

Anleitung zum  
geologischen Beobachten  
Kartieren, Profilereren  
Von  
H. von Höfer



HÖFERS

Anleitung zum geologischen Beobachten,  
Kartieren und Profilieren

---

# **ANLEITUNG zum geologischen Beobachten, Kartieren und Profilieren**

Von

**Ing. Dr. mont. h. c. Hans Höfer-Heimholtz**  
Hofrat, emerit. Professor der Geologie  
der montanistischen Hochschule in Leoben

---

**Zweite, vermehrte Auflage**  
**Mit 27 Abbildungen**

SPRINGER FACHMEDIEN WIESBADEN GMBH

---

ISBN 978-3-663-00396-0      ISBN 978-3-663-02309-8 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-663-02309-8

**Alle Rechte vorbehalten.**

---

Copyright 1915, by Springer Fachmedien Wiesbaden  
Ursprünglich erschienen bei Freidr. Vieweg & Sohn Braunschweig, Germany 1915

---

## 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 aus Vorträgen oder aus 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 begegnen.

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; insbesonders die Einführung meiner Schüler in die geologischen Aufnahmsarbeiten 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.**

## **Vorwort zur zweiten Auflage.**

---

Obzwar die meisten jungen Geologen, für welche dieses Büchlein geschrieben ist, als Krieger ihrem eigentlichen Beruf entzogen waren, wurde es dennoch in wenigen Jahren vergriffen.

Die vorliegende Neuauflage hat zwar keine wesentliche Änderung erfahren, doch viele kleine Ergänzungen bekommen. Hoffentlich ist sie meinen jungen Freunden ebenso willkommen wie ihre Vorgängerin, welche nach den mir vorliegenden Kritiken einem wahren Bedürfnis entsprach.

Ich danke der geehrten Verlagsbuchhandlung, daß sie trotz der Schwere der Zeit die Ausgabe dieser Neuauflage, wenn auch mit großer Verspätung, unternahm.

Wien III, im April 1921.

**Der Verfasser.**

# Inhalt.

	Seite
Vorwort . . . . .	V
Vorwort zur zweiten Auflage . . . . .	VII
Einleitung . . . . .	1
<b>I. Die Ausrüstung . . . . .</b>	<b>2</b>
A. Die fachliche Ausrüstung und deren Gebrauch . . . . .	2
Handkompaß: Beschreibung . . . . .	2
Prüfung und Richtigstellung . . . . .	4
Gebrauch . . . . .	6
Ortsbestimmung . . . . .	7
Höfers Handkompaß . . . . .	9
Fixierung einer Fläche (Streichen, Fallen) . . . . .	10
Höhenmesser (Aneroid): Beschreibung . . . . .	12
Gebrauch . . . . .	13
Prüfung . . . . .	14
Werkzeuge: Hammer, Meißel . . . . .	15
Verwendung, Ledergurt . . . . .	17
Erdbohrer . . . . .	17
Lupe, Handkamera, Taschenthermometer . . . . .	18
Taschenzirkel, Säurefläschchen . . . . .	19
Karten, Arten derselben, mit Höhenschichten zur Bestimmung des Streichens und Verflächens einer Grenzfläche . . . . .	19
Orientierung in der Karte . . . . .	20
Ortsbestimmung . . . . .	21
Schrittmaß . . . . .	22
Blei- und Farbstifte . . . . .	23
Aufnahme von Karten und Objekten . . . . .	23
Notizbuch . . . . .	25
Maßstab, Verpackpapier: Tagebuch, Zentimetermaßstab, Packpapier und Verpacken der Belegstücke Schachteln und Glasröhren . . . . .	26
. . . . .	27
B. Die touristische Ausrüstung . . . . .	27
Kleidung . . . . .	27
Rucksack, Netze, Taschenmesser, Fernglas, Touristenapotheke . . . . .	28

	Seite
<b>II. Die geologische Begehung</b> (Einzeichnungen in der Karte)	28
Orientierungsprofil, Leitschichten . . . . .	28
Aufschlüsse, Bestimmung der Gesteinsgrenze . . . . .	29
Kulturgrenzen und Färbung des Bodens . . . . .	30
Vorgang bei der Begehung und Kartierung . . . . .	31
Skizze des Profils, Profilieren im allgemeinen . . . . .	33
Zeichen für die Schichtenstellung, Konstruktion der Ausbißlinie (Grenzlinie) . . . . .	33
Übersichtsaufnahme . . . . .	36
Geologische Aufnahmen im Flachland . . . . .	36
<b>III. Beobachtungen</b> . . . . .	37
1. Die Gesteine; junge Ablagerungen und Versteinerungen	37
A. Gesteine: Eruptiv- und geschichtete Gesteine . . . . .	37
Verwitterung . . . . .	38
B. Jüngere Ablagerungen: Äolische, fluviatile und marine . . . . .	39
Glaziale Ablagerungen . . . . .	40
Gletscher, Lawinen, Grundeis . . . . .	41
Torfmoore, submarine Wälder . . . . .	42
C. Versteinerungen: Deren Aufsammlung . . . . .	43
Deren Bestimmung, Zeichen . . . . .	44
2. Die Lagerungsverhältnisse . . . . .	44
Eruptiv- und geschichtete Gesteine, Schichtung . . . . .	44
Mächtigkeit, Schieferung, deren Bestimmung . . . . .	45
Berechnung und Konstruktion der wahren Mächtigkeit . . . . .	45
Trigonometrische Funktionen (Tabelle) . . . . .	46
Kuppel, Synkline und Antikline . . . . .	48
Schichtenwiederholung durch Faltung und durch Verwerfungen . . . . .	49
Flexuren, Konkordanz, Diskordanz, Transgression . . . . .	49
Schieferung . . . . .	50
Verwerfungen . . . . .	50
Höhlen . . . . .	52
Quellen, Wasserführung, Schlammvulkane: Quellen, Brunnen, feuchte und sumpfige Stellen, Seen . . . . .	53
Erdöl- und Gasquellen, Schlammvulkane . . . . .	54
Vorkommen nutzbarer Minerale und Gesteine . . . . .	55
Einteilung der Lagerstätten . . . . .	56
Zeichen für Bergbau, Schacht und Stollen, Schottermaterial . . . . .	57
Steinbrüche . . . . .	57
Bergstürze und Erdrutschungen, Schubwirkungen . . . . .	58

	Seite
Säkulare Bewegungen an der Küste . . . . .	58
Vulkane: Deren Unterlage, Stratovulkane, Homogene Vulkane . . . . .	59
Kammvulkane, Quellkuppen, Maare, gegenseitige Lage der vulkanischen Tätigkeit . . . . .	60
Geomorphie (Bodenplastik): Täler . . . . .	60
Tröge, Mulden, Talnetze, Hoch- und Rumpfflächen, Flachböden, Gebirge. . . . .	60
Wasserscheide, Verwitterungsprofil, Erdfälle, Erd- pyramiden, Karrenfelder, Schutthalde, Dünen, Kare, Küsten . . . . .	61
Landschaftsbilder . . . . .	61
<b>IV. Fertigstellung der Karte und Profile . . . . .</b>	<b>62</b>
Einzeichnungen . . . . .	62
Grenzen bei klippenartigem Vorkommen, Ausführung in Farben . . . . .	62
Zeichentabelle . . . . .	63
Profile, normale und überhöhte. . . . .	65
Berg- und Talprofil . . . . .	66
Scheinbares oder Profilverflächen . . . . .	67
Bohrprofile . . . . .	69
Bestimmung der Lage der erbohrten Grenzfläche . .	70
<b>V. Bericht (Befund, Gutachten) . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>VI. Die agrogeologische Aufnahme und Kartierung . . . . .</b>	<b>73</b>
Allgemeines . . . . .	73
Methode der ungarischen geologischen Reichsanstalt, der Preußischen Landesanstalt . . . . .	74, 77
Methode R. Heinrichs . . . . .	75
Getrennte Kartierung . . . . .	76
Kartierung in den Vereinigten Staaten; nach Knauer und Weigert, nach Koehne, Münchsdorfer und Gagel . . . . .	78
Bericht zur Aufnahme . . . . .	78
<b>Sachregister . . . . .</b>	<b>79</b>

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 könnten gegeben werden. Der Geologe überlege sich täglich, was er gesehen hat und was ihm die gefundenen Tatsachen lehren; er trachte die bisherigen Einzelbeobachtungen zu einem Gesamtbilde zu verarbeiten; dadurch erhöht sich der Reiz der Arbeit, die Beobachtung bekommt oft wertvolle Direktiven und der Bericht wird vorbereitet.

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 den 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. Auch gute Bilder, die geologisches Interesse besitzen, sind zu erwerben.

# 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. 1) besteht aus dem Holzgehäuse, welches

Fig. 1.

in einem kreisrunden Ausschnitt die Bodenplatte *a*, den Stundenring *b*, die Magnetnadel *c* mit dem Stift, die Arretierungsvorrichtung *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 sich in der Mitte

kreuzende, gut sichtbare Gerade, welche parallel zu den Kanten des Holzgehäuses sind, Nord—Süd (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 0 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 12h und dann von S über W nach N wieder 1 bis 12h im Stundenring eingeschrieben sind. So hat für SW der österreichische Kompaß 15h, der sächsische 3h W. Der Nullpunkt der Gradeinteilung (24h = 360°) steht stets genau über N, 6h = 90° über O, 12h = 180° über S und 18h = 270° 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 Magnetnadel 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 Magnetnadel ist blau angelaufen; 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 aufgeschoben, welcher auch gestattet, eine etwaige Änderung der Inklinination auszugleichen.

In der Mitte der Nadel ist in einem kleinen Messinggehäuse das Hütchen gewöhnlich aus einem harten Edel- oder Halbedelstein eingesetzt, welches 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 nun 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 Öhr an dem Stift der Magnetnadel leicht drehbar befestigt; das Öhr 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 (Höhenkreis) beiderseits zu je  $90^{\circ}$ ; O und 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 beaufs 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  $0^{\circ}$  oder  $360^{\circ}$ , bzw.  $24^h$  bezeichnete Stelle des Stundenringes muß genau über dem N-Strich der Bodenplatte liegen, was durch senkrecht 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, widrigenfalls der Kompaß unbrauchbar 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; ist dies nicht der Fall, so ist der Kompaß schlecht.

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  $180^{\circ}$  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  $180^{\circ}$ , so ist die Nadel schlecht; variiert jedoch die Differenz von  $0^{\circ}$

bis  $x^0$ , 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.

6. Die Richtigkeit des Klinometers probt man dadurch, daß man den aufgeklappten Kompaß mit seiner langen Kante auf eine ebene Fläche (Tisch u. dgl.) aufstellt, welche früher mittels einer Wasserwage horizontal eingestellt wurde; das Senkel muß dann O zeigēn. Wird der Kompaß auf diese horizontale Fläche mit der kurzen Seite aufgestellt, so muß das Senkel auf  $90^\circ$  einspielen. Bei diesen Proben ist die Nadel arretiert. In der Regel ist es nicht notwendig, mittels Zirkel zu prüfen, ob die beiden  $90^\circ$ -Punkte des Höhenkreises vom  $0^\circ$  gleichweit entfernt sind.

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 den 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 umgedreht, 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 Magnettadel, 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 versucht dies, er richtet z. B. die Kompaßkante gegen O, so daß N der Bodenplatte  $24^\text{h} = 360^\circ = 0^\circ$  des Stundenringes nach O gerichtet ist, so wird er finden, daß die blaue Nordspitze der Magnettadel auf O der Bodenplatte und auf  $6^\text{h} = 90^\circ$  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 (Abweichung), 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 einen Grad genau zu wissen, wozu die erwähnten Isogonenkarten ausreichen.

Ist die Deklination  $8^{\circ}$  westlich, so wird man eine magnetische Richtung auf den astronomischen Meridian dadurch beziehen, daß man  $8^{\circ}$  von ersterer abzieht. Fand man mittels des Kompasses z. B. eine Richtung nach  $9h\ 12^{\circ} = 147^{\circ}$ , so ist diese astronomisch  $9h\ 4^{\circ} = 139^{\circ}$ , oder wenn  $10h\ 4^{\circ} = 154^{\circ}$ , so ist astronomisch  $9h\ 11^{\circ} = 146^{\circ}$ . 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 40 Jahren in der Markscheidekunst vorgeschlagen, fand jedoch keinen Eingang.

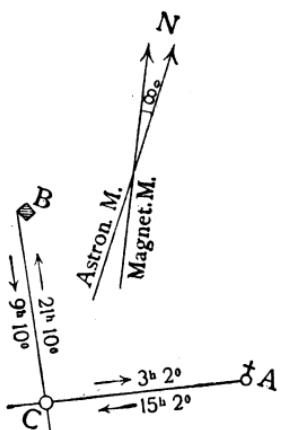
Es seien hier noch zwei Orientierungsbegriffe eingeschaltet. Zwei Richtungen, welche gegenüber liegen, also um  $180^{\circ} = 12\text{ h}$  differieren, heißen Stunde und Gegenstunde. So ist z. B.  $O = 90^{\circ} = 6\text{ h}$  die Gegenstunde von  $W = 18\text{ h} = 270^{\circ}$ . Die Kreuzstunde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

Der Geologe benutzt den Handkompaß sowohl zur Ortsbestimmung (Orientierung) als insbesondere zur Fixierung einer Fläche im Raum, manchmal auch zur Aufnahme guter Karten-skizzen.

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 dem Beobachter

möglichst nahe liegende, in der Karte verzeichnete Gegenstände (Häuser oder andere Gebäude, Parzellenecken, Bergspitzen) an und liest am Kompaß an der blauen Nadelspitze die Richtungen in Stunden und Graden (eventuell nur Graden) ab; doch sollen die beiden Visuren keinen sehr spitzen Winkel einschließen, um die Genauigkeit zu erhöhen. 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 nach  $A 3^h 10^m$ , die andere nach  $B 22^h 30^m$ , die Deklination  $8^h$ , so ist die erstere astronomisch  $3^h 2^m$ , die andere  $21^h 10^m$ .

Fig. 2.



In der Karte seien die anvisierten Punkte  $A$  und  $B$  (Fig. 2). Zieht man in der Karte, deren Rand, 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  $3^h 2^m + 12^h = 15^h 2^m$  und eine zweite Gerade von  $B$  aus nach  $21^h 10^m - 12^h = 9^h 10^m$ , 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 auch 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 der rechte bzw. linke Rand der Karte, die

N—S-Kante des Kompasses an und dreht die Karte mit dem darauf liegenden Kompaß so lange, bis die Nordspitze der Nadel die Deklination anzeigt; ist diese z. B.  $8^{\circ}$  W, so muß die Nadel auf  $23h\ 7^{\circ} = 352^{\circ}$  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 eingezzeichnet.

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 ziemlich gut. Eine erhöhte Genauigkeit bietet ein kleiner Spiegel (bei S in Fig. 1, Höfers Handkompaß<sup>1)</sup>) 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 oft 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 (Höfers Handkompaß), 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.

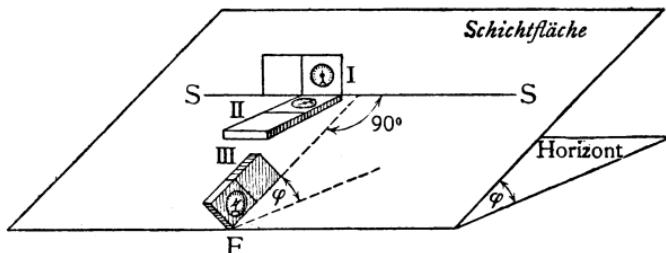
---

<sup>1)</sup> Wird von Neuhöfer & Sohn in Wien V, Hartmanngasse 5 geliefert.

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. Einige Windungen der Schraube müssen frei bleiben, um den Kompaß drehen zu können. 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 Raum 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 Verflächen 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 Verflächen der Ebene: dieses ist somit die Kreuzstunde des Streichens. Die Schicht- usw.

Fig. 3.



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 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 Gegengstunde zeigt, weshalb es auch häufig in beiden ausgedrückt wird; z. B. eine Schichtfläche streicht von NW nach SO oder von 21<sup>h</sup> nach 9<sup>h</sup>. Wir werden sofort hören, daß die Bestimmung (Messen) des Streichens ganz entfallen kann.

Das Falle'n oder Verflächen 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. An der blauen Nordspitze der Nadel wird die Richtung des Fallens abgelesen. Durch diese Stellung des Kompasses hat man von der Streichlinie die um 90° (6<sup>h</sup>) verschiedene Kreuzstunde abgenommen, so daß man durch Addieren oder Subtrahieren von 90° = 6<sup>h</sup> die Richtung der Streichlinie eindeutig berechnen kann, weshalb dieselbe nicht eigens abgenommen zu werden braucht. Ist das Fallen z. B. SO = 9<sup>h</sup> = 125°, so ist das Streichen SW—NO oder 15<sup>h</sup>—3<sup>h</sup> oder 225°—45°. 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°—90° (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 der Bodenplatte, so ist dieser der Fallwinkel  $\varphi$ , z. B. 25°.

Das Fallen notiert man in seinem Buche einfach z. B. ↓ 25°/9<sup>h</sup> 5°; wie erwähnt entfällt die Bemerkung über das Streichen, welches sich mit 3<sup>h</sup> 5°—15<sup>h</sup> 5° berechnen läßt.

Ist das Verflächen steil, d. h. der Fallwinkel groß, so kann

das Einritzen 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 unterlieft, wenn der Kompaß mit seiner kurzen Kante an der gedachten Streichlinie anliegt.

Es empfiehlt sich dringend, daß der Anfänger zu Hause, 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 setzte 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 Geländeneigung verwendet; ein unmittelbares Anlegen des Kompasses an das Gehänge würde nur einen ganz lokal gültigen 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  $0^{\circ}$  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 in diesem Falle 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 ersten auf  $0^{\circ}$ . 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 guten 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 Höhenringe direkt die Seehöhe angibt. Dieser Höhenring kann mittels eines Getriebes, ähnlich jenem einer Remontoiruhr, genau eingestellt werden. Das drehbare Deckglas trägt eine kleine Glaslinse (Lupe) zum genauen Ablesen. 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, notiert die Zeit und wiederholt dies stets, sobald man einen anderen derart markierten Punkt der Karte wieder erreicht. Es ergeben sich daselbst manchmal Differenzen, das Aneroid zeigt mehr und weniger; die Differenz wird dann für eine Stunde berechnet und die während der Wanderung gemessenen Seehöhen können unter Berücksichtigung der Beobachtungszeiten richtiggestellt werden. Das Aneroid wird nach geschehener Ablesung auf die in der Karte eingeschriebene Seehöhe eingestellt, was sich im Laufe des Tages mehrmals wiederholen kann. Z. B. in der ersten Station wurde das Taschenaneroid entsprechend der Aufschreibung der Karte um 8<sup>h</sup> 10' v. auf 424 m Seehöhe eingestellt; in der zweiten Station mit 548 m Seehöhe zeigte um 11<sup>h</sup> 10' v. das Instrument 542 m, also um 6 m innerhalb 3<sup>h</sup> weniger, folglich während der Wanderung für je eine Stunde um 2 m zu wenig; wurde eine Beobachtung um 9<sup>h</sup> 40' v. gemacht (also um 1<sup>h</sup> 30' später als in der ersten Station), so sind der selben  $2 \times 1,5 = 3$  m zuzuschlagen. Hält man auf diese Weise das Aneroid in Ordnung, so ist es für unsere Zwecke vorteilhafter als ein großes Instrument und kann auch zur Orientierung dienen, wie dies später (S. 20) 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, möglichst nahen 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 Seehöhdifferenzen eine Kurve, aus welcher die Differenzen für jede Zeit des Tages zu entnehmen sind.

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, seine Schneide querweis zum Stiel soll um wenigstens 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) 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 Aufnahmegerüst anzustehen; 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 allmählich stärker wird; seine Länge ist 0,5 m,<sup>1)</sup>

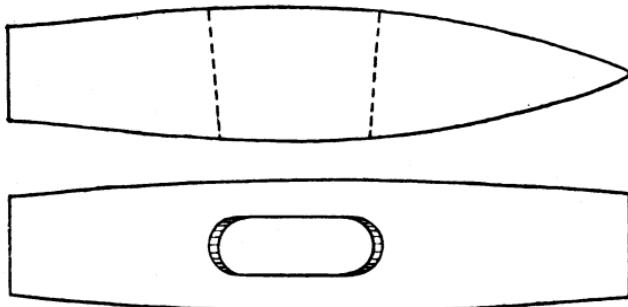
---

<sup>1)</sup> Kleine Hämmer haben einen kürzeren Stiel.

wodurch man beim Zerhauen eine größere Kraft entwickeln und im steilen Gelände den Stiel auch als Stock benutzen 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 Zentimetereinteilung 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.

Fig. 4.



Statt der Schneide kann der Hammer eine Spitze haben, welche Form die amerikanischen Geologen bevorzugen und die bei der Untersuchung der Bergbaue manchmal Vorteile bietet. Der Spitzhammer zerreißt die Kleider.

Der Hammer wird meist in der Hand, in der Rocktasche oder rückwärts in der Hosenschließe getragen; eine eigene kleine Ledertasche mit Deckel an einem Leibriemen ist unbehaglich und empfiehlt sich bei Grubenfahrten nur für Spitzhämmer zum Schutz der Kleidung. 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 beladen. 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.

Der Hammer dient nicht nur zum Abschlagen oder Zertrümmern des Gesteins, sondern auch zum Formatisieren 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 querweise die zackigen Kanten abgeklopft.

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 benutzt. Im Standquartier hat man einen kleinen Meißelvorrat.

### 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 Beifl. 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 cm Länge ausgehöhlt. Der 1 m lange Bohrer hat oben eine Öse, durch welche ein Holzstab gesteckt und mittels welchem der Bohrer in die Erde gedrückt und dann gedreht wird. Der 2 m lange Bohrer hat unten dieselbe Einrichtung, oben einen beweglichen, zweiflügeligen Eisengriff, und die Stange endet darüber mit einer Verdickung, auf welche mit einem Holzschnäbel geschlagen wird. Zum Transport und zum Eintreiben dieser beiden Bohrer ist dem Geologen ein Träger beigegeben.

Zuerst wird der 1-m-Bohrer, nachdem Laub u. dgl. entfernt wurde, auf  $\frac{1}{3}$ , dann auf  $\frac{2}{3}$  und endlich auf 1 m eingedrückt oder eingetrieben, jedesmal ausgezogen, doch früher umgedreht, und die in der Hohlkehle 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 Spazierstocks, der nach den voran beschriebenen Prinzipien konstruiert ist; der Griff ist zweiflügelig. Einen praktischen Stockbohrer liefert C. H. Töllner in Hahnerberg bei Elberfeld. — 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** mit scharfer Linse behufs Aufnahme der Lichtbilder von Geländeformen 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. Das  $9 \times 12$  cm-Format ist sehr praktisch. Bei der Aufnahme von Landschaften ist der Standort und die Richtung der Visur genau, z. B. mit dem Kompaß, anzugeben. Handskizzen müssen das Lichtbild erläutern.

Das **Taschenthermometer** ist etwa 10 bis 15 cm lang, in mindestens halbe Grade geteilt, welche von  $-10^{\circ}$  meist bis  $+40$  oder  $50^{\circ}$  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 erhalten, 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 werden.

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 vorzoggen, welcher die Einzeichnung der Details gestattet. Ist von einem großen Länderegebiet 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. Manchmal ist eine Karte im größeren Maßstab als die vorhandene notwendig, die man sich entweder selbst mittels eines Pantographen herstellen kann, oder welche der Photograph vergrößert.

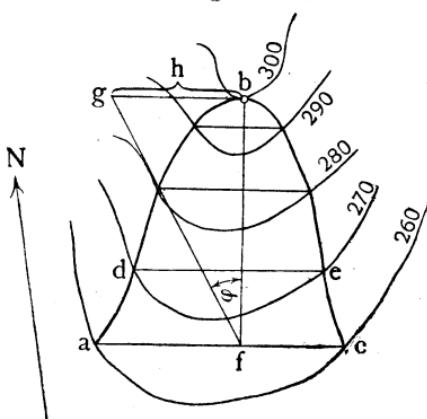
Karten, welche die Höhenverhältnisse des Gebietes durch richtige Höhenschichtenlinien (Isohypsen) zur Auschauung bringen, sind anderen Ausführungen vorzuziehen. In welchen Vertikalentfernungen die Höhenschichtenlinien zu legen sind, hängt ebenfalls von der Maßstabsgröße der Karte ab, ferner auch von 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, eben-

falls 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 Höhenschichtenstand 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 durchwegs 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 ent-

nommen werden kann, so hat es keinen Zweck, weitere Beispiele hier anzuführen. Die Höhenlinien können auch zur Orientierung bzw. Ortsbestimmung 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

Fig. 5.



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.  $8^h 12^m$ ; hierauf senkrecht ist die Falllinie *bf*, also um  $6^h$  verschieden,  $14^h 12^m$ ,

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  $bf\varphi$  ist, welches man sich aus der vertikalen in die horizontale Lage umgelegt denkt;  $\varphi$  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 Profilzeichen 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, unter Berücksichtigung des Meridians, 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. An ihr wird auch die Adresse des Besitzers geschrieben.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist es, daß der Geologe im Gelände 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 Geländedarstellung, 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.

**Ortsbestimmung.** Der Beobachtungsort fällt mit einem gut markierten Punkt der Karte gewöhnlich nicht zusammen und muß somit zumeist in ihr erst bestimmt werden, wozu oft Kompaß und Schrittmaß ausreichen. Der Geologe bestimme zuvor seine Schrittänge im ebenen Gelände 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 Schrittänge 0,77 m. Im geneigten Gelände verkürzt sich die Schrittänge: wird diese in der Ebene = 1 gesetzt, so ist sie nach Jordan:

Neigung	Aufwärts	Abwärts
5°	0,91	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 Schrittänge bei einem durchschnittlich 10° geneigten Gelände

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

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

betrugen. 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 Geländeneigung 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.

Der Ort kann manchmal mittels Schrittmaß auf folgende Weise befriedigend genau bestimmt werden. Man mißt in der Natur die Entfernung von zwei möglichst nahen und in der Karte markierten Punkten mittels Schritten (oder Meßband) und trägt im Kartenmaßstab die gefundenen und nach der Geländeneigung reduzierten Entfernungen als Kreisbogen auf, deren Durchschnittpunkt der gesuchte Ort ist; hierbei ist dessen relative Lage gegenüber jenen beiden Fixpunkten zu berücksichtigen.

Die Ortsbestimmung mit Hilfe zweier Visuren ist auf S. 8, mittels einer Visur und der Seehöhe auf S. 20 beschrieben.

Bei Forschungsreisen wird auch das Schrittmaß des Trägertieres 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 Geländeneigungen 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 mittelharten **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.

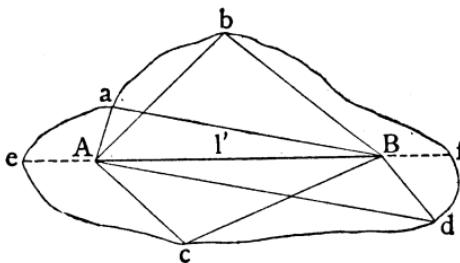
Die Anfertigung der Karte ist Sache des Geodäten und nicht des Geologen; wer sich in dieser Hinsicht belehren will, der sei auf Dr.-Ing. Steiners „Vermessungskunde“ (Verlag Knapp, Halle a S) und auf Dr. A. Marcuses „Ortsbestim-

mung 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 Schrittmäuses oder des Meßbandes eine Gerade (Basis)  $AB$  von der Länge  $l$  und bestimmt mit dem Kompaß die Richtung derselben. Ist der Boden nicht horizontal, sondern geneigt, so wird der Neigungswinkel

der Basis  $\alpha$  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  $A$

Fig. 6.



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;  $1 \text{ m} = 1 \text{ mm}$  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. Kleine Einlagerungen können in die Karte nicht oder nur verdickt in greller Farbe eingetragen werden; man nimmt Detailskizzen zu Hilfe.

### **Notizbuch, Bleistift, Maßstab, Verpackpapier.**

Über das **Notizbuch** ist wenig zu sagen; es soll nicht klein sein, doch sich bequem in die Taschen der Kleidung stecken lassen. Für manche Zwecke empfiehlt es sich, quadriertes Papier anzuwenden; jedenfalls ist es vorsichtiger, einige solche Blätter im Notizbuch unterzubringen, das auch eine Tasche besitzen soll, in welcher man den Kartenmaßstab und die Zettel verwahrt, welche für die Belegstücke notwendig sind. Das Buch enthält auf der ersten Seite die Adresse des Besitzers und soll fortlaufend nummerierte 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. Viele Detailskizzen sind vorteilhaft.

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 Gebüsche, 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 Bleistifteinzeichnungen auf.

Manche Geologen führen neben 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. Am Schlusse des Notiz-Tagebuchs benütze man einige Seiten für Notizen, welche mit den geologischen Beobachtungen nicht unmittelbar zusammenhängen, wie z. B. Hypothesen, Adressen, gegebene Versprechungen u. dgl.

Ein gewöhnlicher **Zentimetermaßstab**, falls dieser nicht am Hammersiel 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 **Verpackpapier** (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 Fundpunkt 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 oder Nummer des Notizbuches erhalten.

Das fertig formatisierte und mit einer Nummer versehene **Belegstück** wird zuerst sorgfältig in Papier eingewickelt, dann wird der zusammengelegte Zettel beigegeben und darüber ein zweites Verpackpapier sorglich gegeben; die Enden werden möglichst gut geschlossen. Die Heimarbeit wird erleichtert, wenn auch auf der Außenseite die Nummer ersichtlich ist. Man trachtet vorwiegend wegen der Aufstellung in den Sammlungen den Belegstücken durchweg gleiches Format ( $6 \times 9$  oder  $9 \times 12$ ) 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 Durchschnittsprobe 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 Holzschatzeln.

Die Belegstücke werden in einer Kiste verpackt, die Zwischenräume mit weichem Papier, Heu, Holzwolle u. dgl. (keine Sägespäne) sorglich verstopft.

## B. Die touristische Ausrustung.

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** mit breiten Tragriemen 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 Verpacktpapier, 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 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 Spalten 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, und im steilen, unzugänglichen Gelände.

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.

### Erste Orientierung.

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 querweise zum Streichen der Schichten, zeichne in die Karte alle Gesteinsscheiden, notiere sich für jede Schichtenreihe die be-

obachteten 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, wobei allmähliche Übergänge zu beachten sind.

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 zeichne nur das darunter Anstehende in die Karte ein.

Man trachte, möglichst bald wohl charakterisierte Leitschichten aufzufinden, welche um so höheren Wert besitzen, wenn sie eine weite horizontale Verbreitung haben, wobei fazielle Änderungen im Streichen genau zu beachten sind. 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 immer 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 Gelände, 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.

### **Bestimmung der Gesteinsgrenzen.**

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, Wasserriesse, Meeresküsten, selbst Maulwurfshaufen; künstlich werden sie durch Steinbrüche, Lehm- und Schottergruben, Wege, Eisenbahnen, Kanäle, Fundierungen, Brunnen, Keller, umgestürzte Wurzelstücke der Bäume, Bohrungen und Grabungen aller Art geschaffen; an wichtigen Punkten lasse man in zweifelhaften Fällen eine Bohrung oder selbst eine Grabung vornehmen. Einen

guten und tieferen Aufschluß gestatten Bergbaue, die mit mehr Nutzen dann 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 (s. S. 24), 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 Klaub- oder Lesesteine, 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. In Feldern können durch den Dünger Fremdlinge eingeschleppt werden.

Sind die eckigen Gesteinsstücke unter einem umgestürzten Wurzelstock oder im Maulwurfshaufen gleichartig, so kann mit großer Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt werden, daß dieses Gestein hier ansteht.

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.

Auch die Formen des Geländes sind oft ein wichtiger Behelf zur Bestimmung der Gesteinsgrenzen, da sich ein Wechsel im Gesteine durch einen Bruch im Gehänge, das steiler oder flacher wird, markiert; auch fazielle Änderungen können dadurch erkannt werden. Die Gehänge der Täler sind in harten Gesteinen steiler als in weichen.

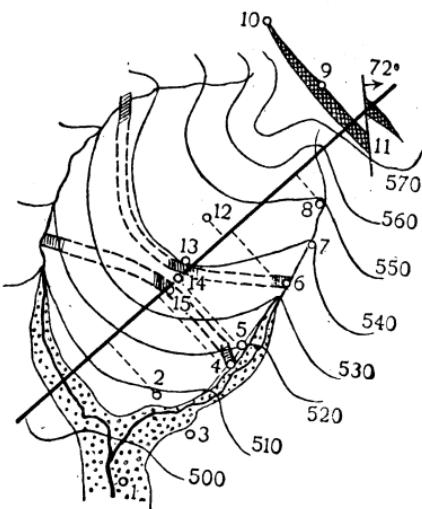
Schichtquellen und sumpfige Stellen verraten oft Gesteinsgrenzen.

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

## **Geologische Aufnahme im Gebirge und Hügelland.**

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 Tale 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

Fig. 7.



Beobachtungen im Tale 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 (Fig. 7) sei der Vorgang der Aufnahme skizzirt. In die Karte oder in eine vergrößerte Skizze im 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 dm 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. ↓<sup>1)</sup>  $40^{\circ}/15^{\text{h}} 8^{\circ}$ . Bänke 22 cm stark, im Streichen gewellt; akzessorisch, viele dunkelbraune bis haselnußgroße Granatrhombendodekaeder (Belegstück Nr. 1). Glimmeriger Sand als Verwitterung.

3. Wie 2. Biotitschiefer hält weiterhin gleich an.

4. Biotitschiefer wie früher, ↓  $50^{\circ}/15^{\text{h}} 10^{\circ}$ , ebenso ↓ neben körniger Kalk, 5,5 m wahre Mächtigkeit, weiß und grau gebändert, ebengeschichtet (Beleg Nr. 2). 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 (Beleg Nr. 3). In 0,3 bis 0,6 m starken Bänken horizontal geschichtet. Antikline.

(Nun geht man in das Hangende.)

6. Kalk wie bei 4., gleichfalls eben geschichtet, ↓  $30^{\circ}/3^{\text{h}}$   $14^{\circ}$ , 2,5 m mächtig.

7. bis 8. Biotitschiefer wie 2.; bei 8. ↓  $46^{\circ}/3^{\text{h}} 2^{\circ}$ , beim weiteren Ansteigen steiler, am Rücken ↓  $90^{\circ}$ , ←(Streichen)  $9^{\text{h}} 0^{\circ}$ .

9. Grüner Amphibolschiefer, 5 m mächtig, undeutlich geschichtet, stellenweise bis 2 mm starke und bis 3 cm lange

1) ↓ = Verflächen.

grüne Amphibolnadeln (Beleg Nr. 4). Unbedeutende eisen-schüssige Verwitterungskruste. Wurde bis 10. verfolgt und keilt dort aus.

11. Ein Verwurf, ↓  $72^\circ/6^h 0^\circ$ , verwirft 9. 20 Schritte nach N. Amphibolschiefer keilt dann nach 27 Schritten aus.

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

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

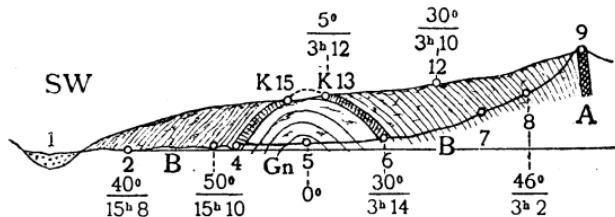
14. Biotitgneis wie 5. ↓  $0^\circ$  (horizontal). Antikline.

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 wird in der Karte vorgemerkt. Die analog liegenden Punkte derselben Gesteinsgrenze, hier der Kalksteinbänke, werden verbunden, wobei man die Verbindungslien so zu krümmen hat,

Fig. 8.



wie es der Schnitt der Schichtenebene mit dem Gehänge erheischt; etwas räumliche Vorstellung wird dies lehren.

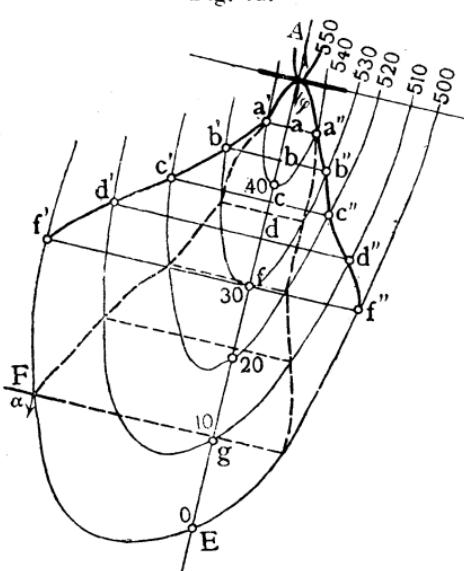
Ist der Maßstab der Karte so klein, daß ein deutliches Einschreiben der Zahlen nicht möglich ist, so entfällt dies und man zeichnet nur die Gesteinsgrenzen mit Blei- oder Farbstift ein. Die Notizen werden in gleicher Weise geführt mit kurzen Beisätzen zur Orientierung in der Karte. Eine Detailkarten-skizze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

Bezüglich der Schutt- oder Grenzlinien sei folgendes bemerkt. Stehen die Schichten saiger (vertikal), so wird die Grenz- oder Ausbißlinie (Ausstrich) in der Karte der Streichlinie entsprechen, somit unbekümmert um die Geländegestaltung in der Karte eine Gerade sein, so lange sich das Streichen der Grenzschicht nicht ändert. Findet eine Änderung statt und stehen die Schichten noch immer saiger, 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 Saigerstellung der Schichten, überhaupt der

Grenzflächen wird mit  eingezeichnet; die starke, längere Linie gibt stets die Richtung des Streichens, der Pfeil jene des Verflächens an.

Fig. 9a.



Liegen die Schichten horizontal, so müssen die Grenzlinien nach Höhenschichtenlinien verlaufen; das Zeichen für diese Lage ist . Sind die Schichten geneigt — Zeichen hierfür .

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. 8 skizziert. Die verschiedenen Gesteine und Schichten werden bei Bleistiftanwendung durch verschiedene, möglichst voneinander abstechende Zeichen

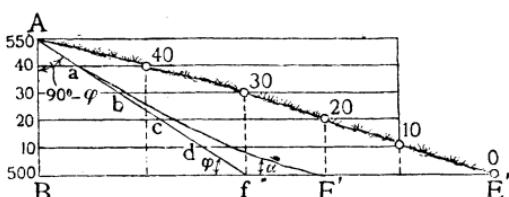


Fig. 9b.

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.

Ist das Fallen bekannt, so läßt sich die Grenzlinie mit Hilfe der Höhenlinien konstruieren. Man zeichne in die Karte bei  $A$  (Fig. 9a), dem Beobachtungspunkt, den Verflachungspfeil ein und verlängere die Fallinie als Profillinie  $AE$ . Die Entferungen der Höhenlinien werden auf einem Papierstreifen eingezeichnet und mittels diesen nebenan auf eine Gerade  $BE'$  (Fig. 9b) als Abszisse aufgetragen, auf die bei  $B$  errichtete Senkrechte  $BA$  werden, dem Kartenmaßstab entsprechend, die Vertikalentfernung 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 Taggeländes  $AE'$ , dessen Gestalt im Schnitt der Fallinie durch Verbindung der Höhenpunkte erhalten wird. Zieht man bei  $A$  eine Gerade, welche  $BE'$  unter dem Fallwinkel  $\varphi$ ,  $BA$  unter  $\angle 90 - \varphi$  trifft, so ist dies die Grenzschicht im Streichen angesehen, oder deren Durchschnitt mit der Profilebene  $AE$ . Wo diese Linie die Horizontallinien schneidet, trifft die Grenzfläche  $Af$  die dazu gehörenden Horizontalen und schneidet diese deshalb in den Streichlinien. Man überträgt mittels Papierstreifens die Entfernung 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 dazu gehörenden 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  $\angle a$  ist. Man verlängert die Streichlinie von  $F$  bis  $g$  in die Profillinie bzw. Profillebene  $AE$ , und trägt die Länge  $Ag$  in der Abszisse des Profils von  $B$  aus auf, womit man den Punkt  $F'$  erhält. Dort zeichne man den  $\angle a$  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 entfernt, weshalb man diese etwas größeren Entfernung 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.

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 dem Grad der Abrundung der Stücke und unter Berücksichtigung ihrer Festigkeit kann man auf die Länge des Transportweges schließen. Ebenso untersucht man den Gehängeschutt, welcher von den Gesteinen des Gehänges ein Bild gibt; man kann daraus entnehmen, ob Gesteine, die man früher beobachtete, hier fortsetzen oder nicht. Hierbei ist Sorgfalt auch darum notwendig, da leicht zerreibliche Gesteine, wie z. B. weiche Schiefer, nur in kleinen Splittern zwischen größeren Stücken versteckt vorkommen können.

Aus den Geländeformen 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 Bearbeitung 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. 39) werden hier ganz besonders berücksichtigt werden müssen. Aufschlüsse bieten die Steillehnen der Terrassen, Wasserrisse aller Art, eingeschnittene Fahrwege und Eisenbahnen, umgeworfene Wurzelstücke von Bäumen, Brunnengrabungen; vielfach muß hier jedoch der Erdbohrer (s. S. 17)

helfen. Die Bohrungen macht man anfänglich in größeren 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

Fig. 10.

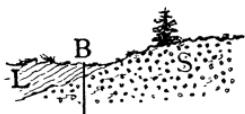
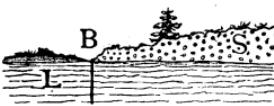


Fig. 11.



Grenze genügend genau bestimmt ist. Aus der Kombination der Tiefen und der Geländegestaltung, 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 niedrig 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 polarmagnetisch (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, Stücke — Absonderung: kuboidisch, polyedrisch, plattig, kugelig, säulig, Lage der Säulen. Durchsetzen der Eruptivgesteine untereinander und durch Sedimentgesteine. — Metamorphose, besonders im Kontakt, Größe des Kontaktthofes. Übergänge eingehend studieren, Belegstücke mitnehmen.

Bei geschichteten Gesteinen. Name des Gesteins. Petrographische Zusammensetzung. Sind die Schichtflächen deutlich, eben, rauh, gefältelt (kleine Falten), gefaltet, Richtung der Falten, Kreuz- und Diagonalschichtung, auskeilende Wechsllagerung? — Wellenfurchen (Ripplemarks), Hieroglyphen, Kriech- und Fährtensspuren, Styrolithe, Tierfährten, Knollen, sogenannte fossile Regentropfen eigentlich Gasblasen. — Wird die Schichtung von Einlagerungen, z. B. Glimmer in manchen Sandsteinen, bedingt oder durch Wechsel der petrographischen Beschaffenheit einzelner Schichten, z. B. fein- oder 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 (Fazies). Veränderungen an den Grenzflächen der Schichtgesteine.

Bei Konglomeraten: Mittlere und größte Größe der Gerölle, deren verschiedene Gesteinsarten, Mengeverhältnis der Gerölle zum Bindemittel, dessen petrographische Natur; gehören die größten Gerölle derselben Gesteinsart an? Gerölle mit Gerölleindrücken, hohle, zerbrochene Gerölle. Herkunft der Gerölle. — Sandstein (siehe fluviale und marine Sandablagerungen [S. 39]). — Phyllit: Übergänge in Fleck-, Frucht-, Knotenschiefer. — Bei den kristallinen Schiefern, besonders Gneis, ist, wenn möglich, schon im Felde 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). Rezente Bewegungen (Gekriech, Solifluktion). — Die Verwitterungsprodukte sind ein-

gehendst zu studieren, da sie oft das andernorts verdeckte Gestein verraten, wobei jedoch bei der Ortsbestimmung Abschwemmungen berücksichtigt werden müssen. Im Verwitterungsprodukte können Scherben und Stücke des ursprünglichen Gesteins vorkommen. — Ansammlungen. — Verwitterungsformen im großen und kleinen. — Gehängelehm.

Die mitgenommenen Gesteinsbelegstücke, wobei scherbige Abfälle für Dünnenschliffe 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 Dünnenschliff unterschieden werden können. So z. B. können zwei nachbarliche Basaltkuppen zwei verschiedenen Basaltarten angehören. Auch allmäßliche 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 Gerölle und entsprechenden Versteinerungen ist fluviatil. — Dünen: Profil, Grundriß, einfache, Zwillings-Bogendüne, ihre gegenseitige Anordnung, Wanderung; Ursache des Stillstandes, Verteilung der verschieden großen Körner, aus was bestehen sie? Lage und Häufigkeit der Rippels. Innere Struktur der Düne. Kalkgehalt. Wasserführung. Kantengerölle (Dreikanter), Form, petrographischer Charakter, Oberfläche.

Fluviatile und marine Ablagerungen. Querschnittsskizze durch den Aufschluß. Ist nur Sand oder dieser mit Gerölle vermischte? Im letzten Falle, was herrscht vor? Ist lagen- oder linsenförmige Schichtung, diese horizontal oder wie genoigt? Kreuz- und Diagonalschichtung? Aus was besteht der Sand, sind die Körner scharf oder gerundet, deren Größe, an verschiedenen Orten (von der Einschwemmungsstelle abnehmend)? Sind Feldspat- oder Glaukonitkörner, Tongallen vorhanden? Petrographische oder 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? Fluvialtaler oder mariner Ursprung. — Vorkommen von Versteinerungen (frisch oder abgerollt), Erzen, Edelmetallen, Edelsteinen, Nutz-sanden. — Wasserführung. Schotterebene oder Delta.

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 Silikat-gesteine zeigen im frischen Zustande bei guter Beleuchtung mehr oder weniger deutliche Kritzen und Schrammen. Größe, petrographische Beschaffenheit, relative Menge der Geschiebe? — Ihre ursprüngliche Heimat? Eingelagerte, ziemlich regelmäßig anhaltende tonige Lagen verweisen auf eine Interglazial-zeit; Bänderton. 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 der Karte einzuleuchten. 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 <sup>1)</sup>. Riesenkessel, welche oft auch glazialen Ursprungs sein können, mit  in der Karte bezeichnet. Von letzteren wird ein maßstabliches Profil gezeichnet und die darin vorgefundenen Scheuer-steine werden petrographisch beschrieben. — Sind in den Glazial-ablagerungen Mergellager, werden sie ausgenützt? Beschrei-bung derselben. — Bilden weiche, geschichtete, z. B. tertäre Ablagerungen die Unterlage des Moränenschotters, so sind deren Schichten wiederholt bis auf eine gewisse Tiefe gestaucht. — Bis zu welcher Seehöhe reichen die Glazialspure? Hat eine

<sup>1)</sup> Ist der petrographische Charakter der Blöcke verschieden, so soll dies nach freier Wahl kenntlich gemacht werden.

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, Åsar, Kames. Entstehung der Seen im Glazialgebiet (Endmoräne, Ausschaufelung, präglazialer See). — Zusammenhang der Endmoränen mit Urstromtälern.

**Gletscher, Lawinen, Grundeis.** 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. 24 gegebenen Anleitung oder vom Geodäten anzufertigen. Das Aneroid wird von großem Nutzen sein. Wenn im Notizbuch des Geologen stets der Tag der Beobachtung an der Spitze vorgemerkt sein soll, so ist dies bei Gletscherbeobachtungen um so mehr notwendig. — Tal- oder Hängegletscher. Die Lage und Beschaffenheit des Gletscherendes, Form, Größe und Lage des Gletschertors und der Endmoräne; ältere tiefere 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 ersten 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 einzuziehen. Verlauf der Schmutzstreifen an der Oberfläche und der blauen Bänder (wo beginnen sie?) im Eise. Höhenlage und Verlauf der Firngrenze, bei welcher auch Mittelmoränen oberflächig verschwinden; liegt dieselbe in halber Höhe zwischen Firnkamm und Endmoräne? Dicke der einzelnen Firnlagen und Größe 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 Gletscher geschwindigkeit 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 Gletscher breite visiert, am anderen Gletscherrand das Eintreffen dieser Visur irgendwie dauerhaft gekennzeichnet (Myre). In dieser Visur (Geraden) werden auf dem Gletscher in ziemlich gleichen Entfernung gröbere 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 (Pflockes) von der markierten Visur gemessen. Wie war die Richtung der Bewegungen? In Ermangelung eines Theodolits muß der Handkompaß mit Spiegelvisur genügen.

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

Grund- oder Steineis, besonders in polaren Gegenden. Körnig? Geschichtet? Lagerungsverhältnisse, Mächtigkeit, Tiefenlage, Alter, Entstehung (gefrorenes Grundwasser, alter Gletscher, alte Schneemulde)? — Wirkungen des Frostes?

Torfmoore, submarine Wälder. Art des Moores (Flach-, Übergangs- oder Hochmoor). Art des Torfs (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 Schwefelkies, erdiger Kalk, Ortstein, Raseneisenerz, Kieselgur, Vivianit, Harze, Doplomit, 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.)? Moorausbrüche? Boden des Moores (Seekreide, Faulschlamm). Geologisches Alter. Diluviale Torfmoore. Zusammenhang mit der Eiszeit? Gewinnung. Verwendung des Torfs 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 Wurzelstücke 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 großenteils zu Hause an der Hand der ausreichenden Literatur geschieht, so empfiehlt es sich doch, daß der junge Geologe schon vor seiner Ausreise die Kenntnis 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 faziel 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 Ⓢ bezeichnet.

## 2. Die Lagerungsverhältnisse.

Die Lagerungsverhältnisse der Eruptivgesteine wurden bereits bei den pétrographischen Verhältnissen (S. 37) angedeutet. Bezüglich der geschichteten Gesteine sei zu S. 38 folgendes noch bemerkt:

Der Anfänger sieht oft jede nahezu gerade Fläche als Schichte an. Schichtflächen sind viele neben- oder übereinander; konkordant, manchmal durch eine andere Farbe sofort erkennbar; 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.

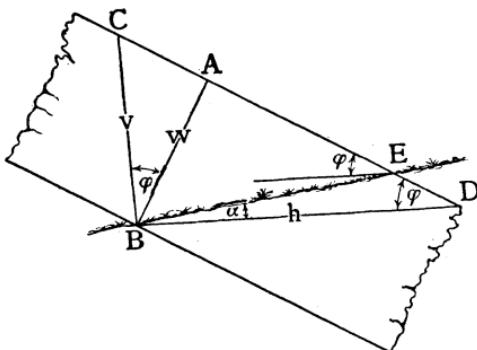
Die Schichtung an Steilabstürzen erkennt man manchmal sehr gut an den ihr entsprechenden Vegetations- bzw. Rasenbändern.

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 (S. 34). Diese Linien müssen reduziert, d. h. auf den astronomischen Meridian bezogen (S. 8), in die Karte eingezeichnet werden. Wie man das allgemeine oder generelle Streichen und Fallen mit Hilfe der Höhenschichtenkarten bestimmt, wurde auf S. 20 erläutert.

Ist die Schichtung dünn-schieferig 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 Klinometer feststellt, so muß die wahre Mächtigkeit durch Konstruktion oder Rechnung gefunden werden.

Fig. 12.



- $AB = w = \text{wahre Mächtigkeit}$ ,
- $CB = v = \text{vertikale oder saigere Mächtigkeit}$ ,
- $BD = h = \text{horizontale oder söhlige Mächtigkeit}$ ,
- $\varphi = \text{Fallwinkel}$ .

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. nebenstehende Tabelle).

Man hat z. B. beim horizontalen Überschreiten eines Lagers die söhlige Mächtigkeit  $BD = h$  mit 25 m und das Verflächen mit  $32^\circ$  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

## 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 ↑	

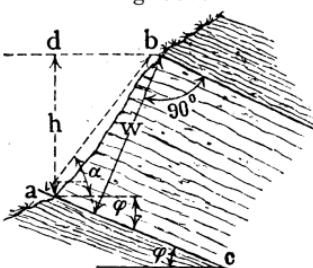
Transporteurs oder Kompasses den Fallwinkel  $\varphi$  auf und zieht die Gerade in der Richtung  $DC$ ; fällt man von  $B$  aus hierauf eine Senkrechte  $BA$ , so ist dies  $w =$  die wahre Mächtigkeit. War der Boden geneigt, z. B.  $BE$ , so zeichnet man diese Neigung  $\alpha$  und bei  $E$  den Fallwinkel  $\varphi$  ein und verfährt wie früher.

Der  $\cancel{\times} \varphi$  wird mittels des Kompasses bei dieser Zeichnung wie folgt gefunden, wobei eine horizontale, eisenfreie 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 Stundenering  $\varphi^0$  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  $\varphi$  bestimmt; dann visiert man von  $a$  mit aufgestelltem Kompaß nach  $b$  und lese unter den auf S. 12 genannten Vorsichtien den Böschungswinkel  $\alpha$  am Klinometer ab. Die Länge  $ab$  wird mittels Schrittmäßes (dessen Reduktion S. 22) oder Meßbandes bestimmt. Auch bei  $b$  wird der Fallwinkel der Grenzfläche gemessen, der in den meisten Fällen ebenfalls  $\varphi$  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. 13a ergibt sich auch  $w = ab \cdot \sin(\alpha + \varphi)$ ; die wahre Mächtigkeit kann also mit Hilfe der Tabelle (S. 47) rasch berechnet werden. Fallen Gehänge und Grenzfläche nach gleicher Richtung, so ist  $w = ab \cdot \sin(\varphi - \alpha)$ . (Fig. 13b.)

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

Fig. 13a.



Maßstab, zieht von  $a$  eine Vertikale  $ad$ , von  $d$  die Horizontale bis zum Durchschnitt der Visur  $ab$ , wodurch man den Punkt  $b$  bekommt. Die weitere Konstruktion erfolgt wie im voranstehenden Fall.

Aus der Höhenschichtenkarte kann der Böschungswinkel des Gehänges  $\alpha$  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 Hause, 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 Höhen-

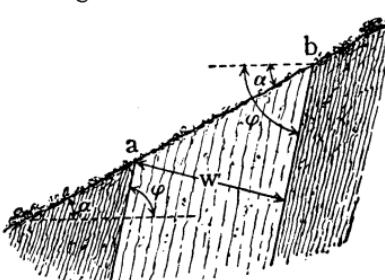


Fig. 13b.

lage der Grenzschichten in der Profilebene mittels eines guten Aneroids genau bestimmt, in welchem Falle eine gute Karte auch ohne Höhenschichten verwendet werden kann.

Man trachte bald die wahre Mächtigkeit einer Schichtenreihe festzustellen; wird sie anderorts größer oder kleiner gefunden, so ist zu erforschen, ob diese Änderung ursprünglich oder die Folge späterer Schichtstörung ist.

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 (Dom)  $\longleftrightarrow$ , einer offenen Mulde (Synkline)  $\leftarrow \downarrow$  oder  
 $\leftarrow \cdot \cdot \cdot \cdot \rightarrow$  oder einem offenen Sattel (Antikline)  $\uparrow \rightarrow$  oder

$\leftrightarrow \cdot \cdot \cdot \cdot \rightarrow$  entsprechen. Die Pfeile in den Streichlinien zeigen die Richtung des Fallens der Faltenachsen an. Durch einen Ring kann die Kuppe der Antikline markiert werden. 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 Synklinale und Antiklinale 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.

Bei den Falten (rund oder zickzack?) hat man die gegenseitige Lage der Flügel zu beachten, zu sehen, ob die Falte stehend, schräg (schiefl), überkippt, liegend oder eine Deckfalte ist. Durch mehrfach überkippte, meist isokline, oben abrasierte Falten kann eine wiederholte, regelmäßige Folge gewisser Schichten entstehen (Fig. 14), worauf besonders aufmerksam

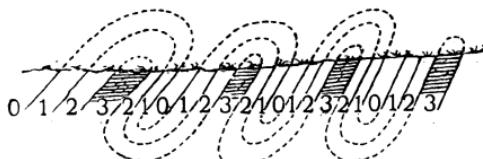
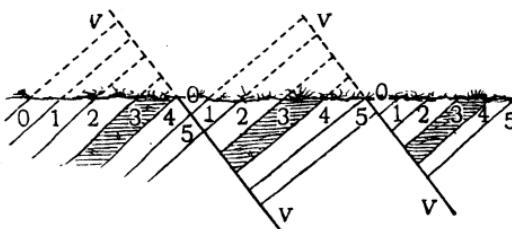


Fig. 14.

gemacht sei. Etwas Ähnliches kann auch durch ein System paralleler Verwerfungen gebildet sein (Fig. 15); ob der eine oder der andere Fall vorliegt, kann an der Hand der beiden Fig. 14 und 15 entschieden werden, in welchen man die Reihenfolge der Schichten beachte.



VV = Repetitions-Verwerfungen.

Fig. 15.

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. Die Flexuren bezeichnet Regelmann.

Konkordanz oder Diskordanz, übergreifende Lagerung (Transgression)? Bei Diskordanz und Transgression ist die

Grenzfläche sorgfältig zu untersuchen; sind Reibungs- oder Schwemmmprodukte vorhanden? Ist die Diskordanz ursprünglich oder die Folge einer späteren Störung? Emersionsfläche.

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  $72^{\circ}\downarrow$  strichiert. Die Schichtung kann fast ganz verwischt sein und ist manchmal nur durch härtere oder etwas anders gefärbte Bänke und Lagen zu erkennen.

### Verwerfungen.<sup>1)</sup>

Die Lage der Verwerfung im Raume, d. i. ihr Streichen und Verflächen, wird mittels des Kompasses (S. 10) bestimmt. — Windungen und Zerspalten des Verwerfers. — Mächtigkeit und Inhalt der Ausfüllung, Beschaffenheit der Salbänder (glatt, rauh, gestreift) des Verwerfers; Mylonit. 1. Sprung (Abgleiten des Hangenden nahezu nach der Fallinie), 2. Wechsel (Überschiebung des Hangenden nach der Fallinie), 3. Horizontalverwurf (Blatt), 4. diagonaler Sprung (Bewegung zwischen 1 und 3, Unterschied nahezu  $45^{\circ}$ ), 5. diagonaler Wechsel (Bewegung zwischen 2 und 3, Unterschied nahezu  $45^{\circ}$ ), 6. Saigersprung (vertikaler Verwerfer), 7. Drehverwerfer. — Rutschstreifen (fein, grob, Rillen), Rutschrinnen, 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)? Die Rutschflächen sind an überhängenden Wänden und dort gut erhalten, wo ein Bach den Verwurf verquert und bei Hochwasser neue Aufschlüsse macht. — Schrittweises Verfolgen des Verwerfers ist oft sehr lohnend. — Saigere Sprung- bzw. Schubhöhe, ändert sich dieselbe im Streichen der Spalte oder bleibt sie konstant? Größe der Verschiebung? 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? Ausfüllungsminerale der Spalte? Ist

<sup>1)</sup> H. v. Höfer: Die Verwerfungen, 1917. Verlag F. Vieweg, Braunschweig.

ein System von Verwerfern vorhanden, wie verhalten sich die einzelnen zueinander? Sind sie gleich- oder wechselsinnig? Staffel- oder Schuppénbau. Horst, Graben oder Kesselbruch. Schubdecken. Einfluß auf die Tektonik (steile Böschung, Talschnitt). — Alter der Verwerfung (einmalige oder wiederholte Verschiebung, letztere verwirft jüngere Formationen weniger als ältere)? 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 spitzeckige Verwerfung vorhanden ist.

Streichende Verwerfungen werden manchmal durch Schichtewiederholungen (Fig. 15) erkannt. Verwerfungen entdeckt man bei minder guten Aufschlüssen beim Wandern dadurch, daß eine wohlcharakterisierte Schichte oder Bank plötzlich aufhört und rechts oder links wieder gefunden wird; sind zwei oder mehrere solche Schichten, Bänke oder Lager vorhanden, so gibt die Verbindungsline der einzelnen abschneidenden Verwerfer  $VV$  deren Streichen (Fig. 16).

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

Eruptivgesteine, welche Schichten durchsetzen, haben am Kontakt eine andere Struktur (Randfazies) als innerhalb (Zentralfazies); stößt ein Eruptivgestein an ein Schichtgestein mit zentraler Struktur, so ist ein Verwurf sehr wahrscheinlich.

Flachliegende Verwerfungen, z. B. Wechsel, 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,  $c$  Horizontalverwurf,  $d$  diagonaler Sprung,  $e$  diagonaler Wechsel. Ist die Verwerfung auf größere Entfernung verfolgt, so wird ihr Verlauf in der Karte durch eine starke schwarze oder farbige Linie

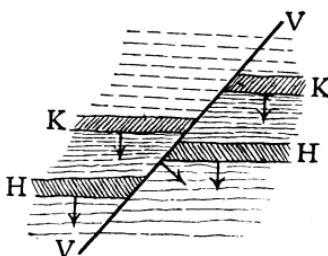
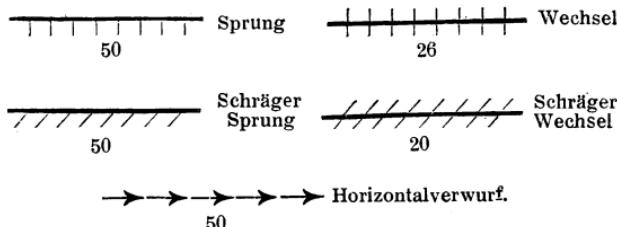


Fig. 16.

ausgedrückt, in welcher die Verflächungspfeile an Orten guter Aufschlüsse in gleicher Farbe eingezeichnet werden; wo sie nur vermutet wird, wird die Linie gestrichelt. In Karten mit kleinerem Maßstab bezeichnet man die Verwerfungen wie folgt; der Fallwinkel ( $^{\circ}$ ) wird in die Fallrichtung eingeschrieben.



### Höhlen.

Gestein und dessen Lagerungsverhältnisse. Grundriß und ein oder zwei Vertikalschnitte skizzieren und vermessen (S. 24); 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. Mineralien, besonders an den Höhlenwänden, deren etwaige Beziehung zum Nebengestein. Beschaffenheit des Höhlenbodens, Kalksinter, Höhlenlehm oder ein Wechsel beider, Sand, Schotter, Bohnerze, Phosphate. 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,<sup>1)</sup> 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. — Qualität des Wassers. — 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  $\bigcirc$ , wenn möglich in blauer Farbe, in die Karte eingezeichnet. Mineralquellen bekommen, entsprechend ihrem wesentlichen Bestandteil, noch ein chemisches Zeichen beigesetzt, z. B.  $\text{CO}_2$  (Säuerling),  $\text{NaCl}$  (Solquelle),  $\text{NaSO}_4$  (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. Qualität des Wassers.

Feuchte und sumpfige Stellen, wenn sie nicht durch

---

<sup>1)</sup> H. v. Höfer, Grundwasser u. Quellen. Verlag F. Vieweg, Braunschweig.

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.

**Sümpfe und Moore** (s. S. 42). Ausdehnung, Verteilung, Beziehung zum stehenden oder fließenden Wasser. Entstehung.

**Bäche, Flüsse, Ströme.** Gegenseitige Anordnung, Wasserführung und Schwankungen des Spiegels (Höchststand). Einfluß der Gesteine und Wälder. Verlegung der Ufer. Stromschnellen, deren Ursache. Sand, Gerölle und deren Herkunft (s. S. 39). Nutzbare Minerale (Gold, Magnetit, Edelsteine usw.), deren jetzige und frühere Ausbeute, Lage der reichen Stellen. Siehe auch Täler (S. 60).

**Seen:** Karte mit Isobathen, Querschnitte. Temperaturverhältnisse, Vereisung im Winter. Austritt kalter und warmer Quellen. Vertorfung der Ufer, Pfahlbauten. Seerze, Grundproben. Landschaftlicher Charakter. Entstehung: Abdämmung durch Schuttkegel, Moränen, Dünen oder Strandwälle, Erosions-, Auslaugungs-, Vereisungs- und tektonische Seen. Alter der Seebildung.

**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 und Ausbisse mittels Aneroid bestimmen.

**Gasquellen und Schlammvulkane.** Art, Geruch des Gases und seines Hervortretens. Gestein der Umgebung. Herkunft des Gases. Zeichen ♂.

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, vor dem mit Wasser gefüllt, auf die Gasaustrittsstellen, mit dem Hals nach unten, gestellt werden; dann luftdichter Verschluß. Was ist der Schlamm, aus welcher Schicht kann er stammen? Probe mitnehmen. Die Ursache des Schlammsprudels (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. Tabelle auf S. 56).

Bei allen Lagerstätten ist somit zu bestimmen: Form, deren Dimensionen und Änderungen der letzteren in der Erstreckung 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 und Sukzession; wenn die Lagerstätte bergbaulich erschlossen ist, Veränderungen in der Teufe und im Streichen, Einfluß des Nebengesteins auf die Lagerstätte und umgekehrt. Bezuglich der Seifen siehe S. 39.

In Eruptivgesteinen können die Typen II und III vorkommen; III pflegt scharfe Salbänder 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 (eingesprengt), 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 (lagenförmige Struktur) und IV ist schwierig und meist erst nach langem, eingehendem 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, Bauxit, Salze, Erdöl zum Teil. Hat die Lagerstätte irgendeinen Einfluß auf das Nebengestein? Fahlbänder. Bei Kohle: Verflächen des Flözes, Mächtigkeit und Qualität der einzelnen Kohlenbänke und der sie trennenden Bergmittel, der petrographische Charakter derselben, des Hangenden und Liegenden. Reinheit der Kohle, Einsprengung von Schwefelkies, Harz usw. Versteinerungen. Schlechten, deren Lage und Mineralführung. Vorliegende chemische Untersuchungen. Stö-

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

Gegen das Neben- gestein	Nach der Entstehung	Größe	Nach der Form			
			plattenförmig	linsenförmig	unregelmäßig oder gleichdimensioniert	linear gestreckt
ist die Lagerstätte gleichaltrig (syngenetisch)  jünger (epigenetisch)	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. Metas- omatische Lagerstätten	groß	Metas. Flöz	Metas. Lager	Metas. Stock	Metas. { Säule Schlauch
		klein	Metas. Schmitz	Metas. Lagerlinse	Metas. Butzen	Metas. Ader

rungen 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). Salband, Rutschstreifen daran. Einfacher, Doppel- oder Tripelgang. Paragenesis. Einfluß des Ganges auf das Nebengestein (Imprägnation, Färbung, Chloritisierung, Verquarzung, Topasierung u. dgl. Verwitterung) und umgekehrt (Veredelung, Vertaubung, Änderung der Mächtigkeit). Verhalten im Streichen und Verflächen. Wasserführung. Erze aller Art, Schwerspat, Pegmatit, Eruptivgesteine. — Gangstücke sind Höhlenausfüllungen, ihre Struktur, mechanischer oder chemischer Absatz? Nebengesteine, Art der Begrenzung, Entstehung der Höhle. Verschiedene Erze.

Bei allen Erzlagerstätten ist die geologische Position, d. i. die Summe aller ihrer Beziehungen zur Umgebung festzustellen.

Sind mehrere Lagerstätten vorhanden, so können sie eine Zone (einer Fläche, z. B. Schichte 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. Bergbaue im Betrieb , aufgelassen . Alte Halden werden mit einem frei gewählten Zeichen in die Karte eingetragen; die Pingen, durch Grubeneinsturz entstandene Vertiefungen, werden als Kessel, ähnlich den Dolinen, gezeichnet. Da die Halden und Pingen 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. 24 gegebenen Anleitung.

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

In Steinbrüchen (Ort, 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 Güterproben 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. Formation. Aus einer maßstablichen Skizze des Steinbruches sind die Mächtigkeits- und Lagerungsverhältnisse, sowie verschiedene Details zu entnehmen. Betriebsschwierigkeiten. Jahresproduktion.

### **Bergstürze und Erdrutschungen, Schubwirkungen.**

Wann erfolgte diese Bewegung, unter welchen äußereren 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 Trümmermassen verraten? Durch welche Mittel wurden frühere Rutschungen zum Stehen gebracht? Biegung, Zusammenstauung und Faltung der Schichten und weicher Massen infolge darübergeglittener fremder Massen, Hangendschichten oder Gletscher.

### **Säkulare Bewegungen an der Küste.**

Beweise der Hebung (negative Strandverschiebung): Strandlinien, Strandterrassen und Schuttkegel; Korallenbänke und -riffe, zeigen diese Beweise ruckweise oder allmähliche Hebung? Muschelbänke und Löcher von Bohrmuscheln über dem Seespiegel; höherer Salzgehalt des Schwemmlandes; 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; Fortsetzen der Täler im Meeresgrund (Vorsicht!); 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? Hypothese von E. Sueß?

### 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 Vulkans: Zeigen die Schichtgesteine (welche?) Spalten, aus welchen Lava emporstieg oder eine Auffrichtung gegen die Vulkanachse (Erhebungskrater)? 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 See-höhe 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 Profillinie 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 (heißer Quellen, Solfataren, Mofetten, Säuerlinge). Wirkungen der Erosion und Denudation (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 Durchbruchstäler. — Längs-, Quer-, Diagonaltal gegenüber dem Streichen der Schichten bzw. der Kämme. Synklines, antiklines und isoklines Tal. Falten-täler: Scheitel- (antikliner Schichtenbau), Sohlen- (synkliner Schichtenbau) tal. — Spaltentäler: Verwerfungen, Schuppenbau, Grabensenke, Tafelbruch, Kesselbruch. — Erosionstäler (Durchbruchstäler). — Mulden verschiedener Entstehung. — 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. Klammen (Schichtenstellung). Tätigkeit der Erosion, ihre Größe, besonders bei Wildbächen. Alter der Talbildung. Talböden (ausgefüllte Seen). Gegenseitige Anordnung der Täler. Änderung der Flußläufe, an Terrassen, hochgelegenem Gerölle und an Auswaschungen erkennbar. Talnetze, Geschichte des Tales. Tröge, Poljen, Dolinen (Entstehung, Terra rossa, Bauxit, Böschungswinkel). Hoch- und Rumpfflächen (Fastebenen, Peneplains), Zeit ihrer Entstehung, ihre ursprüngliche Lage und nachträgliche Störungen; zusammenhängende oder zerschnittene Rumpffläche, Gipfel gleicher Höhenlage. Flachböden. — Schollen-, Falten-, Decken-, Erosions-, Rumpf-, Aufschüttungs- oder Vulkangebirge

(bei letzterem Kuppen, Massive, Stöcke, Lakkolithe, Ströme, Decken; siehe Vulkane S. 59). Gliederung der Kammlinie, Antiklinale oder Synklinale, Längs- oder Querkamm. Einfluß der geologischen Verhältnisse hierauf (Zacken-, Platten- oder Treppenkamm). Gipfelform (rund, spitz, überhängend). Leitlinien der Gebirge. — Wasserscheide. Pässe, Sättel, ihre Ursache, Form, ihr Bau wie die der Täler. Verwitterungsprofile. — Tektonische Klippen. — Wodurch sind die Steilabstürze bedingt? — Einzelberge (Kegel-, Kuppen-, Tafel-, Rücken- und Kammberge), Vulkane, Gebirgsstöcke. — Abhängigkeit der Landoberfläche vom inneren Bau.

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.

Schutthalde, Neigungswinkel der Oberfläche, mit und ohne Vegetation und welche? Größe der Stücke; alluvial oder diluvial, — Gekriechen = langsames Gleiten des Bodens.

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. Windwirkung. Brandungsplatten als Meereswirkung. Ursprüngliche Form der vulkanischen Berge und ihre Änderung. Sind die Kare Frostwirkungen oder Glazialbildungen?

Küsten. Horizontale und vertikale Gliederung und deren Ursachen. Veränderungen der Küstenlinie, geht dieselbe nur seitlich oder auch von oben aus? Schwankungen des Seespiegels; Strömungen; Wellen und deren Wirkungen. Einfluß auf Fischfang, Bevölkerung und deren Gesundheit. Wirkung der Bohrmuscheln. — Korallenbauten (Küsten-, Dammriffe, Atolle). — Klippen. Lagunen. — Tiefen der nachbarlichen Seen.

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; im rauen, runsigem Gelände verlaufen die Grenzlinien vielfach gebrochen. Ebenso werden die Linien der Verwerfer, Antiklinen und Synklinen, die verschiedenen Zeichen, die S. 63 übersichtlich zusammengestellt sind, sorgfältig eingezeichnet.

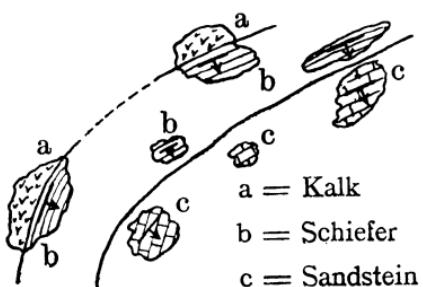


Fig. 17.

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 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,

**Zeichentabelle zu Seite 62.**

Seite 34		Schichten vertikal.
		Schichten geneigt.
		Schichten horizontal.
Seite 48		Kuppel.
		Synkline.
		Antikline.
Seite 50		In Karten kleineren Maßstabes! Die Pfeile der Streichlinie zeigen d. Richtung d. Einfallens d. Falte an. Schieferung.
		Sprung.
Seite 50		Wechsel.
		Horizontalverschiebung.
		Diagonaler Sprung.
		Diagonaler Wechsel.
		Gletscherschliff.
Seite 40	*	Erratischer Block.
	◎	Riesenkessel.
Seite 43	◎	Fundort der Versteinerungen.
Seite 53	○	Quelle (in blauer Farbe).
Seite 54	♂	Gasquelle.
Seite 57	#	Schacht.
	⊥	Stollen.
	✗	Bergbau { im Betrieb. aufgelassen.

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 zugehörenden 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. Schieferton, 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 beigesetzt, 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 usf.

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. Schutthalde bleiben weiß und werden mit der Farbe des Nachbargesteins punktiert, durch dessen Zerstörung sie gebildet wurden.

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

Die Aufnahme-(Haus)karten 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 (Geländeprofile) 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 Geländeprofils wurde bereits auf S. 34 erläutert. Die beistehende Fig. 18 dürfte das Prinzip der Konstruktion genügend erläutern.

Das Gehängeprofil kann in Ermanglung anderer Beihilfe mittels des Klinometers, des Kompasses und Schrittmässes graphisch entworfen werden (s. S. 12).

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 Verflächen 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  $\varphi$  eingezeichnet, 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 Verflächen 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.

Höfer, Anleitung z. geol. Beobachten.

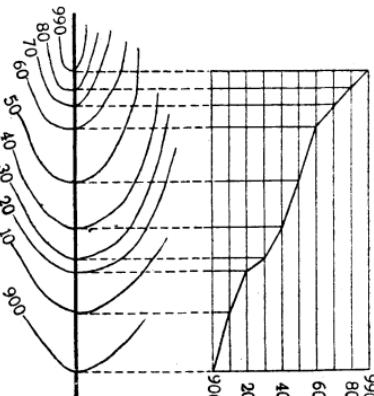


Fig. 18.

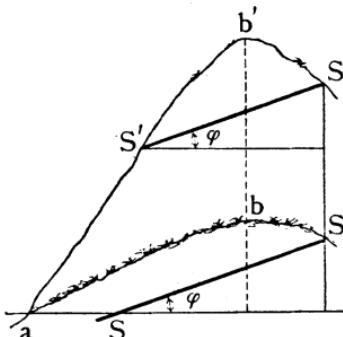


Fig. 19.

Die Mächtigkeiten derselben sind dann im Maßstab der Überhöhung vergrößert.

Erfolgte die Aufnahme im Kartenmaßstab 1:25000 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.

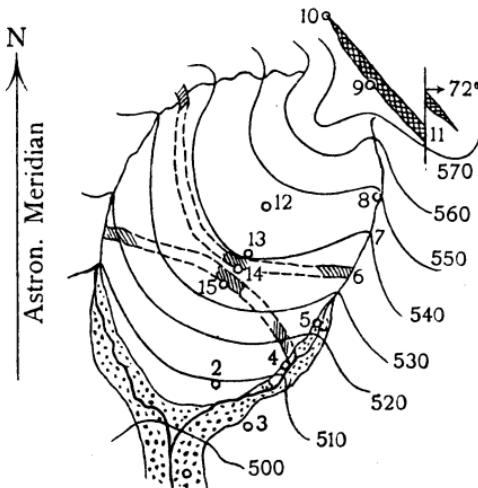


Fig. 20.

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 dazugehörige Talprofil sich in der vertikalen Profilebene streichend projizieren, d. h. man wird von den einzelnen beobachteten Telpunkten zum Streichen parallele Gerade bis zur Profilebene, die in der Karte als Gerade erscheint, ziehen. Diese Treppenpunkte 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 Telpunkte 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

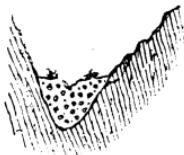


Fig. 22.

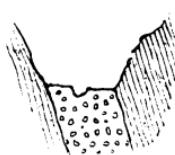
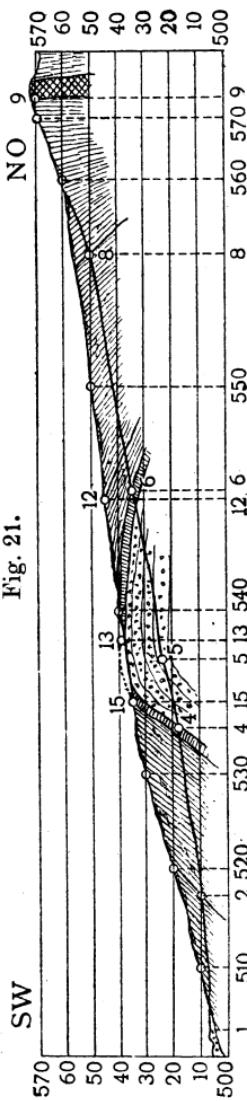


Fig. 23.

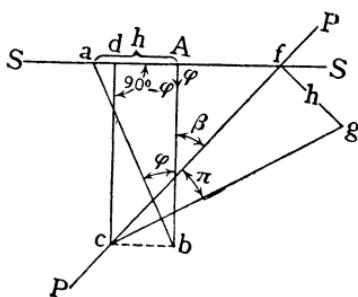
möglichst senkrecht zum Streichen legen; ändert sich dieses allmählich, so kann die Profillinie auch gekrümmmt werden. Geht das Profil längs des Streichens einer Schicht, so muß dieselbe horizontal eingezeichnet werden, obwohl die Schicht geneigt ist, also ein Verflächen hat; um Irrungen mit einer wirklichen horizontalen Lage zu vermeiden, gibt man den horizontalen Profilstrichen einen Pfeil, neben welchem der wahre 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* Fig. 24 sei die Profilebene und gleichzeitig die hineinfallende Stollen- oder Tunnelsohle; bei *A* wurde im Gelände das Streichen der Schichten mit *SS* und das Fallen der Schichten mit  $\varphi$  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  $\angle 90 - \varphi$ , so erscheint bei  $b$  der Fallwinkel  $\varphi$ . Denkt man sich dieses Dreieck  $Aab$  so nach links verschoben, daß die Spitze  $b$  in die Stollensohle  $PP$  fällt, so würde das

Fig. 24.



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 Profilverflächungsdreiecks  $fc$  ist.  $f$  liegt um  $h$

höher als  $c$ ; an dieses Dreieck, in die Horizontale gedreht, ist  $cfg$  und das Profilverflächen  $= \angle \pi$ .

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

$$\operatorname{tg} \pi = \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \beta$$

gefunden werden; hierin bedeutet  $\varphi$  den wirklichen Fallwinkel der Schichte,  $\beta$  den Winkel, welchen die Richtung des Stollens (Tunnels) mit jener des Fallens einschließt, und  $\pi$  den gesuchten

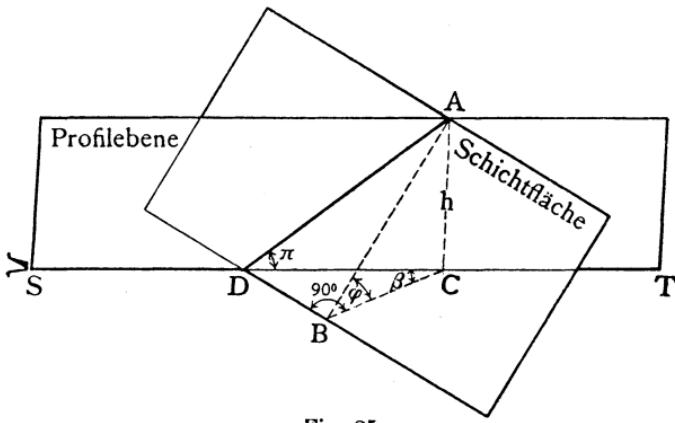


Fig. 25.

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 (Fig. 25).

$ST$  = Stollenrichtung.

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

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

$\angle \pi$  = Profilwinkel.

$AC = h$ , Höhenunterschied zwischen dem Punkte  $A$  im Gelände, an welchem das Fallen abgenommen wurde, und der Stollensohle.

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

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

folglich ist

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

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

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 eingezzeichnet. Zwei vertikale Linien in etwa 1 cm Entfernung stellen das Bohrloch vor, für welches der bei der Einzeichnung des Bohrlochmündes gewählte Höhen- nun auch als Tiefenmaßstab gilt. Vom Munde aus werden die Tiefen der einzelnen durchbohrten Gesteine maßstäblich richtig mit ihrer Mächtigkeit eingezzeichnet und, falls das Verflächen nicht bekannt ist, mit horizontalen, punktierten Strichen, ist dieses bekannt, mit dem Fallwinkel entsprechenden schießen Strichen begrenzt. Jedes Gestein bekommt, für die ganzen Profile geltend, dasselbe Zeichen oder dieselbe Farbe. Altersunterschiede (verschiedene Formationen) werden durch eingesetzte Buchstaben oder Zeichen ersichtlich gemacht. Es wird eine Zeichen- bzw. Farbenerklärung beigegeben; überdies kann auch jeder Schicht mit Schrift der petrographische Charakter und die Petrefaktenführung beigesetzt 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 beigesetzt.

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 sandreiche Schichten heraus.

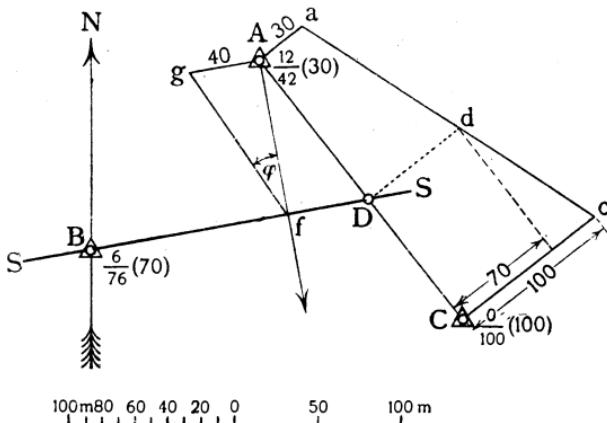


Fig. 26.

Bestimmung der Lage einer erbohrten Grenzfläche. Eine Grenzfläche, z. B. das Hangende eines Kohlen-, Mergel- usw. Flözes, 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). 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 beigesetzten Zahlen die Tiefen an, in welchen die Grenzfläche unterhalb der

Horizontalebene des Bohrmundes *C* angefahren wurde. Trägt man nach dem Kartenmaßstab senkrecht auf *AC* die Tiefen 30 und 100 bei *A* bzw. *C* auf, so ist die Linie *ac* der Durchschnitt der Grenzfläche, welcher in die Horizontalebene umgelegt wurde. Trägt man auf *Cc* 70 m von *C* aus auf, und zieht zu *AC* eine Parallelle, so ist der Schnittpunkt *d* in der Grenzfläche *ac* 70 m unter *C*, also gleich tief wie der Anfahrungspunkt in *B* gelegen. Denkt man sich *AaCc* wieder zurückgedreht, d. h. vertikal aufgestellt, so kommt *d* (parallel zu *Cc*) nach *D*, welches somit gleich hoch mit dem Anfahrungspunkt in *B* liegt. Da *BD* eine Horizontale in der Grenzfläche ist, so ist sie deren Streichlinie *SS*.

Die Falllinie *Af* steht senkrecht zum Streichen, da der Anfahrungspunkt in *C* tiefer als in *A* liegt, so ist die Falllinie generell *C* zugewendet. Der Punkt *f* in der Fall- und Streichlinie ist um  $70 - 30 \text{ m} = 40 \text{ m}$  tiefer, oder *A* um 40 m höher gelegen. Man denke sich im Raum ein rechtwinkeliges Dreieck, dessen Basis *Af* ist und in welchem *A* um 40 m höher liegt als *f*, so ist dieses umgelegt *Agf*; *gf* ist der Schnitt mit der Grenzfläche und  $\varphi$  deren Fallwinkel.

Die Richtung des Fallens bzw. Streichens wird mittels Kompasses und des Meridians bestimmt. Der Kompaß wird mit seiner N—S-Kante an den Meridian angelegt, die Karte vorsichtig so lange gedreht, bis die Kompaßnadel auf  $0 = 360^\circ = 24\text{h}$  zeigt, und dann dieselbe Kante bei 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. Jüngste Bildungen, Schutthalden, Bergstürze u. dgl. Den Schluß bilden die Eruptivgesteine. Geschichte der geologischen Entwicklung des Gebietes (Wanderung der Küstenlinie, Störungen). Es können auch die Schlußfolgerungen der früheren Forscher dieses Gebietes mit kritischen Bemerkungen angefügt werden, um die Entwicklung der Erkenntnis zu beleuchten.

5. Tektonik des Gebietes. Der geologische Aufbau an der Hand der Verflächen 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. Tektonische Entwicklungsgeschichte.

6. Gletscher, Lawinen, Wasserführung und Quellen. Klimatische Verhältnisse.

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

#### 10. Literatur.

In jedem Gebiete der Naturwissenschaften hat das einwandfreie Beobachtungsmaterial den höchsten, weil bleibenden Wert. Deß 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 Ferdinand Freiherrn von Richthofen<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Führer für Forschungsreisende, S. 12. Berlin 1886.

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

Beide Kartierungsmethoden pflegen zur Aufnahme meist die Besitz- oder Katasterkarten 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. 36). Die Punkte der gewöhnlich 1—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 Beschaffenheit<sup>1)</sup> 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.

<sup>1)</sup> 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.

Da die Bohrung, wenn sie 1 m tief ist, nur langsam vorschreitet, so benützt man oft nur 1 bis 1,4 m tiefe Löcher, doch in größerer Anzahl.

Man erkundige sich, wie die einzelnen Fruchtarten in nassen und trockenen Jahren auf verschiedenen Böden gedeihen.

Die Bodenproben werden in starken Papier- oder Leinensäckchen oder in Flaschen mit breitem Hals aufbewahrt.

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.

*W* = Wasser oder wässrig.

*H* = Humus, milder oder saurer Humus (Torf).

*HS* = Humus, Heidehumus und Humusfuchs (Ortstein).

*Hj* = Jüngerer Hochmoortorf.

*Hä* = Älterer Hochmoortorf.

*Hh* = Hochmoortorf.

*Hz* = Zwischenmoortorf.

*Hf* = Flachmoortorf.

*B* = Braunkohle oder braunkohlehaltig.

*S* = Sand, grob- und feinkörnig (über 0,2 mm) oder sandig.

*S* = Sand, fein und staubig (unter 0,2 mm) oder sandig.

*G* = Kies (Grand) oder kiesig.

*G* = Gerölle und Geschiebe (Steinanhäufung).

*T* = Ton oder tonig.

*L* = Lehm (Ton + grober Sand) oder lehmig.

*K* = Kalk oder kalkig.

*M* = Mergel oder mergelig.

*E* = Eisen, Eisenstein oder eisenschüssig, eisenhaltig.

*E* = Eisen, Glaukonit oder glaukonitisch.

*PE* = Vivianit oder vivianithaltig.

*SE* = Schwefeleisen oder schwefelhaltig.

*J* = Bazillarienerde (Infusorienerde, Diatomeenerde) oder  
*Fs* = Faulschlamm (Sapropel). [bazillarienerdhaltig.  
*FsK* = Faulschlammkalk.  
*KFs* = Kalkiger Faulschlamm.  
*Fg* = Faulgallerte (Saprokokoll).  
*KΩ* = Kalkhaltiger Löß.  
Ω = Kalkfreier Löß (Lößlehm).  
*BS* = Quarzsand mit Beimengung von Braunkohle.  
*H S}*  
*HΣ}* = Humoser Sand.  
*HS* = Schwach humoser Sand.  
*HL* = Stark humoser Sand.  
*HL* = Humoser Lehm.  
*HL* = Stark humoser Lehm.  
*ST* = Sandiger Ton.  
*ST* = Sehr sandiger Ton.  
*KS* = Kalkiger Sand.  
*KS* = Schwach kalkiger Sand.  
*TM* = Toniger Mergel.  
*TM* = Sehr toniger Mergel.  
*KT* = Kalkiger Ton.  
*KT* = Sehr kalkiger Ton.  
*HLS* = Humoser lehmiger Sand.  
*HL* = Humoser schwach lehmiger Sand.  
*SHK* = Sandiger humoser Kalk.  
*SHK* = Sehr sandiger humoser Kalk.  
*HSM* = Humoser sandiger Mergel.  
*HSM* = 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. *lS* = Sand mit Lehmstreifen.

Die Preußische Geologische Landesanstalt gebraucht für den Bericht nachstehendes Schema (S. 77).

Die Herstellung der agronomischen Karte kann verschieden durchgeführt werden; die von Professor Dr. R. Heinrich<sup>1)</sup> gewählte Methode findet besonders in landwirtschaftlichen Kreisen Anerkennung. In der Flurkarte werden die petrographisch verschiedenen Bodenarten mit matten, durchsichtigen Wasserfarben gemalt, nachdem man dieselben ab-

<sup>1)</sup> Landwirtschaftliche Bodenkarten. herausgegeben von der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Rostock. Stuttgart 1910.

gegrenzt hat; wo die Begrenzung unsicher ist, wird sie strichiert. 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.

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.

## **Meßtischblatt**

22

## Chemische Analyse

Das Bureau of Soils der geological Survey der Vereinigten Staaten Nordamerikas entwirft für die Counties im Maßstabe 1 : 62 500 reine Bodenkarten, an deren Rand auf 3 Fuß Tiefe Profile gezeichnet sind. Der Bericht bespricht kurz die orographischen, meteorologischen und landwirtschaftlichen Verhältnisse, eingehend jedoch die einzelnen Bodenarten unter Beigabe ihrer mechanischen Analysen. Hiervon unabhängig besorgt die geologische Anstalt des betreffenden Einzelstaates die geologische Karte.

H. Knauer und J. Weigert scheiden in ihrer landwirtschaftlichen Bodenkarte des Gutes Gelchsheim (1 : 5000) aus: In Flächenfarben: Alluvium, Lehme, Lößlehm und Lettenkohle. In schrägen, grünen Strichen: Milde lößartige Lehme (2), mittlere Lehmböden und bindige lößartige Lehme (3), lettigen und schweren Lehm (4), schwerste Lehmböden (5), näher gestellte schräge Striche und schwersten Letten bis reiner Ton (nahegestellte Vertikallinien). Die humushaltigen Partien und der Torf sind durch ein enges schwarzes Gitter, der Kalksand und kalksandreicher Boden durch grüne nahgestellte Punkte, die Steine durch Kreuzchen markiert. Wiese, nasse Wiese und Wald sind in der allgemein üblichen Weise gezeichnet.<sup>1)</sup>

W. Koehne bearbeitete im Verein mit F. Münichsdorfer und K. Gagel mustergültig die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse des Staatsgutes Weihenstephan (Bayern)<sup>2)</sup>, dessen Bodenbeschaffenheit so wechselnd ist; Maßstab 1 : 5000. Kartierung nach geologischem Prinzip mittels farbiger Tönung auf Grund von 2 m tiefen Bohrungen. Tiefer gelegene Schichten werden in schrägen, millimeterbreiten Streifen in der Formationsfarbe in Aussparungen der Bodenfarbe markiert, womit gleichsam ein Bild ausgehobener Gräben gegeben ist. Die Terminologie der Böden ist auf Grund der Analysen, besonders der Schlämmanalysen, festgestellt. Bezüglich weiterer Details sei auf die wertvolle Arbeit verwiesen.

Im Bericht ist bei jeder Kartierungsmethode folgendes zu bemerken: Detail der mechanischen und chemischen Analysen des Bodens (ähnlich wie auf S. 77), 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.

1) Geognostische Jahreshefte 27 für 1914.

2) Geognost. Jahreshefte, München, 25. Bd., S. 1—111; 1912, mit 3 Karten und 1 Profiltafel.

# Sachregister.

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>Agrogeologische Aufnahme und Kartierung</b> 73.<br/><b>Aneroid</b> 12.<br/>—, <b>Verwendung zur Orientierung</b> 20.<br/><b>Antikline</b> 48, 61.<br/><b>Aeolische Ablagerungen</b> 39.<br/><b>Apotheke</b> 28.<br/><b>Artefakte im Glazialen</b> 41.<br/>— in Höhlen 52.<br/>— in Torfmooren 42.<br/><b>Aufnahme, geologische, im Flachland</b> 36.<br/>— —, im Gebirge u. Flachland 33, 34, 37.<br/>—, agrogeologische 73.<br/>— einer Handskizze 24.<br/><b>Aufschlüsse</b> 29.<br/><b>Ausbißlinie</b>, s. Grenzlinie.<br/><b>Ausrüstung, fachliche</b> 2.<br/>—, touristische 27.<br/><br/><b>Bänderton</b> 40.<br/><b>Bauschanalyse, Material hierfür</b> 27.<br/><b>Bauxit</b> 55, 60.<br/><b>Befund</b> 71.<br/>Begehung, geologische 28, 31.<br/>—, deren Richtung 28.<br/><b>Beispiel der Aufschreibung</b> 32.<br/><b>Belegstücke, Formatisieren</b> 17.<br/>—, Verpacken 26, 39.<br/><b>Beobachtungen</b> 37.<br/><b>Bergstürze</b> 58.<br/><b>Bericht</b> 71.<br/><b>Bewegungen, säkulare, an der Küste</b> 58.<br/><b>Bleistift</b> 23, 25.<br/><b>Bodenfärbung</b> 31.<br/><b>Bodenplastik</b> 60, 72,<br/><b>Bohrprofile</b> 69.</p> | <p><b>Brandungsplatten</b> 61.<br/><b>Brunnen</b> 53.<br/><br/><b>Camera</b> 18.<br/><br/><b>Dauer des Wanderns</b> 28.<br/><b>Deklination der Magnetnadel</b> 7.<br/><b>Detailprofile</b> 31.<br/><b>Diagonale Verwerfungen</b> 51.<br/><b>Diagonalschichtung</b> 38, 39.<br/><b>Diluvium</b> 67.<br/><b>Diskordanz</b> 49.<br/><b>Dreikanter</b> 39.<br/><b>Dünen</b> 39.<br/><br/><b>Einzeichnungen in die Karte</b> 30.<br/>— mit Blei- und Farbstift 23.<br/><b>Erratische Blöcke</b> 40.<br/><b>Erdbohrer</b> 17.<br/><b>Erdbohrungen im Flachland</b> 37.<br/><b>Erdfälle</b> 61.<br/><b>Erdölquellen</b> 54.<br/><b>Erdpyramiden</b> 61.<br/><b>Erdrutschungen</b> 58.<br/><b>Erosionalgebirge</b> 60.<br/><b>Eruptivgesteine, Beobachtungen</b> 37.<br/><b>Eruptivlagerstätten</b> 55, 56.<br/><br/><b>Fahlbänder</b> 55.<br/><b>Fallen, Bestimmung mittels Kompasses</b> 11.<br/>— und Streichen, bestimmt mittels Höhenlinien 20.<br/><b>Falten</b> 48.<br/><b>Farbstifte</b> 23.<br/><b>Fastebene</b> 60.<br/><b>Felssturz</b> 58.<br/><b>Fernglas</b> 28.<br/><b>Fixierung einer Fläche mittels Kompasses</b> 10.<br/><b>Flachlandaufnahmen</b> 36.</p> |
|---|--|

- Flexuren 49.  
Flöz 57.  
Flugsand 39.  
Fluviatile Ablagerungen 39.  
Formatisieren der Belegstücke  
17.  
Fossile Regentropfen (Gas-  
blasen) 38.  
**G**angbutzen 56.  
Gänge 56, 57.  
Ganglinse 56.  
Gangsäule 56.  
Gangschlauch 56.  
Gangstöcke 56, 57.  
Gasquellen 54.  
Gebirge 60.  
Gegenstunde 7.  
Gekrieche 61.  
Geländeformen 30.  
Geologische Aufnahme im Ge-  
birge und Hügelland 31.  
— — im Flachland 36.  
— Begehung 28.  
Geomorphie 60.  
Gerölle 39.  
Geschichtete Gesteine, Beob-  
achtungen 38.  
Gesteine, nutzbare 55.  
—, magnetische 38.  
Gesteinsgrenzen 29.  
Gewirre 57.  
Glaziale Ablagerungen 40.  
Gletscher 41.  
Gletscherschliffe 40, 43.  
Grenzflächebestimmung aus  
drei Bohrpunkten 70.  
Grenzlinie (Ausbißlinie), Ver-  
lauf, Bezeichnung und Kon-  
struktion 33.  
Grundes 42.  
Gutachten 72.  
**H**ammer 15.  
—, Verwendung 17.  
Handkompaß 2.  
—, dessen Beschreibung 2.  
—, dessen Prüfung u. Richtig-  
stellung 4.  
—, dessen Gebrauch 6.  
— mit Höfers Spiegelvisur 9.  
Handskizze, Aufnahme 24.  
Hochflächen 60.  
Höhenmesser 12.  
Höhenschichtenlinien 19.  
Höhlen 52.  
Horizontalverwurf 50.  
Imprägnationen 55.  
Interglazialablagerung 41.  
Isobathen 54.  
Isohypsen 19.  
**K**ammlinie 61.  
Kantengerölle (Dreikanter) 39.  
Kare 61.  
Karrenfelder 61.  
Karte, Anfertigung 23.  
—, Einzeichnungen in dieselbe  
30, 32.  
—, Fertigstellung 62.  
Karten 19, 21.  
Klaubsteine 30.  
Kleidung 27.  
Klinometer 4.  
—, dessen Anwendung 11, 12.  
Klippenartige Vorkommen 62.  
Kohlenflöze 55.  
Kompaß 2.  
Konglomerate 38.  
Konkordanz 49.  
Kreuzschichtung 39.  
Kreuzstunde 7.  
Kristalline Schiefer 38.  
Kulturgrenzen zur Bestimmung  
geologischer Grenzen 30.  
Kuppel, Zeichen hierfür 48, 63.  
Küsten 61.  
**L**ager 56.  
Lagerlinse 56.  
Lagersäule 56.  
Lagerschlauch 56.  
Lagerstätten 55.  
—, ihre Einteilung 56.  
—, Darstellung in der Karte 64.  
Lagerstock 56.  
Lagerungsverhältnisse 44.  
Lagunen 61.  
Lawinen 42.  
Ledergurt für Hammer und  
Kompaß 16.

- Leitschichten 29.  
Lesesteine 31.  
Lichtbilder 61.  
Literatur des Aufnahmegerichtes 1, 72.  
Löß 39.  
Lupe 18.
- Maare** 60.  
**Mächtigkeit**, wahre, saigere, söhligie, deren Bestimmung 45.  
**Mächtigkeitsbestimmung** 47.  
**Magnetische Gesteine** 38.  
**Marine junge Ablagerungen** 39.  
**Maßstab, Meßband** 26.  
**Meißel** 17.  
**Metamorphose**, Darstellung, deren Zonen in der Karte 64.  
**Metasomatische Lagerstätten** 55, 56.  
**Minerale, nutzbare** 55.  
**Moränen** 40, 43.  
**Moore** 42, 54.  
**Mulden** 60.
- Notizbuch** 25.  
**Nutzbare Minerale und Gesteine** 55, 72.
- Orientierung im Gebiet** 21.  
— mittels Aneroid 20.  
— mittels einer Visur und Seehöhe 20.  
**Orientierungsprofil** 29.  
**Ortsbestimmung mittels Handkompasses** 7.  
— mittels Schrittmaßes 21.  
— mittels zweier Visuren 8.  
— mittels einer Visur und der Seehöhe 20.
- Packpapier** 26.  
**Pässe** 61.  
**Pedometer**, siehe auch Schrittzähler 22.  
**Peneplaines** 60.  
**Phyllit** 38.  
**Profil, Detail-** 33.  
—, geologisches, Skizze 37.  
—, mittels Isohypsen 34.  
—, dessen Richtung 28, 31.
- Profile** 64, 66.  
—, überhöhte 65.  
**Profilverflächen**, dessen Konstruktion u. Berechnung 67.
- Quellen** 30, 53.  
—, Zeichen hierfür 53, 63.  
**Quellkuppen** 60.
- Regenschirm** 28.  
**Repetitionsverwerfungen** 49.  
**Riesenkessel** 40.  
**Ripplemarks** 38.  
**Rucksack** 27.  
**Rückwärts-Einschneiden** 8.  
**Rumpfflächen** 60.  
**Rundhöcker** 40.  
**Rutschstreifen** 50, 57.
- Saigersprung** 50.  
**Sand** 39.  
**Säkulare Bewegungen an der Küste** 58.  
**Säurefläschchen** 19.  
**Schachtzeichen** 57, 63.  
**Schichtflächen**, Erkennung derselben 44.  
—, Lage derselben 10, 44.  
**Schieferung** 50.  
**Schlägel** 16.  
**Schlammvulkane** 54.  
**Schottermaterial** 57.  
**Schrittmaß, Verkürzung im Gehänge** 22.  
**Schrittzähler** 22, 25.  
**Schubwirkungen** 58.  
**Schutthalde** 61.  
**Sedimentgesteine, Beobachtungen** 38.  
**Seen** 54.  
—, glaziale 40.  
**Seifen** 39, 55.  
**Seitenverschiebung** 50.  
**Spiegelvisur** 9.  
**Sprung** 50.  
**Steinbrüche** 57.  
**Steineis** 42.  
**Stock, Bergstock** 28.  
**Stollenzeichen** 57, 63.  
**Streichen**, dessen Bestimmung mittels Kompasses 10.  
— mittels Höhenschichten 20.
- Höfer, Anleitung z. geolog. Beobachten.

- Submarine Wälder 42.  
Sumpfige Stellen 30, 53.  
Synkline 48, 61.  
—, Zeichen hierfür 48, 63.
- Tagebuch 26.  
Täler 60.  
Taschenzirkel 19.  
Terrainneigung mittels Klino-  
meter bestimmt 12.  
Thermometer 18.  
Torfmoore 42, 54.  
Touristenapotheke 28.  
Touristische Ausrüstung 27.  
Tragnetze 27.  
Transgression 49.  
Transversale Schieferung 50.  
Trigonometrische Funktionen  
(Tabelle) 46.  
Tröge 60.  
Trumm 56.
- Übersichtsaufnahme 36.
- Verflächen, Bestimmung mittels  
Kompasses 11.  
—, falsches 32, 44.  
—, scheinbares 67.  
Versteinerungen 26, 43.  
Verpackpapier 26.  
Verwerfungen 50.  
—, Zeichen hierfür 52, 63.  
Verwitterung 38.  
Verwitterungsprofil 61.  
Visieren mit Handkompaß 9.  
Vulkane 59.
- Wälder, submarine 42.  
Wasserscheide 61.  
Wechsel 50.  
Windwirkung 61.
- Zeichen für Schichtenfaltung  
48, 63.  
— — Bergbau 57, 63.  
Zeichentabelle 63.  
Zentimetermaßstab 26.

**Verlag von FRIEDR. VIEWEG & SOHN  
in Braunschweig.**

---

---

## **Die Verwerfungen**

**(Paraklase, exokinetische Spalten)  
für Geologen, Bergingenieure und Geographen**

Von Dr. mont. h. c.

**Hans Höfer Heimhalt.**

Mit 95 Abbildungen. XII. 128 S. gr. 8°. 1917. Mk. 5,60.

---

## **Die Entstehung der Kontinente und Ozeane**

**Von Dr. Alfred Wegener**

Privatdozent der Geophysik an der Universität Hamburg.

(Die Wissenschaft Bd. 66). **2.** gänzlich umgearbeitete Auflage.

Mit 33 Abbildungen. VIII, 135 Seiten. 1920.

Mk. 12,—, gebunden Mk. 14,40.

---

## **Die Entstehung der Mondkrater**

**Von Dr. Alfred Wegener**

Privatdozent der Geophysik an der Universität Hamburg.

(Sammlung Vieweg Heft 55).

Mit 9 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln. 48 Seiten.  
gr. 8°. 1921. Mk. 4,80.

---

► Die Preise erhöhen sich um den Teuerungszuschlag. ►

**Verlag von FRIEDR. VIEWEG & SOHN  
in Braunschweig.**

---

**Der Mechanismus  
tiefvulkanischer Vorgänge**

**Von Dr. Hans Cloos**

Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität  
und an der Technischen Hochschule zu Breslau.

(Sammlung Vieweg Heft 57).

Mit 24 Zeichnungen und einer Karte. IV, 95 Seiten.  
gr. 8°. 1921. Mk. 9,—

---

**Geologischer Führer  
durch die Lüneburger Heide**

**Von Dr. J. Stoller**

Bezirksgeologe in Berlin.

X, 168 Seiten. Taschenformat. 1918. Mit 8 Karten und  
38 Textfiguren. Gebunden Mk. 6,70.

---

**Geologischer Bau und Land-  
schaftsbild**

**Von Dr. Karl Sapper**

Professor der Geographie an der Universität Würzburg.

(Die Wissenschaft, Bd. 61). Mit 16 Abbildungen. VII, 208 Seiten.  
8°. 1917. Mk. 7,20, gebunden Mk. 8,60.

---

■ Die Preise erhöhen sich um den Teuerungszuschlag. ■