

SUPPLEMENT  
ZUM  
FÖLDTANI KÖZLÖNY

---

---

XXXI. BAND.

1901. OKTOBER-DEZEMBER.

10-12. HEFT.

---

---

VORLÄUFIGER BERICHT  
ÜBER DAS ALTERSVERHÄLTNISS DER IN DER UMGEBUNG VON  
SELMECZBÁNYA VORKOMMENDEN ERUPTIVGESTEINE.

(Aus Anlass des im September 1901 nach Selmech- und Körmöczbánya veranstalteten Ausfluges der ung. Geologischen Gesellschaft.)

Von

Dr. HUGO BÖCKH.

Mit Tafel II.

Die alte Bergstadt Ungarns feiert im September dieses Jahres ein Freudenfest. Die ungarischen Geologen suchen hier am Sitze der Alma mater des Bergwesens ihre Brüder auf, damit aus der gegenseitigen Berührung des «Bergmanns von der Feder» und «vom Leder» neue Impulse entspringen mögen für Wissenschaft und Praxis.

Es ist dies ein classisches Gebiet des Bergbaues und der Geologie; geheiligt durch Jahrhunderte währende Arbeit.

Als ich vor zwei Jahren den mineralogisch-geologischen Lehrstuhl der kgl. ung. Berg- und Forstakademie übernahm, so übernahm ich zugleich ein ebenso schönes wie schwieriges Vermächtnis. JOSEF PETTKÓ und Dr. JOSEF SZABÓ hinterliessen es mir. Die feurige Liebe, die volle Hingebung, mit der die beiden Meister der Geologie dieser Gegend nachforschten, machten es auch mir zur heiligen Pflicht, das, was sie begonnen, im Sinne der fortgeschrittenen Wissenschaft weiterzubilden, wie es auch sie gethan hätten, wenn sie noch unter uns wandelten.

Indem wir die Besten der Geologen unseres Vaterlandes hier begrüßen, will ich in diesem kleinen Hefte über die bisherigen Resultate meiner Nachforschungen betreffs des Altersverhältnisses der Selmecher Eruptivgesteine Rechnung legen. Eine vollständige Beschreibung des ganzen Gebietes würde der Leser vergebens erwarten. Es ist hier nur das für die Konstatirung der Eruptionsfolge Wichtige angeführt.

Bevor ich aber auf meinen eigentlichen Gegenstand übergehe erfülle ich eine angenehme Pflicht, indem ich dankbar meines lieben Freundes, des Herrn Bergrates, LUDWIG v. CSEH erwähne. Nur der unermüdliche

Fleiss, mit dem er Jahre lang die auf die Umgebung von Selmezbánya bezüglichen Daten sammelte, und welch' unermüdliche Arbeit vielleicht nicht einmal die verdiente Anerkennung fand, machte es möglich, dass ich in verhältnismässig kurzer Zeit einen klaren Überblick über die geologischen Verhältnisse von Selmezbánya bekam. Ohne des von ihm zusammengetragenen Materials wäre dies unmöglich gewesen.

Die Eruptivgesteine der Umgebung von Selmezb- und Körmözbánya zogen die Aufmerksamkeit der Forscher schon lange auf sich und so ist denn auch die auf diese Gegend bezügliche Literatur ziemlich namhaft. Von der Aufzählung der geschichtlichen Daten sehe ich in dieser kleinen Mitteilung ab. Wir finden dieselben in der zusammenfassenden Arbeit JOSEF V. SZABÓ'S: «Selmezb környékének geologiai leirása.»\* Es ist in diesem Werke die Frucht jahrelanger Arbeit niedergelegt und ich knüpfe mit meinen Auseinandersetzungen direkt an seine Resultate an.

Seine Einteilung der Selmezbányaer Gesteine betreffs des Alters ist die folgende:

- Alluvium*: Kalktuff.  
*Diluvium*: Gerölle, Nyirok.  
*Kenozoisch*: Basalt.  
 Pyroxentrachyt (Rhyolith) und Conglomerat,  
 Süswasserquarz,  
 Biotit — Labradorit — Andesin — Trachyt (Rhyolith) und sein Conglomerat,  
 Biotit — Orthoklas — Andesin — Trachyt (Rhyolith) und sein Conglomerat.  
 Nummulitenschichten.  
*Mesozoisch*: (jünger) Diorit.  
*Trias*: (älter) Kalkstein, Dolomit, Werfener Schiefer.  
*Palaeozoisch und archaisch*: Quarzit, Arkose, Aplit, Glimmerschiefer, Gneiss.

Auf Grund meiner bisherigen Forschungen kann ich die Selmezbányaer Gesteine in folgender Reihenfolge zusammenfassen:

- Trias*: Werfener Schiefer. Stellenweise in Gneiss und Glimmerschiefer umgewandelt.  
 Triaskalk. Triasquarzit.  
*Eocen*: Nummulitenschichten.  
*Miocen*: Pyroxenandesittuff.  
 Pyroxenandesit.  
 Diorit.

\* Budapest, 1891. A M. Tud. Akadémia III. osztályának külön kiadványai.

Granodiorit. Stellenweise schieferig und dann gneissartig.

Ganggestein des Granodiorites ist der Aplit. Stellenweise ist der Granodiorit verkieselt.

Biotit-Amphibol-Andesittuff.

Biotit-Amphibol-Andesit.

Rhyolithtuff.

Rhyolith.

*Pliocen*: Basalt.

*Diluvium*: Nyirok, Thon, Gerölle.

*Alluvium*: Süßwasserkalk.

Vom Anfange der Eruptionen an bis zum Alluvium: Quarzit und Kalksinterablagerungen und secundäre Tuffbildung.

Wie ersichtlich, weicht meine Einteilung, besonders was die Reihenfolge der Eruptionen betrifft, erheblich von der durch Dr. JOSEF V. SZABÓ festgestellten ab. In Folgendem werde ich versuchen die Richtigkeit meiner Einteilung gegenüber der alten zu beweisen.

### *Die Eruptivgesteine von Selmeczbánya.*

Ich gebe hier die Beschreibung der Gesteine nur kurz, in wie weit es zur Feststellung der Typen notwendig ist. Die detaillirte Beschreibung wird Aufgabe der monographischen Bearbeitung sein.

### Pyroxenandesit.

Es ist dies das verbreitetste Gestein auf unserem Gebiete. Der Zug des Tanád besteht hauptsächlich aus ihm und die Selmeczbányaer Gänge befinden sich hauptsächlich darin.

In frischem Zustande ist es schwarz, dunkel gefärbt. Bald dichter, bald mehr porphyrisch struirt, aber auch die intactesten Varietäten zeigen unterm Mikroskop starke Veränderung.

An den meisten Orten ist dieses Gestein stark zersetzt, in Grünstein umgewandelt und kaolinisirt. Darüber wird, da dies auch bei den übrigen Andesiten zu beobachten ist, bei der Grünsteinbildung die Rede sein.

Unter dem Mikroskope ist es hypokrystallin porphyrisch und zwar hyalopilitisch. Glas ist wenig vorhanden und meistens zersetzt. Die Mineralien der intratellurischen Generation sind: Magnetit, Apatit, Hypersthen, Augit und Plagioklas.

Der *Magnetit* bildet kleinere bis grössere Körner. Als Einschluss kommt er im Hypersthen, Augit und Feldspat vor. Er ist titanhaltig,

worauf auch der Umstand hinweist, dass er in den zersetzten Hypersthenen mit einem Leukoxenhof umgeben ist.

*Apatit* kommt untergeordnet vor. Er ist bräunlich gefärbt, was von seinem Mangangehalte herrührt.

Der *Hypersthen* tritt in der für die jüngeren Eruptivgesteine bezeichnenden säulenförmigen Ausbildung auf. Sein Pleochroismus ist stark  $a = \text{rothbraun}$ ,  $b = \text{gelblich}$ ,  $c = \text{lichtgrün}$ .

Er ist meistens stark zersetzt. Dabei bleibt seine Form erhalten, er wird grün. Mit Immersion untersucht, finden wir in ihm einzelne Calcitgruppen, ferner faserige Partien, deren optische Orientirung eine verschiedene ist. Man kann Bastit, Epidot, Chlorit und Serpentin unterscheiden. Oft ist er gänzlich in Serpentin oder Chlorit umgewandelt.

Der *Augit* ist säulenförmig. Seine Auslöschung beträgt auf (010) zwischen  $45\text{—}49^\circ$ . Im Vergleiche zum Hypersthen ist er auffallend frisch, ausgenommen die typischen Grünsteinvarietäten. Er bildet mit dem Hypersthen Verwachsungen. Meistens unwächst er den Hypersthen, der in der Regel zersetzt, während der Augit vollkommen frisch ist.

Die *Plagioklase* sind auffallend frisch. Zwillingsbildung nach dem Albit und Karlsbader Gesetze ist häufig. Ich bestimmte die Feldspate nach der Methode FOUQUÉ's. Die Auslöschung betrug  $\perp$  auf  $a$   $56\text{—}59^\circ$ ,  $\perp$  auf  $c$   $45\text{—}28^\circ$ , was einem in die *Labradorit-Bytownit* Reihe gehörendem Feldspate entspricht. Ausnahmsweise kommt auch *Anorthit* und *Andesin* vor.

Die Feldspate zeigen oft eine zonare Structur und es sind dann die basischeren inneren Teile zersetzt, während die äusseren Zonen intact sind.

Die Grundmasse ist zersetzt, jedoch kann man die Plagioklasleistchen gut unterscheiden. Sie geben  $\perp$  auf  $a$  eine Auslöschung von  $70\text{—}72^\circ$ ,  $\perp$  auf  $c$  von  $6\text{—}5^\circ$ , was auf Feldspate der *Andesin-Oligoklas* Reihe hinweist.

Ausserdem kommen auch meistens chloritisirte, leistenförmige Krystalle vor, die auf Hypersthen weisen.

Es scheint, dass das Vorkommen von Hypersthen in der Grundmasse bei unseren Andesiten ein häufiger Umstand ist, da ich es bei Nagy-Maros auch beobachten konnte.

In der Grundmasse ist sehr viel Magnetit vorhanden.

Die Analyse des Gesteins, die ich, sowie alle hier mitgetheilten, meinem Collegen, Herrn Forstrat GREGORIUS BENCZE, verdanke, ist folgende:  
Schwarzer Pyroxenandesit von Vöröskút:

SiO <sup>2</sup>	55.90
K <sup>2</sup> O	1.67
Na <sup>2</sup> O	3.15

CaO	0·48
MgO	1·29
FeO	14·53
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	8·44
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	12·85
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	—
Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	1·69

Sehr bezeichnend für die Zusammensetzung der Gesteine ist die Methode LOEWINSON-LESSING's\*, der durch die Angabe des sogenannten Aciditäts-Koeffizienten und der Zahl der auf 100 Molekülen SiO<sup>2</sup> fallenden Basis-Molekülen für die einzelnen Gesteine sehr charakteristische Daten liefert.

Zur Feststellung des Aciditäts-Koeffizienten rechnen wir die in % ausgedrückte Formel auf Molekularproportionen um, und bilden daraus eine empirische Formel, in der die Basen vom Typus R<sup>2</sup>O und RO zusammen, die vom Typus R<sup>2</sup>O<sup>3</sup> getrennt auftreten und nun dividieren wir mit der Zahl der an die Basen gebundenen O-Atome die der an Si gebundenen O-Atome.\*\*

Im gegebenen Falle ist die umgerechnete Analyse :

SiO <sup>2</sup>	=	0·931
K <sup>2</sup> O	=	0·018
Na <sup>2</sup> O	=	0·051
CaO	=	0·009
MgO	=	0·032
FeO	=	0·202
MnO	=	0·007
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	=	0·053
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	=	0·126

Die empirische Formel ist 3·20 RO ; 1·8 R<sup>2</sup>O<sup>3</sup>; 9·3 SiO<sup>2</sup>. Der Aciditäts-Koeffizient ist 2·162. Die Zahl der Basismoleküle auf 100 Molekülen SiO<sup>2</sup> ist 46·2. Das Gestein gehört also in die Reihe der neutralen Gesteine.

### Augit-Diorit.

Er tritt an der linken Seite des Vihnyeer Thales in Form eines ellips-artigen Stockes auf. Ein isolirter Aufbruch ist beim Georgi-Stollen zu beob-

\* Studien über Eruptivgesteine. St.-Petersburg 1899. S. 212.

\*\* In der citirten Arbeit LOEWINSON-LESSING's ist Seite 212, offenbar aus Versehen, der Vorgang verkehrt angegeben.

achten. In frischem Zustande ist er schwärzlich-grünlich gefärbt. Oft ist er grünsteinisirt. Unter dem Mikroskope ist er hypokrystallin körnig.

Die Bestandteile sind der Ausscheidungsfolge nach:

1. Magnetit, Titanit und Apatit.
2. Diallage, Hypersthen, Amphibol, Biotit.
3. In die Labradorit, Bytownit-Reihe gehörender Plagioklas.
4. Mikroklin.
5. Quarz.

*Magnetit* ist ziemlich häufig, während *Apatit* und *Titanit* nur spärlich auftreten.

Der *Amphibol* ist grünlich und gehört zum gemeinen Amphibol. Er tritt auf als primärer Amphibol und als Uralitisirungsproduct des Diallage. Seine Auslöschung ist an den Spaltungsflächen des Prismas  $14^\circ$ . Der primäre Amphibol ist oft chloritisirt.

Der *Diallage* ist neben dem Biotit das häufigste färbige Gemengteil. Sein Pleochroismus, sonst selten sichtbar, ist ziemlich gut wahrzunehmen:

b = gelblich, a und c grünlich.

Nach (001) zeigt er Zwillingsverwachsung. Eine seltene Erscheinung.

Oft ist er parallel von rhombischem Pyroxen und dem Amphibol umwachsen.

Die orthopinakoidale Spaltbarkeit ist gut sichtbar. Untergeordnet tritt Hypersthen auf. Er zeigt mit den Diallage Verwachsungen.

Der *Biotit* ist stark verändert, an den Rändern chloritisirt. Oft sind die alternirenden Lamellen, aus denen er zusammengesetzt ist, abwechselnd umgeändert. In Epidot umgewandelte Partien treten untergeordnet auf.

SZABÓ erwähnt auch Augit\* und sagt, dass den Augit manchmal Diallage umgibt. Dieser Kern ist niemals Augit, sondern immer Hypersthen.

Die *Plagioklase* zeigen nach dem Albit und Karlsbader Gesetz Verwachsungen.

Die Extinction beträgt in Schnitten  $\perp$  auf a  $57-59^\circ$ ,  $\perp$  auf c  $40-27^\circ$ , was auf die Labradorit-Bytownit-Reihe weist.

Sehr bezeichnend für diese Plagioklase ist die blasige Structur, welche beim Selmeczányaer Augit-Diorit schon BECKE beobachtete und welche er zuerst in seiner Arbeit «*Petrographische Studien am Tonalit des Riesenerner*»\*\* beschrieb.

Einschlüsse, und zwar sowol Flüssigkeit als auch früher ausgeschiedene Mineralien sind häufig.

\* Selmecz környékének geologiai leírása. S. 389.

\*\* TSCHERMAK. M. P. M. 1893. XIII. S. 379. und 433.

Untergeordnet tritt auch Mikroklin auf und hier können wir auch granophyrische Verwachsung beobachten.

Den zuletzt ausgeschiedenen Gemengteil bildet der Quarz, welcher kleine Körner bildet, in denen Flüssigkeitseinschlüsse häufig sind.

Die chemische Zusammensetzung ist:

Diorit von Vihnye.

		Auf Molekularproportionen umgerechnet.
SiO <sup>2</sup>	= 59·80	SiO <sup>2</sup> = 0·997
K <sup>2</sup> O	= 0·23	K <sup>2</sup> O = 0·002
Na <sup>2</sup> O	= 7·31	Na <sup>2</sup> O = 0·118
CaO	= 8·54	CaO = 0·152
MgO	= 0·29	MgO = 0·007
FeO	= 5·60	FeO = 0·077
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	= 2·56	MnO = 0·010
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	= 13·34	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·016
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	=	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·130
Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	= 2·33	

3·7 RO ; 1·5 R<sup>2</sup>O<sup>3</sup> ; 100 SiO<sup>2</sup>.

Der Aciditäts-Koeffizient ist 2·408. Auf 100 Molekülen SiO<sup>2</sup> fallen 41 Basis-Molekülen. Das Gestein nimmt eine Mittelstellung zwischen Diorite und Quarzdiorite ein. Aciditäts-Koeffizient der Diorite 1·77, der Quarzdiorite 2·8.

### Granodiorit.

Bei SZABÓ ist dieses Gestein als syenitischer Orthoklastrachyt angeführt. Er unterscheidet davon den porphyrischen Biotit-Orthoklastrachyt, bemerkt aber \*, dass sie so allmählich ineinander übergehen können, dass es eventuell unmöglich ist eine Grenze zu ziehen. Dies beruht jedoch auf Irrtum. Die beiden Gesteine heben sich immer scharf ab. Schon der Umstand, dass das eine körnige, das andere porphyrische Structur besitzt, ist ein gutes Unterscheidungsmerkmal.

Uebrigens gehört sein porphyrischer Orthoklastrachyt mit seinem Biotit-Labradorit-Andesintrachyt zusammen.

Er selbst schreibt (l. c. S. 361.): «Da aber der Typus des Biotit-Andesin-Labradorittrachyts dem Biotit-Orthoklas-Andesintrachyte so ähnlich ist, dass, da in den beiden auch der Amphibol und der Quarz gemeinsam ist, nur das Vorherrschen des Orthoklases zwischen beiden Typen unterscheidet. Nun ist dies aber stellenweise veränderlich, und so ist es

\* L. c. S. 372.

möglich, dass diese beiden Typen dort, wo sie einander berühren, bei specieller Untersuchung auf der Karte eine andere Grenze bekommen werden.»

Ich muss bemerken, dass dies nur für seinen porphyrischen Biotit-Orthoklas-Trachyt Giltigkeit hat, für den syenitischen, unseren Granodiorit, nicht und wir werden sehen, dass die oben erwähnten beiden Gesteine nicht nur ähnlich, sondern auch identisch sind.

Das von mir Granodiorit genannte Gestein besitzt seine Hauptverbreitung im Hodruscher Thal.

Es ist ein lichtgraues, quarzhaltiges Gestein. Sein Feldspat ist untergeordnet Orthoklas, vorwiegend Plagioklas. Unter den farbigen Gemengteilen tritt Biotit und Amphibol auf, unter denen bald der eine, bald der andere vorwiegt. Titanit ist stellenweise makroskopisch sichtbar.

Unter dem Mikroskope ist er hypokrystallin körnig. Seine Bestandteile sind der Ausscheidungsreihenfolge nach :

1. Apatit, Magnetit, Zirkon, Titanit.
2. Biotit, Amphibol.
3. Andesin.
4. Orthoklas.
5. Quarz.

Pyroxen fehlt vollkommen, was den Granodiorit vom Biotit-Amphibol-Andesite (porphyrischer Biotit-Amphibol-Trachyt + Biotit-Andesin-Labradorit-Trachyt SZABÓ's) sofort gut unterscheidet.

Der *Biotit* ist meistens chloritisirt und ganz grün.

Wo intacte Partien die umgewandelten berühren, macht der Chlorit den Biotit blätterig. Der Amphibol ist grün und gehört zum gemeinen Amphibol. Er ist stark pleochroitisch und oft mit dem Biotit verwachsen.

Der *Plagioklas* zeigt Zwillingsstreifung und oft zonare Structur. Die basischeren Teile sind in Calcit umgewandelt.

Die Extinction beträgt in Schnitten  $\perp$  auf  $a$   $64^\circ$ ,  $\perp$  auf  $c$   $10^\circ$ , was auf Andesin deutet.

Der *Orthoklas* tritt in geringerer Zahl auf. Er ist etwas glasig und erinnert mehr an Sanidin. Gegenüber dem Andesin ist er allotriomorph. Er bildet granophyrische Verwachsungen.

Der *Quarz*, das zuletzt ausgeschiedene Mineral, ist sehr reich an Flüssigkeitseinschlüssen, in denen man auch NaCl-Würfeln beobachten kann.

Die Analyse des Granodiorite von Hodrusbánya gab folgendes Resultat :

		Auf Molekularproportionen umgerechnet.
SiO <sup>2</sup>	= 67·07	SiO <sup>2</sup> = 1·116
K <sup>2</sup> O	= 1·34	K <sup>2</sup> O = 0·014
Na <sup>2</sup> O	= 1·28	Na <sup>2</sup> O = 0·021
CaO	= 5·49	CaO = 0·098
MgO	= 2·18	MgO = 0·053
FeO	= 1·30	FeO = 0·018
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	= 4·80	MnO = 0·004
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	= 15·57	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·030
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	= 0·02	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·152
Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	= 0·94	

Die Formel ist : 2·1 RO ; 1·8 R<sup>2</sup>O<sup>3</sup> ; 11·2 SiO<sup>2</sup>.

Der Aciditäts-Koeffizient ist : 2·986. Auf 100 Moleküle SiO<sup>2</sup> fallen 33·4 Basis-Moleküle.

Das Gestein ist äusserst interessant. In chemischer Beziehung steht es zwischen den Graniten und Quarzdioriten. Sehr nahe verwandt ist es auch mit den Daciten, wofür auch der Sanidin-Charakter des Feldspates spricht.

Die Acidität ist grösser als bei den Quarzdioriten, wo der Koeffizient im Mittel 2·8 beträgt, während er bei diesem Gesteine bis über 3 steigt. Jedoch ist er geringer als jener der Granite 3·91.

Die Zahl der Basis-Moleküle auf 100 SiO<sup>2</sup> ist bei den Quarzdioriten 39, bei den Graniten 25·6, in unserem Falle 33·4.

Wir haben es mit einem Gesteine zu thun, das sowol in mineralogischer als chemischer Beziehung, wie auch betreffs der Structur zu den Quarzdioriten gehört, aber auch mit den amphibol-biotitführenden Graniten verwandt ist und auf das wir vielleicht den Namen Granodiorit mit Recht anwenden dürfen.

### Aplit.

Er tritt im Verbande mit dem Granodiorit auf. Stellenweise seine Randfacies bildend, meistens aber ihn durchbrechend.

Es ist ein weisslichgraues, aus Orthoklas, untergeordnet aus Andesin und aus Quarz bestehendes Gestein, welches wir in Anbetracht seiner mineralogischen und chemischen Zusammensetzung, sowie seines Auftretens als saures Ganggestein des Granodiorits auffassen müssen.

Mit der Definition ROSENBUSCH's stimmt freilich diese Auffassung nicht, denn er kennt Ganggesteine nur in Gefolge von Tiefengesteinen. In diesem Falle ist aber sowol der Granodiorit als auch der Aplit entschieden effusiv.

Der Granodiorit besitzt zwar eine hypokrystallin körnige Structur,

was auf ein Tiefengestein hinweisen würde und doch ist dieses Gestein in seinem ganzen Auftreten effusiv. Übrigens stimme ich in dieser Hinsicht vollkommen mit LOEWINSON-LESSING, überein,\* dass es zwar Eigenschaften gibt, die einesteils für die Structur der Tiefengesteine, andererseits für die der Effusivgesteine bezeichnend sind, aber eine derartige Interpretation der Structur, dass sie als untrüglicher Beweis der Bildung gelte, ist irrig.

Dass übrigens die chemische Zusammensetzung die Structur der Gesteine äusserst stark beeinflusst, jedenfalls in ebensolchem Masse, wie der Druck, dafür bieten unsere Gesteine ausgezeichnete Beispiele. In den durch den Bergbau aufgeschlossenen Tiefen konnte ich nirgends einen Wechsel in der Structur nachweisen. All diese Ausführungen würden mich aber allzuweit von meinem Gegenstande ablenken.

Kehren wir auf die Besprechung des Aplits zurück. Zuerst beschrieb ihn PETTKO unter dem Namen Aplit. Über seine Natur war man aber lange in Zweifel. SZABÓ beschreibt ihn unter dem Namen Aplit-Arkose und hält ihn für ein paläozoisches Sediment, welches die Eruptionen aus der Tiefe emporhoben.

Seine Auffassung ist jedoch irrig, denn die eruptive Natur des Aplits ergibt sich aus seinem Auftreten. So kann man im Thale von Vihnye an mehreren Stellen seinen Durchbruch durch den Dioriten und den Trias-Sedimenten, die er stark contact-metamorphisirt hat, beobachten.

Ausserdem schliessen seine chemische Zusammensetzung, sowie die unter dem Mikroskope zu beobachtende Ausscheidungsreihenfolge, die nur bei Eruptivgesteinen zu constatiren ist, jeden Zweifel behufs seiner eruptiven Natur aus.

SZABÓ hat den Aplit mit einer im oberen Teil der Werfener Schiefer vorkommenden Arkose, die ihm etwas ähnlich ist und deren Trümmer wir in dem später zu erwähnenden eocenen Conglomerate von Vihnye auffinden, verwechselt. Sie hat jedoch mit dem Aplite nichts gemein.

HUSSÁK beschreibt den Aplit als Granit.\*\* Er untersuchte auch eine turmalinführende Varietät.

Unter dem Mikroskop erweist er sich als ein panidiomorph körniges Gestein, das hauptsächlich aus Orthoklas und Quarz besteht. Untergeordnet tritt Andesin auf. In kleiner Menge kann man ferner Muskovit und stellenweise Turmalin beobachten.

Der *Orthoklas* zeigt granophyrische und mikroperitithische Verwachsungen.

\* Studien über Eruptivgesteine. S. 411--414.

\*\* Beiträge zur Kenntniss der Eruptivgesteine der Umgegend von Schemnitz. Sitzungsber. der k. Ak. d. Wiss. Wien. 1880. Bd. LXXXII. S. 66.

Oft ist er zersetzt und zeigt dann Spuren von Saussuritisierung. Als Zersetzungsproduct tritt auch Calcit auf.

Der Quarz bildet gut entwickelte Körner. Er ist sehr reich an Flüssigkeitseinschlüssen.

Der Turmalin ist sehr schön dichroitisch und zeigt manchmal zonare Structur mit blauen Aussenschalen und Innen mit farblosem oder bräunlichem Kern. Oft bildet er kugelige Massen. Diese Varietät nennen die hiesigen Bergleute Tiegererz.

In seinen Contacten tritt Turmalin ebenfalls auf.

Die chemische Zusammensetzung des Aplits von Csubernó ist:

	Auf Molekularproportionen umgerechnet.
SiO <sup>2</sup> = 75·63	SiO <sup>2</sup> = 1·260
K <sup>2</sup> O = 3·33	K <sup>2</sup> O = 0·035
Na <sup>2</sup> O = 3·85	Na <sup>2</sup> O = 0·062
CaO = 1·28	CaO = 0·023
MgO = 0·77	MgO = 0·019
FeO = 0·29	FeO = 0·004
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·99	MnO = 0·005
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 12·60	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·006
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> = in Spuren	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·123
Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup> = 1·26	

Die Formel ist 1·5 RO; 1·3 R<sup>2</sup>O<sup>3</sup>; 12·6 Si O<sup>2</sup>.

Aciditäts-Koeffizient 4·66. Auf 100 Molekülen SiO<sup>2</sup> fallen 21·4 Basis-Molekülen.

### Biotit-Amphibol-Hypersthen-Andesit.

SZABÓ beschreibt, wie ich schon bei Besprechung des Granodiorits erwähnte, einen Teil des Biotit-Amphibol-Hypersthen-Andesits als porphyrische Orthoklas-Trachyt. Was er z. B. auf seiner Karte als B. Or. Tr. Grünstein ausscheidet, gehört alles hieher.

Diese Unterscheidung SZABÓ's beruht auf Irrtum. Erstens verdient das Gestein, welches er als porphyrischen Orthoklas Trachyt beschreibt, diesen Namen nicht, denn wenn in demselben hie und da auch Sanidin auftritt, so ist sein Vorkommen so sporadisch, dass wir es bei der Classification nicht als Ausgangspunkt nehmen können.

Sowol der porphyrische Orthoklas-Trachyt, als der Biotit-Labradorit-Andesintrachyt SZABÓ's bilden ein Gestein, welches wir Biotit-Amphibol-Hypersthen-Andesit nennen können.

Die bezeichnende Mineralcombination bilden ein in die Andesin-

Labradorit-Reihe gehörender Plagioklas, Biotit, Amphibol und manchmal Hypersthen. Stellenweise ist auch Quarz darin zu beobachten.

Der Amphibol gehört der basaltischen Hornblende an, was gegenüber dem Granodiorit eine wesentliche Abweichung ist.

Was nun das mikroskopische Verhalten des Gesteines betrifft, so ist seine Structur holokrystallin porphyrisch, manchmal hypokrystallin porphyrisch und zwar hyalopilitisch.

Die Bestandteile sind: Cordierit, Apatit, Magnetit, Biotit, Amphibol, Labradorit, Andesin, Sanidin, Quarz (Tridymit).

Der *Cordierit* kommt untergeordnet vor. So kann man ihn am Ribniker Hügel in einzelnen Krystallen finden. Er gehört zu den ersten Ausscheidungen.

*Apatit* ist häufig. Er enthält zahlreiche Interpositionen. Meistens ist er bräunlich gefärbt.

*Magnetit* ist sehr häufig, oft limonitisirt. Er enthält Titan, da er im zersetzten Gestein oft von einem Leukoxen-Hof umgeben ist. Wenn Hussák (l. c. Seite 38) schreibt: «Titaneisen, welches in den Grünsteintrachyten vorkommt, fehlt den eigentlichen Andesiten vollständig»; so beruht dies auf Irrtum. In den Grünsteinvarietäten konnte er es nachweisen, weil hier in Folge der eingetretenen Zersetzung der Titangehalt des Magneteisens sich verrathet, aber auch hier haben wir es nicht mit reinem Titaneisen zu thun, wie er glaubt.

Der *Biotit* zeigt magmatische Resorption. Gewöhnlich ist er chloritisirt.

Der basaltische Amphibol zeigt auch Chloritisirung und Resorption.

Sowol beim Biotit, als beim Amphibol tritt auch Epidot als Zersetzungsproduct auf.

*Hypersthen* ist ziemlich häufig. Manchmal überwiegt er, wie zum Beispiel im Gesteine des Szitnya, jedoch unterscheidet das Vorhandensein von Biotit und Amphibol auch dieses Gestein scharf vom Pyroxenandesite, für den es Szabó und auch Hussák hielten.

Auch der Biotit und Amphibol treten in wechselnder Menge auf. Bald überwiegt der eine, bald der andere.

*Augit* findet man untergeordnet, wo der Hypersthen häufiger ist, tritt auch Augit auf, zugleich ist aber auch der Biotit und der Amphibol sehr stark resorbirt.

Die hier beschriebenen Abweichungen kann man auf abweichende Bildungsverhältnisse zurückführen.

Die *Plagioklase* zeigen zonare Structur. Sie sind reich an Einschlüssen. Dieselben sind: Apatit, Magnetit, Amphibol, Biotit, Hypersten, Glas.

Die Auslöschung beträgt  $\perp$  auf a circa  $63^\circ$ ,  $\perp$  auf c zwischen  $22\text{—}12^\circ$ ,

was auf die Labradorit-Andesit-Reihe weist. Oft ist der Feldspat stark zersetzt und dann scheidet sich Calcit aus.

*Sanidin* tritt untergeordnet auf.

Der *Quarz* tritt unregelmässig als Füllungsmasse auf. Sein Auftreten ist sehr veränderlich. Wo die Structur holokrystallin porphyrisch, ist er häufiger, wo sie hypokrystallin porphyrisch, tritt er zurück.

*Tridymit* finden wir als secundäre Bildung hauptsächlich an den Wänden von Blasenräumen.

Die Grundmasse ist bald holokrystallin, bald hyalopylitisch. Sie besteht aus Magnetit, Hypersthen und Plagioklas, beziehungsweise auch Glas.

Hypersthen tritt auch hier in einer zweiten Generation auf. Er ist stark chloritisirt. Der Feldspat ist Andesin.

Ein vom Wäagehaus genommenes Stück besitzt folgende Zusammensetzung:

		Auf Molekularproportionen umgerechnet.
SiO <sup>2</sup>	56.01	SiO <sup>2</sup> = 0.933
K <sup>2</sup> O	2.79	K <sup>2</sup> O = 0.030
Na <sup>2</sup> O	7.30	Na <sup>2</sup> O = 0.117
CaO	8.25	CaO = 0.147
MgO	0.37	MgO = 0.009
FeO	4.34	FeO = 0.060
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	3.91	MnO = 0.009
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	14.92	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0.024
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	Spuren	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0.146
Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	2.11	

Die Formel ist : 3.7 RO ; 1.7 R<sup>2</sup>O<sup>3</sup> ; 9.3 SiO<sup>2</sup>.

Aciditäts-Koeffizient 2.113.

Auf 100 Molekülen SiO<sup>2</sup> kommen 47.3 Basismolekülen.

Das Gestein ist basischer als die vorhergehenden.

### Rhyolith.

Wie wir sehen werden, ist er das jüngste Glied des auf unserem Gebiete mit dem Pyroxenandesit beginnenden Eruptions-Cyclus.

Die Rhyolithisirungs-Theorie SZABÓ'S,\* die ja heute wol Niemand mehr annimmt und die ohnedies fällt, sobald die von mir festgestellte Eruptionsfolge erwiesen ist, übergehe ich hier.

Auch mit dem Gesteine will ich mich hier nur kurz befassen, insofern es für die Feststellung des Typus notwendig ist. Es tritt in mikrofelsitischer und vitrophyrer Ausbildung auf. Das Gebiet zwischen dem

\* Siehe SZABÓ l. c. S. 315, ferner s. 369 und 381.

Vihnyeer und Szklenoer Thal, welches das Garam-Thal begrenzt, ist besonders zu seinem Studium geeignet.

Die Mineralcombination ist Sanidin, dann untergeordnet ein Plagioklas der Albit-Oligoklas-Reihe, ferner Biotit und Quarz. Untergeordnet Magnetit und Apatit.

Der *Apatit* ist lang nadelförmig und sammt dem *Magnetite* zwar verbreitet, aber nicht häufig.

Der *Biotit* ist dunkelbraun. Er bildet nach 001 Zwillinge. Manchmal ist er etwas chloritisirt und epidotisirt.

Der *Biotit* zeigt oft magmatische Resorption. Sein Eisengehalt ist dann in Form von Magnetit ausgeschieden, der wieder in Limonit umgewandelt ist. Die rötliche Farbe des Rhyoliths am Vihnyeer Steinmeer rührt daher. Der Plagioklas, der in frischem Zustande  $\perp$  auf *a* eine Auslöschung von circa  $84^\circ$ ,  $\perp$  auf *c* von  $10^\circ$  hat und daher der Oligoklas-Albit-Reihe angehört, ist dann immer kaolinisirt. Der Sanidin ist immer intact. Dies lässt darauf schliessen, dass die Limonitisirung schon bei der Verfestigung des Magmas begann.

Der *Sanidin* zeigt oft Zwillingungsverwachsung nach dem Karlsbader Gesetze. Er ist reich an Glaseinschlüssen.

Der *Quarz* tritt in Dilaxaëdern auf. Er ist magmatisch corrodirt, durchsichtig. Die durch Corrosion entstandenen Höhlungen sind mit Grundmasse ausgefüllt. Er ist stark von Sprüngen durchsetzt.

In der Grundmasse, die mikrofelsitisch ist, finden wir Biotit, Plagioklas, Augit ausgeschieden. Bald wiegt der Eine, bald der Andere vor.

Es hängen mit diesen Rhyolithen Pechsteine und Perlite zusammen. Das Studium der Übergänge, der Sphärolite gab sehr interessante Resultate. Es möge mir gestattet sein hierüber ein anderesmal zu berichten.

Sehr schön kann man die Übergänge ins Szklenoer Thal beobachten, wenn man vom Bade aus gegen Geletnek geht.

Die Analyse des Rhyoliths vom Vihnyeer Steinmeer gab folgendes Resultat:

		Auf Molekularproportionen ungerechnet.
SiO <sup>2</sup>	77·46	SiO <sup>2</sup> = 1·291
K <sup>2</sup> O	6·41	K <sup>2</sup> O = 0·068
Na <sup>2</sup> O	1·35	Na <sup>2</sup> O = 0·022
CaO	1·29	CaO = 0·023
MgO	0·05	MgO = 0·001
FeO	1·95	FeO = 0·027
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	1·00	MnO = 0·000
Al <sup>2</sup> A <sup>3</sup>	10·27	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·006
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	Spuren	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> = 0·100
Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	0·22	

Die Formel ist:  $1.4 \text{ RO} ; 1.1 \text{ R}^2\text{O}^3 ; 12.9 \text{ SiO}^2$ .

Aciditäts-Koeffizient 5.48.

Die Zahl der Basismolekülen auf 100  $\text{SiO}^2$  ist 18.2.

### Basalt.

Der in der Umgebung von Selmezbánya vorkommende Basalt tritt an drei Orten auf. Der Kalvarienberg besteht aus ihm, er bildet Durchbrüche bei Kis-Hiblye und Repistye. In grösserer Ausdehnung finden wir ihn dann bei Szt-Kereszt.

Alle drei Vorkommnisse bestehen aus olivinführendem Feldspatbasalt.

Die Mineralien der ersten Generation sind der Ausscheidungsreihenfolge nach: Magnetit, Picotit, Apatit, Augit, Olivin, Labradorit-Bytownit.

Da der Feldspat in vorherrschender Menge auftritt, schied er sich zuletzt aus.

Die Structur des Gesteines ist hypokrystallin porphyrisch und zwar hyalopylitisch.

*Magnetit* tritt in grosser Zahl auf und zwar sowol als Einschluss, als auch als selbständiger Bestandteil.

*Picotit* bildet Einschlüsse im Olivin.

*Apatit* häufig.

Der *Augit* besitzt zonare Structur. Zwillingsverwachsungen nach (100) häufig. Oft zeigt er Sanduhrstructur. Er spaltet auch nach (100), was ihm ein diallageartiges Aussehen verleiht, wie dies ja übrigens bei den Augiten der Basalte und Diabase häufig ist.

Der *Olivin* ist in Folge der magmatischen Resorption gerundet. Stellenweise weist er analog den Quarzen der Dacite, durch Corrosion entstandene Höhlungen auf. Diese sind mit Grundmasse ausgefüllt.

HUSSÁK schreibt (l. c. S. 64), dass der Olivin Einschlüsse aus der Grundmasse enthält. Es sind dies eben keine Einschlüsse, sondern durch Grundmasse ausgefüllte Höhlungen des Olivins, die durch magmatische Corrosion entstanden. Als Einschluss finden wir Picotit, Magnetit, Augit.

Der Olivin des Kis-Hiblyeer Basaltes ist stark serpentinisirt.

Der *Plagioklas* bildet lange, leistenförmige Krystalle. Die Auslöschung  $\perp$  auf  $a$  beträgt  $55^\circ$ ,  $\perp$  auf  $c$  circa  $40^\circ$ , was auf Labradorit-Bytownit weist.

SZABÓ (l. c. S. 281) hält die grösseren Feldspate für Oligoklas-Andesin. Ich konnte trotz des eifrigsten Nachsuchens unter den grösseren Feldspaten nur in die Labradorit-Bytownit-Reihe gehörende finden. Der Feldspat der Grundmasse hingegen ist Oligoklas.

Übrigens gehört bei den Basalten, wo zwei Feldspat-Generationen

vorhanden sind, die intratellurische Generation immer zum Labradorit, Bytownit und Anorthit, ist also sehr basisch.

In der Grundmasse kann man Magnetit, Augit, Olivin, Oligoklas und Glas nachweisen.

Als Zersetzungsproduct tritt Calcit und Serpentin auf.

### Gneiss und Glimmerschiefer.

Bevor ich auf die Besprechung dieser Gesteine übergehe, sei es mir erlaubt mit der Schilderung einiger charakteristischen Vorkommnisse zu beginnen, dass wir so aus den einzelnen Vorkommen die allgemeinen Schlüsse ziehen können.

Zuerst will ich mich mit dem in grösserer Verbreitung ausgeschiedenem Gneisse befassen.

In grösserer Ausdehnung ist er im Thal von Vihnye ausgeschieden. Uns interessiren hier besonders zwei Vorkommen. Das eine ist gegenüber von Banka der Gneiss von Szálláshegy, das andere die Masse beim Windischleuten-Stollen.

*Das Vorkommen am Szállás-Berg.* Gegenüber dem Wege nach Banka wurde an der Vihnyeer Strasse zur Gewinnung von Schottermaterial ein kleiner Steinbruch eröffnet, in dem wir eine von Aplit-Adern umgebene und durchsetzte Gneisscholle finden.

Dieser Gneiss kommt noch an mehreren Stellen vor, wenn wir im Thale gegen Vihnye vorschreiten.

An der Berglehne aufwärts gehend, können wir Gneiss, dann Glimmerschiefer und endlich Werfener Schiefer finden. Ausserdem sind mehrere Aplitdurchbrüche zu beobachten. Ich muss hier hervorheben, dass der Gneiss durch den Glimmerschiefer stufenweise in Werfener Schiefer übergeht, mit demselben aufs engste zusammenhängt. Ferner finden wir ihn nur dort, wo der Granodiorit oder Aplit die Schiefer durchbrechen, oder mit ihnen in Berührung kommen.

Über dieses Aneinandergebundensein klären uns die Dünnschliffe auf. (Taf. II., Fig. 1.)

Das makroskopisch als Gneiss bestimmte Gestein erweist sich unter dem Mikroskope aus zwei Gesteinen bestehend.

Wir sehen ein grünlichbraunes, gelbliches, feinkörniges Gestein, das mit haardünnen Adern eines Eruptivgesteins derart durchsetzt ist, wie etwa ein Organ durch die Adern. Bei näherer Untersuchung erweist sich das Eruptivgestein als typischer Aplit, der aus Orthoklas, Quarz und Andesin besteht, also vollkommen unserem Apliten entspricht. Manchmal tritt auch Turmalin auf.

Das grünlichbraune Gestein besteht aus Feldspat, Quarz, Glimmer und wahrscheinlich Sillimanit und Cordierit. Es ist ein Hornfels.

Wir haben es hier zweifellos mit einer Injection zu thun, wie wir sie schöner nicht wünschen können.

Der Aplit durchtränkte den Werfener Schiefer und wandelte ihn in «Gneiss» um. Weiter vom Contacte ist die Wirkung geringer und das Gestein besteht aus Glimmerschiefer, der dann in unveränderten Werfener Schiefer übergeht.

Mit dem Mechanismus, der Theorie der Injection will ich mich jetzt nicht befassen, ich werde demnächst eine separate Studie derselben widmen. Thatsache bleibt, dass sie vorhanden ist und jeden Zweifel ausschliessend nachzuweisen ist. Wir finden sie immer in der Nähe des Aplits oder Granodiorits. Die Injectionen des Granodiorits stimmen vollkommen mit jenen des Aplits überein.

Der Werfener Schiefer wurde also durch die Injection des Aplits und des Granodiorits und durch die in ihrem Gefolge auftretenden Contactwirkungen in Gneiss umgewandelt.

Es ist dies zugleich eine Bestärkung als auch Modificirung der Injectionstheorie der Franzosen.

Wenn einzelne Gneisse auch aus Glimmerschiefer durch Injection von Granit entstehen können, so braucht doch bei diesen Injectionsgneissen das injicirte Gestein nicht notwendig ein Glimmerschiefer zu sein, es kann auch ein anderes sedimentäres Gestein vorliegen.

*Der Gneiss, den wir in der Umgebung des Windischleutner-Stollens* oder am Kreuzerfindungs-Erbstollen finden, ist ganz anderer Natur. Er weicht schon makroskopisch vom früheren Gesteine ab. Während der zuerst beschriebene Gneiss feinkörnig und gebändert ist, ist dieser, wenn auch geschichtet, mehr grobkörnig struirt.

Auch makroskopisch ist in ihm der Quarz, der Feldspat, welcher Orthoklas und Plagioklas ist, ferner der Glimmer, der chloritisirt und oft steatitartig ist, gut wahrzunehmen.

Unterm Mikroskope kann man typische Kataklasstructur nachweisen. Die Feldspate und der Quarz sind von einer Zone zerbröckelter Partien umgeben. Der Biotit ist chloritisirt und stellenweise zeigen sich Rutilnadeln in demselben. Der Orthoklas ist mit Mikroklin durchsetzt. Im Andesin bildete sich Calcit und Epidot. (Taf. II., Fig. 2.)

Mit einem Worte der Charakter des Gesteines stimmt mit jenem der alpinen Protogine überein, an die dieses Gestein stellenweise auch makroskopisch erinnert.

Schon SZABÓ hob diese makroskopische Übereinstimmung hervor.\*

\* L. c. S. 401.

Im Gesteine tritt auch Pyrit auf, ferner kann man die zersetzende Thätigkeit postvulkanischer Wirkung beobachten.

Die mineralogische Zusammensetzung des Gesteines stimmt vollkommen mit dem Granodiorite überein, in dem es auch Übergänge zeigt. Seine chemische Zusammensetzung ist auch jene des Granodiorits (nur ist es durch die postvulkanische Nachwirkung etwas verändert) indem die Analyse folgendes Resultat gab :

SiO <sup>2</sup>	67·07	Mn <sup>3</sup> O <sup>4</sup>	0·38
K <sup>2</sup> O	1·72	FeS <sup>2</sup>	1·55
Na <sup>2</sup> O	6·44		
CaO	2·34		
MgO	0·94		
FeO	3·85		
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	3·77		
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	11·89		
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	0·05		

Dieses als Gneiss bezeichnete Gestein ist also nichts anderes, als eine durch Druck gneissartig gewordene Partie des Granodiorits.

Unsere Gneisse haben also einen zweifachen Ursprung. Einesteils werden sie durch die injicirten und contactmetamorphisirten Partien des Werfener Schiefers, andernteils durch die kataklastischen Partien des Granodiorits gebildet. Ihr Alter ist also viel jünger, als die älteren Autoren voraussetzten.

Wir werden sehen, dass der Granodiorit mit dem Aplite in unserer Eruptionsreihe einen verhältnismässig späten Platz einnimmt, und dass die Zeit der Injection und der Ausbildung der Kataklastenstructur in das Neogen fällt, so dass unsere «Gneisse» ihr gneissartiges Aussehen erst im jüngeren Tertiär erlangten.

Der Glimmerschiefer kommt, wie gesagt, immer mit Gneiss und Werfener Schiefer vor. Seine Ausdehnung ist jedoch sehr beschränkt. Gut aufgeschlossen ist er neben dem Meierhofe am Fusse des Szállás-Berg, beim Szklenoer Fussweg.

Auf der Höhe des Szálláshegy finden wir Triaskalke und darunter Werfener Schiefer mit *Myacites Fassaensis*, *Naticella costata*. Ihr Einfallen ist 21<sup>h</sup> gegen NW, ihr Streichen 2<sup>h</sup> gegen NNO, fällt also mit dem Streichen der Selmezer Gänge zusammen. In der Fortsetzung der Kalke des Szálláshegy liegen die Quarzite über dem Meierhofe. Die Schichtung und das Einfallen entspricht dem der Triaskalke. Wie wir sehen werden, haben wir es hier mit den Werfener Schiefen aufgelagerten Triasquarziten (Lunzer-Quarzite) zu thun.

Im Liegenden dieser Quarzite finden wir den Glimmerschiefer. Es

ist zu bemerken, dass im Handerlova-Thal unter dem Quarzite unveränderter Werfener Schiefer zum Vorschein kommt.

Dieser Umstand ferner, dass der Glimmerschiefer im Streichen der Werfener Schiefer liegt, berechtigt uns, besonders nach den an der gegen das Vihnyeer Thal gelegenen Seite des Szálláshegy gemachten Erfahrungen, zur Annahme, dass wir es auch hier mit umgeänderten Werfener Schiefen zu thun haben. Die Ursache der Umwandlung finden wir auch am Wege gegen Repiste in Form des Granodiorits.

Wir können also sowol für den Gneiss als auch für den Glimmerschiefer deren jüngeres, mit den hiesigen Eruptivgesteinen zusammenhängendes Alter als erwiesen annehmen.

Mit den *triassischen Gesteinen*, da der Zweck der vorliegenden Arbeit nur die Feststellung der Eruptionsfolge ist, befasse ich mich nicht ausführlicher. Vom *Quarzite* wird im Kapitel, wo ich einen kurzen Blick auf die postvulkanische Thätigkeit werfe, Rede sein.

### Das gegenseitige Altersverhältnis der Selmeczbányaer Eruptivgesteine.

Die in der Umgebung von Selmeczbánya vorkommenden Eruptivgesteine haben alle ein posteocenes Alter. Sie durchbrechen die triassischen Gesteine.

Für die Andesite setzte PETTKÓ das posteocene Alter fest und auch SZABÓ nahm es an, jedoch stellt auch er den Diorit noch ins Mesozoicum.

Das vor den Selmeczbányaer Andesiteruptionen abgelagerte nächstjüngste Gestein ist der im Vihnyeer Thale vorkommende, hauptsächlich *Nummulites lucasana* und *perforata* führende kalkige, eocene Sandstein.

An der Berglehne finden wir zuerst Triaskalk, dem ein grobes Conglomerat aufgelagert ist. Dieses wird gegen oben feiner und geht in einen kalkigen Sandstein über, in dem die Nummuliten vorkommen. Darüber folgt stark verändertes tuffiges Conglomerat des Pyroxenandesites. Darauf ist dann weiter oben der Pyroxenandesit gelagert.

PETTKÓ schreibt darüber: \* «Auf der Karte ist indessen nur jene Partie besonders verzeichnet, welche in unmittelbarer Nähe des Eisenbacher Bräuhauses den äussersten Rand des dortigen Kalksteinzuges bildet und wegen der darin nebst anderen Fossilien vorkommenden Nummuliten merkwürdig ist. Dieses Conglomerat wird von Grünsteintuff überlagert und die Auflagerungsfläche fällt unter etwa 40 Grad nach Nordwest».

\* Geologische Karte der Gegend von Schemnitz. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. 2. Bd. I. Abth. S. 6.

SZABÓ hingegen hält den Tuff für Pyroxenandesit; obwol die conglomeratische Structur sehr gut zu beobachten ist und man darin auch Kalksteinknollen sehen kann. Das Argument SZABÓ's, dass keine Schichtung vorhanden, kann nicht in Betracht kommen.

SZABÓ sagt ferner vom Nummulitengestein folgendes (l. c. S. 101.) «Das Nummulitengestein ist ganz unabhängig vom Kalkconglomerate. Der Zusammenhang ist nur soviel, dass das Conglomerat sein Liegendes bildet».

Wie schon PETTKÓ richtig beobachtete, hängt dieses Conglomerat wol mit dem Nummulitengesteine zusammen. Wir müssen es als ein Grundconglomerat betrachten, welches die Strandlinie des eocenen Meeres bezeichnet und welches durch das Szklener Thal bis Georgistollen zieht.

Über die Bestandteile des Conglomerats schreibt SZABÓ folgendes (l. c. S. 101): «Unter den Stücken sah ich auch solche, in denen Versteinerungen der unteren Trias sichtbar waren, ferner Kalk und Dolomit, wie man es an vielen Stellen, so z. B. gleich an der anderen Thalseite, wo man daraus Kalk brennt, sehen kann. Abwärts gehend untersuchte ich das Conglomerat genauer und fand es mannigfaltiger. Wir finden darin bläulichen und weissen Kalkstein, dunkelgrauen Dolomit, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Quarzit, Arkose, *aber es ist darin keinerlei Trachyt, Diorit oder Nummulitgestein enthalten.*»

Mit seinen Daten stimme ich, ausgenommen den Glimmerschiefer, vollkommen überein. Es kommen zwar glimmerige Thonschiefer, wie wir sie im Complexe der Werfener Schiefer finden, darin vor, aber diese weichen bedeutend von den glimmerschieferähnlichen Gesteinen des Szállás-hegy ab.

Das Conglomerat enthält sämtliche älteren Gesteine der Umgebung.

Die Arkose ist jenes Gestein, welches im oberen Theile der Werfener Schiefer vorkommt und welches ich beim Aplit erwähnte.

Dieser Aufschluss beweist, dass der Pyroxenandesit zweifellos post-eocen ist.

Der Eruption des Pyroxenandesits ging auf Grund dieses Profils die Bildung seines Tuffes voran. Dementsprechend finden wir am 5. Lauf des Franz Josef-Schachtes im Pyroxenandesit eine Scholle seines Tuffes eingeschlossen.

Auf unserem Gebiete bildet also der Tuff, die Breccie des Pyroxenandesits das erste Eruptivgebild wie wir es auch noch näher sehen werden.

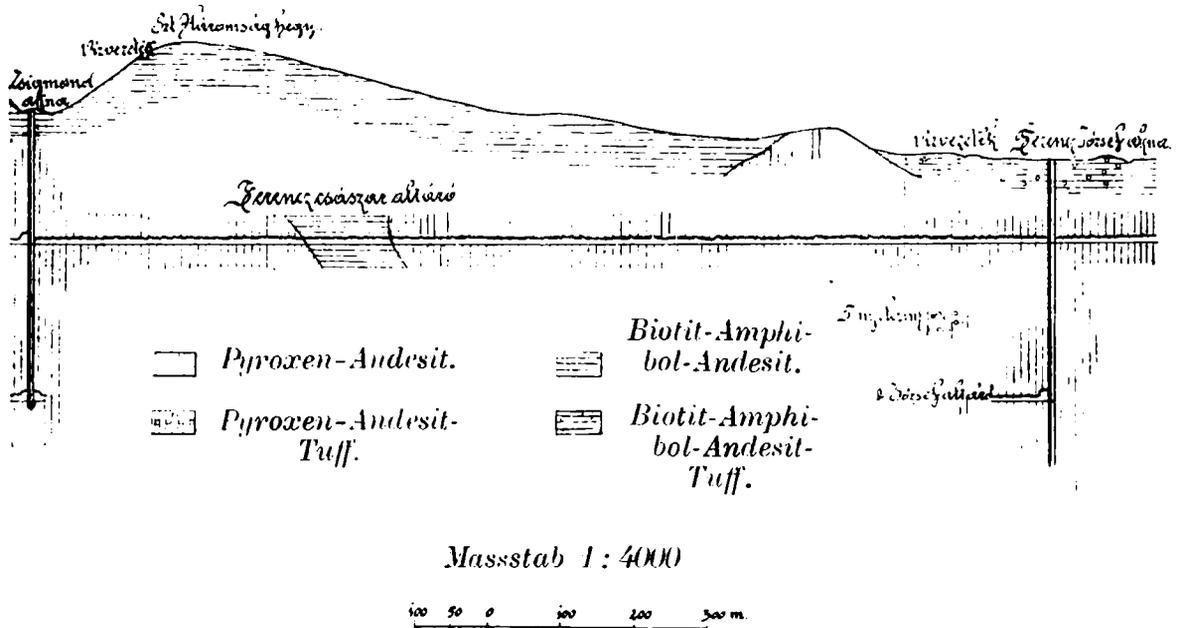
Das Fehlen des Diorits im Conglomerate ist eine auffallende Thatsache und wir haben keinen Grund, dass wir dieses, die Triasschichten durchbrechende Gestein für mesozoisch erklären, da wir sonst seine Stücke unbedingt in den fraglichen Schichten vorfinden würden.

Bei der Feststellung der Altersfolge der Gesteine werden wir den

Pyroxenandesit zum Ausgangspunkte wählen, und ich werde in charakteristischen Profilen die Sache zu lösen suchen.\*

Verhältnis des Pyroxenandesits und Biotitandesits. Ein sehr gutes Bild darüber gibt uns ein im Niveau des Kaiser Franz-Erbstollens vom Franz Josef-Schacht bis zum Sigismund-Schacht gelegtes Profil. Es ist nur das thatsächlich zu Beobachtende dargestellt. Ergänzt wird dieses Profil durch das etwas nördlicher gelegene hier mitgetheilte zweite, welches in der Richtung und im Niveau des Josefi secundi Erbstollens vom Franz Josef-Schachte bis zum Sigismund-Schacht gelegt ist, und

I. Profil im Niveau des Kaiser Franz-Erbstollens.



durch das noch nördlicher in der Richtung des Dreifaltigkeits-Erbstollen gelegte.

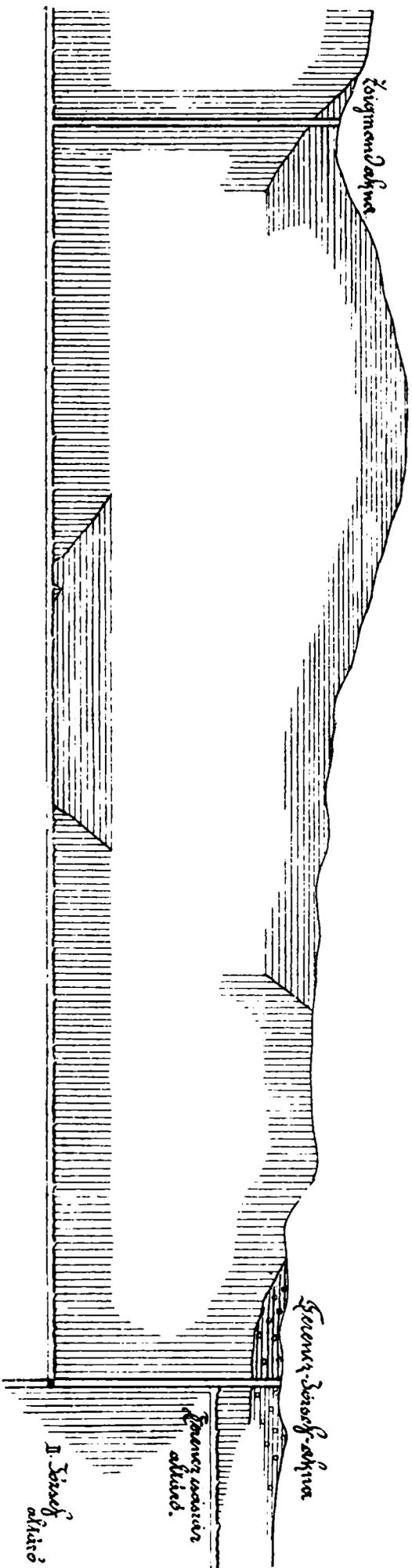
Am Dreifaltigkeits-Erbstollen liegt, wie wir sehen, ober dem Pyroxenandesit Tuff und tuffiges Conglomerat. Dies können wir auch am Profil Nr. II beobachten, wo die Auflagerung des Tuffs auf Pyroxenandesit besonders beim Franz-Schachteclatant ist, wie wir dies denn auch am III. Profil sehen können.

Ober der Selmezbányaer Tabakfabrik ist auf diesem Tuff Biotit-Amphibol-Andesit gelagert. Dieselbe Lagerung sehen wir auch auf Profil I und III. Die Reihenfolge: Pyroxenandesit, Biotit-Amphibol-Andesit-Tuff, Biotit-Amphibol-Andesit ist also klar.

Bei Profil I ist im 5. Laufe des Franz Josef-Schachts die Seite 384

\* Die Daten betreffs der Gruben verdanke ich der Freundlichkeit Ludwig SEH'S.

## II. Profil im Niveau des Josef secundä Erbstollens.



Pyroxen-Andesit

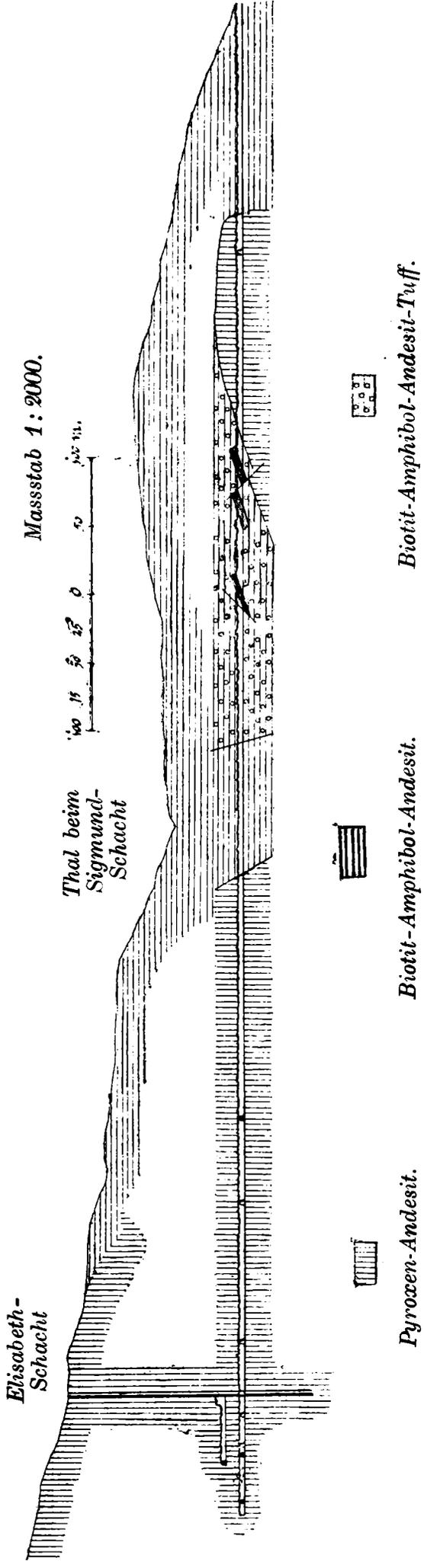


Biotit-Amphibol-Andesit.

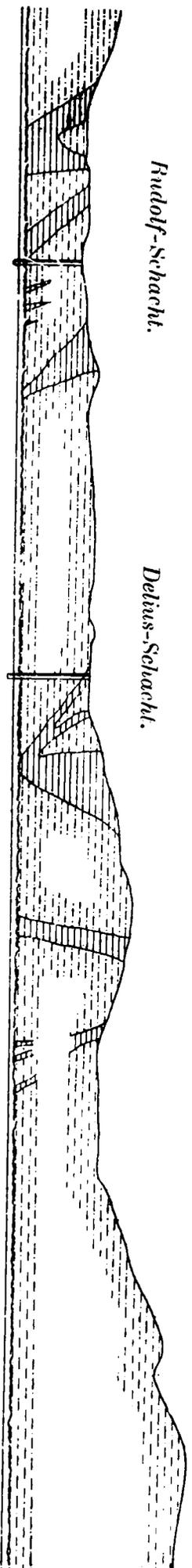


Biotit-Amphibol-Andesit-Tuff.

III. Profil im Niveau des Dreifaltigkeits-Erbstollens



IV. Profil im Niveau des Josef secundi Erbstollens.



Massstab 1 : 4000.

Grimo-Diorit.



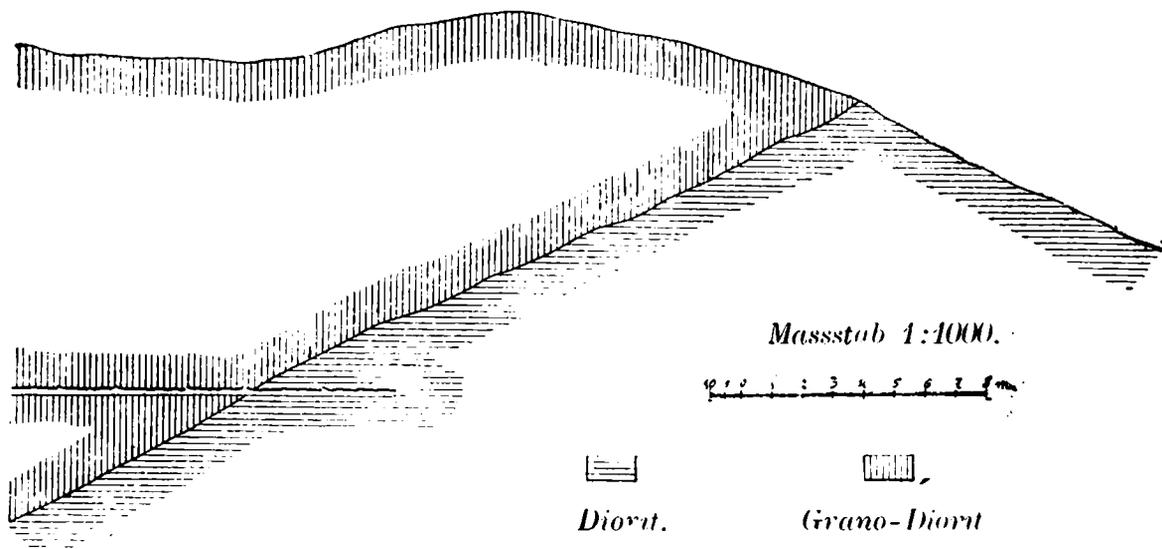
Biathl-Amphibol-Andesi.

erwähnte Pyroxenandesittuff-Scholle eingezeichnet. Dieses Profil zeigt ferner auf etwa 450 m. Entfernung vom Sigismund-Schacht sehr schön den Durchbruch des Biotitandesits durch den Pyroxenandesit.

Das Profil SZABÓ's, welches er in der Richtung des Josefi secund. Erbstollens gibt, ist falsch und giebt die Verhältnisse unrichtig wieder. Den Biotit-Andesit gibt er auch als auf seinem Conglomerate ruhend an. sein Verhältnis zum Pyroxenandesit ist aber nicht richtig dargestellt.

Ich glaube die hier angeführten Profile beweisen genügend, dass der Biotit-Amphibol-Andesit jünger ist, als der Pyroxenandesit.

V. Profil des Florian-Stollens.



Verhältnis des Biotitandesits und Granodiorits. Das gegenseitige Verhältnis stellte schon SZABÓ richtig fest, indem er den Granodiorit als älter, den Biotit-Amphibol-Andesit als jünger angibt. Vorzügliche Aufklärung geben uns die am Josefi secundi Erbstollen befindlichen Aufschlüsse zwischen dem Rudolf-, Delius- und Leopold-Schachte. Die zahlreichen Durchbrüche des Biotit-Andesits lassen betreffs des Alters keinen Zweifel übrig.

Verhältnis des Granodiorits und Diorits. Darüber gibt uns folgendes, vom Florian-Stollen mitgeteiltes Profil Aufschluss.

Das Profil erlaubt zweierlei Deutung. Die mikroskopische Untersuchung lässt aber keinen Zweifel übrig. Am Contacte der beiden Gesteine ist es klar zu beobachten, dass der Diorit etwas Kataklastenstruktur zeigt, der Granodiorit hingegen zwischen die Teile des Diorits eingedrungen ist.

Fig. 3 Taf. II zeigt sehr schön, dass der Feldspat des Granodiorits ein Stück von Diagenese des Diorits, der zersetzt ist, einschliesst.

Der Granodiorit ist ferner frisch, während der Diorit Spuren der Zersetzung zeigt. Er ist also zweifellos das ältere Gestein.

VI. Profil des Alten Anton von Padua-Stollens im Niveau des XII. Schlages.

Maßstab 1 : 1000.

Diorit. 

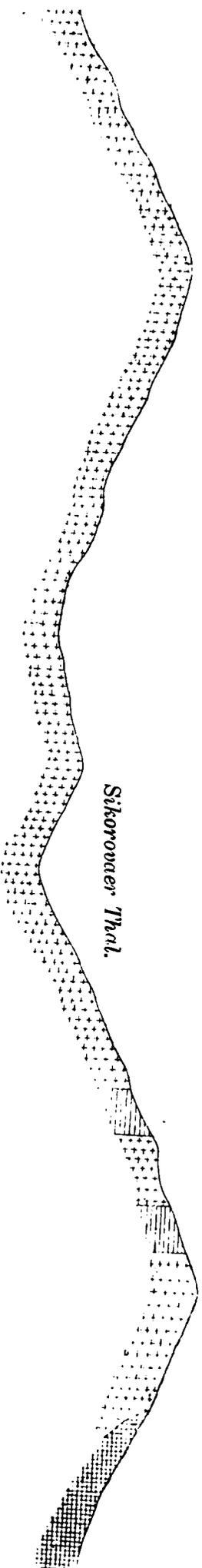


 Aplit und Gramo-Diorit.



Werfener Schiefer.

Hirschenstein.



Alter Anton von Padua-Stollen



Aus dem Vorhergesagten gefolgert, ist also der Biotit-Andesit jünger als der Diorit, da der Granodiorit später als dieser emporbrach.

Übrigens können wir im Thal von Vihnye an mehreren Stellen die Durchbrüche des Biotit-Amphibol-Andesits durch den Diorit beobachten.

Es ist noch übrig, dass wir das Verhältnis des Pyroxenandesits zum Diorit und Granodiorit feststellen.

Zwischen dem Pyroxenandesit und Granodiorit haben wir keine solche Contactstelle, wo wir das Altersverhältnis direct feststellen könnten. Doch können wir es auf indirectem Wege thun.

Als Randfacies und als Ganggestein des Granodiorits tritt der Aplit auf.

Dieser steht in engstem Zusammenhange mit dem Granodiorit. Nun kennen wir am *Glanzenberg-Erbstollen* einen Durchbruch dieses Aplits durch den Pyroxenandesit, so dass diese Thatsache beweist, dass der Pyroxenandesit älter als der Aplit ist, aber auch als der Granodiorit, da es ja unmöglich ist, dass zwischen der Eruption dieser zusammengehörigen Gesteine sich der mächtige und so abweichend zusammengesetzte Pyroxenandesit ergossen hätte.

Der Aplit bildet auch durch den Diorit Durchbrüche, wie wir es am Profil des XII. Schlages im Niveau des alten Anton von Padua-Erbstollens sehen können. Der Aplit bildet hier zugleich Übergänge im Granodiorit.

Wir können also bis jetzt folgende Reihenfolge aufstellen: Pyroxenandesit, Granodiorit mit dem Aplit, Biotit-Amphibol-Andesit.

Für das Verhältnis des Diorits und Pyroxenandesits geben uns die Aufschlüsse keine Aufklärung. Wir wissen nur, dass auch der Diorit älter ist als der Granodiorit.

Da aber der Aciditäts-Koefficient des Diorits grösser ist als jener des Pyroxenandesits, so ist es in Anbetracht der später zu besprechenden Eruptionsreihen wahrscheinlich, dass er der jüngere ist. Dafür spricht auch noch der Umstand, dass z. B. beim Georgi-Stollen der über den Pyroxenandesit und Triaskalk hervorragende Diorit frisch ist, während sich der Pyroxenandesit als vollkommen decomponirt erweist. Es ist schwer anzunehmen, dass das ältere Gestein das frische, das jüngere das zersetzte sei.

Es ist noch übrig, dass wir das Alter des Rhyoliths feststellen. Die Aufschlüsse am *Josefi secundi Erbstollen* bei Selmezbánya beweisen nur, dass Rhyolithtuff den Pyroxenandesit durchbricht. Der Rhyolith enthält übrigens am Steinmeer von Vihnye Pyroxenandesit-Einschlüsse, ist also jünger als derselbe.

Weiter vom Stampfer-Schachte durchbricht dann der Rhyolith Biotit-Amphibol-Andesit, so dass er auch jünger als dieser ist.

Weitere Aufschlüsse über das Alter des Rhyoliths bekommen wir dann in der Umgebung von Körmöczbánya.

Hier kommen die Gesteine nicht in jener Abwechslung vor, wie bei Selmezbánya. Das älteste Gestein ist auch hier der Pyroxenandesit, der die Körmöczbányaer Gänge enthält. Jünger und von ihm zu trennen ist ein anderes Gestein, das an der linken Seite des Körmöczzer Thales auftritt und den Blaufusser und Körmöczzer Stoos bildet. Weder GESELL noch SZABÓ, noch die übrigen Autoren unterschieden diese beiden Gesteine, obwol der Unterschied sowol makroskopisch, als mikroskopisch sofort ins Auge springt.

Der die Erzgänge beherbergende Pyroxenandesit stimmt vollständig mit dem Selmezbányaer überein. Das andere Gestein weicht aber gänzlich ab. Es ist viel gröber porphyrisch struirt, ausserdem kann man schon makroskopisch beobachten, dass es neben Hypersthen auch Amphibol und Biotit führt. Dies kommt beim eigentlichen Pyroxenandesit nicht vor.

Ferner zeigt es nie die intensive Umwandlung, wie der Pyroxenandesit. Es besitzt auch eine charakteristische Eigenschaft, vermöge der es sofort zu erkennen ist. Wo es postvulkanischen Wirkungen ausgesetzt war, zeigt es eine merkwürdige Veränderung, die man als conglomeratistische Zersetzung bezeichnen kann. Es ist ein starres Gestein, das sich in eckige Stücke scheidet und wenn es nun die Solfataren, Fumarolen entlang der Sprünge, Spalten zersetzten, so rundeten sich diese Theile ab, indem die äusseren Partien decomponirt wurden. Das Resultat ist ein Gestein, das eine kaolinisirte Grundmasse und in dieser zerstreut kleinere-grössere Knollen zeigt und vollkommen den Eindruck eines tuffigen Conglomerats macht.

Dieses Gestein tritt auch im Garamthale auf und hier scheidet z. B. SZABÓ ober Zsarnócza Conglomerat aus, doch ist dies auch nur veränderter Biotit-Amphibol-Hypersthen-Andesit. Ich muss jedoch bemerken, dass das vorherrschende Auftreten von Hypersthen und der ganze Habitus dieses Gestein vom Selmezbányaer Biotit-Amphibol-Andesit unterscheiden.

Auf das hier besprochene Gestein ist S. von Körmöcz im Schwabengrund Rhyolithtuff gelagert, der nach Süden eine mächtige Entwicklung erreicht.

Längs der Eisenbahneinschnitte kann man dann an zahlreichen Stellen den Durchbruch des Rhyoliths durch seinen Tuffen beobachten.\* Sein Durchbruch ist also jünger als der Rhyolithtuff. Bei den Durchbrüchen kann man sehr schön beobachten, dass gegen den Rand derselben, wo der Rhyolith mit dem Tuff in Berührung kommt, er in Perlit und Pechstein übergeht.

Unter der Eisenbahnstation von Bartos-Lehotka bricht dann Basalt

\* Dass der in der Umgebung von Körmöcz vorkommende Rhyolith jünger ist als der Pyroxenandesit, war schon TESCHLER bemüht nachzuweisen.

durch den Tuff. Er ist also ebenfalls jünger, aber auch jünger als der Rhyolith, da er bei Kiszelfalu sich auch über diesen ergoss.

Die Eruptionsfolge der Selmezbányaer Gesteine ist also thatsächlich die von mir festgestellte :

- Pyroxenandesit.
- Diorit.
- Biotit-Amphibol-Andesit.
- Rhyolith.
- Basalt.

### Das Alter der Eruptionen.

Zur Bestimmung des Alters der Eruptionen stehen uns im Gebiete von Selmezbánya nur sehr wenig Daten zur Verfügung. Weitere Aufschlüsse werden wir nur bei der Durchforschung der weiter Ö. und S. gelegenen Gebiete bekommen.

Die unterste Grenze zieht das eocene Conglomerat von Vihnye, aber die obere Grenze ist nicht markirt.

Aus den Tuffen sind nur Pflanzenüberreste bekannt, die nur eine weitere Altersbestimmung zulassen. Die Pflanzenabdrücke weisen ebenso auf miocenes als pliocenes Alter und mit den Bacillariacæen-Tuff von Mocsár ist es derselbe Fall.

Wenn wir nun die Eruptivmassen des umgebenden Gebiete ins Auge fassen, so finden wir, dass sowol im Cserhát, als auch in der Umgebung von Salgó-Tarján, im Esztergom-Visegráder Gebirge, die Andesite an der Grenze des unteren und oberen Mediterrans hervorbrachen. Analog können wir auch für die selmezbányaer Gesteine dieses Alter voraussetzen, umsomehr, da wir auch in den oligocenen Schichten bei Handlova keine Spur unserer Gesteine wiederfinden.

Im Cserhát in der Mátra finden wir zwar im unteren Mediterran einen Rhyolithtuff, dieser kann jedoch unseren Rhyolithen nicht entsprechen, da die darunter liegenden Schichten keine Spur von den, den Rhyolith auf unseren Gebieten vorangehenden Eruptivgesteinen aufweisen.

Wenn wir zum Beispiel im Thale des Ipoly in der Umgebung von Losonc die Sedimente untersuchen, so finden wir in den untermediterränen kein Eruptivmaterial. Auf sie folgen aber mächtige, von Schichten des oberen Mediterrans überlagerte Tuffe.

In der ganzen angrenzenden Umgebung finden wir immer zwischen dem unteren und oberen Mediterran Beweise einer mächtigen vulkanischen Thätigkeit.

Die älteren tertieren Ablagerungen weisen zwar auch Spuren auf, die auf vulkanische Thätigkeit deuten,\* jedoch kennen wir den Ort derselben nicht. Erstens entspricht das Material unseren Gesteinen nicht, zweitens ist die Reihenfolge eine andere.

Wir finden weder im oberen Eocen, noch im Oligocen oder im unteren Miocen Spuren des Pyroxenandesits, Granodiorits und Biotit-Amphibol-Andesits.

Die fraglichen Gebiete unseres Vaterlandes waren aber auch im Eocen und Oligocen Schauplätze von Dislocationen und es ist kein Wunder, wenn im Gefolge derselben auch kleinere Eruptionen stattfanden. Die Producte dieser sind es, die wir in den gleichalterigen Sedimenten finden.

Jene mächtigen Massen aber, die die eruptiven Gebirge von Szent-Endre-Visegrád, Selmezbánya und Körmözbánya aufbauten, mussten auch beim Aufbau der gleichalterigen Sediment eine bedeutende Rolle spielen. Und zwischen dem unteren und oberen Mediterran finden wir auch mächtige Tuffbildungen, wie denn für das Cserhátgebirge SCHAFARZIK\*\* und für den links der Duna liegenden Teil des Esztergomer Gebirges ich nachweisen, dass hier die Eruptionen in diesem Zeitraume stattfanden.

Wir haben keine Ursache für unsere Eruptionen ein anderes Alter anzunehmen, wie in dem mit dem Selmezbányaer Gebirge zusammenhängenden Esztergom-Visegráder.

Im oberem Miocen, in der sarmatischen Stufe, finden wir ebenfalls keine Spuren einer solch ausgedehnten vulkanischen Thätigkeit, ebenso wenig in den pontischen Schichten, nur nach Beendigung der pontischen Zeit begann eine neue Eruption, die die Basalte lieferte.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich die älteren Eruptivmassen von Selmezbánya ebenfalls zwischen das untere und obere Mediterran, den Basalt aber, der in seinem Auftreten ganz unabhängig ist, ins Pliocen einteile.

### Postvulkanische Wirkungen.

Unter dieser Benennung fasse ich die Wirkung der Solfataren, Mofetten, Fumarolen und des heissen Wassers zusammen.

Seit Beginn der vulkanischen Thätigkeit stand unser Gebiet unter der umgestaltenden Wirkung dieser Factoren.

\* Siehe SZABÓ l. c. S. 445 und K. HOFMANN: Die geol. Verh. d. Ofen-Kovácsier Gebirges: Mitt. a. d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anst. Bd I. S. 188.

\*\* SCHAFARZIK: Die Pyroxen-Andesite des Cserhát. Mittheil. aus d. Jahrb. d. kgl. ung. geol. Anst. Bd IX. S. 360. und:

Böckh H.: Die geol. Verh. der Umg. v. N.-Maros, ibid. Bd XIII.

Ihre Wirkung äussert sich in zweierlei Richtungen: in der Verkieselung der Gesteine, Ablagerung von Quarziten, in der Grünstein- und Gangbildung.

### Verkieselung der Gesteine, Quarzite.

Auf der Karte SZABÓ's sind die Quarzite als Hydroquarzite und als paläozoische Quarzite ausgeschieden.

Betrachten wir zwei durch SZABÓ als paläozoisch bezeichnete Vorkommnisse.

Für paläozoisch hält SZABÓ z. B. den Quarzit des Kerling.

Bei der Besichtigung an Ort und Stelle ergibt sich, dass der Quarzit des Kerling verkieselter Granodiorit ist. Vom frischen Gestein aus können wir den Übergang durch deutlich nur verkieselte Partien in reinen Quarzit verfolgen. Es ist dies derselbe Vorgang, der, wie wir sehen werden, der Bildung der Gänge das umgebende Gestein verkieselte.

Sehr schön ist dies z. B. bei Körnőczbánya zu sehen, wo wir am Hauptgange beim sogenannten Sturz mächtige Quarzite dieser Art finden. Von paläozoischem Quarzit kann also keine Rede sein.

Dieses Vorkommen gibt uns dann einen Typus unserer Quarzite.

Den andern liefert uns der von SZABÓ ebenfalls als paläozoisch bezeichnete Quarzit des Szállás-Berg. Dieser liegt im Streichen der triassischen Kalke des Szállás-Berg, sein Fallen stimmt ebenfalls mit ihrem überein. Im Handerlova-Thal ist er dann auf Werfener Schiefer gelagert.

PETTKÓ hielt einzelne Quarzite für verkieselte Triaskalke. Er schreibt in seiner Arbeit «Geologische Karte der Gegend von Schemnitz» auf Seite 5 folgendes: «entsteht er (n. d. Quarzit) an anderen Orten unzweifelhaft aus dem über den triassischen Schiefen liegenden Kalksteine durch allmähliche Silification».

Ich war auch geneigt mich in diesem Falle PETTKÓ's Auffassung anzuschliessen. Mein verehrter Freund Dr. MORIZ v. PÁLFI fand aber im Szkle-noer Thal beim Kalkofen einen neuen Aufschluss, wo der Quarzit unter dem Triaskalke einfällt, so dass er also zwischen Kalk und Werfener Schiefer gelagert ist. Wahrscheinlich bildet er ein Äquivalent der Lunzer Quarzite.

Sämmtliche paläozoischen Quarzite SZABÓ's gehören diesen zwei Kategorien an.

Während die Kieselsäure in Lösung führenden Gewässern so einerseits die vorhandenen Gesteine verkieselte, setzten sie andererseits in den Vertiefungen, wo sie sich sammelten, Hydroquarzite ab. Hieher gehören die Hydroquarzite von Ilia, dann jene bei Geletnek und Bartos-Lehotka.

Zwischen Hlinik und Vihnye fand PETTKÓ im Hydroquarzite einen Säugethier-Schädel.<sup>1</sup>

### Grünsteinbildung.

Eine andere wichtige Wirkung der postvulkanischen Thätigkeit bildet die Grünstein- und im Zusammenhange mit derselben die Gangbildung.

Die Frage der Grünsteinbildung, des Propylits, nimmt eine wichtige Stelle in der Geschichte der Geologie ein. Uns interessirt sie näher, da JOSEF v. SZABÓ der erste war, der 1873 in einem, an der Wiener Weltausstellung vertheiltem Hefte zuerst betonte, dass der Propylit «jene Modification sei, welche bei einer älteren Trachytart hauptsächlich die schwefeligen und aus Wasserdampf bestehenden Exhalationen hervorrufen».

Später 1877<sup>2</sup> u. 1878<sup>3</sup> erklärte er sich ganz bestimmt in diesem Sinne.

Es gebührt einem ungarischen Manne das Verdienst gegenüber der RICHTHOFEN'schen Auffassung, der ZIRKEL noch heute anhängt, jene zuerst verkündet zu haben, die der andere grosse deutsche Petrograph ROSENBUSCH auch anerkannte.

In die historische Seite der Sache lasse ich mich hier nicht ein. Wir finden dies sehr schön bei ZIRKEL<sup>4</sup> zusammengestellt. Gehen wir lieber auf das Vorkommen des Grünsteins auf unserem Gebiete über und fassen wir zuerst das Selmezbányaer Gebiet ins Auge.

In der nächsten Umgebung von Selmezbánya ist der Basalt das einzige vollkommen frische Gestein. Alle übrigen zeigen uns jenen Zustand, den wir grünsteinartig bezeichnen.

Unterm Mikroskope zeigen selbst die frischesten, keine grüne Farbe zeigenden Varietäten gewisse Veränderungen. Der Hypersthen, der Biotit, der Amphibol sind chloritisirt, serpentinisirt, epidotisirt. In den Feldspaten hat sich Calcit ausgeschieden. Besonders intensiv zeigen sich diese Veränderungen in der Nähe der Gänge, die von NNO nach SSO streichende Spaltensysteme vorstellen.

Wenn wir uns einem Gange nähern, so bekommt das frischere Gestein eine immer mehr grünliche Farbe, die ins Grauliche und am Gange ins Weisse übergeht. Bei näherer Untersuchung erweist sich dieses weisse Gestein als kaolinisirt und quarzitisirt. In den grünlichen Varietäten sind die färbigen Gemengteile chloritisirt, serpentinisirt, oft in Limonit

<sup>1</sup> Bericht über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften Wien, Bd IV. S. 170 und 450.

<sup>2</sup> Über die Kronologie, Classification und Benennung der Trachyte von Ungarn. Vorgetragen in der am 28. September 1877 in Wien gehaltenen Sitzung der deutschen geol. Ges.

<sup>3</sup> Petrográfiai és geol. tanulmányok Selmezbánya környékéről. Földtani Közl. 1878.

<sup>4</sup> Lehrbuch der Petrographie. II. Aufl. Bd II. S. 584—594.

umgewandelt. In den weissen Varietäten deuten nur aus Limonit bestehende Vierecke, Sechsecke die Stellen des Hypersthens, des Glimmers an. Endlich verschwindet auch dies. Das Gestein schaut auf dem ersten Blicke etwas manchen Rhyolithen ähnlich und dies führte zur irrigen Ansicht, dass das Nebengestein des Grünergangs Rhyolith sei, obwol das Gestein nur ein kaolinisierter und verkieselter Pyroxen-Andesit ist.

Das weisse, aber auch das grüne Gestein ist dann voll mit Pyrit. Da der Gang aus mehreren Spalten besteht, wiederholt sich das Nacheinander der Gesteine. Rechts und links von verhältnismässig frischen Partien sehen wir die Gesteine in der obenangeführten Reihenfolge, bis über der maximalen Umwandlung wieder weniger zersetzte Gesteine folgen, damit sich eventuell die Reihe von neuem wiederhole.

Längs des erzführenden Ganges, wo die Veränderung am intensivsten ist, finden wir die stärkste Verkieselung, ja sogar reinen Quarzit.

Und diese Reihenfolge ist bei allen hier vorkommenden Gesteinen dieselbe. Es giebt einzelne frische Partien, wie wir uns aber den Gängen nähern, beginnt die Zersetzung.

Sehr schön ist dies bei Körmöczbánya zu sehen, wo ganze Schollen zwischen dem zersetzten Gestein, das die Gänge führt, frisch sind.

Ähnliche Vorgänge finden wir um den Rotenbrunner Teich, wo wir ebenfalls intensive Veränderungen beobachten können. Auch hier blieben einzelne Teile zwischen dem zersetzten Gesteine intact.

Unterm Mikroskope ist der Vorgang, den übrigens ROSENBUSCH\* sehr schön beschreibt, wenn wir zum Beispiel einen Hypersthen-Andesit zum Ausgangspunkte wählen, ein Folgender:

Die Beschreibung des frischen Gesteins gab ich auf Seite 367. In den Feldspaten fällt schon hier der Calcit, im Hypersthen der auf seine Rechnung gebildete Chlorit, Serpentin, Epidot auf. In der Grundmasse ist das Glas verändert, der Hypersthen chloritisirt.

Wenn wir uns dem Gange nähern, nimmt der Calcit in den Feldspaten zu. Der Hypersthen ist in Serpentin, Chlorit und Calcit umgewandelt; der Magnetit nimmt ab, an seine Stelle tritt Pyrit. Die Grundmasse bekommt eine allotriomorph körnige Structur. Ihre Masse besteht aus Feldspat und Quarz.

Bei noch stärkerer Umwandlung sehen wir nur einzelne chloritische Massen und eine allotriomorph körnige Grundmasse in der auch Calcitmassen eingebettet sind. Die Grundmasse ist ebenfalls zersetzt. Der Feldspat ist kaolinisirt.

Es scheiden sich einzelne Kaolinmassen aus. In den Spalten lagert

\* Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. 3. Aufl., Bd. II., S. 915.

sich Calcit ab. Das ganze Gestein weist die intensivste Umwandlung auf. Der Magnetit ist gänzlich verschwunden. Man findet nur Pyrit.

Dieselben Veränderungen können wir auch beim Biotit-Amphibol-Andesit beobachten, nur sind hier der Biotit und Amphibol derselben Veränderung ausgesetzt, wie im früheren Falle der Hypersthen.

Zur Veranschaulichung des hier Gesagten mögen Fig. 4, 5 und 6 der Tafel II dienen.

Wenn wir die Ursachen der hier besprochenen Veränderungen suchen, so müssen wir sie auf die Wirkung der als postvulkanische Wirkungen auftretenden Gas- und Dampf-Exhalationen und auf heisses Wasser zurückführen.

Übrigens geschieht eine solche Zersetzung des Gesteins heute vor unsern Augen bei Szkleno.

Am Südeingange des Dorfes, an der rechten Thalseite durchbricht hinter den Häusern ein circa 150 m. breiter Biotit-Amphibol-Andesit Dyke die Triaskalke. An diesem Dyke steigt noch heute ein Teil der Szklenoer Thermen empor. Das Gestein ist äusserst stark decomponirt, weiss. Der Biotit ist entfärbt, der Feldspat kaolinisirt. Das Gestein ist verquarzt und mit Pyrit imprägnirt. Wir haben es mit einer vor unseren Augen geschehenden Gangbildung zu thun. Der Geruch des Hydrothions, das einen wichtigen Agens bildet, ist zu spüren.

Sehr schön ist die Einwirkung postvulkanischer Thätigkeit im 2. Laufe unter dem Josefi secundi Erbstollen auf Franzschacht bei den dort hervorbrechenden Thermen zu sehen.

Die Zersetzung der Selmezbányaer Gesteine und die Gangbildung haben wir uns folgendermassen kurzgefasst vorzustellen.

Nach Verfestigung der Eruptivmassen entstanden in ihnen NNO—SSW-lich streichende Verwerfungen, welche Richtung übrigens der auf diesem Gebiete herrschenden einen Hauptdislocationsrichtung entspricht, wie man dies im Gebiete der Triasschichten gut nachweisen kann.

In diesen Spalten stieg heisses Wasser, welches gelöste Kieselsäure und metallische Solutionen enthielt, ferner schwefelsaure und kohlen-saure Dämpfe empor. Die beiden letzteren griffen die Silikate an und zersetzten das Gestein. Die Dämpfe brachten, da sie in die feinsten Spalten eindringen, intensive Veränderungen hervor.

Zugleich kam das Wasser mit seinen Lösungen mit dem Gesteine in Berührung. Es fand eine Wechselwirkung statt, die entlang des Ganges zur Verkieselung der Gesteine, im Gange zur Ablagerung der Kieselsäure als Quarz und zur Ausscheidung der Anderen Minerale führte. Dabei ist es zweifellos, dass ein grosser Teil des in den Gesteinen vorkommenden Pyrits unter Dazwischenkunft von  $H^2S$  auf Rechnung der  $Fe$ -haltigen Silikate gebildet wurde.

Die bei unseren Gängen vorhandene Zunahme des Goldes gegen die Tiefe, die z. B. bei Franzschacht eclatant ist, hängt vielleicht auch hiemit zusammen.

Das Gold ist, nach Bischof,\* in Form von kiesel-saurem Golde in Wasser löslich. In der Tiefe kann sich diese Verbindung neben freier Kieselsäure bilden. Wenn nur das Wasser in den Spalten emporsteigt, so verändert sich in Folge der chemischen Wechselwirkung die Zusammensetzung der Lösung, zugleich ist die Temperatur, der Druck ein anderer und so wird zuerst das leicht zersetzbare Goldsilicat zerfallen. Die Kieselsäure scheidet sich als Quarz, das Gold als gediegen Metall aus. Daher kommt wol auch das an Quarzgebundensein des gediegenen Goldes.

Mit der Zeit wurden die Spalten ausgefüllt. Einzelne rissen später auf, aber die neue Spalte war, wenn sie auch im grossen Ganzen dem Streichen der alten folgte, doch nicht mit ihr parallel. Zugleich war die postvulkanische Thätigkeit schon vermindert. Heisses Wasser ergoss sich nicht mehr, nur Gase und Dämpfe entstiegen der Tiefe. Das Resultat war ein Zersetzen, Kaolinisiren des Gesteins. Dieser Vorgang lieferte den sogenannten «thonigen Gang».

Dort wo der «quarzitische Gang» an Erzen besonders reich war, durchkreuzte die neue Spalte, da der Widerstand an solchen Stellen gering, die alte, und der Erzgehalt ist dann in Form von Klumpen im «thonigen Gang» enthalten.

Der «thonige Gang» trennt sich natürlich viel schärfer vom Gesteine ab, wie der «quarzige», welcher in Folge der allmählichen Verkieselung fest mit dem Muttergesteine verwachsen ist, und dies wurde für die alten Bergleute, die immer nach der Fläche des Ganges gingen, oft verderblich, indem sie dem gut abgegrenzten «thonigen Gang» nachgehend, das erzführende Mittel stehen liessen.

Die zweifache Entwicklung der Selmecezer Gänge, der «quarzige» und «thonige Gang» die, vom Gange weg abnehmende Zersetzung der Gänge, findet so ihre natürliche Erklärung.

Es findet aber auch jener Umstand seine Erklärung, dass die Gänge in den tuffigen Conglomeraten und Breccien nicht weiter fortsetzen.

Es ist dies dieselbe Erscheinung, wie wir sie bei Contactwirkungen beobachten können. Wenn wir zum Beispiel im Contacthufe eines Granits zu Sandsteinen kommen, so werden wir, trotzdem wir vor und nach dem Sandsteincomplexe intensive Contactwirkungen sehen, keine, oder nur geringe Veränderungen finden. Die Mineralbilder zerfließen in dem porösen Gestein, sie entfernten sich rasch.

\* Chemische Geologie Bd. III. S. 841. Siehe ferner: BBAUN's Chemische Mineralogie. S. 356.

Gerade so steht es auch in unserem Falle. Die aufsteigenden Lösungen waren nicht auf einzelne Spalten localisirt, sie flossen auseinander und so konnte sich kein Gang bilden.

Das an die Gänge Gebundensein der Grünsteine können wir nicht nur im Gebiete von Selmezbánya, sondern auch bei Körmözbánya, Hodrus und Vihnye beobachten, so dass wir die Propylitisirung mit Recht als ein Resultat postvulkanischer Thätigkeit betrachten können. Und nun sei es mir gestattet mit einigen Worten, auf die Einwürfe ZIRKEL's,\* die er gegen die Auffassung des Propylits in unserem Sinne erhebt, zu reflectiren.

*Ad 1.* Der Einwurf ZIRKEL's, dass der Quarz der Propylite nie als Glas, sondern nur Flüssigkeitseinschlüsse führt, während in den Daciten in ihm fast ausschliesslich Glaseinschlüsse vorkommen, entspricht teilweise nicht den Thatsachen, teilweise aber findet er seine natürliche Erklärung.

Unser Granodiorit ist, wo er die Hodrusbányaer Gänge enthält, ebenfalls propylitisch und enthält doch auch in frischem Zustande Flüssigkeitseinschlüsse. Dass aber in dem Quarze der Propylite die Glaseinschlüsse oft fehlen, lässt sich daraus erklären, dass dieselben infolge der postvulkanischen Wirkungen verändert worden sind.

*Ad 2.* Die abweichende Structur zwischen Propylit und Andesit entsteht stufenweise, da, wie wir sehen, und wie es die Abbildungen beweisen, sehr intensive Umwandlungen stattfanden.

*Ad 3.* Was den Einwand ZIRKEL's, dass es auffallend ist, dass Grünsteinbildung nur an Plagioklasgesteinen stattfindet und nicht auch bei Andesiten, betrifft, so kann man darauf Folgendes antworten.

Grünsteinbildung ist dort zu beobachten, wo wir grösseren Eruptionen gegenüber stehen und sie ist auch hier auf einzelne Centren beschränkt. So tritt sie im ganzen Selmezbányaer Gebiete nur bei Selmezbánya, Hodrus und Vihnye auf. Man kann sie immer im Gefolge der Gänge beobachten. Wenn wir z. B. nördlich von Selmezbánya gehen, so finden wir um Tepla keine Spur von ihr, aber auch keine Gänge.

Auch bei den Pyroxenandesiten des Cserhát treffen wir keine Grünsteinbildung.

Propylitisirung tritt nur dort auf, wo infolge besonders intensiver postvulkanischer Thätigkeit Gangbildung erfolgte. Hiezu ist aber eine grosse Ausbreitung und ein mächtiges Auftreten der vulkanischen Thätigkeit nötig. Dies ist zugleich eine Antwort auf den Einwurf (4), warum nicht in allen Andesitgebieten die Gesteine verändert sind.

Dass nur die plagioklas führenden tertieren Gesteine propylitisirt

\* Lehrbuch der Petrographie, II. Aufl., Bd II., S. 592—594.

sind, steht auch nicht unbedingt. Im Thale von Szklenó finden wir typisch propylitisirten Rhyolith, der Sanidin enthält, also ein Trachyt ist.

Diese Behauptung ist also auch nur im Allgemeinen richtig, aber dennoch ist es Thatsache, dass wir hauptsächlich bei Plagioklasgesteinen Propylitisirung finden.

Nun hat dies seinen guten Grund.

Wie ich in meiner vorliegenden Arbeit nachzuweisen suchte, stehen auch bei uns, so wie bei vielen anderen grösseren Eruptivgebieten, die nacheinander sich ergiessenden Gesteine in einem gewissen Zusammenhange, dass die zuerst empordringenden die basischeren, die nachfolgenden die sauereren sind. Es ist natürlich, dass das zuerst herausgeflossene Gestein, das die längste Zeit den postvulkanischen Wirkungen ausgesetzt war, das am meisten und stärksten zersetzte ist, und zu unterst gelagert sein wird.

Bei Selmezbánya, aber auch bei Körmözbánya ist der Pyroxenandesit das älteste Gestein. Er ist am meisten zersetzt und zeigt die Propylitisirung im grössten Masse.

Es ist also natürlich, dass die basischeren, älteren, Glieder, deren Feldspat Plagioklas ist, mehr propylitisirt sein werden, während die jüngeren, saueren Eruptionen, die Trachyte, die zum Teil auch ein geringeres Gebiet einnehmen und auch den postvulkanischen Wirkungen kürzere Zeit ausgesetzt waren, die Propylitisirung nur untergeordnet, oder auch gar nicht zeigen werden.

Der Einwurf ZIRKEL's, dass in dem Falle, dass der Propylit thatsächlich ein veränderter Andesit oder Dacit wäre, er oben und nicht unten Platz nehmen müsste, fällt von selbst, wenn wir die Propylitisirung auf postvulkanische Wirkung zurückführen.

Der Grünstein ist also im Gebiete von Selmezbánya, und dies steht auch für das Erzgebiet von Körmözbánya, Nagyág, Nagybánya, thatsächlich nur eine durch postvulkanische Thätigkeit hervorgebrachte Abänderung der verschiedenen Andesite und wir müssen zu seiner Erklärung keine hypabyssische Facies zu Hilfe nehmen.

Als Baron RICHTHOFEN den Propylith als das älteste tertiäre Eruptivgestein bezeichnete, hatte er einigermassen recht, denn es zeigt thatsächlich das erste Gestein, der Pyroxenandesit, diese Umwandlung in grösstem Masse. Aber er irrte als er dieses Alter auf alle Propylite anwenden wollte.

### Die Eruptionsfolge.

Auf Grundlage des in den vorhergehenden Capiteln Gesagten können wir das Altersverhältnis der Selmezbányaer Eruptivgesteine folgendermassen feststellen:

	Aciditäts- Koeffizient.	Zahl der Basis-Molekülen auf 100 Si O <sup>2</sup>
Pyroxenandesit	2·162	46·2
Diorit	2·408	41·—
Granodiorit mit dem	2·986	33·4
Aplit	4·066	21·4
Biotit-Amphibol-Andesit	2·113	47·3
Rhyolith	5·048	18·2.

Mit dem Rhyolith schliesst die Eruptionsreihe und nur viel später, unabhängig von diesen Eruptionen, quoll der Basalt empor.

Diese Reihe entspricht der zunehmenden Acidität. Wir haben zwar beim Biotit-Amphibol-Andesit einen kleinen Rückfall, wenn wir aber die Acidität mit einer Curve ausdrücken wollten, so würde sie doch eine aufsteigende sein.

In den einzelnen gut umschriebenen Eruptivgebieten muss unter den empordringenden Gesteinen a priori ein Zusammenhang vorhanden sein und diesen konnte man in den sogenannten «petrographischen Provinzen» auch nachweisen. Dies geschah aber hauptsächlich für Tiefen- und Ganggesteine.

Darüber, dass die Eruptivgesteine dieser Gebiete, dort wo sie nacheinander innerhalb eines sogenannten Eruptionscyclus emporbrachen, aus einem gemeinsamen Magma abzuleiten sind, stimmen heute die meisten Autoren überein. Nur die Art und Weise wie dies geschieht ist eine verschiedene.

Die kritische Besprechung der abweichenden Ansichten kann nicht Gegenstand dieses vorläufigen Berichtes sein.

Ihre detaillierte Discussion vom Standpunkte des Selmezbányaer Gebietes werde ich in der monographischen Bearbeitung des Selmezbányaer Eruptivgebietes geben.

Die oben erwähnte Reihenfolge stimmt vollkommen mit jener überein, die Baron RICHTHOFEN für die Rocky-Mountains und die Sierra Nevada feststellte und auch an der Südseite der Karpathen constatirte.

Er stellte den Eruptionscyclus des Propylits, Andesits, Trachyts, Rhyoliths und Basalts fest. Heute hat sich die Zahl der Gesteine hier bei Selmezbánya vermehrt, aber die durch RICHTHOFEN festgestellte Succession steht auch heute aufrecht.

Eine ebenfalls der Acidität entsprechende Reihenfolge stellte KAYSER auf den Liparischen Inseln, BRÖGGER im Christiania-Becken fest.

Ich könnte aus der Literatur zahlreiche Beispiele als Beweis dieser allgemeinen Regel anführen. Es gibt aber auch Daten in der Literatur, die gegen diese Reihe sprechen.

Wir müssen dieselben jedoch mit der grössten Vorsicht entgegen-

nehmen. Wir können bei den Eruptionen den progressiven Fortschritt von basischen zu saueren Gesteinen mit Hilfe der SORET'schen Regel, die in der Petrographie zuerst 1888 TEALL und nach ihm LAGORIO anwandten, vollkommen zufriedenstellend erklären,<sup>1</sup> während bei den abweichenden Fällen eine solche Erklärung fehlt.

Ferner verursachte die Feststellung der Eruptionsreihe oft die grössten Schwierigkeiten und es gibt wol kein anderes Gebiet der Geologie, wo ein Irrtum so leicht wäre. Ein vorzügliches Beispiel hiefür bildet eben das Selmezbányaer Gebiet, dessen durch SZABÓ festgestellte Eruptionsreihe schnurstraks der hier mitgetheilten entgegensteht.

Ein ähnliches Beispiel bildet das Monzoniegebiet, wo RICHTHOFEN folgende Reihenfolge feststellt:

1. Basische Eruptionen : Augitporphyre etc.
2. Monzonite und Pyroxenite.
3. Turmalingranit.
4. Melaphyr.
5. Liebeneritporphyr.

DOELTER, der sich 1874<sup>2</sup> und 1875<sup>3</sup> mit den Gesteinen dieses Gebietes befasste, gibt folgende Reihe:

1. Monzonit mit Inbegriff der Hypersthenfelsen RICHTHOFEN's.
2. Granit.
3. Melaphyr und Augitporphyr.

BRÖGGER<sup>4</sup> wies hier die von den basischen zu den saueren Gesteinen ansteigende Reihenfolge nach, deren letztes Glied hier ebenso, wie im Christiania-Becken und auch bei uns wieder ein sehr basisches Gestein bildet.

Seine Reihenfolge ist mit dem ältesten Gesteine angefangen:

1. Melaphyr, Augitporphyrite, Plagioklasporphyrite, Mandelsteine, Tuffe.
2. Monzonite als deren randliche Facies Pyroxenite auftreten.
3. Granite und wahrscheinlich in Zusammenhang mit ihnen Quarzporphyre.

<sup>1</sup> In neuerer Zeit war die Anwendung dieser Regel in der Petrographie, wovon BRÖGGER und VOGT eifrige Anhänger sind, vielen Angriffen ausgesetzt. Besonders unterwarf sie LOEWINSON-LESSING in seiner Arbeit: «Studien über Eruptivgesteine (St. Petersburg 1899) einer eingehenden Kritik. Ich kann jedoch mit ihm nicht übereinstimmen, wenn er den durch die Eruptivgesteine eingeschmolzenen Massen eine so grosse Wirkung im Wege der Liquefaction einräumt.

<sup>2</sup> Verh. d. k. k. g. Reichsanstalt S. 322. 1874.

<sup>3</sup> Verh. d. k. k. g. Reichsanstalt S. 212. 1875.

<sup>4</sup> Die Eruptivgesteine des Christianiagebietes. II. Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol. Kristiania 1875.

#### 4. Camptonite und Liebenerritporphyre.

Was nun den Mechanismus der Eruption betrifft, so kam ich zu denselben Resultaten, wie BRÖGGER in seiner obencitirten Arbeit, nur dass wir es in unserem Falle mit rein effusiven Gesteinen zu thun haben.

Wenn wir einen Blick auf die geologische Karte von Selmeczbánya werfen, so sehen wir dort die Werfener Schiefer und die Triaskalke und Dolomite in einer ziemlichen Verbreitung ausgeschieden.

Ihre Schichten setzen dann gegen N und O weit fort, während wir sie gegen W und S im Senkungsgebiete der kleinen ungarischen Ebene nicht mehr antreffen.

Die Triasablagerungen sind auf unserem Gebiete auch nach NNO—SSW und WNW—OSO streichenden Verwerfungen in Schollen geteilt. Das NNO—SSW Streichen ist auch jenes der Gänge. Indem die Triasgebilde entlang dieser Dislocationslinien zerbrachen, kamen einzelne Teile in die Tiefe und nur ein kleiner Teil wurde stellenweise durch die Eruptivmassen gehoben.

Das wir thatsächlich Hebungen gegenüber stehen, beweisen die bei Georgistollen im Andesite eingeschlossenen Kalkschollen, ferner nebenstehende Profil.

Es ist eine auffallende Thatsache, dass das älteste Gestein der Werfener Schiefer bildet. Sein Liegendes ist nirgends bekannt.

Wir stehen hier teilweise analogen Erscheinungen gegenüber, wie im Christianischen, wo ebenfalls einzelne Siluretagen unter die Eruptivmassen kamen.

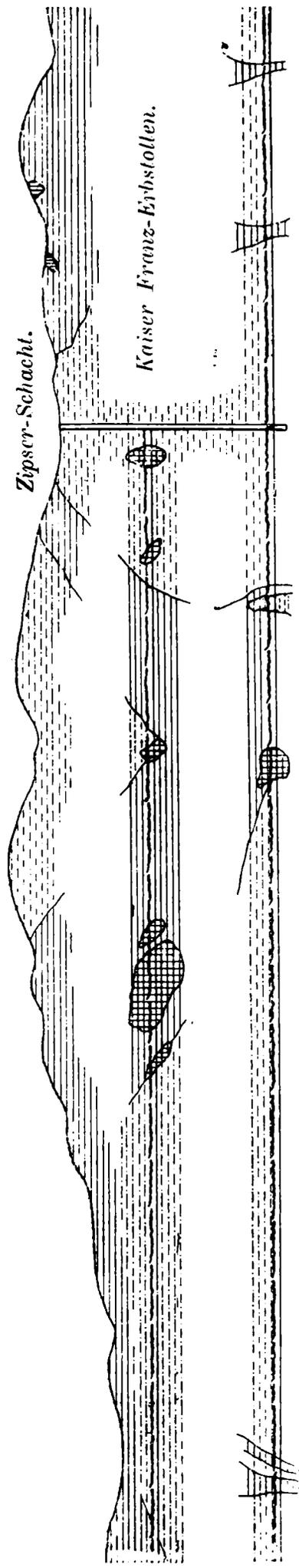
Die Aufschlüsse des Selmeczbányaer Bergbaues trafen in der Tiefe an vielen Orten Schollen der Triasgesteine, so dass wir mit Recht voraussetzen können, dass der grössere Theil der ursprünglich zusammenhängenden Triasschichten unter den Eruptivgesteinen und in ihnen Platz nimmt.

Dass eine Einschmelzung der Triassedimente nicht stattfand, beweisen die in beträchtlicher Tiefe angefahrenen Triasschollen, die zwar stellenweise starke Contactwirkungen aufweisen, aber ihre Umrisse behalten haben. Auch im umgebenden Gesteine würden wir umsonst auf eine Einschmelzung deutende Veränderung suchen. Ich muss bemerken, dass die Contactwirkungen bei den eingeschlossenen Stücken keineswegs grösser sind als dort, wo das Gestein mit zu Tage stehenden Schollen in Berührung kommt.

Zur Illustration solch eingeschlossener Schollen diene das auf Seite 405 mitgeteilte Profil.

Wenn nun das ausfliessende Magma schon die in der Tiefe von einigen hundert Metern befindlichen kleinen Schollen nicht einschmelzen konnte, so konnte dies mit dem im Liegenden befindlichen grösseren Teile derselben umsoweniger geschehen. Kann man ja auch bei Nagyág, wo der

VII. Profil im Niveau des Josefi secundi Erbstollens.



Maassstab 1: 4000.



Werfener Schiefer. 

Pyroxen-Andesit. 

 Biotit-Amphibol-Andesit.

 Gyrano-Diorit.

Bergbau das Liegende aufgeschlossen hat, unter den mächtigen Dacitmassen keine einschmelzende Wirkung nachweisen.

Jedenfalls ist es eine merkwürdige Sache, dass die Eruptivgesteine hier bei ihrem Empordringen gewissermassen an der Grenze zweier Formationen die Werfener Schiefer von ihrer Unterlage trennte. *Vielleicht müssen wir die Ursache in der damaligen Lagerung suchen.*

Die Eruptionen des Selmeczbányaer Gebietes müssen wir auch auf einfache hydrostatische Vorgänge zurückführen und können dann die Geschichte des Gebietes folgendermassen zusammenfassen.

Nach der Trias war unser Gebiet lange Festland und nur bei den zur Zeit des Eocens stattgehabten Strandverschiebungen kam von N das eocene Meer herein, dessen Strandconglomerate sich von Vihnye übers Szklenoer Thal\* bis Georgi-Stollen ziehen, die alte Strandlinie markirend.

Nach der eocenen Zeit fand wieder eine Hebung und ein Rückzug des Meeres statt. Wir finden seine Ablagerungen nur im N bei Handlova.

Das Gebiet war wieder Festland. Die Erde rührte sich dann hier wieder mit Beendigung des unteren Miocens, an der Grenze des unteren und oberen Mediterrans, als unser ganzes Vaterland der Schauplatz grosser Dislocationen war. Die Spuren derselben finden wir dann auch in der Molasse der Bayerischen Hochebene, also am Rande der Alpen, in deren ungarischen Ausläufern, z. B. bei Brennborg, entlang der Karpathen und sehr schön in Rumänien. Längs der erwähnten tektonischen Hauptlinien wurde das Gebiet in Schollen zerspalten, diese sanken nieder und pressten das Magma heraus. Eine grosse Rolle spielten freilich jene Massen, die an der Stelle der kleinen ungarischen Ebene in die Tiefe gingen.

Mit Beendigung der Eruptionen trat wieder Ruhe ein, die nur durch die Eruption des Basalts im Pliocen gestört wurde, aber das Gebiet blieb auch ferner Festland bis zu unseren Tagen.

Die postvulkanische Thätigkeit dauerte freilich auch nach Beendigung der Eruptionen fort und gab, wie wir sahen, Anlass zur Bildung der Erzgänge.

Zum Schlusse will ich noch von der Eruption des Basaltes, als sehr basischen Gliedes, sprechen.

Wie ich erwähnte, ist es eine verbreitete Erscheinung, dass die Eruptionen mit einem sehr basischen Gliede schliessen. BRÖGGER\*\* stellt sich die Sache in der Eruptionsreihenfolge von Christiania so vor, dass bei der ersten Abkühlung des von ihm vorausgesetzten Magmabassins, an dessen Rande sich basische Krystallisationsproducte bildeten, die, schwerer als

\* Auf der Karte SZABÓ's ist dieses Konglomerat als Pyroxenandesit-Konglomerat verzeichnet, obwol keine Spur von Eruptivmaterial vorhanden ist.

\*\* Z. F. Krystall. XVI. 1890. S. 85.

das Magma, hinabsanken und so war das letzte Residuum, das beim Einsinken herausgepresst wurde, basisch.

Unsere Basalteruptionen hängen mit den Andesiteruptionen nicht zusammen. Die entsprechenden Ausbrüche finden wir am Balaton-See, bei Salgó, bei Füleki. Sie sind ein Glied jenes allgemeinen Basaltergusses, der nach der pontischen Stufe in unserem ganzen Vaterlande begann.

Und von diesem Standpunkte aus betrachtet erscheint uns der nach dem saueren Rhyolithe ausfliessende Basalt in einem ganz anderen Lichte.

Die verschiedenen Eruptionscyclen wiederholen, wenn sie in verschiedener Zeit stattfinden, die oben besprochene Reihenfolge.

GEIKIE\* fand, dass z. B. auf den British Inseln, bei den im Cambrium und im Carbon sich wiederholenden Eruptionen immer zuerst basische Diabas-Laven und später sauerere Felsite und Quarzporphyre hervorbrachen.

Nach meiner Ansicht ist die Ursache dieser Wiederholung in unserem Falle einfach die, dass das durch die Andesit- und Trachyt-Eruptionen, die rasch nacheinander folgten, gestörte Gleichgewicht wieder hergestellt wurde. Im Erdinnern fanden gewiss mächtige Strömungen statt. Nach Eintritt der Ruhe begann die Differenzirung des Magmas im Sinne von SORET's Regel von neuem. Infolge dessen nahmen oben wieder die basischen Teile desselben Platz. Als nach Beendigung der pontischen Zeit die neuen Eruptionen begannen, traten wieder diese aus. Sauerere Glieder traten, da nur eine Eruptionsperiode folgte, nicht aus.

\*\*\*

Ich gab in diesem vorläufigen Berichte, kurz zusammengefasst, die bisherigen Resultate meiner Forschungen. Ins Detail konnte ich mich nicht einlassen. Dies werde ich, wie schon erwähnt, in der monographischen Bearbeitung thun.

Wenn ich meinen Fachgenossen etwas Neues, Nützlichliches bieten konnte, was Beachtung verdient, so wird mir dies ein reicher Lohn sein.

### Nachtrag.

In meinem vorläufigen Berichte konnte ich keine unmittelbaren Beweise dafür liefern, dass der Diorit posteocen und jünger, als der Pyroxenandesit sei. Bei Gelegenheit des diesjährigen nach Selmeczbánya veranstalteten Ausfluges der Ung. Geologischen Gesellschaft äusserten sich auch mehrere der teilnehmenden Herrn dahin, dass sie einstweilen keinen Grund zur Annahme eines jüngeren Alters für den Diorit sehen.

Ich wies schon damals darauf hin, dass für ein grösseres Alter

\* Qu. j. geol. Soc. Bd 48. 1892. Presid. address 177.

desselben kein anderer Beweis vorhanden sei, als dass die meisten Diorite, die wir kennen, thatsächlich ein grösseres Alter besitzen und dass man bis jetzt für jene Diorite, wo man das Gegenteil nicht direct beweisen konnte, immer ein solches annahm, wenn eine unmittelbare Altersbestimmung sonst nicht möglich war. Hingegen spricht gegen sein höheres Alter das Fehlen der Diorittrümmer in den eocenen Conglomeraten, ferner der Umstand, dass für das Auftreten des Diorits, wenn wir ihn isolirt von den anderen Eruptivgesteinen betrachten, schwer eine plausible Erklärung zu geben sei.

Seit dieser Zeit verfolgten mein Freund Herr LUDWIG v. CSEH und ich diese Frage mit verschärfter Aufmerksamkeit und es gelang uns auch einen directen Beweis zu finden, der die Richtigkeit meiner Auffassung feststellt.

Am Eisenbahnhorizonte des alten Antoni von Padua-Stollens umschliesst nämlich der Diorit 670 m weit vom Stollenmundloche eine Pyroxenandesit-Scholle. Man kann auch nachweisen, dass der Diorit um dieser Scholle herum feinkörniger ist.

Dieser Einschluss beweist, dass der Diorit jünger, als der Pyroxenandesit, also auch tertiär ist.

Auf diesem Horizonte findet man auch Dioritstücke im Granodiorit. Solche befinden sich 400, 420 und 575 m weit von der Stollenöffnung entfernt. Dies stellt wieder das Verhältnis dieser Gesteine fest.

Ferner können wir am Verticalen-, Mathias- und Elisabeth-Gänge interessante Beobachtungen betreffs der Eruptionsfolge machen. Es scheint, aus der Gangbildung gefolgert, nach dem Ausbruche des Aplits eine Ruhepause eingetreten zu sein. Vielleicht liegt hierin die Erklärung der grösseren Basicität des Biotit-Andesites.

---

# ÜBER DIE UNGARISCHEN WARMEN UND HEISSEN KOCHSALZSEEN ALS NATÜRLICHE WÄRME-ACCUMULATOREN, SOWIE ÜBER DIE HERSTELLUNG VON WARMEN SALZSEEN UND WÄRME-ACCUMULATOREN.

VON

ALEXANDER V. KALECSINSZKY.\*

Nordwestlich von den bekannten Salzfeldern von Parajd (Salzwerk im Comitate Udvarhely in Siebenbürgen) liegt 6 Kilometer oder eine Stunde weit die Ortschaft *Szováta* an der westlichen Grenze des Comitates Maros-Torda; N. Br.  $42^{\circ} 44'$ , O. Lg.  $46^{\circ} 45'$ . Am Ende der Ortschaft existirt ein primitives Salzbad und nordöstlich von diesem der seit altersher bekannte Salzlücken (Sóhát). Dieser Salzlücken ist ein von kleinen Bächen durchzogenes grösseres Salzgebiet von zwei vollen Stunden im Umfange. An zahlreichen Stellen treten starke Salzquellen zu Tage und bildet das Salz an vielen Punkten 30—50 m hohe, frei dastehende Felsen oder aber ist es blos von einer dünnen thonigen Erde bedeckt.

Die freistehenden steilen Salzfeldern, welche dem Regen direct ausgesetzt gewesen sind, wurden durchwaschen, wodurch sich äusserst interessante ausgezackte Rücken und Kuppen gebildet haben. An anderen, etwas geschützteren Stellen hingegen entstanden carfiolartig geriefte Felsformationen.

Die Salzmasse ist graulich oder weiss, stellenweise rötlich. In trockener Jahreszeit sind die Salzfeldern und der mit Salz imprägnirte Thon von blendend weisser Farbe. Die Umgebung der Quellen und Bäche ist gleichfalls weiss in Folge der Salzausblühung des Steinsalzes und so hat es den Anschein, als ob dieselbe eingefroren wäre.

Das Salz wird, wie bereits erwähnt, von einer Erdschichte bedeckt, die aber oft kaum einen Meter mächtig ist. Dieser Boden trägt eine prächtig gedeihende Vegetation, insbesondere Eichenbäume, deren Wurzeln stellenweise beinahe bis zum Salz hinabreichen.

Einige kleine, den Salzlücken durchschneidende Wasserläufe verschwinden unter der Oberfläche, um aber alsbald wieder als Salzquellen zu Tage zu treten und sich in den *Szováta*-Bach zu ergiessen.

Diese Wässer kommen mit dem unterirdischen Salze in Berührung.

\* Vorgetragen vom Verfasser in der Fachsitzung der ung. Geologischen Gesellschaft am 6. November 1901. — Der ung. Akademie der Wissenschaften vorgelegt durch Prof. C. v. THAN in der Sitzung vom 21. Oktober 1901.

lösen es auf und geben dadurch Anlass zur Bildung von unterirdischen Kanälen und Hohlräumen, ja selbst von unterirdischen Teichen.

Haben die Hohlräume solch einen Umfang erreicht, dass die ihnen aufgelagerte thonige Erde besonders in durchnässtem Zustande ihren Halt verliert, so stürzt diese Oberdecke ein, wie man dies alljährlich im Frühling, nach der Schneeschmelze, oder nach längerem Regen beobachten kann.

Auf diese Art entstanden die zahlreichen trichterförmigen Dolinen des Salzlückens und die Salzseen; so der bereits seit altersher bekannte *Schwarze See*, der *Mogyoróser See* und am Ende der siebziger Jahre der ansehnliche und tiefe *Medve-* oder *Illyés-See*, mit seinen beiden Verzweigungen: dem *Roten See* und dem *Grünen See*. Andere Seen, wie z. B. der *Weisse See*, verschwanden nach längerem Regen.

Diese Salzseen nun suchen am ganzen Continent ihres Gleichen nicht nur bezüglich ihrer Ausdehnung und Concentration der Salzlösung, sondern auch ferner durch jene ihre spezielle Eigenschaft, dass sie zwischen zwei kälteren Wasserschichten warmes bis heisses Wasser einschliessen.

Dies veranlasste mich die Salzseen einem genauen Studium zu unterwerfen und der Ursache nachzugehen, woher und auf welche Art das warmheisse Wasser entstehe, da die bisherigen Erklärungen zum grössten Teile keine befriedigenden Beweise lieferten.

Im Sommer 1901 hatte ich Gelegenheit einige Wochen hindurch die Salzquellen und Salzseen von Szováta gründlich zu studiren, Messungen und andere Beobachtungen anzustellen, und nun ergreife ich die Gelegenheit, um in Folgendem meine Untersuchungen, sowie die daraus erzielten Folgerungen darzulegen.

Der höchstgelegene, grösste, tiefste und zugleich wärmste See ist in Szováta der sogenannte *Medve-See*, so wie die mit ihm, wenigstens während der nassen Jahreszeit, durch ein schmales Rinnsal verbundenen, gleichfalls sehr warmen und tiefen Seen: der *Rote* und der *Grüne See*.

Der *Medve-See* — dessen Form die Ortsbewohner mit einem ausgebreiteten Bärenfell vergleichen — ist von einem schönen Eichenwald — eine Seltenheit auf Salzgebieten — umgeben. Gegen Norden erhebt sich der Cseresnyés Berg, aus dessen Umgebung zwei kleine Süsswasserbäche sich in den See ergiessen. Östlich vom See befindet sich das kleine alte Badehaus, unweit einer aus Andesitbreccie bestehenden Felswand; südlich vom See wurden heuer (1901) 9—10 Wannensäler gebaut, zu deren Speisung das warme Wasser aus der Tiefe des Sees gepumpt wird; daneben befindet sich die mit 20 Kabinen ausgestattete Schwimmschule. Südwestlich erhebt sich der höchste Teil des Salzlückens 563 m, wo an einigen Stellen Salzfelser sichtbar sind. Gegen Westen befindet sich der Ausfluss des *Medve-Sees*, welcher seit neuester Zeit mittels einer Schleusse regulirbar ist.

Dieser, so wie die obenerwähnten Seen liegen in einer kleinen, von Winden geschützten Vertiefung, in einer absoluten Höhe von etwa 520 m.

Die Fauna und Flora dieser Seen ist eine sehr arme. Bloss in ihrer Oberfläche leben einige kleine Wanzen- und Krebsarten, sowie einige Algen, den Bächen entlang — deren Wasser weniger salzig ist (4—5% NaCl) — rote und grüne Formen von *Salicornia herbacea*. Die Vegetation kommt des Salzwassers wegen nicht fort, da die mit demselben begossenen Rasenplätze oder Bäume abwelken und schon nach einigen Tagen wie abgebrüht aussehen.

Der Flächeninhalt des Medve-Sees ist rund  $11—12,000 \square^{\circ} = 39,270—42,840 \text{ m}^2$ , die Tiefe wechselnd: in der Nähe des neuen Badehauses 3.5 m; in der Mitte des Sees 20 m; 20—30 m weit von der Andesitbreccien-Wand dagegen mass man 34 m, welche letzterer der tiefste Punkt des Sees zu sein scheint. In der Nähe des Roten Sees beträgt die Tiefe mehr als 15 m und ebenso unweit des Ausflusses. Die mittlere Tiefe kann man mit zumindestens zehn Meter veranschlagen, wengleich die Tiefenverhältnisse specieller noch nicht erforscht wurden.

Die länglichen zwei Seen, nämlich den Roten und den Grünen See umgeben fast von allen Seiten freistehende, 10—40 m hohe Salzfelsen, welche in der Nähe des Roten Sees vordem eine rötliche Färbung besaßen und so dem See seinen Namen gaben. Die Tiefen- und Temperaturverhältnisse waren bisher noch nicht genau bekannt. Man wusste bloss, dass unter der kalten oberflächlichen Wasserschichte sich eine Schichte heissen Wassers befindet.

Am oberen Ende des Roten Sees fand ich in einer Tiefe von ungefähr einem halben Meter (mit dem Arm gemessen) das specifische Gewicht von 1.068, was einem Gehalte von 9% NaCl entspricht; während in der Mitte des Sees in gleicher Tiefe das specifische Gewicht 1.062 betrug, also ebenfalls ungefähr 9% Chlornatrium entsprechend.

Unterhalb des Ausflusses des Medve-Sees befindet sich in einer schluchtenartigen Vertiefung der Mogyoróser See, durch welchen der Abfluss des Medve-Sees erfolgt. Das Salzwasser ist in diesem See — wie wir dies später sehen werden — in der Tiefe viel weniger warm.

Die Tiefe dieses, circa 1 Joch grossen Mogyoróser Sees ist unmittelbar neben dem Badehause 1.3 m, in der Mitte über 6 m; im Mittel daher 4—5 m. Der Überschuss des Wassers fliesst in einem Salzgraben an jener Stelle vorbei, wo sich in früheren Zeiten der Weisse See befunden hat, von dessen Badehause noch einige morsche Bretter zu sehen sind. In seinem weiteren Verlaufe wird dieser Salzbach durch einige Salzquellen gespeist, wodurch das Wasser des Baches an Concentration und Salzgehalt bedeutend (bis zu 5%) zunimmt.

Südlich vom höchsten Punkte des Salzlückens und unweit des jüngst im Jahre 1901 erbauten Gasthauses liegt in einer beträchtlichen Vertiefung der *Schwarze See*, der keinen ständigen Wasserzufluss besitzt, sondern bloß durch Schmelze und Regenwasser gespeist wird. Die Wasseroberfläche ist weniger salzig, die Tiefe 5—6 m, der Flächenraum ungefähr ein Joch.

1879 analysirte Dr. W. HANKÓ das Wasser dieses Sees aus der Tiefe von 1·5 m und gelangte zu folgenden Resultaten : \*

	in 1000 G. T. Wasser :	Äquivalent- Gewichts %
Natrium	76·1226	99·02 Na
Calcium	0·3537	0·52 Ca <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Kalium	0·1824	0·13 K
Magnesium	0·0534	0·13 Mg <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Lithium	0·0344	0·12 Li
Eisen	0·0165	0·01 Fe <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Mangan	0·0119	0·01 Mn <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Chlor	117·8394	99·31 Cl
Kohlensaure Salze	Carbonium	0·1378
	Oxygen	0·5512
Kieselsäure	Silicium	0·0130
	Oxygen	0·0148
Summe der Bestandteile	= 195·3311	
Freie u. halb gebundene Kohlensäure	= 0·16676	

*Die Bestandteile in Salze umgerechnet :*

Na Cl	193·6161
K Cl	0·3484
Li Cl	0·2088
Ca CO <sub>3</sub>	0·8842
Mg CO <sub>3</sub>	0·1869
Fe CO <sub>3</sub>	0·0340
Mn CO <sub>3</sub>	0·0244
Si O <sub>2</sub>	0·0278
Summe der festen Bestandteile	= 195·3306
Halb gebundene und freie Kohlensäure	= 0·1667

\* Értékezések a természettudományok köréből. Ung. Akad. d. Wissensch. Bd. XX. Heft XIV. P. 12 u. 13.

Bei meinen Untersuchungen befasste ich mich am meisten mit dem *Medve-See*. An fünf Stellen bestimmte ich in verschiedenen Tiefen die Temperatur und das spezifische Gewicht des Wassers und nahm überall Proben, um die einzelnen, besonders aber die Hauptbestandteile des Wassers zu bestimmen. Da diese meine Analysen jedoch noch unvollendet sind, teile ich derzeit die vorhandenen älteren Analysen über das Wasser des *Schwarzen* und des *Medve-Sees* mit.

*Prof. Dr. A. v. LENGYEL's Analyse* über das Wasser des *Medve-Sees* von circa 1 Meter Tiefe, ergab 1897 folgende Resultate :

	in 1000 g Wasser sind enthalten :	Aequivalent-Gewichts %
Na	91·23003 g	99·097
Ca	0·60061 "	0·750
Mg	0·07109 "	0·148
Fe	0·00622 "	0·005
		<hr/>
		100·000 %
Cl	140·70685 g	99·387
Br	0·00759 "	0·002
SO <sub>4</sub>	1·01750 "	0·529
CO <sub>3</sub>	0·09800 "	0·082
		<hr/>
		100·000 %
Si O <sub>2</sub>	0·00937 "	
	<hr/>	
	233·74726 g	

*Die Bestandteile zu Salzen umgerechnet.*

Die in 1000 g enthaltenen festen Bestandteile :

Na Cl	231·52140 g
Na Br	0·00977 "
Mg Cl <sub>2</sub>	0·28020 "
Ca Cl <sub>2</sub>	0·32003 "
Ca SO <sub>4</sub>	1·44142 "
Ca CO <sub>3</sub>	0·15220 "
Fe CO <sub>3</sub>	0·01287 "
Si O <sub>2</sub>	0·00937 "
	<hr/>
	233·74726 g

Da die Temperaturverhältnisse dieser Salzseen sich ganz abweichend verhalten von ähnlichen Verhältnissen anderer Seen, indem unterhalb der kalten Oberfläche die Wasserschichten stets wärmer und wärmer werden

und nach Erreichen der Maximalwärme wieder allmählich erkalten, so ist es nicht möglich, mit einem gewöhnlichen Maximum-Minimum-Thermometer die Temperaturmessung im ganzen Querschnitte vorzunehmen. Die Oberfläche und die allmählich bis zur Maximaltemperatur, z. B. bis  $56^{\circ}$  C ansteigende Temperatur kann man wol auf die übliche Art messen, aber die unter dem Maximum gradatim abfallenden Temperaturen, z. B.  $54^{\circ}$  C, ist deshalb nicht möglich mit dem Minimumthermometer zu messen, weil die Einstellung des Thermometers bei einer Lufttemperatur von z. B.  $20^{\circ}$  C geschah. Mit dem Maximumthermometer ist die Messung ebenfalls nicht thunlich, da das Thermometer bis zum Erreichen der tiefer liegenden  $54^{\circ}$  C schon mit der Flüssigkeit von  $56^{\circ}$  C in Berührung kam und deshalb sowol beim Einlassen, als auch beim Herausziehen die höhere Temperatur ganz oder zum Teil angenommen haben kann.

Deshalb bestimmte ich die gradatim sich vermindernde und im Allgemeinen jede Temperatur nicht mit dem Maximum-Minimum-Thermometer, da man dadurch, wie die Probemessungen es zeigten, genaue Daten nicht erhalten konnte, sondern — in Ermanglung eines anderen — mittels eines gewöhnlichen Thermometers, welches ich in eine dickwandige, grössere Flasche legte und dieselbe mit einem entsprechend schweren Stein beschwerte. Die leere Flasche, in welcher sich das Thermometer befand, schloss ich mit einem Korke, an welchem eine lange Drahtschnur befestigt war. Wenn nun die Flasche in die gewünschte Tiefe hinabgelassen und der Korkverschluss mittels eines leichten Zuges entfernt wird, so verdrängt das Wasser die in der Flasche befindliche Luft. Wenn die Luftblasen bereits alle an die Oberfläche gestiegen sind und wir noch etwa 15 Minuten warten, so hat die mit Wasser gefüllte Flasche und das darin befindliche Thermometer die Temperatur der Umgebung vollkommen angenommen. Ziehen wir nun die Flasche rasch empor und lesen sogleich die Grade ab, so erhalten wir ziemlich genau die Temperatur der betreffenden Tiefe. Da das Glas ein schlechter Wärmeleiter ist und das Wasser in der Flasche ein grösseres Quantum darstellt, so erhalten wir ein hinlänglich genaues Resultat, wenn das Herausziehen und Ablesen des Thermometers rasch geschieht, da eine Abkühlung oder Erwärmung selbst nach Secunden noch nicht bemerkbar ist.

Daraus folgt aber, dass die von Anderen bis jetzt ausgeführten Messungen höchstens bis zur Maximaltemperatur richtig sein können und dass die anderen Werte ungewiss, in der Regel zu hoch sind.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Wassers geschah auf die Art, dass die aus verschiedenen Tiefen stammenden Wasserproben nach Hause genommen wurden und noch in Szováta — als diese Flaschen die Lufttemperatur (in der Regel  $20^{\circ}$  C) angenommen hatten — mit einem empfindlichen, noch die dritte Decimalstelle ganz genau zeigenden Areo-

meter gemessen wurden. Es sind also in der Wirklichkeit die angegebenen spec. Gewichte in der warmen-heissen Zone um etwas kleiner.

In den folgenden Tabellen sind die durch meine Untersuchungen resultirenden Durchschnittsdaten enthalten und zwar vom Medve-See, Mogyoróser See und Schwarzen See.

Meter	Medve-See			Magyorósi-See			Fekete-See		
	t° C	Spec. Gewicht	Na Cl %	t° C	Spec. Gewicht	Na Cl %	t° C	Spec. Gewicht	Na Cl %
0·00	21°	—	—	30°	1·021	3	26°	1·018	2
0·10	—	1·038	5	—	—	—	—	—	—
0·20	—	1·087	11	—	—	—	—	—	—
0·30	—	1·118	15	—	—	—	—	—	—
0·40	—	1·135	18	—	—	—	—	—	—
0·42	39°	—	—	—	1·044	6	—	1·019	2
0·50	—	1·154	20	—	—	—	—	—	—
0·52	45°	—	—	—	—	—	—	—	—
0·62	46°	—	—	—	—	—	—	—	—
0·72	50°	—	—	—	—	—	—	—	—
0·82	52°	—	—	31·5	—	—	27°	—	—
1·00	—	1·176	23	—	1·170	9	—	1·019	2
1·32	56°	—	—	36°	—	—	27°	—	—
1·50	—	1·183	24	37°	1·180	23	—	1·019	2
1·82	53°	—	—	38°	—	—	26°	—	—
2·00	—	1·188	24	—	1·180	23	—	1·021	3
2·32	47°	—	—	37°	—	—	25·5°	—	—
2·50	—	1·188	24	—	1·196	25	—	1·105	14
2·82	40°	—	—	33°	—	—	24°	—	—
3·00	—	1·188	24	—	1·198	26	—	1·140	19
3·32	38°	—	—	28°	—	—	21·5	—	—
3·50	—	1·189	24	—	—	—	—	—	—
3·82	35°	—	—	—	—	—	—	—	—
4·00	—	1·189	24	—	—	—	—	1·167	22
4·32	32°	—	—	—	—	—	17°	—	—
5·00	—	1·196	25	—	1·200	26	—	1·165	22
5·32	30°	—	—	21°	—	—	17°	—	—
6·32	—	—	—	21°	—	—	—	—	—
7·00	—	1·197	25	—	—	—	—	—	—
7·32	29°	—	—	—	—	—	—	—	—
10·00	—	1·196	25	—	—	—	—	—	—
10·32	23°	—	—	—	—	—	—	—	—
12·00	—	1·194	25	—	—	—	—	—	—
12·32	20°	—	—	—	—	—	—	—	—
14·50	—	1·194	25	—	—	—	—	—	—
41·82	19°	—	—	—	—	—	—	—	—

Aus den hier mitgeteilten Daten, sowie aus der graphischen Darstellung Pag. 428 sehen wir, dass das Wasser des Medve- und Mogyoróser Sees sich von anderen Seen nicht nur durch ihre hochgradige Kochsalzlösung, sondern auch durch ihre abweichenden Temperaturverhältnisse unterscheidet.

Die Temperatur des Wassers an der Oberfläche ist nach der Jahres- und Tageszeit veränderlich, sie stimmt beinahe mit der Lufttemperatur überein (im Sommer 20—30° C), dann steigt sie (obere warme Sprungschichte) mit der Tiefe gradatim, und erreicht beim Medve-See in einer Tiefe von 1·32 m ihr Maximum (55—70° C, — heisse Sprungschichte); von hier an sinkt dann die Temperatur wieder stufenweise (untere warme Sprungschichte) bis zur untersten kalten Schichte (kalte Sprungschichte).

Die heisseste Schichte liegt, schwimmt, also zwischen zwei kalten Flüssigkeitsschichten. Die Mächtigkeit derjenigen Salzsolenschichte, deren Temperatur wärmer als 40° C ist, beträgt beiläufig 2 m.

Was das spezifische Gewicht anbelangt, so ist dasselbe an der Oberfläche, nahe zum Einflusse des kleinen Baches = 1·00, beim Ausflusse wegen der Diffusion und kleinerer Wellenschläge = 1·016 = 2% Na Cl; es ist dies also beinahe Süßwasser. Mit der Tiefe nimmt das spezifische Gewicht gradatim zu und demzufolge auch der percentuelle Gehalt an NaCl.

Bei der Tiefe von 1·32 m ist nicht nur das spezifische Gewicht und der Salzgehalt am höchsten, sondern befindet sich hier auch die grösste Temperatur. Nach dem Erreichen des Maximums ändert sich das spezifische Gewicht und die Concentration kaum, sie sind nur um ein Geringes höher.

Der wärmste ist der Medve-See, weniger warm der Mogyoróser See; der Schwarze See hingegen ist kalt.

Auf der Oberfläche des Mogyoróser Sees liegt eine dickere Schichte einer 2—3%-igen Salzlösung, in einer Tiefe von 0·5 m enthält das Wasser schon 6%, bei 1·0 m 9% und bei 1·5 m 23% Na Cl. Die höchste Temperatur ist bei 1·82 m zu beobachten und ist daselbst bedeutend niedriger (38° C), als im Medve-See.

Beim Schwarzen See endlich enthält das Wasser bis 2 m 2—3% Na Cl und erst bei 3—4 m erreicht die Lösung ihre Concentration. Bei diesem See sehen wir oben keinen warmen Sprung der Temperaturen, die mittlere warme Schichte fehlt vollständig und das Wasser erwärmt sich im Sommer beinahe ebenso, wie das eines jeden anderen homogenen Sees; die Oberfläche ist am wärmsten und von da ab sinkt dann die Temperatur mit der Tiefe.

Es sind über diese warmen Salzseen nur zwei Arbeiten bekannt, die von wissenschaftlichem Standpunkte in Betracht kommen. Die eine stammt aus der Feder des Herrn Prof. Dr. A. v. LENGYEL und behandelt hauptsächlich die chemische Analyse des Wasser,\* die andere hat den Chefgeologen, Oberbergrat Herrn L. ROTH v. TELEGD zum Verfasser, der sich

\* Der Illyés- (Bären-) See bei Szováta. Földtani Közlöny, Suppl. Bd. XXVIII, Heft 7—9, P. 280.—1898.

mit der Geologie dieser Seen befasste.\* Überdies sind einige kleine Mitteilungen vorhanden, deren Temperaturmessungen jedoch nicht immer zuverlässig sind.

Die Ansichten und Vermutungen über die Entstehungsursache der zwischen zwei relativ kalten Flüssigkeitsschichten schwebenden warmen oder heissen Schichten waren bisher sehr verschieden. Die Seen wurden nicht näher und speciell untersucht und somit standen auch sehr wenig zuverlässliche Messungen und Analysen zur Verfügung. Die einfachste und allgemein verbreitetste Ansicht war die, dass die warme Salzwasserschichte einen thermalen Ursprung habe. Andere dachten später — nachdem es bereits bekannt wurde, dass die Temperatur mit der Tiefe wieder sinke — an einen chemischen Process, an eine Oxydation von Pflanzenresten, Bitumen, Pyrit u. s. w.

Da mir nunmehr eine genügende Menge von verschiedenen Daten zur Verfügung steht, versuche ich die richtige Erklärung zu geben. Vorerst will ich jedoch die bisher gangbaren Ansichten widerlegen und nachher werde ich selbst versuchen, den Ursprung der hohen Temperatur zu ermitteln.

Die grosse Anzahl der Messungen zeigte, dass sowol das spezifische Gewicht, als auch die Temperatur in einem und demselben See, an demselben Tage, in entsprechender Tiefe, durch den ganzen See dieselben waren. Die sich hiebei ergebenden nur geringen und untergeordneten Unterschiede sind hauptsächlich den verschiedenen Beschattungsverhältnissen zuzuschreiben, da der eine Teil des Sees sich mehr im Schatten befand, während der andere Teil von der Sonne länger beschienen wurde. Die Verhältnisse zeigen also für die verschiedenen Tiefen die in der Tabelle mitgetheilten Durchschnittsdaten vom 22.—27. Juli 1901.

Weder Andere, noch ich haben bei ihren Temperaturmessungen irgendwo in der Tiefe, bei der Andesitwand oder anderswo eine thermale Quelle constatiren können, obwol zur Lieferung einer so grossen Quantität warmen Salzwassers eine ganz bedeutende Therme angenommen werden müsste. Eine solche würde jedoch auf der Oberfläche kleinere Wellen erzeugen, oder es müssten vibrirende Erscheinungen wahrgenommen werden können, oder aber müsste man eventuell auch emporsteigende Gase erwarten; doch hat niemand derartiges gesehen, trotzdem der grösste und wärmste unter den Seen, der Medve-See, schon mehr als 20 Jahre existirt und der Ort besonders im Sommer ziemlich lebhaft besucht wird.

Wäre hier eine grössere unterirdische warme Quelle mit im Spiele, so müsste sie auch dadurch wahrgenommen werden, dass sich zwischen der einfliessenden Wasserquantität der beiden kleinen Bäche und der aus-

\* Der Illyés-Teich bei Szováta und seine Umgebung von geologischem Gesichtspunkte. Földtani Közlöny, Suppl. Bd. XXIX, Heft 1—4, P. 130.—1899.

fließenden Wassermenge, mit Berücksichtigung der oberflächlichen Verdunstung, ein bedeutender Unterschied herausgestellt hätte. Es fand aber auch diesbezüglich niemand einen positiven Unterschied. Hätte die warme Schichte einen thermalen Ursprung, so würde es zu den grössten Seltenheiten gehören, dass die warme Schichte in der ganzen Ausdehnung des Sees dieselbe Temperatur beibehielte. Das bisher Erwähnte scheint zwar mit grösster Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, dass der Ursprung des warmen Wassers kein thermaler sei; ganz positiv bewiesen aber ist dies allerdings noch nicht.

Die Abzapfung eines der Seen gäbe wol den sichersten Beweis, doch wäre dies Verfahren ein zu kostspieliges. Ich fand jedoch unterhalb des Mogyoróser Sees einen kleinen Salzsee, respective kleinen Teich, dessen Grösse nicht mehr, als 3—4 Schritte betrug und der von nur 40 cm Tiefe war. Dieser kleine See war an der Oberfläche ebenfalls kalt und mit der Tiefe immer wärmer, er entsprach also vollkommen den übrigen Seen. Die Messungen ergaben folgende Resultate :

	t° C	Spec. Gew.	Na Cl%
Oberfläche :	25°	nahe 1	Süsswasser
Etwas tiefer :	—	1.110	15%
Mitte :	35°	1.145	19%
Grund (ca. 40 cm tief) :	38°	1.186	24%

Nach den Messungen und mehrtägigen Beobachtungen liess ich diesen Teich abzapfen. Nach dem Abflusse des Wassers konnte ich, trotz der sorgfältigsten Untersuchung, keine warme Quelle entdecken und war auch der Boden bei den angestellten Grabungen nicht wärmer; das von unten herauf langsam empordringende Salzwasser war kalt, eben so das nahe zur Oberfläche zusickernde Süsswasser.

Diese Untersuchung bezeugt daher, dass das warme Wasser des Sees keinen thermalen Ursprung hat; ebenso analog auch beim Medve-See.

Messen wir endlich die Temperaturen nicht nur an demselben Tage, sondern während der verschiedenen Jahreszeiten öfter, so finden wir auch darin einen sicheren Beweis dafür, dass die Wärme der schon öfters genannten Schichte nicht geologischen, d. h. thermalen Ursprunges sei.

So fand ich bei dem Medve-See am 22. Juli 1901 bei der Tiefe von 1.32 m die Maximal-Temperatur	= 55°C
daselbst am 23. Juli	= 56°C
"    " 24. "	= 57°C
"    " 27. "	= 59°C
"    " 31. "	= 60°C
"    " 3. August	63°C

Im Jahre 1898 fand L. ROTH v. TELEGD dieselbe an einer Stelle :

am 22. September . . .	=	66·2° C
" 23.           "	=	67·5° C
" 24.           "	=	69·5° C

Der Eigentümer L. v. ILLYÉS fand im Jahre 1900 während des Sommers 70—71° C, im Winter, als die obere Süßwasserschichte so stark gefroren war, dass man den ganzen See mit entsprechender Vorsicht überschreiten konnte, die Temperatur unter dem Eise in der entsprechenden Tiefe 30° C.

Nach Abhaltung meines Vortrages in der Fachsitzung der ung. Geologischen Gesellschaft veröffentlichte Kreisnotär Herr K. v. ILLYÉS\* einen Artikel, in welchem er folgende Daten seiner mit dem Maximumthermometer angestellten Maximal-Temperaturmessungen mitteilt. Da der genannte Herr mit dem Reaumur-Thermometer mass, stelle ich seinen Messungen die Umrechnung in Celsius-Grade bei.

Die Messungen geschahen immer in der wärmsten Zone an verschiedenen Stellen des Sees und wurde von den 1—2°-ige Schwankungen zeigenden Temperaturen das Mittel genommen.

	R°	C°
14. September 1898 . . .	52°	65°
20.       "       "       . . .	52°	65°
4. Oktober       "       . . .	51°	63·75°
12.       "       "       . . .	49°	61·25°
30.       "       "       . . .	46°	57·5°
26. November   "	41·5°	51·9°
22. Dezember   "	32°	40°
16. Januar 1899 . . .	28°	35°
7. Februar       "       . . .	25°	31·25°
20.       "       "       . . .	24°	30°
27.       "       "       . . .	24°	30°
11. März       "       . . .	22°	27·5°
2. April       "	21°	} Minimum { 26·25°
8.       "       "       . . .	21°	
14.       "       "       . . .	23°	28·75°
19.       "       "       . . .	26°	32·50°
1. Mai       "	32°	40°
8.       "       "	38·5°	48·13°
10.       "       "       . . .	44°	55°

\* In der Nummer vom 13. November 1901 des *Pesti Hirlap* genannten, in Budapest erscheinenden Tageblattes.

Diese Daten sind danach angethan, meine Beobachtungen und Untersuchungen und die daraus abgeleiteten Schlüsse zu unterstützen. Es wäre nur wünschenswert, dass Herr K. v. ILLYÉS seine Temperaturmessungen auch weiter fortsetze.

Nach diesen Untersuchungen und Beobachtungen können wir *mit voller Bestimmtheit, jeden Zweifel ausschliessend sagen, dass die warme und heisse Flüssigkeitsschichte der Szovátaer Salzseen keinen thermalen Ursprung besitze.*

Beurteilen wir jetzt jene Auffassung, wonach diese hohe Temperatur durch chemische Prozesse, durch langsame Verwesung, Verbrennung, Oxydation des Humus, der Pflanzen, der bituminösen Stoffe, des Pyrits u. s. w. hervorgerufen werden würde.

In Anbetracht der riesigen Salzwassermenge, die auf  $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$  C erwärmt ist und diese hohe Temperatur bereits mehr als 20 Jahre beibehält, wäre eine sehr grosse Quantität brennbarer Stoffe und zu deren Verbrennung eine noch grössere Menge Sauerstoff, respective Luft notwendig. Diese Quantitäten aber wären einfach enorm.

Wir wissen aber, dass wenn organische Stoffe verbrennen, die Endprodukte immer Wasser und Kohlensäure sind, welche letztere man in den Salzseen oder ausserhalb derselben als Gasexhalationen, oder aber in Form von Sauerlingen vorfinden müsste. Die Untersuchung der aus den Salzseen von verschiedenen Orten und Tiefen entnommenen Proben ergaben jedoch keine bedeutende Quantität von Kohlensäure und kohlensauren Salzen. Ausserdem finden wir nirgends freie Kohlensäure, weder in Sauerlingen, noch in Exhalationen, nicht nur nicht in der Nähe der Salzseen, sondern auch in der ganzen Umgegend auf die Entfernung von vielen Kilometern nicht, was also keinesfalls für die Verbrennung grosser Quantitäten von organischen Substanzen spricht. Über die Existenz so grosser Lager brennbarer Substanzen wollen wir gar nicht sprechen.

Auch muss weiters erwogen werden, dass concentrirte Salzlösungen, wie sie die Seen enthalten, auf die möglicherweise in dieselben hineingeratenen Pflanzen- und Tierreste conservirend wirken. Die hineingefallenen Baumstämme und Äste bleiben jahrelang darin erhalten und werden von dem Salzwasser derart imprägnirt, dass ein herausgeholtes Holzstück ein grösseres Gewicht aufweist, wie ursprünglich. Die Blätter der Bäume bleiben im Salzsee vollkommen unversehrt, nur verlieren sie ihr Chlorophyll.

Zur Feststellung dessen, ob z. B. die Oxydation des in der Andesitbreccie vorhandenen Pyrites die hohe Temperatur verursache, untersuchte ich die mitgebrachten Wasserproben auch quantitativ auf ihren Schwefelsäure-Gehalt und fand, dass in den verschiedenen Schichten die auf die trockene Substanz berechnete Quantität der Schwefelsäure dieselbe

(0.4%  $\text{SO}_4$ ) ist und schwefeligsäure Salze darin überhaupt nicht vorhanden sind.

*Alle diese Untersuchungen und Beobachtungen sprechen gegen die Voraussetzung, dass die Oxydation der brennbaren Stoffe die Ursache der hohen Temperatur abgebe.*

Nachdem also auf diese Weise gezeigt wurde, dass die Temperatur der warmheissen Salzwasserschichte weder thermalen Ursprunges sei, noch durch die Verbrennung, Oxydation brennbarer Stoffe hervorgerufen wird, wollen wir nun den wirklichen Grund der Erwärmung suchen.

Die Bewohner der Gegend wissen schon lange, dass sowol der Medve-, als auch der Mogyoróser Seesich in den Monaten April und Mai bedeutend intensiver erwärmt, als später, zu Anfang des Sommers, und dass im Herbst die Temperatur abermals steigt. Ziehen wir in Erwägung, dass in den Monaten April und Mai gewöhnlich schönes, sonniges Wetter herrscht und der Tag sehr lang ist, dass sich jedoch später, im Juni und Juli die Sommerregen einstellen, so kommen wir unwillkürlich auf den Gedanken, dass die Sonne, unsere bedeutendste natürliche Wärmequelle, die Ursache der hohen Temperatur sein könnte. Übrigens verwies auch der untersuchte und später abgezapfte kleine warme See auf dieselbe.

Die in verschiedenen Zeiten bewerkstelligten Messungen zeigen uns ferner, dass bei beständigem Wetter und klarem, unbewölktem Himmel, wenn die Sonne genügend hoch steht und lange den See bescheint, die Temperatur des Salzwassers beinahe in allen Schichten unter der Oberfläche, besonders jedoch die Maximal-Temperatur des Sees täglich um circa  $1^\circ\text{C}$  steigt, wie dies aus einigen Daten auf P. 418 hervorgeht. Im Winter ist der tägliche Verlust beiläufig  $0.1—0.2^\circ\text{C}$ .

Die Wahrscheinlichkeit spricht demnach für eine Erwärmung des Wassers durch die Sonne, obwol dies noch nicht bewiesen ist. Bisher wurde zwar noch nirgends eine  $30^\circ\text{C}$  übersteigende Erwärmung der Seewässer constatirt, während die Temperatur einzelner unserer Salzseen  $38—70^\circ$  erreicht, was mit dem obigen Erfahrungssatze in Widerspruch zu stehen scheint. Diese ausnahmsweise hohe Temperatur scheint also eine charakteristische Eigenschaft dieser Salzseen zu sein.

Um diese Frage zu entscheiden, stellte ich folgende Versuche an. Ich liess in thonigem Boden künstliche Teiche von der etwaigen Grösse des auf P. 418 beschriebenen kleinen Salzsees graben; der eine wurde mit Süss-, der andere mit 26%-igem Salzwasser gefüllt, u. zw. so, dass ich eine, unter einem Salzfelzen entspringende Salzquelle ( $13^\circ\text{C}$ ) stundenlang durch den künstlichen Teich laufen liess und dann nach Sonnenuntergang den Einfluss abspernte. Nachdem meine beiden Teiche den ganzen folgenden Tag über von der Sonne beschienen wurden, mass ich nach Sonnenuntergang die Temperatur von beiden mit dem Maximumthermometer und fand,

dass dieselbe sowol auf der Oberfläche, als auch in der Mitte und am Grund in beiden Teichen und in jeder Schichte keine bedeutende Abweichung zeige; sie betrug 28—29°C und verblieb dieselbe während der tagelang angestellten Beobachtungen. Daraus liesse sich folgern, dass die hohe Temperatur auf diese Art weder im Süß-, noch im Salzwasser zustande kommen könne.

Nach diesem negativen Resultat änderte ich die Verhältnisse. Ich füllte jetzt beide am rechten und linken Ufer der Salzquelle, respective des Salzbaehes befindlichen künstlichen Teiche mit der concentrirten, 26%igen Salzsole; der eine wurde so belassen, auf den anderen wurden vorsichtig 10 Mass Süßwasser gegossen, wodurch ich die Verhältnisse des Medve-Sees nachahmte, auf dessen Oberfläche sich Süßwasser befindet. So lange die Sonne nicht auf die Seen schien, zeigte sich keine Veränderung in der Temperatur, als sie jedoch am nächsten Tag von der Sonne beschienen wurden und ich abends an beiden Seen Temperaturmessungen vornahm, gelangte ich zu folgenden Resultaten. (*W* bezeichnet jenen Teich, auf dessen Oberfläche Süßwasser war, *S* den, der reines Salzwasser enthielt):

	<i>W</i>		<i>S</i>	
	auf der Oberfläche	unten	auf der Oberfläche	unten
23. Juli, v. M. 10 <sup>h</sup>	25	30	25	27
23. " n. M. 6 <sup>h</sup>	26	35	29	29
24. " " "	27	34	28.5	29
25. " " "	28	33	29	29

Auf die Oberfläche der Teiche wurde hierauf frisches Süßwasser gegossen, da dasselbe zum Teil verdunstet war.

	<i>W</i>		<i>W</i>	
	auf der Oberfläche	unten	auf der Oberfläche	unten
28. Juli n. M. 6 <sup>h</sup>	29	36	29	36
29. " " "	28	36	28	36
30. " " "	29	35	29	37

Diese experimentellen Daten führten demnach zu dem überraschenden Resultat, dass — wie ersichtlich — das vorerst eine Temperatur von 13° C aufweisende, reine concentrirte Salzwasser und das reine Süßwasser von der Sonne nur eine 30° C nicht übersteigende Temperatur annahm und diese Temperatur in jeder Schichte beiläufig dieselbe war; während hingegen, wenn auf der Oberfläche des Salzwassers eine Süßwasserschichte vorhanden war, die Temperatur bereits einige cm unter der Oberfläche um 8—9° C stieg, die Wärmeschichte demnach eine ähnliche Lage einnahm, wie im Medve-See.

*Dieser Versuch beweist also mit voller Bestimmtheit, dass sich concentrirtes Salzwasser, wenn es von einer specifisch leichteren Süßwasser-*

*schichte bedeckt und von der Sonne längere Zeit beschienen wird, erwärmt. Daraus können wir nun analoger Weise mit Sicherheit schliessen, dass die mittlere warmheisse Schichte des Medve- und Mogyoróser Sees weder thermalen Ursprungs, noch die Folge eines Oxydationsprocesses ist, sondern ihre Wärme ebenfalls nur von der Sonne erhält.*

Aus diesen Daten geht weiters hervor, dass mit dem Verdunsten des auf der Oberfläche schwimmenden Wassers die Temperaturunterschiede der oberen und unteren Flüssigkeitsschichten geringer werden und dass nach dem vollständigen Verdunsten des Süsswassers die Differenz — wie ich dies an einem anderen kleinen Teich beobachtete — nach einigen Tagen überhaupt verschwindet. Dieser kleine Teich wies am 13. Juli 1901 oben eine Temperatur von 25°C, unten von 38°C auf. Da ihm kein Süsswasser zugeführt wurde und das seinige bis zum 29. Juli grösstenteils verdunstet war, fand ich an diesem Tage oben, wie unten eine Temperatur von 30°C vor.

*Zur Erwärmung der Salzseen ist somit, ausser der Sonne, eine auf der concentrirten Salzlösung schwimmende Süsswasser- oder schwach salzige Wasserschichte eine wesentliche Bedingung, sie ist die Vermittlerin und dient gleichzeitig zum Schutze.*

Die Erfahrung lehrt, dass die Temperatur unten um so höher steigt, je grösser die specifische Gewichts-differenz der beiden Flüssigkeiten ist: mit der Differenz verringert sich auch die Temperatur. Nimmt das obere Süsswasser, eventuell die sehr verdünnte Salzwasserschichte an Mächtigkeit zu, so ist dementsprechend die Maximal-Temperatur der mittleren Schichte niedriger, wie dies der Mogyoróser See zeigt.

*Ist jedoch die specifisch leichte Schichte über dem concentrirten Salzwasser sehr mächtig, übersteigt sie 2 m, wie beim Schwarzen See, so unterbleibt die Erwärmung der mittleren Schichte beinahe vollständig und das Wasser des Sees erwärmt sich annähernd so, wie in den bisher bekannten Seen.*

Unsere Seen sind ein schönes Beispiel dafür, wie geringfügig die Wärmeleitung in Flüssigkeiten ist; kann Wärme in einer Flüssigkeit nicht durch Strömung sich ausbreiten (wie z. B. wenn man Wasser in einem Becherglase über der Flamme erwärmt, wo dann die unten heiss gewordene Flüssigkeit sofort aufsteigt — da sie leichter geworden — und so die Wärme durch das ganze Volum der Flüssigkeit mittheilt), so kann sie überhaupt nicht von der Stelle und es können dann an dem Orte, wo die Wärme in die Flüssigkeit hineingebracht wird, sehr hohe Temperaturen entstehen.

Ich theilte meine Beobachtungen, Untersuchungen und die daraus resultierten Hauptdaten meinem Freunde, Dr. P. LENARD, Prof. der Physik an der Universität zu Kiel, noch anfangs September, vor der Publikation der Arbeit in der ung. Akademie der Wissenschaften mit und bekam von

ihm sogleich eine Antwort, in der er schreibt, dass die Sonnenstrahlung als Wärmequelle zur Erklärung der Erscheinung wirklich vollkommen ausreiche, wie eine kleine Berechnung zeige.

Diese Salzseen werden nun durch die Strahlung der Sonne erwärmt, die von oben ins Wasser dringt. Die Sonnenstrahlen, sichtbare und auch ultrarote zusammengenommen, werden von Wasser und Kochsalzlösung absorbiert, besonders die ultraroten Teile, aber nicht so stark, dass das Eindringen der Strahlen nicht bis zu einer gewissen Tiefe stattfinden könnte. Die Hauptsache ist, dass die Sonnenstrahlen nicht die äusserste Oberfläche der Seen allein erwärmen, sondern eine ganze grosse, dicke Schichte an der Oberfläche. Wäre nun die Flüssigkeit homogen, so würde die Wärme nach oben steigen und sich dort immer ansammeln. Die Oberfläche ist aber ein Ort starken Wärmeverlustes durch Verdunstung, wobei ja Wärme verbraucht wird. Jedoch auch ohne Verdunstung wird Wärme an die Luft abgegeben und durch die Luftströmung gleich fortgeführt. Dies ist der Grund, warum in gewöhnlichen Seen und im Meere keine so starke Erhitzung des Wassers resultirt, wie in unseren Salzseen. In diesen Seen ist nun das Salzwasser, welches durch die Verschluckung der Sonnenstrahlen warm wird, durch sein hohes specifisches Gewicht verhindert aufzusteigen und an den Ort des Wärmeverlustes, die Oberfläche, zu kommen; es kann die tagsüber ihm fortwährend zugeführte Wärme nur durch Leitung nach oben und unten hin weitergeben. Eben die wässerigen Flüssigkeiten leiten jedoch die Wärme schlecht, fast so viel, wie gar nicht und daher ergibt sich die grosse Aufspeicherung der Wärme in der obersten Salzsolenschichte.

Folgende kleine Berechnung zeigt, dass die Erklärung die quantitative Probe gut aushält.

Nach meinen Temperaturmessungen herrscht in der Oberfläche ein Temperaturgefälle von etwa  $0.4^{\circ}$  C auf jedes cm ( $21^{\circ}$  auf 0.52 m oder  $15^{\circ}$  auf 0.4 m, was dasselbe). Da nun das Wärmeleitungsvermögen von Wasser und sehr annähernd auch von Kochsalzlösung =  $0.0012$  Cal. pro  $\text{cm}^2$  und Secunde ist, muss durch jedes Quadratcentimeter der Oberflächenschichte hinauswandern die Wärmemenge:

$$0.0012 \times 0.4 = 0.00048 \text{ Calorien}$$

in der Secunde oder  $0.03$  Cal. pro Minute oder  $2$  Cal. pro Stunde; *mehr aber nicht*.

Wäre also z. B. die heisse Schichte nur 1 cm dick, so würde sie sich doch nur um  $2^{\circ}$  in der Stunde durch Leitung abkühlen, wenn nachts die Insolation aufhört.

Nach unten geht sehr viel weniger, weil dort das Temperaturgefälle um Vieles geringer gefunden wurde.

Betrachten wir nun die Wärmezufuhr. Diese beträgt (nach LANGLEY) rund 0·04 Cal. pro Secunde und cm<sup>2</sup> bei senkrechtem Einfall der Sonnenstrahlen auf ganz hohen Bergen; im Tiefland etwa die Hälfte davon, 0·02 Cal. Nehmen wir wegen der Schiefe der Strahlen davon nur die Hälfte, 0·01 Cal. und wegen der Nachtzeit wieder bloß die Hälfte = 0·005 Cal. (Die Felswände der Seen dürften durch Reflexion 2 Teile gut machen, was sie durch Beschattung an Insolation entziehen.) Vergleicht man nun die 0·005 Cal. Wärmezufuhr mit dem 0·00048 Cal. Wärmeverlust, so sieht man, dass die Wärmezufuhr etwa 9-mal so gross ist, als der Wärmeverlust und dass die Salzsole auf diese Weise sich bedeutend zu erwärmen im Stande ist.

Erwägen wir nun, dass die specifische Wärme der concentrirten Kochsalzlösung um Vieles kleiner ist, als die der verdünnten und noch kleiner, als die des Wassers:

Na Cl	t°	spec. Wärme	Beobachter
Bei 24·3%	18°—20°	0·79159	Winkelmann
„ 24·5 „	18°	0·791	Thomsen
„ 12·3 „	18°	0·87099	Winkelmann
„ 11·5 „	16°—52°	0·8770	Marignac
„ 12·1 „		0·8721	Person
„ 4·9 „	19°—46°	0·9448	Winkelmann
„ 1·6 „	18°	0·9749	Thomsen
Spec. Wärme des Wassers bei 0° = 1·0000			
20° = 0·9794			
50° = 0·073			

so ist leicht einzusehen, dass die Salzlösung je concentrirter sie ist, umso weniger Calorien benötigt um sich um 1° zu erwärmen und die Geschwindigkeit der Erwärmung beim Beginn der Sonnenstrahlung, etwa im Frühjahr grösser wird.

*Je concentrirter das Salzwasser im Vergleiche zu der auf ihr schwimmenden Süßwasserschichte ist, umso wärmer wird, hauptsächlich durch Absorption, die mittlere Wasserschichte.*

Und es scheint, dies sei gleichzeitig der Grund dafür, dass die *Maximal-Temperatur dort liegt— bei 1·32 m — wo das specifische Gewicht, der Perzentgehalt der Salzlösung am grössten und die specifische Wärme am geringsten ist.*

Obige Erklärung genügt zwar zum Verständniss der Erscheinung, doch ist nicht ausgeschlossen, dass auch andere Einflüsse zur Erhöhung der Temperatur beitragen. So könnte z. B. die auf der Oberfläche schwimmende Süßwasserschichte als eine Sammellinse gedacht werden, die die Sonnenstrahlen in der Tiefe des Sees sammelt, auch hat die Voraussetzung, dass

die Brechung der Sonnenstrahlen an den gegen die Tiefe immer dichter werdenden Solenschichten zur Erwärmung der Flüssigkeit beitragen, einige Wahrscheinlichkeit für sich.

*Da diese Salzseen die Wärme der Sonne in grösserem Masse sammeln und längere Zeit in sich festhalten, müssen diese unsere natürlichen, wie auch die künstlichen Seen als Wärmeaccumulatoren betrachtet werden.*

Und ich bezweifle nicht, dass eine derartige Anhäufung und in gewissem Masse *Aufspeicherung* der Sonnenwärme, ausser der concentrirten Kochsalzlösung, auch in anderen Flüssigkeiten und Lösungen möglich ist, wenn die Verhältnisse so gegeben werden, wie sie an unseren Salzseen zu beobachten sind. Zum Studium dieser eigenartigen Erscheinung im Laboratorium kann statt der Sonne eine andere Wärmequelle, z. B. eine elektrische Lampe benützt werden.

In der Literatur kommt eine Beschreibung solcher heisser Salzseen nicht vor, im Prometheus\* ist jedoch eine ähnliche Erscheinung kurz besprochen. G. ZIEGLER schreibt nämlich über ein grosses, 5 m tiefes Bassin, das 1872 für die Saline von Miserey in Besançon errichtet und — wie gebräuchlich — nicht gedeckt wurde. Bei Gelegenheit einer Revision bemerkte man, dass die abgelassene Sole eine Temperatur von 44° C aufweise. G. ZIEGLER und ALB. MARCHAND stellten hernach über ein halbes Jahr Temperaturmessungen in dem Bassin an und fanden bei 1.35 m Tiefe eine Maximaltemperatur von 62° C vor. Anderweitige Versuche wurden nicht angestellt und auch die Temperaturmessungen unterblieben später. Die Erwärmung schrieben sie der Sonne zu und gaben der Erscheinung folgende Erklärung: «Diese *Aufspeicherung* der Sonnenwärme wird ihre Erklärung wesentlich darin finden müssen, dass die Gewichtszunahme der einzelnen Solteilchen durch die Salzanreicherung bei erhöhter Temperatur die Gewichtsabnahme in Folge der Wärmesteigerung übertrifft und daher ein Aufsteigen der warmen Partien, wie dasselbe in den Flüssigkeiten sonst stattfindet, verhindert.» O. LANG\*\* reflektirt in derselben Zeitschrift auf diese Mitteilung und findet die Erklärung nicht entsprechend.

So gelangten wir denn zur Kenntniss eines neuen Phänomens, zu einer neuen Wärmequelle.

Diese in grösserem Massstabe vor sich gehende Anhäufung der strahlenden Sonnenwärme kann heutzutage auch *praktisch verwertet* werden.

*In Ungarn, besonders in seinen siebenbürger Teilen, jedoch auch auf anderen Stellen des Continentes, sind mehrere kalte, kleinere und grössere, concentrirte Salzseen vorhanden; würden auf deren Oberfläche genügend*

\* G. ZIEGLER: An den Herausgeber des Prometheus. 1898. Jahrg. IX, P. 79.

\*\* O. LANG: Absonderliche Temperaturverhältnisse in einem Solbehälter. Prometheus. 1898. P. 325.

*wasserreiche Süßwasserbäche geleitet werden, so verwandelte die Sonnenwärme dieselben in gewisser Zeit in warme.* Ist nun das Salzwasser sehr concentrirt und die daraufgeleitete Süßwasserschichte nicht all zu mächtig, so wird der See in seiner entsprechenden mittleren Schichte sehr warm sein, sorgen wir jedoch für eine dickere Süßwasserschichte, so wird dementsprechend eine niedrigere Temperatur entstehen.

Wir haben es also in der Hand, die Wärme so zu reguliren, wie wir wollen; zu Badezwecken könnten die warmen, zu anderen Zwecken die heissen Salzseen verwendet werden.

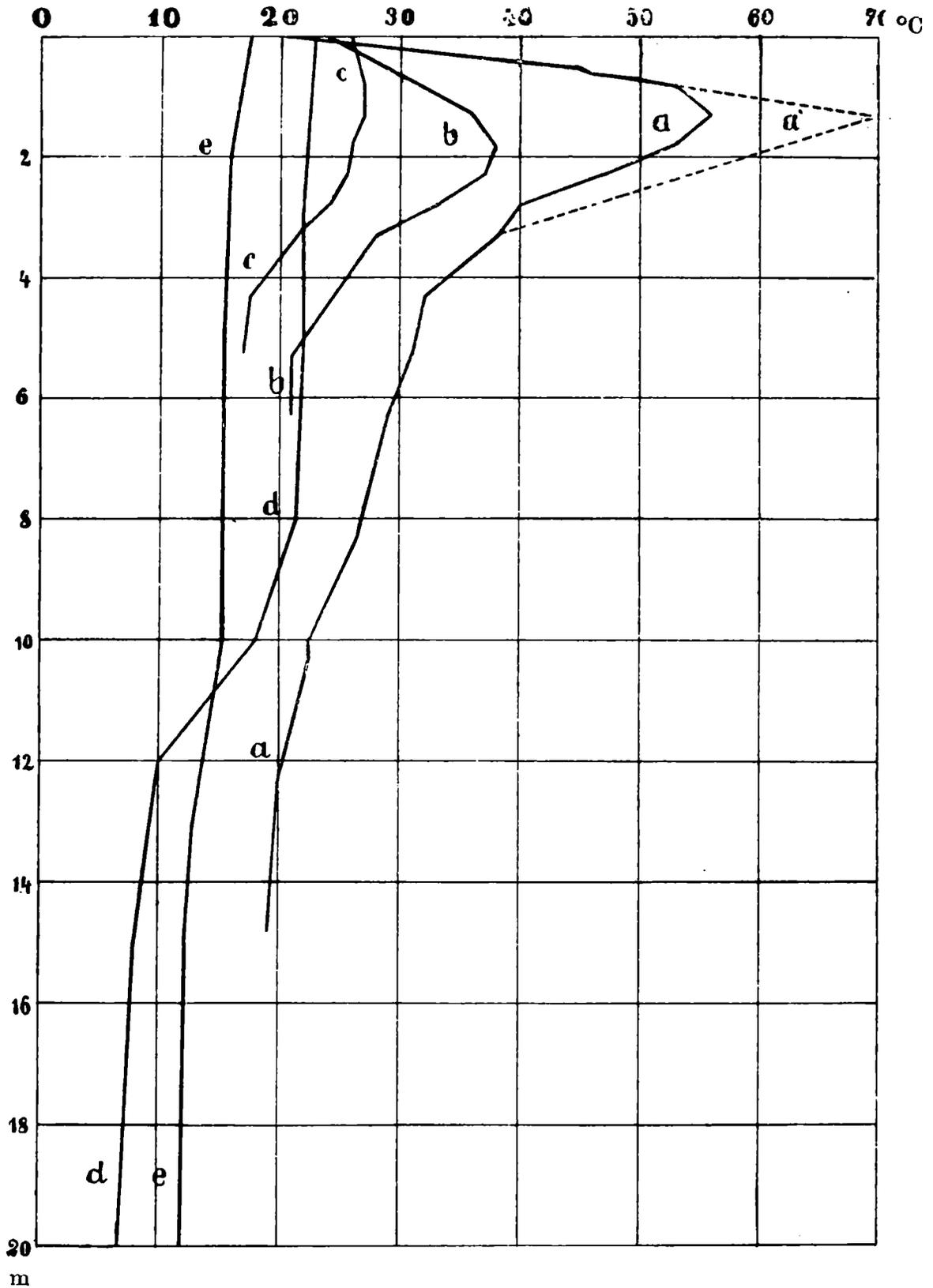
Daraus geht wieder hervor, dass der heisse Medve-See, würden die beiden kleinen Bäche, die sich in ihn ergiessen, also die schützende und vermittelnde Süßwasserdecke weggeleitet, nicht mehr warm verbleiben könnte. Das Regenwasser und Schmelzwasser des Schnees würde zwar zeitweilig eine Süßwasserschichte auf seiner Oberfläche bilden, so dass er sich zu erwärmen vermöchte, jedoch nur auf kürzere Zeit, da nach dem Verdunsten des Regen- oder Schmelzwassers seine Schichten ihren Dichtigkeitsunterschied, er seine Schutzschichte und damit seine höhere Temperatur verlöre.

Die siebenbürger Landesteile sind auch an Salzquellen und Brunnen sehr reich, die sich seit Jahrhunderten und Jahrtausenden unbenützt in die Flüsse ergiessen und so ihr Salz wieder an das Meer abgeben. Wenn man das Wasser dieser Salzquellen und -Brunnen in Bassins auffinge und dafür Sorge trüge, dass auf ihre Oberfläche Süßwasser fiesse, *würde man künstliche warme Seen oder Wärmeaccumulatoren erhalten.*

Wo aber das oben Erwähnte fehlt, Steinsalz jedoch vorhanden ist, können mit Hilfe desselben auf leichte Art wo immer solche *Wärmeaccumulatoren hergestellt werden.*

Die Kenntnis dieser Wärmeaccumulatoren kann dereinst vielleicht einen Modus ergeben, wie unsere grösste Wärmequelle, die Sonne zu häuslichen und industriellen Zwecken benützt und wie eine heutzutage verlorengelassene Wärme, z. B. die des sogenannten Ausblasdampfes oder die der Thermen oder aber die durch die Rauchfänge entschwindende, oft 200—300° übersteigende Wärmemenge gesammelt und aufgespeichert werden könnte u. s. w. Auch wäre die grössere Verbreitung und Benützung warmer Salzbäder sowol von nationalökonomischem, als auch sanitärem Standpunkt von grossem Nutzen.

Salzseen mit sehr grosser Oberfläche, Salzmeere, wie das Todte Meer und ähnliche, können in gewisser Tiefe, wenn sich darein ein Süßwasserbach oder Fluss ergiesst, ebenfalls eine wärmere Salzwasserschichte ergeben, wahrscheinlich jedoch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung, da die Stürme das Süßwasser theils schneller verdunsten machen, theils mit dem darunter befindlichen Salzwasser vermittels des Wellenschlages vermengen,



**Seetemperaturen :**

- aa = Medve-See am 25-ten Juli 1901.
- a' = Medve-See am 23-ten Sept. 1898.
- bb = Mogyoróser See am 18-ten Juli 1901.
- cc = Schwarzer See am 25-ten Juli 1901.
- dd = Wörther See am 15-ten Aug. 1890 (n. RICHTER).
- ee = Traun-See am 14-ten Juli 1895 (n. RICHTER).

die Flüssigkeit also homogen machen, so dass die spezifische Gewichts-differenz beinahe verschwindet. Grosse Regengüsse können bei genügend ruhigem Wetter auch in diesen todten Meeren auf kurze Zeit ebenfalls derartige warme Schichten hervorrufen.

In den tieferen Schichten der Meere und Oceane, deren Wasser von viel geringerer Dichte ist, als das unserer Salzseen, kann *stellenweise*, bei der Mündung der Flüsse oder aber an den Stellen submariner Süswasserquellen, ebenfalls ein Steigen der Temperatur eintreten, das jedoch bedeutend kleiner sein wird, als bei unseren Salzseen.

Beim Vergleiche mit anderen tiefen Seen fällt beim Medve-See ein Umstand noch ganz besonders auf. Wir finden hier nämlich in den grossen Tiefen — wie aus der mitgetheilten Tabelle und anstehender graphischen Darstellung ersichtlich — eine bedeutend höhere Temperatur vor, die Differenz beträgt beiläufig  $11^{\circ}\text{C}$  in einer Tiefe von 20 m, obzwar die Lösung des Salzes in Wasser mit Wärmeverlust verbunden war.

Dieser hohe Wärmegrad ist gewiss dadurch entstanden, dass die heisse Schichte die darunter befindliche Flüssigkeit im Laufe der Jahre durch Leitung erwärmte. Aus den zur Verfügung stehenden Daten kann berechnet werden, vor wie viel Jahren die Erwärmung des Sees begonnen hat, wann der See entstanden ist, was zu wissen umso interessanter ist, da man das pünktliche Datum der Entstehung des Sees eigentlich nicht kennt (1872—1879). L. ROTH v. TELEGD mass 1898 in einer Tiefe von 20 m  $16.87^{\circ}\text{C}$ , ich im Jahre 1901, nach beinahe drei Jahren in einer Tiefe von 14.82 m  $19^{\circ}\text{C}$ . Die bis zu 20 m ergänzte Curve des Medve-Sees zeigt, dass in einer Tiefe von 20 m heute eine Temperatur von  $18.5^{\circ}\text{C}$  herrscht. Somit hat sich diese Solenschichte innerhalb 34 Monaten — soweit die Daten pünktlich sind — um  $1.63^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Daraus und aus dem Vergleiche mit einem homogenen See, z. B. dem *Wörther-See*, dessen Temperatur in derselben Tiefe circa  $7^{\circ}\text{C}$  ist, lässt sich leicht berechnen, dass sich der See vor circa 20 Jahren also im Jahre 1881, zu erwärmen anfang. Rechnet man nun für die Füllung des grossen Beckens durch die beiden kleinen Süswasserbäche ein Jahr, für die Ausgleichung des durch das Lösen des Salzes im Wasser entstandene Abkühlung abermals ein Jahr, so ergibt sich, dass der See 1879, also in jenem Jahre entstanden ist, das auch bisher auf Grund der Aussage einiger Augenzeugen am wahrscheinlichsten gehalten wurde. Gleichzeitig kann ich prophezeien, dass sich das Wasser des Sees bis an seinen Grund von Jahr zu Jahr mehr erwärmen wird, ebenso auch die Maximaltemperatur im Winter, vorausgesetzt, dass die jetzigen Umstände weiter bestehen werden.

Aus der Tabelle ist auch noch ersichtlich, dass die Concentration der Sole gegen den Grund des Sees fortwährend zunimmt, bis sie endlich ihren Sättigungsgrad erreicht. Daraus können wir schliessen, dass das Wasser

des Sees noch an vielen Stellen unmittelbar mit Steinsalz in Berührung steht, was beim Bau des neuen Badehauses auch constatirt wurde. Daraus folgt weiter, dass das concentrirte Salzwasser des Medve-Sees noch lange Zeit im selben Niveau verbleiben wird, welches es derzeit einnimmt, trotzdem der durchfliessende Bach fortwährend eine gewisse Menge der Sole dem See entzieht. Im Mogyoróser See dagegen wird das Niveau des concentrirten Salzwassers mit der Zeit sinken, da in seiner Umgebung keine Salzfelten vorhanden sind und sein Grund von schlammiger Erde gebildet wird. Überdies entzieht ihm der Bach stetig Salz, ohne dass dasselbe von irgend einer anderen Seite ersetzt würde; demzufolge wird seine maximale Temperatur mit dem Sinken in die Tiefe auch allmählich niedriger werden. Im Schwarzen See endlich, der nur zufolge Regen- oder Schmelzwassers anschwillt, fand HANKÓ im Jahre 1879 in einer Tiefe von 1·5 m 19·3 % NaCl, während ich heuer (1901) 19 % erst in einer Tiefe von 3 m constatiren konnte; die Menge des concentrirten Salzwassers hat somit — da das Wasser des Sees mit Salz nicht in Berührung kommt — während dieser verhältnismässig kurzen Zeit ganz bedeutend abgenommen.

Bezüglich der *Vergangenheit und Zukunft dieser Salzseen* und ihrer Umgebung bin ich der Ansicht, dass vor nicht all zu langer Zeit, jedoch noch vor der Entstehung des Medve-Sees, als die im Boden verschwindenden Bäche dort ihre auslaugende Thätigkeit ausübten, um dann als Salzbäche wieder zu Tage zu treten, die damals existirten Salzseen kalt gewesen sein und nur nach Regengüssen oder nach dem Schmelzen des Schnees im Frühjahr zeitweilig eine höhere Temperatur erlangt haben dürften, die jedoch nach Abfluss oder Verdunstung des Süsswassers wieder verschwand.

Eine derartige zeitweilige Erwärmung werden wol auch die übrigen siebenbürger kalten Salzseen zeigen.

*Was die Zukunft betrifft*, so dürften diese Seen, besonders der Medve-See, und ihre Umgebung innerhalb einiger Generationen aller Wahrscheinlichkeit nach keine grössere Veränderung erfahren. Wenigstens droht ihnen keine Gefahr, doch dürften immerhin gewisse Schutzmassnahmen empfehlenswert sein.

Die ganze Zeit des Werdens und Vergehens dieser Seen jedoch bedeutet in der Geologie nur Augenblicke; innerhalb *kürzerer-längerer geologischer Zeitabschnitte* werden aber an den Salzseen und ihrer Umgebung gewiss grosse Veränderungen vor sich gehen, selbst wenn die heutigen Verhältnisse bestehen bleiben, wenn keinerlei Katastrophe eintritt und das Salz weder bergbaulich, noch industriell ausgebeutet wird. Die zerstörende Wirkung des Wassers und der Niederschläge allein dürfte hinreichen, um an den miocenen Steinsalzlagerstätten tiefgehende Veränderungen hervorzurufen.

\* \* \*

In Folgendem seien vorstehende Ausführungen nochmals kurz recapitulirt.

Nach Beschreibung der Seen und ihrer Umgebung und der Bestimmungsmethoden wurden die verschiedenen Beobachtungs- und Messungsdaten mitgeteilt.

Sowol aus denselben, als auch aus den Analysen und der Abzapfung eines kleinen warmen Teiches, ging mit voller Bestimmtheit hervor, dass das warme Wasser der Seen weder thermalen, noch chemischen Ursprunges sei.

Verschiedene Beobachtungen lenkten mein Augenmerk auf die Sonne als die Urheberin der in den Seen constatirten hohen Temperatur. Durch Anlegung künstlicher warmer Seen gelangte ich zu der Haupterkenntnis, dass sich die concentrirten Salzseen nur dann erwärmen, wenn auf ihrer Oberfläche eine Süßwasserschicht schwimmt und sie von der Sonne beschienen werden. Der Grad der Erwärmung hängt von der Differenz des specifischen Gewichtes der Flüssigkeiten und der Mächtigkeit der schützenden und vermittelnden Süßwasserschicht ab.

Nach Erklärung dieser Erscheinung, welche auch rechnerisch bestätigt wurde, lenkte ich meine Aufmerksamkeit auch auf die praktische Verwertung derselben, nämlich wie bereits vorhandene kalte Salzwasserseen durch Daraufleitung von Süßwasser in warme verwandelt, wie die heute unbenützt abfließenden Salzquellen und die Salzlager zur Herstellung künstlicher warmer Salzseen, Bädern, respektive Wärmeaccumulatoren benützt werden könnten. Durch Vermittlung solcher Seen wäre dereinst vielleicht auch die häusliche und industrielle Verwertung der Sonnenwärme möglich und könnte die in denselben aufgespeicherte Wärme entweder als solche oder aber eventuell auch in andere Energie umgewandelt ausgebeutet werden.

*Chemisches Laboratorium der kgl. ung. Geologischen Anstalt.  
Budapest, am 6. November 1901.*

## DIE KLIMATISCHEN BODENZONEN UNGARNS.

VON

PETER TREITZ.

Im letzt erschienenen Hefte des «Földtani Közlöny» referirte ich über den Vortrag des Prof. Dr. E. RAMANN «Die klimatischen Bodenzonen Europas», in welchem Ungarn in die Zone der Gebiete chemischer Verwitterung der ariden Regionen, weiters hier in die Unterabteilung der Gebiete mit kaltem Winter eingereiht wird. Der grösste Teil der Oberfläche Ungarns, ausgenommen die Thäler der Flüsse, wird von diluvialen Ablagerungen bedeckt, deren Verwitterungsprodukte liefern den Hauptteil der bebauten Kulturböden.

Im Diluvium herrschte in Mitteleuropa, somit auch in Ungarn, Steppenklima; in dieser Zeit kamen grosse Massen von Löss zur Ablagerung, der Boden der schon vorhandenen sandigen Gebiete kam in Bewegung, wurde zu Flugsand. Der Löss, den der Wind aus dem aufgelockerten Schlamm der Gletscher, die den nördlichen Teil Europas bedeckten, aufwirbelte, überlagerte gleichmässig so Berg und Thal wie die Ebenen.

In den Gebirgen waren die Abhänge wie die Bergrücken mit Wald bestanden. Im Boden des Waldes waren ganze Mengen von humosen Stoffen aufgehäuft, welche mit Hilfe der in ihnen enthaltenen Säuren die Aluminium- und Magnesium-Silikatkörnchen zersetzten und mit den in ihnen enthaltenen Aluminium- und Eisenverbindungen den so entstandenen Boden an thonigen Substanzen bereicherten. Im Innern des gebirgigen Gebietes finden sich demnach keine Lössablagerungen vor, die Mineralien des hieher gewehten Staubes wurden zersetzt, aus den abgelagerten Staubmassen entstand ein thoniger Boden.

Jener Teil der Staubmassen, die auf bindigem Boden zur Ablagerung gelangten, blieb unverändert auf seiner ursprünglichen Lagerstätte. Wo die Oberfläche des Bodens bei dem Niederfallen des Staubes mit einer Grasdecke überzogen war, da setzten sich die Körnchen fest. Die schwache Humusschichte, die unter dem spärlichen Grase vorhanden war, griff nur die Oberfläche der Körnchen an, und äusserte nur insofern eine zersetzende Wirkung auf die Staubkörnchen, als sie die Verwitterung der leichtzersetzbaren Kalksilikate beschleunigte, aus ihnen den Kalkgehalt freisetzte, der mit der Kohlensäure des Bodens sich zu kohlensaurem Kalke verband.

Die Bewegung grösserer Staubmassen setzt ein arides Klima voraus;

z. B. ein dem ähnliches, wie heutzutage in Mittel-Asien herrscht. In ariden Regionen ist die Menge des jährlichen Niederschlages sehr gering, dem zufolge ist die Auslaugung des Bodens auch schwach, so dass in diesem sich die löslichen alkalischen Salze anhäufen. Die Bedingungen der Entstehung salzhaltiger Böden, d. i. Alkali-Böden, sind arides Klima und unvollständige Auslaugung des Bodens. Unter solchen Umständen bleibt der bei der teilweisen Zersetzung der Kalksilikatkörner frei gewordene kohlen saure Kalk wo er entstanden, im Boden, wo derselbe durch die Niederschlags wässer nicht ausgelaugt wird. *Aus diesem Umstande lässt sich der hohe Kalkgehalt des Lösses erklären.*

Die unter einer Rasendecke befindliche Humusschichte ist gewöhnlich sehr dünn. Die Oxidation der organischen Substanzen ist unter dem Rasen auch in ariden Gebieten ziemlich intensiv, da der Boden auch unter ariden klimatischen Verhältnissen unter der Humusschichte in einer Tiefe von 4—8 dm beständig Feuchtigkeit enthält. In dem Humus eines nicht zu nassen Bodens ist sehr viel humussaurer Kalk enthalten, welche Substanz den Boden in ausserordentlich feiner Verteilung ganz durchsetzt, sie umhüllt ein jedes Körnchen des Bodens, füllt die feineren Bodenporen ganz aus. Bei dem fortgesetzten Niederregnen der Staubmassen hebt sich mit der Zeit die Oberfläche des Bodens, hiemit würde auch gleichzeitig die Mächtigkeit der humosen Schichte anwachsen, wenn nicht im Untergrund in einer gewissen Tiefe — nach der Erfahrung scheint diese Zone 6—8 dm tief zu liegen — die organischen Stoffe zersetzt würden. Bei dem Zerfalle der organischen Stoffe in Wasser und Kohlen säure bleibt der anorganische Teil, der in dem Humus des Bodens enthalten war, als Asche zurück. Den Hauptbestandteil dieses Gemenges anorganischer Verbindungen bildet der kohlen saure Kalk und die Eisen oxydsalze, welche in eben solcher feiner Verteilung den Boden durchsetzen, wie sie ihm noch als organische Verbindung beigemischt waren.

Nach der Oxidation des Humus umhüllt der bei dem Proces frei gewordene kohlen saure Kalk ein jedes Staubkorn, vereinigt die feinsten Teilchen des Thones zu kleinen Krümchen, kittet diese Krümchen mit den Staubkörnern zu einer einheitlichen, ungeschichteten, festen Masse zusammen, so dass in diese Masse eingegrabene Höhlen, auch ohne Mauer nicht einstürzen. *Auf diese Weise lässt sich die Festigkeit des Lösses erklären.*

In der Zeit des Steppenklimas bedeckte selbst den lehmigen Boden nur ein spärlicher Rasen, die losen, sandigen Böden waren während des grössten Teils des Jahres kahl, bar einer jeglichen Vegetation. Ihre ausgetrocknete Oberfläche wurde vom Winde aufgewirbelt und aus ihm herausgeweht, die schwereren Körner des zurückbleibenden Bodenskelettes wurden zu Dünen aufgetürmt. Die auf sandigen Boden niederregnenden Staub-

massen konnten demnach auf ihrem Ablagerungsorte nicht verbleiben, wurden bei der Bewegung des Sandes vom Neuem aufgewirbelt und auf die Gebiete verweht, welche mit bündigem Boden die Sandinseln umgaben. Hier wurde der Staub durch die Grashalme des Rasens festgehalten. Auf sandigem Terrain finden sich keine Lössablagerungen vor. In die Ebenen, die von Löss und Flugsand bedeckt waren, erodirten die Flüsse ihre Thäler, trugen das Löss- und Sandmaterial ab und ersetzten dasselbe mit ihrem eigenem Schwemm-Material. Der Boden der tiefer liegenden Thalsohlen war schon in Folge seiner tieferen Lage, dann durch die jährlichen Ueberschwemmungen beständig viel feuchter, als jener der höher liegenden älteren Ablagerungen. Die Senken und Rinnen, worin ein Teil des Ueberschwemmungswassers zurückblieb, waren sogar wasserständig.

Eine permanente Feuchtigkeit hat die Entwicklung einer üppigen Sumpfvvegetation zur Folge, bei welcher sich im Boden grössere Mengen organischer Stoffe anhäuften. Unter Wasser oder auf feuchten Stellen ist die Verwesung organischer Stoffe sehr langsam, die Entwicklung der Sumpfpflanzen hingegen ausserordentlich üppig, die abgestorbenen Reste der Pflanzen häufen sich an. Bei der Fäulnis organischer Stoffe entwickeln sich viele Säuren, welche die Mineralkörner des Bodens angreifen, auf sie lösend wirken und dieselben teilweise zersetzen. Dies hat zur Folge, dass der Boden an wasserständigen Stellen viel reicher an thonigen Bestandteilen wird, als an solchen Stellen, die beständig trocken oder mässig feucht geblieben waren. Der Boden der Flussthäler ist im Allgemeinen thoniger Natur. Mit dem Sinken des Wasserspiegels der Flüsse trockneten die Senken und Rinnen der nun höher liegenden Thalsohlen aus, die in ihnen aufgehäuften organischen Stoffe erfuhren nun trocken gelegt allmählich eine vollständige Oxydation, nach welcher im Boden nur die Aschenbestandteile der organischen Stoffe zurückblieben. Wenn das Flussthal in ariden Regionen liegt, werden die Salze aus dem Boden nicht ausgelaugt, sondern verbleiben in demselben. Auf diese Weise entstehen die Salzböden, d. i. Alkaliböden. Der Schlick eines Flusses mit kalkhaltigem Wasser ist für gewöhnlich kalkreich (z. B. Donau). In solchem Boden setzen sich die angesammelten Salze in Gegenwart von freier Kohlensäure mit dem kohlen-sauren Kalkgehalt des Bodens in kohlen-saures Natron um. Das ist der Entstehungsgang der sodahältigen Böden, «székes Boden.»

Die obersten Schichten, die unser Heimatland bedecken, entstanden unter den oben angeführten Naturerscheinungen. Auf der kleinen Karte bemühte ich mich die örtliche Verbreitung der einzelnen Ablagerungen zu versinnlichen. Das mit I bezeichnete Gebiet (auf der Karte mit horizontaler Reissung dargestellt) war während der Ablagerung des

Lösses mit Wald bestanden. Der niederfallende Staub kam auf Waldhumus zu liegen und wurde durch neue organische Massen bedeckt. Bei der Zersetzung des Waldhumus entstehen organische Säuren, welche die gefallenen Körner des Staubes aufschliessen. So entstand aus dem Staube ein thoniger Boden. In der ganzen Region, die auf der Karte mit horizontaler Reissung bezeichnet wurde, ist Thon die herrschende Bodenart. Je nach der Lage des Abhanges ist dem Thon mehr oder weniger Steinschutt beigemischt. Der Boden der Gehänge und Bergrücken, welche noch mit Wald bestanden sind, ist schwarzer humoser Thon. An jenen Stellen hingegen, wo der Wald in früheren Zeiten ausgerodet wurde, erfuhr der nun trockengelegte Humus des Bodens allmählich eine vollständige Oxydation. Die Eisenverbindungen, die im Waldhumus in grossen Mengen enthalten sind, verblieben nach der Oxydation der organischen Stoffe im Boden als Eisenoxydhydrat und verliehen diesem eine mehr oder minder intensive rote Färbung. Der die Gehänge unserer Gebirge bedeckende Thon ist im Allgemeinen rot oder rötlich braun gefärbt, leidet in der Regel an Kalkmangel. Die Abhänge unserer Kalkgebirge sind meistens mit rotem kalklosen Thon bedeckt. Kalkhaltiger Boden bedeckt nur jene Berge, deren Gestein leicht zerbröckelt, bei denen die physikalische Verwitterung die chemische bei weitem übertrifft. Lössablagerungen finden wir nur an den Gehängen der Gebirge, die in die Ebene vorstossen, welche schon in die ariden Regionen hineinreichen.

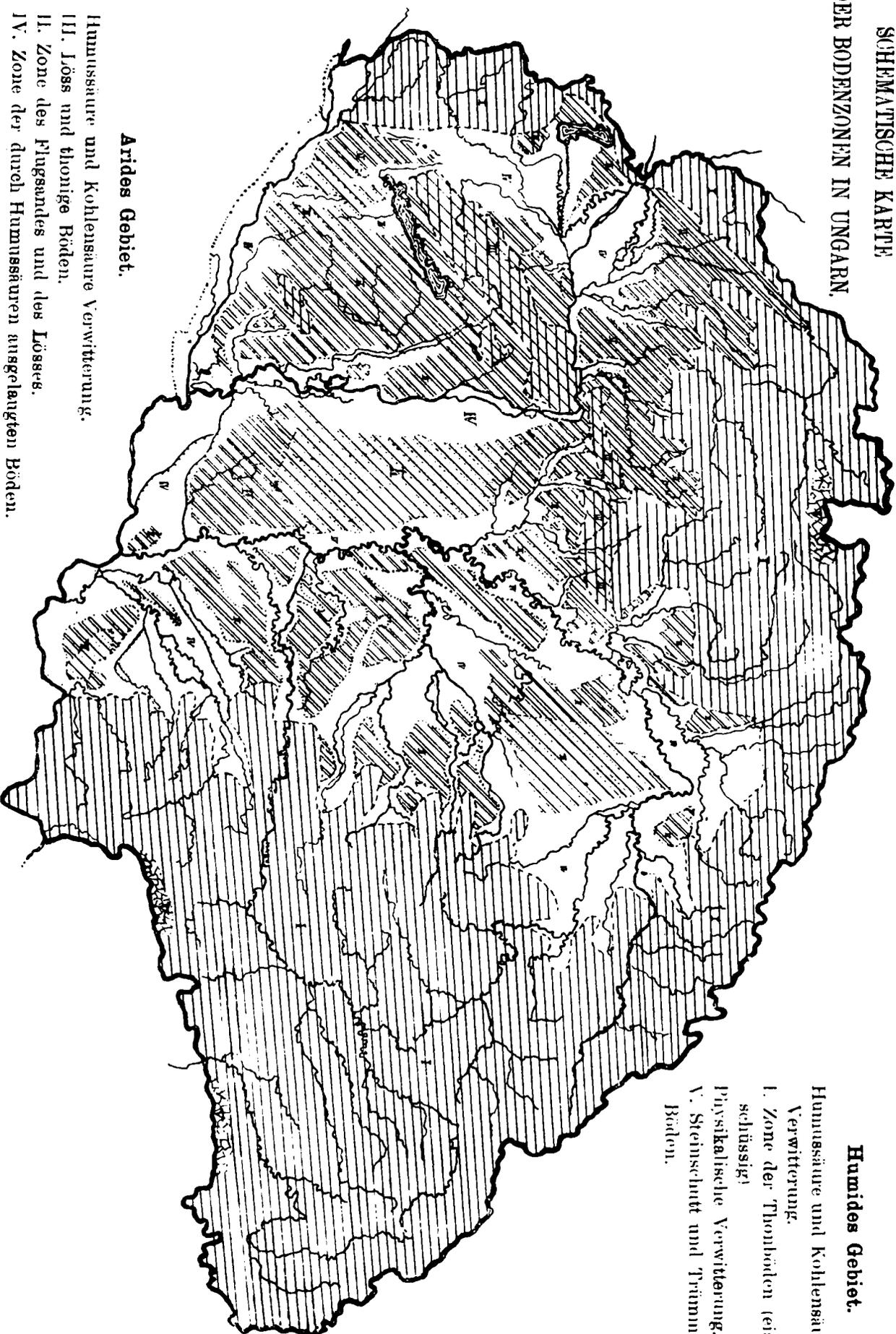
Die zweite Zone d. i. die des Lösses und Flugsandes, umfasst das grosse und kleine Alföld (Tiefland) und den grössten Teil der zwischen Donau und Dráva gelegenen Gebietes. Sie ist auf der Karte mit schräger Reissung und Nummer II bezeichnet. Das ganze innere Land, welches von Gebirgen umschlossen ist, bildete in der Zeit der Lössablagerung eine Ebene. Durch die Senkung des grossen Alföldes hob sich der Landteil jenseits der Donau immer mehr aus der Ebene heraus; längs der so entstandenen Spalte grub sich die Donau ihr Bett. Das grosse und kleine Alföld bewahrte bis heute seinen Steppencharakter. Auf ihnen währt die Lössablagerung — obzwar in geringerer Masse als ehemals — noch heutzutage fort. Die Sandgebiete weisen den Charakter von echtem Flugsande auf.

In den Niederungen und Becken ist eine Salzanhäufung noch heute zu bemerken. Der Landteil jenseits der Donau änderte seine Höhenlage, hob sich aus dem grossen Becken heraus. Die Folge hiervon war, dass die Niederschlagswässer in das Plateau tiefe Thäler einschnitten, so dass die ehemalige Ebene sich in ein ziemlich coupirtes Hügelland verwandelte. Mit der Änderung der Höhenverhältnisse des Landteiles änderte sich das Klima, es wurde feuchter und niederschlagreicher, welcher letzterer Umstand die natürliche Aufforstung der Abhänge zur Folge hatte. Die Wirkung

**SCHEMATISCHE KARTE  
DER BODENZONEN IN UNGARN.**

**Humides Gebiet.**

Humussäure und Kohlensäure  
Verwitterung.  
I. Zone der Thonböden (eisen-  
schüssig)  
Physikalische Verwitterung.  
V. Steinschutt und Trümmer-  
Böden.



**Arides Gebiet.**

Humussäure und Kohlensäure Verwitterung.  
III. Löss und thonige Böden.  
II. Zone des Flugsandes und des Lösses.  
IV. Zone der durch Humussäuren angelangten Böden.

der einstigen Waldvegetation äussert sich in der roten Farbe und dem grösseren Thongehalte des dortigen Bodens. Die Lösshügel, wo noch der ursprüngliche Boden aufliegt, finden wir mit rotem thonigem Boden (Laimen) bedeckt. Wo der ursprüngliche Boden durch die Niederschläge weggeführt wurde, ist der Löss oder die darunter liegenden pontinischen Mergeln blossgelegt. Den humosen schwarzen Lehm, der allgemein die heutige Verwitterungsrinde des Lösses bildet (Tschernosjem), zeigen nur jene Teile des Gebietes, an welchen der Löss noch den Charakter einer Ebene beibehalten hat, nämlich im Comitate Fehér. Diesen Kulturboden, entstanden durch die Verwitterung des Lösses, nennen wir, zufolge der speciellen chemischen Zusammensetzung seines Thon- und Humusgehalts und seiner hieraus resultirenden chemischen und physikalischen Eigenschaften im Allgemeinen *Vályog*. Im grossen und kleinen ungarischen Becken bedeckt den Löss überall dort *Vályog*, wo er seine ursprüngliche Lagerung beibehalten konnte. Dieser Landstrich bewahrte bis heute seinen Steppencharakter, seine Aufforstung — ausgenommen mit der aus Australien importirten Akazie — ist ein sehr mühsames und oft misslingendes Unternehmen. Eine Waldvegetation entstand im Alföld nur auf den Sandgebieten und in den Thälern der Flüsse, die während der Dauer des ganzen Jahres grössere Mengen von Feuchtigkeit enthielten. Diese zweite Bodenzone Ungarns teilt sich nach dem bisher Gesagten in zwei Subzonen: 1. in die Subzone, die ihren Steppencharakter bis heute bewahrt hatte, diese umfasst das kleine und grosse Alföld; 2. in jenem Teile, der seinen Steppencharakter abgelegt hat. In diese Subzone gehört nur der jenseits der Donau gelegene Landstrich. Dieser war während der Ablagerung des Lösses thatsächlich Steppe, verlor aber durch die Änderung seiner Höhenlage diesen Charakter. Sein Boden ist demnach ein Relictenboden.

In die Lössdecke der beiden ungarischen Becken schnitten die Flüsse breite Thäler ein, schwemmten das Lössmaterial weg und lagerten anstatt dessen ihr Schwemmaterial ab. Das Niveau der Flussthäler liegt naturgemäss tiefer, als die Löss- u. Sandflächen. Der grösste Teil der Thäler gerät während den Frühjahrsüberschwemmungen unter Wasser, ihr Boden wird demmassen durchfeuchtet, dass sie auch während der Sommerdürre noch Bodenfeuchtigkeit enthalten. Die toten Arme und die Wiesenschlingen bleiben das ganze Jahr hindurch wasserständig. In dem höher gelegenen durchfeuchteten Boden konnten sich die aus dem Wasser abgelagerten, oder durch dem Winde hergewehten Samen der Bäume entwickeln. Die Frühjahrsflut versah den Boden jährlich mit so viel Feuchtigkeit, wie viel die Bäume zu ihrer Entwicklung bedurften, so dass nach und nach das ganze Thal mit Auen und Wäldern bestanden wurde. Bei Abteufung von Brunnen findet man im Tisza-Thale z. B. 4—5 m tief unter der Oberfläche Baumstämme, ebenso entlang des ehemaligen Laufes der Hortobágy die Reste eines

altdiluvialen Waldbestandes. Wenn wir das Flussthal durch Dämme vor den jährlichen Überflutungen schützen, trocknet dessen Boden allmählich so aus, dass der Boden viel weniger Feuchtigkeit enthält, als ein Baum zu seiner normalen Entwicklung benötigt. Die Steppenpflanzen, deren Entwicklung bereits im Juni abgeschlossen ist, erdrücken durch ihren üppigen Wuchs im Frühjahr die Sprösslinge, die dann bei der eintretenden Dürre zu Grunde gehen; ja sogar die weitere Entwicklung schon vorhandenen Waldbestandes geräth ins Stocken, die einzelnen Bäume kränkeln, wenn das Wasser der jährlichen Frühjahrsflut von ihnen abgesperrt wird. Die Bäume verkümmern umsomehr, je thoniger und bindiger der Boden ist. Die Aufforstung solcher Gegenden ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden und mit häufigen Misserfolgen begleitet, wovon ich mich während meinen Aufnahmen öfters überzeugen konnte. Dies ist der Fall z. B. im Temes- und Bega-Thale, weiters im Donauthale bei Kiskörös und Hajós.

Die Rücken, die sich über die Thäler erheben, waren im grossen Alföld nur dort mit Wald bestanden, wo der Boden durchwegs sandig war. (Auf der Karte sind diese Flächen durch schräge Reissung und Punktirung bezeichnet.) Der Sand behält während der grössten Dürre seine natürliche Frische bei (daher die Immunität des Sandes gegen Phylloxera); die Aufforstung auf Sandflächen gelingt im Allgemeinen gut. Im grossen und kleinen Alföld bedeckte somit nur die Sandgebiete und die Flussthäler Wald. Der übrige Theil des Beckens war Steppe bis in die letzte Zeit, als die zunehmende Bevölkerung durch Pflug und Haue und die importirte Akazie ihr den Steppencharakter benahm.

Der Boden der Flussthäler ist im Allgemeinen reich an Thonsubstanzen in Folge der zersetzenden Wirkung des Wald- und Moorhumus, die sich hier in den Thälern ansammelten; doch sind sie nicht rot oder braun gefärbt, wie wir sie in den Gebirgen gefunden haben, sondern schwarz, wenn der Humus in ihnen noch nicht oxydirt wurde, oder nach dessen Zersetzung hellgrau und weiss. Die Ursache dieser hellen Färbung liegt ausserdem oben erwähnten Umstände noch in der auslaugenden Wirkung der Humussäuren. Bei der Zersetzung humoser Stoffe unter Wasser gelangt aus der Luft weniger Sauerstoff hin, als sie zur Oxydation benötigen. Den fehlenden Sauerstoff entnehmen sie den im Boden vorhandenen Eisenoxydverbindungen, reduciren dieselben zu Oxydulen, die in dem kohlen säurehaltigen Wasser der Moore als Eisenoxydulcarbonat löslich sind. Die jährliche Frühjahrsflut oder auch das Plus der jährlichen Niederschlagsmengen fliesst in den Niederungen und Senken ab, nimmt jährlich einen gewissen Teil des gelösten Eisens mit; so wird der darunter liegende Boden allmählich hell, ja ganz weiss. Mit den Eisenverbindungen zugleich werden auch die Pflanzennährstoffe ausgelaugt, so Stickstoff, Kali und Phosphorsäure, die so entstandenen Boden leiden Mangel

an Kalk und Eisenoxydverbindungen, sind arm an Pflanzennährstoffen, von schwacher Ertragsfähigkeit, bindig und schwer zu bearbeiten. Solche Böden fand ich auf grossen Flächen im Donauthale von Kúnszentmiklós angefangen bis Hajós, weiters in dem Thale der Temes und Béga u. s. w. Dieser thonige Boden der Flussthäler ist mit III bezeichnet und weiss belassen. Er stellt das Gebiet der *vorherrschenden Humussäure - Verwitterung* dar.

Die Stellen mit kreuzweiser Reissung und Nr. IV heben einzelne Inselgebirge hervor, deren Boden aus Löss, wie aus rotem Thon gebildet wird. Diese getrennt stehenden Gebirge erheben sich inmitten der ehemaligen Steppe, deren in die Ebene einfallende Abhänge mit Löss, während die Thäler im Innern mit rotem Thon bedeckt sind.

Zum Schlusse muss ich noch der drei mit V bezeichneten Flecken gedenken, deren Boden ein Produkt der physikalischen Verwitterung ist. Diese Zone umfasst die Spitzen der Hochgebirge unseres Heimatlandes. Der Boden verdankt seinen Ursprung der zermalmenden Kraft der diese Höhen bedeckenden diluvialen Gletscher. Er enthält sehr wenig thonige Teile, und besteht meist aus Geröll, Schutt und Sand.

Das hier Erörterte beweist, dass die Einteilung Dr. E. RAMANN's, welche dieser verdienstvolle Forscher auf Grund seiner, während weiten Studienreisen aufgesammelten reichen Erfahrungen aufgestellt hat, nicht nur im Allgemeinen, sondern auch in speciellen Fällen, auf kleinere Gebiete wie z. B. unser Heimatland ist, vollständige Giltigkeit besitzt. Diese Einteilung führte uns in der Kenntnis des Bodens um einen grossen Schritt vorwärts.

## LITTERATUR.

JULIUS V. SZÁDECZKY : *A Vlegyásza félreismeret közetéről.* (Über verkannte Gesteine der Vlegyásza.) Orvos-természettudományi Értesítő. XXIII. 1901. P. 47—64. Mit 1 Taf. Kolozsvár. Ungarisch und deutsch.

Verf. stiess in dem auf der Westseite der Vlegyásza befindlichen Dragan-Thale ober dem Kecskés-Wirtshause und im Bette des bei demselben Wirtshause von O her einmündenden Baches auf eine ansehnliche anstehende Rhyolith-Masse, ober welcher in geringerer Menge Andesit und bei dessen Ausbruch umgewandelte Sedimentgesteine vorkommen.

PRIMICS betrachtete den geschichteten Rhyolith-Felsen ober dem Wirtshause, da er darin Crinoiden ähnliche Stöcke sah, bedingungsweise als ein Dyas-Sediment, doch bemerkt er, dass das Gestein «einem Rhyolithe mit sehr feiner Fluidal-, dabei aber Breccien ähnlicher Struktur auffallend ähnlich ist.» Diese Rhyolithmasse wird am linken Gehänge des Dragan-Thales von einem «veränderten und in grösseren zusammenhängenden Massen kaum vorkommenden» Pyroxenandesit umgeben. Auf der Ostseite des Dragan-Thales fand Verf. ober dem Rhyolith keinen Andesit, sondern ein sehr dichtes, schwärzliches oder dunkel violett-bräunliches Gestein vor, das zwar an Andesit erinnert, unter dem Mikroskop sich jedoch als das Umwandlungsprodukt eines thonigen, sandigen Sedimentgesteines herausstellte.

Verf. vermuthet auf Grund seiner Orientirungs-Ercursionen, dass der Rhyolith nicht vor dem Ausbruche des Dacites empordrang, sondern dass er samt dem Andesit die Randfacies der Daciteruption bildet. Dr. M. v. PÁLFY.

## Bitte!

Die Teilnehmer des im Jahre 1901 von der Ung. Geologischen Gesellschaft arrangirten Studienausfluges kamen, als sie im Szklenthole die auf der rechten Seite der geletneker Mündung desselben steil emporragenden Rhyolithfelsen bewunderten, darin überein, dass sie diesen Felsenzug, zum Andenken an den verdienstvollen ungarischen Gelehrten, der mit so vieler Liebe, wirklichem Enthusiasmus und unermüdlicher Tatkraft den complicirten geologischen Bau dieser Gegend studirte, von nun an «*Szabó József-szikla*» (Josef Szabó-Felsen) benennen und mit einer *Gedenktafel* bezeichnen wollen.

Die Fachgenossen, die an dem Ausfluge teilnahmen, leiten behufs Eintragung der Benennung des Felsenzuges in die Karte bei dem k. u. k. Militär-Geografischen Institute die nötigen Schritte ein und eröffnen für die Gedenktafel eine Collecte.

In das Sammel- und Durchführungs-Comité wurden an Ort und Stelle gewählt: Dr. HUGÓ BÖCKH, Selmezbánya, — LUDWIG v. CSEH, Selmezbánya, — Dr. FRANZ SCHAFARZIK, Budapest, — Dr. JULIUS SZÁDECZKY, Kolozsvár — und Dr. THOMAS v. SZONTAGH, Budapest.

*Das Comité erbittet die geneigten Beiträge der geehrten Herren Fachgenossen.*

Jede Spende wird gebeten an die Adresse des Secretärs Dr. M. v. PÁLFY (Budapest, VII. Stefánia-út 14) zu senden und werden dieselben auf dem Umschlage des *Földtani Közlöny* quittirt werden.

## Berichtigungen zur «Synopsis und Abstammung der Dinosaurier.»

Infolge Versehens sind im deutschen Texte obiger Arbeit (diese Zeitschrift, 1901, Heft 7—9, P. 247—279) folgende Druckfehler unterlaufen:

Die Fussnote (¹) auf Pag. 270 gehört auf Pag. 271, Zeile 1 von oben, hinter das Wort: «*Torosaurus*»;

Die Fussnote \* auf Pag. 271 gehört auf Pag. 272, Zeile 12 von unten, hinter die Worte: «Gemeinsame Ahnen».

Auf P. 276 sind die beiden untersten Zeilen («vorderen Beckenteiles . . . Erklärung finden») hinter die von oben gezählte Zeile 5 derselben Seite zu setzen.