

Schwerpunkt der vulkanischen Tätigkeit von der Nordseite des Rhodope-Massives auf dessen Westseite. In diesem selbst scheint sie im wesentlichen alttertiär zu sein. Jedoch ist unsere Kenntnis von der Tektonik dieses Gebietes trotz der verdienstlichen Arbeiten von G. Bončev¹⁾ noch sehr gering, und eine systematische, geologische und morphologische Erforschung des Rhodope-Massives erscheint auch von allgemeinem Interesse geboten. Handelt es sich doch darum, festzustellen, welche Rolle die vulkanische Tätigkeit in einem Gebiete gespielt hat, das mitten im Bereiche der jungen Faltung gelegen ist; denn ebenso wie das pelagonische Massiv und das Kristalline des Zentralbalkan wird das Rhodope-Massiv von jungen Faltenzügen umklammert. Darauf hat Čvijić 1903 nachdrücklich hingewiesen. Daß es sich daher nicht stabil erhalten hat, hat er bereits 1901 gezeigt²⁾, und wenn seine Bewegungen heute anders gedeutet werden, als damals angenommen wurde, wenn wir mehr von einer Großfaltung sprechen, die es erfahren hat, und weniger von Einbrüchen, die in seiner gehobenen Masse erfolgten, reden, so bleibt als Kernpunkt der Frage doch immer: Welche Rolle spielten die vulkanischen Vorgänge, waren sie bloße Folge der Bewegungen, oder sind sie ursächlich mit ihnen verknüpft?

Der tiefgreifende Unterschied zwischen den balkanischen Massiven und den mittel- und westeuropäischen liegt auf der Hand. Diese sind dem alpinen Faltungsgürtel vorgelagert, jene sind in ihn einbezogen. Aber hier wie da erscheinen die Massive als Hebunggebiete.

Die Ausführung der Kluftrichtungsmessung.

Von Dr. Josef Stiny, Wien, Technische Hochschule.

(Mit Abbildung.)

In den letzten Jahren ist die Anteilnahme der Geologen an den Gesteinsklüften nach langer Zeit verhältnismäßiger Nichtbeachtung

¹⁾ Petrographische Studien in den östlichen Bergfüßen des Rhodope. Universitetski Godišnik Nr 18. 1920/21. Sofia. Grundzüge der Petrographie des Bezirks Kirdalji, Sbornik bulgarskata Akademija XVI. 1921. Die Gesteine und Mineralien im Bezirk Mastanla (Bulgarien). Spisanie bulg. Akademija. XXVIII. 1923. Alles bulgarisch mit deutscher Inhaltsangabe.

²⁾ Die tektonischen Vorgänge in der Rhodope-Masse. Sitzber. K. Akad. d. Wissensch. Math. nat. Kl. 110. Abt. I. S. 409.

von neuem wieder erwacht und hat eine noch immer anschwellende Flut von Veröffentlichungen über die Entstehung und die Rolle der Klüfte hervorgerufen. Ich darf das hierher gehörige Schrifttum als bekannt voraussetzen. Wenig ist dagegen noch über die rein technische Art der Ausführung der Kluftrichtungsmessung mitgeteilt worden. Es ist deshalb wohl gerechtfertigt, wenn ich im Nachstehenden berichte, in welcher Weise ich seit Jahren die Ergebnisse der Gesteinsklüftrichtungsmessung auswerte. Vielleicht finde ich unter den Jüngeren der Geologen einige Nachfolger, ganz gewiß aber wird es an Fachgenossen nicht fehlen, welche das Verfahren verbessern und ausbauen; mir genügt es, eine Anregung gegeben zu haben.

Vor allem hat meiner Meinung nach die Kluftrichtungsmessung nur Wert, wenn auf engbegrenztem Raum — z. B. in einem Steinbruche, auf einer Felswand — tunlichst viele Klüfte gemessen werden. Nur so ist ein brauchbarer Mittelwert zu erreichen¹⁾; die menschlichen Sinne sind viel zu wenig scharf, um die Auswahl der Hauptkluftrichtungen nach dem Gefühle an Ort und Stelle zu gestatten und zu erlauben, die Messung auf diese wenigen, nach dem Augenmaße ermittelten Kluftrichtungen zu beschränken. Der Geologe wird daher zu dem zeitraubenden Vorgange der Berechnung des arithmetischen Mittels aus einer größeren Anzahl gemessener Werte greifen müssen; die Ermittlung wird aber wesentlich erleichtert und rascher gestaltet, wenn man im Felde zu zweit arbeitet und sich bei der Hausarbeit vorbereiteter Drucksorten bedient.

Bei der Aufnahme draußen im Felde geht die Erhebung der Kluftrichtungen sehr rasch von statten, wenn der Geologe mit dem Kompass mißt und ein Gehilfe die zugerufenen Worte ins Tagebuch einträgt. Mich unterstützt seit einigen Jahren meine Frau bei den Kluftrichtungsmessungen in einer Weise, für die ich ihr viel Dank schulde. Wo aber diese oder eine ähnliche, vorbildliche Lösung der Frage des Mitarbeiters (z. B. Freund) nicht möglich ist, kann sich die Aufnahme einer bezahlten Hilfskraft sehr wohl verlohnen. Der Aufnahmsgeologe der Gegenwart hat, wenn er wirklich Hervorragendes, die älteren Arbeiten Über-

¹⁾ Vgl. hierzu auch: Stiny, J., Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmsgeologie. Jahrb. d. geolog. Bundesanstalt Wien. 1925. S. 97—127.

treffendes leisten will, auf so viele Dinge zu achten und so viel zu tun und zu schreiben, daß man ihm einen Gehilfen ebensowohl gönnen darf, wie dem vermessenden Ingenieur, dem als Lattenführer in den meisten Fällen noch ein Instrumentenableser beigegeben wird. Man mißt am besten das Einfallen der Klüfte.

Im Tagebuche werden die erhobenen magnetischen Richtungswinkel und die Neigungswinkel der Klüfte in ganz einfacher Weise vermerkt. Man zieht Linienscharen und schreibt in eine Reihe den Betrag des Neigungswinkels, in die zweite den Wert des magnetischen Richtungswinkels. Ein dritter, etwas breiterer Zwischenraum zwischen zwei Liniennimmt Randbemerkungen zur gemessenen Klufft auf.

Man vermerkt hier, ob die erhobene Klufft windschief oder eben verläuft, ob sie weithin streicht oder rasch auskeilt bez. absetzt, ob sie eine Gangfüllung trägt, Rutschstreifen aufweist, ob die Klüfte enge stehen oder weitständig sind usw.; trägt ein Harnisch eindeutige Spuren stattgefunder Bewegungen, so darf man nicht versäumen, ihre Richtung ins Tagebuch einzutragen. Diese Randbemerkungen bilden eine notwendige und unerläßliche Ergänzung der Kompaßmessungen. In manchen Fällen kann es vorteilhaft sein, auch die Schieferungsflächen und Schichtflächen in größerer Zahl einzumessen und, mit der betreffenden Anmerkung versehen, einzuschreiben; dies würde den Anregungen entsprechen, die J. v. Pia neulich gegeben hat¹⁾. Zudem mehren sich die Vertreter der Anschauung, daß die Schichtfugen, Schieferungsflächen usw. auch nichts anderes sind als Klüfte (u. z. Gleitungs-klüfte). Manche Kalke, wie z. B. die Wettersteinkalke und Wettersteindolomite der Villacher Alpe (Dobratsch), lassen unter dem Netze ihrer Klüfte die Schichtung oft nicht erkennen; da wird die Messung aller Ablösungsflächen ohne weiteres zur Notwendigkeit.

Wenn ich empfohlen habe, den räumlichen Verlauf der Rutschstreifen auf den Gesteinsklufftwänden im Tagebuche gewissenhaft zu vermerken, so will ich damit doch nicht dazu verleiten, aus den Richtungsverhältnissen der Rutschrillen, -lappen usw., zu weittragende

Schlüsse zu ziehen. Zwar geben diese Bewegungszeugen über die Richtung stattgefunder Verschiebungen unzweifelhaften und verläßlichen Aufschluß; aber diese Schlüsse gelten nur für den betreffenden, die Bewegungsspuren tragenden und von Klufften begrenzten Gesteinsblock; der benachbarte Felsklotz kann im selben Sinne bewegt worden sein, muß es aber nicht. Man hat mit Recht schon oft darauf hingewiesen, daß sehr deutliche Rutschstreifen schon durch geringfügige Verschiebungen der Gesteinsmassen im Betrage von wenigen Zentimetern hervorgerufen werden können. Nun kann die Bewegung der großen Gesteinsmasse einer ganzen Scholle in ebensoviele Teilbewegungen zerfallen sein, als von Klufften begrenzte Blöcke jetzt vorhanden sind; die Einzelbewegungen werden in vielen Fällen gleichsinnig erfolgt sein; je weitgehender aber die Zerklufftung getrieben ist, oder mit anderen Worten, je mehr die Gesteinsmasse zerdrückt und zertrümmert wurde, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß benachbarte Gesteinsbruchstücke zueinander ungleichsinnige Bewegungen ausführen, indem sie dem sie bedrängenden Drucke einfach nach der Richtung hin ausweichen, wo sie Raum finden. Man findet daher gar nicht so selten bei reger Gesteinszerrüttung im selben Steinbruche, ja auf einer Fläche von wenigen Geviertmetern, Rutschstreifen, die nach allen möglichen Richtungen hinweisen, so zwar, daß fast jeder Block anders bewegt sein muß als sein Nachbar. In anderen Fällen läßt sich der abweichende Verlauf der Rutschstreifen benachbarter Gesteinsklötze auch dadurch erklären, daß Bewegungen in voneinander abweichenden Richtungen n a c h e i n a n d e r erfolgten; dann wird sich allerdings eine gewisse Gesetzmäßigkeit darin erkennen lassen, daß nicht eine Vielheit, sondern nur eine beschränkte Anzahl bestimmter Streichrichtungen der Bewegungsspuren auftritt. Die Aufeinanderfolge der Bewegungen kann durch ganz kurze Zeitspannen getrennt sein.

Lösen untereinander verschieden gerichtete Bewegungen einander erst nach langen Zeiträumen ab, dann kann man häufig — in bekannter Weise — erkennen, welche Kluffte die älteren und welche die jüngeren sind. Auch dies ist im Tagebuche zu vermerken. Oft werden ältere Kluffte durch Gangfüllungen usw. bereits geschlossen sein. Die Eintragungen

¹⁾ Pia, J. v., Untersuchungen über die Tektonik der Lessinischen Alpen. Denkschr. d. naturhistor. Museums in Wien, Bd. 2, Reihe 2, 1923.

im Tagebuche werden dann die spätere Scheidung der vermessenen Klüfte nach dem Alter erleichtern.

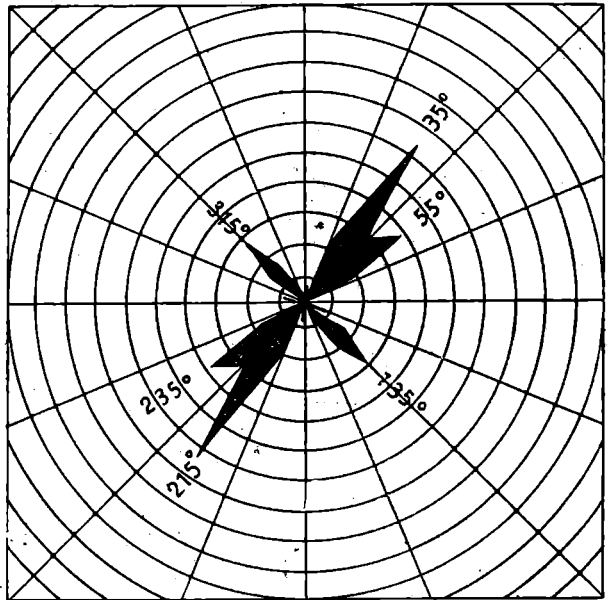
Hat man auf diese Weise im Felde tunlichst viele Klüfte — von einem Orte mindestens 30—50, besser 80—100 — gemessen und im Tagebuche vermerkt, dann wertet man die mitgebrachten Ergebnisse zu Hause etwa in folgender Weise aus:

In eine vorbereitete Drucksorte¹⁾ trägt man, wie das umstehende Muster zeigt, die gemessenen, auf astronomische Richtungen zurückgeführten Werte, die im Tagebuche noch mit der magnetischen Mißweisung behaftet sind, ein. Sodann bildet man, etwa nach den Anleitungen Czubers²⁾, das arithmetische Mittel der Neigungswinkel und der Streichrichtungen. Letztere lassen sich zu diesem Behufe in den meisten Fällen ganz ungezwungen zu in sich geschlossenen Gruppen zusammenfassen. Sehr anschaulich werden die Ergebnisse, wenn man die erhaltenen Ziffern zeichnerisch auswertet, indem man Kluftrosen für das Streichen — oder auch für das Einfallen — der Gesteinschnitte anfertigt, wie die nebenstehende Abbildung an dem oben angezogenen Beispiele aus der Reißbeckgruppe zeigt. Beim Zeichnen der Kluftrose fördern die Windrosenpapiere sehr, wie sie z. B. die bekannten Papierwerke Schleicher und Schüll in Düren, Rheinland, erzeugen.

Die Mittelbildung darf man sich nicht verdrießen lassen. Wie auch sonst, läßt die Natur auch bei der Kluftrichtung sich vom Menschen keine geometrischen Gesetze vorschreiben. Man darf sich in dieser Hinsicht von der Kluftrichtung nicht Unmögliches erhoffen. Ungleichmäßigkeiten des Gesteinstoffes und andere ablenkende Kräfte bedingen sehr häufig ein Abspringen der Kluftrichtung von der gesetzmäßigen Linie; solche mehr oder minder abweichende Werte, die bei Einzelbetrachtung zu Fehlschlüssen führen können, werden durch

die Mittelbildung aus vielen Messungen unschädlich gemacht.

Die vorgeschilderte rechnerische und zeichnerische Bearbeitung der Kluftrichtungswerte hat sie reif gemacht für ihre geologische Deutung. Dieser möchte ich in der vorliegenden Mitteilung in keiner Weise vorgreifen und sie dem Ermessen des aufnehmenden Geologen so lange überlassen, als die Entstehungsursache der Gesteinsklüfte noch nicht völlig und restlos geklärt ist. Dies trifft aber meines Erachtens trotz vieler ausgezeichnete diesbezüglicher Untersuchungen heute noch nicht zu. Ich will daher davon absehen, in dem gegebenen Beispiele die



geologischen Schlüsse so zu ziehen, wie dies meiner persönlichen Auffassung entspricht; bloß einige Winke möchte ich an der Hand des gebrachten Beispiels geben.

Wie die höherstehende Übersicht lehrt, fallen die Klüfte in der Kluftrichtung¹⁾ bei der „Badelacke“, unweit der Reißbeckhütte (Reißbeckgruppe, Oberkärnten), vorwiegend sehr steil, im Mittel unter 75° ein. Das Verflachen ist in der Mehrzahl der Fälle gegen die westliche Hälfte der Windrose zu gerichtet; sieht

¹⁾ Die erforderlichen Drucksorten sind von der Buchhandlung Max Weg, Leipzig, Königstraße 3, zu beziehen.

²⁾ Czuber, E., Die statistischen Forschungsmethoden. Wien 1921 (Seidel und Sohn).

¹⁾ So nenne ich in der Reißbeckgruppe häufige Felsengassen, die durch die Gesteinsklüftung vorzeichnet sind.

Klüfte in der Klufftasse bei der Badelacke westlich der Reißeckhütte (Reißeckgruppe, Oberkärnten).

Des Einfallens der Klüfte

Streichen
der Klüfte

astronom. Richtung	Neigungswinkel										Fälle	astronom. Richtung	Neigungswinkel										Fälle	astronom. Richtung	Fälle			
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	1-10			11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	1-10	11-20				21-30	31-40	41-50
1-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	181-190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91-100	—
11-20	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	191-200	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	101-110	3	
21-30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	201-210	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	111-120	1	
31-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	211-220	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	3	121-130	6	
41-50	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	4	221-230	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	—	—	7	131-140	11	
51-60	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	231-240	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	141-150	6	
61-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	241-250	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	151-160	2	
71-80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	251-260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	161-170	—	
81-90	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	261-270	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	171-180	1	
91-100	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	271-280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	181-190	2	
101-110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	281-290	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	191-200	—	
111-120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	291-300	—	—	—	—	—	—	1	3	3	—	—	—	7	201-210	8	
121-130	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	301-310	—	—	—	—	—	—	—	2	6	7	—	15	211-220	24		
131-140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	311-320	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	4	—	9	221-230	11	
141-150	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	321-330	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	—	7	231-240	15	
151-160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	331-340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	5	241-250	6	
161-170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	341-350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	251-260	—
171-180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	351-360	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	261-270	—
Summe 1	—	1	—	—	4	—	3	9	21	38	Summe 2	—	—	—	1	—	2	8	19	28	58	Summe 4	96					
											Summe 1	—	1	—	—	4	—	3	9	21	38							
											Summe 3	—	1	—	1	4	2	11	28	49	96							

man genauer zu, so halten sich die Einfallrichtungen der oberen Kluffgruppen ziemlich die Wagschale, während bei den unteren Kluffgruppen das nordwestliche Einfallen vor dem südöstlichen auffallend überwiegt; das kann kein Zufall sein, sondern verlangt eine geologische Erklärung (auf die ich aber hier nicht weiter eingehen will).

Die Streichrichtungen der Klüfte lassen sich unschwer in drei Haupt- und, wenn man will, zwei Nebengruppen einordnen.

Eine sehr ausgesprochene Hauptkluffschar streicht im Mittel 34° — 214° ; ihr entspricht genau das Streichen der Kluffgasse bei der „Badelacke“, deren Bildung ja durch diese Gesteinsschnitte vorgezeichnet worden ist. Ähnliche Richtung weisen auch der „Trog“ des oberen Mühldorfer Grabens (33° — 213°) und die Hauptklüfte am Nordufer des Millstätter Sees zwischen Gritschach und Millstatt auf; wenig abweichend ziehen die Gold-erzgänge der Hohen Tauern (etwa 23°).

Die zweite Hauptgruppe streicht im Mittel 55° — 235° ; ähnlich verlaufen die Hauptklüfte am Millstätter See unweit Döbriach (43°), die Mur-Mürzlinie (52°) und das Felsenbrett in der Roßalmscharte (um 52° herum) zwischen Hoher und Kleiner Leier.

Wenig von einem rechten abweichende Winkel, nämlich 78° und 99° , bildet die dritte Hauptkluffschar mit den beiden erst-erwähnten; sie streicht im Mittel 136° — 316° . Genau dieselbe oder annähernd übereinstimmende Richtung zeigen das Felsenbrett¹⁾ auf dem Nordwestabsturze der Kleinen Leier (etwa 318°), die Maltalinie (um 317° herum), viele Kluffgassen im Riekenkare (312° etwa), die Tiefenrinne des oberen Mühldorfer Sees (139° — 319°), die Gitschtallinie (133°), die Afritzer Linie (139°), der Bleiberger Bruch (etwa 118°), die Drau-Möll-Linie (118°) und die Millstätter Seefurche. Auch da lassen sich Gesetzmäßigkeiten erkennen, welche aber in einem anderen Zusammenhange erörtert werden sollen.

Von den Nebenrichtungen stimmt die eine (rund 106°) mit der Hauptkluffschar (106°) im Steinbruche auf dem Oberfratresberge bei Spital a. d. Drau²⁾, die andere (etwa 6° — 186°)

mit dem Lieserdurchbruche (7°) zwischen Seebach und Spital a. d. Drau²⁾ gut überein.

Bei der geologischen Deutung der Ergebnisse kommen die Randbemerkungen des Tagebuches zu ihrem Rechte. Sie werden gewonnene Anschauungen hier bekräftigen, dort vor Trugschlüssen bewahren. Dabei müssen neben den Rutschstreifen vor allem Alter, Ausbildung, Länge usw. der Kluffflächen mit in die Wagschale geworfen werden.

Die Auswertung der Kluffmessungen eröffnet dem zeitgenössischen Geologen weite Ausblicke. Immer mehr ringt sich die Auffassung durch, daß die Gesteinsklüfte mittelbar oder unmittelbar, allein oder in Verbindung mit anderen geologischen Kräften die Herausmeiselung der Kleinformen (Grate, Scharten, Felsentürme, Kluffgassen, Schluchten, Runsen usw.) ebenso begünstigen als die großen tektonischen Linien (Verwerfungslinien, Auf- und Abbiegungen usw.) die Großformen der Erdoberfläche (Gebirgsketten, Gebirgsstöcke, Senken usw.). Kaum wo anders im Hochgebirge lassen sich diese innigen Wechselbeziehungen klarer erkennen und besser überschauen als in der Reißeckgruppe (zwischen unterem Mölltale und Liesertale, Oberkärnten), welcher das mitgeteilte Beispiel entnommen ist. Mit Hilfe der Kluffforschung lassen sich aber auch, wie namentlich H. Cloos gezeigt hat, manche gebirgsbildende Vorgänge besser verstehen. Höchste Bedeutung besitzt die Kluffmessung für den Bergmann und den Ingenieurgeologen, deren Vorhersagen sie wesentlich festigt. Die Kluffmessung wird daher binnen kurzem zum unentbehrlichen Rüstzeug des neuzeitlichen Geologen gehören. Ihrer raschen Einbürgerung standen vielleicht bisher die zeitraubenden Auswertungen entgegen; einen möglichen Weg, sie abzukürzen und zu erleichtern, habe ich zu schildern versucht.

Landwirtschaft, Schule und geologische Landesaufnahme.

Von Landesgeologe Dr. W. Kranz, Stuttgart.

Aus den neuesten Feststellungen des Württembergischen Statistischen Landesamts über „Die Stellung Württembergs in der deutschen Land-

¹⁾ Von der Reißeckhütte aus gesehen einer Muttergottesbildsäule nicht unähnlich, von den Einheimischen wohl auch „Rauschturm“ geheißen.

²⁾ Vgl. Stiny, J., Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmsgeologie.

¹⁾ Vgl. Stiny, J., Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmsgeologie.