Sonder-Abdruck aus „**Zeitschrift für praktische Geologie**“ 1896. September.

(*Verlag von Julius Springer in Berlin N.*)

Ueber eine neue Methode der Bezeichnung und Darstellung geologischer Ebenen.

Von

J. Blaas in Innsbruck.

Der Geologe giebt, wie der Bergmann, die Lage geologischer Ebenen, d. i. die Lage von Schicht- und Bruchflächen und von Gesteinsgrenzen mit Hilfe des bergmännischen Compasses an. Derselbe gestattet die Bestimmung des Streichens und Fallens der betreffenden Ebenen. Das Streichen wird bekanntlich in verschiedener Weise angegeben. Die Bergleute und manche Geologen benützen die sog. Stundeneintheilung des Compasses. Je 15 Bogengrade entsprechen einer Stunde. Man theilt den Kreis vom Nordpunkte aus über O, S, W gehend in 24 Stunden oder in 2mal 12 Stunden. Andere Geologen geben das Streichen durch die Bogengrade an, die in derselben Richtung gezählt werden. Hier würde eine einzige Zahl genügen, doch pflegt man gewöhnlich, um rasch die Vorstellung der Weltgegend, nach welcher hin das Streichen erfolgt, zu erwecken, die Zählung von einer der vier Hauptrichtungen aus zu beginnen und an der nächstfolgenden zu enden. 125^0 z. B. entspricht $8^h\ 5'$ oder O 35^0 S oder S 55^0 O (=N 55^0W). Die Fallrichtung steht auf der Streichungsrichtung senkrecht und kann zweierlei Sinn haben. Eine geologische Ebene von dem eben angegebenen Streichen kann N 35^0 O oder S 35^0 W fallen ($2^h\ 5'$ oder $14^h\ 5'$).

Man sieht, alle diese Angaben sind etwas umständlich, und wollte man sie der Berechnung gewisser wünschenswerther Grössen zu Grunde legen, so wären sie nicht unmittelbar verwendbar. Man müsste aus ihnen erst die für die Berechnung brauchbaren Grössen ableiten.

Das Bestreben, für die Lage geologischer Ebenen einen möglichst prägnanten, eindeutigen und in der Rechnung unmittelbar verwendbaren Ausdruck zu finden, hat mich zu einer Darstellungsmethode geführt, welche ähnlich wie in der Krystallographie die Miller'sche Darstellungs- und Bezeichnungsweise der Krystallflächen obigen Anforderungen vollkommen entspricht, gleichzeitig aber dem berechtigten Wunsche, das Zeichen soll nicht bloss ein mathematisches, sondern auch ein geographisches sein, hinreichend Rechnung trägt. Wir denken uns jede Ebene durch den Mittelpunkt einer Kugel gehend. In diesem Punkte errichten wir auf der Ebene eine Senkrechte und heissen den Punkt, in welchem diese die Kugeloberfläche trifft, den Pol der Ebene. Denken wir uns ferner durch den Kugelmittelpunkt eine Ebene parallel zum Horizont des jeweiligen Beobachtungspunktes gelegt und nennen wir den grössten Kreis, welchen diese Ebene mit der Kugel erzeugt, den Grundkreis.

Auf den Grundkreis als Ebene der Projection projiciren wir den Pol der Ebene nach den Grundsätzen der stereographischen Projection, d. h. wir errichten im Mittelpunkte der Kugel eine Normale auf dem Grundkreis und verbinden jenen Punkt derselben, in welchem sie die Oberfläche der von uns abgewendeten Kugelhälfte trifft, mit dem auf der uns zugekehrten Kugeloberfläche liegenden Pol der Ebene und erhalten so im Durchschnittspunkte dieser Geraden mit dem Grundkreise die Projection des Poles der Ebene. Fig. 82 stellt den Grundkreis, G den auf diese Weise projicirten Pol einer Ebene G dar[1]). Wir können uns

[1]) Wie der Pol G durch Construction zu finden ist, lehrt die Krystallographie. Die punktirte Linie in Fig. 82 deutet diese für den Pol G_1 an.

direct die Erdkugel als Sphäre der Projection und den dem jeweiligen Horizont des Beobachtungspunktes entsprechenden grössten Kugelkreis als Grundkreis vorstellen.

Den Durchschnittspunkt der auf dem Grundkreise im Mittelpunkte normalen Geraden mit der uns zugekehrten Kugelhälfte nennen wir den Zenith, diese Normale selbst die „Zenithnormale“ und bezeichnen deren Projection auf den Grundkreis mit Z.

Die Schnittlinie der Meridianebene des Beobachtungspunktes mit dem Grundkreise erscheint als die NS-Linie in Fig. 82, die Projection des durch die Zenithnormale gehenden und auf dem Meridiankreise senkrechten grössten Kugelkreises als OW-Linie.

Zur Bestimmung des Poles G benutzen wir zwei Winkel-Coordinaten, nämlich einerseits den Winkel, welchen die Verbindungs-

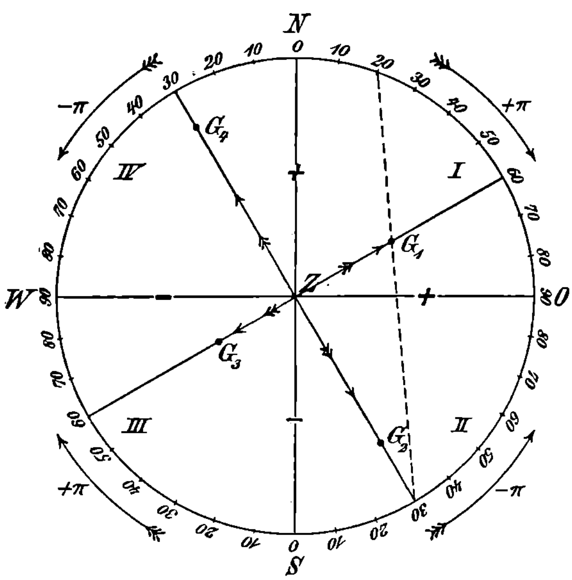

Fig. 82.

linie ZG mit der NS-Linie bildet, andererseits den Winkel der Zenithnormalen mit der Normalen vom Mittelpunkte auf die Ebene. Den ersten Winkel, die „Polardistanz“, nennen wir π; wir zählen π vom Nord- und Südpunkte aus und bezeichnen Zählungen in der Richtung des Ganges des Uhrzeigers mit $+$, die entgegengesetzten mit $-$. Sonach erscheinen die spitzen Winkel im ersten und dritten Quadranten positiv, jene im zweiten und vierten negativ. Den zweiten Winkel, die „Zenithdistanz“, nennen wir ζ; er wird durch die Projection des Bogens ZG dargestellt. Die Winkel ζ werden auf der ZO-Linie und der nördlichen Hälfte des Grundkreises mit $+$, auf der ZW-Linie und der südlichen Hälfte des Grundkreises mit $-$ bezeichnet.

Wir stellen nun die Lage einer Ebene durch die Coordinaten ihres Poles dar. Ist G der Pol einer Ebene G, dessen Polardistanz $\pm\pi$, dessen Zenithdistanz $\pm\zeta$, so ist

$$G = \pm\pi \mid \pm\zeta$$

das Symbol der Ebene G, π und ζ deren Elemente. Die Zenithdistanz $\pm\zeta$ giebt uns den Fallwinkel und dessen Sinn, die Polardistanz $\pm\pi$ die Fallrichtung; die Streichungsrichtung σ der Ebene ist sonach $\sigma = (90-\pi)$, wobei das Vorzeichen von σ jenem von π entgegengesetzt ist. Das Symbol stellt somit die Position einer geologischen Ebene in einfacher und prägnanter Weise dar.

Beispiele: Es ist (vgl. Fig. 82)

$G_1 = +60 \mid +50$, $G_2 = -30 \mid -70$,

$G_3 = +60 \mid -40$, $G_4 = -30 \mid +80$.

Hieraus ergiebt sich:

1. $+ \mid + =$ Pol im NO-Quadranten, Fall der Ebene nach NπO, Streichen N $(90-\pi)$ W;
2. $- \mid - =$ Pol im SO-Quadranten, Fall der Ebene nach SπO, Streichen S $(90-\pi)$ W;
3. $+ \mid - =$ Pol im SW-Quadranten, Fall der Ebene nach SπW, Streichen S $(90-\pi)$ O;
4. $- \mid + =$ Pol im NW-Quadranten, Fall der Ebene nach NπW, Streichen N $(90-\pi)$ O;

Die Ebene $G = -40 \mid +20$ fällt also 20^0 N 40^0 W und streicht N 50^0 O.

Grenzfälle:

1. $90 \mid +\zeta =$ Streichen NS, Fallen ζ^0 nach O;
2. $90 \mid -\zeta =$ Streichen NS, Fallen ζ^0 nach W;
3. $0 \mid +\zeta =$ Streichen OW, Fallen ζ^0 nach N;
4. $0 \mid -\zeta =$ Streichen OW, Fallen ζ^0 nach S;
5. $+\pi \mid 90 =$ Streichen N$(90-\pi)$W, saigere Stellung;
6. $-\pi \mid 90 =$ Streichen N$(90-\pi)$O, saigere Stellung;
7. $0 \mid 0$[2]) = kein Streichen, horizontale Lage.

Der Compass. Die Werthe von π und ζ können am bergmännischen Compasse unmittelbar abgelesen werden, wenn man an demselben einige Veränderungen anbringt, die, auf ein Celluloid-Scheibchen gezeichnet, leicht am Deckglase des üblichen Instruments ersichtlich gemacht werden können.

In Fig. 83 stellt der äussere Kreis die gewöhnliche Eintheilung des Compasses, der innere die geänderte vor. Wie man sieht, wird die OW-Linie in die Streichungsrichtung gebracht, die Spitzen der Nadel zeigen dann π und dessen Zeichen. Das Zeichen von ζ bestimmt folgende Regel: Sorgt man beim Anlegen des Compasses dafür, dass jede Nadelhälfte nur über ihrem Halbkreis spielt, also die nördliche (blaue) nur über dem nördlichen, d. i. positiven, die südliche nur über dem negativen, so erhält ζ

---

[2]) Ist $\zeta = 0$, so kann π jeden beliebigen Werth zwischen 0 und 90 haben; man spricht daher bei einer horizontalen geologischen Ebene nicht von ihrem Streichen.

das Zeichen jener Hälfte der Nordsüdlinie, gegen welche hin die Schicht fällt.

Diese Regel lässt nur bei genau NS-Streichen im Stiche, trifft aber auch hier zu, wenn man sich gewöhnt, in diesem Falle ebenfalls die positive (Nord-) Hälfte der Nadel über der positiven ZO-Linie zu belassen.

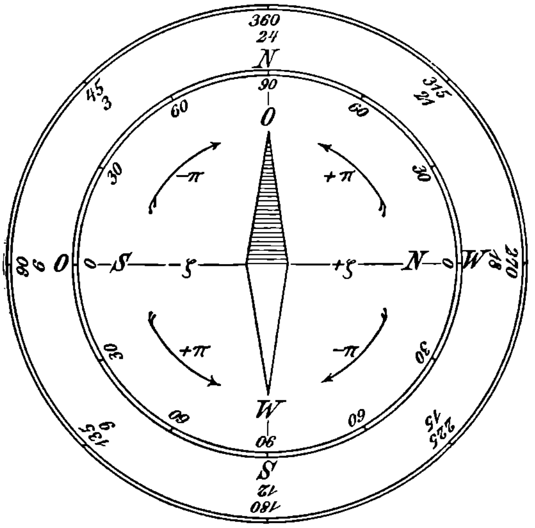

Fig. 83.

Die vorgeschlagene neue Bezeichnungsweise hat den Vortheil der Kürze und Eindeutigkeit und verschafft nach kurzer Uebung sofort ein klares Bild der Lage einer geologischen Ebene, ähnlich wie das Index-Symbol in der Krystallographie. Sie gewährt aber auch den Vortheil, dass die Werthe unmittelbar in Formeln zur Berechnung gewisser wünschenswerther geologischer Grössen (Schichtenmächtigkeit, Fallhöhe von Verwerfungen u. dgl.) eingeführt werden können. Es soll hier auf diese Verwendung nicht eingegangen werden. Nur eine hiermit zusammenhängende Frage möchte ich in Kürze besprechen.

Die Angaben von Fallrichtung und Fallwinkel geologischer Ebenen beziehen sich auf Zenith und Horizont des jeweiligen Beobachtungspunktes. Ich bezeichne diese Position einer geologischen Ebene als „relativ" (Gr), im Gegensatze zur „absoluten", d. h. der Lage dieser Ebene rücksichtlich einer fixen geographischen Ebene. Liegen die verschiedenen relativen Positionen Gr und G^1r vor, so können dieselben im absoluten Sinne ebenfalls verschieden oder aber gleich sein. Es ist bisher wenig Gewicht auf die absolute Lage geologischer Ebenen gelegt worden, und doch muss derselben bei Betrachtung der geologischen Tektonik der Erde im Grossen Bedeutung zugemessen werden.

Die Beziehungen der relativen und absoluten Position einer geologischen Ebene ergeben sich aus Fig. 84. In derselben stellt FNF^1 den ersten Meridian, FF^1 den Aequator, NS die Erdachse vor. Wir wählen als fixe geographische Ebene die Ebene des Aequators. Die Längen auf der Osthälfte seien positiv, ebenso die Breiten auf der nördlichen Halbkugel. Sei B die Position des Beobachtungspunktes, also seine Länge $FL = +l$, seine Breite $LB = +b$. Wäre

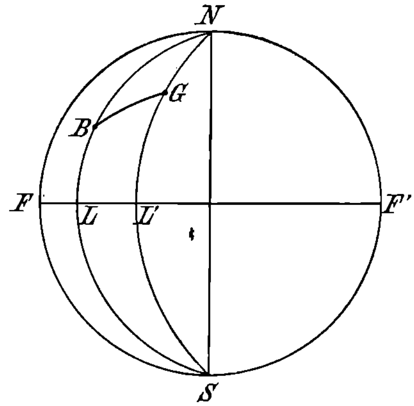

Fig. 84.

die relative Position einer geologischen Ebene $Gr = +\pi \mid +\zeta$, dann ist in dem sphärischen Dreiecke der Winkel $NBG = +\pi$, die Seite $BG = +\zeta$ und $BN = 90 - b$. Hiernach ergiebt sich die Seite NG aus

$$\cos NG = \cos BN \cos\zeta + \sin BN \sin\zeta \cos\pi$$

und der Winkel BNG aus

$$\cos BNG = \frac{\cos\zeta - \cos NG \cos BN}{\sin NG \sin BN}$$

Da der Winkel $BNG = LL^1$, so hat man als geographische Coordinaten von G

die Breite $L^1G = b^1 = 90 - NG$,

die Länge $FL^1 = l^1 = FL + LL^1$
$= l + BNG$.

Aus der Figur ersieht man unmittelbar, dass für $\pm\pi \mid \pm\zeta$ LL^1 positiv, für $\pm\pi \mid \mp\zeta$ dagegen negativ ist. Ausserdem ist zu beachten, dass für negatives ζ der Winkel $NBG = 180 - \pi$ wird, somit

$$\cos NG = \cos BN \cos\zeta - \sin BN \sin\zeta \cos\pi$$

wird, wozu man auch gelangt, wenn man in die Formeln die Winkel π und ζ mit ihren Vorzeichen einführt.

Bei südlicher Breite von B kann man der Rechnung bequemer das Dreieck BSG zu Grunde legen.