

wol in Betreff der Fauna als der Flora, die Frage nach der Detailgliederung des Gesamtkomplexes dieser Neogen-Ablagerungen nicht nur nicht vereinfacht, sondern sie wird im Gegentheile nur noch complicirter. Das fortgesetzte Aufsammeln von Petrefacten nach Straßen dürfte uns hierüber voraussichtlich mehr Klarheit verschaffen, wenn hiebei, die von Herrn Herbieh hervorgehobenen häufigeren Störungen der Schichten durch Abrutschungen ins Auge gefasst, mit der nötigen Vorsicht und Sachkenntniss zu Werke gegangen wird.

Jedenfalls aber wird es noch sehr sorgfältiger und ziemlich umfassender Studien bedürfen, um in den beregten Fragen sich ein verlässliches Endurteil gestatten zu können.

Über Drehungserscheinungen beim Erdbeben von Agram 1880.

Von B. v. Inkey.

(Vorgetragen in der Sitzung der ungar. geol. Gesellsch. am 9. Febr. 1881.)

Mit 3 Figuren.

Drehungserscheinungen sind fast nach jedem stärkeren Erdbeben beobachtet worden; Gegenstände, die auf einer ebenen und horizontalen Unterlage nur durch die eigene Schwere gehalten, aufruhend, wie z. B. Säulen, Statuen, Grabsteine u. s. w. fanden sich sehr häufig in Folge der Erdbebenstöße theils von ihrem Platze etwas verrückt, theils auch um ihre Axe gedreht. Das am häufigsten genannte Beispiel dieser Wirkung der Erdbeben ist der Obelisk von San-Stefano in Calabrien, und es ist bekannt, dass derartige Erscheinungen als Beweis einer wirbelförmigen Erdbebenbewegung angeführt worden sind, wogegen wieder bemerkt wurde, dass unter gewissen Voraussetzungen jeder einfache Stoss eine Drehbewegung des Körpers bewirken könne.

Das heftige Erdbeben, welches am 9. November 1880. die Stadt Agram und deren Umgegend verheerte, rief auch eine grosse Zahl der genannten Drehungserscheinungen hervor. Dr. Kramberger in Agram war der Erste, der in den Friedhöfen von Agram auf die Drehung zahlreicher Grabsteine aufmerksam wurde, und von ihm geführt konnten Herr Director M. v. Hantken und ich viele derselben constatiren und vermessen. Es fiel uns dabei sogleich auf, dass der Sinn der Drehung fast ausnahmslos dem Gange des Uhrzeigers entgegengesetzt, oder von N. nach W. sei.

Als ich im weiteren Verlaufe meiner Reise nach Sv.-Ivan, circa 25 Kilometer NO von Agram, an der Strasse nach Varasdin gelegen kam, fand ich auf dem Kirchhofe des Ortes dieselben Drehungserscheinungen an Grabsteinen wieder, allein hier zeigte sich der Sinn der Drehung gerade entgegengesetzt, von N. nach Ost gerichtet. Nebenbei bemerkt, bietet der Ort ebenso starke Spuren der Zerstörung wie Agram dar und darf überhaupt nahezu als der nordöstlichste Punkt des Gebietes stärkster Wirkung angesehen werden, sowie Agram wohl dessen südwestlichem Rande nahe liegt.

Da ich im Folgenden bemüht sein werde, die am meisten zutreffend erscheinende Erklärung der Drehungen zu entwickeln, mich aber, ohne Zuhilfenahme bildlicher Darstellung schwer auf die Beschreibung der einzelnen Fälle einlassen kann, so mag es hier genügen, nebst dem schon erwähnten Umstande gleichsinniger Drehung für jeden der genannten Orte, noch darauf hinzuweisen, dass sich die Erscheinung an Grabsteinen verschiedenster Form, sowohl an ganz regelmässigen Säulen und Prismen, als auch an schiefen Pyramiden und Obelisken zeigte, und dass bei letzteren die Stellung nach der Himmelsrichtung, also die relative Lage des Schwerpunktes zum Mittelpunkt der Basis keinerlei Einfluss auf den Sinn der Drehung gehabt zu haben scheint, da dieser an den verschieden gestellten Grabmonumenten doch stets der gleiche war. Den Betrag der Drehung fand ich von 1° bis 29° und häufig waren die Fälle, in welchen von mehreren übereinander liegenden Theilen jeder über den unteren gedreht war. Fast ausnahmslos war mit der Drehung gleichzeitig eine grössere oder geringere seitliche Verschiebung verbunden.

Von den Ausnahmefällen entgegengesetzter Drehung fand ich selbst einen einzigen, auf dem Georgi-Friedhofe in Agram; hier war ein kubisch gestalteter Grabstein, der ein steinernes Kreuz getragen hatte, um einige Grade von N nach O gedreht worden, wobei das Kreuz an seiner Basis abbrach und herunterstürzte; da jedoch das Grabmal an einer steilen Böschung stand und in Folge von Senkung der Grundstein wohl nicht mehr die horizontale Lage hatte, so mag sich diese Abweichung daraus erklären lassen. Herr von Hantken hat aber später noch einige Fälle entgegengesetzter Drehung aufgezeichnet, die sich vielleicht zum Theil der zu entwickelnden theoretischen Erörterung einfügen lassen.

Die mechanische Erklärung der Drehungserscheinungen bei Erdbeben ist zuerst von Mallet (Transactions Roy. Irish Acad. XXI. 1846) entwickelt worden; eine kurze Wiederholung seiner Sätze findet sich in seinem grossem Werke über das Erdbeben von Neapel (I. B.

p. 376). Da mir nur das letztere Werk zugänglich war, sei es gestattet seine Beweisführung, etwas eingehender als sie dort gegeben wird, zu wiederholen.

Wird die Unterlage eines Körpers, der nach der obigen Annahme, frei auf horizontaler Basis steht, von einem seitlichen Stoss (P in Fig 1.) berührt, so wird die Stossbewegung vermöge der Reibung auf den aufruhenden Körper übertragen, d. h. sie greift denselben an der Berührungsfläche von Unterlage und Körper in horizontaler Richtung an und lässt sich ihr Angriff in einem Punkte N , dem Mittelpunkt (genauer gesagt dem Schwerpunkt) der Basisfläche concentrirt denken. Der Stossbewegung gerade entgegen wirkt in dem Körper die Kraft der Trägheit, deren Angriffspunkt in den Schwerpunkt (S) des Körpers gedacht werden kann. Es treten demnach hier zwei gleiche entgegengesetzt wirkende, parallele Kräfte mit nicht gemeinsamen Angriffspunkt, also ein sog. Kräftepaar $+P$ und $-P$ auf, welches den Körper der Stossrichtung entgegen umzustürzen strebt. Die Drehungsebene dieses Kräftepaares wird durch die Lage, des Schwerpunktes, des Basismittelpunktes und der durch letzteren gelegten Stossrichtung bestimmt; sie ist also immer vertical, wenn die beiden genannten Punkte in eine Verticallinie fallen, was bekanntlich bei regulären homogenen Körpern stets der Fall ist. Ist der Körper jedoch so beschaffen (z. B. eine schiefe Pyramide), dass sein Schwerpunkt nicht vertical über den Basismittelpunkt zu liegen kommt, so kann natürlich durch diese Punkte nur eine Verticalebene gelegt werden und jede Stossrichtung, die nicht mit derselben zusammenfällt, erzeugt ein in einer geneigten Drehebene wirkendes Kräftepaar. Da sich aber das eine solche durch zwei andere, ein vertical und ein horizontal wirkendes Kräftepaar ersetzen lässt, so erleidet der Körper in diesem Falle nicht bloss eine Kippung, sondern auch eine Drehung um eine verticale Axe.

Sonach kann ein einzelner Stoss nur dann eine horizontale Drehung hervorrufen wenn 1. der Schwerpunkt des Körpers nicht vertical über dem Basismittelpunkt liegt und 2. die Stossrichtung nicht mit der durch jene Punkte gelegten Verticalebene zusammenfällt. Es versteht sich, dass die Drehung von links nach rechts erfolgt, wenn der Schwerpunkt rechts von der durch den Mittelpunkt gehenden Stossrichtung liegt und umgekehrt.

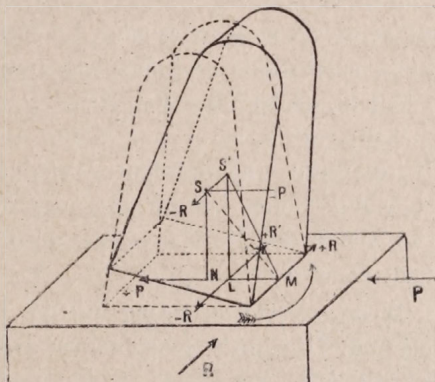
Es unterliegt keinem Zweifel, dass ein grosser Theil der Drehungserscheinungen auf die angegebene Weise entsteht, da die Excentricität des Schwerpunktes ein häufiger Fall ist. Man hat sich auch meistens mit dieser Erklärung begnügt, allein schon Mallet fand dieselbe

ungenügend, als es sich (bei der Certosa von Padula) um einen Fall handelte, wo, ähnlich wie in unserem Falle, eine grosse Zahl von verschieden geformten und gestellten Gegenständen eine auffallende Uebereinstimmung der Drehungsrichtung zeigte; denn es wäre doch kaum vor auszusetzen dass bei allen diesen Körpern der Schwerpunkt auf dieselbe Seite von der durch den Basismittelpunkt gelegten Stossrichtung fiele.

In solchem Fällen sind, nach Mallet, zwei aus verschiedenen Himmelsrichtungen rasch aufeinanderfolgende Stösse im Spiel.

Der erste Stoss bringt dann in allen dazu geeigneten Körpern die für den ersten Fall gültigen Bedingungen hervor, indem er sie auf die der Stossrichtung zugekehrte Basiskante stellt. In diesem Augenblicke bildet dann die Kante allein die Stütze des Körpers und der Schwerpunkt muss, wofern der Körper nicht dem völligem Umkippen ausgesetzt sein soll, jenseits dieser Stützlínie liegen. Tritt nun, in diesem Augenblicke ein zweiter Stoss (R) aus einer anderen Himmelsrichtung, etwa rechtwinklig zur ersten Stossrichtung ein, so findet er alle nicht völlig umstürzenden Körper unter den für den ersten Fall gültigen Bedingungen, d. h. bei allen liegt der Schwerpunkt (S') nicht vertical, sondern in Bezug auf die neue Stossrichtung zur selben Seite von dem Mittelpunkte (M) der zeitweilen Stützlínie.

Fig. 1.



Es entsteht sonach das Kräftepaar $+R - R$, dessen Drehenebene um den Winkel $S'ML$ gegen die Ebene geneigt ist. Verbindet man den Punkt L , die Horizontalprojection des Schwerpunktes mit S' und mit M , und lässt in L zwei gleiche entgegengesetzte Kräfte $+R'$ und $-R$, die mit R gleich und parallel sind, angreifen, so erhält man zwei neue Kräftepaare: $+R - R'$ und $+R' - R$, welche, da

$$(S'M)^2 = (S'L)^2 + (LM)^2$$

$$\text{und } R (S'M)^2 = R (S'L)^2 + R (LM)^2$$

für das ursprüngliche Kräftepaar eintreten können.

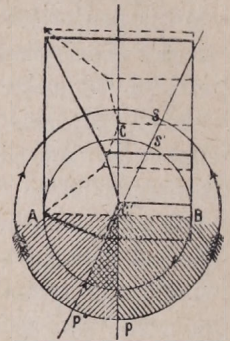
Unter dem Einflusse von $+R - R'$ mit dem Drehmomente $R.LM$ erhalten die Körper eine Horizontalrotation, deren Sinn, nach dem Obengesagten für alle derselbe und zwar, wie leicht einzusehen,

der Drehung der Stossrichtung entgegengesetzt ist. Kam z. B. der erste Stoss aus Ost, der zweite aus Süd, so ist die Drehung des Gegenstandes (wie in der Figur) dem Gange des Uhrzeigers entgegengesetzt; hätte sich die Stossrichtung von Ost nach Nord gedreht, so wäre der Gegenstand in entgegengesetzter Richtung gedreht worden; kurz: die Drehung des Körpers ist der Drehung des Stossazimutes entgegengesetzt gerichtet.

Eine theilweise Beschränkung erfährt diese Regel bei Körpern mit excentrischem Schwerpunkt.

Beistehende Figur, welche die Horizontalprojection eines durch den ersten Stoss P in Schwankung gebrachten Körpers mit excentrischen Schwerpunktslage (S und S') darstellt, zeigt, dass der Körper, so lange die neue Stossrichtung P' nicht überschreitet, in gleichem Sinne wie diese gedreht wird. Der Winkel $PC'P'$, welcher die Grenze dieser widersprechenden Erscheinung bezeichnet, mag wohl nie bedeutend sein (nie bis 90°) und da gleichzeitig der Hebelarm des hier möglichen Kräftepaars nur gering sein kann,

Fig. 2.



so wird diese theoretische Ausnahme in die Allgemeinheit der Erscheinung keine grosse Störung hervorbringen können. Dennoch dürften einige der Agramer Ausnahmefälle sich vielleicht auf diese Erklärung beziehen.

Wenn wir nun in Bezug auf die in Agram sowie in Sv.-Ivan beobachteten Drehungserscheinungen zwischen jenen zwei von Mallet gebotenen Erklärungen zu wählen haben, so müssen wir nach den bereits erwähnten Umständen unbedingt der zweiten den Vorzug geben.

Es braucht wohl nicht betont zu werden, dass man für die zwei, im obigen Beispiele rechtwinklig angenommenen Stöße, auch mehrere unter geringerer Azimutdrehung successive einander folgender Stöße annehmen kann.

Aus dem früher hervorgehobenen Umstand, dass der Sinn der Drehung in Sv.-Ivan und in Agram einander entgegengesetzt ist, folgt nach unserer Annahme, dass die Epicentra der Stöße, welche beide Orte nach einander aus verschiedenen Himmelsrichtungen betroffen haben, sich auf einer Linie, die zwischen beide Ortschaften hindurchstreicht, anreihen müssen; der Oberflächenmittelpunkt des ersten Stosses mag für Agram N , für Sv.-Ivan W gelegen haben, der des zweiten vielleicht mitten zwischen beiden Orten, also Agram NO , Sv.-Ivan

SW, ein dritter noch weiter südöstlich, so dass der Stoss Agram von *O*, Sv.-Ivan von *S* traf.

Wir gelangen auf diese Weise zur Vorstellung einer reihenförmigen Anordnung der Epicentren, eines linearen Epicentrums, wie dies der modernen Auffassung über die Ursache der tektonischen Erdbeben am meisten entspricht. Betrachten wir diese Linie als die Projection einer mehr-minder verticalen Kluft (Verwerfungskluft oder Aufreissungsspalte), so ist es klar, dass jede Erschütterung, die von ihr ausgeht an einem Punkte derselben, dem Orte des geringsten Widerstandes, beginnt und sich in den festen Schichten nach allen Seiten fortpflanzt, während die Erschütterungsursache (z. B. Aufreissung) mit grosser Geschwindigkeit längs der ganzen Linien fortschreitet.

Betrachten wir nun den geologischen Bau der Gegend von Agram und Sv.-Ivan und suchen wir darin nach Andeutungen einer möglichen Stosslinie, indem wir vor Augen halten, dass dieselben zwischen den zwei genannten Orten hindurehstreichen muss, so glaube ich, dass sich eine derartige Annahme ohne vielen Zwang daraus herleiten lässt.

Wie bekannt, streicht nördlich von Agram ein ziemlich steil und hoch ansteigender Gebirgszug in *NO*-Richtung, also fast parallel zur Linie Agram-Sv.-Ivan. Über den geol. Bau desselben berichtet Fötterle *) wie folgt.

„Die Hauptmasse des Gebirges ist krystallinischer Schiefer, Diorit und Dioritschiefer mit krystallinischen Kalkstein und Quarzlagen; an diese schliesst sich ein schmaler Streifen von Werfener Schiefem an; zwischen Sused und Bistra tritt Dolomit in grösseren Massen und bei Oresje Hyppuritenkalk auf

Alle diese höheren Gebirge werden von jüngeren Tertiärbildungen, marinen Sandstein, Leithakalk, Conglomerat und Mergeln, welche den Cerithiensichten entsprechen, gürtelartig umsäumt

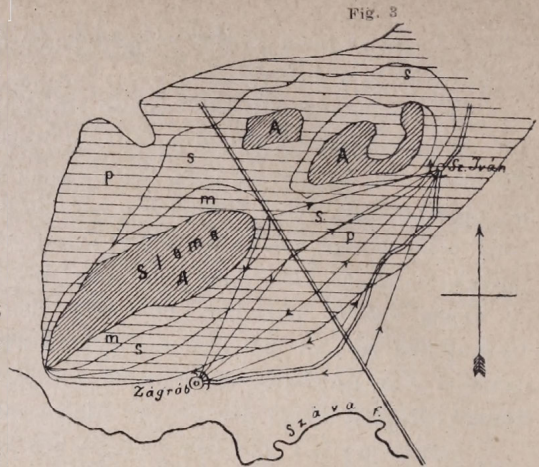
Das flachere Hügelland besteht aus den jüngsten Tertiärgeländen, den Inzersdorfer Schichten.“

In diesem Gesamtbilde kann man die krystallinischen Gesteine mit den triadischen und cretaceischen Gebilden zusammen als Grundgebirge (*A* in Fig. 3.), den mehr deckenförmigen Neogenablagerungen (*m* = mediterrane, *s* = sarmatische, *p* = Inzersdorfer Schichten) gegenüberstellen. Wir erkennen sodann, dass das Grundgebirge in zwei getrennten, von *SW* nach *NO* gestreckten Hauptmassifs zu Tage tritt. Jedes derselben (Sleme Vrh und Drenova Gora) wird von einer schmalen Zone mediterraner Ablagerungen umsäumt, um beide gemeinschaft-

*) Jahrb. der k. k. Reichsanstalt XII. B. Verh. p. 123.

lich aber schlingen sich die Mergel der sarmatischen Stufe, welche auch zwischen Planina und Jakince über den die beiden Grundgebirgsstöcke trennenden Sattel hinwegsetzen.

Sucht man nun mit Hilfe der Angaben, welche diese geologischen Aufschlüsse über den Bau des Untergrundes geben,



nach einer möglichen Stosslinie für das Erdbeben von Agram, so bietet sich vielleicht als die nächstliegende Richtung die Axiallinie der Gebirgshebung, also die Richtung *SW-NO* dar. Allein diese würde unserer obigen Bedingung nicht entsprechen, da sie der Linie Agram-Sv.-Ivan beinahe parallel laufend, beide Orte auf der gleichen Seite liesse und somit für den Gegensatz der Drehungsrichtung an beiden Orten keine Erklärung böte.

Wenn es hingegen gestattet ist, in der geschilderten Unterbrechung des Grundgebirgszuges die Andeutung einer auf das Gebirgsstreichen mehr-weniger senkrecht laufenden Verwerfungsspalte zu sehen, so erhalten wir durch diese Annahme eine Stosslinie, die den Anforderungen des obigen Erklärungsversuches in ausgezeichnete Weise entspricht. Wie aus Fig. 3. ersichtlich, würde nämlich eine derartige Linie die Linie Agram-Sv.-Ivan fast genau in der Mitte schneiden und nahezu senkrecht darauf stehen; sie würde demnach, als Ausgangsort successiver Stöße betrachtet, für jeden der beiden Orte ziemlich gleiche, aber dem Sinne nach entgegengesetzte Wirkungen ergeben, und es bedarf nur noch der erlaubten Annahme, dass das Fortschreiten des Stosscentrums von *NW* noch *SO* erfolgt sei um die Drehungserscheinungen in Agram sowie in Sv.-Ivan nach dem zweiten Falle der Mallet'schen Theorie angezwungen zu erklären. Gesetzt, das Epicentrum des ersten Stosses sei auf der Höhe des Jochüberganges gelegen, so hätte Agram den ersten Stoss aus *NNO* und Sv.-Ivan fast aus *W* bekommen, jeder folgende Stoss hingegen würde in Agram mehr und mehr als von *O*, in Sv.-Ivan von *S* herkommend verspürt worden sein.

Über die thatsächliche Stossrichtung habe ich nun sowohl in Agram, als in Sv.-Ivan sehr widersprechende Angaben erhalten. Die

Zusammenstellung sämtlicher diesbezüglicher Daten steht von anderer Seite in Aussicht; einstweilen darf ich wohl daran erinnern, dass gleich nach der Catastrophe sowohl in den Zeitungsberichten, als in den mündlichen Aussagen die Bezeichnung „wirbelförmige Bewegung“ immer und immer wiederkehrte. Dieser Ausdruck scheint in neuerer Zeit von Fachmännern geflissentlich gemieden zu werden; ich meinerseits finde keinerlei Schwierigkeit seinen Gebrauch auf das subjective Gefühl, welches die rasche Drehung des Stossazimuthes im Beobachter erzeugen muss, zurückzuführen.

Noch sei bemerkt, dass die oben supponirte Epicentrenlinie das Gebiet der stärksten Erdbebenwirkung mitten durchschneidet, ja, dass sie geradezu als die kleine Axe einer Ellipse angesehen werden kann, welche das pleistoseiste Gebiet abgränzt.

Beitrag zur Foraminiferen Fauna der Rákoser (Budapest) Ober-Mediterran Stufe.

Von August Frauzenau.

(Vorgetragen in der Sitzung der ung. geol. Ges. am 9. Februar 1881.)

Tafel III.

Zwischen der Kőbányaer und Rákoser Station der ung. Staats-Eisenbahn in der Nähe des mit Nr. 4 bezeichneten Wächterhauses dem Schienenweg entlang befindet sich der Ort von wo im Jahre 1877 das Material zum Ausbaue der Verbindungsbahn gewonnen wurde. Nach Abtragung der Höhe wurde der unter dem Cerithiumkalk liegende versteinungsreiche ober Mediterrane-Kalk angetroffen.

Der mit der Durchführung der Arbeit betraute Ingenieur war der erste, der Herrn Dr. Vincenz Wartha von diesen Orte Versteinerungen sandte, welcher sodann das Material mit Bezeichnung des Fundortes Herrn Ludwig Lóczy, respective dem National-Museum überliess.

Herr Prof. Dr. Josef Szabó war der erste, der den Fundort näher beschrieb ¹⁾, wo angeführt wird, dass durch ihm viele schöne Pecten, Ostreen, Echinodermen und Crustaceen gefunden wurden und dass er sich nach Munier-Chalmas's Bestimmungen im geologischen

¹⁾ In dem von Dr. Géza Dulácska und Dr. Julius Gerlóczy redigirten Werke: „Budapest és környéke természetrajzi, orvosi és közművelődési leírása.“