

Anleitung zum geologischen Beobachten, Kartieren und Profilieren

Von

Ing. Dr. mont. h. c. Hans Höfer von Heimhalt

k. k. Hofrat, emerit. Professor der Geologie
an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben

Mit 26 Abbildungen



BRAUNSCHWEIG

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN

1 9 1 5

Alle Rechte vorbehalten.

**Copyright 1915, by Friedr. Vieweg & Sohn,
Braunschweig, Germany.**

Vorwort.

Eine gute geologische Karte mit Erläuterung hat nicht bloß wissenschaftliche Bedeutung, sondern ist auch in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht von hohem Wert. Viele Staaten haben dies schon lange erkannt, gründeten und erhalten geologische Landesanstalten, deren erste Aufgabe die Herstellung guter geologischer Karten ist, welche durch beigegebene Erläuterungen ihren vollen Wert bekommen.

Das vorliegende Taschenbuch hat den Zweck, jenem jungen Geologen, der sein Wissen in Vorträgen oder in Büchern holte, einen Führer zu geben, an dessen Hand er die Behelfe und Methoden kennen lernt, nach welchen er sein geologisches Wissen in die Praxis umsetzen kann. Es ist weit entfernt, ein Leitfaden der Geologie zu sein, im Gegenteil, es wird dem Anfänger dringend empfohlen, ein Lehrbuch der Geologie oder seine Schriften ins Feld mitzunehmen, damit er mögliche Lücken im Wissen schleunigst ausfüllt. Das vorliegende Heft macht in Schlagworten aufmerksam, was der Geologe zu beobachten hat; die Bedeutung des Schlagwortes muß ihm bekannt sein. Hätte ich jedes Schlagwort erläutert, so hätte ich eine umfangreiche Geologie schreiben müssen und der Zweck dieses Büchleins wäre verfehlt.

Manche Konstruktion und Berechnung, welche besonders die angewandte Geologie benötigt, dürfte dem Interesse auch des geübteren Geologen begeben.

Das Taschenbuchformat wurde gewählt, damit der junge Geologe das Heft im Feld stets bei sich haben und sich rasch beraten kann, und zwar nicht allein bei seinen Wanderungen, sondern auch bei der Ausarbeitung der geologischen Karte und deren Erläuterung.

Ich habe dieses Büchlein auf Grund einer mehr als vierzigjährigen Praxis geschrieben; insbesondere die Einführung meiner Schüler in die geologischen Aufnahmearbeiten lehrten mich die Schwierigkeiten kennen, welche der Anfänger zu überwinden hat und die Fehler, in welche er so leicht verfällt. Dies mag manche Darstellung, manches scheinbar zu weit gehende Detail erklären.

Den jungen Geologen sei dieses Heft mit einem kameradlichen, freudigen „Glückauf“ gewidmet; es möge ihnen von Nutzen sein!

Wien, im November 1914.

Der Verfasser.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	V
Einleitung	1
I. Die Ausrüstung	2
A. Die fachliche Ausrüstung und deren Gebrauch	2
Handkompaß: Beschreibung	2
Prüfung und Richtigstellung	5
Gebrauch	6
Ortsbestimmung	8
Fixierung einer Fläche (Streichen, Fallen)	10
Höhenmesser (Aneroid): Beschreibung	13
Gebrauch	14
Prüfung	15
Hammer, Meißel: Hammer	16
Meißel	17
Verwendung, Ledergurt	18
Erdbohrer	18
Lupe, Handcamera, Taschenthermometer	19
Taschenzirkel, Säurefläschchen	20
Karten, Farbstifte, Tusche	20
Karten, Arten derselben, mit Höhenschichten zur Bestimmung des Streichens und Verflächens einer Grenzfläche	21
Orientierung in der Karte	22
Blei- und Farbstifte	24
Aufnahme von Karten und Objekten	25
Notizbuch, Bleistift, Maßstab, Verpackpapier: Notizbuch und Bleistift	26
Tagebuch, Zentimetermaßstab, Packpapier und Verpacken der Belegstücke	27
Schachteln und Glasröhren	28
B. Die touristische Ausrüstung	28
Kleidung	28
Rucksack, Netze, Taschenmesser, Fernglas, Touristenapotheke	29

	Seite
II. Die geologische Begehung (Einzeichnungen in der Karte)	30
Orientierungsprofil, Leitschichten	30
Aufschlüsse	31
Kulturgrenzen und Färbung des Bodens, Vorgang bei der Begehung	32
Vorgang bei der Kartierung	33
Zeichen für die Schichtenstellung, Konstruktion der Ausbißlinie (Grenzlinie)	35
Skizze des Profils, Übersichtsaufnahme	37
Geologische Aufnahmen im Flachland	38
III. Beobachtungen	39
1. Die Gesteine; junge Ablagerungen und Versteinerungen	39
A. Gesteine: Eruptiv- und geschichtete Gesteine . . .	39
Verwitterung	40
B. Jüngere Ablagerungen: Äolische, fluviatile und marine, glaziale	41
Gletscher, Lawinen	42
Torfmoore, submarine Wälder	44
C. Versteinerungen: Deren Aufsammlung	44
Deren Bestimmung	45
Zeichen	46
2. Die Lagerungsverhältnisse	46
Eruptiv- und geschichtete Gesteine, Schichtung, Schieferung, deren Bestimmung, Mächtigkeit . . .	46
Berechnung und Konstruktion der wahren Mäch- tigkeit	47, 49
Trigonometrische Funktionen (Tabelle)	48
Kuppel, Synkline und Antikline	50
Schichtenwiederholung durch Faltung	50
Schichtenwiederholung durch Verwerfungen	51
Flexuren, Konkordanz, Diskordanz, Transgression, Schieferung	51
Verwerfungen	52
Höhlen	53
Quellen, Wasserführung, Schlammvulkane: Quellen .	54
Brunnen, feuchte und sumpfige Stellen, Erdöl- und Gasquellen, Schlammvulkane	55
Vorkommen nutzbarer Minerale und Gesteine	56
Gliederung der Lagerstätten	56, 57, 58
Zeichen für Schacht und Stollen, Schottermaterial .	58
Steinbrüche	59
Bergstürze und Erdbeben, Schubwirkungen	59
Säkulare Bewegungen an der Küste	59
Vulkane: Deren Unterlage, Stratovulkane	60
Homogene Vulkane, Kammvulkane, Quellkuppen, Maare, gegenseitige Lage der vulkanischen Tätigkeit	61

	Seite
Geomorphie (Bodenplastik): Täler	61
Tröge, Mulden, Hoch- und Rumpfflächen, Flach- böden, Gebirge, Erdfälle, Erdpyramiden, Karren- felder, Dünen, Kare, Seen	62
Landschaftsbilder	63
IV. Fertigstellung der Karte und Profile	63
Einzeichnungen	63
Zeichentabelle	64
Grenzen bei klippenartigem Vorkommen, Ausführung in Farben	65
Profile, normale und überhöhte	66
Berg- und Talprofil	67
Scheinbares oder Profilverflächen	69
Bohrprofile	70
Bestimmung der Lage der erbohrten Grenzfläche . . .	71
V. Bericht (Befund, Gutachten)	73
VI. Die agrogeologische Aufnahme und Kartierung	74
Allgemeines	74
Methode der Kgl. ungarischen geologischen Reichsanstalt, der Kgl. Preußischen Landesanstalt	75
Methode R. Heinrichs	77
Getrennte Kartierung, Bericht zur Aufnahme	79
Sachregister	80

Die mir gestellte Aufgabe umfaßt verschiedenes. Es ist zuerst notwendig, daß der junge Geologe jene Behelfe eingehend kennen und zu beurteilen lernt, welche er zu seiner Aufnahmearbeit benötigt; hieran reihen sich einige Bemerkungen über die touristische Ausrüstung.

Dann kann die eigentliche Aufnahmetätigkeit beginnen; der junge Forscher muß erinnert werden, was und wie er zu beobachten, das Gesehene in der Karte wiederzugeben hat; die wissenschaftliche Verarbeitung der Beobachtungen muß seinem Kombinationsvermögen überlassen werden und nur einige allgemein gültige Winke konnten gegeben werden.

Da mancher Geologe in der darstellenden Geometrie wenig bewandert sein dürfte, so wurden verschiedene in der Praxis öfter vorkommende Konstruktionen möglichst eingehend erläutert. Ich empfehle jedem, sich die Konstruktion im Raume verkörpert zu denken, damit er bei abgeänderten Verhältnissen sie sinngemäß wieder richtig anwenden kann.

Bevor die Aufnahmetätigkeit beginnt, wird man sich mit der das Aufnahmegebiet betreffenden Literatur bekannt und sich übersichtliche Auszüge machen. Man wird dadurch einerseits auf gute und wichtige Aufschlüsse (Fundstellen) verwiesen, andererseits lernt man die Folgerungen seiner Vorgänger kennen, die man bei seinen Wanderungen kritisch überprüfen muß; letzteres wird um so besser gelingen, je mehr man sich in das Gebiet „eingearbeitet“ hat. Etwa vorhandene Lokalsammlungen sind sorgfältig durchzusehen, da sie oft sehr wertvolle Funde und Aufschlüsse bieten.

I. Die Ausrüstung.

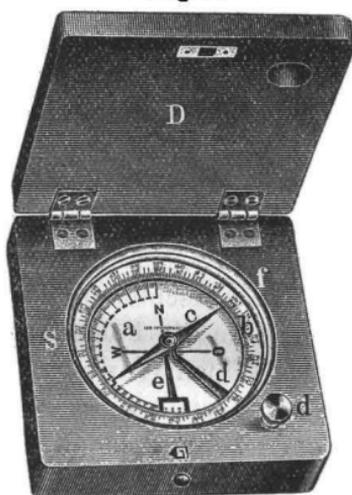
A. Die fachliche Ausrüstung und deren Gebrauch.

Handkompaß.

Beschreibung. Die Ausstattung, d. h. das Äußere des Handkompasses, ist verschieden; sie kann aus Messing, einem anderen unmagnetischen Metall oder aus Holz bestehen; diese letztere bietet mehrere Vorteile, weshalb sie empfohlen und hier beschrieben sei.

Der Kompaß [Fig. 1¹⁾] besteht aus dem Holzgehäuse, welches in einem kreisrunden Ausschnitt die Bodenplatte *a*,

Fig. 1.



$\frac{1}{3}$ natürlicher Größe.

Der Kompaß [Fig. 1¹⁾] besteht aus dem Holzgehäuse, welches in einem kreisrunden Ausschnitt die Bodenplatte *a*, den Stundenring *b*, die Magnetnadel *c* mit dem Stift, die Arretiervorrichtung *d*, das Klinometer *e* und das Deckglas einschließt. Ein Holzdeckel *D* in Scharnieren dient zum Schutz und zum Visieren.

Das flache Holzgehäuse ist quadratisch oder rechteckig und mit dem Holzdeckel so verbunden, daß beim vollen Aufklappen desselben seine Kanten in die genaue Verlängerung der entsprechenden Gehäusekanten fallen.

Die mit der Holzunterlage fest verbundene Bodenplatte *a* ist aus einem weißen Metall hergestellt, in welcher durch zwei

¹⁾ Den hier abgebildeten Kompaß mit 10 cm Seitenlänge liefert Neuhöfer & Sohn, Wien V, Hartmannsgasse 5, um 18 Kronen, mit Höfers Spiegelvisur 6 Kronen und mit zwei umlegbaren Dioptern um 10 Kronen mehr. Die Balkennadel ist um 2 Kronen teurer als die Rhombennadel.

(N—S) und Ost—West (O—W) markiert sind. Die N—S-Linie ist senkrecht zur Scharnierseite des Holzgehäuses und dieser ist N zugewendet.

Der Stundenring *b* ist ein flacher Ring aus Weißmetall, der am Rande des kreisrunden Holzausschnittes oberhalb der Bodenplatte sicher befestigt ist; er ist in 360 Teile (Grade) geteilt. Es empfiehlt sich, wie es beim deutschen Bergkompaß seit jeher und auch in der Astronomie üblich ist, je 15° zu einer Stunde (hora = h) zusammenzufassen, so daß der Kreis (Horizont) in 24 Stunden geteilt erscheint, ebenso wie der scheinbare Lauf der Sonne bezüglich der Zeit. In Österreich-Ungarn werden die Stunden fortlaufend mit 1 bis 24 bezeichnet, was praktischer ist als jene in Sachsen, woselbst, entsprechend der bei uns üblichen Zeitbemessung, von N über O nach S 1 bis 12^h und dann von S über W nach N wieder 1 bis 12^h im Stundenring eingeschrieben sind. So hat für SW der österreichische Kompaß 15^h , der sächsische 3^h W. Der Nullpunkt der Gradeinteilung ($24^h = 360^\circ$) steht stets genau über N, $6^h = 90^\circ$ über O, $12^h = 180^\circ$ über S und $18^h = 270^\circ$ über W der Bodenplatte. Die Einteilung in Stunden erleichtert auch die räumliche Vorstellung.

Im Mittelpunkt des Stundenringes, dem Kreuzungspunkt der N—S- oder O—W-Geraden der Bodenplatte, ist in diesem von unten her ein stählerner Stift eingeschraubt, welcher unten einen kleinen Kopf besitzt, der am Boden des Holzgehäuses in einer Vertiefung steckt und von hier aus ausgeschraubt werden kann. Der Stift endet oben in der Ebene des Stundenringes in einer scharfen Spitze, welche die Magnethadel *c* trägt. Diese kann verschieden gestaltet sein; meist ist sie, wie auch in Fig. 1, eine Rhombennadel, d. h. sie besitzt die Form eines sehr spitzen Rhombus, dessen Fläche sich in der Ebene des Stundenringes ausbreitet; in dieser müssen auch die Spitzen der Nadel knapp neben dem Stundenring liegen, d. h. die Länge der Nadel ist nahezu so groß wie der Durchmesser dieses Ringes. Die Balkennadel hat dieselbe Länge, sie ist ein schmales Rechteck, dessen kurze Seite vertikal, also parallel zum Stift, steht. Die Nordseite der Magnethadel ist blau angelauten; da dies bei der Rhombennadel besser als bei der Balkennadel sichtbar ist, so findet man erstere zumeist verwendet. Um diesen Mißstand der Balkennadel zu beheben, ist an ihrer Nordseite ein kleiner verschiebbarer Messingring auf-

geschoben, welcher auch gestattet, eine etwaige Änderung der Inklination auszugleichen.

In der Mitte der Nadel ist in einem kleinen Messinggehäuse das Hütchen gewöhnlich aus einem harten Edel- oder Halbedelstein eingesetzt, welcher unten mit glatter konkaver Fläche auf der Spitze des Stiftes aufsitzt und sich auf dieser leicht bewegt, dreht.

Die Arretiervorrichtung *d* ist ein ungleicharmiger Hebel, meist aus Messing, dessen Stützpunkt auf der Bodenplatte befestigt ist; der längere Arm ragt radial zum Stift unter die Nadel und umfaßt denselben gabelförmig. Der kürzere Arm geht durch einen kleinen Ausschnitt in der Holzfassung; über seinem Ende ist in letzterer von oben her eine Schraube eingelassen. Wird die Schraube tiefer ins Holz gedreht, so drückt sie den kleineren Hebelarm nieder, der längere wird dadurch gehoben, sein gabelförmiges Ende hebt auch die darüber befindliche Magnetnadel und drückt diese an das Deckglas, weshalb sie sich nicht mehr frei bewegen kann, die Nadel ist arretiert. In diesem Zustande muß sie stets beim Transport belassen werden, damit die Spitze des Stiftes nicht beschädigt wird. Die Nadel wird nur desarretiert beim Gebrauch des Kompasses oder wenn derselbe nicht gebraucht wird, z. B. bei längerer Rast und in der Station. Es ist vorteilhafter, statt der Schraube einen Stift zu benutzen, der oben ein rundes Blättchen trägt; wird dasselbe niedergedrückt, was auch durch Schließen des Deckels automatisch geschieht, so ist die Nadel arretiert. Der Kompaß mit meiner Spiegelvisur besitzt auch diese Verbesserung.

Das Klinometer *e* (Senkel) aus Messing od. dgl. ist mit einem Ohr an dem Stift der Magnetnadel leicht drehbar befestigt; das Ohr ist das Ende eines radialen Stäbchens, das sich gegen den Rand hin als Bügel erweitert, in dessen äußerer Mitte ein spitzer Zeiger genau in der Fortsetzung der Mittellinie des Stäbchens ist. Die Länge des ganzen Senkels ist nahezu der Halbmesser der Bodenplatte. In dieser ist von O oder W sowohl nach N wie nach S bis zum N—S-Strich reichend eine Gradeinteilung beiderseits zu je 90°; O oder W trägt 0. Bei manchen minderen Kompassen kommt es hier und da vor, daß sich der Senkel verklemmt, was durch vorsichtiges Klopfen oder Aufschlagen behoben werden kann.

Das Deckglas schließt den kreisförmigen Ausschnitt des Holzgehäuses nach oben ab. Ein gleich großer Messingring *f* hält die kreisrunde Glasplatte fest. Will man diese etwa behufs einer Reparatur entfernen, so fährt man mit einem Messer od. dgl. ganz flach am Glas unter dem Messingring vorsichtig herum, bis er so weit gehoben ist, daß er sich leicht entfernen läßt. Bei dieser Arbeit ist Vorsicht geboten, da das Glas leicht zerbrochen werden kann.

Der Deckel des Holzgehäuses wird selbstredend während des Transportes zugeklappt.

Prüfung und Richtigstellung des Kompasses. Die wichtigsten Prüfungen eines Handkompasses sind folgende:

1. Die mit 0° oder 360° , bzw. 24^h bezeichnete Stelle des Stundenringes muß genau über dem N-Strich der Bodenplatte liegen, was durch senkrechtes Daraufsehen geprüft wird. Ist dies nicht der Fall, was bei manchen weniger solid gearbeiteten Instrumenten nach längerem Gebrauch eintritt, so muß das Deckglas vorsichtig abgehoben und der Stundenring so lange gedreht werden, bis jene Anforderung erfüllt ist. Man kann auch den Fehler vorläufig belassen und ihn bei den Beobachtungen je nach seiner Stellung zu N mit $+$ oder $-$ in Rechnung bringen; dies ist jedoch nicht allein umständlich, sondern kann auch Anlaß zu Irrungen geben.

2. Es wird vorausgesetzt, daß die N—S-Linie der Bodenplatte genau parallel zu den beiden korrespondierenden Kanten des Holzgehäuses ist; hiervon überzeugt man sich bei abgehobenem Deckglas mittels eines Zirkels; die Entfernung der Holzkante muß bei N ebenso groß wie bei S sein; dies wird für jede der beiden Kanten untersucht.

3. Die Magnetnadel muß frei spielen, d. h. leicht drehbar sein. Bringt man bei horizontaler Lage des Kompasses in ihre Nähe einen Eisengegenstand, z. B. ein Messer, so muß die Nadel sofort und weit ausschlagen, nach Entfernung des Eisens noch eine geraume Zeit schwingen, gleichförmig nach links und rechts ausschlagen, und nach Beruhigung der Nadel denselben Grad am Stundenring zeigen, wie vor der Beunruhigung.

Ist dies nicht der Fall, ist die Nadel träge, so liegt der Fehler entweder darin, daß die Spitze des Stiftes abgewetzt oder das Hütchen an seiner Unterseite beschädigt oder daß die Nadel nur schwach magnetisch ist. Die beiden früheren

Beschädigungen erkennt man unter der Lupe; die Spitze des Stiftes kann durch vorsichtiges Schleifen wieder in Ordnung gebracht werden, wobei jedoch beachtet werden muß, daß die neue Spitze zur Achse des Stiftes nicht exzentrisch wird. Ein schadhaftes Hütchen hat der Mechaniker auszuwechseln und eine träge Nadel muß durch Streichen mit einem Magneten wieder brauchbar gemacht werden. Hat man einen Mechaniker in der Nähe, so wird man alle diese Reparaturen ihm übertragen.

4. Die Nadel muß in jeder Stellung an ihren beiden Enden auf um 180° verschiedene Einteilungen des Stundenringes weisen. Ist dies nicht der Fall, so ist entweder die Spitze des Stiftes exzentrisch oder die Nadel ist schlecht, d. h. die Verbindungsgerade der beiden Polspitzen geht nicht durch den Mittelpunkt der Nadel. Welche der beiden Ursachen vorliegt, findet man auf folgendem Wege: Man stellt den Kompaß bzw. die Nadel auf N—S und liest an beiden Enden ab, so auch beim allmählichen Drehen des Kompasses um je eine Stunde. Zeigen die Ablesungen eine konstante Differenz gegenüber 180° , so ist die Nadel schlecht; variiert jedoch die Differenz von 0° bis x° , so ist die Stiftspitze exzentrisch; diese wird vorsichtig dorthin gebogen, wo die Differenz am größten ist; ob nach rechts oder links, kann aus der Lage der Differenz entnommen werden.

5. Die Kanten des aufgeklappten Deckels müssen genau in die Fortsetzung jener des Gehäuses fallen, wovon man sich mittels eines guten Lineals überzeugt. Ist der Kompaß in dieser Hinsicht fehlerhaft, so gibt er keine richtige Visuren.

Die hier besprochenen, wichtigeren Prüfungen sollen beim Kauf des Kompasses und nach seinem längeren Gebrauch vorgenommen werden; die meisten Reparaturen wird man dem Mechaniker übergeben und wurden für jene Fälle angegeben, wo man einen solchen nicht zur Verfügung hat.

Gebrauch des Kompasses. Es muß zuerst eine Eigentümlichkeit des Kompasses erwähnt werden, welche dem Anfänger gewöhnlich befremdet, ja veranlaßt, das Instrument für fehlerhaft zu halten. Es erscheint nämlich in der Bodenplatte, hält man N nach vorn, O und W verwechselt. Wenn man in der Natur nach N sieht, so ist O rechts, W links. Im Kompaß ist es umgekehrt, was wie folgt begründet ist. Wenn in einer Uhr der Zeiger fest

stünde und sich das Zifferblatt drehen würde, so müßte dann dort, wo eine gewöhnliche Uhr mit drehendem Zeiger rechts 1 hat, das drehende Zifferblatt 1 links haben; ebenso kämen alle Zahlen der gewöhnlichen Uhr von rechts nach links. Wenn wir in der Natur von N nach O, S und W zeigen, so drehen wir uns, wir sind der drehende Zeiger. Wenn wir jedoch mit der N—S-Linie des Kompasses nach O sehen, so hat sich der Stundenring (Zifferblatt) gedreht; der Zeiger, die Magnetnadel, ist fix geblieben, d. h. zeigt immer nach N, infolgedessen müssen am Zifferblatt, am Stundenring, die Zahlen links und nicht, wie in der Natur, rechts stehen. Der Anfänger versuche dies, er richte z. B. die Kompaßkante gegen O, so daß N der Bodenplatte $2^h = 360^\circ = 0^\circ$ des Stundenringes nach O gerichtet ist, so wird er finden, daß die blaue Nordspitze der Magnetnadel auf O der Bodenplatte und auf $6^h = 90^\circ$ des Stundenringes, also richtig weist.

Beim Gebrauch des Kompasses gilt stets die alte Markscheiderregel: „Nord voran“, d. h. N der Bodenplatte muß stets dorthin gerichtet sein, wohin man die Richtung bestimmen will. Beim Gebrauch des Kompasses darf kein Eisen in der Nähe sein; den Hammer läßt der Anfänger häufig beim Kompaß liegen!

Bekanntlich fällt die Magnetlinie oder der magnetische Meridian mit dem wahren oder astronomischen Meridian nicht zusammen; die Winkeldifferenz heißt die Deklination, die bei uns westlich ist, d. h. N der Magnetlinie weicht nach W ab. Daß die Deklination sich zeitlich ändert, ist ebenfalls bekannt; ihre jeweilige örtliche Größe kann aus den bekannten Isogonenkarten entnommen werden und ist im allgemeinen leicht bei Bergwerken, magnetischen Stationen u. dgl. zu erfragen. Der Geologe kann sich in den meisten Fällen damit begnügen, die Deklination auf Grade genau zu wissen, wozu die erwähnten Isogonenkarten ausreichen.

Ist die Deklination 8° westlich, so wird man eine magnetische Richtung auf den astronomischen Meridian dadurch beziehen, daß man 8° von ersterer abzieht. Fand man mittels des Kompasses z. B. eine Richtung nach $9^h 12^\circ = 147^\circ$, so ist diese astronomisch $9^h 4^\circ = 139^\circ$, oder wenn $10^h 4^\circ = 154^\circ$, so ist astronomisch $9^h 11^\circ = 146^\circ$. Ist die Deklination östlich, wie z. B. am Ural, so ist sie zur Kompaßablesung zu addieren.

In jüngster Zeit wurde neuerdings vorgeschlagen, den Stundenring drehbar zu machen, so daß an der Nordspitze der Magnetnadel sofort die wahre (auf den astronomischen Meridian bezogene) Richtung abgelesen werden kann. Dies wurde schon vor mehr als 30 Jahren in der Markscheidenkunst vorgeschlagen, fand jedoch keinen Eingang.

Es seien hier noch zwei Orientierungsbegriffe eingeschaltet. Zwei Richtungen, welche gegenüber liegen, also um $180^\circ = 12^h$ differieren, heißen Stunde und Gegenstunde. So ist z. B. $O = 9^\circ = 6^h$ die Gegenstunde von $W = 18^\circ = 270^\circ$. Die Kreuzstunde ist zu einer Richtung senkrecht, d. h. um 90° oder 6^h verschieden; von $O-W = 6^h-18^h$ oder $90^\circ-270^\circ$ ist die Kreuzstunde $N-S = 0^h-12^h$ oder 0° und 180° .

Der Geologe benutzt den Handkompaß sowohl zur Ortsbestimmung (Orientierung) als insbesondere zur Fixierung einer Fläche im Raum.

Die Ortsbestimmung kann notwendig werden, wenn der Feldgeologe in der Karte einen Punkt genauer bestimmen will, was z. B. in einer großen, gleichmarkierten Fläche (Wiese, Wald u. dgl.) vorkommen kann. Man visiert zwei möglichst nahe liegende, in der Karte verzeichnete Gegenstände (Häuser oder andere Gebäude, Parzellenecken,

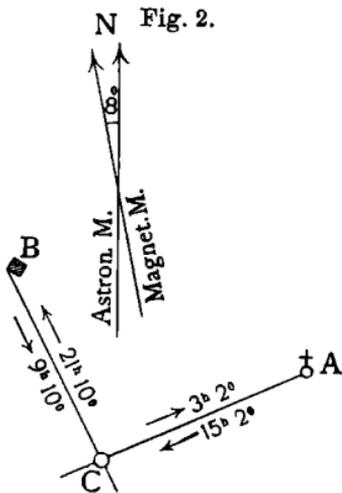


Fig. 2.
 an und liest am Kompaß an der blauen Nadelspitze die Richtungen in Stunden und Graden (eventuell nur Graden) ab. Die Karten pflegen gewöhnlich nur den astronomischen Meridian zu enthalten, weshalb die beiden abgelesenen magnetischen Richtungen auf den astronomischen Meridian mittels der bekannten Deklination (in Mitteleuropa wird diese abgezogen) umgerechnet werden müssen. Es wäre z. B. die eine Visur $3^h 10^m$, die andere $22^h 3^m$, die Deklination 8° , so ist die erstere astronomisch $3^h 2^m$, die

andere $21^h 10^m$. In der Karte seien die anvisierten Punkte A und B. Zieht man in der Karte, deren Kante, dem astronomischen Meridian entsprechend, mittels des Kompasses nach $N-S = 24^h$ festgelegt ist, an der zu $N-S$ der

Bodenplatte parallelen Kante des Kompasses von A aus eine Gerade nach $3^h 20' + 12^h = 15^h 20'$ und eine zweite Gerade von B aus nach $21^h 10' - 12^h = 9^h 10'$, so ist der Schnittpunkt C dieser beiden Linien jener gesuchte Punkt in der Karte, von welchem aus in der Natur visiert wurde; er wurde „rückwärts eingeschnitten“.

12^h müssen, wenn N der Bodenplatte dem gesuchten Punkte C zugekehrt ist, von der Visurrichtung abgezogen oder zu ihr addiert werden, da es sich beim Einzeichnen um die Gegenstunde ($\pm 12^h$) der Visur handelt; die Visur ist die Richtung zum Gegenstand, z. B. A , die in die Karte gezeichnete Linie ist jedoch die Richtung vom Gegenstand; beide Richtungen sind also entgegengesetzt, um $180^\circ = 12^h$ verschieden. — [Wendet man jedoch in der Karte N des Kompasses den anvisierten Objekten zu, so hat der Kompaß die Stellung wie beim Visieren in der Natur und die Umrechnung ($\pm 12^h = 180^\circ$) entfällt: dies ist die einfachere Methode. Statt die Deklination von der Visurrichtung abzuziehen, ist es einfacher und bei mehreren Richtungsangaben entschieden vorteilhafter, die Karte nach dem magnetischen Meridian zu orientieren und so zu fixieren. Zu diesem Zwecke legt man an den astronomischen Meridian, oft die rechte bzw. linke Kante der Karte, die N—S-Kante des Kompasses an und dreht die Karte mit dem darauf liegenden Kompaß so lang, bis die Nordspitze der Nadel die Deklination anzeigt; ist diese z. B. 8° W, so muß die Nadel auf $23^h 7' = 352^\circ$ ruhig einspielen. Die Karte wird in dieser Stellung befestigt und die in der Natur bestimmten Visuren werden direkt, d. h. ohne Umrechnung, in die Karte eingezeichnet.

Das Visieren mittels eines gewöhnlichen Handkompasses bietet einige Schwierigkeiten bzw. Ungenauigkeiten. Man visiert bei aufgeklapptem Kompaßdeckel mit einer N—S-Kante des Kompasses — N voran! — derart, daß die darunter liegende schmale Seitenfläche verschwindet, d. h. daß man sie in ihre vordere, kurze, vertikale Kante verschwinden sieht; die darüber liegende Kante des Deckels wird bei höher liegenden Gegenständen zur Visur benutzt. Nach einiger Übung gelingt diese Arbeit gut. Eine erhöhte Genauigkeit bietet ein kleiner Spiegel (bei S in Fig. 1) an einer der N—S-Kanten des Kompaßgehäuses; man visiert mit der dem Spiegel entsprechenden Kante des vertikal aufgeklappten Deckels, dessen Spiegelbild in die Kante des

Kompaßgehäuses bzw. des Spiegels fallen muß. Damit ist eine vertikale Visurebene geschaffen. Der Kompaß muß stets horizontal gehalten werden, damit die Nadel frei spielen kann; hat sie sich beruhigt, so wird stets an der N-Spitze abgelesen, was manchmal einige Schwierigkeiten bietet, besonders wenn der Kompaß frei in der Hand gehalten wird. Abgesehen davon, daß dann die Nadel zu zittern pflegt, in welchem Falle man den mittleren Wert zwischen dem rechten und linken Ausschlag wählt, so ist die Ablesung darum schwierig, weil man den Kompaß beim Visieren in der Höhe des Auges hält und dann in dieser Höhe ablesen soll. Dem entgeht man dadurch, daß man dem Kompaß eine Stütze gibt, z. B. durch Auf- oder Anlegen an einen Fels, an einen Baumstrunk, durch Anlegen an einen Baum oder festgerammten Stock. Erfolgt die Arretierung der Nadel durch schrauben, so wird dieselbe dadurch beunruhigt und die Ablesung ungenau; erfolgt sie jedoch durch drücken, so wird dieser Mißstand behoben und die Visuren können selbst in der Augenhöhe richtig fixiert werden, sobald die Nadel zur Ruhe gelangt.

Die Visuren mit zwei am Kompaß vorübergehend befestigten Dioptern sind nicht genauer als die von mir eingeführte Spiegelvisur, welche man allzeit zur Hand hat und in jeder Beziehung bequemer, auch billiger ist.

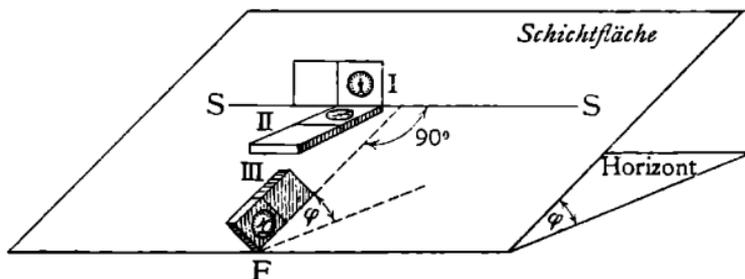
Will man überall genaue Visuren, z. B. bei einer Kartenaufnahme, vornehmen, so schraubt man den Handkompaß auf ein eisenfreies Stativ, das auch für die Kamera benutzt werden kann. Der Gebrauch dieses ergänzten Instrumentes bedarf füglich keine weitere Erläuterung; doch sei erwähnt, daß die Vertikalebene der Visur in die N—S-Linie der Bodenplatte bzw. des Stundenringes fallen oder wenigstens mit ihr parallel sein muß.

Die Fixierung einer Fläche, z. B. einer Schicht-, Schieferungs- oder Verwerferfläche, im Raume ist eine häufige Arbeit des Geologen. Dies geschieht dadurch, daß man den Punkt der Beobachtung in der Karte markiert und von der Fläche, als Ebene gedacht, das mittlere Streichen und Verfläichen mittels Kompaß bestimmt. Das Streichen ist bekanntlich die Richtung einer in der Ebene gezogenen horizontalen Linie; auf diese senkrecht nach abwärts — wohin die Kugel rollt — ist das Fallen oder Verfläichen der Ebene; dieses ist somit die Kreuzstunde des Streichens. Die Schicht- usw. Flächen sind meist keine Ebenen, sondern

sie sind uneben und gewellt; man nimmt dann die mittlere Lage, die man bei geringen Unebenheiten durch das Auflegen des Notizbuches, bei größeren durch das Augenmaß oder durch Auflegen eines eisenfreien Stabes in der Richtung des Streichens und durch ähnliche Mittel erreicht.

Die Streichlinie SS (Fig. 3) wird erhalten, wenn man den Kompaß auf die Fläche vertikal (nicht senkrecht zur Fläche), I in Fig. 3, aufstellt und auf ihr so lange dreht, bis das Klinometer auf 0 zeigt; dabei neigt man den Kompaß am Oberrand etwas nach vorn, damit der Senkel frei spielen kann, und legt dann das Instrument sachte zurück; die Senkelspitze muß auf 0 zeigen. Mittels eines scharfen Steinsplitters oder Bleistiftes u. dgl. zieht man an dem Unterrand des Kompasses, mit welchem er auf der Gesteinsfläche sitzt, in dieser einen Strich, welcher das Streichen verkörpert. Will man dessen Richtung bestimmen, so legt

Fig. 3.



man den Kompaß horizontal und die N—S-Linie parallel an die gezogene Streichlinie und liest an der beruhigten Nadel die Streichrichtung ab; durch wiederholtes leichtes Neigen des Instrumentes, so daß die Nadel sich am Deckglas etwas reibt, kann die Nadel rascher beruhigt werden. Konsequenterweise liest man wieder an der blauen Nordspitze ab, obzwar dies im vorliegenden Falle auch an der Südspitze geschehen könnte, denn das Streichen ist eine Gerade, welche nach der einen Seite die Stunde, nach der anderen die Gegenstunde zeigt, weshalb es auch häufig in beiden ausgedrückt wird; z. B. eine Schichtfläche streicht von NW nach SO oder von 21^h nach 9^h. Wir werden sofort hören, daß die Bestimmung (Messen) des Streichens ganz entfallen kann.

Das Fallen oder Verfläachen ist bestimmt durch die Richtung und Neigung der Fallinie IF . Die Richtung wird

mit dem Kompaß durch Anlegen seiner kurzen Kante an die Streichlinie bestimmt, *II* in Fig. 3, so daß die N—S-Linie der Bodenplatte über der Fallinie und zwar so liegt, daß wieder „N voran“ ist, daß N dorthin zeigt, wohin eine Kugel auf der Gesteinsfläche rollen würde. Durch diese Stellung des Kompasses hat man von der Streichlinie die um 90° (6^h) verschiedene Kreuzstunde abgenommen, so daß man durch Addieren oder Subtrahieren von $90^\circ = 6^h$ die Richtung der Streichlinie eindeutig berechnen kann, weshalb dieselbe nicht eigens abgenommen zu werden braucht. Ist das Fallen z. B. $SO = 9^h = 135^\circ$, so ist das Streichen $SW—NO$ oder $15^h—3^h$ oder $225^\circ—45^\circ$. Umgekehrt kann man aus dem Streichen das Fallen nicht berechnen; denn wäre ersteres z. B. $O—W$, so kann das Fallen sowohl N als auch S sein.

Die Neigung der Fallinie wird mittels des Klinometers bestimmt; der ganz geöffnete Kompaß, dessen Magnetnadel zuvor arretiert wird, wird derart vertikal und senkrecht zur Streichlinie gestellt, *III* in Fig. 3, so daß 0° des Gradbogens der Fallinie zugekehrt und die Linie $90^\circ—90^\circ$ (N—S) parallel zu ihr ist. Man neigt das Instrument einige Male schwach nach vorn, und zeigt die Senkelspitze beim Rückkehren stets auf denselben Grad, so ist dieser der Fallwinkel φ z. B. 25° .

Das Fallen notiert man in seinem Buche einfach z. B. $\downarrow 25^\circ 9^h 5^\circ$; wie erwähnt entfällt die Bemerkung über das Streichen, welches sich mit $3^h 5^\circ—15^h 5^\circ$ berechnen läßt.

Ist das Verfläachen steil, d. h. der Fallwinkel groß, so kann das Einzeichnen der Streichlinie in die Gesteinsfläche entfallen und man bestimmt sie schätzungsweise. Da die Magnetnadel nur bei horizontaler Stellung des Kompasses frei schwingt, so ist ja dadurch eine Gewähr gegeben, daß bei der Schätzung kein wesentlicher Fehler unterliefe, wenn der Kompaß mit seiner kurzen Kante an der gedachten Streichlinie anliegt.

Es empfiehlt sich dringend, daß der Anfänger zu Haus, bevor er in das Feld geht, an verschiedenen geneigten Flächen, z. B. geneigtem Tisch, Sitzfläche des Stuhles, Reißbrett usf., sich im Abnehmen des Verflächens vollends einübt. Man lese das Fallen nicht bloß auf der Oberseite der Übungsfläche, sondern auch an der Unterseite, welche eine überhängende Schicht vorstellt, ab. Beide Ablesungen müssen übereinstimmen. Nach jeder Ablesung orientiere man sich

rasch beiläufig in der Natur, ob die Ablesung richtig ist, d. h. ob man nicht den Kompaß falsch an die Streichlinie ansetzte und dadurch die Kreuz- oder Gegenstunde ablas. Ebenso übe man sich im Visieren. Des Gebrauches des Kompasses muß man vollständig sicher sein, bevor man in das Feld geht.

Das Klinometer wird auch zur Bestimmung der Terrainneigung verwendet; ein unmittelbares Anlegen des Kompasses an das Gehänge würde nur einen ganz lokal giltigen Winkel geben. Man visiert mit dem aufgestellten Kompaß längs des Gehänges, doch so hoch darüber, als sich der Kompaß über der Erde befindet, neigt diesen wenig vor, so daß das Senkel frei schwingt, und neigt dann vorsichtig zurück, bis der Kompaß in der Horizontalen liegt und das Senkel abgelesen werden kann. Dies wiederholt man einige Male, bis man übereinstimmende Gradzahlen bekommt; man kann sich bei geringen Differenzen mit Mittelwerten begnügen.

Höhenmesser (Aneroid).

Vordem bediente man sich zum Höhenmessen des Quecksilberbarometers, welcher beim Transport besondere Vorsicht erheischt. Jetzt bedient sich der Geologe des Aneroids, und zwar gewöhnlich in der Konstruktion Naudets. Eine kreisrunde Dose aus sehr dünnem Blech mit konzentrischen Wellen ist luftverdünnt und fest geschlossen; steigt der Luftdruck, so sinkt die Dose zusammen, und bläht sich wieder auf, wenn der Luftdruck sinkt. Diese geringe Auf- und Abbewegung nimmt ein einarmiger Hebel mit großer Übersetzung auf, so daß sein Ende die kleinen Bewegungen der Dose bedeutend vergrößert wiedergibt. Das Ende greift in einen Winkelhebel ein, an dessen Achse ein zweiter sitzt. Dieser bewegt die sogenannte Kette, welche um die Achse der Aneroidnadel geschlungen ist, so daß sich diese dreht, wenn die Kette angezogen wird. An der Achse ist auch eine Spiralfeder, welche jene dreht, wenn die Kette nachgelassen wird. In dieser gesamten Mechanik sind alle Übersetzungen durchweg ins große, d. h. daß sich die Bewegungen von der Dose bis zur Nadel vergrößern. Die Nadel zeigt an eine Kreisteilung, welche den Millimetern des Quecksilberbarometers entspricht. Bei kleinem Kreise gibt die Einteilung nur je 5 oder 10 mm an, bei großem Kreise Millimeter oder selbst Bruchteile hiervon. Beim Gebrauch wird

vor dem Ablesen auf das Deckglas leise geklopft, um die Trägheit einzelner Teile zu überwinden. Bei jeder Beobachtung wird auch deren Zeit notiert.

Die Ablesung am Aneroid stimmt mit jenem des richtigen Quecksilberbarometers nicht überein, weshalb erste eine Korrektur benötigt. Da auf die Dose die Wärme bei gleichem Luftdruck Einfluß hat, so wird eine zweite Korrektur, die der Temperatur, bei der Aneroidablesung notwendig, weshalb an dem Instrument ein Thermometer fest angebracht ist. Überdies ist ein loses Thermometer vorhanden, um die Lufttemperatur zu messen.

Dem Aneroid sind Tabellen beigegeben, mittels welchen der Luftdruck (Aneroidablesung) auf jenen bei 0° umgerechnet werden kann; mit Hilfe der zweiten Tabelle wird dieser korrigierte Luftdruck vom Instrumentenfehler befreit. In einer dritten Tabelle wird der reduzierte Luftdruck in Seehöhe umgerechnet.

Zur richtigen Bestimmung der Seehöhe ist eine Gegenbeobachtung an einem Orte notwendig, dessen Seehöhe bereits bekannt ist. Es ist ja allgemein bekannt, daß der Luftdruck steten Schwankungen ausgesetzt ist, so daß sich aus dem Barometerstand zeitlich verschiedene Seehöhen ergeben würden. Der Gegenbeobachter notiert Barometerstand und Temperatur z. B. stündlich und berechnet ersteren auf 0° . Aus dem Barometerstand wird die Seehöhe berechnet, welche gegenüber der bekannten wirklichen größer oder kleiner sein kann. Beobachtet der Geologe gleichzeitig im Feld und ist die Seehöhe eines Ortes berechnet, so wird hiervon die Differenz abzuziehen oder zu addieren sein, welche in der fixen Gegenstation gefunden wurde. Die reduzierten Seehöhen, welche in dieser bestimmt wurden, werden graphisch aufgetragen, so daß man auch die Differenz innerhalb jeder Stunde daraus bestimmen kann, da ja der Geologe das Aneroid zu verschiedenen Zeiten benutzt. Der Gegenbeobachter kann durch einen Barographen ersetzt werden, welcher die Luftdruckschwankungen ununterbrochen verzeichnet.

Es gibt auch Aneroide, bei welchen die erwähnten Umrechnungen nicht notwendig sind; sie heißen kompensiert. Ein individueller Instrumentenfehler ist infolge eines glücklichen Zufalles nicht vorhanden.

Es gibt kleine, sogenannte Taschenaneroide, in welchen die Nadel nicht bloß den Luftdruck in Millimetern, sondern

auch auf einem drehbaren Ringe direkt die Seehöhe angibt. Da man dieses Instrument, es den ganzen Tag in der Hosentasche tragend, so ziemlich bei gleicher Temperatur erhält, so entfällt eine diesbezügliche Korrektur. Der individuelle Instrumentenfehler entfällt durch den Gebrauch des Aneroides fast gänzlich. Man stellt den Höhenring, welcher in seiner Teilung eine Schätzung bis zu 1 m Seehöhe gestatten muß, an einem Orte auf die in der Karte angegebene Seehöhe ein und wiederholt dies stets, sobald man einen anderen derart markierten Punkt der Karte wieder erreicht. Hält man auf diese Weise das Aneroid in Ordnung, so kann es dem Geologen auch zur Orientierung dienen, wie dies später (S. 21) erläutert werden wird.

Die Richtigkeit eines Aneroids wird durch direkte Beobachtung an Orten kontrolliert, deren Seehöhen bekannt sind; auch hier ist eine Gegenbeobachtung an einer festen Station von bekannter Seehöhe notwendig, um die Veränderlichkeit des Luftdruckes zu eliminieren. Der Geologe verfügt bei seinen Wanderungen selten über einen Gegenbeobachter an festem Ort; er behilft sich damit, daß er an Orten, deren Seehöhen bekannt und in die Karte eingeschrieben sind, sein Aneroid beobachtet, aus der Ablesung die Seehöhe berechnet oder direkt abliest und damit die + oder — Differenz gegen die wirkliche Seehöhe für eine bestimmte Zeit der Beobachtung erhält. Trägt er diese im Laufe des Tages erhaltenen Differenzen als Ordinaten auf einer Abszisse auf, in welcher die Beobachtungszeiten nach einer angenommenen Einheit verzeichnet sind, so gibt die Verbindungslinie der einzelnen Seehöhendifferenzen eine Kurve, aus welcher die Differenz für jede Zeit des Tages zu entnehmen sind.

Bei den Instrumenten mit direkter Ablesung der Seehöhe stellt man den Höhenring auf die in der Karte verzeichnete Seehöhe ein; wurden vordem Beobachtungen gemacht, so werden diese auf die Weise korrigiert, daß man die Differenz am neuen Höhenpunkt entsprechend der Zeit zwischen diesem und dem früheren aufteilt.

So lange nicht Höhenschichtenkarten vorlagen, war der Geologe genötigt, Seehöhenbestimmungen vorzunehmen, um richtige Profile zeichnen zu können. Da nun in den Kulturländern gute Höhenkarten vorhanden sind, so hat das Aneroid für den Geologen viel an Bedeutung eingebüßt. Große, genaue Instrumente werden jedoch immer noch bei

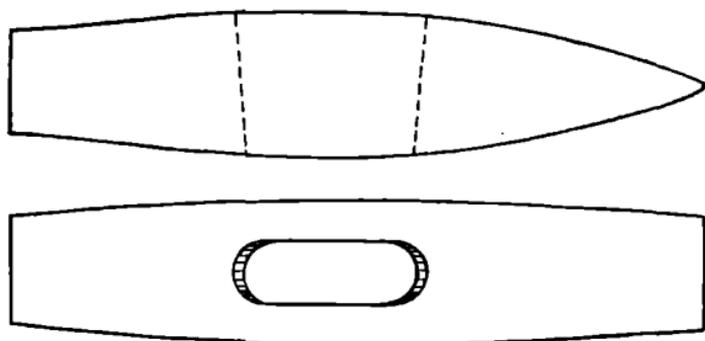
verschiedenen technischen Arbeiten, z. B. beim Entwurf von Schurfkarten, von Bahnprofilen verwendet. Dabei genügen häufig relative Höhen; werden die Ablesungen rasch nacheinander gemacht, so kann der normale Barometerstand und die Temperatur als konstant angenommen werden, wodurch die diesbezüglichen Umrechnungen entfallen.

Vor und bald nach einem Gewitter sind die Aneroidablesungen zur Höhenbestimmung unbrauchbar.

Hammer, Meißel.

Der Hammer besteht aus dem Eisen und dem Stiel (Helb). Die Form des Eisens (Fig. 4), welches aus bestem, zähem Stahl besteht, ist die abgebildete, sein Schneide querweis zum Stiel soll um weniges unter der Mittellinie oder in derselben liegen. Der Schneide gegenüber liegt die Bahn, welche ganz oder nahezu quadratisch (Seitenlänge 1,5 bis 2 cm) und eben ist. Das sogenannte Auge (Loch)

Fig. 4.



$\frac{2}{3}$ natürlicher Größe.

ist oben etwas weiter als unten und soll im Schwerpunkt des Eisens liegen. Manche ziehen es vor, daß die Schneide parallel zum Stiel liege; dies ist Gewohnheitssache. Das Gewicht des Eisens ist verschieden und hängt von der Festigkeit der Gesteine ab, welche im Aufnahmegebiet anstehen; in lockeren und weichen Tertiärschichten genügt ein leichtes Eisen, in festen Gesteinen bedient man sich eines Eisens bis zu 1 kg Gewicht. Ein 0,3 kg schweres und 10 bis 12 cm langes Eisen wird für die meisten Fälle genügen. Der Stiel ist aus trockenem Eichen- oder Hickoryholz; er hat einen ellipsenähnlichen Querschnitt, der nach

oben gegen das Eisen hin stärker wird; seine Länge ist (0,5 m¹), wodurch man beim Zerhauen eine größere Kraft entwickeln kann und im steilen Gelände der Stiel auch als Stock benutzt werden kann. Auch als Maßstab wird er verwendet, zu welchem Zwecke man an dem Stiel Dezimeter durch leichte und geschwärzte Einschnitte markiert; das unterste Dezimeter kann noch eine Zentimereinteilung bekommen.

Zur Befestigung des Eisens an den Stiel wurden verschiedene Arten vorgeschlagen; die einfachste und praktischste ist die, das Eisen an den Stiel am engeren Ende einzuschieben, so daß es im stärkeren Stielende sich im Auge festklemmt; eine weitere Befestigung ist nicht notwendig. Wird das Eisen beim Gebrauch etwas locker, was besonders dann öfter eintritt, wenn das Holz des Stieles nicht vollends ausgetrocknet war, so klopft man mittels eines harten Steines das Eisen fest und legt den Hammer mit dem Eisenteil in das Wasser, wodurch das Holz anquillt und das Eisen festhält. Das wiederhole man von Zeit zu Zeit.

Den Hammer an einem Stock zu befestigen, ist unpraktisch.

Einen schweren Schlägel mitzuführen, ist eine meist unnötige Belastung des Geologen; hat er einen Träger, so kann man diesen mit einem Schlägel belasten. Benötigt der Geologe einen schweren Schlägel, was sehr selten vorkommt, so entleihe er einen solchen im nächsten Gehöft oder besuche diesen Fundort gelegentlich einer anderen Exkursion und belaste sich für diesen einen Tag mit dem Schlägel. In den Alpen ist es mir wiederholt vorgekommen, daß der Mann, der mir den Schlägel lieh, mitging — war es Furcht vor Verlust oder Neugierde? — und dann beim Zerhauen des Gesteins ausgiebig mithalf.

Leichte Meißel hat der Geologe wenigstens zwei bei sich, und zwar einen mit einer Spitze, einen anderen mit einer Schneide; beide sind aus Eisen und unten gut verstählt; der Griff ist quadratisch (etwa 1 cm stark) mit abgezogenen Kanten, also achteckig und etwa 10 cm lang. Die Meißel werden zum Herausstemmen einer Versteinerung, eines Minerals oder einer besonderen Partie im Gesteine, ferner zum Zerspalten und Absprengen von Gesteinsstücken

¹) Kleine Hämmer haben einen kürzeren Stiel.

benutzt. Im Standquartier hat man einen kleinen Meißelvorrat.

Der Hammer dient nicht nur zum Abschlagen oder Zertrümmern des Gesteins, sondern auch zum Formatieren desselben; dieses besteht darin, die Gesteinsproben in rechteckige Form (7 zu 9 oder 9 zu 12 cm Seitenlängen bei 1 bis 3 cm Dicke) zu bringen und mindestens eine frische Bruchfläche zu erhalten. Bei dieser Arbeit benutzt man zuerst die Bahn des Eisens, und sobald das Format annähernd erreicht ist, die Schneide. Die Schläge hierbei sind kurz, zuckend. Ist das Format erreicht, so werden mit kurzen leichten Schlägen die scharfen Kanten abgeklopft.

Man hat auch einen eigenen Ledergurt mit einer Hülse samt Deckel, in welchem der Hammer an der linken Seite getragen wird. Man kann denselben ersparen, da er ja die Bauchgegend belästigt, und trägt den Hammer in der rückwärtigen Schließe des Beinkleides eingesteckt. An dem Ledergurt pflegt auch eine Ledertasche zur Aufnahme des Kompasses angenäht zu sein; dieser ist mindestens ebenso gut in einer Rocktasche verwahrt und rascher zur Hand. Der Gurt ist somit nicht notwendig.

Der Erdbohrer

wird in weichen und losen Ablagerungen angewendet, um die Natur der obersten Erdschichten zu untersuchen und ist besonders für den Flachland- und Glazialgeologen ein wichtiger Behelf. Nach den langjährigen Erfahrungen der Preußischen geologischen Landesanstalt haben sich folgende Konstruktionen am besten bewährt.

Ein 1 bzw. 2 m langer, 1 bis 1,5 cm starker, runder Eisenstab hat am unteren Ende eine Spitze und ist oberhalb derselben auf etwa 3 dcm Länge ausgehöhlt. Der 1 m lange Bohrer hat oben eine Öse, durch welche ein Holzstab gesteckt und mittels welches der Bohrer in die Erde gedrückt und dann gedreht wird. Der 2 m lange Bohrer hat unten dieselbe Einrichtung, oben einen beweglichen, zwei-flügeligen Eisengriff, und die Stange endet darüber mit einer Verdickung, auf welche mit einem Holzschlägel geschlagen wird. Zum Transport und zum Eintreiben dieser beiden Bohrer ist dem Geologen ein Träger beigegeben.

Zuerst wird der 1 m-Bohrer auf $\frac{1}{3}$, dann auf $\frac{2}{3}$ und endlich auf 1 m eingedrückt oder eingetrieben, jedesmal aus-

gezogen, doch früher umgedreht, und die in der Höhlung oberhalb der Spitze befindliche Probe sorgfältig herausgeschabt. Auf gleiche Weise verwendet man den 2 m-Bohrer, der ebenfalls nach je 30 cm Tiefe eine Probe herausbringt. Im ganzen erhält man sechs Proben.

Hat man keinen Träger zur Verfügung, so bedient sich der Geologe eines eisernen Spazierstockes, der nach den voran beschriebenen Prinzipien konstruiert ist; der Griff ist zweiflügelig. Einen praktischen Stockbohrer liefert C. H. Töllner in Hahnerberg bei Elberfeld um 11 *M.* — Die Gräfsche Armaturen- und Maschinenfabrik Th. Post in Darmstadt liefert den sehr guten Handbohrapparat System Tecklenburg, welcher bis zu verschiedenen Tiefen (bis 20 m) in sehr milden Gesteinen mit der Hand niedergebracht werden kann. Stundenleistung angeblich in Ton und Lehm 6 m, im feuchten schieferigen Boden 5 m, im trockenen Sand 3 m, im verwitterten Schiefer und im steinigen Ton 2 m.

Lupe, Camera, Taschenthermometer, Zirkel, Säurefläschchen.

Die Lupe besteht aus zwei oder drei Linsen, die in Messing oder, was weniger gut ist, in Horn gefaßt und einklappbar sind. Die Gläser sollen scharfe Bilder geben und doch ein entsprechend großes Gesichtsfeld haben.

Eine Handcamera behufs Aufnahme der Lichtbilder von Terrainformen und guten Aufschlüssen ist erwünscht; bei letzteren empfiehlt es sich, einen Maßstab, einen Hammer eventuell einen Menschen von bekannter Körperlänge, im Aufschluß unterzubringen. Der Apparat soll sehr scharfe Bilder geben, die auch zur Vergrößerung geeignet sind. Bei der Aufnahme von Landschaften ist der Standort und die Richtung der Visur genau, z. B. mit dem Kompaß, anzugeben.

Das Taschenthermometer ist etwa 10 bis 15 cm lang, in mindestens halbe Grade geteilt, welche von -10° meist bis $+40$ oder 50° reichen. Zur Füllung benutzt man oft rot oder blau gefärbten Weingeist, da der Quecksilberfaden im Wasser schwer erkennbar ist. Beim Ablesen soll der Blick senkrecht zum Thermometer sein. Es soll mit einem guten Thermometer verglichen und auf diese Weise geprüft werden, um eine mögliche Korrektur zu er-

halten, die dann bei allen Ablesungen während des Gebrauches berücksichtigt werden muß. Das Thermometer steckt in einer Messinghülse, in welche der Kopf des Thermometers verschraubt wird. Das Thermometer wird zumeist zur Bestimmung von Wassertemperaturen benutzt; zuvor wird auch die Lufttemperatur im Schatten gemessen.

Einen Taschenzirkel im Gebiet mitzutragen, ist gewöhnlich nicht notwendig, weil man mittels Papierstreifen denselben Zweck erreicht. Da er wenig Raum beansprucht und leicht ist, so kann er mit ins Feld genommen werden; doch bleibt er meist in der Station. Es ist ein Zirkel, dessen Spitzen durch eine angeschraubte Hülse geschützt sind.

Das Säurefläschchen wird mit verdünnter Salzsäure gefüllt. Es ist dies ein kleines Fläschchen mit gut eingeriebenem Glasstöpsel, das in eine Holz- oder Hartgummibüchse knapp paßt, welche oben mit einem Deckel derart gut verschraubt wird, daß der Deckel den Glasstöpsel fest niederhält. Trotzdem muß das Fläschchen stets aufrecht getragen werden. Die Säure dient zum Bestimmen der Carbonatgesteine, häufig zur Unterscheidung von Kalk und Dolomit. Starke Essigessenz, welche in den Wirtschaften oft erhältlich ist, kann die Salzsäure ersetzen.

Karten, Farbstifte, Tusche.

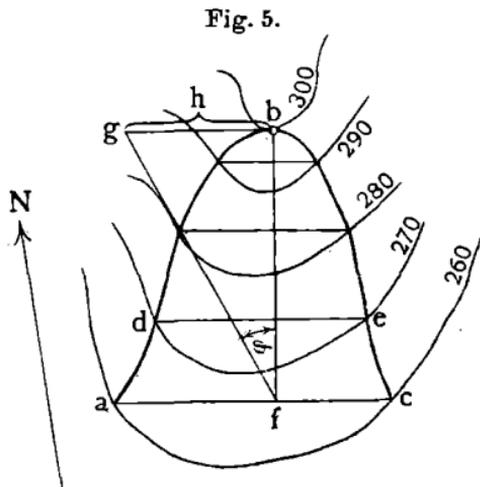
Karten. Je nach dem Zweck der geologischen Arbeit ist der Maßstab der Karte zu wählen. Handelt es sich um technische Fragen, so wird ein möglichst großer Maßstab vorgezogen, welcher die Einzeichnung der Details gestattet. Ist von einem großen Ländergebiet in verhältnismäßig sehr kurzer Zeit eine Übersicht der geologischen Verhältnisse zu schaffen, so wird man einen sehr kleinen Maßstab wählen und auf viele Details verzichten müssen (Übersichtsaufnahme). In jeder Karte muß der Meridian ersichtlich sein; oft ist er der rechte bzw. linke Kartenrand.

Karten, welche die Höhenverhältnisse des Gebietes durch Höhenschichtenlinien (Isohypsen) zur Anschauung bringen, sind anderen Ausführungen vorzuziehen. In welchen Vertikalentfernungen die Höhenschichtenlinien zu legen sind, hängt ebenfalls von der Maßstabsgröße der Karte ab, ferner auch von dem Böschungswinkel des Gebietes; im Flachland ist die Distanz gering, im Steilgebirge groß. So legen die österreichischen Generalstabskarten (Maßstab 1 : 25 000) im

Gebirge und im steileren Hügelland die Höhenlinien in 20 m Vertikalentfernung, im Hochgebirge und in Schroffen in 100 m. Die sogenannten Meßtischblätter des Generalstabes Preußens, ebenfalls im Maßstab 1:25 000, haben Entfernungen der Höhenlinien von 5 m, im flachen Gelände noch drei Mittellinien für einen Höhenabstand von je $1\frac{1}{4}$ m. Die rumänischen Generalstabskarten (1:25 000) haben den Höhenschichtenabstand von 10 m, die bayerischen neueren Positionsblätter (1:25 000) in 10 m, im Flachland bis zu 1 m Entfernung.

Die Schichtenlinien der höheren Einheit (in Österreich jede Hundert- und Tausendlinie) sind stärker gezeichnet, hingegen werden Linien niederer Ordnung gestrichelt. Die österreichischen Katasterkarten, fast durchweg im Maßstab 1:2880, und jene Preußens (1:1000 und mehr) haben keine Höhenlinien; die bei Touristen beliebte österreichische Spezialkarte (1:75 000) hat Schraffen und Höhenlinien in 100 m Distanz. Es soll damit nur die Verschiedenheit der Karten angedeutet werden; da aus den Karten selbst die Höhendifferenz der Schichtenlinien entnommen werden kann, so hat es keinen Zweck, weitere Beispiele hier anzuführen. Die Höhenlinien können auch zur Orientierung dienen. Man hat, z. B. im Wald, nur einen einzigen Ausblick zu einem bekannten Orientierungsobjekt (Haus usw.), zu welchem mittels Kompasses die Richtung (Visur) bestimmt und in

die Karte eingezeichnet wird (S. 8). Hat man mittels eines Höhenmessers die Seehöhe des Standpunktes bestimmt, so ist dieser in der Karte dort, wo die entsprechende Höhenlinie von der Visur geschnitten wird. Diese Methode ist bei guten Karten genauer als jene mittels zweier Visuren (S. 8). Die Höhenlinien gestatten auch, das Streichen



und Fallen von Schicht- und anderen Flächen in größerer Ausdehnung zu bestimmen; man heißt es das allgemeine und generelle Streichen. *a, b, c* (Fig. 5) sei in der Karte der

Ausbiß einer solchen Fläche; verbindet man in ihr zwei gleich hoch gelegene Punkte, zieht man also eine Horizontale *ac* oder *de*, so ist dies die Streichlinie, deren Lage in der nach dem Meridian orientierten Karte mittels Kompasses abgenommen werden kann, z. B. $8^h 12^0$; hierauf senkrecht ist die Falllinie *bf*, also um 6^h verschieden, $14^h 12^0$, wie sich dies aus der Karte ergibt. Der Punkt *b* liegt um $h =$ z. B. 40 m höher als *f*, weshalb *bf* die Basis, *h* die Höhe des Verflächungsdreieckes *bfg* ist, welches man sich aus der vertikalen in die horizontale Lage umgelegt denkt; φ ist der Fallwinkel.

Wenn die einzelnen Streichlinien parallel und gleich entfernt sind, so entspricht die Fläche einer Ebene; ist dies nicht der Fall, so ist die Fläche zylinderisch, windschief oder unregelmäßig verbogen. Diese Erkenntnis kann bei technischen und tektonischen Fragen von Bedeutung sein.

In den österreichischen Generalstabskarten (1 : 25 000) entsprechen 100 m Höhe 4 mm, somit 20 m, d. i. die Entfernung zweier Höhenschichtenlinien, 0,8 mm, was dem Profilzeichnen zugrunde zu legen ist.

Karten, in welchen die Höhenverhältnisse durch Schraffen (Schraffierung) ausgedrückt werden, sind auch darum für den Geologen weniger geeignet, weil seine Einzeichnungen weniger klar sichtbar sind.

Die Karte wird, in rechteckige Teile geschnitten, auf Leinwand aufgezogen; die Teile sollen nicht zu klein sein und die gefaltete Karte soll bequem in die Rocktasche gesteckt werden können.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es, daß der Geologe im Terrain stets orientiert ist, d. h. daß er in der Karte jederzeit den Punkt, an welchem er sich befindet, ganz genau anzugeben vermag; darum muß er beim Wandern die Karte stets zur Hand haben, nur dann werden seine Einzeichnungen richtig sein. Die Orientierung in der Karte erfolgt, besonders im Gebirge, am besten an der Hand der Terraindarstellung, am schlechtesten nach Fahrwegen, da diese sich um so mehr geändert haben, je älter die Karte ist. Flüsse und Bäche sind ebenfalls gute Orientierungsbehelfe, obzwar sie im Laufe der Zeit ihr Bett auch mehr oder weniger verändert haben können. Einzelne Häuser, besonders Hütten, können verschwunden sein, neue sind entstanden. Auch Kulturgrenzen, z. B. von Wald und Wiese,

sind wandelbar. Reichsstraßen und Eisenbahnen pflegen unverändert zu bleiben.

Der Beobachtungsort fällt gewöhnlich mit einem gut markierten Punkt der Karte nicht zusammen und muß somit zumeist in ihr erst bestimmt werden, wozu oft Kompaß und Schrittmaß ausreichen. Der Geologe bestimme zuvor seine Schrittlänge im ebenen Terrain am einfachsten auf einer Straße damit, daß er die Zahl der Schritte zwischen zwei Kilometersteinen zählt; hat er in 1000 m Länge 1300 Schritte gemacht, so ist seine Schrittlänge 0,77 m. Im geneigten Terrain verkürzt sich die Schrittlänge; wird diese in der Ebene = 1 gesetzt, so ist sie nach Jordan:

Neigung	Aufwärts	Abwärts
5°	0,81	0,97
10	0,81	0,94
15	0,73	0,91
20	0,65	0,87
25	0,58	0,78
30	0,49	0,65

Im vorigen Falle würde die Schrittlänge bei einem durchschnittlich 10° geneigten Terrain

beim Aufwärtsgehen $0,81 \times 0,77 = 0,6237$ m,

beim Abwärtsgehen $0,94 \times 0,77 = 0,7238$ m

betragen. Manche Geologen bedienen sich eines Schrittzählers (Pedometer), von welchen es verschiedene Konstruktionen gibt.

Von dem markierten Punkt der Karte visiert man mit dem Kompaß zu der Beobachtungsstelle und schreitet die Länge bis dahin ab. Von der Visur wird die Deklination abgezogen und in die nach N—S orientierte Karte mit Bleistift eingezeichnet; auf diese Linie wird die unter Berücksichtigung der Terrainneigung in Metermaß umgerechnete Schrittzahl nach dem Kartenmaßstab, der entweder auf der Rückseite der Karte angeklebt ist oder in der Tasche des Notizbuches verwahrt wird, aufgetragen.

Die Bestimmung des Beobachtungspunktes mit Hilfe zweier Visuren ist auf S. 8, mittels einer Visur und der Seehöhe auf S. 21 beschrieben.

Bei Forschungsreisen wird auch das Schrittmaß des Tragtieres gemessen und deren Schrittzahl mittels Schrittzähler bestimmt.

Manchmal bietet die Karte, z. B. in einem ausgedehnten Wald, fast gar keine Orientierungsmöglichkeit, und dennoch sind wichtige Fundpunkte zu verzeichnen. Man kann sich dabei auf folgende Art behelfen: Man geht von einem möglichst nahe gelegenen und in der Karte bestimmten Punkt weg, zählt die Schritte und beobachtet am Kompaß die Richtung; der Weg kann seine Richtung wiederholt ändern, von jedem Teilstück wird auf diese Weise Richtung und Länge bestimmt und vorgemerkt. Zur Berechnung der wahren Schrittlänge müssen auch die Terrainneigungen bestimmt werden.

Beim Durchschreiten eines Waldes und in anderen Fällen bekommt man für lange Entfernungen auf folgende Weise eine halbwegs brauchbare Orientierung. Man hält entweder mittels des Kompasses oder eines gut sichtbaren fernen Visurobjektes durchweg dieselbe Richtung bei und bezeichnet auf der Karte die beiden Punkte des Ein- und Austrittes aus dem Wald. Man notiert die Zeit des Beginnes der Wanderung, die jedes Fundes und der bei demselben verbrachten Beobachtungszeit. Die zum Wandern zwischen den Beobachtungspunkten benutzten Zeiten werden addiert, welche Summe der ganzen zurückgelegten Wegstrecke entspricht. Diese wird dann den einzelnen Streckenzeiten proportional eingeteilt, wodurch die verschiedenen Beobachtungspunkte bestimmt sind.

Die Einzeichnungen und Einschreibungen in der Karte werden mit einem harten Bleistift vorgenommen; sie sollen möglichst rasch, wenn tunlich jeden Abend in der Station, mit unverwaschbarer Tusche fixiert werden.

In manchen Fällen kann es sich **empfehlen**, sofort während der Begehung die einzelnen Formationen, deren Glieder und Gesteine beim Überschreiten in Farbe auszuscheiden, was am besten mittels guter Farbstifte geschieht. Da man verschiedene Glieder derselben Formation deutlich auszuscheiden hat, so kann man sich bei der Feldarbeit an die internationale Farbenskala nicht durchweg halten, um so weniger, je reichlicher eine Formation im Gebiete gegliedert wird. Beim Verfolgen der Grenzen darf jedoch das Studium der Gesteine, welche sie einschließen, nicht vernachlässigt werden.

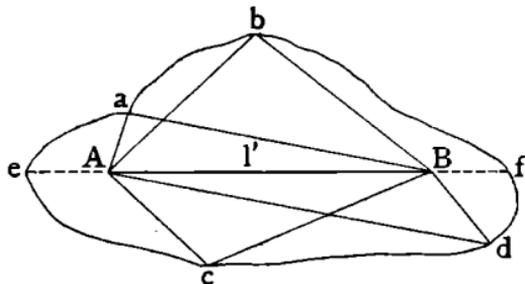
Dem Anfänger ist es dringend zu empfehlen, seine ersten Aufnahmen mit einer Karte größten Maßstabes (Kataster- oder Flurkarten) zu machen, damit er sich sofort an

eine genaue Einzeichnung der Beobachtungsorte gewöhnt. Im Kartenlesen soll er sich schon in der Umgebung seines Aufenthaltsortes üben, bevor er in das Studiengebiet geht.

Die Anfertigung der Karte ist Sache des Geodäten und nicht des Geologen; wer sich in dieser Hinsicht belehren will, der sei auf Dr.-Ing. Steiners „Vermessungskunde“ (Verlag Knapp, Halle a. S.) und auf Dr. A. Marcuses „Ortsbestimmung für Geographen und Forschungsreisende“ (Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig) verwiesen. Doch dieses Studium genügt nicht, da eine gute Karte ein volles Vertrautsein mit den Instrumenten voraussetzt. Es sei deshalb hier nicht weiter auf die Kartenaufnahme eingegangen und von derartigen Aufnahmen nur so viel erwähnt, um eine brauchbare Skizze mittels der gewöhnlichen Behelfe des Geologen herzustellen, weshalb dieselben im ersten Teile dieses Buches als Instrumentenlehre eingehender besprochen wurden. Solche Aufnahmen kommen vor, wenn man von einem besonders interessanten Aufschluß eine Detailskizze braucht oder bei der ersten Vermessung von Steinbrüchen, Gräbereien, eines Höhlensystems u. dgl.

Man entwirft eine Handskizze und mißt, je nach der verlangten Genauigkeit, entweder mittels des Schrittmaßes oder des Meßbandes eine Gerade (Basis) AB von der Länge l

Fig. 6.



und bestimmt mit dem Kompaß die Richtung derselben. Ist der Boden nicht horizontal, sondern geneigt, so wird der Neigungswinkel der Basis α mit dem Klinometer gemessen. Es ist dann die horizontale Länge l' , von welcher bei der Konstruktion der Skizze ausgegangen wird, $l' = l \cdot \cos \alpha$. Von den Endpunkten A und B der Basis (Fig. 6) visiert man mit dem Kompaß vom Standpunkt A markierte, geologisch oder figural wichtige Punkte des Umrisses a, b, c, d usf.

an und dann dieselben vom Punkte *B*. In der Verlängerung der Basis (Standlinie) werden von *A* bis *e*, von *B* bis *f* die horizontalen Längen gemessen. Man zeichnet auf fixiertem Papier die Magnetlinie und unter Berücksichtigung der Deklination den astronomischen Meridian, dann nach einem passenden Maßstab und der magnetischen Richtung *AB* und zieht mittels des Kompasses die Visuren, in deren entsprechenden Durchschnittspunkten *a*, *b*, *c*, *d* gegeben sind. Die Punkte *e* und *f* findet man mit dem für *AB* gewählten Maßstab; 1 m = 1 mm dürfte sich in den meisten Fällen sehr gut eignen. Verbindet man die Punkte nach der vorläufigen Handskizze, so erhält man, entsprechend der Karte, den Grundriß (Horizontalprojektion) des Umrisses; in denselben werden die Einzelheiten eingezeichnet nach der Handskizze, in welcher einzelne Punkte nach der gegebenen Erläuterung mittels Kompaß und Meßband bestimmt wurden.

Notizbuch, Bleistift, Maßstab, Verpackpapier.

Über das Notizbuch ist wenig zu sagen; es soll sich bequem in die Taschen der Kleidung stecken lassen. Für manche Zwecke empfiehlt es sich, quadriertes Papier anzuwenden; jedenfalls ist es vorsichtig, einige Blätter im Notizbuch unterzubringen, das auch eine Tasche besitzen soll, in welcher man den Kartenmaßstab und Zettel verwahrt, welche für die Belegstücke notwendig sind. Das Buch soll fortlaufende Seitenzahlen haben. Bei Beginn jeder Exkursion notiere man den Tag derselben, und während derselben vermerke man jede Beobachtung sofort und verlasse sich nie auf sein Gedächtnis.

Macht man wiederholt Exkursionen in verschiedene Gebiete, so sollte man der Übersichtlichkeit halber für jedes ein eigenes Notizbuch haben. Derselbe Zweck kann auch durch eine kleine rechteckige Mappe aus Leder oder Leinwand erreicht werden, welche an beiden Innenseiten in Taschen Schreibpapierblätter eingesteckt hat, und zwar an der einen Seite die beschriebenen Blätter, an der anderen die unbeschriebenen.

Jedes Notizbuch trägt einen Bleistift mittlerer Härte (Hardtmuth oder Faber Nr. 3; Notizen mit sehr weichem Bleistift, z. B. Nr. 1, verwischen sich leicht), der oben eine Radiergummikapsel aufgesetzt hat. Der Bleistift steckt in einer Hülse des Notizbuches, so daß er sofort zur Hand ist.

Jedenfalls muß stets ein Reservebleistift mitgeführt werden; überdies hat man in seiner Station noch einen kleinen Vorrat. Man hat auch vorgeschlagen, den Bleistift mittels einer dünnen Schnur um den Hals oder an der Kleidung zu befestigen; arbeitet man sich durch Gebüsch, so kann es nur zu leicht vorkommen, daß die Schnur hängen bleibt und der Bleistift abgerissen wird; jedenfalls ist er in der Tasche sicherer. Es kann geschehen, daß man im Laufe eines Tages alle Bleistifte verloren hat; die gemachten Beobachtungen lassen sich, da es gewöhnlich die letzten Stunden des Wanderns sind, noch ziemlich frisch im Gedächtnis behalten, während sich die Zahlen der abgenommenen Verflächen nicht so sicher einprägen. Diese wenigen Notizen können vorläufig mit abgebrannten Zündhölzchen im Buche vermerkt werden, bis abends in der Station der Nachtrag geschieht. Beim Rasten frische man die Bleistiftezeichnungen auf.

Manche Geologen führen nebst dem Notizbuch auch ein Tagebuch, das gewöhnlich ein größeres Format hat und in welchem abends in der Station die Beobachtungen des Tages zusammengefaßt und ausgearbeitet werden. Diese Aufschreibungen können auch im Notizbuch vorgenommen werden und in den freiwilligen und unfreiwilligen Rasttagen kann man nach einiger Zeit mit der Ausarbeitung des Berichtes beginnen, gleichsam ein Gerippe für den Schlußbericht, das einem manchmal die Lücken der bisherigen Beobachtung lehrt oder Winke für die weitere Beobachtung gibt.

Ein gewöhnlicher Zentimetermaßstab, falls dieser nicht am Hammerstiel vorgesorgt ist, ist mitzuführen, um kleine Mächtigkeiten zu bestimmen; die Millimeterteilung kann auch bei der Benutzung der Karte vorteilhaft sein. Ein 5 m langes, in einer runden Kapsel aufgerolltes Meßband ist leicht und leistet für manche Zwecke besseren Dienst.

Der Geologe führt stets bei seinen Wanderungen eine entsprechende Menge weiches Verpackungspapier (Zeitungen) mit sich, welches zum Verpacken (Einwickeln) der Belegstücke (Gesteine, Versteinerungen, Minerale) am Fundort dient; es darf nicht zu weich und nicht zu spröde sein. Jedem Belegstück wird ein kleiner Zettel beigelegt, auf welchem der Fundort genau notiert ist; ist derselbe nicht ein in der Karte wohl markierter Punkt, so wird der Fund-

punkt auf einen solchen bezogen und Entfernung und Richtung von demselben mittels der Karte angegeben. Häufig setzt man in den Zettel auch den Tag der Aufsammlung oder die betreffende Seite des Notizbuches, wenn notwendig, auch den Namen des Sammlers bei. Stammen die Belegstücke von einem Profil, das im Notizbuch gezeichnet ist und dessen Details mit Zahlen und Buchstaben bezeichnet sind, so muß jedes Belegstück bzw. dessen Zettel die entsprechende Detailbezeichnung erhalten.

Das fertig formatisierte Belegstück wird zuerst sorgfältig in Papier eingewickelt, dann wird der zusammengelegte Zettel beigegeben und darüber ein zweites Verpackungspapier sorglich darum gegeben; die Enden werden möglichst gut geschlossen. Man trachtet vorwiegend wegen der Aufstellung in den Sammlungen den Belegstücken durchweg gleiches Format zu geben, wovon abzugehen man wiederholt gezwungen sein kann.

Beabsichtigt man von einem Gestein eine Bauschanalyse zu machen, so zerkleinert man gleich an der Fundstelle ein großes Stück, nimmt von den einzelnen Stücken die Durchschnittprobe und verpackt diese in einem Säckchen od. dgl.

Im Rucksack führt man auch Schachteln und Glasröhren mit, in welche man kleine Funde, die sonst leicht verloren gehen könnten, und leicht zerbrechliche Stücke mit Moos, Seidenpapier oder Watte verpackt. Kleie, Häcksel und Sägemehl sind dann, wenn sie sich leicht in die hohlen Versteinerungen verlieren können, nur für kurzen Transport geeignet oder man nimmt diese Ausfüllung vor dem Verpacken vor. Tone und Sande verpackt man auch in Blech- oder Holzschachteln.

B. Die touristische Ausrüstung.

Die Kleidung muß den klimatischen Verhältnissen und den Eigentümlichkeiten des Gebietes entsprechend gewählt werden. Ein schweißaufsaugendes Hemd oder Unterleibchen ist ein hygienisches Erfordernis. Von besonderer Wichtigkeit sind gute, wasserdichte Schuhe. In vielen Fällen werden sich gut benagelte Bundschuhe bewähren, in welchen die sogenannte Zunge beiderseits angenäht ist. So schwer solche Schuhe in der Hand erscheinen, so leicht tragen sie sich an den Füßen. Lange Beinkleider haben den Nachteil, daß man unten an hervorragendem Holz u. dgl.

hängen bleiben kann, was jedoch durch Anwendung von Gamaschen vermieden wird. Rock und Weste sollen viele, große, feste Taschen haben, im Rock, wenigstens außen, wo man Notizbuch und Kompaß einsteckt, durch Deckel verschließbar sein. Der Hut soll eine sogenannte Windschnur haben und ist mittels einer Kluppe an der Kleidung aufhängbar. Der Regenmantel wird gut zusammengewickelt und gebunden zwischen Rücken und Rucksack gesteckt und so leicht getragen.

Der Rucksack ist als Transportbehelf vorzüglich geeignet; man gewöhnt sich rasch an ihn. Er soll aus wasserdichtem Stoff hergestellt sein und kann auch außen einige Taschen angenäht haben. In ihm wird das Verpackungspapier, der Proviant, ein Trinkglas, die Camera und werden die Belegstücke sowie Behelfe, die man seltener gebraucht, untergebracht.

Netze als Transportmittel sind aus mehrfachen Gründen unpraktisch.

Eine wiederholt besprochene Frage bezieht sich auf den Gebrauch eines Stockes; im Hochgebirge ist ein Bergstock oder ein Eispickel willkommen oder notwendig; in übrigen Gebieten ist der Stock eine gute Stütze, welche die Ausdauer erhöht, der Ermüdung entgegenwirkt. Es empfiehlt sich in solchen Gegenden der Gebrauch eines guten Regenschirmes mit starkem Stock, der unten mit Eisen beschlagen ist, das in einer stumpferen Spitze endet. Der Griff soll halbkreisförmig gebogen sein, um den Schirm beim Nichtgebrauch an den Vorderarm hängen zu können; er ist Stock und Regenschutz.

Ein gutes Taschenmesser mit Korkzieher findet nicht bloß für touristische Zwecke, sondern auch zur Härtebestimmung der Gesteine, zum Spitzen der Blei- und Farbstifte usw. Verwendung. Die Härte kann auch durch Ritzen mit dem Hammer bestimmt werden, den der Geologe während des Wanderns zur, d. h. meist in der Hand hat.

Ein Fernglas ist jedem Touristen willkommen, dem Geologen besonders bei sogenannten Übersichtsaufnahmen erwünscht, um den Verlauf von Gesteinsgrenzen auf weitere Entfernung verfolgen zu können.

Eine kleine Touristenapotheke führt man entweder im Rucksack mit sich oder hält man in seiner Station; dies ist selbstredend um so notwendiger, je entfernter man vom Arzt und von einer Apotheke ist.

Diese wenigen Notizen dürften dem touristischen Anfänger genügen; seine späteren Erfahrungen werden dieselben individuell ausbilden. Die heiße Mittagszeit benutze man stets zur Rast; wandert man vor- und nachmittags je vier oder fünf Stunden, so bleibt man durch Wochen beobachtungsfähig und -lustig. Ein Überhasten rächt sich in den späteren Tagen.

II. Die geologische Begehung

(Einzeichnungen in der Karte).

Liegt bereits eine geologische Karte vor, so kombiniere man aus dieser einen Weg, welcher möglichst viel lehrt; insbesondere wird man trachten, ein Profil zu begehen, in welchem alle oder fast alle Schichten zu sehen sind. Hat man keine solche Karte oder einen anderen Behelf, wie z. B. ein geologisches Profil, zur Verfügung, so nehme man seinen Weg querweis zum Streichen der Schichten, zeichne in die Karte alle Gesteinsscheiden, notiere sich für jedes Schichtenpaket die beobachteten Eigentümlichkeiten und entwerfe ein Profil. Damit erhält man die erste Orientierung, ein Gerippe, welches bei jeder weiteren Wanderung zu beachten ist und stetig weiter entwickelt, ergänzt, möglicherweise auch geändert wird. Dieses Orientierungsprofil wird zumeist auf petrographischer Grundlage entworfen.

Bei jeder Wanderung muß man sich ununterbrochen bewußt sein, ob man in das Hangende oder in das Liegende des Schichtenverbandes geht; dadurch wird man sich geologisch sehr gut orientieren und jeden neuen Fund in das bisher entworfene Profil sicher einreihen. Man erfaßt damit den Bau des Gebietes.

Beim Kartieren, das zuerst ein petrographisches ist, denke man sich die geringmächtige Deckschicht (Verwitterungskruste, Anschwemmungen) abgehoben, und zeichnet nur das darunter Anstehende in die Karte ein.

Man trachte, möglichst bald wohl charakterisierte Leitschichten aufzufinden, welche um so höheren Wert haben, wenn sie eine weite horizontale Verbreitung haben. Je einförmiger ein Gebiet gebaut ist, um so mehr schärfe man den Blick für Details, man wird fast immer dafür belohnt.

Es war früher vom Orientierungsprofil die Rede; bei dessen Begehung begegnet man Hindernissen, so daß man

die gerade Profilrichtung nicht einhalten kann. Man setzt dann das Profil seitlich fort, d. h. man verfolgt eine gut markierte Schicht im Streichen nach rechts oder links und setzt von ihr aus das Profil im gut aufgeschlossenen Terrain, welches keine oder nur geringe Hindernisse bietet, annähernd parallel zur ursprünglichen Richtung fort; später kann man streichend die ursprüngliche Profillinie wieder aufsuchen und dieselbe weiter verfolgen.

Bei der geologischen Aufnahme, und besonders bei den ersten Orientierungen suche man möglichst viele gute Aufschlüsse zu gewinnen. Darunter versteht man jene Stellen, an welchen die Gesteine unbedeckt zutage treten. Solche Aufschlüsse sind Felsen, steile Gehänge, bei Wasserläufen besonders in Quertälern, Wasserrisse, Meeresküsten, selbst Maulwurfshaufen; künstlich werden sie durch Steinbrüche, Lehm- und Schottergruben, Wege, Eisenbahnen, Kanäle, Fundierungen, Brunnen, Keller, umgestürzte Wurzelstöcke der Bäume, Bohrungen und Grabungen aller Art geschaffen; an wichtigen Punkten lasse man selbst eine Grabung vornehmen. Einen guten und tieferen Aufschluß gestatten Bergbaue, die mit mehr Nutzen denn befahren werden, wenn man dort über tags die Arbeit bereits abgeschlossen hat; diese kann in der Grube ergänzt, kontrolliert, vielleicht auch berichtigt werden. Im Walde geben die sogenannten Schneisen oft die einzigen Aufschlüsse.

In jedem Aufschluß — oft empfiehlt es sich, von demselben eine mit Maßen versehene Skizze zu nehmen, die durch ein Lichtbild ergänzt werden kann — wird folgendes zu beachten und zu notieren sein: 1. Die petrographischen Verhältnisse der Gesteine, deren Wechsel und Verwitterung, Mächtigkeit und all ihre Eigentümlichkeiten; 2. die Lagerungsformen, also Schichtung, Schieferung, Absonderung und Verwerfung; 3. die Reihenfolge der sich überlagernden Schichten; 4. das Vorkommen der Versteinerungen und 5. der nutzbaren Gesteine (im weiteren Wortsinne). Bei der Wanderung wird man auch die hydrologischen Verhältnisse stets beachten, so die Quellen, die Tiefe der Brunnen bis zum Wasserspiegel.

Die guten Aufschlüsse verfolge man rechts und links weiter, wobei sie gewöhnlich stetig undeutlicher werden, häufig jedoch durch besondere Merkmale, wie z. B. Farbe des Bodens, dessen Feuchtigkeit und Vegetation, durch einzelne eckige Gesteinsstücke, sogenannte Klaubsteine,

wieder erkannt werden. Bezüglich der letzteren sei bemerkt, daß sie im Gehänge durch Regen u. dgl. weit von ihrer ursprünglichen Stelle abgerutscht sein können, weshalb sie nur in ihrer höchsten Lage als anstehend vorausgesetzt werden dürfen und daselbst die obere Grenze einer Schichte bezeichnen.

Beim Bestimmen der Gesteinsgrenzen leisten oft die Kulturgrenzen außerordentliche Dienste, wenn beide zusammenfallen. So z. B. trägt der Kalk Wald, ist in ihm Mergel eingelagert, so trägt dieser Wiesen und Felder. Der Wacholder (*Juniperus*) ist in manchen Gegenden an ein bestimmtes Gestein gebunden.

Die Färbung des Bodens kann sich mit dem Grad der Feuchtigkeit ändern; ebenso unterschiedlich kann sie sein, je nachdem die Sonnenstrahlen auffallen. Abends und früh sind die Gesteine und Böden durch rote Sonnenstrahlen scheinbar gefärbt.

Die Beobachtungen werden sofort, auch während des Weges, in der Karte verzeichnet und auch ausführlich niedergeschrieben; letzteres ist aus Zeitökonomie nicht immer der Fall; es werden während des Wanderns nur Schlagworte und Verflächen notiert, welche während der Rast im frischen Gedenken vollends ausgearbeitet werden, wobei ein Profil, wenn auch nur ein kurzes, entworfen wird. Auf ein fleißiges Entwerfen von Detailprofilen ist besondere Sorgfalt zu legen und ein Profil ergänzt das andere. Da man beim Wandern sich stets vergegenwärtigte, ob man ins Hangende oder Liegende ging, so wird das Entwerfen des Profiles in der Regel keine Schwierigkeit haben. Auf einer eigenen Seite des Notizbuches beginnt man ein allgemeines Profil und ergänzt es allmählich mit Teilprofilen, wenn man in die Richtung des begonnenen Profiles kommt. Doch sind auch seitliche Sprünge im Profil gestattet, wie dies kurz zuvor beim Orientierungsprofil erläutert wurde.

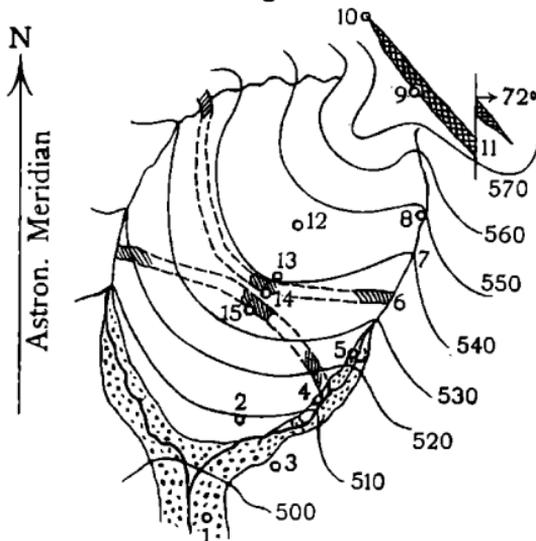
Der Geologe begeht zuerst mit Vorliebe die Täler und Tälchen, weil sich in diesen häufig brauchbare Aufschlüsse finden; dann wandert er am Talende zur Höhe und längs des Rückens wieder hinab. Dieses Prinzip hat den Vorteil, die Beobachtungen im Tal sofort mit jenen am Rücken kombinieren und etwaige Lücken erkennen und auch auffinden zu können; es bietet auch eine vorteilhafte Kraftökonomie. Doch sei bemerkt, daß die Beobachtungen im Tal und seinen unteren Gehängen Vorsicht erheischen, da große Blöcke,

manchmal ganze Gehängepartien abgerutscht sind, die Schichtgesteine, durch Wasser unterwaschen, aus ihrer ursprünglichen Lagerung kamen, weshalb unrichtige Verflächen abgenommen würden. Ob das eine oder andere der Fall sei, gibt die sorgfältige Beobachtung, besonders an jenen Stellen, wo eine derartige Täuschung ausgeschlossen ist.

Beobachtungen, deren Richtigkeit bezweifelt wird, sind im Notizbuch mit ein oder zwei Fragezeichen, je nach dem Grad des Zweifels zu versehen. Stellt sich im weiteren Verlauf die Richtigkeit der Beobachtung heraus, so wird das Fragezeichen ausgestrichen.

An einem Beispiel sei der Vorgang der Aufnahme skizziert. In die Karte oder in eine vergrößerte Skizze im

Fig. 7.



Notizbuch werden die Beobachtungsstationen mit fortlaufenden Zahlen, ebenso in den Notizen bezeichnet. Z. B.:

1. Alluvium; wenig abgerundete und scharfkantige, meist faust-, selten bis 2 dem große Stücke von Gneis, Glimmerschiefer und körnigem Kalk mit beiläufig ebensoviel glimmerigem Sand. Spuren einer vor kurzem stattgehabten Überschwemmung. Hält im X-Bach an.

2. Biotitschiefer, in kleinen Felsen anstehend; reichlich bis $1\frac{1}{2}$ cm starke und bis 50 cm lange weiße Quarzwülste. ↓¹⁾ 40°/15^h 8°. Bänke 22 cm stark, im Streichen gewellt;

1) ↓ = Verflächen.

akzessorisch, viele dunkelbraune bis haselnußgroße Granatrhombendodekaeder (Belegstück). Glimmeriger Sand als Verwitterung.

3. Wie 2. Biotitschiefer hält weiterhin gleich an.

4. Biotitschiefer wie früher, $\downarrow 50^\circ/15^h 10^0$, ebenso \downarrow daneben körniger Kalk, 5,5 m wahre Mächtigkeit, weiß und grau gebändert, eben geschichtet (Beleg). Darunter Biotitgneis.

(Bisher ging man vom Hangenden in das Liegende.)

5. Biotitgneis mit großen Glimmerhäuten, etwa $\frac{1}{4}$ weißer Quarz, wenig Feldspat. Sehr fest. In 0,3 bis 0,6 m starken Bänken horizontal geschichtet (Beleg).

6. Kalk wie bei 4., gleichfalls eben geschichtet, $\downarrow 30^\circ/3^h 14^0$, 2,5 m mächtig.

(Nun geht man in das Hangende.)

7. bis 8. Biotitschiefer wie 2.; bei 8. $\downarrow 46^\circ/3^h 2^0$, beim weiteren Ansteigen steiler, am Rücken $\downarrow 90^\circ$.

9. Grüner Amphibolschiefer, 5 m mächtig, undeutlich geschichtet, stellenweise bis 2 mm starke und bis 3 cm lange grüne Amphibolnadeln (Beleg). Unbedeutende eisenschüssige Verwitterungskruste. Wurde bis 10. verfolgt und keilt dort aus.

11. Ein Verwurf, $\downarrow 78^\circ/6^h 0^0$, verwirft 9. 20 Schritte nach N. Amphibolschiefer keilt dann nach 27 Schritten aus.

12. Von 9. ab Biotitschiefer wie früher; bei 12. $\downarrow 30^\circ/3^h 10^0$, sonst glimmerige Erde.

13. Gebänderter Kalk wie 6.; $\downarrow 5^\circ/3^h 12^0$; 15 m horizontale Mächtigkeit.

14. Biotitgneis wie 5. $\downarrow 0^\circ$ (horizontal).

15. Kalklager, undeutlicher Aufschluß.

15. Wie 2. Biotitschiefer mit Granat. Zumeist zu glimmeriger Erde verwittert.

Der Geologe wandert im nächsten Tal aufwärts, beobachtet und notiert wie früher. Das Ergebnis der Einzeichnung ist in der Karte vorgemerkt. Die analog liegenden Punkte derselben Gesteinsgrenze, hier der Kalksteinbänke, werden verbunden, wobei man die Verbindungslinie so zu krümmen hat, wie es der Schnitt der Schichtenebene mit dem Gehänge erheischt; etwas räumliche Vorstellung wird dies lehren.

Ist der Maßstab der Karte so klein, daß ein deutliches Einschreiben der Zahlen nicht möglich ist, so entfällt dies und man zeichnet nur die Gesteinsgrenzen mit Blei- oder Farbstift ein. Die Notizen werden in gleicher Weise geführt mit kurzen Beisätzen zur Orientierung in der Karte.

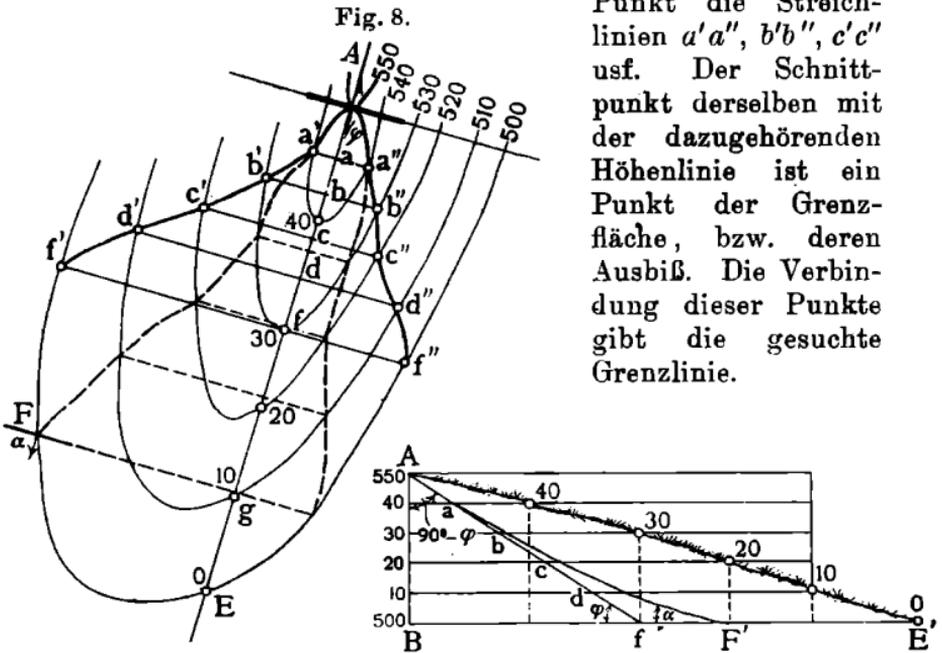
Bezüglich der Schnitt- oder Grenzlinien sei folgendes bemerkt. Stehen die Schichtenseiger (vertikal), so wird die Grenz- oder Ausbißlinie in der Karte der Streichlinie entsprechen, somit unbekümmert um die Terraingestaltung in der Karte eine Gerade sein, so lange sich das Streichen der Grenzschiebt nicht ändert. Findet eine Änderung statt und stehen die Schichten noch immer seiger, so wird neuerdings die Grenzlinie eine Gerade sein; ob diese beiden Geraden stumpf aneinanderstoßen oder durch eine Krümmung zu verbinden sind, wird durch Abnahme des Streichens an dem Zusammenstoß entschieden. Die Seigerstellung der Schichten, überhaupt der Grenzflächen, wird mit $\uparrow\downarrow$ eingezeichnet; die starke, längere Linie gibt stets die Richtung des Streichens, der Pfeil jene des Verflächens an.

Liegen die Schichten horizontal, so müssen die Grenzlinien nach Höhenschichtenlinien verlaufen; das Zeichen für diese Lage ist \perp . Sind die Schichten geneigt — Zeichen hierfür ∇^{34° — und ist das Fallen bekannt, so läßt sich die Grenzlinie mit Hilfe der Höhenlinien konstruieren.

Man zeichne in die Karte bei A (Fig. 8), dem Beobachtungspunkt, den Verflächungspfeil ein und verlängere die Falllinie als Profillinie AE . Die Entfernungen der Höhenlinien werden auf einem Papierstreifen eingezeichnet und mittels diesen nebenan auf eine Gerade BE' als Abszisse aufgetragen, auf die bei B errichtete Senkrechte BA werden, dem Kartenmaßstab entsprechend, die Vertikalentfernungen der Höhenlinien eingezeichnet und aus allen diesen Punkten Parallele zu BE' gezogen. Von den in dieser (BE') mit den Papierstreifen bestimmten Punkten werden Senkrechte gefällt; wo diese die entsprechende Höhenparallele schneiden, sind die Punkte des Tagterrains AE' , dessen Gestalt im Schnitt der Falllinie durch Verbindung der Höhenpunkte erhalten wird. Zieht man bei A eine Gerade, welche BE' unter dem Fallwinkel φ , BA unter $\sphericalangle 90 - \varphi$ trifft, so ist dies die Grenzschiebt im Streichen angesehen, oder deren Durchschnitt mit der Profilebene AE . Wo diese Linie die

Horizontallinien schneidet, trifft die Grenzfläche Af die dazu gehörenden Horizontalebene und schneidet diese deshalb in den Streichlinien. Man überträgt mittels Papierstreifens die Entfernungen der Schnittpunkte a, b, c, d, f von AB auf die Profillinie AE der Karte, zieht dort durch jeden

Punkt die Streichlinien $a'a'', b'b'', c'c''$ usf. Der Schnittpunkt derselben mit der dazugehörigen Höhenlinie ist ein Punkt der Grenzfläche, bzw. deren Ausbiß. Die Verbindung dieser Punkte gibt die gesuchte Grenzlinie.

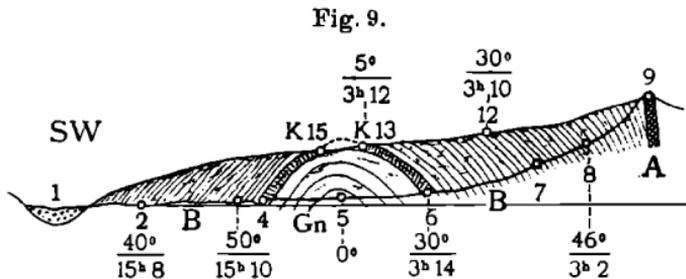


In diesem Falle ist vorausgesetzt, daß die Grenz- bzw. Schichtfläche eine Ebene sei; die beschriebene Konstruktion läßt sich jedoch auch auf gekrümmte Grenzflächen mit einiger Änderung übertragen. Man erkennt die Krümmung daran, daß z. B. die Grenzfläche in der Karte nicht in dem konstruierten Punkt f' , sondern im Punkt F ansteht, woselbst das Streichen wie bei A , das Fallen jedoch kleiner und zwar $\Delta\alpha$ ist. Man verlängert die Streichlinie von F' bis g in die Profillinie bzw. -ebene AE , und trägt die Länge Ag in der Abszisse des Profils von B aus auf, womit man den Punkt F' erhält. Dort zeichne man den $\Delta\alpha$ ein und verbinde dessen Schenkel mittels einer Kurve mit der Fallinie von A . Die Durchschnittspunkte dieser Karte mit den Horizontalen sind nun von AB gegenüber früher etwas entfernter, weshalb man diese etwas größeren Entfernungen auf die Profillinie AE aufträgt, wie früher durch diese Punkte die Streichlinien zieht und deren Durchschnitte

mit den dazugehörigen Höhenlinien als Punkte der (strichlierten) Grenzlinie einzeichnet.

Liegen bei der Begehung die einzelnen Beobachtungspunkte der Grenzflächen weiter auseinander, und ändert sich deren Lage, so sind Zwischenstationen notwendig. Am genauesten fallen die Grenzlinien aus, wenn man sie schrittweise in der Natur verfolgt, und hierbei in der Karte die notwendige Orientierung findet.

Auf Grund der Beobachtungen entwirft man mittels Bleistiftes oder Farbstiften eine Profilskizze, die später an der Hand der Karte im richtigen Maßstab ausgeführt wird. Für das Kärtchen (Fig. 7) ist das Profil in Fig. 9 skizziert.



Die verschiedenen Gesteine und Schichten werden bei Bleistiftanwendung durch verschiedene, möglichst voneinander absteckende Zeichen in das Profil eingezeichnet; doch muß die Lage der Schichten gut erkennbar sein.

Da in dieser Handskizze die Höhenverhältnisse nicht genügend berücksichtigt sind, so ergeben sich mehrere Ungenauigkeiten; doch zeigt das Profil den Gebirgsbau im allgemeinen richtig.

Bei Übersichtsaufnahmen gestattet es die Zeit nicht, jedes Tal und jeden Rücken zu begehen. Man untersucht die Gerölle und Stücke, die der Bach nahe seiner Mündung ablagert und weiß dadurch, welche Gesteine im Tal anstehen.

Aus den Terrainformen und dem petrographischen Charakter der Bachstücke wird der geologische Aufbau mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit kombiniert. Hat das Gebiet lockere Überdeckungen, z. B. Glazialablagerungen, jungtertiären Schotter, so können die Schwierigkeiten dieser Kartierungsmethode bedeutend wachsen.

Geologische Aufnahmen im Flachland.

Das Flachland besteht gewöhnlich aus lockeren oder tonigen Bildungen; im großen Ganzen gelten für die geologische Aufnahme dieselben Prinzipien, wie sie voranstehend erläutert wurden; doch hat hier der Einfluß des Bodens auf die Vegetation noch größere Bedeutung und wiederholt fallen Kultur- und geologische Grenzen ganz oder nahezu zusammen. Doch kann durch fortgesetzte Kultur des Acker- und Wiesenbodens eine bedeutende petrographische Änderung der Krume und damit auch ihrer Vegetation eintreten. Durch das Pflügen, durch die abtragende Tätigkeit des Wassers werden auch die ursprünglichen Grenzen der losen Ablagerungen in der obersten Lage verschoben.

Die petrographischen Bemerkungen über Sande und Gerölle (S. 41) werden hier ganz besonders berücksichtigt werden müssen. Aufschlüsse bieten die Steillehnen der Terrassen, Wasserrisse aller Art, eingeschnittene Fahrwege und Eisenbahnen, umgeworfene Wurzelstöcke von Bäumen, Brunnengrabungen; vielfach muß hier jedoch der Erdbohrer helfen. Die Bohrungen macht man anfänglich in größeren

Fig. 10.

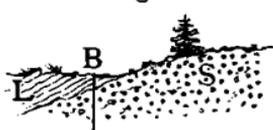


Fig. 11.



Abständen; geben sie übereinstimmende Aufschlüsse, so gibt man zur Kontrolle noch in der Mitte des abgebohrten Feldes eine Bohrung; bestätigt diese das frühere Ergebnis, so ist diese Fläche geologisch erschlossen. Geben zwei Bohrungen *A* und *B* verschiedene Aufschlüsse, so gibt man in der Mitte eine neue *C*; findet man mit *A* Übereinstimmung, so wird man zwischen *B* und *C* bohren usf., bis endlich die Grenze der Ablagerungen getroffen wurde oder die Entfernung der Bohrungen nach dem Maßstab der Karte nur mehr etwa 1 mm beträgt, so daß die Grenze genügend genau bestimmt ist. Aus der Kombination der Tiefen und der Terraingestaltung, also aus einem Profil kann man entnehmen, welche Schichten tiefer liegen, also älter sind. Um Fehlschlüsse zu vermeiden, empfiehlt es sich, eine Bohrung *B* nahe der Grenze zweier Ablagerungen möglichst tief nieder zu bringen; die beiden Figuren 10 und 11 sollen diese

Möglichkeiten erläutern. In der Karte wird nur der petrographische Charakter des tieferen Bodens dargestellt und die geringmächtige, von der Kultur veränderte Deckschicht denke man sich abgehoben.

III. Beobachtungen.

Bei jeder Beobachtung wird der Geologe eine Reihe von Fragen zu beantworten und das Ergebnis zu verbuchen haben. Diese Fragen seien im nachfolgenden als Schlagworte gegeben.

1. Die Gesteine; junge Ablagerungen und Versteinerungen.

A. Gesteine.

Bei Eruptivgesteinen: Ist der petrographische Charakter im Aufschlusse durchweg gleich? Wenn nicht, so ist jede verschiedene Abteilung für sich zu beschreiben, das gegenseitige Verhalten (Übergang oder scharfe Grenze) zu notieren, durch eine maßstabliche Skizze die Verteilung der einzelnen Gesteinsarten festzustellen. — Name des Gesteins — Farbe, Härte, Textur, mittlere und größte Korngröße, Streckungserscheinungen. Ist das Gestein einfach magnetisch (beide Nadelpole werden angezogen) oder polar-magnetisch (nur ein Pol wird angezogen)? Stellen größter Anziehung. — Übergemengteile, ihre mineralogische Natur, Form, Größe, Häufigkeit und Verteilung. Felsformen. Akzessorische Bestandmassen: Imprägnation, Knollen, Linsen, Adern, Gänge, Stöcke. — Absonderung: kuboidisch, polyedrisch, plattig, kugelig, säulig, Lage der Säulen. Durchsetzen der Eruptivgesteine untereinander und durch Sedimentgesteine. — Metamorphose, besonders im Kontakt, Größe des Kontakthofes. Übergänge eingehend studieren, Belegstücke mitnehmen.

Bei geschichteten Gesteinen. Name des Gesteins. Petrographische Zusammensetzung. Sind die Schichtflächen deutlich, eben, rau, gefältelt (kleine Falten), gefaltet, Richtung der Falten, Kreuz- und Diagonalschichtung, auskeilende Wechsellagerung? — Wellenfurchen (Ripplemarks), Hieroglyphen, Kriech- und Fährten Spuren, Stylolithen, Tierfährten, Knollen, sogenannte fossile Regentropfen eigentlich Gas-

blasen. — Wird die Schichtung von Einlagerungen, z. B. Glimmer in manchen Sandsteinen, bedingt oder durch Wechsel der petrographischen Beschaffenheit einzelner Schichten, z. B. fein- und grobkörnigen Sandstein, auch mit Konglomeraten oder durch Farbenwechsel? — Sind Austrocknungssprünge vorhanden, wie stehen sie gegenseitig, sind sie und mit was ausgefüllt? — Übergang einer Schicht in eine andere (Facies).

Bei Konglomeraten: Mittlere und größte Größe der Gerölle, deren verschiedene Gesteinsarten, Verhältnis der Gerölle zum Bindemittel, dessen petrographische Natur; gehören die größten Gerölle derselben Gesteinsart an? Gerölle mit Gerölleindrücken, hohle, zerbrochene Gerölle. — Sandstein (siehe fluviatile und marine Sandablagerungen (S. 41). — Phyllit: Übergänge in Fleck-, Frucht-, Knotenschiefer. — Bei den kristallinen Schiefen, besonders Gneis, ist, wenn möglich, schon im Feld festzustellen, ob sie umgewandelte Sediment- (Para-) oder Eruptiv- (Ortho-) Gesteine sind.

Verwitterung. Farbenänderung, Klüftung und ihre Ursache. Übergangsglieder zum ursprünglichen Gestein, stückig, sandig, tonig. — Verhalten gegen Säure. — Sekundäre Bildungen. — Fruchtbarkeit. — Schreitet die Verwitterung vom Tage oder von einer Kluft vor? — Schuttbildung, Größe und Gestalt der Stücke, Größe und Neigung der Oberfläche der Schutthalde (mittels Klinometers). — Die Verwitterungsprodukte sind eingehendst zu studieren, da sie oft das andernorts verdeckte Gestein verraten, wobei jedoch bei der Ortsbestimmung Abschwemmungen berücksichtigt werden müssen. Im Verwitterungsprodukt können Scherben und Stücke des ursprünglichen Gesteins vorkommen. — Ansammlungen. — Verwitterungsformen im großen und kleinen. — Gehängelehm.

Die mitgenommenen Gesteinsbelegstücke, wobei scherbige Abfälle für Dünnschliffe willkommen sein können, gestatten daheim eine weitergehende petrographische Untersuchung und Beschreibung.

Die Gesteine (Felsen) sollen beim Wandern häufig angeschlagen und untersucht werden, um keinen Wechsel zu übersehen. Von den Eruptivgesteinen sind möglichst viele Proben mitzunehmen, besonders dann, wenn Abarten erst im Dünnschliff unterschieden werden können. So z. B. können zwei nachbarliche Basaltekuppen zwei verschiedenen

Basaltarten angehören. Auch allmähliche Übergänge der Eruptivgesteine können mikroskopisch nachgewiesen werden, wenn die entsprechenden Proben vorliegen.

B. Junge Ablagerungen.

Äolische Ablagerungen. Löß und Flugsand. Decken-, Gehäng- oder Tallöß? Lößkindeln; Ausdehnung und Verteilung der Ablagerungen. Wasserführung. Versteinerungen. Geschichteter Löß mit größeren Körnern oder gar Geröllen und entsprechenden Versteinerungen ist fluviatil. — Dünen: Profil, Grundriß, ihre gegenseitige Anordnung, Wanderung; Verteilung der verschieden großen Körner, aus was bestehen sie? Lage und Häufigkeit der Rippels. Innere Struktur der Düne. Kalkgehalt. Wasserführung.

Fluviatile und marine Ablagerungen. Querschnittskizze durch den Aufschluß. Ist nur Sand oder dieser mit Geröllen vermischt? Im letzten Falle, was herrscht vor? Ist lagen- oder linsenförmige Schichtung, diese horizontal oder wie geneigt? Kreuz- und Diagonalschichtung? Aus was besteht der Sand, sind die Körner scharf oder gerundet, deren Größe? Sind Feldspat- oder Glaukonitkörner, Tongallen vorhanden? Petrographische und relative Mengenverhältnisse; woher stammen die Gerölle und welches Gestein gibt die größten, welches die kleinsten Gerölle; warum (Widerstandsfähigkeit, Transportweg)? — Form bzw. Grad der Abrundung. — Wo sind die größten Gerölle, wo die kleinsten (Richtung der Einschwemmung)? Welche Seehöhe hat die höchste und tiefste Ablagerung? Sind talfremde Gerölle vorhanden, welche auf einen früher anderen Flußlauf verweisen? — Vorkommen von Versteinerungen (frisch oder abgerollt), Erzen, Edelmetallen, Edelsteinen. — Wasserführung. Schotterebene oder Delta. — Kantengerölle (Dreikanter).

In den glazialen Ablagerungen zeigen Schlamm, Sand und Geschiebe keine Schichtung, alle diese Bestandteile liegen wirr durcheinander. Die Geschiebe sind oft nur teilweise z. B. an den Kanten abgerundet und manche, besonders die der weicheren Gesteine (Kalk, Serpentin) oder dichte, harte Silikatgesteine zeigen im frischen Zustande bei guter Beleuchtung mehr oder weniger deutliche Kritzen und Schrammen. Größe, petrographische Beschaffenheit, relative Menge der Geschiebe? — Ihre ursprüngliche Heimat? Ein-

gelagerte ziemlich regelmäßig anhaltende tonige Lagen verweisen auf eine Interglazialzeit. Durch das Abschmelzen der Gletscher wurden die Glazialablagerungen aufgeschwemmt und konnten sich nach ihrer Korngröße schichtenartig umlagern, wobei die Kritzen an den Geschieben rasch verschwinden (Fluvoglazialbildungen). — Im Talboden sind die alten Grundmoränen, die im Gehänge zu höheren, meist großenteils erodierten Glazialterrassen, seltener mit Seitenmoränen (oft nur einzelne Blöcke), hinanreichen können. Die Endmoränen legen sich bogenförmig querweise im Tal; dahinter oft Seen oder Torflager. Erratische Blöcke (ihre Heimat?), polierte und geschrammte Gesteinsflächen (Gletscherschliffe) und Rundhöcker sind als weitere Beweise einstiger Vergletscherung aufzusuchen und in die Karte einzuzichnen. Bei Gletscherschliffen ist die Richtung der Schrammen mittels Kompasses zu bestimmen; sie wird an dem entsprechenden Ort der Karte mit  markiert. In der Bewegungsrichtung des einstigen Gletschers fühlt sich der Schliff glatter, als entgegengesetzt an. Erratische Blöcke werden mit einem ✕, Riesenkessel, welche oft auch glazialen Ursprungs sein können, mit © in der Karte bezeichnet. Von letzteren wird ein maßstabliches Profil gezeichnet und die darin vorgefundenen Scheuersteine werden petrographisch beschrieben. — Sind in den Glazialablagerungen Mergellager, werden sie ausgenutzt? Beschreibung derselben. — Bilden weiche, geschichtete, z. B. tertiäre Ablagerungen die Unterlage des Moränenschotters, so sind deren Schichten wiederholt bis auf eine gewisse Tiefe gestaucht. — Bis zu welcher Seehöhe reichen die Glazialspuren? Hat eine mehrfache Vergletscherung stattgefunden (Interglazialeinlagerungen)? — Finden sich Tier- und Pflanzenreste, Artefakte (Steinwerkzeuge, Grad ihrer Bearbeitung), menschliche Knochen, welche und in welchem Teile des Profils? Formen der Glaziallandschaft in Tälern und Flachböden. Drumlins, Äsar, Kames. Entstehung der Seen im Glazialgebiet (Endmoräne, Ausschauflung, präglazialer See).

Gletscher, Lawinen. Ist eine Karte vorhanden, so ist sie zu kontrollieren, wenn notwendig auch zu verbessern, was manchmal besonders wegen der Lage der Schneegrenze und des Gletscherendes notwendig ist, falls die Karte älter ist. Fehlt die Karte, so ist dieselbe nach der auf S. 25 gegebenen Anleitung oder vom Geodäten anzufertigen. Das Aneroid wird von großem Nutzen sein. Wenn im Notiz-

buch des Geologen stets der Tag der Beobachtung an der Spitze vorgemerkt sein soll, so ist dies bei Gletscherbeobachtungen um so mehr notwendig. — Die Lage und Beschaffenheit des Gletscherendes, Form, Größe und Lage des Gletschertors und der Endmoräne; ältere tiefe Endmoränen; Moränenseen; Gletscherschliffe; Rundhöcker; bloßgelegte Grundmoräne, ihr petrographischer Charakter; verlässliche Angaben über den Stand der Endmoräne zu verschiedenen Zeiten (Länge und Dauer der Rück- und Vorwärtsbewegung). Gletscherbach, Wassermenge, Menge der suspendierten erdigen Bestandteile durch Stehenlassen einer gemessenen Wassermenge bestimmt, Temperatur des Wassers und der Luft beim Gletschertor, Witterung der letzten Tage. Seiten- und Mittelmoränen, Höhenlage der ersteren gegenüber der Gletscherfläche, Ausdehnung und petrographischer Charakter. Gletschertische und -mühlen, deren Lage ist in der Karte genau anzugeben oder anderweitig zu fixieren, Skizze vom Gletschertisch; Sandkegel. Form der Gletscheroberfläche und Einfluß der Breite auf dieselbe; Längsprofil. Rand-, Längs- und Querspalten, deren Breite und Verlauf, lokale Ursachen; die bedeutenderen Spalten, Gletscherfall und -bruch, sind in die Karte einzuzeichnen. Verlauf der Schmutzstreifen an der Oberfläche und der blauen Bänder (wo beginnen sie?) im Eise. Höhenlage und Verlauf der Firngrenze, bei welcher auch Mittelmoränen oberflächlich verschwinden. Dicke der einzelnen Firnlagen und Größen der Firn- und Gletscherkörner in den verschiedenen Höhen. Veränderung des Firnes mit der Tiefe (in Spalten sichtbar). Mittlere Höhe des Firnkammes. — Sind am Gehänge Spuren einer höheren Lage (größere Mächtigkeit) des Gletschers vorhanden? Die Vegetation in der Nähe des Gletschers. — Die Bestimmung der Gletschergeschwindigkeit verlangt längere Zeit und kann nicht Sache des wandernden Geologen sein; sie sei trotzdem erwähnt. An einem fixen und gut markierten Punkt des Randes wird der Theodolit aufgestellt und in der Richtung der Gletscherbreite visiert, am anderen Gletscherrand das Eintreffen dieser Visur irgendwie gekennzeichnet (Myre). In dieser Visur (Geraden) werden auf dem Gletscher in ziemlich gleichen Entfernungen größere Gesteinsstücke gelegt oder Holzpfähle in ihn eingetrieben, die einen wie die anderen irgendwie mit dauerhafter Farbe, am besten mit Zahlen bezeichnet; nach einer gewissen Zeit, z. B. alljährlich, wird mittels des Theodolits wieder dieselbe Visur zur Myre

genommen, dieselbe am Gletscher kenntlich gemacht und die kürzeste Entfernung jeden Gesteinsstückes (Pflöckes) von der markierten Visur gemessen. In Ermangelung eines Theodolits muß der Handkompaß mit Spiegelvisur genügen.

Sind bestimmte Lawinengänge? Staub- und Grundlawinen? Ihre Wirkungen (nach verlässlichen Augenzeugen) und Reste.

Torfmoore, submarine Wälder. Art des Moores (Flach- oder Hochmoor). Art des Torfes (Rasen-, Moor-, Pechtorf). Vorkommen von Wasser (Wasserkissen). Mächtigkeit und Lagerung der einzelnen Torfsorten. Sind Stämme vorhanden, von welchem Holze, sind sie aufrecht mit Wurzeln oder nach welcher Richtung liegen sie, in welchem Maße sind sie breitgequetscht? Sind andere Holzarten, z. B. Legföhre, vorhanden? Finden sich und in welcher Schicht Tier- oder Kulturreste? Die Beschreibung der letzteren. Sind erdiger Kalk, Ortstein, Raseneisenerz, Kieselgur, Vivianit, Harze, Fichtelit u. dgl. vorhanden, wie und wo kommen sie vor? Momente ihrer Bildung (Quell- und Seemoore). Läßt sich der Zuwachs an Torf nach oben und seitlich feststellen oder ist das Wachstum beendet, warum (Klimawechsel, Entwaldung usw.)? Geologisches Alter. Verwendung des Torfes und Jahreserzeugung.

Sind an der Meeresküste begrabene Waldungen und wie liegen sie gegenüber der Flut und Ebbe? Wie weit reicht die Ablagerung ins Meer? Kommen diese Bäume jetzt und wo vor? Haben sie Äste und Laub oder sind sie nur Klötze (Treibholz)? Sind Wurzelstöcke vorhanden und wie liegen diese? In was liegen die Stämme und von was und wie mächtig sind sie bedeckt? Geologisches Alter. Sind andere Anzeichen einer Verschiebung der Küstenlinie vorhanden?

C. Versteinerungen.

Die hohe stratigraphische Wichtigkeit der Versteinerungen bedingt den größten Eifer zum Aufsuchen und Sammeln derselben. In einem Aufschlusse müssen die Versteinerungen schichtenweise gesammelt und auf Grund eines skizzierten Profils bezeichnet werden; diejenigen, welche nicht einer bestimmten Schicht entnommen werden und abgerutscht, z. B. lose auf der Halde, herumliegen, werden eigens mit „lose“ bezeichnet. — Das Herausstemmen einer Versteinerung aus einem festen Gestein erheischt Geduld

und einige Geschicklichkeit; man stemmt mit dem Spitz- und Blattmeißel um die Versteinerung in einiger Entfernung von ihr einen grabenförmigen Ring aus; hat derselbe eine entsprechende Tiefe erreicht, so wird in ihm der Blattmeißel an mehreren Stellen sehr vorsichtig flach in der Richtung unter die Versteinerung einige Male eingeklopft und dies so lange fortgesetzt, bis sich das umrandete Stück hebt. Zerbricht es hierbei, so bekommen die einzelnen Stücke gleiche Bezeichnung und getrennte Verpackung; sie werden dann zu Hause geklebt. Nicht selbst gesammelte Versteinerungen müssen, was Fundort anbelangt, mit Vorsicht aufgenommen werden, besonders dort, wo mit ihnen Handel getrieben wird. Leicht zerbrechliche Versteinerungen werden in Schachteln oder kurzen Glasröhren mit Watte, Moos, Seidenpapier, Kleie, Sägespänen u. dgl. sorglich verpackt. — Erhaltungszustand, Versteinerungsmaterial. — Sind die Versteinerungen abgerollt (sekundäre Lagerstätte), sind sie zerbrochen, gezerrt oder verquetscht, nach welcher Richtung? Sind nur die Abdrücke der Versteinerungen vorhanden, so werden mittels Glaserkitt Abgüsse genommen. Sind die Versteinerungen in einer Schicht gleichförmig verteilt oder treten sie in größeren oder kleineren Linsen, in Konkretionen auf? Löcher der Bohrmuscheln. Manchmal wittern die Versteinerungen aus dem Gestein heraus und das Sammeln an der Oberfläche ist ergiebiger als das Zerschlagen des Gesteins. — Kristalliner Kalk u. dgl. pflegen keine Versteinerungen zu führen, hingegen sind dichter Kalk, Mergel, Sandstein (insbesondere der tonige), Schieferton, Ton, Tuffe, Sand oft petrefaktenreich. Man scheue keine Mühe beim Suchen und wiederholt gelingt es nach langem, endlich eine Versteinerung aufzufinden. Ist der Fundort sehr ergiebig, so notiere man auch für jede Spezies den Grad der Häufigkeit.

In Bau- und Pflastersteinen einer Stadt u. dgl. findet man manchmal Versteinerungen; man wird sich um deren Herkunft erkundigen.

Daß die Versteinerungen zum Bestimmen des geologischen Alters der Schichten dienen, ist bekannt; wenn auch ihre Bestimmung größtenteils zu Haus an der Hand der ausreichenden Literatur geschieht, so empfiehlt es sich doch, daß der junge Geologe schon vor seiner Ausreise die Kenntniss der wichtigsten Leitversteinerungen sich aneignet, da er ja doch in den meisten Fällen aus der vorhandenen Literatur weiß, welche Schichten er in seinem Gebiet zu erwarten hat.

Er kartiert petrographisch und bestimmt mittels der Versteinerungen das Alter von jedem Gesteinsband. Gehen zwei Bänder im Streichen ineinander über, sind sie also faciel verschieden, so sind sie dennoch gleich alt, was auch von den beiden eingeschlossenen Faunen oder Floren gilt, welche wesentliche Unterschiede zeigen können. Der Fundort der Versteinerungen wird in der Karte mit **G** bezeichnet.

2. Die Lagerungsverhältnisse.

Die Lagerungsverhältnisse der Eruptivgesteine wurden bereits bei den petrographischen Verhältnissen (S. 39) angedeutet. Bezüglich der geschichteten Gesteine sei zu S. 39 folgendes noch bemerkt:

Der Anfänger sieht oft jede nahezu gerade Fläche als Schicht an. Schichtflächen sind viele neben- oder übereinander; konkordant, manchmal durch eine andere Farbe sofort erkennbare, wiederholte und parallele Einlagerungen verraten die Schichtung. Die Schieferung durchsetzt solche Einlagerungen, ist in der Regel ganz eben und liefert dünne Platten; tritt besonders im Dachschiefer auf.

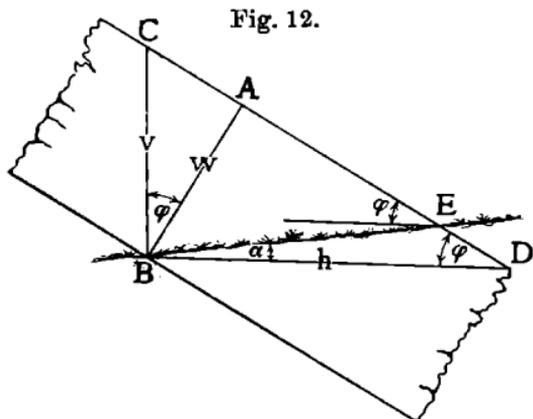
Unter Bäumen soll die Schichtung nicht bestimmt werden, da die Gefahr besteht, daß sie durch Wurzeln aus ihrer ursprünglichen Lage kam. Nahe der Oberfläche können die Schichtenköpfe durch Rutschungen umgebogen sein und geben ein falsches Verflächen. Bei Bächen ist die Schichtung oft verrutscht.

Die Schichtung an Steilabstürzen erkennt man manchmal an den ihr entsprechenden Vegetationsbändern.

Die Lage der Schichtung im Raume wird durch ihr Streichen und Verflächen mittels Kompasses festgelegt, was bereits auf S. 10 beschrieben wurde. In der Karte wird diese Lage durch einen Pfeil eingezeichnet, dessen längerer und stärkerer Strich dem Streichen, der eigentliche Pfeil dem Verflächen (Fallen) entspricht. Diese Linien müssen reduziert, d. h. auf den astronomischen Meridian bezogen (S. 7), in die Karte eingezeichnet werden. Wie man das allgemeine oder generelle Streichen und Fallen mit Hilfe der Höhenschichtenkarten bestimmt, wurde auf S. 21 erläutert.

Ist die Schichtung dünnschieferig oder in Bänken, Mächtigkeit derselben? Sowohl von den einzelnen Bänken, als auch von einem ganzen Verbande, z. B. einem Kalksteinlager wird, wenn leicht tunlich, die wahre Mächtigkeit,

d. i. die senkrechte, kürzeste Entfernung vom Hangenden zum Liegenden, gemessen. An Bänken und geringmächtigen Ablagerungen kann dieselbe unmittelbar mit dem Meterstab oder Meßband bestimmt werden. Wenn man jedoch ein Lager oder ein ganzes Schichtenpaket horizontal überschreitet, das Fallen desselben mittels Kompasses feststellt, so muß die wahre Mächtigkeit durch Konstruktion oder Rechnung gefunden werden.



- $AB = w =$ wahre Mächtigkeit,
- $CB = v =$ vertikale oder seigere Mächtigkeit,
- $BD = h =$ horizontale oder söhliche Mächtigkeit,
- $\varphi =$ Fallwinkel.

Im $\triangle ABD$ ist $w = h \cdot \sin \varphi$.

Im $\triangle ABC$ ist $w = v \cdot \cos \varphi$.

Mit diesen Gleichungen wird die wahre Mächtigkeit bestimmt; dabei bedient man sich der natürlichen Werte der trigonometrischen Funktionen (s. umstehende Tabelle).

Man hat z. B. beim horizontalen Überschreiten eines Lagers die söhliche Mächtigkeit $BD = h$ mit 25 m und das Verflächen mit 32° gefunden; so ist die wahre Mächtigkeit $w = 25 \cdot 0,52992 = 13,248$ m.

Konstruktiv ist die Lösung ebenfalls einfach. Man zeichnet BD nach einem beliebigen Maßstab, trägt bei D mittels Transporteurs oder Kompasses den Fallwinkel φ auf und zieht die Gerade in der Richtung DC ; fällt man von B aus hierauf eine Senkrechte BA , so ist dies $w =$ die wahre Mächtigkeit. War der Boden geneigt, z. B. BE , so zeichnet man diese Neigung α und bei E den Fallwinkel φ ein, und verfährt wie früher.

Trigonometrische Funktionen (wahre Längen).

Grad	sinus	tangens	cotangens	cosinus	Grad
0	0,000 00	0,000 00	∞	1,000 00	90
1	0,017 45	0,017 46	57,290	0,999 85	89
2	0,034 90	0,034 92	28,636	0,999 39	88
3	0,052 34	0,052 41	19,081	0,998 63	87
4	0,069 76	0,069 93	14,301	0,997 56	86
5	0,087 16	0,087 49	11,430	0,996 19	85
6	0,104 53	0,105 10	9,514	0,994 52	84
7	0,121 87	0,122 78	8,144 3	0,992 55	83
8	0,139 17	0,140 54	7,115 4	0,990 27	82
9	0,156 43	0,158 38	6,313 8	0,987 69	81
10	0,173 65	0,176 33	5,671 3	0,984 81	80
11	0,190 81	0,194 38	5,144 6	0,981 63	79
12	0,207 91	0,212 56	4,704 6	0,978 15	78
13	0,224 95	0,230 87	4,331 5	0,974 37	77
14	0,241 92	0,249 33	4,010 8	0,970 30	76
15	0,258 82	0,267 95	3,732 1	0,965 93	75
16	0,275 64	0,286 75	3,487 4	0,961 26	74
17	0,292 37	0,305 73	3,270 9	0,956 30	73
18	0,309 02	0,324 92	3,077 7	0,951 06	72
19	0,325 57	0,344 33	2,904 2	0,945 52	71
20	0,342 02	0,363 97	2,747 5	0,939 69	70
21	0,358 37	0,383 86	2,605 1	0,933 58	69
22	0,374 61	0,404 03	2,475 1	0,927 18	68
23	0,390 73	0,424 47	2,355 9	0,920 50	67
24	0,406 74	0,445 23	2,246 0	0,913 55	66
25	0,422 62	0,466 31	2,144 5	0,906 31	65
26	0,438 37	0,487 73	2,050 3	0,898 79	64
27	0,453 99	0,509 53	1,962 6	0,891 01	63
28	0,469 47	0,531 71	1,880 7	0,882 95	62
29	0,484 81	0,554 31	1,804 0	0,874 62	61
30	0,500 00	0,577 35	1,732 1	0,866 03	60
31	0,515 04	0,600 86	1,664 3	0,857 17	59
32	0,529 92	0,624 87	1,600 3	0,848 05	58
33	0,544 64	0,649 41	1,539 9	0,838 67	57
34	0,559 19	0,674 51	1,482 56	0,829 04	56
35	0,573 58	0,700 21	1,428 15	0,819 15	55
36	0,587 79	0,726 54	1,376 38	0,809 02	54
37	0,601 82	0,753 55	1,327 04	0,798 64	53
38	0,615 66	0,781 29	1,279 94	0,788 01	52
39	0,629 32	0,809 78	1,234 90	0,777 15	51
40	0,642 79	0,839 10	1,191 75	0,766 04	50
41	0,656 06	0,869 29	1,150 37	0,754 71	49
42	0,669 13	0,900 40	1,110 61	0,743 14	48
43	0,682 00	0,932 52	1,072 37	0,731 35	47
44	0,694 66	0,965 69	1,035 53	0,719 34	46
45	0,707 11	1,000 00	1,000 00	0,707 11	45

cosinus ↑

cotangens ↑

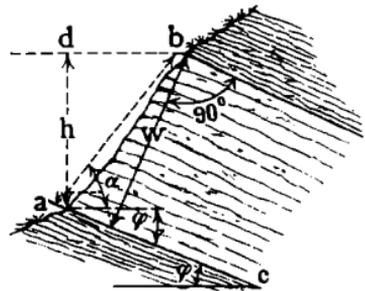
tangens ↑

sinus ↑

Der $\Delta \varphi$ wird mittels des Kompasses bei dieser Konstruktion wie folgt gefunden, wobei eine horizontale Unterlage vorausgesetzt wird. Man legt eine Kompaßkante an BD und notiert den Stand der Nadel; man dreht dann sehr vorsichtig den auf dem befestigten Papier liegenden Kompaß so lange, bis am Stundenring φ^0 mehr oder weniger als früher abgelesen werden. Dabei muß die Kompaßkante stets durch den Punkt D gehen, von welchem aus längs der Kante die Bleistiftlinie DC gezogen wird. Hierauf senkrecht wird von B aus die wahre Mächtigkeit $BA = w$ gezeichnet und deren Länge an dem für BD gewählten Maßstab gemessen.

Ein in der Praxis häufiger vorkommender Fall der Mächtigkeitsbestimmung wird ebenfalls am einfachsten konstruktiv gelöst. ab sei der Ausbiß eines Schichtenkomplexes, dessen Mächtigkeit zu bestimmen ist. Man hat den Fallwinkel φ bestimmt; dann visiert man von a mit aufgestelltem Kompaß nach b und lese unter den auf S. 12 genannten Vorsichten den Beobachtungswinkel α am Klinometer ab. Die Länge ab wird mittels Schrittmaßes (dessen Reduktion S. 23) oder Meßbandes bestimmt. Auch bei b wird der Fallwinkel der Grenzfläche gemessen, der in den

Fig. 13.



meisten Fällen ebenfalls φ sein wird; ist er etwas verschieden, so kann man in die Konstruktion den Mittelwert der beiden beobachteten Fallwinkel einsetzen. Es sind somit alle Elemente zur Herstellung dieser Figur gegeben, welche man mit einem für ab gewählten, beliebigen Maßstab ausführt; fällt man von b auf ac eine Senkrechte w , so ist diese die wahre Mächtigkeit. Aus der Fig. 13 ergibt sich auch $w = ab \cdot \sin(\alpha + \varphi)$; die wahre Mächtigkeit kann also mit Hilfe der Tabelle (S. 48) rasch berechnet werden. Fallen Gehänge und Grenzfläche nach gleicher Richtung, so ist $w = ab \cdot \sin(\varphi - \alpha)$.

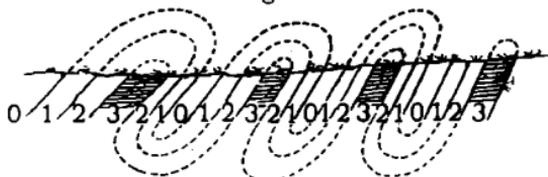
In Steilabfällen ist es oft nicht möglich, die Länge ab direkt zu messen, in welchem Falle das Aneroid oder eine gute Höhenschichtenkarte dient, womit der Höhenunterschied h von a und b gefunden wird. Für diesen wählt man einen Maßstab, zieht von a eine Vertikale ad , von d die Hori-

zontale bis zum Durchschnitt der Visur ab , wodurch man den Punkt b bekommt. Die weitere Konstruktion erfolgt wie im voranstehenden Fall.

Aus der Höhengschichtenkarte kann der Böschungswinkel des Gehänges α bzw. das Profil senkrecht zum Streichen konstruiert werden, in welchem die Mächtigkeiten der Schichten direkt mit dem Zirkel abgenommen werden können. Da derartige Profile auch später, zu Haus, jederzeit konstruiert werden können, so ist diese Methode bei Geologen sehr beliebt und entspricht vollends, wenn es sich nicht um eine besondere Genauigkeit handelt. Diese wird erhöht, wenn man die Höhenlage der Grenzschichten in der Profilebene mittels eines guten Aneroids genau bestimmt, in welchem Falle eine gute Karte auch ohne Höhengschichten verwendet werden kann.

Während der Wanderung beachte man auch stets die Lagerung im großen, um sich ein Bild vom Bau des Gebietes zu machen; dieser kann einer geschlossenen Mulde, einer Kuppel $\leftarrow \updownarrow \rightarrow$, einer offenen Mulde (Synklinal) $\nwarrow \updownarrow \swarrow$ oder einem offenen Sattel (Antiklinal) $\nearrow \updownarrow \swarrow$ entsprechen. Durch das stete Bemühen, den Bau des Gebietes zu ergründen, wird die Wanderung auf gewisse Stellen verwiesen, wo Aufklärung zu erwarten ist. Man wird den Punkt des Muldentiefsten oder des Kuppelscheitels aufzusuchen bestrebt sein, woselbst da wie dort die Schichten horizontal liegen. Bei der Synklinal und Antiklinal hat man deren Achse, ihre Richtung und Neigung festzustellen und zu untersuchen, ob sie sich nach der einen oder anderen Richtung hin erweitern bzw. verengen. Man wird zu bestimmen haben, ob nebst den genannten Hauptfalten nicht noch kleinere sogenannte sekundäre Falten vorhanden sind und deren Verlauf feststellen.

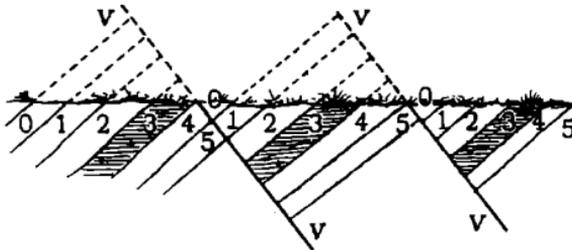
Fig. 14.



Bei den Falten (rund oder zickzack?) hat man die gegenseitige Lage der Flügel zu beachten, zu sehen, ob die Falte stehend, schräg, überkippt oder liegend ist. Durch

mehrfach überkippte, oben abraisierte Falten kann eine wiederholte, regelmäßige Folge gewisser Schichten entstehen (Fig. 14), worauf besonders aufmerksam gemacht sei. Etwas Ähnliches kann auch durch ein System paralleler Verwerfungen gebildet sein (Fig. 15); ob der eine oder der

Fig. 15.



VV = Verwerfungen.

andere Fall vorliegt, kann an der Hand der beiden Fig. 14 und 15 entschieden werden, in welchen man die Reihenfolge der Schichten beachte.

Bei den Falten kann ein Schenkel, besonders der überkippte stark, ja ganz ausgequetscht sein, was beim Entwerfen des Profils anfänglich Befremden erweckt.

Flexuren sind abgebogene Schichten; der obere und untere Komplex liegt oft annähernd parallel, dazwischen befindet sich eine stärker geneigte Partie.

Konkordanz oder Diskordanz, übergreifende Lagerung (Transgression)? Bei Diskordanz und Transgression ist die Grenzfläche sorgfältig zu untersuchen; sind Reibungs- oder Schwemmprodukte vorhanden?

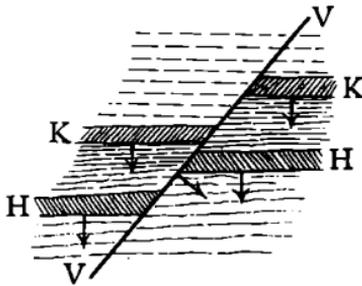
Man trachte, sobald man die allgemeine Orientierung über den Bau des Gebietes gewonnen hat, diesen in einem Profil zu skizzieren, welches bei weiteren Begehungen ergänzt und verbessert wird. Dadurch gewinnen die Begehungen auch ein höheres Interesse.

Schieferung. Dieselbe ist, wie bereits erwähnt, fast immer eben und die einzelnen Platten sind gewöhnlich dünn. Streichen und Verflächen wird mittels Kompasses (S. 10) bestimmt. In der Karte wird die Streichlinie des Verflächungspfeiles $\overline{720}^{\circ}$ strichliert. Die Schichtung kann fast ganz verwischt sein und ist manchmal nur durch härtere oder etwas anders gefärbte Bänke und Lagen zu erkennen.

Verwerfungen.

Die Lage der Verwerfung im Raume, d. i. ihr Streichen und Verfläachen, wird mittels des Kompasses (S. 10) bestimmt. — Windungen und Zerspalten des Verwerfers. — Mächtigkeit und Inhalt der Ausfüllung, Beschaffenheit der Sahlbänder (glatt, rauh, gestreift) des Verwerfers. 1. Sprung (Ableiten des Hangenden nahezu nach der Fallinie), 2. Überschiebung oder Wechsel (Überschiebung des Hangenden nach der Fallinie), 3. Seiten- oder Horizontalverschiebung¹⁾, 4. diagonalen Sprung (Bewegung zwischen 1 und 3, Unterschied nahezu 45°), 5. diagonalen Wechsel (Bewegung zwischen 2 und 3, Unterschied nahezu 45°), 6. Seigersprung (vertikaler Verwerfer). — Rutschstreifen (fein, grob, Rillen), ihre Lage (mittels vertikal darüber gehaltenen Kompasses bestimmt), nach welcher Richtung fühlen sie sich glatter (Bewegungsrichtung) an? Sind auf der Rutschfläche Auslappungen sichtbar und nach welcher Richtung sind sie ausgewalzt (Bewegungsrichtung)? Seigere Sprung- bzw. Schubhöhe, ändert sich dieselbe im Streichen der Spalte oder bleibt sie konstant? Keilt die Verwerfung aus, wo und in welcher Richtung? Anzeichen einer Drehbewegung. Beschreibung der Nebengesteine, Einwirkung des Verwerfers auf dieselben; ob und wie die Schichten gebogen oder zerrüttet wurden? Ist ein System von Verwerfern vorhanden, wie verhalten

Fig. 16.



sich die einzelnen zueinander? Sind sie gleich- oder wechselliniger? Staffel- oder Schuppenbau. Horst, Graben- oder Kesselbruch. Schubdecken. Einfluß auf die Tektonik. — Die Verwerfung ist besonders streichend zu verfolgen, kann sich umbiegen oder gabeln, die Verschiebung wird größer oder kleiner, keilt sich aus; dabei

ergibt es sich auch, ob eine Längs- (nahezu parallel zu den Schichten), eine Quer- oder eine spitzwinkelige Verwerfung vorhanden ist.

Streichende Verwerfungen werden manchmal durch Schichtenwiederholungen (Fig. 15) erkannt. Verwerfungen

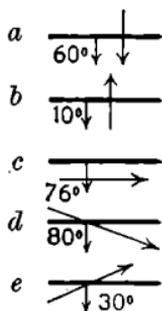
¹⁾ Auch Blattverwerfung genannt, wobei jedoch dem „Blatt“ des alpinen Bergmannes eine unrichtige Deutung gegeben wurde.

entdeckt man bei minder guten Aufschlüssen beim Wandern dadurch, daß eine wohlcharakterisierte Schicht oder Bank plötzlich aufhört und rechts oder links wieder gefunden wird; sind zwei oder mehrere solche Schichten, Bänke oder Lager vorhanden, so gibt die Verbindungslinie der einzelnen abschneidenden Verwerfer VV deren Streichen (Fig. 16).

Auch Quellen, sumpfige Stellen, manche Kalktufflager und Steilabstürze, grabenförmige Vertiefungen, Quarzriffe können Verwerfer verraten; manchmal können diese auch das Streichen der Schichten plötzlich ändern (Drehbewegung).

Flachliegende Verwerfungen haben eine nahezu ebene Fläche, während die Basis einer Transgression unregelmäßig, in weichen Gesteinen vertieft, in härteren erhöht ist.

Der Verwerfer wird in der Karte durch sein Streichen und Fallen markiert, und zwar zum Unterschiede von den Verflächungspfeilen der Schichten wird die Streichlinie sehr stark oder doppelt gezogen; die Lage der Rutschstreifen, d. i. der Bewegungsrichtung, wird durch einen zweiten, längeren Pfeil angezeigt. *a* normaler Sprung, *b* normaler Wechsel, *c* Seitenverschiebung, *d* diagonaler Sprung, *e* diagonaler Wechsel. Ist die Verwerfung auf größere Entfernung verfolgt, so wird ihr Verlauf in der Karte durch eine starke oder farbige Linie ausgedrückt, in welcher die Verflächungspfeile an Orten guter Aufschlüsse eingezeichnet werden; wo sie nur vermutet wird, wird die Linie gestrichelt.



Höhlen.

Gestein und dessen Lagerungsverhältnisse. Grundriß und ein oder zwei Vertikalschnitte skizzieren und vermessen (S. 25); die Höhen können mittels Klinometers von den Basisendpunkten bestimmt werden. Lage und Form des Höhleneinganges, der in der Karte zu bezeichnen ist. Fortsetzung der Höhle, ihr Wechsel in Form und Höhenlage; Seitenhöhlen. Beziehung der Ausdehnung der Höhle zu gewissen Gesteinslagen. Bildung, Verteilung und Form der Stalaktiten und Stalagmiten. Beschaffenheit des Höhlenbodens, Kalksinter, Höhlenlehm oder ein Wechsel beider, Sand, Schotter, Bohnerze. Sind diese Ablagerungen durchbrochen (Skizze), finden sich darin Kulturreste, wie Holzkohle, Werkzeuge aus Knochen, Horn, Stein, angeschnittenes

Holz, aufgespaltene Knochen, deren Erhaltungszustand? Töpfergeschirr? Sind an den Wänden keine Kulturzeichen, an engen Stellen nicht Glättungen? Vorkommen von Tierresten (Höhlenbär, -hyäne, kleinere Tiere), sind sie rezent oder älter? Können die Tiere nicht durch Spalten oder durch Einschwemmung hierher gelangt sein? Sind am Boden Blockanhäufungen, wo und welcher Art? Findet sich Eis? Sind an den Wänden Auswitterungen? Bemerkenswerte Gasansammlungen. Temperatur der Luft vor und in den verschiedenen Teilen der Höhle. Wasserzuführung; woher stammt das Wasser, wohin fließt es? (Färbeversuche, sicherer sind Lithionlösungen, welche man spektralanalytisch verfolgt.) Wirkungen des fließenden Wassers. — Entstehung der Höhle (durch Lösung, Erosion, Einsturz, Schichtenstau, Lavahöhlen).

Quellen, Wasserführung, Schlammvulkane.

Ist das Gebiet reich oder arm an Quellen? Einfluß auf die Besiedelung durch Menschen und auf das Wirtschaftsleben. Bei jeder Quelle, deren Seehöhe entweder aus der Karte oder mittels Aneroid bestimmt wird, und deren Ursprungsgestein anzugeben ist, beobachte man die Wassertemperatur entweder unmittelbar oder in einem Gefäß, z. B. ein Trinkglas, nachdem es durch längeres Belassen in der Quelle deren Temperatur annahm. Das Thermometer wird stets im Schatten abgelesen und mit demselben zuerst die Luft- und dann erst die Wassertemperatur, letztere wiederholt gemessen. Ebenso wird die Wassertemperatur der Brunnen bestimmt, bei Ziehbrunnen im Eimer, bei Pumpbrunnen nach längerem Pumpen, bis die Temperatur konstant ist. — Ist die Quelle eine Schichten-, Spalten-, Höhlen- oder Schuttquelle, auf- oder absteigend? Gipfelquellen. Welches sind die geologischen Verhältnisse ihrer Umgebung, wodurch wird sie bedingt? — Durch Umfrage bei den Bewohnern ist zu erfahren, ob das Wasser, das durch seine höhere Temperatur auffällt, im Winter gefriert. — Sind mehrere Quellen (Quellenzüge) vorhanden, entsprechen sie derselben Spalte oder demselben Schichtenverband? — Quellen, welche auch häufig den Ursprung eines Baches bilden, werden überhaupt mit ○, wenn möglich in blauer Farbe, in die Karte eingezeichnet. Mineralquellen bekommen, entsprechend ihrem wesentlichen Bestandteil, noch ein

chemisches Zeichen beigesetzt, z. B. CO_2 (Säuerling), NaCl (Solquelle), Na_2SO_4 (Glaubersalzquelle). Thermen wird ihre Temperatur beigeschrieben. Absätze der Quellen und Effloreszenzen. Ergiebigkeit der Quelle, ihre Änderung ist durch Umfrage zu ermitteln; die zeitliche Menge kann mittels eines Gefäßes, das man sich aus der Nachbarschaft holt, und dessen Volumen ermittelt, und der Sekundenuhr bestimmt werden; Witterungsverhältnisse (Regen, Nebel) der letzten Zeit. Intermittierende Quellen, ihr Pulsieren und ihre Entstehung (Höhlen, Gase).

Bei Brunnen bestimme man die See- oder relative Höhe der Kränze und messe die Tiefe bis zum Wasserspiegel, nachdem durch längere Zeit kein Wasser entnommen wurde; die Orte sind in der Karte einzutragen. Aus diesen Beobachtungen läßt sich der Grundwasserspiegel konstruieren und dessen Gefälle bestimmen. Artesische Brunnen und deren Profile, Steighöhe, gegenseitige Beeinflussung.

Feuchte und sumpfige Stellen, wenn sie nicht durch eine örtliche Einsenkung, eine natürliche Wanne für Regenwasser, bedingt sind, sind zu beachten und ist ihre Ursache zu ergründen, nachdem sie auf manche geologische Verhältnisse verweisen und bei der Kartierung behilflich sein können. Häufig sind sie durch undurchlässige, tonige Gesteine bedingt.

Erdölquellen. Lagerungs- und Gesteinsverhältnisse; antikliner Bau? Spaltenquelle? Qualität des Öles (Farbe, Zähigkeit, Geruch, Dichte). Sind Erdteer- oder Asphaltausscheidungen in der Nähe? Gegenseitige Lage derselben und der Erdölquellen. Bisher beobachtete Ergiebigkeit. Sind Salzquellen in der Nähe und begleiten sie das Erdöl? Von diesem und vom Wasser Proben zur Untersuchung mitnehmen. Erdgase. Verlässliche Bohrprofile sammeln, relative Höhenlage der Bohrmundlöcher mittels Aneroid bestimmen.

Gasquellen und Schlammvulkane. Art des Gases und seines Hervortretens. Gestein der Umgebung. Herkunft des Gases.

Form und Größe des Schlammkegels und der Schlammströme (Skizze), Lage der Öffnungen; wenn diese mit Wasser gefüllt sind, in welchem Maße und in welchen Intervallen sind Eruptionen von Gasen und welcher Art sind sie (Luft, brennbar, verlöschen das Licht)? Gasproben in Flaschen, die vordem mit Wasser gefüllt, auf die Gasaustrittsstellen, mit dem Hals nach unten, gestellt werden; dann luftdichter

Verschuß. Was ist der Schlamm, aus welcher Schicht kann er stammen? Probe mitnehmen. Die Ursache des Schlamm-sprudels (Gas, hydraulischer Überdruck). Profunder oder vadoser Schlammvulkan.

Vorkommen nutzbarer Minerale und Gesteine.

Die nutzbaren Minerale können vereinzelt (eingesprengt, Erze, Metalle, Edel- und Halbedelsteine, Phosphorite) vorkommen, oder sie häufen sich zu einer größeren Masse, zu einer Lagerstätte an. Je nach der Entstehung und Form der Lagerstätten werden diese eingeteilt (s. nebenstehende Tabelle).

Bei allen Lagerstätten ist somit zu bestimmen: Form, deren Dimensionen und Änderungen der letzteren in dem Verlauf der Lagerstätte. Ihre Störungen (Verdrücke, Bäuche, Haken, Verwerfungen); Streichen und Verflächen (lokales und generelles). Mineralführung, Anordnung, Verteilung und prozentarische Menge der einzelnen Minerale, besonders der Erze; fremde (taube) Einlagerungen, deren petrographische Natur und räumliche Verhältnisse. Paragenesis; wenn die Lagerstätte bergbaulich erschlossen ist, Veränderungen in der Teufe und im Streichen, Einfluß des Nebengesteins auf die Lagerstätte und umgekehrt. Bezüglich der Seifen siehe S. 41.

In Eruptivgesteinen können die Typen II und III vorkommen; III pflegt scharfe Sahlbänder zu haben, hingegen ist Typus II oft durch Imprägnationen, welche auch selbständig vorkommen können (Fahlbänder), mit den Gesteinen verbunden; II pflegt unregelmäßige Formen zu haben und führt Magnet-, Titan- und Chromeisenerze, Platin und seine Verwandten, Nickelerze, Kiese. Steht die Erzführung mit bestimmten Gesteinsvarietäten in Verbindung?

In geschichteten Gesteinen finden sich die Typen I, III und IV; I und oft auch IV sind zur Schichtung konkordant, III verquert dieselbe in den meisten Fällen. Die Unterscheidung von I und IV ist schwierig und meist erst nach langem, eingehenden Studium möglich.

Typus I ist zumeist geschichtet und kann mechanischer oder chemischer Bodensatz, Quellenabsatz, oder organischen Ursprungs sein. — Hierher gehören Torf, Kohle, Mergel, Kalk, Kreide, Kalktuff, Kieselgur, Phosphorit, Sand und Kies, Ton, Erze (manche Eisenerze und Kiese), alte und junge Erz- und Edelsteinseifen, Steinsalz, Erdöl zum Teil.

Einteilung und Benennung der Lagerstätten (nach H. v. Höfer).

Gegen das Nebengestein	Nach der Entstehung	Größe	Nach der Form				linear gestreckt
			plattenförmig	linsenförmig	unregelmäßig oder gleichdimensioniert		
I. Sediment-Lagerstätten		groß	Flöz	Lager	Lagerstock	Lager { Säule (gerade) Schlauch (gewund.)	
		klein	Schmitz	Lagerlinse	Lagerbutzen	Lagerader	
II. Eruptiv-Lagerstätten		groß	Eruptivplatte	Eruptivscholle	Eruptivstock	Eruptiv { Säule Schlauch	
		klein	Eruptivplättchen	Eruptivlinse	Eruptivbutzen	Eruptivader	
III. Hohlraum-ausfüllungen		groß	Gang	Gangscholle	Gangstock	Gang { Säule Schlauch	
		klein	Trumm	Ganglinse	Gangbutzen	Gangader	
IV. Metasomatische Lagerstätten		groß	Metas. Flöz	Metas. Lager	Metas. Stock	Metas. { Säule Schlauch	
		klein	Metas. Schmitz	Metas. Lagerlinse	Metas. Butzen	Metas. Ader	

ist die Lagerstätte

jünger (epigenetisch) gleichalterig (syngenetisch)

Hat die Lagerstätte irgend einen Einfluß auf das Nebengestein? Fahlbänder. Bei Kohle: Verfläichen des Flözes, Mächtigkeit der einzelnen Kohlenbänke und der sie trennenden Bergmittel, der petrographische Charakter derselben und des Hangenden und Liegenden. Reinheit der Kohle, Einsprengung von Schwefelkies, Harz usw. Versteinerungen. Schlechten, deren Lage und Mineralführung. Vorliegende chemische Untersuchungen. Störungen in der Ablagerung. Ausdehnung des Flözes. Paralische oder limnische Bildung. Produktion, Absatz. Grubenkarten und Profile.

Typus III. Gänge sind Spaltenausfüllungen. Struktur (massig, lagenförmig parallel oder zentrisch, drusig, Breccie, konglomeratisch). Sahlband, Rutschstreifen daran. Einfacher, Doppel- oder Tripelgang. Paragenesis. Einfluß des Ganges auf das Nebengestein (Imprägnation, Färbung, Verwitterung) und umgekehrt (Veredelung, Vertaubung, Änderung der Mächtigkeit). Verhalten im Streichen und Verfläichen. Wasserführung. Erze aller Art, Schwerspat, Pegmatit, Eruptivgesteine. — Gangstöcke sind Höhlenausfüllungen, ihre Struktur, mechanischer oder chemischer Absatz? Nebengesteine, Art der Begrenzung, Entstehung der Höhle. Verschiedene Erze.

Sind mehrere Lagerstätten vorhanden, so können sie eine Zone (einer Fläche, z. B. Schicht entsprechend), einen Zug (mehrere plattenförmige Lagerstätten parallel) oder ein Gewirre (unregelmäßig sich kreuzend, besonders Typus III, Trumm) bilden.

Auf Karten mit Bergbauen wird der Schacht , der Stollen , wobei der gerade Strich die Richtung des Stollens angibt, bezeichnet. Alte Halden werden mit einem frei gewählten Zeichen in die Karte eingetragen; die Pinggen, durch Grubeneinsturz entstandene Vertiefungen, werden als Kessel, ähnlich den Dolinen, gezeichnet. Da die Halden und Pinggen der alten bergmännischen Tätigkeit zumeist nahe beieinander liegen, so setzt ihre Eintragung eine Karte großen Maßstabes voraus. Ist eine solche nicht vorhanden, so entwirft sich der Geologe dieselbe nach der auf S. 25 gegebenen Anleitung.

Vom Schottermaterial, das meist aus dem Aufnahmegebiet stammt, ist beim Wandern längs der Straße der Grad der Brauchbarkeit bei gutem und schlechtem Wetter zu berücksichtigen.

In Steinbrüchen (Name, Besitzer) sind die Gesteine, deren Lagerung und Lassen (feine Querspalten), die Größe der Werkstücke, bei welchen Bauten bisher verwendet, Vor- und Nachteile bei verschiedener Verwendung, etwa vorliegende Güteproben zu bemerken. Wird der Stein für architektonische Zwecke verwendet, so studiert man an älteren Bauwerken (deren Alter?) seine Widerstandsfähigkeit. Der Stein ist petrographisch zu beschreiben. Aus einer maßstablichen Skizze des Steinbruches sind die Mächtigkeits- und Lagerungsverhältnisse, sowie verschiedene Details zu entnehmen. Jahresproduktion.

Bergstürze und Erdbeben, Schubwirkungen.

Wann erfolgte diese Bewegung, unter welchen äußeren Erscheinungen und Wirkungen? Wie waren die Witterungsverhältnisse zuvor? Profile, Ursache der Bewegung (Durchweichung einer Tonschicht, Verwitterung, Gips, Salz, Wegnahme der Stütze am Fuß durch Abschwemmung oder künstlich, Abforstung, große Wassermenge in einer Halde, schneereicher Winter, Erdbeben). Ist es ein Erd-, Schutt- oder Felsrutsch, oder ein Felssturz? — Beschaffenheit des Abrißgebietes (Schichtenstellung), der Sturzbahn und des Ablagerungsgebietes; kartographische Skizzen und Bilder hiervon. Lage der Spalten in der Rutschung. Sind Rutschstreifen in der Bahn oder an den Gesteinstrümmern sichtbar? Berechnung der bewegten Massen. Kamen neue Quellen zum Vorschein? Waren schon früher an derselben Stelle oder in der Nachbarschaft solche Bewegungen aufgetreten, die sich, auch wenn vorgeschichtlich, durch ausgedehnte Block- und Trümmernmassen verraten? Durch welche Mittel wurden frühere Rutschungen zum Stehen gebracht? Biegung, Zusammenstauung und Faltung der Schichten und weicher Massen infolge darübergelittener fremder Massen, Hangendschichten oder Gletscher.

Säkulare Bewegungen an der Küste.

Beweise der Hebung (negative Strandverschiebung): Strandlinien, Strandterrassen und Schuttkegel; Korallenbänke und -riffe, Muschelbänke über dem Seespiegel; höherer Salzgehalt des Schwemmland; abradierte Inseln und Küsten; Seichterwerden der Häfen ohne Anschwemmung vom Fluß oder Meer; Flutmarken; menschliche Bauwerke entfernten sich scheinbar von der Küste.

Beweise der Senkung (positive Strandverschiebung): Menschliche Bauten oder Kulturreste liegen tiefer als der Seespiegel (gilt mit Beschränkung bezüglich der durch Dämme geschützten Orte); untergegangene Wälder; überdeckte Torflager tiefer als der Seespiegel; historische Nachrichten, welche jedoch auf ihre Glaubwürdigkeit geprüft werden müssen.

Man wird möglichst viele nachbarliche Gebiete auf diese Relativbewegung der Küste untersuchen, um Übereinstimmung der Bewegung und die Größe derselben feststellen zu können, da dieselbe Küstenlinie in größerer Entfernung eine Schaukelbewegung erlebt haben kann. Wurde die Küstenlinie nicht etwa durch ein Erdbeben verschoben?

Vulkane.

Obschon ein junger Geologe nur selten in die Lage kommen dürfte, einen nicht oder nur wenig bekannten tätigen Vulkan zu erforschen, so kann ihm bei einer Studienreise zu bekannten Vulkanen und bei Studien in erloschenen vulkanischen Gebieten die nachfolgende Zusammenstellung willkommen sein.

Die Unterlage des Vulkanes: Zeigen die Schichtgesteine (welche?) Spalten, aus welchen Lava emporstieg oder eine Aufrichtung gegen die Vulkanachse (Erhebungs-krater)? Ist die Unterlage ein älteres Eruptivgestein, welches, wie ist dieses gebaut (Verwerfungen, Quer- und Kesselsenken)? Kraterboden. Untersuchung der Unterlage in weiterer Entfernung auf ihren Bau.

Stratovulkane (Typus Vesuv). Skizze, Profil und Seehöhe des Kraters. Aufschüttungskegel, dessen Neigungswinkel, Zusammensetzung. Jetzige Tätigkeit, verlässliche Mitteilungen über die frühere Tätigkeit, Änderungen in der Lage des Kraters, Nebenkrater (Schmarotzerkegel). Höhe und Form der Dampfsäule.

Die Profilinie des Vulkankegels ist mittels Schrittmaß und Klinometer zu entwerfen oder aus geeigneten Lichtbildern zu entnehmen. Lavaströme, deren relatives Alter, Mächtigkeit, Länge, petrographische Beschaffenheit und Struktur. Jeder Lavastrom ist zu untersuchen. Block- oder Fladenlava. Asche, Sand, Lapili, Bomben, Blöcke, deren Verteilung, Mächtigkeiten und Verbreitungsbezirk.

Ist ein Atrio, eine Caldera (Art derselben, Einbruch, Explosion, Erosion) vorhanden? — Proben mitnehmen.

Homogene Vulkane (Hawaitypus). Form des Berges und Aufbau durch die Lavabänke. Viele Fragen bezüglich der Stratovulkane gelten auch für den Hawaitypus.

Lassen sich Verschiebungen der Eruptionsachse nachweisen? Höhe und Basisdurchmesser des Vulkans. Beschreibung eines vom Geologen beobachteten Ausbruchs. Heißes Wasser; Dämpfe und Gase (deren Temperatur?) sind abzufangen, was, wenn die Exhalationsstelle nicht zugänglich ist, mittels eines umgestülpten Trichters und Rohres aus Blech geschieht; sie werden, wenn nicht sofort, daheim analysiert, in großen Flaschen gesammelt und diese luftdicht geschlossen. Sublimate (Schwefel, Kochsalz, Salmiak, Eisenglanz, Schwefelarsen, Borsäure), Ort und Bedingungen ihrer Entstehung; sekundäre Minerale (Alaun, Vitriole, Gips, Bittersalz). Verteilung der Fumarolen. Lassen sich Beziehungen der vulkanischen Tätigkeit mit dem Luftdruck nachweisen? Letzte Spuren eruptiver Tätigkeit in der Umgebung (heiße Quellen, Solfataren, Mofetten, Säuerlinge). Wirkungen der Erosion und Denutiation (Radialtäler?), Vulkanruinen (Radialgänge).

Kammvulkane langgezogene Eruptivmassen. Ausdehnung. Sind Krater vorhanden? Aufbau. Beschreibung der Gesteine:

Quellkuppen. Kuppelförmig. Ausdehnung, Form, Aufbau. Gestein.

Maare. Maßstabliche Profile und Grundriß. Grundgebirge, Verteilung und Zusammensetzung des Tuffs; Eruptivgestein? Eruptionsröhren. Wie weit reichen die Explosionswirkungen?

Gegenseitige Lage der vulkanischen Tätigkeit. Ist sie gesetzmäßig, z. B. längs einer Linie? Untersuchung der sie trennenden Gebiete (Spalten?). Ist ein gegenseitiger Zusammenhang der Tätigkeit nachweisbar?

Geomorphie (Bodenplastik).

Täler: Offene, geschlossene, blinde und Durchbruchtäler. — Längs-, Quer-, Diagonaltal gegenüber dem Streichen der Schichten bzw. der Käme. Synklinen, antiklines und isoklines Tal. Faltentäler: Scheitel- (antikliner Schichtenbau), Sohlen- (synklinler Schichtenbau)tal. — Spaltentäler: Verwerfungen, Schuppenbau, Grabensenke, Tafelbruch,

Kesselbruch. — Erosionstäler (Durchbruchtäler). — Querschnittsformen der Täler und ihre Änderungen, wodurch bedingt? Längsprofil der Talsohle. Stromschnellen und Wasserfälle. Jüngere Ablagerungen im Tal (Terrassen), ein- oder beiderseitig, ihre relative Höhenlage, petrographischer Charakter jeder Terrasse, Herkunft der Gerölle? Lage der Täler gegeneinander. Klammern (Schichtenstellung). Tätigkeit der Erosion, ihre Größe, besonders bei Wildbächen. Alter der Talbildung. Talböden (ausgefüllte Seen). Gegenseitige Anordnung der Täler. Änderung der Flußläufe, an Terrassen, hochgelegenen Gerölle und an Auswaschungen erkennbar. Tröge und Mulden, Poljen, Dolinen (Entstehung, Terra rossa, Beauzit, Böschungswinkel). Hoch- und Rumpfflächen (Peneplains). Flachböden. — Schollen-, Falten-, Decken-, Rumpf- und Aufschüttungs- oder Vulkangebirge (bei letzterem Kuppen, Massive, Stöcke, Lakkolithe, Ströme, Decken; siehe Vulkane S. 60). Gliederung der Kammlinie, Einfluß der geologischen Verhältnisse hierauf (Zacken-, Platten- oder Treppenkamm). Gipfelform (rund, spitz, überhängend). — Wasserscheide. Pässe, Sättel, ihre Ursache, Form, ihr Bau wie die der Täler. — Tektonische Klippen. — Wodurch sind die Steilabstürze bedingt? — Einzelberge und Gebirgsstöcke.

Erdfälle und verwandte Vertiefungen (deren Ursachen?) sind zu notieren und in guten Karten schon ersichtlich. Erdpyramiden, Karrenfelder, Dünen können den Charakter der Landschaft im Detail bestimmen.

Die Verschiedenheit der Bodenplastik wird auch durch den Unterschied in der Härte, Zerklüftung und Wasserlässigkeit der Gesteine, durch die Schichtenstellung und durch das Klima bedingt. Diese Einflüsse sind qualitativ und quantitativ nach Möglichkeit zu ergründen. Ursprüngliche Form der vulkanischen Berge und ihre Änderung. Sind die Karren Frostwirkungen oder Glazialbildungen?

Seen: Karte mit Isopathen, Querschnitte. Temperaturverhältnisse, Vereisung im Winter. Landschaftlicher Charakter. Entstehung.

Während des Wanderns und der Ruhe widme man ab und zu der Tektonik der Landschaft seine besondere Aufmerksamkeit. Der Geologe muß sich in die Terrainformen und in deren Zusammenhang mit dem geologischen Aufbau hineinleben, wobei die Gesteinsfarbe und Vegetation zur Orientierung mithelfen können. Der Zusammenhang zwischen

den Terrainformen und dem geologischen Aufbau wird auch in der fertigen geologischen Karte zum Ausdruck kommen.

Die von gut gewählten Standpunkten aufgenommenen, charakteristischen Lichtbilder der Landschaft oder auch nur eines Aufschlusses sollen stets durch gute Handskizzen ergänzt werden, welche die wichtigen Grenzlinien eingezeichnet erhalten, die später entweder im Lichtbild selbst markiert werden, oder auf einem durchsichtigen, über das Lichtbild genau passenden Seidenpapier mit anderen Orientierungslinien gezeichnet werden. Die Namen der Bergspitzen, Pässe, Orte sind in der Handskizze zu nennen.

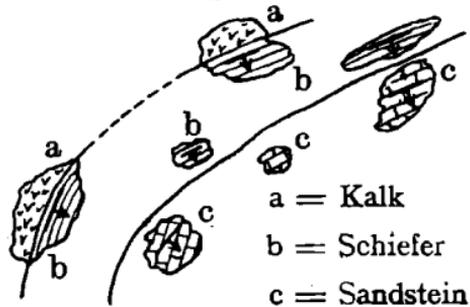
IV. Fertigstellung der Karte und Profile.

Wenn die Karte in allen ihren Formations- und Gesteinsgrenzen im Gebiet fertiggestellt ist, schreitet man in der Station oder zu Haus zu ihrer Ausführung. Diese Grenzen werden mittels einer im Wasser unlöslichen Tusche zusammenhängend, in zweifelhaften Fällen gestrichelt oder punktiert ausgezogen, ebenso die Linien der Verwerfer, Antiklinen und Synklinen, die verschiedenen Zeichen, die S. 64 übersichtlich zusammengestellt sind. Bei geringer Mächtigkeit, z. B. eines Lagers oder Ganges, muß der Maßstab überschritten werden, um noch eine deutlich sichtbare Darstellung zu erhalten. Die Verflächungs- und anderen Pfeile, die bereits früher mittels Bleistift eingezeichnet wurden, werden kontrolliert und ausgezogen,

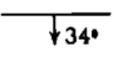
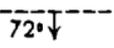
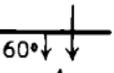
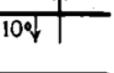
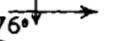
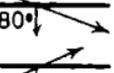
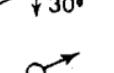
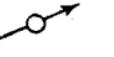
wobei ebenso, wie beim ersten Einzeichnen, Eisengegenstände aus der Umgebung der Karte entfernt werden müssen. Behufs der Kontrolle fixiert man die Karte mittels Spannägeln oder Beschwersteinen nach

dem magnetischen Meridian (S. 7), die Streichlinie wird mittels eines kleinen Lineals, der Pfeil aus freier Hand mit zugesetztem Fallwinkel ausgezogen. In flachen Gebieten ist ein großer Teil oft mit Schutt und Alluvionen bedeckt und

Fig. 17.



Zeichentabelle zu Seite 63.

Seite 35	{		Schichten vertikal.
			Schichten geneigt.
			Schichten horizontal.
Seite 50	{		Kuppel.
			Syncline.
			Antikline.
Seite 51			Schieferung.
Seite 53	{		Sprung.
			Wechsel.
			Seiten- oder Horizontalverschiebung.
			Diagonaler Sprung.
			Diagonaler Wechsel.
Seite 42	{		Gletscherschliff.
			Erratischer Block.
			Riesenkessel.
Seite 46			Fundort der Versteinerungen.
Seite 54			Quelle (in blauer Farbe).
Seite 58	{		Schacht.
			Stollen.

die älteren Gesteine ragen insel- oder klippenartig hervor; die Grenzen derselben sind nur an einigen Stellen sichtbar, weiterhin werden sie in der Weise eingezeichnet, wie dies die vorstehende Skizze (Fig. 17) zeigt.

Die einzelnen Formationen und ihre Glieder, sowie die Eruptivgesteine werden mit durchsichtigen Wasserfarben angelegt, wozu eine Farbenerklärung gleichzeitig entworfen wird, die gewöhnlich mit der jüngsten Formation beginnt und mit den Eruptivgesteinen endet; überdies kann jedem Formationsglied und Gestein ein Buchstaben- oder Zahlenzeichen beigegeben werden. War es im Felde nicht möglich, die eine oder andere Formation sicher zu bestimmen, so läßt man vorläufig diesen Teil der Karte unbemalt, oder war dies mehrfach nicht möglich, so wählt man die Farben beliebig, entwirft also eine petrographische Karte und ordnet in der Farbenerklärung die Farben nach dem in der Schichtenfolge ausgeprägten relativen Alter der zugehörnden Gesteine.

Hat man im Feld mit Farbstiften kartiert, so wird mit diesen die Karte fertiggestellt und später in einer zweiten Karte mit Wasserfarben ausgeführt.

Ein Vorkommen, welches innerhalb geringer Mächtigkeit einen häufigen Gesteinswechsel, z. B. Schiefertou, Sandstein und Konglomerat zeigt, ist jedoch als eine Einheit aufzufassen und wird nur mit einer Farbe dargestellt, wenn durchwegs Konkordanz herrscht und die oberen und unteren, petrographisch gleichen Glieder dieselben Versteinerungen führen. Die Beschreibung wird dann die Gliederung dieses Schichtenkomplexes eingehend erläutern.

Technisch wichtige Lagerstätten von geringer Ausdehnung bekommen gewöhnlich grellere Farben, werden auch oft mächtiger eingezeichnet, damit sie in der Karte leicht sichtbar sind. Den Erzlagerstätten wird auch noch das chemische Zeichen jenes Metalls beigeetzt, das in der Lagerstätte vorherrscht, wegen welchem sie abgebaut wird, so Eisen Fe, Blei Pb, Zink Zn, Zinn Sn, Wolfram W, Antimon Sb, Silber Ag, Gold Au usw.

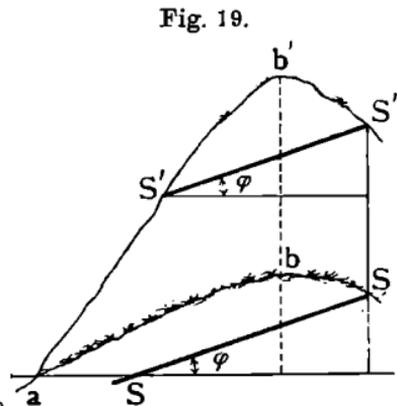
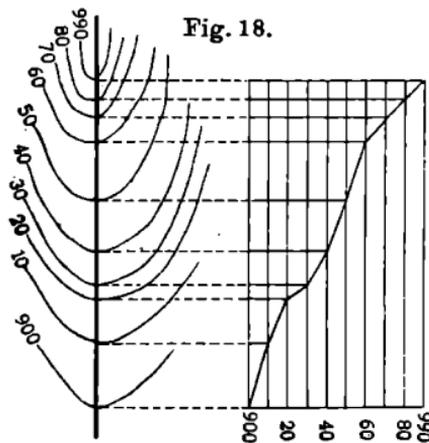
Zonen der Metamorphose können durch verschiedene Farben, aber auch bei gleicher Farbe durch Punktierung, Strichelung, Kreuzchen u. dgl. dargestellt werden; solche Zeichen können auch bei einzelnen Gliedern derselben Formation gewählt werden und die Strichelung usw. kann schwarz oder farbig ausgeführt werden; in letzterem Falle

kann es sich empfehlen, über der angelegten Formationsfarbe, z. B. blaßgrün, mit derselben Farbe in einem stärkeren Ton, z. B. smaragdgrün, zu strichlieren, punktieren usw. Schutthalden bleiben weiß und werden mit der Farbe des Nachbargesteins punktiert, durch dessen Zerstörung sie gebildet wurde.

Die Richtung bzw. Stelle, längs welcher ein Profil gelegt wird und gewöhnlich eine Gerade ist, wird schwarz ausgezogen, während die Verwurfslinien, dann auch die dazugehörigen Pfeile, farbig ausgeführt werden können.

Die Aufnahmekarten geologischer Institute sollen auch die Wege eingezeichnet haben, die der Geologe ging, damit die Ergänzungsaufnahme zumeist andere Wege verfolgt.

Profile. Die geologischen Profile setzen genaue geodätische Profile (Terrainprofile) voraus, welche auf Grund von Höhenschichtenkarten leicht zu zeichnen sind. In diese



wird die Richtung, in welcher das Profil zu zeichnen ist, eine Gerade gezogen; die Ausführung des Terrainprofils wurde bereits auf S. 36 erläutert. Die beistehende Fig. 18 dürfte das Prinzip der Konstruktion genügend erläutern.

Jedenfalls ist der Maßstab der Höhen derselbe wie jener der Längen. Sogenannte überhöhte Profile, wie sie in manchen Zweigen der Technik, z. B. Eisenbahnbau, üblich sind, geben ein falsches geologisches Bild, weil die Neigungswinkel der Verfläichen verzerrt werden. In der beistehenden Fig. 19 sei abS das normale Profil und SS der Schnitt durch eine Schichtfläche; im überhöhten Profil $ab'S'$ würde die Schichtfläche $S'S'$, mit demselben Fallwinkel φ

ingezeichnet, nicht, wie früher im richtigen normalen Profil, in die Erde einfallen, sondern schon im Gehänge *ab'* ausschneiden (ausbeißen), was also unrichtig ist. Würde man die Fallwinkel der Überhöhung anpassen wollen, so wäre dies wieder ein Fehler, da das Verflachen viel steiler erscheint wie in der Natur. In flachen Gebieten ist eine Überhöhung zwecks Erkenntlichmachung der geringen Höhenunterschiede dann gestattet, wenn die Schichten ganz oder nahezu horizontal liegen. Die Mächtigkeiten derselben sind dann im Maßstab der Überhöhung vergrößert.

Erfolgte die Aufnahme im Kartenmaßstab 1 : 25 000 oder ähnlich, so werden die Profile oft in größerem Maßstab, z. B. 1 : 5000 ausgeführt, um größere Deutlichkeit zu erzielen.

Die normalen Profile geben gewöhnlich so sanfte Gehänge, daß der Anfänger hierüber verwundert zu sein pflegt, in seinem Notizbuch hat er sie gewiß bedeutend steiler eingezeichnet.

Ist das Streichen der Schichten ganz oder nahezu dasselbe, der Fallwinkel kann ganz verschieden sein, und ist zu jenem das Profil senkrecht gelegt, so ist dieses gleichsam auch jenes Bild, das sich darbietet, wenn man im Streichen der Schichten blickt. Hat man das Bergprofil gezeichnet, so wird das dazugehörnde Talprofil sich in der vertikalen Profilebene streichend projizieren, d. h. man wird von den einzelnen beobachteten Talpunkten zum Streichen parallele Gerade bis zur Profilebene, die in der Karte als Gerade erscheint, ziehen. Diese Treffpunkte sind, von einem gemeinsamen Punkt ausgehend, unter Berücksichtigung der Höhenlage (Höhenschichtenlinien) in das Bergprofil einzutragen, so daß mit diesem die Aufschlüsse im Talprofil kombiniert werden können (Fig. 20, 21). Das Profil (Fig. 21) ist gegenüber der Karte, in welcher die Projektionen der Talpunkte durch punktierte Linien ersichtlich sind, $2\frac{1}{2}$ mal vergrößert, um eine genügende Deutlichkeit zu erzielen.

Der Anfänger wird sich zumeist damit begnügen, nur eines der Profile, sei es dem Berg oder dem Tal entsprechend, richtig zu konstruieren und wird erst später die Kombination beider Profile versuchen.

Es sei beim Zeichnen der Profile stets zu berücksichtigen, was auf- und was eingelagert ist. Das Diluvium und Alluvium ist stets aufgelagert und ist deshalb zu zeichnen wie Fig. 22, während Fig. 23 fehlerhaft, ja unsinnig wäre.

Im geologischen Profil erscheint der wahre Fallwinkel nur dort, wo die Profilebene mit der Fallebene zusammenfällt, also dort, wo erstere zum Streichen senkrecht steht. Man soll auch die Profile möglichst senkrecht zum Streichen legen; ändert sich dieses allmählich, so kann die Profillinie auch gekrümmt werden. Geht das Profil längs des Streichens

Fig. 20.

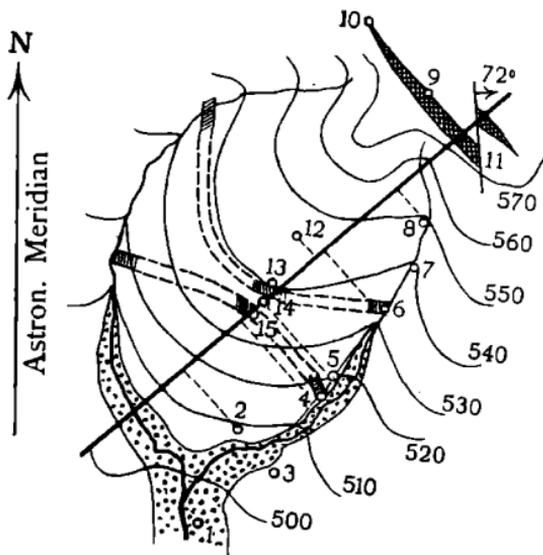


Fig. 22.



Fig. 23.



einer Schicht, so muß dieselbe horizontal eingezeichnet werden, obzwar die Schicht geneigt ist, also ein Verfläachen hat; um Irrungen mit einer wirklichen horizontalen Lage zu vermeiden, gibt man den horizontalen Pfeil, neben welchem der wahre Fallwinkel

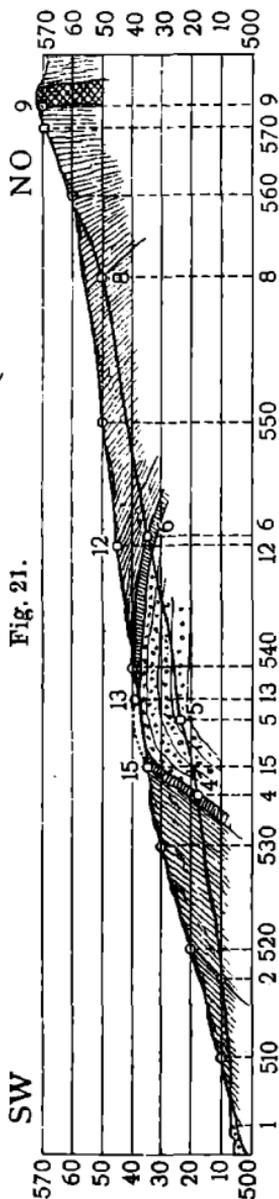
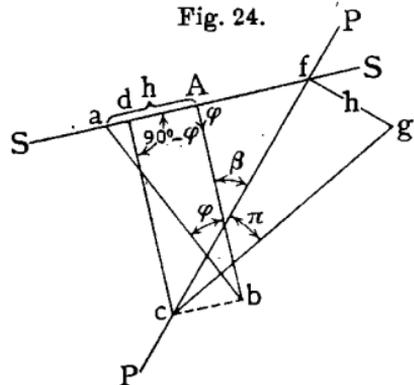


Fig. 21.

Profilstrichen einen Fallwinkel eingeschrieben wird.

In technischen Profilen, wie z. B. markant bei Tunnel- und Stollenprojekten, ist die richtige Bestimmung des sogenannten scheinbaren oder Profilverflächens sehr wichtig. Hierbei geht man in folgender Weise vor: PP sei die Profilebene und gleichzeitig die hineinfallende Stollen- oder Tunnelsohle; bei A wurde das Streichen mit SS und das Fallen mit $\Delta\varphi$ gefunden. A liegt um h m höher als die Stollensohle PP ; trägt man von A aus auf SS diese Höhendifferenz h auf und an SS auch den $\Delta 90 - \varphi$, so erscheint bei b der Fallwinkel φ . Denkt man sich dieses Dreieck Aab so nach links verschoben, daß die Spitze b in die Stollensohle PP fällt, so würde das wieder vertikal gestellte Verflächungsdreieck nach cd zu liegen kommen; es steht also genau zwischen



dem Streichen in der Höhe von A und der Stollen- oder Tunnelsohle. Die Schichtfläche SAS trifft also die Stollensohle bei c und wird jedoch im gleichen Horizont von der vertikalen Profilebene am Tage bei f geschnitten, weshalb die horizontale Projektion des Profilverflächungsdreieckes fc ist. f liegt um h höher als c ; dieses Dreieck, in die Horizontale gedreht, ist cfg und das Profilverflächens $= \Delta\pi$.

Der $\Delta\pi$ kann auch rechnerisch mit der Formel

$$tg \pi = tg \varphi \cdot \cos \beta$$

gefunden werden; hierin bedeutet φ den wirklichen Fallwinkel der Schicht, β den Winkel, welchen die Richtung des Stollens (Tunnels) mit jener des Fallens einschließt, und π den gesuchten Profilwinkel. Die Ableitung dieser Formel ist für den Geologen eigentlich nebensächlich; ich will sie dennoch einschalten, da sie zum besseren Verständnis beitragen dürfte und meines Wissens bisher nicht veröffentlicht wurde.

ST = Stollenrichtung.

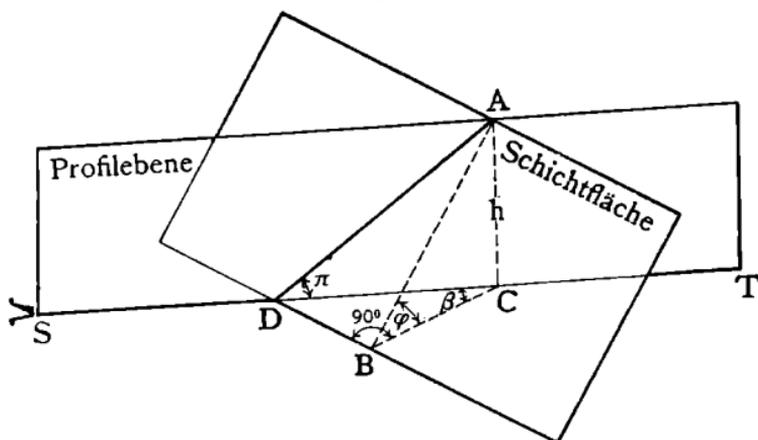
AB = Falllinie, $\Delta\varphi$ = Fallwinkel der Schichtfläche.

ABC = Verflächungsdreieck, das mit der Profilebene den $\Delta\beta$ einschließt.

$\Delta\pi$ = Profilwinkel.

$AC = h$, Höhenunterschied zwischen dem Punkt, an welchem das Fallen abgenommen wurde, und der Stollensohle.

Fig. 25.



Im $\triangle ABC$ ist $h = BC \cdot \operatorname{tg} \varphi$.

Im $\triangle ACD$ ist $h = DC \cdot \operatorname{tg} \pi$,

folglich ist

$$DC \cdot \operatorname{tg} \pi = BC \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad \text{und} \quad \operatorname{tg} \pi = \frac{BC}{DC} \cdot \operatorname{tg} \varphi.$$

Im $\triangle BCD$ ist $\frac{BC}{DC} = \cos \beta$; $\operatorname{tg} \pi = \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi$.

Werden die Profile in einem größeren Maßstab als den der Karte ausgeführt, so müssen selbstverständlich die Längen und Höhen im gleichen Maße vergrößert werden.

Bohrprofile. Werden deren mehrere gezeichnet, so müssen sie des richtigen Vergleiches halber auf denselben Horizont, Seespiegel oder eine bestimmte Seehöhe bezogen werden. Dementsprechend wird jeder Bohrlochmund in die entsprechende Seehöhe eingezeichnet. Zwei vertikale Linien in etwa 1 cm Entfernung stellen das Bohrloch vor, für welches der bei der Einzeichnung des Bohrlochmundes gewählte Höhen- nun auch als Tiefenmaßstab gilt. Vom Munde aus werden die Tiefen der einzelnen durchbohrten Gesteine maßstablich richtig mit ihrer Mächtigkeit eingezeichnet und, falls das Verflächen nicht bekannt ist, mit horizontalen, punktierten Strichen, ist dieses bekannt, mit dem Fallwinkel entsprechenden schiefen Strichen begrenzt. Jedes Gestein bekommt, für das ganze Profil geltend, dasselbe Zeichen

oder dieselbe Farbe. Altersunterschiede (verschiedene Formationen) werden durch eingesetzte Buchstaben oder Zeichen ersichtlich gemacht. Es wird eine Zeichen- bzw. Farberklärung beigegeben; überdies kann auch jeder Schicht mit Schrift der petrographische Charakter und die Petrefaktenführung beigegeben werden. Auch die Wasserführung soll im Profil ersichtlich sein, ebenso das Vorkommen nutzbarer Minerale.

An der einen Seite des Profils sind die Mächtigkeiten der einzelnen Gesteine, an der anderen Seite die Gesamttiefe jedes Gesteinswechsels beigegeben.

Das Einzeichnen der für den Bohrtechniker wichtigen Rohrfahrten hat für den Geologen in der Regel keine Bedeutung; hingegen bietet die Angabe der Lochdurchmesser, besonders im Anfang und am Ende manchmal ein Interesse.

Die Bohrproben müssen behufs genauer Untersuchung sorgfältig gesammelt und in Paketen, Schachteln oder Gläsern gut verwahrt werden. Man wird zu ermitteln trachten, inwieweit der Nachfall die Richtigkeit des Profils beeinflusste.

Durch Kernproben kann der Fallwinkel richtig ermittelt werden; zur Bestimmung der Fallrichtung hat man eigene Instrumente, sogenannte Stratameter, deren Bestimmungen wiederholt unverläßlich waren. Im Bohrkern ist der Fallwinkel meist gut erkennbar; im Tonkern kann man die Schichtung manchmal damit kenntlich machen, daß man ihn unter den Auslauf eines Brunnens bzw. einer Wasserleitung legt und wendet; dadurch treten etwas sandreichere Schichten heraus.

Bestimmung der Lage einer erbohrten Grenzfläche. Eine Grenzfläche, z. B. ein Kohlen-, Mergel- usw. Flöz, wurde durch drei Bohrlöcher ermittelt; es fragt sich um deren Lage im Raum, d. h. um ihr Streichen und Verflächen.

Diese drei Bohrlöcher seien *A*, *B* und *C* (Fig. 26 umstehend). Die relative Höhenlage der Ansatzpunkte (Bohrlochmunde) ist nebenbei oben geschrieben, die Tiefen, in welchen die Grenzschicht (Flöz) angefahren wurde, stehen unterhalb. Der Einfachheit halber nimmt man die Seehöhe des tiefstgelegenen Bohrloches *C* als 0 m an und bezieht die Höhenlage der anderen Bohrungen auf diese Nullhorizontale. Rechnet man die obere Zahl von der unteren ab, so geben die in Klammern beigegebenen Zahlen die Tiefen an, in

ungeänderter Kartenlage an die Falllinie mit N voran (in der Richtung des Fallens) angelegt und an der Nordspitze der Nadel Stunde und Grad der Fallrichtung abgelesen.

V. Bericht.

Das Ergebnis der geologischen Aufnahme wird sowohl in der Karte als in einem Bericht niedergelegt, welcher jene nicht bloß ergänzt, sondern auch erläutert.

Der Bericht (Abhandlung), in welchem an passender Stelle die erläuternden Figuren (Ansichten, Profile, Skizzen) eingeschaltet werden, kann folgendermaßen gegliedert werden.

1. Geographische Lage des durchforschten Gebietes auf geographische Länge und Breite oder auf bekannte Orte, Gebirge, Bezirke, Täler bezogen.

2. Landschaftlicher Charakter. Morphologie des Gebietes.

3. Befund; dieser wird bei manchen amtlichen Gutachten verlangt; es ist dies ein systematisch geordneter Auszug aus dem Notizbuch mit Bezug auf die beigegebene geologische Karte. In diese sind bei den Aufschlüssen Zahlen eingeschrieben, im Befund wird unter derselben Zahl der betreffende Aufschluß beschrieben. In wissenschaftlichen Abhandlungen pflegt dieser Befund zu entfallen.

4. Geologische Zusammensetzung (amtlich Gutachten genannt). Übersicht der vorhandenen Formationsglieder und Eruptiva. Es werden die einzelnen Formationen und deren Glieder möglichst vollständig beschrieben, der petrographische Charakter, die Versteinerungen, Mächtigkeit und die Verbreitung. Den Schluß bilden die Eruptivgesteine. Geschichte der geologischen Entwicklung des Gebietes (Wanderung der Küstenlinie).

5. Tektonik des Gebietes. Der geologische Aufbau an der Hand der Verfläachen wird geschildert, Antiklinen und Synklinen werden nachgewiesen und verfolgt; die Rückwirkung des geologischen Aufbaues auf die Bodenplastik wird erläutert, Täler und ihre Bildung werden besprochen. Verwerfungen. Alter aller Störungen.

6. Wasserführung und Quellen.

7. Nutzbare Gesteine und Minerale. Beschreibung, Gewinnung, deren Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung (Statistik). Agrogeologische Verhältnisse.

8. Einfluß der geologischen Zusammensetzung auf die Bodenkultur und menschliche Besiedelung.

9. Zusammenzug, in welchem die wichtigeren Ergebnisse der Durchforschung übersichtlich mitgeteilt werden.

In jedem Gebiete der Naturwissenschaften hat das einwandfreie Beobachtungsmaterial den höchsten, weil bleibenden Wert. Des möge sich der junge Geologe stets bei der Abfassung seines Berichtes bewußt sein. Auf Grund dieser Beobachtungen entwickle er seine Schlußfolgerungen, wodurch das tote Material Leben bekommt und sich in das Gebäude der Geologie leichter als Baustein einfügen läßt; doch hüte man sich davor, daß dies infolge kühner Hypothesen nicht ein Scheinleben werde, das auch dem Forscher verhängnisvoll werden kann. Die große, wenn auch geistreiche Phantasie hat der Wissenschaft manchmal neue Wege gewiesen, doch diese nicht gebaut; leider waren es nur zu oft Irrwege, die dem Ansehen unserer Wissenschaft abträglich waren. Der junge Geologe erinnere sich der Worte eines hochverdienten Geologen und Geographen, des Freiherrn Ferdinand von Richthofen¹⁾: „Die Vorsicht wächst mit der Kenntnis und Erfahrung und die Schlußfolgerungen von höheren Gesichtspunkten aus sollten denen überlassen bleiben, welche neben einer ausgedehnten Übung im Felde die Fähigkeit zu gründlichem Arbeiten im Studierzimmer erlangt haben. Je reiner sich die Beobachtung von der Theorie hält, desto wertvoller ist sie. Dies kann nicht genug beherzigt werden.“

VI. Die agrogeologische Aufnahme und Kartierung.

Bisher besteht noch keine Einigkeit bezüglich der hier leitenden Prinzipien. Manche Agronomen streben nur eine Bodenartenkarte, also eine petrographische Kartierung an, jedoch vermehrt mit agronomisch wichtigen Details, wie Feuchtigkeit, Gehalt an Nährstoffen u. dgl. und ignorieren die stratigraphischen Verhältnisse gänzlich; dies ist also eine reine agronomische Kartierung. Die meisten Geologen wollen jedoch in den Karten, die eigentlichen agrogeologischen Verhältnisse, die Bodenarten und die Stratigraphie zum Ausdruck bringen, wobei man sich jedoch hüten muß,

¹⁾ Führer für Forschungsreisende, S. 12. Berlin 1886.

nicht allzuviel zu verlangen, da dies auf Kosten der Deutlichkeit einer Karte geht.

Beide Kartierungsmethoden pflegen zur Aufnahme meist die Besitzkarten zu wählen, deren Wiedergabe je nach der Mannigfaltigkeit der Bodenarten beibehalten oder verkleinert wird. Beide Methoden geben am Rande der Karte die Bohrprofile im entsprechend großen Maßstabe.

Die Aufnahme erfolgt nach den Prinzipien jener im Flachlande (S. 38). Die Punkte der gewöhnlich 2 m tiefen Bohrungen werden in die Karte sehr markant eingezeichnet und mit derselben Zahl wie im Notizbuch und dem auf der fertigen Karte dargestellten Profil versehen; Bohrproben werden zur häuslichen Untersuchung mitgenommen, ebenso Bodenproben; diese sind der Durchschnitt aus drei Proben, welche nachbarlich auf etwa 10 cm Tiefe ausgehoben und auf ihre physikalische und chemische Beschaffenheit¹⁾ untersucht werden; auch die Bodenproben bekommen Zahlen, die in der Aufnahme-, aber nicht in der fertigen Karte erscheinen. Bei der Begehung achtet man auf die Änderung der Bodenart und zeichnet die Grenzen ein.

Einige Agronomen, z. B. R. Heinrich, legen auf die physikalische Untersuchung der Bodenarten kein Gewicht, was jedoch keine allgemeine Zustimmung findet.

Die von der königlich ungarischen geologischen Reichsanstalt ausgearbeitete Methode für agrogeologische Karten zeichnet sich durch ihre Einfachheit und Übersichtlichkeit aus. Die verschiedenen Bodenarten des Oberbodens werden in einer Farbe (braun) dargestellt und mittels ganzer, unterbrochener, verschieden gestellter Gerade, durch Punktierung, Ringelung usf. unterschieden. Durch eingeschriebene Buchstaben kommt das geologische Alter und der petrographische Charakter des Untergrundes zum Ausdruck, z. B. *Pls* = pliozäner lehmiger Sand.

Sehr eingehend ist die von der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt eingeführte Bodenbezeichnung. Sie sei nachfolgend genannt, und im übrigen auf die von ihr herausgegebene „Anleitung für die geologisch-agronomische Aufnahme im norddeutschen Tiefland, Berlin 1908“ verwiesen.

¹⁾ F. Wahnschaffe, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenanalyse, 2. Aufl. Berlin 1903. — F. Seemann, Leitfaden der mineralogischen Bodenanalyse. Wien 1914. — E. Heine, Die praktische Bodenuntersuchung. Mit einer geologisch-agronomischen Karte. Berlin.

<i>W</i>	=	Wasser oder wässerig.
<i>H</i>	=	Humus, milder oder saurer Humus (Torf).
\mathcal{H}	=	Humus, Heidehumus und Humusfuchs (Ortstein).
<i>Hj</i>	=	Jüngerer Hochmoortorf.
<i>Hä</i>	=	Älterer Hochmoortorf.
<i>Hh</i>	=	Hochmoortorf.
<i>Hz</i>	=	Zwischenmoortorf.
<i>Hf</i>	=	Flachmoortorf.
<i>B</i>	=	Braunkohle oder braunkohlehaltig.
<i>S</i>	=	Sand, grob- und feinkörnig (über 0,2 mm) oder sandig.
\mathcal{S}	=	Sand, fein und staubig (unter 0,2 mm) oder sandig.
<i>G</i>	=	Kies (Grand) oder kiesig.
\mathcal{G}	=	Gerölle und Geschiebe (Steinanhäufung).
<i>T</i>	=	Ton oder tonig.
<i>L</i>	=	Lehm (Ton + grober Sand) oder lehmig.
<i>K</i>	=	Kalk oder kalkig.
<i>M</i>	=	Mergel oder mergelig.
<i>E</i>	=	Eisen, Eisenstein oder eisenschüssig, eisenhaltig.
\mathcal{E}	=	Eisen, Glaukonit oder glaukonitisch.
<i>PE</i>	=	Vivianit oder vivianithaltig.
<i>SE</i>	=	Schwefeleisen oder schwefelhaltig.
<i>J</i>	=	Bazillarienerde (Infusorienerde, Diatomenerde) oder
<i>Fs</i>	=	Faulschlamm (Sapropel). [bazillarienerdhaltig.
<i>FsK</i>	=	Faulschlammkalk.
<i>KFs</i>	=	Kalkiger Faulschlamm.
<i>Fg</i>	=	Faulgallerte (Saprokoll).
<i>K\mathcal{L}</i>	=	Kalkhaltiger Löß.
\mathcal{L}	=	Kalkfreier Löß (Lößlehm).
<i>BS</i>	=	Quarzsand mit Beimengung von Braunkohle.
<i>HS</i> \)	= Humoser Sand.
<i>H\mathcal{S}</i>		
$\bar{H}S$ \)	= Schwach humoser Sand.
$\bar{H}\mathcal{S}$		
$\bar{H}S$	=	Stark humoser Sand.
<i>HL</i>	=	Humoser Lehm.
$\bar{H}L$	=	Stark humoser Lehm.
$\mathcal{S}T$	=	Sandiger Ton.
$\bar{\mathcal{S}}T$	=	Sehr sandiger Ton.
<i>KS</i>	=	Kalkiger Sand.
$\bar{K}S$	=	Schwach kalkiger Sand.
<i>TM</i>	=	Toniger Mergel.
$\bar{T}M$	=	Sehr toniger Mergel.
<i>KT</i>	=	Kalkiger Ton.
$\bar{K}T$	=	Sehr kalkiger Ton.
<i>HLS</i>	=	Humoser lehmiger Sand.
$\bar{H}L$	=	Humoser schwach lehmiger Sand.
<i>SHK</i>	=	Sandiger humoser Kalk.
$\bar{S}H\bar{K}$	=	Sehr sandiger humoser Kalk.
<i>HSM</i>	=	Humoser sandiger Mergel.
$\bar{H}SM$	=	Schwach humoser sandiger Mergel
		usw.

Sind diese Bodenarten nur in Streifen eingelagert, so werden ihre Zeichen in kleinen Buchstaben der petrographischen Bodenbeschaffenheit vorangesetzt, z. B. *IS* = Sand mit Lehmstreifen.

Die Königlich Preußische Geologische Landesanstalt gebraucht für den Bericht nachstehendes Schema (S. 78).

Die Herstellung der agronomischen Karte kann verschieden durchgeführt werden; die von Professor Dr. R. Heinrich¹⁾ gewählte Methode findet besonders in landwirtschaftlichen Kreisen Anerkennung. In der Flurkarte werden die petrographisch verschiedenen Bodenarten mit matten, durchsichtigen Wasserfarben gemalt, nachdem man dieselben abgegrenzt hat; wo die Begrenzung unsicher ist, wird sie strichliert. Heinrich wählte folgende Farbtöne: Sand = schwefelgelb; humoser Sand = hellgrasgrün; humoser lehmiger Sand = grün mit gelb (chamois) Mischung; Humus = graugrün; lehmiger Sand = hellchamois; sandiger Lehm = chamois; Lehm = dunkelchamois; Mergel = chromgelb; Ton = violett; Wiesenkalk (im Profil) = weißviolett. Dieselben Farben werden auch für die am freien Rand der Karte gezeichneten Profile angewendet, deren Nummer sich auf die gleiche der Bohrstelle in der Karte, durch rote Kreise markiert, bezieht.

Der Feuchtigkeitsgehalt wird mit durchwegs parallele, schräge, lange, blaue Linien bezeichnet und in zehn Grade unterschieden. Dieselben sind:

1. Sehr trocken /.
2. Mäßig trocken /.
3. Feuchtigkeit schwach zurückhaltend // (gemeiner Sand).
4. Feuchtigkeit besser zurückhaltend //.
5. Fruchtbare Feuchtigkeit, tiefgründig ///.
6. Tiefgründig, etwas feucht ///.
7. Feucht (Grasland) ///.
8. Sehr feucht (Wiese noch fahrbar) ///.
9. Naß (Wiese nicht fahrbar) ///.
10. Sehr naß (Sumpf), viele enggestellte Gerade.

Die Entfernung dieser Linien gibt auch die Durchlüftungsfähigkeit des Bodens an.

¹⁾ Landwirtschaftliche Bodenkarten, herausgegeben von der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock. Stuttgart 1910.

Mestischblatt

Lfd. Nr.	Fundort	Gebirgsart	Geognost.		Stellung der Bildung im agronom. Profil	Tiefe der Entnahme		Mächtigkeit	Mechanische und physikalische Untersuchungen		Volumengewicht
			Bezeichnung	Agronom.		Dezimeter	Körnung		Aufnahmefähigkeit für Stickstoff		
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11

Chemische Analyse

Nährstoffbestimmung im Feinboden unter 2 mm	Bausch- oder Gesamtanalyse		Tonbestimmung (Aufschleißung der tonhaltigen Teile m. Schwefelsäure i. Rohr)	Kalkbestimmung im Feinboden unter 2 mm	Humusbestimmung n. Knop	Stickstoffbestimmung	Aschengehalt im Gesamtboden	Bemerkungen	
	a) des Feinbodens	b) der tonhaltigen Teile							
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Die Karte bringt auch mittels sehr kurzer, farbiger, quer zwischen den blauen Feuchtigkeitsstrichen gezeichneter Linien den Gehalt an den Nährstoffen zum Ausdruck. Für Kali ist violett (Spektralfarbe), Kalk gelb (ebenso), Phosphorsäure rot (Färbung des blauen Lackmuspapiers) und für Stickstoff grün gewählt. Die Zahl und Dicke der Striche gibt den Prozentgehalt an, und zwar:

0,01	0,06	0,11	0,21	0,31	über
bis	bis	bis	bis	bis	0,50
0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	
—	—	≡	—	≡	≡

Zweifelsohne hat diese Kartierungsmethode für den Landwirt hohen Wert; man könnte nach der früher genannten ungarischen Methode auch die stratigraphischen und petrographischen Verhältnisse des Untergrundes zum Ausdruck bringen, wodurch jedoch die Karte überfüllt werden würde. Es empfiehlt sich, den Oberboden rein agronomisch, den Untergrund in einer zweiten Karte geologisch (stratigraphisch) darzustellen.

Im Bericht ist bei jeder Kartierungsmethode folgendes zu bemerken: Detail der mechanischen und chemischen Analysen des Bodens (ähnlich wie auf S. 78), Feuchtigkeit und Bonitätsverhältnisse (aus dem Kataster), Neigung und Nutzung des Bodens, Anbau der hauptsächlich vorwaltenden Kulturpflanzen, Melioration durch natürliche, in der Gegend vorkommende Erdarten und Gesteine, Düngung, Grundwasser (Tiefe bis zum Wasserspiegel, Güte des Wassers) und Quellen.

Sachregister.

- Agrogeologische Aufnahme und Kartierung 74.
Aneroid 13.
—, Verwendung zur Orientierung 21.
Antikline 50, 64.
Äolische Ablagerungen 41.
Apotheke 29.
Artefakte im Glazialen 42.
— in Höhlen 53.
— in Torfmooren 44.
Aufnahme, geologische, im Flachland 38.
— —, Vorgang hierbei 33, 37.
—, agrogeologische 74.
— einer Handskizze 25.
Aufschluß 31.
Ausbißlinie, s. Grenzlinie.
Ausrüstung, fachliche 2.
—, touristische 28.
- Bauschanalyse, Material hierfür 28.
Befund 73.
Begehung, geologische 30, 32.
—, deren Richtung 30.
Beispiel der Aufschreibung 33.
Belegstücke, Formatisieren 18.
—, Verpacken 28, 40.
Beobachtungen 39.
Bergstürze 59.
Bericht 78.
Bewegungen, säkulare, an der Küste 59.
Bleistift 24, 26.
Bodenplastik 61, 72, 73.
Bohrprofile 70.
Brunnen 55.
- Camera 19.
- Dauer des Wanderns 30.
Deklination der Magnetnadel 7.
Detailprofile 32.
Diagonale Verwerfungen 52.
Diagonalschichtung 39.
Diskordanz 51.
Dünen 41.
- Einzeichnungen in die Karte 30.
— mit Blei- und Farbstift 24.
Erratische Blöcke 42.
Erdbohrer 18.
Erdbohrungen im Flachland 38.
Erdfälle 62.
Erdölquellen 55.
Erdpyramiden 62.
Erdrutschungen 59.
Eruptivgesteine, Beobachtungen 39.
Eruptivlagerstätten 56, 57.
- Fahlbänder 56, 58.
Fallen, Bestimmung mittels Kompasses 11.
— und Streichen, bestimmt mittels Höhenlinien 21.
Falten 50, 51.
Felssturz 59.
Fernglas 29.
Fixierung einer Fläche mittels Kompasses 10.
Flachlandaufnahmen 38.
Flexuren 51.
Flöz 57.
Fluviatile Ablagerungen 41.
Formatisieren der Belegstücke 18.
- Gangbutzen 57.
Gänge 57, 58.
Ganglinse 57.
Gangsäule 57.
Gangschlauch 57.
Gangstöcke 57, 58.
Gasquellen 55.

Gebirge 62.
 Gegenstunde 8.
 Geologische Aufnahme im Flachland 38.
 — Begehung 30.
 Geomorphie 61.
 Gerölle 41.
 Geschichtete Gesteine, Beobachtungen 39.
 Gesteine, nutzbare 56.
 —, magnetische 39.
 Glaziale Ablagerungen 41.
 Gletscher 42.
 Gletscherschliffe 42, 43.
 Grenzflächebestimmung aus drei Bohrpunkten 71.
 Grenzlinie (Ausbißlinie), Verlauf, Bezeichnung und Konstruktion 35—37.
 Gutachten 73.
Hammer 16.
 —, Verwendung 18.
Handkompaß 2.
 —, dessen Beschreibung 2.
 —, dessen Prüfung u. Richtigstellung 5.
 —, dessen Gebrauch 6.
 — mit Spiegelvisur 9.
 Handskizze, Aufnahme 25.
 Hochflächen 62.
 Höhenmesser 13.
 Höhenschichtenlinien 21.
 Höhlen 53.
 Horizontalverschiebung 52.
Imprägnationen 56.
 Interglazialablagerung 42.
Kammlinie 62.
 Kantengerölle (Dreikanter) 41.
 Karren 62.
 Karrenfelder 62.
 Karte, Einzeichnungen in dieselbe 30, 32.
 Karten 20.
 Klaubsteine 31.
 Kleidung 28.
 Klippenartige Vorkommen 65.
 Kohlenflöze 58.
Kompaß 2.
 Konglomerate 40.
 Konkordanz 51.
 Kreuzschichtung 39.
 Kreuzstunde 8.

Kristalline Schiefer 40.
 Kulturgrenzen zur Bestimmung geologischer Grenzen 32.
 Kuppel, Zeichen hierfür 50, 64.

Lager 57.
 Lagerlinse 57.
 Lagersäule 57.
 Lagerschlauch 57.
 Lagerstätten 56.
 —, ihre Einteilung 57.
 —, Darstellung in der Karte 65.
 Lagerstock 57.
 Lagerungsverhältnisse 46.
 Lawinen 44.
 Ledergurt für Hammer und Kompaß 18.
 Leitschichten 30.
 Literatur des Aufnahmegebietes 1.
 Löß 41.
 Lupe 19.

Maare 61.
 Mächtigkeit, wahre, seigere, sölhlige, deren Bestimmung 47.
 Mächtigkeitsbestimmung 49, 50.
 Magnetische Gesteine 39.
 Marine junge Ablagerungen 41.
 Maßstab, Meßband 27.
 Meißel 17.
 Metamorphose, Darstellung, deren Zonen in der Karte 65.
 Metasomatische Lagerstätten 56, 57.
 Minerale, nutzbare 56.
 Moränen 42, 43.
 Mulden 62.

Notizbuch 26.
 Nutzbare Minerale und Gesteine 56, 73.

Orientierung im Gebiet 22.
 — mittels Aneroid 21.
 — mittels einer Visur und Seehöhe 21.
 Orientierungsprofil 30.
 Ortsbestimmung mittels Handkompasses 8.
 — mittels zweier Visuren 8.
 — mittels einer Visur und der Seehöhe 21.

Packpapier 27.
 Peneplains 62.
 Phyllit 40.
 Profil, Detail- 32.
 —, geologisches, Skizze 37.
 —, dessen Richtung 30, 31.
 Profile 66.
 —, überhöhte 66.
 Profilverflächen, dessen Konstruktion u. Berechnung 69.

Quellen 54, 73.
 —, Zeichen hierfür 54, 64.
 Quellkuppen 61.

Regenschirm 29.
 Rucksack 29.
 Rückwärts-Einschneiden 8, 9.
 Rumpfflächen 62.
 Rundhöcker 42.
 Rutschstreifen 52, 59.

Sand 41.
 Säkulare Bewegungen an der Küste 59.
 Säurefläschchen 20.
 Schachtzeichen 58, 64.
 Schichtflächen, Erkennung derselben 46.
 —, Lage derselben 10, 46.
 Schieferung 51.
 Schlägel 17.
 Schlammvulkane 55.
 Schottermaterial 58.
 Schrittmaß, Verkürzung im Gehänge 23.
 Schrittzähler 23, 24.
 Schubwirkungen 59.
 Sedimentgesteine, Beobachtungen 39.
 Seen 62.
 —, glaziale 42.
 Seitenverschiebung 52.
 Spiegelvisur 9.
 Sprung 52.

Steinbrüche 59.
 Stock, Bergstock 29.
 Stollenzeichen 58, 64.
 Streichen, dessen Bestimmung mittels Kompasses 10.
 Sumpfige Stellen 55.
 Synklinalen, Zeichen hierfür 50, 64.

Tagebuch 27.
 Täler 62.
 Taschenszirkel 20.
 Terrainneigung mittels Klinometer bestimmt 13.
 Thermometer 19.
 Torfmoore 44.
 Touristenapotheke 29.
 Touristische Ausrüstung 28.
 Tragnetze 29.
 Transgression 51, 53.
 Transversale Schieferung 51.
 Trigonometrische Funktionen (Tabelle) 48.
 Tröge 62.
 Trumm 57.

Überschiebung 52
 Übersichtsaufnahme 37.

Verflächen, Bestimmung mittels Kompasses 11.
 —, falsches 33, 46.
 —, scheinbares 69.
 Verpacken der Versteinerungen 45.
 Verpackpapier 27.
 Versteinerungen 44.
 Verwerfungen 51, 52.
 —, Zeichen hierfür 53, 64.
 Verwitterung 40.
 Visieren mit Handkompaß 9.
 Vulkane 60.

Wälder, submarine 44.
 Wasserscheide 62.

Zeichentabelle 64.