbedeckten Teilen des Beckens entstanden die Manganerze. Die paläogeographische Bedeutung der Manganerze liegt darin, dass sie die wasserbedeckten Flächen des einstigen Festlandes zeigen. Die eoazäne Transgression überschwemmte schon diese präformierten Mulden. Tektonisch ist die gefaltete Form des Eplényer Lagers von Wichtigkeit. Der aus relativ weichen Gesteinen bestehende, manganerzführende Schichtenkomplex erlitt zwischen harte Kalkschollen eingepresst eine Faltung, ja er wurde sogar einigermassen nach Süden überschoben. Dabei ist in den benachbarten Kalkmassen keine Spur von einer Faltung, sondern bloss eine Bruchstruktur zu beobachten. K. R o t h v o n T e l e g d erwähnt aus dem Bakony horizontale Dislokationen (22). Die geringe Überschiebung des Eplényer Erzlagere kann auch eine Folge der horizontalen Dislokation der benachbarten Schollen sein.

Im Verlauf des Csingertales ist eine mehrfache Umschwemmung des Manganlagers und nach Grösse erfolgte Separation der Erzstücke zu beobachten (14). Dies ist allenfalls eine mit der Ausbildung und Einschneidung des Csingertales in Verbindung

stehende Erscheinung und erfolgte in geologisch ganz jungen Zeiten. Diese durchschwemmten Erzvorkommnisse sind als sekundäre Lager anzusehen und scharf von den vor dem Eozän gebildeten anstehenden Lagern von Csárdaberg und Eplény zu trennen, die in der Literatur ebenfalls als sekundäre Vorkommen erwähnt worden sind. (14).

Solche jüngere Umschwemmungen sind bei Eplény im Lössaufschluss des Manganbergwerkes zu beobachten. Hier kommen sogar zwei, bis 15 cm dicke eingeschwemmte Manganerzschichten im Löss vor.

Kurz zusammengefasst lassen sich aus den bis jetzt zur Verfügung stehenden Daten die folgenden Tatsachen feststellen:

1. Die Manganerzlager des Bakonygebirges wurden in einer vorkretazischen und in einer jüngeren, voreozänen Periode gebildet. (In der Literatur wurden die ersteren als „primäre“ die letzteren als „sekundäre“ Lager erwähnt). Möglicherweise hat an der Bildung der jüngeren Lager das zerbröckelte Material der älteren Lager teilgenommen. Die konkretionsartigen Blöcke der jüngeren Lager bildeten sich jedoch anstehend.

2. Die Lager sind Verwitterungsprodukte einer Festlandperiode. Meine Untersuchungen bestätigen die Auffassung von Prof. K. v. P a p p (18—20). Er hielt die Bakonyer Manganerze für Sumpferze. Bei der Bildung der Lager spielten die Eisenbakterien eine Rolle.

3. Zwischen den Bauxiten und Manganlagern besteht ein heterotisches Faciesverhältnis.

*

Ausgearbeitet im Mineralogischen und Geologischen Institut der Technischen Hochschule, Budapest.

Erklärung zur Tafel I. am Ende des Bandes.

1. Úrkút, Csárdaberg. Tagbau des Manganbergwerkes.
 - j.* = Jura- (Lias-) Kalkstein.
 - m.* = Manganerz und schwarzer Ton (4—5 m)
 - k.* = Braunkohlenflöz. (1.2 m)
 - s. t.* = Schwarzer Ton (2 m)
 - g. t.* = Gelber Ton (Farberde) (1 m)
 - n. m.* = Nummulinen führende Schichten
 - t.* = Gehängeschutt.
2. Úrkút, Csárdaberg. Tagbau des Manganbergwerkes. Der grösste voreozäne Karsttrichter nach dem Abbau des Manganerzes.
3. Úrkút, Csárdaberg. Tagbau des Manganbergwerkes. Voreozäner Karst nach dem Abbau der Manganerze und der eozänen Schichten.

4. Ürkút, Csárdaberg. Tagbau des Manganbergwerkes. Kleine Karsttrichter im Jurakalk, z. T. mit Manganerz erfüllt.
5. Eplény. Eingang zum Manganbergwerk.
 - m.* = Manganerz und schwarzer Ton.
 - o.* = Ockererde = gelber Ton.
 - g.* = Gehengeschutt. (Abgerollte verkieselte Oberliasmergel.)
 - b.* = Boden.

IRODALOM. — LITERATUR.

1. B. Aarniö: Om sjöalmerna i några sjöar i Pusula Pyhäjärvi Loppis, Somerniemi och Tamella socknar, Geologiska Kommissionen i Finland geotekniska meddelanden No. 20. Helsingfors 1918. Referate: Zeitschrift für praktische Geologie 28. 1920. No. 7. p. 114.
2. I. Ahlburg: Über die Eisernerze und Eisen-Manganerze des Lahngbietes und ihre Beziehungen zu Eruptivgesteinen. Zeitschrift für praktische Geologie 25. 1917. No. 2—5. p. 29—38 und 49—56.
3. O. Aschan: Die Bedeutung der wasserlöslichen Humusstoffe (Humussole) für die Bildung der Sec- und Sumpferze, Zeitschrift für praktische Geologie 15. 1907. p. 56—62.
4. R. Beck: Lehre von den Erzlagerstätten 1909.
5. R. Beck—G. Berg: Abriss der Lehre von den Erzlagerstätten 1922.
6. F. Behrend: Ueber die Bildung von Eisen- und Manganerzen durch deren Hydroxydsole auf Verwitterungslagerstätten. Zeitschrift für praktische Geologie 32. 1924. No. 7—8. p. 81—89 und p. 102—108.
7. Cholidny: Eisenbakterien, Pflanzenforschung 4 H. Herausgegeben von Prof. Kolkwitz Berlin—Dahlem 1926.
8. C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie III. 2. p. 560—965. (weitere Literatur Angaben.)
9. E. Dudich: Az Aggteleki cseppkőbarlang és környéke. Népszerű Természettudományi Könyvtár No. 12. 1952.
10. E. Dudich: Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla“ in Ungarn. Speläologische Monographien No. 15. Speläologisches Institut Wien 1952.
11. T. Gedeon: A pisolitos bauxitok keletkezése. — Die Entstehung pisolithischer Bauxite. Földtani Közlöny, 61. 1951. p. 95—102.
12. A. Heim: Geologie der Schweiz 1952.
13. K. Hummel: Ueber die Eisenmanganerze der Lindener Mark bei Gieszen und des Lahngbietes im allgemeinen. Zeitschrift für praktische Geologie 32. 1924. No. 3—4. p. 17—25. und p. 40—46.
14. B. Marschalkó: Az úrkúti manganérc előfordulás és jelentősége. Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye Havi Füzetek 5. No. 1—5. 1926. p. 23—28.
15. W. Meinhardt: Manganerzlager bei Ürkút in Ungarn. Stahl und Eisen 41. II. 1921. p. 1117—18.
16. J. Orcei—St. Pavlovitch: Les caractères microscopiques des oxydes de manganèse et des manganites naturels. Bulletin de la Société Française de la Minéralogie 54. 1951. p. 108—179.
17. W. Olszewsky: Chemische Technologie des Wassers. Sammlung Göschen No. 909. 1925.

18. K. Papp: Die Eisenerz- und Kohlenvorräte des Ungarischen Reiches I. p. 509. 1919.
19. F. W. Pfaff: Zur Entstehung einiger Eisenerzvorkommen auf dem Fränkischen Jura. Zeitschrift für praktische Geologie 28. 1920. No. 11. p. 165—172.
20. I. P o b o z s n y: A Vértes hegység bauxit telepei. Földtani Szemle 1. 1929. No. 5.
21. L. R o l l i e r: Die Bohnerzformation oder das Bohnerz und seine Entstehungsweise. Vierteljahresschriften der naturforschenden Gesellschaft Zürich 50. 1905. No. 1—2. p. 150—162.
22. K. R o t h, v. T e l e g d: Magyarország geológiája. 1929.
23. P. R o z l o z s n i k—Z. S c h r é t e r—K. R o t h, v. T e l e g d: Az esztergomvidéki szénterület bányaföldtani viszonyai. 1922.
24. S c h n e i d e r h ö h n—R a m d o h r: Lehrbuch der Erzmikroskopie. II. Berlin. 1951.
25. H. T a e g e r: Der Westausgang des eigentlichen Bakony und neue Skizzen aus seinem Centralteil. Jahresbericht der königlich ung. geologischen Reichsanstalt für 1914. p. 387—405.
26. Ch. T h i r i o n: Le gîte de manganèse de Saphoz près Faucogney (Haute-Saone) Notes de métallogenie, Compte Rendu Sommaire des Séances d. la Soc. Géol. de France 1952. fasc. 13. p. 183.
27. M. E. V a d á s z: Die Juraschichten des südlichen Bakony. Resultate der Wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Anhang; Palaeontologie der Umgebung des Balatonsees III. Band. 1911. p. 1—89.
28. M. E. V a d á s z: Szénképződés, hegyképződés és bauxit keletkezés Magyarországon. Bányászati és Kohászati Lapok 65. 1950. No. 10 p. 213—220.
29. J. H. L. V o g t: Über Manganwiesenerz und über das Verhältnis zwischen Eisen und Mangan in den See- und Wiesenerzen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bildung der Manganerzlagerstätten. Zeitschrift für praktische Geologie 14. 1906. p. 217—255.
30. A. V e n d l: Über die geologischen Verhältnisse der Somlyó- und Szárhegy-Berge und ihre einstigen Thermen. Hidrológiai Közlöny 4—6. 1924—1926. p. 124—155.
31. W. W e r n a d s k y: La Géochimie 1924.
32. W. W i t e: Die Eisen- und Manganerzlagerstätten bei Oberrosbach, Prov. Oberhessen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. Beilage Band 55. A. 1926. p. 271—322. (weitere Literatur Angaben).
33. F. P a p p: Examen microscopique des minerais métalliques de Hongrie. Bulletin de la Société Française de Minéralogie. Tome 55. 1952. p. 93—99.