

SUPPLEMENT  
ZUM  
FÖLDTANI KÖZLÖNY

---

---

XXX. BAND.

1900. JÄNNER—APRIL.

1-4. HEFT.

---

---

BERICHT ÜBER DEN VON DER UNGARISCHEN GEOLOGISCHEN  
GESELLSCHAFT  
VOM 2—7. JULI 1899. INS SIEBENBÜRGISCHE ERZ-  
GEBIRGE VERANSTALTETEN AUSFLUG.

VON

DE FRANZ SCHAFARZIK.

In Folge der ehrenden Aufforderung des Sekretariates der ungar.-geologischen Gesellschaft erlaube ich mir meinen Bericht über den nach einer 24-jährigen Pause heuer wieder aufs Programm gesetzten und erfolgreich ausgeführten Gesellschafts-Ausflug in Folgendem vorzulegen.

Als Rendez-vous-Platz zu dieser Excursion war Gyulafehérvár (Karlsburg) und als Zeit der 2. Juli bestimmt. Im Ganzen haben sich an diesem Ausfluge 10 Mitglieder betheiligt.

Am 3. Juli früh traten wir unsere eigentliche Reise an. Unser Weg führte uns in dem an Scenerien reichen Ompoly-Thale aufwärts. Anfangs ging es über das Delta des unteren Ompoly hinan, und zwar am westlichen Rande desselben und zugleich am Fusse des 780 m. hohen und aus alttertiären und cretaceischen Sandsteinen bestehenden «Dosu Mamutu» entlang. Gegen O verschmolz die Delta-Ebene mit dem breiten Alluvium der sich in grossen Windungen hinziehenden Maros. Die obere Deltaecke des Ompoly befindet sich 9 km. NW von Gyulafehérvár bei Sárd, wo der Fluss aus dem Gebirge heraustritt, und bis hieher begleiteten regelmässige Schotterterrassen die Linie unserer Vicinalbahn. Von Sárd aus zieht sich dann das Ompoly-Thal, abgesehen von seinen Krümmungen, im grossen Ganzen in W-licher Richtung zwischen die Berge hinein. Bevor wir aber in dieses Gebirge eingetreten wären, konstatirten wir, dass die Wasserläufe der nördlich gelegenen Gegend, namentlich die Bäche von Igenpataka, Czelná und Nagy-Bocsárd anstatt die ihnen näher, am Nordfusse der Dumbrava gelegene Depression namens «Hegyalja» zu ihrem Abflusse eingeschlagen zu haben, in gerader Richtung gegen S durchbrechen, die Dumbrava von dem westlich sich erhebenden Berglande abschneiden und

auf das Delta des Ompoly ausmünden. Auf dieser Linie ist nämlich der Fall zur Maros hin bedeutend grösser, als über die «Hegyalja» hin.\*

Indem wir uns nun bei Sárd dem Gebirge zuwendeten, gelangten wir alsbald in Karpathen-Sandstein, der, nach Dr. A. KOCH, anfangs der jüngeren, weiterhin der älteren Kreide angehört. Die einzelnen Kuppen des reichgegliederten Berglandes sind nicht übermässig hoch und bleiben durchschnittlich zwischen 600—1000 m., und nur weiterhin im Norden erhebt sich dominirend der Klippenzug des unteralbenser Comitates. Seine beiden auffallendsten, kühn geformten Spitzen beobachteten wir bereits von der Ebene von Gyulafehérvár aus, nämlich den «Piatra capri» (1220 m.) oberhalb Királypataka und den «Csáklyai köhegy» (1236 m.) ober dem Dorfe Csáklya. Die Kalkklippen sind auf ähnliche Weise in die Sandstein-Formation hineingefaltet, wie die bekannten Klippen in den nördlichen Karpathen. Nach Dr. A. KOCH können sie hier im Allgemeinen als Stramberger Kalke betrachtet werden, während der sie umhüllende Sandstein neokomen Alters ist. Die erwähnten zwei Kuppen sind jedoch in dieser Gegend nicht die einzigen ihrer Art, sondern wir hatten Gelegenheit entlang der Bahnlinie kleinere Klippen dutzendweise zu erblicken. So z. B. sind uns jene zwei netten Kalkklippen aufgefallen, die SW-lich von Sárd an der Ostseite des Ompolyicza-Nebenthales den Sandstein durchragen.

Als wir uns Zalathna näherten, tauchte die domartige Andesit-Kuppe des Zsidóhegy vor uns auf und eine kurze Viertelstunde nachher befanden wir uns im Orte selbst.

Den äusserst herzlichen Empfang, der uns von unseren lieben Montan- und Hütten-Fachgenossen zu Theil wurde, — worüber ich, sowie über das Itinerar unserer Reise überhaupt bereits an anderer Stelle referirte, — übergehend, theile ich bloss mit, dass gemäss unseres Programmes, der Besuch der staatlichen Steinmetz- und Steinschleiferei-Schule, sowie der ärarischen Hütte den Rest des Tages ausfüllte.

1. Die Steinmetzschule wurde im Jahre 1894 von Sr. Excellenz dem gewesenen Handelsminister BÉLA von LUKÁCS ins Leben gerufen. Lehrkräfte (Director, Lehrer und Werkleiter) wirken im Ganzen 8, und beträgt die jährliche Dotation der Anstalt 24,000 fl. Der gegenwärtige Director der Schule ist JOSEF CSÁNKI, der uns bereitwilligst alle Auskünfte ertheilte. In der Steinmetz-Werkstätte war eine Gruppe der Eleven gerade mit der Fertigstellung eines für die pariser Weltausstellung bestimmten Aller-

\* Der Fall des Terrains beträgt von Magyar-Igen (272 m.), am Nord-Fusse Dumbráva (271 m.) entlang, über die Hegyalja (268 m.) bis Maros-Szt. Imre (229 m.) auf einer Linie von ungefähr 11 km. Länge 43 m.; — von Magyar-Igen (272 m.) über Sárd (258 m.) bis zur Einmündung des Ompoly in die Maros (219 m.) dagegen 53 m.

heiligsten-Schrankes beschäftigt. Das Material hiez zu lieferte der mittlereocene Grobkalk aus den Steinbrüchen der Gebr. NAGY in Bácsitorok und theilweise in Monostor im Comitate Kolos. Dieses, im gothischen Style gehaltene, reich geschnitzte Kunstwerk bestand aus mehreren Stücken und hatte eine Gesammthöhe von 6·5 m. Ein zweites, in Arbeit befindliches, sehr schönes Denkmal wurde im Auftrage B. v. LUKÁCS' angefertigt zur Erinnerung an seine im Gefolge des ungarischen Freiheitskampfes im Herbste des Jahres 1848 ausgebrochenen Bürgerkrieges wehrlos hingemordete Familie. Die Inschrift dieses Denkmals lautet in deutscher Übersetzung:

24. October 1848.  
 Seinem Vater: SIMON LUKÁCS,  
 seiner Mutter: THERESIE GÁL,  
 seinen Geschwistern: STEPHAN, FRANZ, SIMON, PETER und ELEONORE,  
 sowie den hier ruhenden 700 zalathnaer Einwohnern  
 zur Erinnerung  
 pietätvoll errichtet  
 von  
 BÉLA v. LUKÁCS  
 1899.

Auf der Rückwand des Denkmals steht das einzige Wort: *Pax*.

Diese 9·5 m. hohe Säule, die im Verlaufe des Herbstes 1899 auf der Presaca-Wiese auch aufgestellt wurde, wurde aus zalathnaer Karpathen-Sandstein aus dem Bruch Breáza angefertigt.

Im Hofe der Anstalt befanden sich zierlich gemeisselte Kandelaber aus Leytha-Kalk von Magyar-Igen.

In der Schleiferei dagegen wurden uns die schönsten Kunstarbeiten gezeigt aus wasserhellem Quarz, Onyx, Jaspis-Arten, Achat, Krokidolith, Obsidian und Rhodochrosit. Besonders hübsch war eine aus Bergkrystall geschnittene Schale im Werthe von 500 fl.

Ebendasselbst werden auch Graveure herangebildet, die u. A. mit dem Schleifen der complicirtesten Wappen-Siegelringe beschäftigt waren.

Schliesslich nahmen wir noch die auf den theoretischen und Zeichen-Unterricht bezüglichen reichlichen Behelfe der Anstalt in Augenschein und gereichte es uns zur Freude vernehmen zu können, dass die in der Anstalt erzielten Resultate im Allgemeinen sehr befriedigende sind.

2. In der ärarischen Hütte, die unter der Leitung des Oberingenieurs SIGISMUND KUROFSZKY steht, nahmen wir zuerst die Einlösung der Erze in Augenschein. Nachdem nämlich das Freigold der Erze in den verschiedenen Bergwerken bereits durch Amalgamation extrahirt wurde, gelangen die Erzurückstände hieher in die Hütte. Die Pocherze sind entweder schwefelige

Erze oder quarzige, und beide sind entweder arm, wenn sie  $< 30$  gr. pro Meterzentner und reich, wenn sie mehr als die besagte Menge an Göldisch-Silber enthalten. Im Göldisch-Silber ist die Proportion zwischen Silber und Gold, häufig wie 2 : 2.3. Selten hebt sich die Menge des Göldisch-Silber selbst in den reichsten Erzen auf über 300 gr. Der Schwefelgehalt der Erze variirt zwischen 30—40 %.

Pocherze werden eingesendet namentlich von : Boicza, Botes, Bucsum, Csertesd, Kajanel, Kristyor, Korna, Nagy-Almás, Szelistye, Tekerő, Verespatak, Zöldpatak, ja sogar selbst von Selmeczbánya (Schemnitz). Aus den Erzen wird das Göldisch-Silber nach den neuesten Methoden durch Röstung und Laugung gewonnen. Aus dem in den Erzen vorhandenen Schwefel dagegen wird Schwefelblume und Schwefelsäure erzeugt. Die Erzeugung der Schwefelblume geschieht blos, um für das kön. ung. Ackerbauministerium Kohlensulfid herstellen zu können. Es werden von diesem Nebenproducte der Hütte jährlich bedeutende Quantitäten, den Mtr.-Ztr. zu 18 fl. erzeugt, die im Lande im Kampfe gegen die Phylloxera verwendet werden.\* Nachdem der aus den Pocherzen gewonnene Schwefel allein zur Erzeugung solcher Quantitäten Kohlensulfides nicht genügen würde, ist die Hütte genöthigt ihren Mehrbedarf an Schwefel von Girgenti aus zu decken. Schliesslich wird in der zalathnaer Hütte auch noch sehr reines Eisenvitriol dargestellt und in den Handel gebracht.

Am 4. Juli 5 Uhr morgens befanden wir uns bereits am Wege nach Abrudbánya. Ausserhalb der Stadt Zalathna erblickten wir an der Strasse in kurzen Intervallen Karpathen-Sandstein-Aufschlüsse, und zwischen den Sandsteinen Sandsteinschiefer oder schwärzliche Thonschieferzwischenlager. Stellenweise aber entwickelten sich grobe polygene Conglomerate und einen dieser Punkte erwähne ich aus der Gemeinde Valea Doszuluj in der Nähe der Kirche. Verschiedenfärbiges Quarzgerölle und Feldspathkörner setzen diesen Sandstein zusammen und ausserdem befinden sich noch auch Stücke eines dichten foraminiferenhältigen mesozoischen Kalkes in ihm. Kalksteinklippen, die allem Anscheine nach in den Karpathen-Sandstein hineingefaltet sind, kommen an der Strasse nach Abrudbánya ebenfalls vor, doch spärlicher, so z. B. 0.5 km. südlich der Kirche von Valea Doszuluj, am westlichen Ufer des Baches. -- Weiterhin, von Valea Doszuluj NW-lich in der Nähe der Häusergruppe «Casoi» beobachteten wir in einem kleinen

\* Seitdem dieses Mittel auch bei uns erfolgreich zur Ausrottung der Phylloxera angewendet wurde, hat sich die Production von Kohlensulfid von Jahr zu Jahr gehoben. 1897 wurden 6157 q, 1898 dagegen 10.313 q und 1899 schon 13.598 q im Lande verwendet, wovon der grösste Theil aus der Kohlensulfid-Fabrik von Zalathna stammte. Angesichts dieses gesteigerten Bedürfnisses wurde neuestens der Plan gefasst, die genannte Fabrik zu erweitern und dadurch ihre Lieferfähigkeit auf jährlich 16.000 q zu bringen.

Steinbrüche an der Strasse den Karpathen-Sandstein in Form eines festen feinkörnigen braunen Sandsteines, welcher mit Vortheil zur Strassen-Beschotterung verwendet wird.

Das bis hieher durchgezogene enge obere Ompoly-Thal ist ausserordentlich lieblich zu nennen, da an seinen steilen Hängen der Waldbestand, häufig mit grünen Wiesen und Hutweiden abwechselt. Zerstreute kleine Häusergruppen, einzelne grössere Pochwerke, anderweitige Bergwerks-Baulichkeiten und einzelne, zerstreute Kohlenmeiler beleben die Gegend in hohem Masse.

Nun näherten wir uns, auf kühn angelegten Serpentinaen, dem 921 m. hohen Sattel. Unmittelbar vor demselben, daher noch auf der SW-lichen Seite desselben durchbricht ein kleinerer Amphibol-Andesit-Stock den allgemein verbreiteten Karpathen-Sandstein. Die Strasse führt über ihn hinweg und ein an derselben angelegter Steinbruch ermöglichte es uns einige gute Handstücke sammeln zu können.

Jenseits des Überganges senkt sich die ausgezeichnete Strasse ziemlich rasch ins Valea Cserbuluj-Thal hinab, das seiner ganzen Länge nach sich in untercretaceischen Sandstein eingeschnitten hat. In diesem Thale erblickten wir bereits viele kleine Pochwerke, die beinahe alle ohne Ausnahme in Gang waren.

Nach Passirung dieses Thales wendeten wir uns nach rechts, in das Seitenthal von Bucsum, um noch vormittags zu den beiden Detunaten gelangen zu können.

In letzterem Thale auf einem schlechten schmalen Wege thalaufwärts fahrend, hatten wir Gelegenheit die Hunderte von kleinen Erzstampfen zu betrachten, deren Geklapper uns bis zum Dorfe Hatfalu-Siásza begleitete. Vor Hatfalu-Siásza noch eine Wegkrümmung und die beiden Detunaten lagen sonnbeschienen herrlich vor uns. In der Gegend von Abrudbánya befindet sich die Grenze zwischen dem Laub- und dem Nadelholze ungefähr bei 900 m. und daher kommt es, dass die 1182 m. hohe Detunata goala (die kahle D.) und die 1168 m. hohe D. flocoasa (die bewaldete D.) mit ihren wunderbar geformten Gipfeln sich ganz in der Nadelregion befinden, was das malerische Bild, welches die beiden Kuppen gewähren, nur um so anziehender gestaltet.

Von Hatfalu-Siásza aus ging es auf den unansehnlichen kleinen Gebirgspferden hinauf zum neuen Forstpavillon und von da ab zu Fuss auf dem neuesten bequem in Serpentinaen angelegten Fusssteige zur Spitze der Detunata goala hinauf. Der Forstpavillon, der zugleich auch als Schutzhaus für den siebenbürgischen Karpathen-Verein dient, ist auf einem so günstig situirten Punkte erbaut, von welchem man die aus senkrechten, theils überhängenden Säulen bestehende Basaltwand prächtig überschauen kann. Von hier aus werden auch die meisten amateur-photo-

graphischen Aufnahmen ausgeführt, unter denen diejenige von L. v. Lóczy, die auch in NEUMAYR'S Erdgeschichte II. Aufl. Eingang gefunden hat, wohl die gelungenste sein dürfte. (Fig 1. und 2.) Ein herrliches Panorama eröffnet sich unseren Augen, wenn wir die Kuppe, resp. die auf dieselbe erbaute Ausflughütte erreicht haben. WSW-lich erhebt sich das mächtige Jurakalk-Plateau des Vulkan über das niedrigere vorgelagerte Karpathensandstein-Gebirge, weit im NW konnte man bei solch herrlichem Wetter, wie wir es an diesem Tage hatten, die Kuppen der Gaina und Kukurbeta im Bihar-

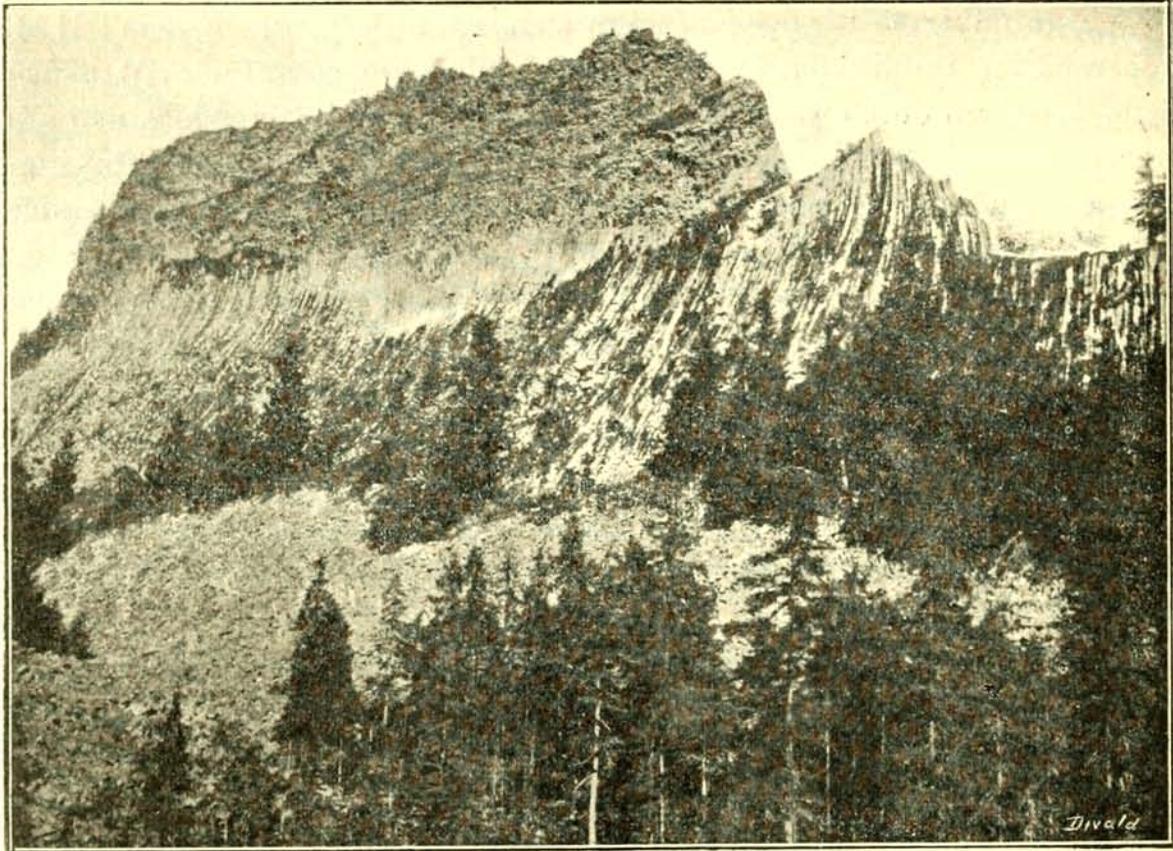


Fig. 1. Seitenansicht der Basaltsäulen der Detunata goala bei Buesum.  
Nach einer photographischen Aufnahme von Dr. L. v. Lóczy.

Gebirge erspähen; im N sahen wir in allernächster Nähe die kahle verespataker Berggruppe mit den römischen Bergbauen der Csetatye an ihrer westlichen Seite. Gegen NO blinkte der Székelykö bei Torda, und ebenso gut konnten wir die von ihm nach SW ausstrahlende Jurakalkkette mit dem Auge verfolgen. Südlich schliesst die bewaldete Detunata flocoasa die Aussicht ab, SSW-lich dagegen konnten wir die Berggruppe von Botes erschauen. Dies alles sind Namen, die dem Mineralogen und Geologen wohl befreundet klingen!

Der Basalt der Detunata fesselt ebenfalls in hohem Masse unsere Aufmerksamkeit, indem wir in seiner lichtgrauen Masse theils frische, theils stark corrodirt erbsengrosse Quarzdihexaëder finden, die bereits

Dr. J. SZABÓ (Földt. társ. munkálatai III. Band, p. 143) als fremde Einschlüsse bezeichnete und sie als aus einem dem Gestein von Kirnyik ähnlichen Quarz-Trachyt herleitete, welchen der Basalt durchbrochen hat. In dieser seiner Ansicht wurde er auch noch dadurch bestärkt, dass er im

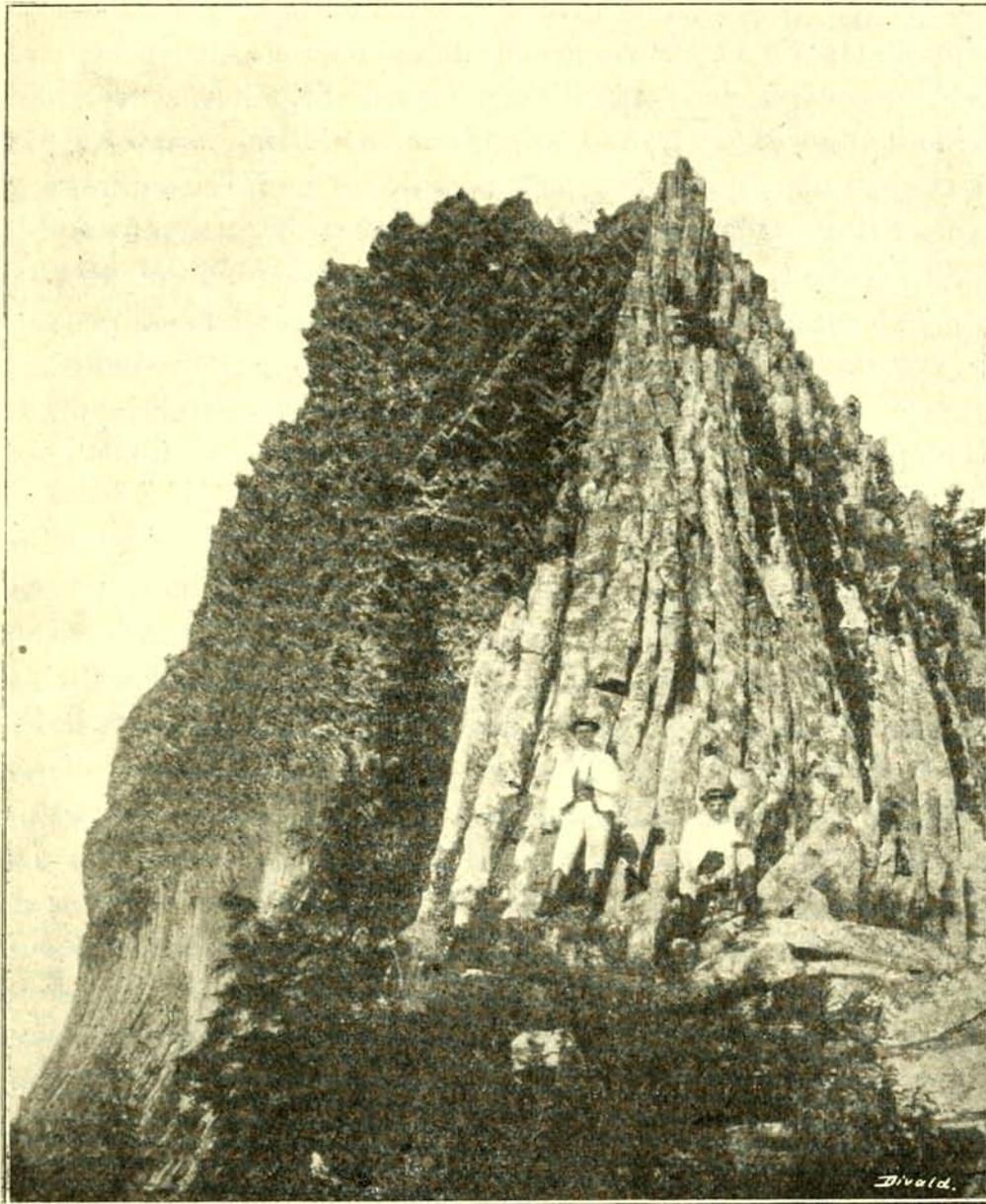


Fig. 2. Frontansicht der Basaltsäulen der Detunata goala.  
Nach einer Photographie von Dr. L. v. Lóczy.

Basalte der Detunata flocoasa einen der Trachytbreccie der Csetatye ähnlichen Gesteinseinschluss aufgefunden hat.

Die Detunata goala entspricht übrigens, nach L. v. Lóczy, einer von NNO nach SSW gestreckten Basaltmasse, die den cretaceischen Karpathensandstein durchbrochen hat. Die Eruptivmasse selbst dürfte einstens grösser und der Säulenstellung nach zu schliessen, eine kugelige Kuppe gewesen

sein. Die Länge dieses Basaltganges beträgt bei 400 m., die Breite desselben dagegen nicht mehr als 80 m. Am Fusse der Basaltwand stehen die 0·30 m. dicken Säulen senkrecht, gegen die Spitze des Berges zu dagegen divergieren sie nach auswärts. Die heute 90—100 m. hohe, nackte senkrechte Basaltwand dürfte dadurch entstanden sein, dass sich im Laufe der Zeit bedeutende Basaltmassen vom Berge ablösten und niederstürzten. Diese Vorgänge, die sich auch gegenwärtig noch zu wiederholen pflegen, sind stets von einem donnerähnlichen Getöse begleitet, wovon der Berg auch seine heutige Bezeichnung «Detunata» (Die Donnernde) erhielt. Im Sattel zwischen den beiden Detunaten stossen wir auf Karpathensandstein, südlich des Sattels dagegen erhebt sich die *D. flocoasa*, die ganz aus demselben Basalte besteht, wie ihre Zwillingschwester, von der sie jedoch durch ihre Kuppenform abweicht. Die Säulenformation ihrer Basaltmasse ist der dichten Bewaldung halber nicht zu sehen. Eingehender sind die beiden Detunaten beschrieben worden von L. v. LÓCZY (*Turisták lapja*, Band I. Bpest 1889 p. 241—247.) und FR. BERWERTH (*Jahrbuch des siebenbürgischen Karpathen-Vereines*, Nagy-Szeben 1893. pag. 19—26).

Nach Beendigung dieser Excursion bezogen wir unser Standquartier in Abrudbánya, dem Mittelpunkte des hiesigen Goldlandes, wo uns von der verehrten Stadtvertretung und ihrem hochgeehrten Bürgermeister, kön. Rath, Herrn BÉLA v. BOER ein selten herzlicher Empfang zu Theil wurde, wie ich darüber ausführlicher bereits an anderer Stelle referirt habe.

Am 5. Juli. Diesen Tag haben wir ganz dem Besuche von Verespatak gewidmet. Zuerst besichtigten wir unter der freundlichen Führung der Herren JOHANN NICKEL und MICHAEL URBAN den *Orlai Szt. Kereszt* Erbstollen. Derselbe wurde bereits in der zweiten Hälfte des XVIII. Jahrhunderts in Angriff genommen, um erstens tiefergehende Aufschlüsse zu gewinnen, ferner um die höher gelegenen Baue zu entwässern. Dieser Stollenbau ging nur stossweise von Statten und es trat erst 1850 eine entscheidende Wendung zum Besseren ein, als das hohe Montan-Ärar, gestützt auf die Pläne WIESNER's und RITTINGER's, die Arbeiten energischer betrieb und zur rascheren und besseren Verarbeitung der gewonnenen Erze eine Bergbahn und vollkommenere Pochwerke erbauen liess. Seit dieser Zeit warf der ärarische Bergbau des Erbstollens einen zwar wechselnden, doch im Ganzen genommen positiven Gewinn ab. Der Erbstollen-Bergbau gehört derzeit der kön. ung. Bergbau-Gesellschaft, deren Theilnehmer, ausser dem kön. ung. Montan-Ärar, auch noch einzelne Privatpersonen sind.

In der älteren Litteratur und Schriften begegnen wir zahlreichen Namen, die sich mit den geologischen oder montanistischen Verhältnissen von Verespatak beschäftigt haben; am eingehendsten aber studirte die Verespataker Local-Verhältnisse FRANZ POSEPNY gegen das Ende der sechziger Jahre. Die Richtigkeit seiner Beobachtungen wurde später (1875) von

JOSEF SZABÓ und jüngstens durch die montangeologische Aufnahme des Oberbergrathes und Chefgeologen ALEX. GESELL bestätigt. Der Bericht des Letzteren wird in Begleitung einer Skizze der Verespataker Grubenverhältnisse demnächst im «Jahresberichte» der ung. geologischen Anstalt erscheinen. Diesen Studien zufolge stellt das verespataker Erzgebiet eine Insel mitten in der Karpathensandstein-Formation dar, in der mehrere aus weissem, theilweise kaolinisirten, grobkörnigen Dacit bestehende eruptive Stöcke auftreten. Es ist dies das bekannte Gestein, in dem die erbsen, bis haselnussgrossen Quarzdihexaëder zu finden sind, und aus dem G. TSCHERMAK die Kaolinpseudomorphosen nach Labradorit beschrieben hat (Min. Mitth. 1874. IV. Heft). Dieses Gestein wird in der Litteratur bald als Porphyry, bald als Dacit bezeichnet, SZABÓ aber nannte es Orthoklas-Quarz-Trachyt, da er unter den Gemengtheilen desselben auch Orthoklas gefunden hat. Zumeist jedoch wird dieses Gestein als Dacit bezeichnet. Seine Structur ist bald eine porphyrische, bald eine breccienartige; und befinden sich diese beiden Varietäten in so engem Verbande mit einander, dass eine kartographische Trennung derselben — wenigstens bis heute — noch nicht gelungen ist.

Die Dacit-Stöcke werden von dem von FR. POSEPNY als Localsediment bezeichneten Sandstein-Conglomerat umgeben, das durch den Gehalt von zahlreichen Dacit und krystallinischen Schiefer-Bruchstücken charakterisirt wird. Dieses im Allgemeinen horizontal gelagerte Sediment ist entschieden jünger als die Dacite, genauer wissen wir aber erst seit damals, das dasselbe mediterranen Alters ist, seit weil. WILHELM ZSIGMONDY in einer unserer Fachsitzungen (s. Földt. Közl. 1885) aus diesem Sediment einen *Conus* von mediterranem Habitus vorgelegt hat. Ausser dem Local-Sediment kommt in der Grube als schmale Zone noch der «Glamm» vor, und zwar, wie wir dies auf Grund der neuesten Cartirung ALEX. GESELL's wissen, an der Grenze des Local-Sedimentes und der Dacit-Stöcke, welch' letztere vom Glamm mantelförmig umgeben werden. Der Glamm ist nichts anderes, als ein schwärzliches Trümmergestein mit verhärteter schlammiger Grundmasse, in welcher sich dieselben Gesteinseinschlüsse vorfinden, wie im Localsediment, nämlich Dacit, Sandstein und krystallinische Schiefer-Brocken.

Die Bildung des Glamm hat POSEPNY anfangs auf die Thätigkeit von Schlammvulkanen zurückgeführt (Verh. d. kk. geol. Reichs-Anst. 1870), welche Ansicht später BÉLA v. INKEY (Nagyág und seine Erzlagerstätten. Bpest 1885, p. 146—151) mit einiger Abänderung ebenfalls theilte. Nach v. INKEY ist der Glauch blos eine intrusive, nicht aber eruptive Bildung, welche nach erfolgtem Aufbruch der eruptiven Gesteine auf die Weise entstand, dass die die Unterlage bildende durch den mächtigen Druck der eruptiven Massen zu Schlamm zermalmte und durch Hinzutreten von Wasser zu

einem dünnflüssigen Brei verwandelte Sedimentmasse gerade in Folge des hohen Druckes der aufliegenden Eruptivmassen in die durch die Senkung und Abkühlung entstandenen Risse und Klüfte des Eruptivgesteines hineingepresst wurde. Entgegen dieser Auffassung steht die Ansicht E. TIETZE's (Verh. d. kk. geol. R.-Anst. 1770. p. 321), welche dem Ideen- gange GRODDECK's folgend, die siebenbürgischen und einzelne serbische Glauch- und Glamm-Gesteine als anlässlich von Senkungen und Verwerfungen entstandene Reibungsproducte darstellt, die dann unter Hinzutreten von Wasser zu einem Brei verwandelt und schliesslich unter dem mehr-minder auf ihnen lastenden Gebirgsdruck zu einem mehr-weniger zähen Gesteine verfestigt wurden.

Schliesslich sei noch der Karpathen-Sandstein erwähnt, der nach der von der ung. geol. Gesellschaft herausgegebenen Karte von Ungarn bei Verespatak der oberen, in der Nähe von Abrudbánya dagegen der unteren Kreide zuzurechnen ist. Nachdem die Bildung dieser Formation der Eruption des Dacites vorangegangen ist, können in derselben natürlicher Weise keine Einschlüsse von Dacitbrocken gefunden werden.

Als wir nun in den Erbstollen einfuhren, konnten wir anfangs in den sogenannten «Fenstern», — das sind bei der Ausmauerung des Tunnels zum Zwecke späterer Studien frei gelassene Stellen — gewöhnlichen Karpathen-Sandstein und Schiefer sehen; weiterhin folgt dann eine Zone von Sandstein, die mit Erz imprägnirt ist und deshalb als «edler Sandstein» bezeichnet wird. Das Erz dieses Sandsteines besteht vorwiegend aus kleinen Pyritkörnern und fein vertheiltem Golde. Nach diesem Sandstein folgt dann (ungefähr beim 600. m.) das sogenannte «Localsediment», das ebenfalls mit Erz imprägnirt ist. Dieses Localsediment erscheint von dem es unterlagernden Dacit scharf getrennt, wie wir uns auf der gegen den Kirnik führenden Seitenstrecke überzeugen konnten. Der Dacit selbst ist ebenfalls erzführend und besonders ist es der Kirnik-Stock, welcher in der über dem Erbstollen gelegenen Regionen an Gold sehr reich ist; namentlich ist es der berühmte Katroncza-Erzstock, auf welchem im zweiten Dezenium des XIX. Jahrhunderts ein grosser Goldfund gemacht wurde.

Im Zeus-Schlag sahen wir hierauf typischen Glamm, welcher hier an der Grenze des Localsedimentes und des Dacites als schmales Band den Dacitstock Affinis-Boy mantelartig umgibt und da dieses Gestein reichlich mit Erz imprägnirt ist, wird es ebenfalls als werthvolles Pochgut betrachtet.

Nachdem wir auf diese Weise die Gesteine des Erbstollens im Allgemeinen kennen gelernt hatten, eilten wir nun an einen Feldort des Zeus-Schlages, um eine soeben blosgelegte Goldschnur zu besichtigen. Diese Ader war im Ganzen blos einige Millimeter dick, doch war in ihr schönes Blattgold enthalten. Wie bekannt, kommen die schönsten Goldkrystalle in

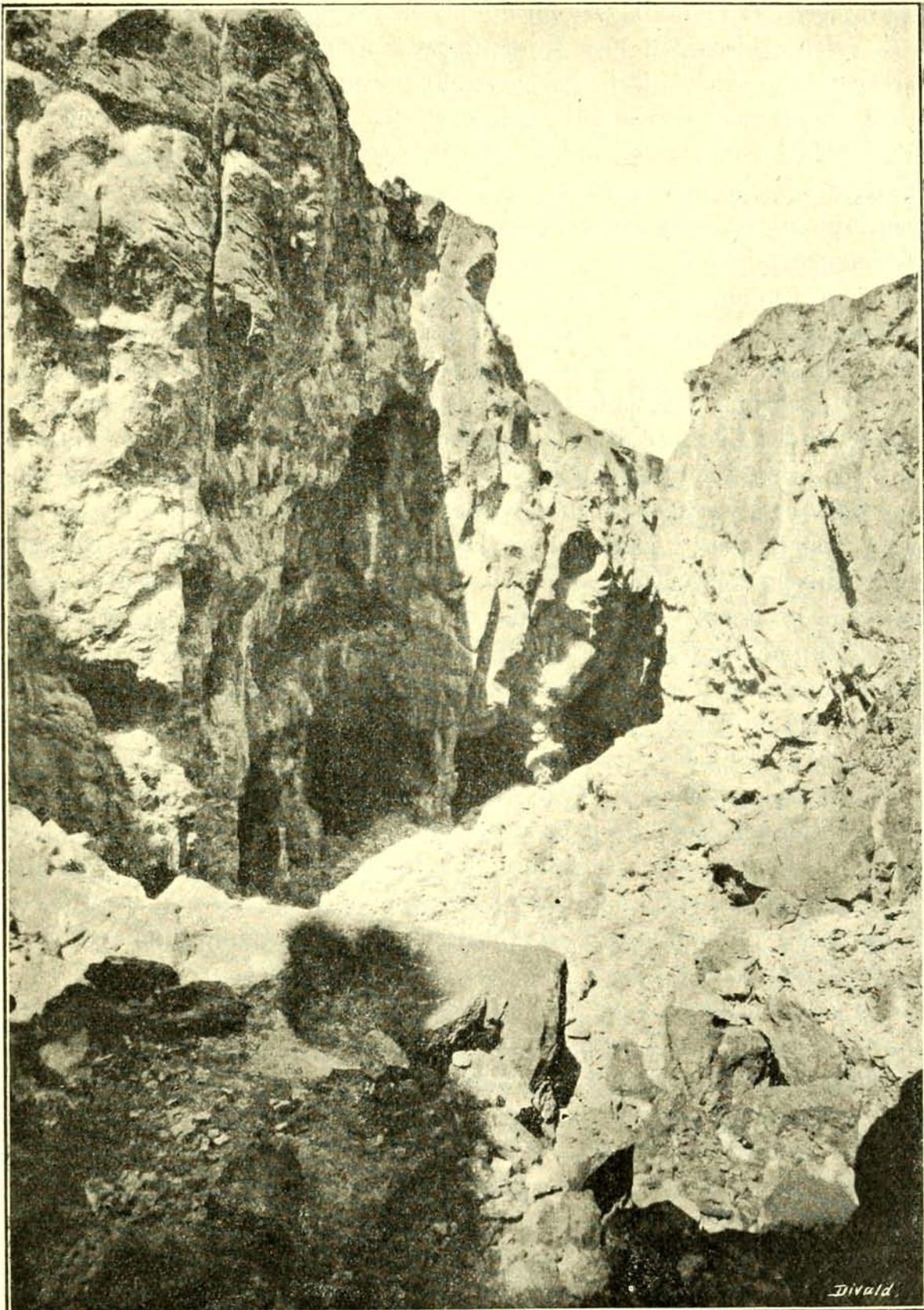


Fig. 2. Alte römische Verhaue auf der Csetátýe bei Verespatak.  
 Nach einer Photographie von Dr. ALEXANDER SCHMIDT.

Verespatak vor und im Jahre 1877 war es GERH. VOM RATH, der gerade diese blechförmigen Gebilde zum Gegenstand seiner Studien machte (Groth, Zeitschrift f. Kryst. 1877. pag. 1), indem er nachwies, dass dieselben verzerrte Combinationen der einfachen Gestalten  $0$ ,  $\infty 0 \infty$ ,  $\infty 0$  und  $\infty 0_2$  seien. Unser Mitglied JOSEF LOCZKA unterwarf die Goldstufen von Verespatak einer chemischen Analyse und fand, dass Blattgold 27.60 %, eine Ikositetraeder-Gruppe dagegen ausser Gold noch 33.22 % Silber enthalte. (Akad. Ért. a term. tud. köréből 1885. XV. pag. 1.) Nachdem daher das Gold von Verespatak mehr als 5 % Silber enthält, wird es von manchen Mineralogen vom eigentlichen Golde abgetrennt und mit dem Namen *Electrum* bezeichnet.

Sehr schöne und reiche Goldstufen sahen wir ferner in der Kanzlei des kön. ung. Bergamtes, von denen wir, da sie verkäuflich waren, auch einige acquirirten.

Nachmittags begaben wir uns zur Csetatye und hatten unterwegs an der Lehne des Kirnik-Berges Gelegenheit, den kaolinisirten Dacit mit seinen bekannten, leicht auszulesenden Quarzdihexaedern zu sehen. Das Gestein der Csetatye dagegen ist eine polygene Breccie, an deren Zusammensetzung sich ausser zahlreichen Dacittrümmern noch Sandstein und krystallinische Schieferbrocken betheiligen. In Folge dessen ist dieses Gestein dem im Erbstollen angetroffenen Localsediment sehr ähnlich. Oben auf der Kuppe der Csetatye befinden sich jene grossartigen Verhaue, aus denen die einstigen römischen Bewohner des alten Alburnus major das Gold gewonnen hatten. Es sind diese malerischen Felsen ein Wahrzeichen aus alten Zeiten, das von unserem verehrten Mitgliede Prof. Dr. ALEX. SCHMIDT in sehr geschickter Weise photographisch verewigt wurde. (Fig. 3.) Dem Vernehmen nach, droht neuestens diesen in ihrer Art wohl einzigen, aus dem geschichtlichen Alterthum herstammenden Verhauen die Gefahr vollständiger Vernichtung, indem ein französisches Consortium das Gestein dieses Berges ohne Unterschied abbauen und der Stampfe zu überliefern gesonnen sein soll.

Das letzte Object, das wir an diesem Tage besichtigten, war die an der Einmündung des Verespatak Baches ins Abrudpatak-Thal angelegte kön. ung. Stampfe «Gura Rossia», die mit dem Hlg. Dreifaltigkeits-Erbstollen mittelst einer schmalspurigen Montanbahn verbunden ist. Während die primitiven Stampfen der kleineren Besitzer das Gold aus dem Schlich mittelst des Sichertroges ausziehen und in einer einfachen Vorrichtung amalgamiren, geschieht in diesem grossen Pochwerke nicht blos das Pochen selbst, sondern auch die Amalgamation bedeutend vollkommener und mit weniger Verlust. Ein Theil des Pochwerkes ist noch von alter Einrichtung, der weitaus grösste Theil dagegen ist nach californischem Muster durchaus modern eingerichtet. Wir erwähnen bei dieser Gelegen-

heit, dass die Einrichtung dieses Theiles aus der Maschinen-Fabrik K. KACHELMANN's in Vihnye her stammt. Das Pochwerk wird durch die Wasserkraft des Abrudbaches in Bewegung gesetzt, doch erweist sich dieselbe angesichts der aufgestapelten Pocherze infolge des häufig eintretenden Wassermangels als unzulänglich. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass die interessirten Kreise mit dem Gedanken umgehen, den ärarischen Bergbau von Verespatak gegen Norden durch eine Grundstrecke mit dem Aranyos-Thale zu verbinden. Diese Grundstrecke würde ungefähr 100 m. tiefer liegen, als der heutige Dreifaltigkeits-Erbstollen, und dürfte seine Länge 9—10 km. betragen. Gleichzeitig wäre auch das Pochwerk von Gura rossia an die Aranyos zu verlegen, wo demselben eine weit reichlichere und nie versiegende Wasserader zur Verfügung stünde.

Am 6. Juli. Bei trübem, nebligem Wetter nahmen wir unseren Weg über den Vulcan nach Brád. Unterwegs konnten wir bis zur Passhöhe vorwiegend Thonschiefer und blos untergeordnet Sandstein beobachten, deren Schichten in Folge der starken Faltung die verschiedensten Stellungen zeigten. Der projectirte Aufstieg auf das Kalkplateau des Vulcan unterblieb, da der 1264 m. hohe Berg in dichten Nebel gehüllt war und sich überdies noch ein Sprühregen eingestellt hat. Bei der Thalfahrt gegen Brád beobachteten wir bei Bucsesd noch Karpathensandstein, bei dem Dorfe Mihelény dagegen stiessen wir auf einen der in dieser Gegend auftretenden Melaphyr-Diabasstöcke. In der Nähe von Brád tauchten dann schliesslich die Andesitkuppen auf.

In Brád waren wir die Gäste der *Harkort'schen Ruda 12 Apostel und Muszári Goldbergwerk Actien-Gesellschaft*, und nachdem uns der stellvertretende Director, Herr OSKAR KÖLLNER in der Directionskanzlei in liebenswürdigster Weise über die hiesigen Bergbauverhältnisse im Allgemeinen orientirt hatte, — eilten wir nachmittags nach Kristyor, um die herrliche neue Pochwerksanlage zu besehen und von dort nach Ruda, — doch will ich zuerst über unseren Ausflug nach den Bergwerken referiren.

In Bárza wurden wir im Ruda 12 Apostel-Bergwerke vom Bergbauinspector Herrn DANIEL JUNG empfangen und geleitet. Den folgenden Zeilen liegen hauptsächlich seine lehrreichen Mittheilungen zu Grunde. Diese Grube gehörte früher den gräflichen Familien TELEKI und TOLDALAGHY, von denen sie die gegenwärtige Actien-Gesellschaft im Jahre 1884 um 1.200,000 fl. angekauft hat.

Der Hypersthen-Andesit ist das in dieser Grube vorherrschende Gestein, das wir auch schon unterwegs an der Strasse zu sehen Gelegenheit hatten. In der Teufe ist dies Gestein frischer, als über Tag. Den durch die Grubenbaue aufgeschlossenen Andesit-Stock umgibt ein dunkler, kalkspathgeädertes metamorpher Schiefer, der als Pochgut sehr werthvoll ist, da sich in ihm zahlreiche Erzschnüre befinden. Die Beschreibung der geolo-

gischen Verhältnisse des Csetrás-Gebirges und seiner Erzgänge verdanken wir dem unermüdlichen Fleisse unseres verstorbenen Freundes Dr. GEORG PRIMICS. Seiner Aufmerksamkeit entgingen auch die in den rudaer Gruben gebotenen Aufschlüsse nicht, die er derartig zusammenfasste und darstellte, dass der bárzaer Berg mit grösster Wahrscheinlichkeit als eine regelmässige Lavakuppe zu betrachten ist, unter deren schwammartig ausgebreitetem Hute rings um den, den Schlot ausfüllenden Lavastengel herum ein mediterraner (?) Thon und darüber vulkanische Asche oder Andesittuff abgelagert ist. Jener Theil des schieferigen Thones, welcher nicht metamorphosirt ist, geht als taubes Gestein auf die Halden, und hier gelang es mir darin nach einigem Suchen, etliche Pflanzenreste zu finden. Diese, sowie ein besonders schönes Exemplar, welches ich nachträglich von Herrn D. JUNG erhalten habe, wurden von Herrn Dr. M. STAUB als *Cinnamomum Rossmässleri*, HEER und *cf. Fagus Deucalionis* UNG. erkannt; letztere Art zwar mit einigem Vorbehalt, da die Blattnerve dritter Ordnung nicht zu sehen sind. Leider lässt sich angesichts der grossen verticalen Verbreitung der ersteren Art ein genauer Schluss bezüglich des näheren geologischen Alters der in Rede stehenden Schichten nicht ziehen. Weitere Aufsammlungen wären daher im Interesse der Wissenschaft sehr erwünscht.\*

Im Andesitstocke des bárzaer Berges befinden sich zahlreiche Erzgänge, doch spielen die Hauptrolle zwei miteinander parallel laufende Gänge, nämlich der Sofien- und der Magdana-Gang. Ihr Streichen ist ein NW—SO-liches. Diese beiden Hauptgänge sind jedoch durch ein dichtes Netz von diagonalen Nebengängen mit einander verbunden und erfahrungsgemäss ist das Mittelfeld dieses Gangnetzes an Erzen am reichsten.

Die beistehende montangeologische Skizze (Fig. 4) verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Berginspectors DANIEL JUNG in Bárza und auf derselben sehen wir auch die erwähnten Diagonalgänge angedeutet. Nach Herrn D. JUNG sind diese Diagonalgänge resp. Schnüre deshalb bemerkenswerth, da sie in der Regel reicher an Freigold sind, als die Hauptgänge. Die Goldanhäufung findet gewöhnlich *in der Nähe* der Schaarung statt und bloss seltener an der Schaarung selbst. Eine feste Regel, dass sich bei der Schaarung stets Freigold vorfinde, lässt sich jedoch nicht aufstellen, da mitunter manche Hauptschaarungspunkte der Gänge an Gold

\* Auf der beistehenden Fig. 4. ist das obere Conglomerat- und Tuffvorkommen mit dem in der unteren rechten Ecke befindlichen noch nicht verbunden. Vor einigen Tagen erhielt ich jedoch durch die Freundlichkeit der Bergbaudirektion in Brád Gesteinsstufen von den neuesten Aufschlüssen entlang der Francisca-Kluft und zwar Conglomerate und sandigen pyritführenden dunklen Letten vom Liegenden und dunklen Letten vom Hangenden. Diese Gesteine begleiten in einer Mächtigkeit von 2—15 m. den Gang und scheinen die vorhin erwähnten zwei Conglomeratflecke mit einander zu verbinden.

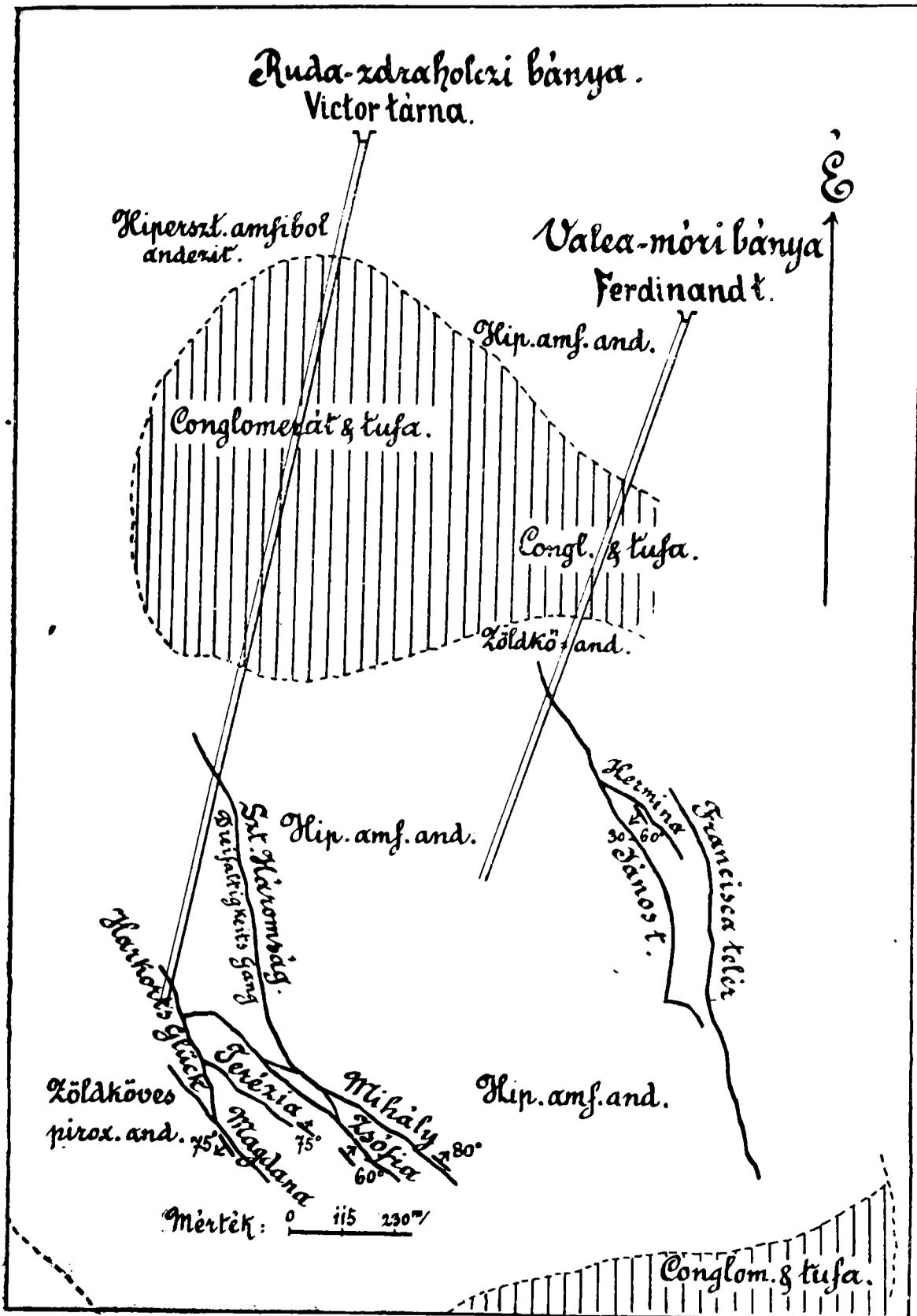


Fig. 4. Die Hauptgänge des Rudaer Goldbergwerkes im Horizonte des Victor- und Ferdinand-Stollens, nach Berginspector DANIEL JUNG.

arm sind. Den Gängen pflegen aber ganz dünne 1—5 mm. starke Kies-schnüre zuzuschwärmen, sowohl aus dem Hangenden, als auch dem Liegenden, die wenn sie unter rechtem Winkel auf den Gang stossen, an Gold gewöhnlich reich sind, doch gibt es auch in diesem Punkte keine strenge Regel, da auch gegentheilige Fälle bekannt sind.

Die Ausfüllung der Michaël- und der Sofien-Gänge ist quarzig, während die Magdana-Kluft vorwiegend von Kalkspath erfüllt ist. Auf der Magdana-Kluft befindet sich stellenweise viel Letten, der aber ebenfalls goldhältig ist. Die Gänge erreichen an einzelnen Punkten 1·5 m. Mächtigkeit.

Mit den Grubenbauen gelangte man bisher in eine Teufe von 120 m. oder aber 60 m. unter das Niveau der Körös. Dieser Bergbau besitzt derzeit sehr viel Pocherz und könnte im Bedarfsfalle mit Leichtigkeit andert-halb- bis zweimal so viel liefern, wie heute.

Am 7. Juli Früh gingen wir nach Muszári,\* welches Bergwerk in der Luftlinie von Brád ungefähr 4 km. SSO-lich gelegen ist. Am letzten Abschnitte unseres Weges dahin, welcher im Thale von Ruda aufwärts führte, konnten wir noch einige mehr-weniger gut erhaltene Stollen-Mundlöcher, sowie hie und da einige primitive siebenbürgische Bauernpochwerke sehen, welche anzeigten, dass hier in dieser Gegend Bergbau umgeht, resp. umgegangen ist. Im muszárier Grubenfelde sind, ausser mehreren gut erhaltenen Grubenbauen, vier parallele, gewaltige Pingenzüge vorhanden, dieselben haben ein durchschnittliches Streichen von  $9^{\text{h}} 0^{\circ}$  und eine Längenerstreckung von 700—800 Meter. Das Alter des muszárier Bergbaues lässt sich weder durch alte Urkunden, noch durch Tradition auch nur einigermaßen constatiren, dass jedoch die Römer hier gearbeitet haben sollten, ist schon nach der Ausführung kaum anzunehmen.

Mehrere mit Schlägel und Eisen in schnurgerader Richtung getriebene Stolle zeigen an, dass hier geschickte Bergleute vor uralten Zeiten gearbeitet haben; jedoch die grossen Dimensionen der Stollen, das Wegfallen der Lampenlöcher, das Fehlēn jedweden Gezähes, sowie die ganze Ausführung der Arbeiten, zeigen dem Bergmanne, der Römerarbeiten kennt, zur Genüge, dass hier keine Römer Bergbau getrieben haben. Da die alten, massenhaft anstehenden Verhaue und Halden zum grossen Theil mitunter stark goldhältig sind, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die alten Bergleute nur auf Freigold gearbeitet und den Gang als nicht hinreichend gewinnbringend ausser Acht gelassen haben.

Im Jahre 1889 wurden durch den geheim. Bergrath G. HENOCH aus

\* Dieser Abschnitt meines Berichtes ist mit Zugrundelegung einer 8 Halbsseiten starken Beschreibung des Herrn Inspectors HERMANN WODACK in Muszári abgefasst worden, die mir von dem genannten Herrn im Wege der Bergwerks-Direction in Brád freundlichst zur Verfügung gestellt wurde.

Gotha mehr oder weniger grosse Grubenfelder für die Industrie-Gesellschaft Geisslingen in Geisslingen consolidirt. Die Gruben gehörten Einzelbesitzern und lagen theils in dem der Ortsgemeinde zugehörigen Muszári-Thale, theils in dem der Ortsgemeinde Lunkoj zugehörigen Gyálu fetyi Berge. Das Unternehmen erhielt den Namen «*Goldbergbau Muszari*» und eine Feldesberechtsame von 24 Grubenfeldern und eine Überschaar oder im Ganzen 1.245,048 m<sup>2</sup> Fläche. Durch weiteren Ankauf von vier der Rudaer 12 Apostel Gewerkschaft gehörigen Feldern mit einer Fläche von 229,704 m<sup>2</sup> erlangte der gesammte Gruben-Complex eine Ausdehnung von 28 Grubenfeldern und eine Überschaar oder 1.474,772 m<sup>2</sup>. Die Grenzen des Besitzes sind durch 30 Freischürfe gedeckt, welche theils in der Gemeinde Brád, theils in der von Ruda oder von Lunkoj liegen. An der südöstlichen Grenze des alten Grubenbesitzes ist Freifahrung durchgeführt.

Seit 1. September 1898 ist der ganze Grubenbesitz von Muszári, welcher der Industrie-Gesellschaft Geisslingen im Ganzen 80,000 fl. gekostet hat, um eine Million Gulden in das Eigenthum der Actiengesellschaft *Harkort'sche Bergwerke und chemische Fabriken* übergegangen und wird von der Direction der Rudaer 12 Apostel Gewerkschaft mitverwaltet.

Die geologischen Verhältnisse hat der verstorbene kön. ung. Geologe Dr. G. PRIMICS auf pag. 100 seines Werkes «*A Csetráshegység geologiai viszonyai*» Budapest 1896 (Über die geol. Verh. des Csetrás-Gebirges) dargelegt und nach seinen Angaben bestehen die Bergrücken Hrenyák und Gyálu fetyi, auf welchen der grösste Theil des Bergwerkes liegt, aus einem grünsteinartigen Andesit, in dem sich sporadisch auch einzelne Granaten und Quarzkörner befinden, infolge dessen dieses Gestein einen Übergang zum Dacit zu bilden scheint. Letzteres Gestein, der Dacit ist am westlichen Ende der Berggruppe, am Plesia-Berge thatsächlich in typischer Weise ausgebildet. Diese tertiären Dacite und Andesite durchbrachen und überdeckten das aus älteren Melaphyren und Porphyriten bestehende Grundgebirge, das am Fusse der erwähnten Gebirgsgruppe, an deren N-, W- und S-Seite überall zu erkennen ist.

Es treten sowohl im Gyálu fetyier, als auch im muszárier Revier zwei Gangsysteme auf. Das Hauptstreichen des einen muszárier Gangzuges beträgt 9<sup>n</sup> 0°, das des anderen 11<sup>n</sup>; das Hauptstreichen des einen Gyálu fetyier Gangzuges beträgt 1<sup>n</sup>, das des anderen 8<sup>n</sup>. Beide Züge schneiden sich in einem mehr oder weniger spitzen Winkel. Die streichende Erstreckung der einzelnen Gänge schwankt, nach den bisher gemachten Aufschlüssen, zwischen 50 und 750 Meter. Nachdem diese Gänge zahlreiche Verzweigungen aufweisen, muss man sie eher als Ganggruppen betrachten.

Die beiden Hauptgänge des muszárier Bergbesitzes sind der Carpin- und der Clara-Gang, die man ausser durch die bestehenden älteren Stollen



in neuerer Zeit durch den Lajos (Ludwig-) Erbstollen aufgeschlossen hat. (Fig. 5.) Das Einfallen der Gänge ist meistens ein ziemlich steiles und schwankt, mit geringen Ausnahmen, zwischen  $70$  und  $85^\circ$ , während der Carpin-Gang durchschnittlich  $0.35$  m. mächtig ist, besitzt der Clara-Gang  $1.5$  m. Es kommen aber auch solche linsenförmige Anschwellungen vor, welche man local als Stöcke zu bezeichnen pflegt und deren Länge  $40-50$  m. beträgt, bei einer Mächtigkeit von  $8-15$  Meter.

Die Gangstructur ist in den meisten Fällen eine breccienartige; selten kommt die lagenförmige Structur vor und ausnahmsweise ist die

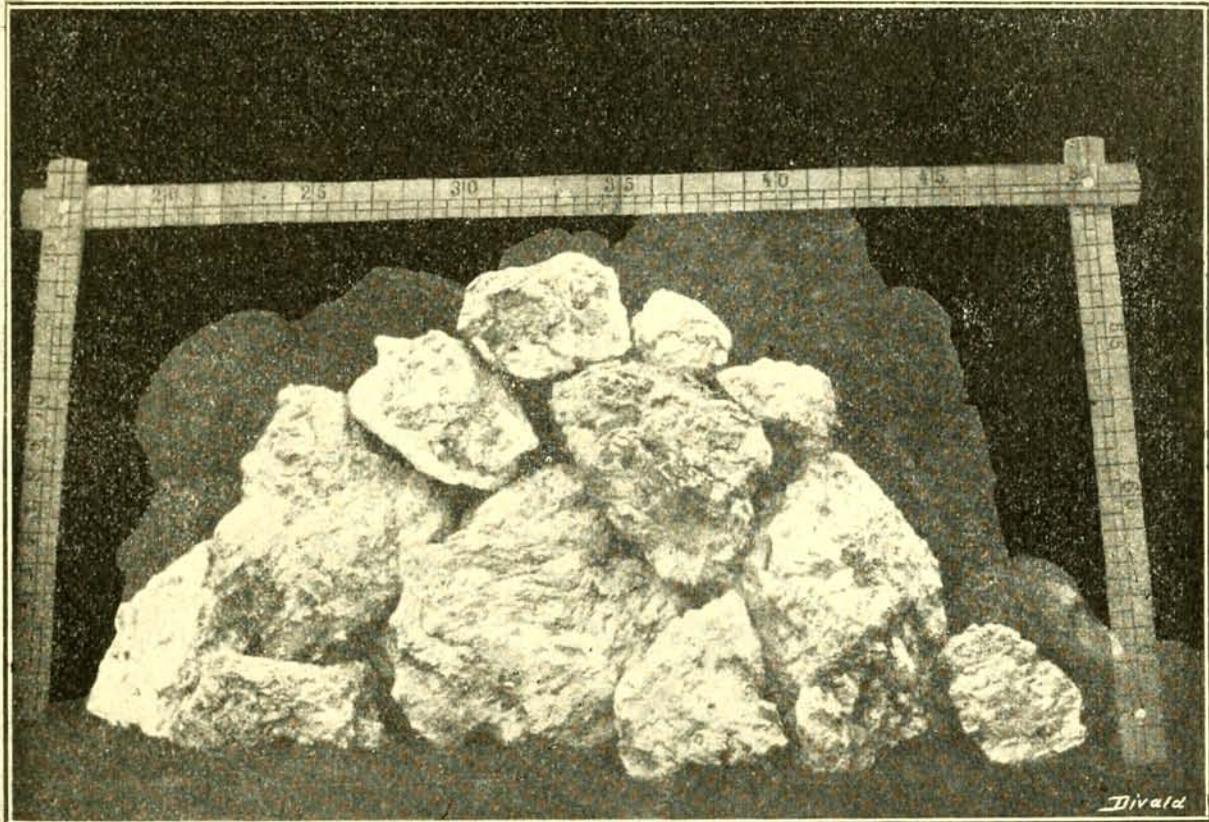


Fig. 6. Der grosse Goldfund vom 6. November 1891 in Muszári.

Parallel-Lagenstructur beobachtet worden. Die Gangausfüllung besteht zu meist aus dem verkieselten Verwitterungsproducte des Nebengesteines, ferner aus drusigem, festem oder verriebenem Quarz und Kaolin; ausserdem aus Pyrit, Markasit, Zinkblende, Bleiglanz, wenig Arsen und Kupferkies. Das Nebengestein der Gänge ist im Liegenden, sowie im Hangenden der Gangspalte stets stark kaolinisirt und in der Nähe des Ganges mit Pyriten stark imprägnirt. Die Verwitterungszone ist verschieden mächtig und variirt zwischen  $0.1-1.0$  m. Das Nebengestein ist übrigens ein grünsteinartiger Andesit und zwar von derselben Qualität, wie an der Oberfläche, wo derselbe mitunter — wie z. B. oberhalb des Ludwigstollens, — eine kugelige Absonderung zeigt.

Das Gold kommt theils in mit freiem Auge nicht sichtbarem Zustande fein eingesprengt zwischen Quarz und Schwefelkies vor, theils bricht es und zwar mitunter in ganz gewaltigen Mengen als Freigold ein. Das Freigold ist zumeist dendritisch, moosartig oder blechförmig. Wenn die Lamellen sich aneinander parallel gruppieren, entstehen mitunter oft Massen von mehreren Kilogrammen im Gewicht. Ein sehr beliebter Begleiter des Goldes ist Pyrit, resp. Markasit, ausserdem Sphalerit; als nicht gerne gesehener Begleiter des Goldes ist der Bleiglanz bekannt, da erfahrungsgemäss das Gold sich an vielen Punkten verdrückt, sobald Galenit

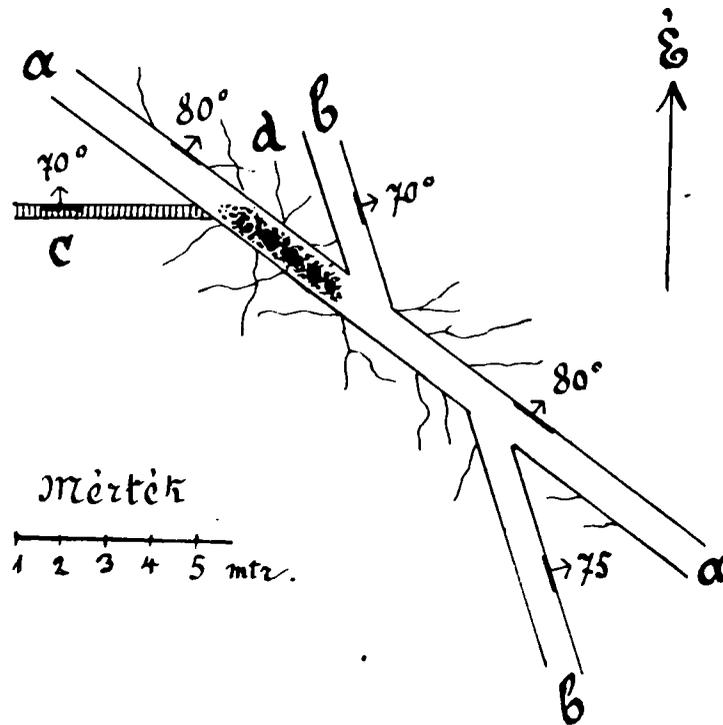


Fig. 7. Skizze über das Vorkommen des Freigoldfundes am 6. November 1891; *aa* = Clara-Gang, *bb* = Carpin-Gang (älterer Gang, verworfen durch Clara, *c* = goldbringende Kiesschnur, *d* = feine Kiesschnürchen in mildem Gesteine aufsitzend. Nach der Grubenaufnahme von H. WODACK.

sich dem Vorkommen beigesellt hat. Deshalb wird der Galenit auch als «Goldräuber» bezeichnet.

Das Pocherz liefert im Allgemeinen 4—6 gr. Gold per Tonne, einzelne Chalkopyrit-Nester dagegen selbst 7—8 gr.

Im Jahre 1891 geschah es, dass am 6. November im Marienstollen ungefähr 70 m. vom III. Querschlag SSW-lich ein reicher Goldfund angefahren wurde. (Fig. 6.)\* Der grosse Freigoldanbruch hat, nach Herrn H. WODACK, binnen 30 Stunden, ebenso wie auch nach der freundlichen

\* AUG. FRANZENAU: Über den grossen Freigoldfund aus der Umgebung von Brád. Föld. Közlöny XXII. Band. 1892. p. 119—122.

Mittheilung der Direction 55·492 kgr. Gold geliefert.\* Herr WODACK hat mit seinem damaligen Ingenieur WÜTZIG 14 Stunden hindurch persönlich am Feldorte gearbeitet und während dieser Zeit 30 kg. herausgeholt.

Der Adel wurde, nach Herrn WODACK, dadurch veranlasst, dass eine

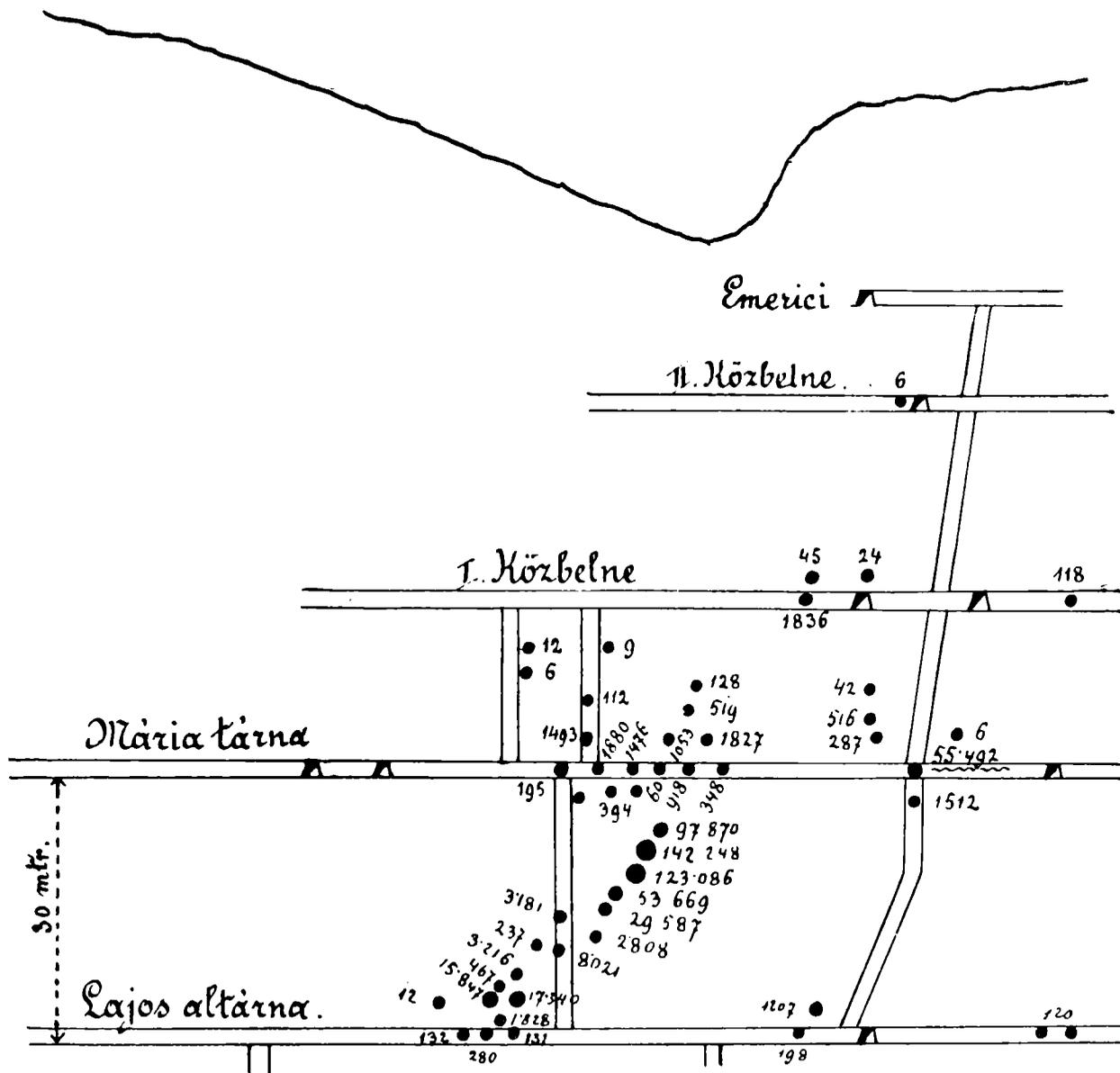


Fig. 8. Reiches Freigoldvorkommen im Goldbergwerke Muszári zwischen dem Ludwig (Lajos)- und Marien-Stollen. in Kgr-en, resp. gr-en Nach der Aufnahme von H. WODACK.

0·05—0·10 m. mächtige Kiesschnur dem Clara-Gange, der an und für sich schon in der Schaarung mit einem anderen Hauptgange, dem Carpin-gange stand, anschaarte. Ausser dieser Kiesschnur spielten eine grosse Anzahl feiner Kiesschnürchen aus dem Nebengestein dem Claragange zu. (Fig. 7.) In Folge dieses reichen Fundes wurde der bis dahin im Ganzen

\* Nach A. FRANZENAU l. c. p. 120, 57·726 kg.

gegen S getriebene Ludwig-Erbstolle in der Richtung verändert und gegen SSW unter den Marien-Stollen hingeleitet, was später glänzende Früchte getragen hat. Der zwischen dem Ludwig-Erbstollen und dem Marien-Stollen gelegene, und ca. unter  $45^\circ$  geneigte Theil des Clara-Ganges erwies sich nämlich als an Freigold sehr reich. Der Adel ist hier im Juli 1895 eingebrochen und hat bis Jänner 1898 angehalten; derselbe hat während dieses Zeitraumes genau 823·655 kg. Freigold und ca. 274·5 kg. Pochgold geliefert. Wie aus der beistehenden Abbau-skizze (Fig. 8). ersichtlich, hielt der Adel über die ganze Höhe zwischen den beiden Förderhorizonten (30 m. saiger) an. Er wurde gebildet durch einen Parallel-Kiesgang, der sich bald dem Hauptgange — Claragange — anschaarte, bald von letzter-

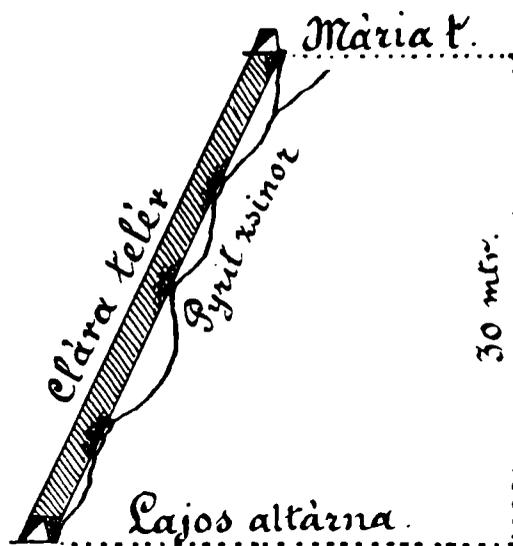


Fig. 9. Schematische Skizze des Clara-Ganges mit der anschaarenden und Adel bringenden Kiesschnur.

rem entfernte. (Fig. 9.) Während die Mächtigkeit des Clara-Hauptganges durchschnittlich 1·5 m. betrug, war die des Kiesganges bloß 0·01—0·05 m.

Der Goldreichthum des Bergwerkes Muszári hat in der letzten Zeit etwas abgenommen. Jüngstens wurde ein Schacht von 80 m. behufs tieferer Aufschlüsse abgeteuft. Die Gänge sind auch in diesem tieferen Niveau vorhanden und auch der bekannte reiche Erzstock setzt sich fort. Wenn aber das reiche Gehalt im Wesentlichen mit dem der höheren Horizonte übereinstimmt, so hat die Mächtigkeit doch beträchtlich abgenommen. (Östr. Z. f. B. u. H. 1900 p. 142).

Schliesslich erübrigt noch mit einigen Worten des neuen Pochwerkes in Kristyör zu gedenken, welches von der Harkort'schen Gesellschaft im Jahre 1897/98 unter Anwendung der neuesten Einrichtungen erbaut wurde. In dieser Anlage, welche der Leitung des Pochwerk-Directors Herrn FRANZ CONRADS untersteht, befinden sich zwei mächtige, einzeln 540 pferde-

kräftige Maschinen, die nicht nur das Pochwerk in Bewegung setzten, sondern durch Vermittlung einer Dynamo-Gleichstrommaschine auch für die electriche Erleuchtung der ganzen Anlage sorgen. Die abwechselnd in Verwendung stehenden Maschinen werden durch die aus dem eigenen Braunkohlen-Bergwerke Czebe im Kőrösthale gewonnene Kohle geheizt.

Im Pochwerk \* selbst bemerken wir 180 Pochstempel kalifornischen Systemes, die ihre Arbeit mit bewundernswerther Präcision verrichten. Die Erzzufuhr geht sowohl von Ruda, als auch von Muszári mittelst moderner Drahtseilbahnen vor sich. — Das in den Pochkästen gewonnene Amalgam wird zweimal des Tags gesammelt und ausgebrannt, wobei sich als tägliches Erträgniss 3—4 kg. Gold ergibt.

Möge folgende Statistik der Goldproduction von Ruda und Muszári in den letzten Monaten den Schluss unserer Betrachtungen bilden.

Es wurden gewonnen aus Erzen von

	Ruda	Muszári
1899 Jänner	67·547 kg.	49·099 kg.
Februar	75·802 "	50·019 "
März	79·093 "	45·436 "
April	78·807 "	42·798 "
Mai	66·969 "	30·337 "
Juni	81·174 "	38·063 "
Juli	83·772 "	30·976 "
August	85·117 "	28·101 "
September	78·316 "	28·635 "
October	92·216 "	29·539 "
November	91·844 "	25·801 "
December	91·412 "	25·260 "
1900 Jänner	95·698 "	27·883 "
Februar	102·971 "	24·807 "
März	110·614 "	30·552 "

★

Kurz will ich meinen Bericht über den Vereins-Ausflug der ungar.-geologischen Gesellschaft im Jahre 1899 beschliessen. Wir Wenige, die wir uns an demselben beteiligten, kamen, sahen — und machten reiche Erfahrungen; daher schulden wir innigsten Dank nicht nur allen jenen Männern, die uns freundlich entgegengekommen sind und die uns, keine Mühe scheuend geleiteten und belehrten, sondern auch allen Jenen im Schosse unserer Gesellschaft, die diese Excursion angeregt, vorbereitet und ermöglicht haben.

\* Die Einrichtung dieses Pochwerkes wurde von FR. KRUPP-GRUSONWERK geliefert.

## GEOMETRISCHE THEORIE DER ERDBEBEN.

ERSTER THEIL.

VON

D<sup>r</sup> R. VON KÖVESLIGETHY.

Das Interesse, welches die Mechanik des Himmels der Entwicklung der Erdkunde entgegenbringt, ist sachlich durchaus begründet: steht doch die Massenverteilung im Innern der Erde in engem Zusammenhang mit der Erscheinung der Präcession und Nutation, beeinflussen doch Massentransporte auf der Oberfläche, im Luftmeere oder im inneren der Erde die Variationen der Breite. Nicht minder besitzt der Starrheitsgrad der Erdrinde astronomisches Interesse, beeinflusst die Höhe der Gezeiten, vielleicht sogar die Dauer des Tages. Die periodisch wechselnde Tätigkeit der Sonne ruft spontane Bodenbewegungen hervor und spiegelt sich vielleicht sogar in den säcularen Veränderungen der Erdbahn wieder. Will jedoch der Astronom in das Wirken einer geologischen Societät eingreifen, so verdient das immerhin einige Begründung.

Wo der Bohrer des Geologen aufhört, Beobachtungsmaterial zu fördern, dort beginnt der Interessenkreis des Astronomen und Physikers. Magnetische und Schweremessungen, die heute durch die staunenswerten Methoden Baron Eötvös' eine nichtgeahnte Genauigkeit erreicht, und die auch räumlich beträchtlich ausgedehnten und in das ständige Arbeitsprogramm der europäischen Gradmessung aufgenommenen Pendelbeobachtungen des Obersten STERNECK, erlauben einesteils Einblick in die Massenverteilung andererseits in die Tektonik der Erdrinde. Die Breiteschwankungen hängen mit internen Massenumlagerungen zusammen; und eine gewissenhafte Discussion der bisherigen Ergebnisse hat schon jetzt manche geologisch wichtige Tatsache wahrscheinlich zu machen gewusst. Die genaue Beobachtung der Gezeiten, verglichen mit der strengen Theorie der Erscheinung führt zur Erkenntniss der Elastizität der Erdrinde, und eröffnet interessante Pfade, auf welchen das Studium der Gezeiten mit dem der seismischen Erscheinungen sich begegnen werden. Ich möchte nur in aller Kürze darauf hinweisen, dass es mir aus dem Fehlen der vierzehntägigen Periode gelungen ist darzutun, dass die Maximalgeschwindigkeit eines Erdstosses 1800 m per Secunde nicht übersteigen kann, und dass die beobachtete Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Bebens an einem Orte die Dicke der betreffenden Krustenscholle zu schätzen gestattet.

Es war ein grosser Verlust für die Geologie, dass Lord KELVIN, damals noch W. THOMSON, in der Eröffnungsrede der Glasgower-Sitzung der British Association im Jahre 1876 auf Grund seiner eigenen und vorangegangener fremden Untersuchungen mit voller Berechtigung aussagen musste, dass die astronomisch so genau untersuchte Præcession und Nutation zur Erkenntniss des Erdinnern Beiträge nicht zu liefern im Stande ist, insofern sowohl das vollständig starre, als vollkommen flüssig angenommene Erdsphäroid nahezu zu demselben Werte der betreffenden Konstanten führt. So verblieb zwar für die Astronomie das Interesse an der Geologie, aber mit Wegfall des Nützlichkeitsprinzips besteht die Wechselseitigkeit des Verhältnisses nicht.

Was die Erdkunde an den erwähnten beiden Erscheinungen verlor, das versuchte ich ihr auf anderem Wege zurück zu geben, und so befasste ich mich, obwol auf geologischem Gebiete der seismischen Erscheinungen kaum mehr als Laie, von dem Standpunkte des Physikers mit diesen interessanten Erscheinungen, die mit der Theorie der Gezeiten so enge verknüpft zu sein scheinen. Als ich vor etwa fünf Jahren und ebenso neuerdings in Italien die wichtigsten geodynamischen Observatorien und deren Leiter kennen zu lernen das Vergnügen hatte, erfreute ich mich überall des wärmsten Interesses an meinem Vorhaben.

Auch SIGMUND GÜNTHER hatte die Freundlichkeit, meiner Arbeit \* zu gedenken, und auf die in PETERMANN'S Mitteilungen \*\* erschienene Kritik habe ich nur die einzige Bemerkung, dass der Herd des Bebens nicht notwendigerweise in absurden Tiefen liegt, sondern nur in sehr grossen Tiefen liegen kann, ohne einen grossen Theil der Erde zu erschüttern.

Die auf seismische Erscheinungen bezüglichen Rechnungen werden zumeist auf die MALLÉT'sche Hypothese gerader Erdbebenstralen gegründet, obwol solche voraussichtlich nur in vollkommen homogenem Boden zu Stande kommen können. Die Lösung des Problems ohne Aufstellung einer solchen Voraussetzung ist bedeutend schwieriger. Bedeutet nämlich  $ds$  ein Wegelement des im Allgemeinen gekrümmten Strales an der Stelle, wo die Fortpflanzungsgeschwindigkeit  $v$  beträgt, so hat man für die Zeit, in welcher der Stoss vom Punkte  $A$  zum Punkte  $B$  gelangt, den Ausdruck

$$t = \int_A^B \frac{ds}{v} \quad 1)$$

\* Neue geometrische Theorie seismischer Erscheinungen. Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn. Bd. XIII. pag. 418—464. 1897.

\*\* 1899. Heft. 1.

welches Integral nach einem bekannten physikalischen Satze ein Grenzwert sein soll. Die momentane Geschwindigkeit kann auch durch den Brechungsindex  $n$  ausgedrückt werden und so kommt

$$t = \frac{1}{v_1 n_1} \int_A^B n ds, \quad 2)$$

wenn die mit dem Indexe 1 bezeichneten Grössen auf die Erdoberfläche bezogen werden.

Mit Hilfe der Variationsrechnung gelangt man auf diesem Wege zur Gleichung des Bebenstrales und sonach ohne weitere Hypothese zu allen geometrischen Elementen des Bebens, den Homoseisten und Coseisten. Bezeichnet nämlich  $\varphi$  jenen Winkel, den der Radius vector des Strales mit der Axe einschliesst, so ergibt sich

$$\varphi = \gamma + \int \frac{C d\rho}{\rho \sqrt{n^2 \rho^2 - C^2}}, \quad 3)$$

wenn  $\gamma$  eine konstante und  $\rho$  die Entfernung vom Erdmittelpunkte in Einheiten des Erdradius bedeutet. Die Bedeutung der konstanten  $C$  ergibt sich einfach; ist nämlich — wie oben —  $n_1$  der Brechungsindex an der Erdoberfläche und  $e$  der Emersionswinkel des Strales, so hat man

$$C = n_1 \cos e. \quad 4)$$

Das aufgeschriebene Integral kann natürlich nur in dem Falle berechnet werden, wenn man den Brechungsindex als Function des Mittelpunktabstandes kennt. Das setzt aber voraus, dass das Gesetz der Dichtigkeitsänderung im Innern der Erde gegeben sei.

Es sind zumeist zwei Gesetzmässigkeiten, welche zu diesem Zwecke herangezogen werden; die eine ist ausgedrückt durch die LEGENDRE-LAPLACE-sche Gleichung

$$S = c \frac{\sin m\rho}{\rho} \quad (c=4.426, \quad m=2.4727),$$

die andere durch die, ihren physikalischen Prämissen nach, vollständigere ROCHE'sche Gleichung

$$s = S(1 - a\rho^2); \quad (S=10,10; \quad a=0.764). \quad 5)$$

In dieser bedeutet  $S$  die Dichte im Mittelpunkte der Erde, die hier nach 10,10 beträgt, während nach der ersteren Formel hierfür  $cm=10.94$  resultiert.

Beide Gleichungen ergeben ziemlich genau die mittlere und oberflächliche Dichte der Erde, die Abplattung, den aus Pendelmessungen bekannten Unterschied des æquatorealen und polaren Trägheitsmomentes, endlich die Konstante der Præcession und Nutation. Sie geben natürlich nur ein schematisches Bild der inneren Massenverteilung, und können geologische Störungen nicht in Betracht ziehen.

Da es sich hier in erster Reihe um einen Einblick in die Geometrie der Beben handelte, so konnte natürlich von den beiden gleichberechtigten Gesetzmässigkeiten jene gewählt werden, welche die auftretende Integration erleichtert. Die auftretenden Resultate beziehen sich daher auf eine Erde ohne geologische Störungen. Nichtsdestoweniger scheinen die Resultate von einigem hievon unabhängigen Werte zu sein, insofern andere einzuführende Dichtigkeitsgesetze wol die abgeleiteten Zahlenwerte, nicht aber derer Natur und den Verlauf der ganzen Erscheinung beeinflussen. Ja es kann das hingeschriebene Integral 3) selbst in dem Falle ausgewertet werden, wenn in einzelnen Punkten des Bebegebietes Fortpflanzungsgeschwindigkeit, bezüglich Brechungsindex numerisch gegeben wären.

Auch auf experimentellem Gebiete gibt es hier noch Manches zu tun; besonders Bestimmungen von Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen in heterogen geologischem Boden und beim Uebergange vom Festlande zum Meere wären erwünscht.

Laut dem ROCHE-schen Gesetze wird der Brechungsindex in der Entfernung  $\rho$  vom Erdmittelpunkte

$$n^2 = 1 + \frac{\mu}{1-\alpha} - \frac{\alpha\mu}{1-\alpha} \rho^2 \quad 6)$$

wenn man von dem NEWTON'schen Satze der konstanten specifischen brechenden Kraft ausgeht und diese für die Erdoberfläche mit

$$\mu = n_1^2 - 1$$

bezeichnet.

Da die konstante  $\alpha$  nahezu  $3/4$  beträgt, so mag in den Rechnungen mit genügender Genauigkeit

$$n^2 = 1 + 4\mu - 3\mu\rho^2 \quad 7)$$

gesetzt werden.

Ist das Centrum des Bebens punktförmig, und wirkt auf dasselbe weder die Axendrehung, noch die sphærodische Gestalt der Erde, so pflanzt sich das Beben in elliptischen Stralen fort. Die gemeinsamen Mittelpunkte der Stralen (Fig. 1.) fallen mit dem Mittelpunkte  $O$  der Erde zusammen;  $C$  ist der punktförmige Herd des Bebens,  $E$  demnach das

Epicentrum und  $CE$  die Axe des Erdbebens. Hyperbolische Stralen kommen nur unter der unnatürlichen Voraussetzung zu Stande, dass der Brechungsindex der Erdkruste im Allgemeinen von Innen nach Aussen wächst, demnach die brechende Kraft negativ wäre. Schichtenstörungen mögen natürlich den Stralen auf kürzeren Strecken hyperbolische Krümmung verleihen. Der gerade, von MALLET angenommene Bebenstral tritt auf, wenn das Brechungsvermögen der Erde Null wird.

Die Dimensionen der Stralenellipsen hängen unter sonst gleichen

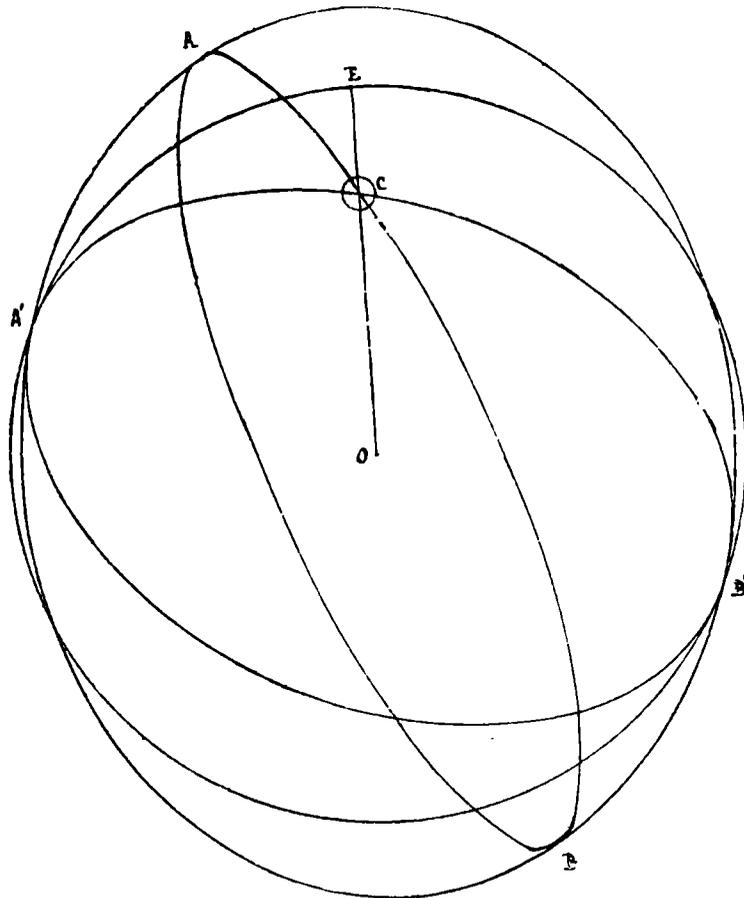


Fig. 1.

Umständen einzig von jenem Winkel ab, den der Erdbebenstral mit der Axe des Bebens, dh. der Verbindungslinie von Herd und Epicentrum, einschliesst. Wächst dieser, so verkleinert sich die grosse Axe der Ellipse und entspricht dieser Winkel  $\eta$  der Gleichung

$$\sin \eta = \frac{n_1}{n_0 \rho_0} \quad 8)$$

in welcher  $n_0$  und  $\rho_0$  bezüglich der Brechungsindex im Herde und dessen Entfernung vom Erdmittelpunkte bedeuten, so nimmt derselbe einen

Grenzwert an in dem Sinne, dass Stralen mit grösserem Neigungswinkel, als dieses  $\gamma$ , ganz im Innern der Erde bleiben. Dieser Winkel bestimmt einen Kegel mit elliptisch gekrümmten Mantellinien, dessen Spitze im Herde des Bebens liegt, und dessen Axe mit der Erdbebenaxe zusammenfällt. Alle Stralen, welche innerhalb dieses Kegels liegen, sind an der Erdoberfläche fühlbar und treten in die Luft über. Da jedoch die Brechungsverhältnisse der Atmosphäre durch die astronomische Stralenbrechung gegeben sind, so kann das Beben auf dem absteigenden Aste der Ellipse die Erdoberfläche nicht mehr treffen, sondern wird, wie etwa das Licht, unbedingt in den Weltraum hinaus gebrochen. Die ausserhalb des elliptischen Kegels liegenden Stralen bleiben hingegen vollständig im Innern der Erde und vollführen kreis- oder ellipsenförmige Umläufe, bis die lebendige Kraft der Bewegung nicht völlig absorbiert wird. Der Verlust der Energie ist natürlich auch hier nur ein scheinbarer, Bebenenergie geht in eine andere Form der Energie über. Es ist daher ein naheliegender Gedanke, dass diese durchaus endogenen Beben, die auf der Erdoberfläche nicht verspürt werden, und die für sich *nicht* auftreten können, jene Massenumlagerungen verursachen, oder wenigstens vorbereiten, welche nach der übereinstimmenden Ansicht der Astronomen und Geophysiker Ursache der Breiteschwankungen sind. Wäre diese Ansicht begründet, so müsste zwischen den Perioden beider Erscheinungen eine, wenn auch entfernte Verwandtschaft bestehen. Zu meiner Freude teilt Dr. ODDONE, der gelehrte Direktor des geophysikalischen Observatoriums zu Pavia dieselbe Meinung.

Die Apexe aller aus demselben Herde hervorgehenden elliptischen Stralen werden von einer ovalen Fläche, deren Meridianschnitt (Fig. 1)  $AA'BB'$  ist eingehüllt. Dieselbe schneidet die Erde in zwei auf die Bebenaxe senkrechte Parallelkreise, so dass der um das Epicentrum und dessen Antipodenpunkt gelegene Theil sich über die Erde erhebt, während die Aequatorzone derselben innerhalb der Erde verbleibt. Die Figur zeigt sonach auf den ersten Blick, welche Stralen auf der Erde fühlbar werden und welche die Oberfläche überhaupt nicht erreichen. Die Gleichung der interessanten Enveloppe lautet:

$$2 \frac{a^2}{\rho_0^2} \left( 1 - \frac{a\mu}{1-a+\mu} a^2 \right) = 1 + \left( 1 - \frac{2a\mu}{1-a+\mu} a^2 \right) \cos 2\varphi,$$

wenn  $a$  die halbe grosse Axe und  $\varphi$  den Winkel dieser Axe mit der Axe des Bebens bedeutet. Mit Hinweis auf den Wert der Grösse  $a$  kann diese Gleichung mit genügender Genauigkeit auch in der Form

$$2 \frac{a^2}{\rho_0^2} \left( 1 - \frac{3\mu}{1+4\mu} a^2 \right) = 1 + \left( 1 - \frac{6\mu}{1+4\mu} a^2 \right) \cos 2\varphi$$

geschrieben werden.

Verbindet man alle Apexe jener die Erdoberfläche gerade berührender Stralenellipsen, welche unter dem Winkel  $\varphi$  die Bebenaxe verlassen, so erhält man einen Kreis, welcher die Grenzkurve des Bebengebietes darstellt. Der sphärische Radius  $\rho$  dieses um das Epicentrum beschriebenen Kreises ist aus der Gleichung

$$\operatorname{tang}^2 \varphi = \frac{1 - \rho_0^2}{w \rho_0^2 - 1}, \quad 9)$$

zu berechnen, wo

$$w = \frac{a\mu}{(1-a)(1+\mu)}, \quad 10)$$

oder etwas einfacher

$$w = \frac{3\mu}{1+\mu} \quad 11)$$

zu setzen ist.

Die Discussion der Abmessungen der Stralenellipsen führt zu dem interessanten und unerwarteten Resultate, dass die grösste Tiefe des Erdbebenherdes bei verhältnissmässig kleinstem Schüttergebiete bis zu 1170 Km sinken kann. Die Wirkung eines solchen Bebens würde nur innerhalb einer Kalotte von  $30^\circ$ , also auf  $\frac{1}{15}$  der Erdoberfläche fühlbar sein, während das grosse Lissaboner Beben etwa  $\frac{1}{13}$  der Erdoberfläche in Mitleidenschaft zog. Die nähere Untersuchung der Ellipsen zeigt übrigens, dass in besonders günstigem Falle die Tiefe des Herdes

$$\rho_0 = \sqrt{\frac{1}{a} - 1} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

dh. volle 2700 Km betragen kann, ohne dass das Beben auf der ganzen Erde verspürt werden könnte. Meinem Kritiker muss ich wiederholt betonen, dass die Theorie diese ungewohnt grossen Tiefen durchaus nicht fordert, sondern nur deren Möglichkeit zulässt.

Ein wichtiges und besonders wertvolles Element der Beben ist der Emersionswinkel, dh. die Erhebung des Erdbebenstrales über den Horizont des Beobachtungsortes. Dieser bestimmt die vertikale und horizontale Componente des Bebens. Beträgt die Intensität  $i$ , deren beide Componenten  $i_v$  und  $i_h$ , und ist der Emersionswinkel  $e$ , so hat man

$$i_v = i \sin e; \quad i_h = i \cos e. \quad 12)$$

wobei natürlich die horizontale Componente längs des durch das Epicentrum gehenden grössten Kreises gezählt ist. Diese kann endlich in eine Nord- und Ostcomponente zerlegt werden, und diese sowol, als die Vertikal Componente wird von den modernen Seismometern angegeben, wenn auch die Proportionalitätsfaktoren der Intensitätsangabe für die vertikale und horizontale Componente andere sind. Ist  $\lambda_0$  und  $\beta_0$  Länge und Breite des Epicentrums,  $\lambda$ ,  $\beta$  die geographische Lage des Beobachtungsortes, so erhält man in

$$\sin a = \sin (\lambda - \lambda_0) \frac{\cos \beta_0}{\sin \varphi} \text{ und } \cos a = \frac{\cos \varphi \sin \beta - \sin \beta_0}{\sin \varphi \cos \beta} \quad 13)$$

das von Norden aus gezählte Azimuth des Stosses, und sonach in

$$i_n = i \cos e \sin a \text{ und } i_e = i \cos e \cos a \quad 14)$$

die Nord- und Ostcomponente der Intensität.

In der Entfernung  $\varphi$  vom Epicentrum ist der Emersionswinkel durch die elegante Gleichung

$$\rho_0^2 [\cos^2 (\varphi - e) + \mu^2 \sin^2 \varphi] = \cos^2 e \quad 15)$$

gegeben, die zugleich auch die Gleichung der Coseiste, sämtlicher Punkte gleichen Emersionswinkel darstellt. Für die Begrenzung des Schüttergebietes wird  $e=0$ , insofern der Apex der die Erdoberfläche gerade berührenden Ellipse mit dieser parallel verläuft. Hiedurch fällt man wieder auf die schon unter 9) gegebene Gleichung. Ist die brechende Kraft  $\mu$  der Erde Null, so wird  $w=0$  und die Tiefe des Herdes ist durch

$$\rho_0 = \frac{\cos e}{\cos (\varphi - e)},$$

gegeben, wie in der MALLETT-schen Hypothese, wenn die Krümmung der Erdoberfläche in Betracht gezogen wird. Welches immer auch der Emersionswinkel sein mag, in kleinen Entfernungen vom Epicentrum wird sich  $\rho_0$  stets nur wenig kleiner als 1 ergeben, und daher konnte MALLETT schon aus theoretischen Gründen nur zu sehr geringen Tiefen gelangen.

Die Gesamtheit aller jener Punkte, welche der Stoss in derselben Zeit erreicht, bilden die Wellenfläche, und deren Schnittkurve mit der Erdoberfläche ist die Homoseiste. Die Wellenfläche (Fig. 2) ist eine zweischalige transcendente Rotationsfläche um die Nebenaxe. Die eine Schale ist eine bei geeigneter Wahl der charakteristischen Constante der Erdoberfläche naheliegende Fläche, welche dieselbe in zwei, auf der Verbindungslinie von Herd und Epicentrum senkrecht stehende Parallelkreisen schneidet. Die andere Schale ist offen und teilweise imaginär und ohne physikalische Bedeutung.

Die Gleichung der Homoseiste ist zwar sehr verwickelt, kann aber, — wie in der Folge dargetan werden soll — in für numerische Rechnung sehr bequeme Reihenform gebracht werden.

Bedeutet  $T$  die Zeit, unter welcher der Stoss bei der Oberflächen-  
geschwindigkeit  $v_1$  vom Herde der Erschütterung zu einem vom Epicen-

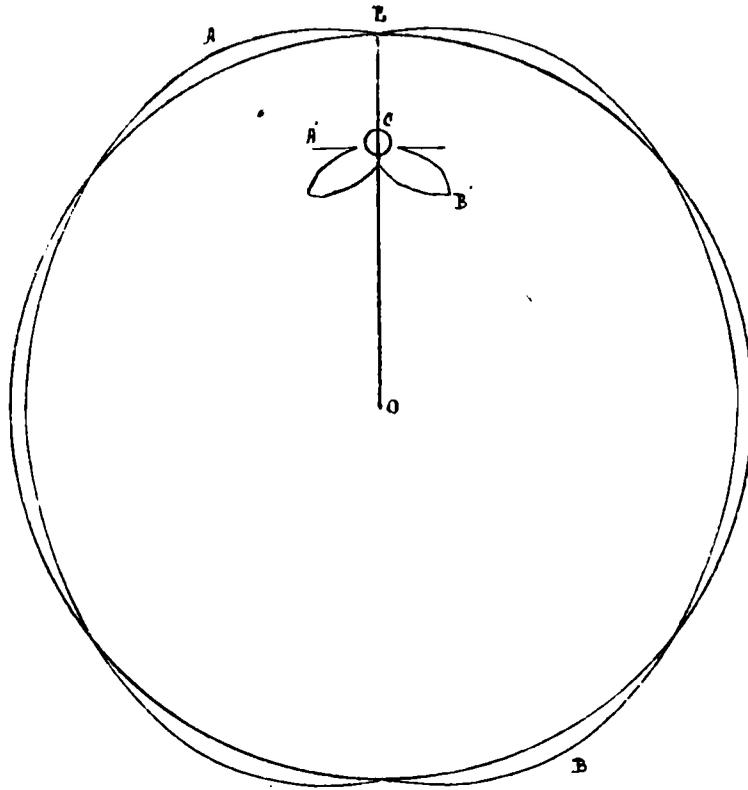


Fig. 2,

trum um den Bogen  $\varphi$  des grössten Kreises abstehenden Punkt gelangt, und ist

$$q = \frac{a\mu}{1-a+\mu} \quad 16)$$

oder nahezu

$$q = \frac{3\mu}{1+4\mu} \quad 17)$$

eine nur von der brechenden Kraft der Erdoberfläche abhängige konstante, die — weil  $\mu$  zwischen 0 und  $\infty$  liegt, der Ungleichheit

$$\frac{3}{4} > q > 0 \quad 18)$$

Genüge leistet, so wird aus 1) oder 2):

$$T = \int_{e_0}^1 \frac{ds}{v} \quad 19)$$

oder ausgerechnet :

$$T = \frac{1}{v_1} \left\{ \frac{1}{2} \sin e - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1 - q\rho_0^2}{1 - q} - \cos^2 e} + \frac{1}{4\sqrt{q(1-q)}} \left[ \arcsin \frac{2q-1}{\sqrt{1-4q(1-q)\cos^2 e}} - \arcsin \frac{2q\rho_0^2-1}{\sqrt{1-4q(1-q)\cos^2 e}} \right] \right\}. \quad 20)$$

worin, wie früher,  $e$  den Emersionswinkel bedeutet.

Bezeichnet man die Zeit, unter welcher der Stoss vom Herde bis zum Epicentrum gelangt, mit  $T_0$ , so erhält man diese aus 20), wenn  $e=90^\circ$  gesetzt wird. Es ist sohin

$$T_0 = \frac{1}{v_1} \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1 - q\rho_0^2}{1 - q}} \rho_0^2 + \frac{1}{4\sqrt{q(1-q)}} [\arcsin(2q-1) - \arcsin(2q\rho_0^2-1)] \right\}. \quad 21)$$

Der Unterschied beider Zeiten,

$$T - T_0 = t \quad 22)$$

ist offenbar der Zeitunterschied, um welchen ein vom Epicentrum um den Bogen  $\varphi$  des grössten Kreises abstehender Punkt den Stoss später verspürte, als das Epicentrum.  $t$  ist daher durch Zeitbeobachtungen unmittelbar gegeben.

Die für  $t$  abgeleitete Gleichung ist nicht nur umständlich, sondern sogar ungeeignet, insofern sie den zumeist unbekanntem Emersionswinkel enthält, statt dessen die vom Epicentrum gezählte kürzeste Entfernung  $\varphi$  eingeführt werden sollte, welche sich aus den geographischen Coordinaten der Orte leicht berechnen oder aus einer Specialkarte direkt entnehmen lässt. Die Elimination von  $e$  kann mit Hilfe der Gleichung 15) der Coseiste bewerkstelligt werden. Es ist nämlich wegen 16) und 10)

$$w = \frac{q}{1-q}, \quad 22)$$

und somit nach 15):

$$\text{tang } e = \frac{1}{\rho_0 \sin \varphi} \left\{ \sqrt{1 - q - q\rho_0^2 - q^2\rho_0^2 \cos^2 \varphi} - (1 - q)\rho_0 \cos \varphi \right\} \quad 23)$$

Aus dieser Gleichung muss  $\sin c$  und  $\cos e$  berechnet und in die Ausdrücke für  $T$ ,  $T_0$  eingestellt werden. Die Resultate sind natürlich äusserst verwickelt und haben noch den für numerische Rechnungen schwerwiegenden Nachtheil, dass verhältnissmässig kleine Grössen als Unterschiede grosser Zahlen hervorgehen, so dass selbst die Anstrengung geringerer Genauigkeit des Rechnen mit vielstelligen Zahlen erforderte, was der Exaktheit sismischer Beobachtungen durchaus nicht entspricht.

Da jedoch  $q$  stets ein echter Bruch ist, und der Erdbebenherd gewöhnlich nahe zur Erdoberfläche liegt, so dass nahe  $\rho_0=1$  oder  $1-\rho_0$  ein ebenfalls kleiner Bruch wird, so lässt sich die Gleichung der Homoseiste in eine rasch convergirende Reihe entwickeln.

Schon die blosse Betrachtung der Wellenfläche (Fig. 2) deutet auf einige interessante Eigenschaften der Beben. Der Erdstoss wird in demselben Momente sowol im Epicentrum, als in dessen Antipodenpunkte gefühlt, und zwar um beide Punkte innerhalb einer Calotte, welche durch die Nullcosiste gegeben ist. Beide Calotten trennt eine äquatoreale Zone, innerhalb deren das Beben nicht verspürt werden kann.

Alle ganz im Inneren der Erde gelegenen vollen Ellipsen durchläuft der Stoss in derselben Zeit,

$$\tau = \frac{\pi}{2v_1} \frac{1+\mu-a}{\sqrt{a\mu(1+\mu)(1-a)}} \quad (24)$$

was auch immer der Ort des Herdes und die Dimensionen der Ellipsen sein mögen. Setzt man beispielsweise  $v_1=637$  m, also  $\frac{1}{10,000}$  des Erdradius, so werden die beiden möglichen Minime von  $\tau$  für  $\mu=\frac{1}{2}$  und  $\mu=\infty$  bezüglich

$$\tau_1=8^h43^m36^s \text{ und } \tau_2=10^h4^m30^s.$$

Da auf diese Weise die endogenen Beben ungetrennt verlaufen, so teilt sich ihre Energie nicht, und die Möglichkeit der hiedurch ausgelösten Massenumlagerungen wird noch erhöht.

Das wichtigste Resultat ist jedoch, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit durchaus nicht als Quotient von Entfernung und Zwischenzeit berechnet werden darf. Dies führt in jedem Falle zu grossen Geschwindigkeiten, besonders um das Epicentrum herum, was aus Fig. 2 unmittelbar zu ersehen ist. Wird doch der Punkt  $A$  der Wellenfläche, welcher von dem Herde  $C$  entschieden entfernter liegt, als das Epicentrum, in derselben Zeit getroffen, wie dieses. In einem gelegentlich berechneten Zahlenbeispiele wurde die Oberflächengeschwindigkeit zu 637 m angenommen. Damit ergibt sich als Quotient von Entfernung und Zeitunterschied in nächster Nähe des Epicentrums die «scheinbare» Geschwindigkeit von

7000 m. Aus diesem Grunde halte ich auch die Geschwindigkeit von über 5000 m des Charlestoneer Bebens für zu hoch gegriffen. Dieser Uebelstand scheint schon lange bekannt zu sein und REBEUR-PASCHWITZ behauptet schon mit grosser Zuversicht dass die Fortpflanzung teilweise auch durch das Innere der Erde hindurch geschieht.

Dass aber das Beben auch in dem Antipodenpunkte des Epicentrums fühlbar werden kann, dafür liefern die Beben von West-Argentinien am 27. Oktober 1894 und von Iquique am 10. Mai 1877 Belege. Das erstere wirkte in einer Entfernung von 13,600 km auf das mikroseismische Pendel, das zweite notirte NYRÉN an der Bewegung einer empfindlichen Libelle in Pulkowa in einer Entfernung von 12,560 Km. Die Untersuchung der Intensität legt freilich klar, dass ein im Epicentrum zerstörendes Beben im Antipodenpunkte nur als mikroseismische Bewegung auftritt. Wält man nämlich als Absorptionscoefficient jene Zal, welche nach MALLETT's Beobachtungen des 1857-er neapolitanischen Bebens roh abgeleitet werden kann, so findet man, dass das Antipodenbeben das  $40 \cdot 10^{-30}$ -fache des Epicentrumbebens wird. Wird also hier eine 10 m hohe Granitmauer um 10 cm gehoben, so erhebt sich das Quecksilber eines Barometers im Antipodenpunkte um  $10^{-26}$  mm.

Die Ableitung der geometrischen Elemente eines Bebens ist natürlich eine rein rechnerische Arbeit. Kennt man drei Punkte, deren einer auf einer Homoseiste und zwei auf je einer Koseiste liegen, was die Ableitung am einfachsten gestaltet, so lässt sich die Tiefe des Herdes, der absolute Moment des ersten Stosses, Geschwindigkeit und Brechungsindex an der Erdoberfläche, Elasticitätsmodulus der Erdrinde, Mittelpunktssdichte und der Dichtegradient der Erde bestimmen. Zur Bestimmung der Intensität bedarf es weiterer zwei Punkte je einer Isoseiste, die dann natürlich auch den Absorptionscoefficienten der Erde ergeben. Darnach kann die im Innern der Erde verlorene Energie und die durch das Beben verursachte Schwerestörung berechnet werden, welche letztere als selbstständig beobachtetes Element natürlich von grossem Nutzen sein könnte.

Die Curvensysteme der Beben sind gegen kleine Veränderungen im Werte der angenommenen Constanten sehr empfindlich, und so ist es leicht erklärlich, dass schon eine kleine Variation der Oberflächendichte die sonst allgemein kreisförmigen Homoseisten durch kilometertiefe Ausbuchtungen verzerren. Demzufolge kann die Ableitung der Elemente in viel vollkommenerer Weise vorgenommen werden. Benützt man nämlich nur solche Punkte, welche alle in einem durch das Epicentrum gehenden grössten Kreise liegen, so können die Elemente für die einzelnen Azimuthe gesondert berechnet werden. Es lässt sich so wenigstens in erster Annäherung Grösse und Gestalt des Erdbebenherdes angeben, und die Elemente können als Funktion des Azimuthes dargestellt werden.

Die in kurzen Zügen dargestellte Theorie scheint entschieden mehr auf physikalischem Boden zu stehen, als die Ableitungen von MALLET und SCHMIDT und der einzige Vorwurf könnte sein, dass die Annahme des ROCHE'schen Dichtegesetzes eine nicht genügende Näherung sichert. Dem mag entgegengehalten werden, dass ein vollkommeneres Gesetz die erhaltenen Resultate wesentlich nicht abändern würde. Soll jedoch die Theorie ganz allgemeinen Rechnungen zu Grunde gelegt werden, dann freilich müsste sie in mehr denn einer Richtung vervollkommnet werden.

Zunächst muss die Erscheinung so vollständig beschrieben werden, als es ohne Annahme eines expliziten Dichtegesetzes überhaupt möglich ist. Das ist eine rein analytische, und zwar funktiontheoretische Aufgabe. Sodann muss ein ganz beliebiger Ausdruck der Dichte festgelegt werden, welcher sämtlichen Beben nach Thunlichkeit Genüge leistet, und dessen Coefficienten, aus den Beben selbst hergeleitet, für die geologischen Verhältnisse der Umgebung charakteristisch sind.

Das setzt eine grosse Menge verlässlicher und nach der vorhergehender Theorie bearbeiteter Daten voraus. Nur hiedurch lassen sich jene Fingerzeige entnehmen, die die Theorie in irgend einer Richtung zu vervollständigen erlauben werden.

Die vorliegende Abhandlung ist eine auszugsweise Darstellung meiner oben erwähnten Untersuchung. Die darin abgeleiteten Gleichungen, obwol sachlich richtig, sind für numerische Rechnungen unbequem, und dieser Nachteil zeigt sich am fühlbarsten gerade bei jenem Elemente, das in seismologischer Hinsicht noch am vertrauenswürdigsten ist, der Zeitangabe.

Es wurde daher nötig, die gegebenen Ausdrücke so umzuwandeln, dass sie für die Anwendung nicht nur brauchbar, sondern auch bequem werden. In einer folgenden Mitteilung werden daher Formeln abzuleiten sein, welche fast ebenso bequem sind, wie in der MALLET'schen Theorie, und welche in passende Tafeln gebracht, den Hauptteil der Rechnungen zu umgehen gestattet.

## LITTERATUR.

- (1.) LOEWINSON LESSING: *Kritische Bemerkungen zur Systematik der Eruptivgesteine. — Josefit.* (TSCHERMAKS Mineralogische u. petrographische Mittheilungen. Neue Folge Bd. 19. Heft III.) 1900.

Verfasser unterzieht den, durch Dr. JULIUS SZADÉCZKY in seiner, auf Seite 210 des vorjährigen Bandes des Földtani Közlöny erschienenen Mittheilung «Neues Ganggestein aus ASSUAN» beschriebenen Josefit einer Kritik. Er fasst seine Bemerkungen in drei Punkte und kommt zu dem Schlusse, dass ein neuer Name für dieses Gestein absolut nicht am Orte sei, und dass man den Namen Josefit aus der petrographischen Nomenklatur streichen müsse.

Unter seinen Einwendungen ist die wichtigste die im dritten Punkte angeführte, in welcher angeführt wird, dass die Ergebnisse der chemischen Analyse des Gesteins jenen der mikroskopischen Untersuchung widersprechen.

Diese Bemerkungen jedoch hatte nicht LOEWINSON LESSING zuerst gemacht, denn diese wurden bereits in unserer Gesellschaft nach der Vorlesung dieser Mittheilung von Seite des Dr. FRANZ SCHAFARZIK und Dr. ALEXANDER SCHMIDT aufgeworfen, wie das in den — bloß in ungarischer Sprache verfassten — Protokollen über die abgehaltenen Fachsitzungen, auf S. 66. des 1898. XXVIII. und auf S. 184 des 1899. XXIX. Bandes des Földtani Közlöny mitgetheilt worden ist.

---

# MITTHEILUNGEN DER ERDBEBEN-COMMISSION DER UNG. GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT.

## I.

### ÜBER DAS ERDBEBEN VON VINGA.

VON

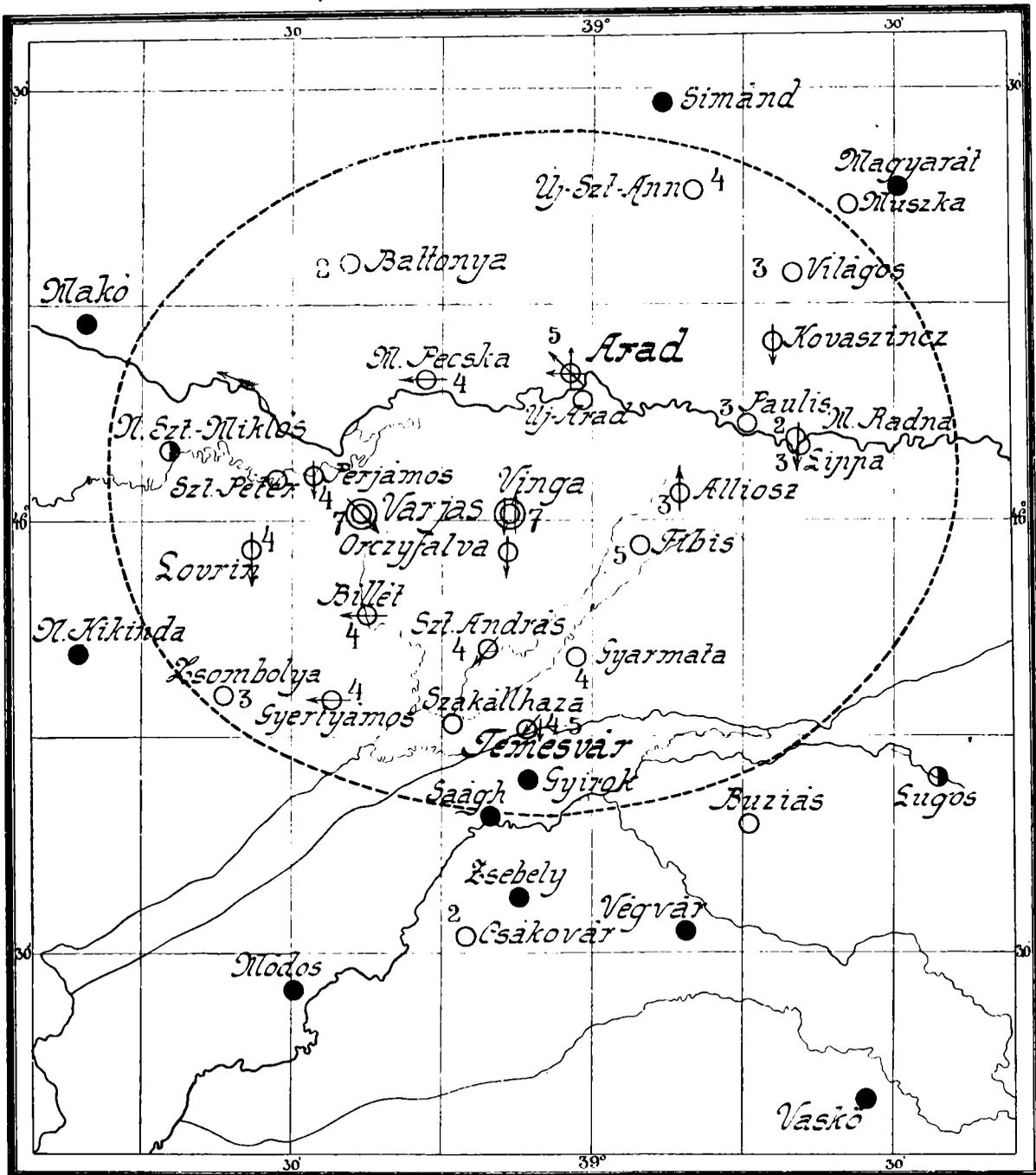
Dr. FRANZ SCHAFARZIK.

Am 29. Jänner 1900 hatten wir in den südlichen Theilen Ungarns ein mittelstarkes Erdbeben zu verzeichnen. Das Erdbeben begann 2<sup>h</sup> 15' Früh mit einem stärkeren Stosse, welcher in den nördlichen Theilen der Comitате Torontál, Temes und Krassó-Szörény, sowie auch jenseits der Maros in den südlichen Theilen der Comitате Csanád und Arad verspürt wurde. Unmittelbar darauf folgten noch ein-zwei schwächere und um 3<sup>h</sup> Morgens ein letzter, abermals etwas stärkerer Erdstoss. Die letztgenannten Stösse aber wurden bloß mehr gegen die Mitte des erschütterten Gebietes zu beobachtet. Die Hauptstösse waren überall von starkem Rombo begleitet und bloß an der Peripherie des Schüttergebietes war die Bewegung eine geräuschlose.

Die Richtung der Erdstösse wurde oft sehr verschieden angegeben, aber so viel ging aus dem eingesendeten Beobachtungsmaterial doch hervor, dass die Erdbebenwellen im Ganzen von centrifugaler Richtung waren. In manchen Fällen wurde, wie dies auch sonst häufig vorzukommen pflegt, die Richtung gerade entgegengesetzt angegeben.

In Bezug auf seine Wirkungen war dieses Beben am stärksten in *Vinga* und *Varjas*, woselbst einige schwach gebaute Schornsteine einstürzten und auch einige Mauerrisse beobachtet wurden. Von diesen Punkten an nach auswärts beschränkte sich die Wirkung des Erdbebens bloß auf die Erschütterung von Fenstern und Glastüren und sonst von leicht beweglichen Gegenständen. Auf Grund dieser Erscheinungen halte ich die Intensität des Erdbebens in der Mitte des Schüttergebietes für 7—6, weiter gegen die Peripherie zu, dagegen stufenweise für 5, 4, 3, resp. dem 2-ten Grade der schweizerischen Skala entsprechend.

Das Schüttergebiet erweist sich im Ganzen genommen annähernd elliptisch, und kann seine grössere Axe von Lippa bis Nagy-Szent-Miklós



Das Schüttergebiet des Erdbebens von Vinga am 29. Jänner 1090. Die weiss-  
 gelassenen Kreise bezeichnen die Orte, an welchen das Erdbeben verspürt  
 wurde, die schwarzen Punkte dagegen jene, von welchen negative Angaben  
 eingelaufen sind. Die Pfeile deuten die angeblichen Richtungen der Bewegung  
 an, die arabischen Zahlen dagegen die Grade der Intensität.

mit 94 Km., die kleinere dagegen von Uj-Szent-Anna bis Saágh mit beiläufig 86 Km. angenommen werden. Längs der Peripherie sind die Beobachtungen schon unsicher und theilweise sogar einander widersprechend, was dem Umstande zugeschrieben werden kann, dass die Erdbeben-Bewegung in dieser Zone bereits im Ersterben begriffen war.

Das Flächenmass des Schüttergebietes betrug ungefähr 3200 □ Km. und was schliesslich die Lage desselben und seine Beziehung zu den nächst benachbarten Gebirgen anbelangt, so können wir auf Grund der Betrachtung der geologischen Karte annehmen, dass das Epicentrum dieses Erdbebens beiläufig an der Kreuzung der arad-hegyaljaer und Marosthal-Rupturen zu suchen sei.

---

-