

FÖLDTANI KÖZLÖNY

Band LXVIII. kötet, 1938.

április – június.

Heft 4 – 6. füzet.

BENTONIT (KALLÓFÖLD) A FERTŐRÁKOSI LAJTAMÉSZKÖBŐL.

Irta: *Vendl Miklós.*

BENTONIT (WALKERDE) AUS DEM LEITHAKALKSTEIN VON FERTŐRÁKOS UNWEIT SOPRON*.

Von *M. Vendl.*

A Sopron városától légvonalban mintegy öt kilométerre eső Fertőrákos község északi kijáratánál található nagy (püspöki) lajta-mészköfejtő mészkövébe betelepült *bentonit* települési és genetikai viszonyainak ismertetését adja a német szöveg. A dolgozat magyarul a Matematikai és Természettudományi Értesítőben jelenik meg.

Die Gemeinde Fertőrákos liegt, in der Luftlinie gemessen, ungefähr 5 km weit von der Stadt Sopron. Neben dem Nordausgange des Dorfes, beim Höhepunkt 193,0, findet man die schönste und sozusagen allbekannte geologische Sehenswürdigkeit der Umgebung Soprons, den im Besitze des Győrer Bistums befindlichen, berühmten Leithakalksteinbruch. Der Bergbau brachte im Laufe der Zeiten nicht nur einen offen zutage liegenden Einschnitt, sondern auch unter der Oberfläche tief und ziemlich weit eindringende Hallen zustande. Das hier vor Augen tretende Bild erinnert an die mächtigen Säulenhallen aegyptischer Felsentempel. Schon bisher lieferte dieser mächtige Aufschluss viele geologische und paläontologische Merkwürdigkeiten und ich möchte zur Reihe derselben eine neue, in den folgenden Zeilen geschilderten Beobachtung beitragen.

Ungefähr in der Mitte des nördlichen (unter freiem Himmel liegenden) Teiles des Steinbruches erscheint in dem unteren Teile der im Wesen ganz einheitlich erscheinenden gelblichen oder etwas graulichweissen Kalksteinwand, in den Kalkstein eingeschaltet eine auffallend scharfe Diskontinuitätsfläche, welche auf dem Lichtbilde 1 gut zu sehen ist. In dem Leithakalkstein erscheint

* Vorgelegt in der Sitzung der III. Kl. der ung. Akademie der Wiss. am 7. Juni 1937.

hier eine ungefähr 10—11 cm mächtige und sowohl nach der Hangendserie, wie auch nach der Liegendserie mit scharfen Schichtflächen abgegrenzte, losere und weichere Lage. Diese erreicht heute schon — offenbar infolge dieser Eigenschaft — nicht mehr die senkrecht abgeschnittene Kalksteinwand, sie tritt nur in einer kerbenartigen Vertiefung derselben an die Oberfläche. Diese kerbenartige Vertiefung ist besonders im Lichtbild 2 gut sichtbar. Da ich befürchte, dass dieser Teil etwa abgebaut oder mit Schutt bedeckt wird, schildere ich die Lagerungsverhältnisse dieser merkwürdigen Schicht etwas ausführlicher.

Im Mai 1936 konnte ich auf der nördlichen, 19 1/3^h streichenden Wand von unten nach oben das folgende Profil beobachten:

a) Ganz unten lagert *Lithothamnien-* und *Austern-*führender, gelblichweisser Kalkstein, der nach oben mit scharfer Schichtfläche begrenzt ist. Dieser Kalkstein ragt aus dem Grund des Grubenraumes bedeckenden Schutte etwa 80 cm heraus. Die Hauptversteinerungen des Kalksteines sind das *Lithothamnium ramosissimum* Reuss und die *Ostrea digitalina* Dub. (Bezüglich der öfters vorkommenden übrigen Versteinerungen des Steinbruches und seiner unmittelbaren Umgebung kann ich im allgemeinen auf die Arbeit von A. Boda (1), und auf meine Arbeit aus dem Jahre 1930 (2) hinweisen.)

b) Reine, grünlichgelbe *Bentonitschicht*. Sowohl nach oben wie nach unten ist sie mit ansserordentlich scharf ausgebildeten Schichtflächen abgegrenzt. Beide Flächen haben allerdings eine schwache, gelblichbranne Limonit-Färbung. Die Mächtigkeit dieser Bentonitschicht beträgt nahezu 2 cm.

c) Eine losere, graulichweisse, hier und da etwas rötliche Kalksteineinlagerung. Nach unten ist die Schichtgrenzfläche sehr scharf und als sehr gute Trennungsfläche ausgebildet. Nach oben ist die Trennungsfläche auch auffallend, aber nicht trennend scharf. Diese Schicht ist sozusagen fast frei von Makroversteinerungen. Ihre Mächtigkeit beläuft sich auf 5 cm.

d) Eine blassgrünlichgelbe, kalkige *Bentonitschicht*. Sowohl nach unten, wie nach oben ist die Schichtfläche auffallend, aber nicht als Trennungsfläche ausgebildet. Die Mächtigkeit dieses Schichtchens ist 1 cm.

e) Loser, löcheriger, gelblichweisser, in seinem tieferen Teile etwas bräunlichgelber oder rötlichbräunlicher Kalkstein. Er enthält spärliche *Ostrea digitalina* Dub.-Scherben und *Lithothamnium ramosissimum* Reuss-Knollen. Diese Schicht ist ungefähr 3 cm dick.

Die Schichten b), c), d) und e) nehmen in der erwähnten kerbenartigen Vertiefung Platz.

f) Loserer, gelblichweisser Kalkstein, spärliche *Austern-Scherben* führend. Seine Mächtigkeit ist 26 cm.

g) Von der b) Bentonitschicht berechnet bis zur Abbauteil-

rasse, die in der Zeit der Feststellung des schilderten Profils zu beobachten war, lagert in einer ungefähren Mächtigkeit von 12 m graulichweisser und gelblichweisser, von tremenden Schichtflächen freier und dem Kalksteine der Schicht *a*) ähnlicher Kalkstein. Das Auftreten *austernreicher* Bänke ist in diesem Kalkstein eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Ausserdem sind auch die Knollen des *Lithothamnium ramosissimum* Reuss stellenweise keine Seltenheit. Aus den in diesem Kalksteine vorkommenden übrigen Makroversteinerungen kann ich noch die reichlicher vorkommenden *Pectines* erwähnen (siehe die zitierte Arbeiten von A. Boda und mir). Die *Austernbänke* erscheinen in dem Lichtbilde 1 in der Form von auffallend dunklen Streifen

Die Schichten *a*), *c*), *d*), *e*), *f*) und *g*) führen auch *Foraminiferen*. In der *Bentonitschicht b*) fand ich nur ganz ausnahmsweise eine *Foraminifere*, die kalkige *Bentonitschicht d*) führt solche aber verhältnissmässig reichlich.



Lichtbild 1.

Um die Mitte dieser nördlichen Wand ist der westliche Teil der Kalksteinwand neben einer Verwerfung ungefähr 5—6 m weit herabgesunken. Man kann diese Bewegung besonders in der sich vertiefenden bentonitischen Schichtenserie gut beobachten. Im Lichtbilde 1 zeigt die stehende Männerfigur auf diese Stelle. Die Verwerfungsspalte ist aber nach oben zusammengeschweisst und verschwindet in einiger Höhe. Der Bruch ist also schon in der Zeit der Bildung des Leithakalksteins, also noch im Torton entstanden. Die Verwerflungsfläche ist allerdings nicht eben, sondern etwas wellig ausgebildet. Ihr Fallwinkel beträgt im Durchschnitt etwa 60° und im allgemeinen wirft sie nach W. An diesem Teile der Kalksteinwand ist allerdings auch eine ungefähr senkrechte

und klaffende Spalte zu sehen, neben welcher aber keine radiale Bewegung geschah. Diese Spalte können wir als eine rezente Bildung auffassen, welche infolge der Frostwirkung entstand. Solche rezente Spalten, die endlich Gesteinssturz verursachen, können wir auch an anderen Stellen des Steinbruches beobachten. Beide erwähnte Störungen sind in dem Lichtbilde 1 gut zu beobachten.

Wenn wir in südlicher Richtung die Lagerung der zwei *Bentonitschichtchen* weiter verfolgen, so finden wir, dass sich sowohl ihre Mächtigkeit wie auch ihre Entfernung schon binnen einiger Meter auffallend verändern.

Das Profil der Wand, welche von der in dem Lichtbilde 1 sichtbaren Ecke nach Süden ausgeht, genauer nach 13^h streicht stimmt etwa 1 m weit von der Ecke im Wesen mit dem soeben geschilderten noch überein. Eine Abweichung zeigt sich nur in der Mächtigkeit der einzelnen Schichten. Das Profil dieses Teiles ist das folgende:

Ganz unten sehen wir denselben Kalkstein, welcher in dem vorher angeführten Profil mit *a*) bezeichnet wurde. Ober diesem folgt auch hier die gelblichgrünliche (gelblichbräunliche) untere *Bentonitschicht* in einer Mächtigkeit von 2 cm. Auch hier ist die untere und obere Schichtfläche scharf ausgebildet und beide haben einen sehr feinen, unter einem Millimeter bleibenden gelblichbräunen Überzug. Der lose, poröse graulichweisse Kalkstein *c*) ist hier schon dünn geworden, seine Mächtigkeit erreicht kaum 2 $\frac{1}{2}$ cm. Nach unten hat er eine scharfe Trennungsfäche als Schichtfläche, nach oben aber ist die Schichtfläche schon unscharf ausgebildet, obwohl in der Farbe eine auffallende und scharfe Verschiedenheit zwischen dieser und der darauf folgenden kalkigen *Bentonitschicht d*) zu beobachten ist. Die letztere finden wir allerdings hier schon etwas verdünnt. Ihre Mächtigkeit erreicht nur etwa $\frac{1}{2}$ cm. Dieses bentonitische Gestein ist grünlichgelb, und staubartig zerfallend. In der Farbe ist die Grenze sowohl nach oben wie nach unten auffallend scharf, in der Absonderung aber nicht. An den Rändern derselben erscheint gleichfalls eine sehr schwache Limonit-Färbung. Der etwas gelblich gefärbte weisse Kalkstein *e*) ist hier härter als der entsprechende Kalkstein des vorigen Profils. *Lithothamnien* erscheinen auch in dieser Schicht. Die Schichten *f*) und *g*) erscheinen auch hier unverändert. Die letztere aber ist infolge des Abbaus des Kalksteines bereits dünner als auf der ersteren Stelle. Über diese zwei Schichten kann ich nichts neues sagen.

Weiter in südlicher Richtung auf dieser Wand, von der erwähnten Ecke ungefähr 250—255 cm weit, kommt die Schicht *a*) noch ein wenig aus dem die Wandsohle bedeckenden Kalksteinschutt zum Vorschein. Diese Schicht findet man allerdings in unveränderter Ausbildung bis an das Südende dieser Wand. Das untere *Bentonitlager b*) ist hier noch ungefähr 2 cm, das obere

d) aber $\frac{1}{2}$ cm dick und die zwischen beiden erscheinende Kalksteinschicht *e*) endlich ungefähr 6 cm dick. Die Kalksteinschichten *e*) und *f*) beginnen hier schon zu verschmelzen.

Noch weiter in südlicher Richtung, etwa 4,20 m weit von der erwähnten Ecke ist die *Bentonitschicht b*) noch ungefähr um 2 cm mächtig. Das unreine *Bentonitschichtchen d*) erreicht aber hier nicht mehr die $\frac{1}{2}$ cm. Das Kalksteinzwischenmittel *e*) ist aber dicker als 4 cm. Die Verschmelzung der Schichten *e*) und *f*) dauert fort. Von der Schicht *g*) habe ich nichts neues mitzuteilen.

In südlicher Richtung von der erwähnten Ecke weitergehend können wir die allmähliche Annäherung des *Bentonitschichtchens d*) und *b*) beobachten. In der Entfernung 9,20 cm verschmelzen dann die beiden Schichten. Infolge dieser Verschmelzung sind hier auch die kalkigen Schichten *e*), *e*) und *f*) verschmolzen. Die Mächtigkeit der letzteren verschmolzenen Schicht beträgt hier 25—26 cm.



Lichtbild 2.

Noch weiter in südlicher Richtung, an dem von der Nord-ecke 16,10 cm weit untersuchten Wandteile sieht man nur noch eine *Bentoniteinlagerung*. Die Mächtigkeit das Bentonitlager bedeckender einheitlichen Kalksteinbank *a*), *e*) und *f*) wächst aber hier schon bis 41 cm. In ihrem oberen Teile führt sie reichlicher *Lithothamniumkugeln* und *Austern*.

In einer Entfernung von 17,70 m nach Süden von der viel erwähnten Ecke erscheinen infolge der plötzlichen Trennung des vereinigten *Bentonitlagers* wieder die Schichten *b*) und *d*). In der Farbe der *Bentonite* kann man keine Veränderung wahrnehmen. Die *Bentonitschicht b*) charakterisiert auch hier die gewohnte scharfe Grenzfläche sowohl nach oben wie nach unten. Ihre Mächtigkeit steigt aber an dieser Stelle kaum über 1 cm. Ober ihr erscheint in einer Mächtigkeit von 5 cm die Kalksteinschicht *e*) abermals, dann keilartig ansetzend auch die obere *Bentonitschicht d*). Ihre Dicke bleibt aber hier schon unter $\frac{1}{2}$ cm. (2—3 mm). Die

Lithothamnienkalksteinschicht *e*), *f*) ist an dieser Stelle 37 cm dick. Die Schicht *e*) und der untere Teil der Schicht *e*) *f*) ist petrographisch offensichtlich ähnlich geartet, das Gestein des oberen Teiles der letzteren Schicht ist aber etwas härter als die vorerwähnten.

Südlich von dieser Stelle ist die neuerliche Verdickung der (oberen) *Bentonitschicht d*) und zugleich die Verdünnung der (unteren) *Bentonitschicht b*) zu beobachten. In der Südecke ist endlich das Lagerchen *b*) schon sehr dünn, nur 1–2 mm mächtig, während *d*) hier $\frac{1}{2}$ cm erreicht. Die zwischen den zwei *Bentonitschichten* lagernde Kalksteinbank *e*) aber wird hier schon wesentlich mächtiger, etwa 22 cm dick. Die zusammenhängende Kalksteinbank *e*)-*f*) hat weiters hier eine Mächtigkeit von 25 cm. An einer Stelle der zwischen dieser Ecke und der vorherigen Beobachtungsstelle befindlichen Wandteiles verdickt sich die *Bentonitschicht d*) in einer Länge von ungefähr 10 cm nestartig auf 3–3.5 cm. Die Ursache dieser nestartigen Verdickung ist eine hier eingebettete *Austernhalbschale*, die sich schon zur Zeit der Ablagerung der Schicht *d*) im Liegendkalkschlamm befand.

Die Länge der geschilderten Wand beträgt 20.95 cm, während dieselbe im Zeitpunkt meiner Beobachtungen von der *Bentonitschicht b*) bis zur Abbauterrasse gerechnet etwa 11 m hoch war. Da aber der Liegendkalkstein *a*) hier aus dem Schnitt noch etwa 35 cm weit heransragt, ist die Wandhöhe von dem Schnitt gerechnet noch um diese Grösse mehr.

Im Süden begrenzt dann diesen Grubenhof eine ungefähr unter $7\frac{1}{3}^{\text{h}}$ streichende und etwa $7\frac{1}{2}$ m hohe Wandpartie, 2.5 m weit von der Südecke tanzen in der angegebenen Streichrichtung endlich beide *Bentonitschichtchen* unter den die Wandsohle bedeckenden Kalksteinschutt.

Die im allgemeinen schwächere Ausbildung des *Bentonitschichtchens d*), dann seine Verunreinigung durch Kalk gegenüber der besser ausgebildeten und ganz reinen unteren *Bentonitschicht b*), ferner das an einer Stelle beobachtbare Ausbleiben des vorigen, weiters die Verschmelzung desselben mit dem Lager *b*) und endlich sein enger Zusammenhang mit dem Liegendkalkstein *e*) und dem Hangendkalkstein *e*) zeigen schon auf Grund der Beobachtungen an Ort und Stelle ganz klar, dass sich das bentonitische Material der Schicht *d*) nicht mehr an primärer Ablagerungsstelle befindet. Wir können mit Sicherheit behaupten, dass diese obere *Bentonitschicht einfach durch die Umwäscherung der unteren entstand*. Auch der grosse Gehalt an kalkigem Material organischen Ursprungs, besonders aber der verhältnismässig grosse Reichtum an *Foraminiferen* beweist klar die sekundäre Lagerung. Wie erwähnt, ist die untere *Bentonitschicht* demgegenüber kalkfrei und enthält nur ganz ausnahmsweise organische Reste. Die bröckelige Ausbildung des Leithakalksteines in dem

Steinbrüche, ferner das massenhafte Erscheinen von *Ostrea digitalina* und *Lithothamnium ramosissimum* zeigen klar, dass der Leithakalkstein des Steinbruches als eine Schicht litorale Ablagerung zu betrachten ist. Die obere Bentonitschicht d) konnte somit durch die Umwaschung der auf den Strand oder auf den zeitweise z. B. bei Ebbe trocken gewordene Meeresboden gefallenen Aschen entstehen. Die beobachteten Tatsachen beweisen aber auch, dass eine Wiederholung bentonitischer Lager nicht unbedingt auf eine Wiederholung des Aschenfalles hinweist.

Das Einfallen des primären Bentonitlagers b) konnte ich — ohne Berücksichtigung der Deklination (die allerdings in der Zeit meiner Beobachtungen etwa 3° nach Westen ausmachte) — auf Grund der Schnittlinien, die durch das Schneiden der unteren Schichtfläche des Bentonitlagers einerseits mit der nach 19^{1/3}h streichenden Nordwand, andererseits aber mit der 12^h streichenden Westwand des Grubenhofes entstanden wurden, als 8^{2/3}h 12° berechnen. Ich möchte aber hier mitteilen, dass ich an anderen Stellen des Steinbruches auch etwas hiervon abweichende Werte messen konnte.

Ich fand ferner noch die Spuren beider Bentonitschichten im tiefsten Punkte des unter freien Himmel liegenden Steinbruchhofes. Hier erscheint die untere Schicht b) nur abgerissen, sozusagen nur spurweise, die obere aber etwas zusammenhängender, aber auch nur sehr schwächlich ausgebildet. Die Abgrenzungen beider Bentonitschichten nach dem Kalkstein sind gar nicht scharf. Der Kalkstein ist auch hier, wie gewöhnlich, Lithothamnien- und Austern-führend. Sein Einfallen beträgt hier etwa 10° nach 9—10^h.

Wenn man die im trockenen Zustande grünlichgelben, gelblichgrünen, anderer Stelle aber bräunlichgelb erscheinenden Muster des unteren Bentonitschicht b), welche etwa aus der Nordecke des zuerst besprochenen Profils stammen, makroskopisch untersucht, so kann man schon mit freiem Auge feststellen, dass die Hauptmasse des Gesteines durch ein dichtes, steinmarkartiges, Tonmineral gebildet wird. In frischem Bruche ist es oft auffallend seifig anzufühlen und schwaches Reiben erhöht stark diese Eigenschaft. Es hat einen ebenen oder flachmuscheligen Bruch und klebt an der Zunge. Im Wasser zerfällt es breiartig. Mit Salzsäure braust es nicht auf, ausgenommen diejenige Teile der Schicht, die sich mit dem Kalksteine berühren. An diesen Stellen zeigt sich das Gestein sehr schwach kalkig und filmartig etwas verrostet.

Unter dem Polarisationsmikroskop habe ich das Gestein der Schicht b) in Flüssigkeiten verschiedener Brechung eingebettet untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass sein Hauptgemengteil der Montmorillonit, das charakteristischeste Tonmineral der meisten Bentonite, bildet. Zwischen gekreuzten Nikols erscheint es in ausserordentlich feinen, schuppig-faserigen Gewebehaufen.

Die besser ausgebildeten Schüppchen und Fasern scheinen gerade oder fast gerade Auslöschung zu haben. Eine genauere Messung derselben war aber infolge der ausserordentlich ungünstigen Ausbildung nicht möglich. Er ist optisch negativ. Sein Achsenwinkel öffnet sich merklich, obgleich derselbe klein ist. Die Brechungsexponenten des etwa zehn Monate lang bei Zimmertemperatur getrockneten Minerals kommen im Tageslicht gemessen jenen des Benzols nahe. Über die diesbezüglichen genaueren Messungen, ferner über die beobachteten Verschiedenheiten derselben in den verschiedenen Einbettungsflüssigkeiten und endlich über die aus diesen Messungen gezogenen Folgerungen möchte ich an anderer Stelle berichten. Wie bekannt, ist die geschilderte Eigenschaft des *Montmorillonits* eben jetzt in den Vordergrund des Interesses getreten. Siehe die Arbeiten von C. W. Corens und M. Mehmel, F. A. van Baaren (3, 4) und vergl. hierzu noch die Arbeiten von M. Mehmel, U. Hofmann, K. Eudell und D. Wilm, G. Nagelschmidt (5, 6, 7).

Der Hauptzonenecharakter der Montmorillonitfasern ist positiv. Die Interferenzfarbe ist niedrig, sie steigt an Schüppchen, deren Dicke jener der gewohnten Dünnschiffe etwa gleich kommt, höchstens bis zum Gelb I. Ordnung. Die Doppelbrechung kann kaum grösser als 0,010 geschätzt werden. Die Montmorillonit-schüppchen erscheinen mit einem Nikol untersucht kaum gefärbt, man findet darunter sogar ganz farblose. Die herrschende Farbe ist allerdings blassgelb. Pleokroismus war nicht zu beobachten. Im schwereren Rückstand des Gesteines, der durch Schlämmung zwecks Vermehrung der übrigen Mineralen in Wasser gewonnen wurde, findet man auch bräunlichgelb gefärbte Montmorillonitteile. Diese sind aber mit den blassgefärbten Teilen durch allmähliche Übergänge verbunden.

In dem Schlämmrückstand fand ich ziemlich viele *Quarz*-körner. Nach dem Montmorillonit ist im Gesteine dieses Mineral am meisten verbreitet. Er ist xenomorph mit scharfen Rändern ausgebildet, im allgemeinen wasserklar, selten aber kommen auch etwas trübe Körner vor. Die Grösse der im allgemeinen mehr oder minder isometrisch ausgebildeten Körner liegt durchschnittlich zwischen 24—80 μ .

Viel spärlicher findet man in dem Gesteine zweierlei *Feldspäte*. Der eine ist gewöhnlich graugelblich gefärbt, trüb, seltener aber auch ganz wasserklar und farblos. Seine Körner sind immer xenomorph ausgebildet und die Grösse derselben beträgt durchschnittlich 80—110 μ . Er hat einen kleinen, sich auch kaum öffnenden Achsenwinkel und negativen optischen Charakter. Seine Brechungsverhältnisse habe ich im Monochlorbenzol bei der Temperatur 21° C im Tageslicht untersucht. Der Brechungsexponent des Monochlorbenzols ergab sich bei dieser Temperatur mit dem Totalreflektometer im Na-Licht gemessen als 1,5249. Die Ergebnis-

se dieser Untersuchungen sind die folgenden (mit n ist der Brechungssexponent des Monochlorbenzols bezeichnet):

Ein Korn $\perp a$ ergab β und γ nahezu gleich mit n .

An einem Körnchen nahezu $\perp a$, in welchem Falle man α' annäherungsweise mit β , γ' aber mit γ gleichsetzen kann, fand ich

$$\beta < n \leq \gamma$$

An einem Korn $\perp \gamma$

$$\alpha < n \leq \beta$$

An einem ähnlich orientierten anderen Korn ergab

$$\alpha < n \leq \beta$$

Dieses Körnchen zeigte auch eine gute Spaltung (nach {001}), mit welcher Richtung a einen Winkel von 4° einschloss.

Ein Körnchen, welche $\perp \beta$ oder γ war (Positives Achsenbild!) ergab $\alpha < n$ (etwas) $< \beta$ oder γ [β und γ sind bekanntlich bei dem Sanidin nahezu gleich].

An einem Korn $\perp a$ erwiesen sich β und γ etwas stärker lichtbrechend als das Monochlorbenzol.

Ferner untersuchte ich noch die Brechungsverhältnisse von Körnern allgemeiner Orientierung. An einem solchen Körnchen fand ich $\alpha' < n = \gamma'$

An einem anderen Korn allgemeiner Orientierung ergab

$$\alpha' < \gamma' < n$$

Ich konnte auch die Binormalendispersion feststellen. Diese ist $q > v$.

Endlich muss ich noch die charakteristische feldspatartige Doppelbrechung des Minerals hervorheben.

Wie aus den mitgeteilten optischen Daten klar hervorgeht, weisen diese eindeutig auf *Sanidin* hin.

Ein sehr spärlicher Gemengteil des Gesteins ist der *andere Feldspat*, ein manchmal wasserklarer, dann aber trüber und immer xenomorph ausgebildeter, manchmal polysynthetisch verzwilligter *Plagioklas*. Wegen seines ausserordentlich spärlichen Vorkommens konnte ich bezüglich seiner Zusammensetzung, abgesehen von seiner feldspatigen Doppelbrechung, nur auf Grund der Brechungsverhältnisse eine Folgerung ziehen. Als Einbettungsflüssigkeit diente ein Gemisch von Monobromnaftalin und Monochlorbenzol, dessen Brechungssexponent sich bei 21°C im Na-Licht mit dem Totalreflektometer gemessen als 1,544 erwies.

An einem Körnchen nahe $\perp a$ ergab sich

$$\alpha' [= \text{nahezu } \beta] < n < \gamma' [= \text{nahezu } \gamma]$$

An einem anderen Körnchen von allgemeiner Orientierung fand ich

$$\alpha' < n \leq \gamma'$$

Auf Grund dieser Messungen kann ich den Plagioklas als einen sauren *Oligoklas* ansprechen. Die Korngrössè desselben liegt um die des Sanidins.

Dann erscheinen ferner noch einige, im auffallenden Lichte braun erscheinende, im durchfallenden Licht aber an den Rändern bräunlich durchscheinende, allerdings fast vollständig opake, lap-pige Körner, deren Grösse zwischen 30—180 μ liegt. Dieses Mineral bildet auch kugelförmige Körnchen im Montmorillonit. Die Grösse dieser letzteren Körnchen bleibt aber regelmässig weit unter 20 μ . Wir können dieses Mineral für als ein *hydroxydisches Eisen Erz*, am wahrscheinlichsten für *Limonit* halten.

In scharf idiomorphen, länglichen, farblosen Kristallen erscheint in dem Gestein der *Zirkon*. Seine einfachen Kristalle zeigen die Kombination eines tetragonalen Prismas mit der Bipyramide. Bezüglich seiner Grössenverhältnisse teile ich die Dimensionen von drei Kriställchen mit: 121 \times 26 μ , 124 \times 25 μ , 87 \times 26 μ .

Gleichfalls in scharf idiomorphen Kristallen erscheint der spärlich vorkommende *Apatit*. Grössenmessungen: 104 \times 36 μ und 70 \times 34 μ .

Oxydisches Erz kommt in dem Gestein auch vor. Es ist ganz frisch, manchmal idiomorph und erinnert oft an sechseckige *Haematit-Ilnenit-tafeln*. Man findet auch xenomorph ausgebildete Körner. Auf den idiomorphen Kriställchen findet man hier und da auch kleine Einbuchtungen (Resorption ?). Im durchfallenden Licht erscheint dieses Erz ganz opak, im auffallenden Licht aber zeigt es sich stahlblau-stahlgrau-eisenschwarz. Hier und da ist seine Oberfläche auch regenbogenfarbig. Infolge der ausserordentlichen Kleinheit (durchschnittlich nur um 32—97 μ) war seine Bestimmung schwierig. Die Bestimmung erschwerte noch der Umstand, dass es keinesfalls ein reichlich vorkommendes Mineral des Gesteins ist. Gerade wegen dieser Umstände musste ich zuerst eine grössere Menge des Gesteines in Wasser abschlämmen und den so erhaltenen Rückstand in *Thoulet'scher* Lösung trennen. Die so erhaltenen Erzkörner habe ich dann einerseits auf ihr magnetisches Verhalten, andererseits aber auf die Löslichkeit in Salzsäure untersucht. Die Untersuchung des Magnetismus erfolgte an dem auf glatten Papier und auf einem Objektglas ausbreiteten Erzpulver unter dem Mikroskop mit Hilfe eines stärkeren Hufeisenmagnetes. Ich habe die Erzkörner als unmagnetisch gefunden. In konzentrierter Salzsäure waren die Erzkörner unlöslich. Zum Vergleich habe ich auch Kontrollversuche sowohl hinsichtlich des Magnetismus wie auch der Löslichkeit in Salzsäure mit Magnetit, Ilnenit und Haematit, die alle durch Zerkleinern etwa auf die gleiche Korngrösse des im Gestein vorkommenden Erzes gebracht wurden, durchgeführt. In Verbindung mit diesen Kontrollversuchen muss ich aber bemerken, dass sich im Falle des Magnetits nicht jedes Körnchen sich auf die Wirkung des Magnets

bewegte. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte wahrscheinlich in dem grösseren Widerstand derjenigen Körner zu suchen sein, die sich mit dem Papier oder mit dem Objektträger inniger berührten und somit anhafteten. Endlich untersuchte ich noch die Strichfarbe (Staubfarbe) sowohl unseres Erzes, wie auch der Kontrollzerze. Die Strichfarbe (Staubfarbe) wurde auf dem Objektträger durch Zerreibung bewerkstelligt. Die Farbe des so erhaltenen ausserordentlich feinen Staubes war schwärzlichbrann. Die Unlöslichkeit in konzentrierter Salzsäure spricht für Haematit oder Ilmenit, ich kann aber bemerken, dass sich bei meinen diesbezüglichen Kontrollversuchen sowohl der Haematit wie auch der Ilmenit in sehr feiner Korngrösse etwas in Salzsäure löste, der Ilmenit anfangs sogar auch noch in grösseren Körnchen. In besonders feinem Strich zeigte allerdings auch unseres Erz etwas Löslichkeit. Die schwärzlichbrann durcheinende Strichfarbe spricht gegen den Haematit und weist auf Magnetit oder Ilmenit hin. Die Beobachtungen zusammenfassend können wir sagen, dass das Erz *Ilmenit* oder vielleicht ein *Ti-reicher Magnetit* sein kann. Wie bekannt, bildet auch der Magnetit manchmal — besonders im Falle der Verzwilligung nach dem Spinellgesetz — sechseckig tafelige Kristalle, die den tafeligen Ilmenit- oder Haematitkristallen ähnlich sind, somit kann man aber auf die beobachtete, sechseckig tafelige Ausbildung des Erzes kein besonders grosses Gewicht legen.

Ich darf noch erwähnen, dass als grosse Seltenheit auch einige winzige *Kalzitkörnchen* in dem Schlammrückstande erschienen. Dieselben stammen offenbar aus dem Kalkschlamm des ehemaligen Meers. Im Rückstande einer Schlämmlung fand ich auch eine *Foraminiferenschale*.

Die obere *Bentonitschicht d)* ist stark kalkig, auf die Wirkung von HCl braust sein Material stark und langdauernd. Sehr oft findet man darinnen neben dem Montmorillonit auch Foraminiferen, Kalkästchen und sehr viele unbestimmbare Kalkfragmente. Auch einen dünnen Schalenbruchstück fand ich in demselben. Bei der mikroskopischen Untersuchung erwies sich sein *Montmorillonit* mit jenem von der *Bentonitschicht b)* übereinstimmend. Als den einzigen Unterschied kann ich nur erwähnen, dass dieser im allgemeinen etwas trüber als der Montmorillonit des Lagers *b)* ist. Ausser den Tuffmineralien kommen in der oberen *Bentonitschicht* grössere *Muskovitschuppen* und oft auch *Kalzitkörner* vor. Der Muskovit ist in dem Leithakalkstein allgemein verbreitet, man kann diesen aus den Muskovit enthaltenden kristallinen Schiefern (Gneissen und Glimmerschiefern) der ehemaligen Ufer herleiten. Sein Vorhandensein in diesem bentonitischen Lager weist auf die Mischung des Bentonitmaterials mit dem Kalkschlamm des Meeres hin. Sowohl diese Erscheinung wie die vorher schon angeführten: die sehr starke Verunreinigung

mit Kalk und das häufige Vorkommen organischer Reste beweisen die Umwaschung des Bentonitmaterials dieses Lagers.

Ich habe in Pyknometer das spezifische Gewicht des *Bentonits* der Schicht *b*) im Wasser bestimmt. Die Bestimmung erfolgte an demselben lufttrocknen Material, mit welchem auch die optischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Das spezifische Gewicht des Gesteines betrug bei 23° C 2,022. Dieser Wert stimmt mit den spezifischen Gewichten bentonitischer Gesteine, die unter ähnlicher Umständen festgestellt wurden, sehr gut überein.

Um die *Klärungsfähigkeit* des Bentonits der Schicht *b*) feststellen können, habe ich durch eine Probe Fehsinlösung und durch eine andere Probe aber Rohöl filtriert. In beiden Fällen konnte ich die sehr starke Entfärbungsfähigkeit (Klärungsfähigkeit) des *Bentonits* feststellen. Infolge dieser Fähigkeit können wir dieses Gestein auch mit dem industriellen Name Walkerde, Bleiherde bezeichnen.

Wenn man die mineralischen Zusammensetzung des Gesteins ins Auge fasst, so kann man als *Ursprungsgestein* einen sehr feinen *Rhyolithaschentuff* angeben. Diese Asche gelangte durch Transport in der Luft über das Tortonmeer der Umgebung von Sopron, in welches Meer sie dann niederfiel und so die *Bentonitschicht b*) bildete. Die unreine *Bentonitschicht d*) entstand aber durch Umwaschung schon abgelagerter Asche. Die vorherrschend unter 100 μ bleibende Korngrösse der mineralischen Gemengteile der Asche, ferner die im allgemeinen sehr gleichmässige Korngrösse derjenigen Minerale die bezüglich des spezifischen Gewichtes einander sehr nahe stehen, sind starke Beweise für den Transport durch die Luft. Wie erwähnt, kann man nur die untere *Bentonitschicht* als primäre Ablagerung betrachten, die obere aber entstand einfach durch die Umwaschung des schon abgelagerten Aschenmaterials.

Das glasige Material der Asche hat im Meerwasser eine hydrochemische Diagenese durchgemacht (in Verbindung mit dieser Umwandlung devitrifizierte selbstverständlich die Asche) und so entstand der *Montmorillonit*.

Das tonige Gestein von Fertörákos ist nach alledem ein typischer Bentonit. (Vgl. hierzu z. B. die Arbeiten 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19).

Die regionalgeologische Bedeutung dieses Bentonitvorkommens liegt darin, dass eine Ablagerung eruptiver Facies aus dem Sopron—Kismartoner Becken bisher unbekannt war. Seine genaue Entstehungszeit können wir auch angeben, denn er lagert in dem höheren Teile des Leithakalksteins des Beckens und somit können wir die Entstehungszeit genau als *jungortonisch* angeben. Die Stelle des Vulkans, dem unser Aschentuff entstammen konnte, sind wir nicht in der Lage anzugeben.

Die nächsten vulkanischen Gesteine beinahe gleichen oder vielleicht gleichen Alters kennen wir von dem Südrande des Nordostsporns der Ostalpen, genauer aus der Umgebung von *Hannas* (*Aschau*) und *Friedberg*. A. Winkler-Hermaden hat diese Vorkommen entdeckt (20). Besonders der Tuff von Friedberg muss eine grosse Ähnlichkeit mit unserem Bentonit haben, denn nach Angaben von A. Schwarz und W. Petraschek ist er ein Montmorillonitton, eine Bleicherde. (21.)

Ob aber unser Bentonit genetisch mit diesen Tuffen etwas zu tun hat oder nicht, kann ich nicht entscheiden.

In den jungvulkanischen Gebieten Rumpfungarns sind bentonitische Gesteine schon von mehreren Orten bekannt. Nach Petraschek finden sich aneh rings um die Grazer Bucht an verschiedenen Orten solche Tone. Das hiesige Erscheinen eines solchen Gesteines ist aber als eine Seltenheit zu bezeichnen.

Man kann erwarten, dass dieses Gestein in der Zukunft noch an anderen Stellen des *Ruszt-Fertőrákos*er *Hügelzuges* aufgefunden wird, eventuell auch in technisch branchbarer Mächtigkeit. Ich halte es aber auch nicht für ausgeschlossen, dass dieses merkwürdige Gestein in altersgleichen anderen Ablagerungen der nahen und ferneren Umgebung Soprons — aneh das Wiener Becken mitinbegriffen — mit der Zeit noch zum Vorschein kommt, weil die Aschentuffe bekanntlich im allgemeinen eine grössere Area bedecken.

SCHRIFTTUM.

1. A Boda: A brennbergi szénelőfordulás és a mediterrán tenger sopronkörnyéki stratigrafiai helyzete. Bányászati- és Kohászati Lapok. Bd. LX. 1927. S. 301—304, 324—330. Mit deutschem Resumé.
2. M. Vendl: Sopron környékének geológiája II. rész. Erdészeti Kisérletek. Bd. XXXII. 1930. S. 1—74 und 267—354.
- Die Geologie der Umgebung von Sopron. Erdészeti Kisérletek. Ferstliche Versuche, Bd. XXXII. 1930. S. 157—236 und 355—438.
3. C. W. Correns und M. Mehmel: Über den optischen und röntgenographischen Nachweis von Kaolinit, Halloysit und Montmorillonit. Zeitschrift f. Krist. Bd. 94. 1936. S. 337—348.
4. F. A. van Baaren: Über den Einfluss verschiedener Flüssigkeiten auf den Brechungsindex von Tonmineralien. Z. f. Kr. Bd. 95. 1936. S. 464—469.
5. U. Hofmann, K. Endell und D. Wilm: Kristallstruktur und Quellung des Montmorillonits. (Das Tonmineral der Bentonittonen.) Z. f. Kr. Bd. 86. 1933. S. 340—348.
6. G. Nagelschmidt: On the Lattice Shrinkage and Structure of montmorillonite. Zeitschr. f. Krist. Bd. 93. 1936. S. 481—487.
7. M. Mehmel: Beitrag zur Frage des Wassergehaltes der

Minerale Kaoliinit, Halloysit und Montmorillonit. *Chemie der Erde* Bd. XI. 1937. S. 1—16.

8. D. F. Hevett: The origin of bentonite and the geologic range of related materials in Bighorn Basin, Wyoming. *Journ. Washington Acad. Sci.* Bd. 7. 1917. S. 196—198.

9. E. T. Wherry: Clay derived from volcanic dust in the Pierre of South Dakota. *Journ. Washington Acad. Sci.* Bd. 7. 1917. S. 576—583.

10. M. Vendl: Biotitos dacittufa Kistétényről. *Földt. Közl.* Bd. L. 1920. S. 34—38.

Biotitdazituff von Kistétény. *Geologische Mitteilungen.* L. 1920. S. 119—123.

11. C. S. Ross and E. V. Shannon: Minerals of Bentonite and related clays and their physical properties. *Journ. Am. Ceramic Soc.* Bd. 9. 1926. S. 82.

12. W. H. Twenhofel: *Treatise on Sedimentation.* 1926. S. 206.

13. C. S. Ross, H. D. Miser und L. W. Stephenson: Water Laid Volcanic Rocks of Early Upper Cretaceous Age in Southwestern Arkansas, Southeastern Oklahoma and Northeastern Texas. *U. S. Geol. Survey Professional Paper* 154. F. 1929.

14. Clarence C. Ross and Paul F. Kerr: The clay Minerals and their Identity. *Journal of Sedimentary Petrology* Bd. I. 1931. S. 55—65.

15. P. F. Kerr: Montmorillonite or smectite as constituents of fuller's earth and bentonite. *Amer. Min.* Bd. 17. 1932. S. 192—198.

16. W. v. Engelhardt: Über silikatische Tonminerale. *Fortschritte der Min. Krist. und Petr.* Bd. XXI. Zweiter Teil. 1937. S. 276—340.

17. C. A. Bonine: Recent work on bentonite. Reprint and Circular Series of the National Research Council. Nr. 85. 1928. Report on the Committee on sedimentation 1927, 1928. S. 12—17.

18. C. A. Bonine: Recent publications on bentonite. *Ibid.* Nr. 98. 1931. S. 72—76.

19. M. Vendl: Neuere Daten zur Kenntniss der Walkerde (Bentonits) von Tétény. *Mitt. d. berg- und hüttenmänn. Abt. an der kgl. ung. Palatin Joseph Universität für technische und Wirtschaftswissenschaften Sopron.* Bd. IX. 1937. S. 320—326.

20. A. Winkler—Hermaden: Két érdekes kőzetelőfordulás Hamvasd (Asechau) község mellől (Felsőőri járás.) *Folia Sabariensia* Bd. I. 1933. S. 46.

Über zwei interessante Gesteinsvorkommen bei Asechau im Bez. Oberwarth (Felsőőr) Burgenland. *Ibid.* S. 46—52.

21. W. Petrasehek: Österreichs Kohlenlager Lagerstätten nutzbarer Minerale, Steine und Erden in Oestterreich. Sonderdruck aus der Zeitschrift für des Berg-, Hütten-, und Salinenwesen im Deutschen Reich. 1937. Bd. 85. S. 179—273.