

# Entwurf einer Anleitung zur Seen-Untersuchung bei den Kartenaufnahmen der Geologischen Landesanstalt.

Von **Alfred Jentzsch** in Berlin.

---

Jeder Binnensee ist eine Welt für sich. Die Naturgeschichte auch nur eines Sees nach allen Richtungen hin endgiltig zu erforschen, reicht die Lebensarbeit eines Menschen nicht aus. Angesichts der Tausende zu untersuchender Binneseen muß demnach die Kartierung sich auf die Feststellung derjenigen Verhältnisse beschränken, welche für den einzelnen See und seine hauptsächlichsten Teile in wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Hinsicht bezeichnend sind. Diese Feststellung gewinnt an Wert durch die anzustrebende Gleichartigkeit der Untersuchungen. Es wird und muß also genügen, von jedem See nur eine Auswahl von Eigenschaften zu bestimmen; diese Auswahl aber soll für viele Seen die gleiche sein, wodurch erst die Vergleichbarkeit erreicht wird. In Norddeutschland fehlen große Seetiefen; dafür ist eine ganz ungeheure Zahl kleiner Lotungen auszuführen, um den vielgestaltigen Boden der zahlreichen Seen zu erforschen. Hierdurch ergeben sich für Norddeutschland einige Besonderheiten der Seenforschung.

In der Wasserfläche des Sees sollen, soweit praktisch durchführbar, bestimmt und in Karte oder Erläuterung dargestellt werden:

1. die Gestaltung des Untergrundes;
2. die Verbreitung der untergetauchten wie der als »Schaar« in die Luft emporragenden Pflanzenbestände;
3. die Beschaffenheit des Untergrundes;
4. Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers.

Am Rande und in der Umgebung des Sees sollen

5. die Ufergesteine kartiert und
6. die auf die Entstehung, Abschließung und bisherige teilweise Ausfüllung des Seebeckens erkeunbaren Tatsachen festgestellt werden.

Die Ermittlungen zu 1—4 erfordern den Gebrauch eines Bootes. Auf vielen Seen ist ein solches vorhanden und dessen Benutzung durch die Gefälligkeit des Fischerei-Berechtigten zu erlangen. Durch letzteren kann bisweilen, wenn auf dem zu untersuchenden See kein geeignetes Boot vorhanden ist, von einem benachbarten See ein solches herangeschafft werden. Jeder See, auf welchem ein Boot erhältlich, ist zu untersuchen. Läßt sich kein Boot beschaffen, so sind über die Tiefe des Sees möglichst zuverlässige Erkundigungen einzuziehen. Ergiebt sich danach oder nach den sonstigen Umständen die Sicherheit oder hohe Wahrscheinlichkeit, daß der See weniger als 5 m Tiefe hat, so kann in Ermangelung eines Bootes die Untersuchung zu 1., 3. und 4. unterbleiben, und diejenige zu 2. auf die vom Rande her zu bewirkende Kartierung der »Schaar« beschränkt werden. Ist zu vermuten, daß der unbefahrbare See mehr als 5 m Tiefe haben könnte, so ist darüber schriftlich zu berichten, damit entschieden werde, ob der See etwa im Winter vom Eise aus zu loten sei oder ob wegen zu geringer Wichtigkeit hiervon abgesehen werden soll.

Da Wind die Ortsbestimmung des fahrenden Bootes erschwert, sind für die Bootsfahrten möglichst windschwache Tage zu wählen und stürmische Tage völlig zu meiden, ebenso Nebel. Dagegen bildet Regenwetter kein wesentliches Hindernis für Seeuntersuchungen. In der Regel genügt 1 Ruderer. Bei größeren Seen sind deren 2 erforderlich oder doch förderlich.

## 1. Die Gestaltung des Untergrundes

wird dargestellt durch Isobathen, also durch Linien, welche alle Punkte gleicher Tiefe unter dem mittleren Wasserspiegel verbinden. Die Isobathen werden in Tiefen-Abständen von 10 zu 10 m gelegt. Außerdem wird — durch -gestrichelte Linien — in jedem See die Linie von 5 m Wassertiefe eingetragen, weil diese geologisch, physikalisch, chemisch, biologisch und wirtschaftlich von besonderer Wichtigkeit ist. Wo es zur Charakteristik der Bodengestaltung wünschenswert und nach der Anzahl der vorliegenden Lotungen ausführbar erscheint, werden durch gestrichelte Linien die so unterschiedenen Tiefenstufen halbiert. Es werden also eingezeichnet in allen Fällen:

gestrichelt die Linien von 5 m, ausgezogen die Linien von  
10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 m Tiefe;

in geeigneten Fällen:

gestrichelt die Linien von 2,5, 7,5, 15, 25, 35, 45, 55, 65,  
75 m Tiefe.

Außerdem werden bei größerer Verbreiterung einer dieser Tiefenstufen noch unter Beifügung eines Punktes einzelne Tiefenziffern eingeschrieben, welche örtliche Maxima oder Minima bezeichnen.

Die Einzeichnung der Isobathen erfolgt auf Grund sämtlicher als zuverlässig erscheinenden Lotungen durch Interpolation der die Linien bezeichnenden Tiefen zwischen 2 benachbarten Einzelotungen.

Wennschon die Auffindung der größten Tiefe jedes Sees anzustreben bleibt, ist doch noch wichtiger als deren Auffindung die Darstellung des Verlaufes der Linien geringer und geringster Tiefe. Überdies sind die größten Tiefen erst dann mit Sicherheit als solche erkennbar, wenn der allgemeine Verlauf der flacheren Tiefenlinien genügend bekannt ist. Deshalb ist zuerst die 5 m-Linie zu entwerfen, deren Lage mit verhältnismäßiger Sicherheit durch den Umstand bestimmt wird, daß sie zwischen dem Seeufer und dem nächsten, mehr als 5 m Wassertiefe erreichenden

Lotpunkte hindurchlaufen muß. In ähnlicher Weise sind alle etwa im offenen Wasser gefundenen Untiefen durch die 5 m-Linie abzugrenzen und durch die Eintragung der geringsten beobachteten Tiefe zu bezeichnen. Ist diese Linie ermittelt, so dient sie in analoger Weise als Anhaltspunkt beim Entwerfen der 10 m-Linie, u. s. f. So wird der Spielraum für die Linien größerer Tiefe immer beengter, und schließlich wird es leicht, die wirklich größten Tiefen durch einige nachträglich in diesen engsten Raum eingesetzte Lotungen zu finden. Bei dem Einzeichnen der Tiefenlinien sind die Inseln und Untiefen, die isolierten Kessel, die unter Wasser fortsetzenden Haken, die Barren der Buchten und der gewöhnlich zwischen 1 m und 5 m Tiefe verhältnismäßig rasch abfallende »Schaarberg« besonders zu beachten und möglichst zum Ausdruck zu bringen.

Die Einzellotungen, aus welchen das in Isobathen ausgedrückte Gesamtbild abgeleitet wird, erfordern

- a) die Bestimmung der senkrechten Wassertiefe;
- b) » » » Lage des Lotpunktes auf der Karte.

Die Bestimmung zu a) erfolgt:

- α) bei den meisten Seen durch das Handlot;
- β) bei einzelnen besonders großen oder tiefen Seen mit der (größeren) ULE'schen Lot-Maschine;
- γ) in seltenen Ausnahmefällen, nämlich wenn Wassertiefen von weniger als 1—5 m untersucht werden sollen, mit Peilstangen.

1 a α. Bestimmung der senkrechten Wassertiefe. In allen gewöhnlichen Fällen ist das Handlot der geeignetste und bequemste Apparat. Es besteht aus dem Lot, der Lotleine und einem Haspel. Das Lot soll so schwer sein, daß es die Leine straff hält und beim Einwurf schnell zu Boden sinkt; aber es soll auch nicht zu schwer sein, um bei dem erforderlichen vielfachen Aufholen die Kräfte des lotenden Geologen nicht zu sehr zu ermüden. Immerhin muß es so schwer sein, daß der die Lotleine haltende Geologe mit Sicherheit unterscheiden kann, ob das

Lot frei an der Leine hängt oder ob es vom See Grunde gestützt wird? Bei der Befahrung eines Sees sollen deshalb 2 Lote verschiedener Größe zur Hand sein, und überdies noch ein drittes Lot zum Ersatz etwa verloren gehender Stücke. Um den Verlust des Lotes tunlichst zu vermeiden, ist besondere Vorsicht geboten

- I. bei der Befestigung an der Leine;
- II. beim Loten in Tiefen von 1—7 m, weil dort stellenweise dichte Pflanzenbestände das Lot festhalten oder, wenn durch dieses vom Boden losgerissen, als übergroße Last wirken können;
- III. bei der Aufbewahrung der Lotleine. Diese ist nach Gebrauch sofort an der Luft zu trocknen, da ein längeres Aufbewahren feuchter Lotleinen letztere verrottet und somit ein Zerreißen beim späteren Wiedergebrauch erleichtert.

Zu 1 a α I. erfolgt die Befestigung entweder durch einen Karabinerhaken oder durch einen Knoten. Letzterer darf einerseits nicht ganz fest gezogen werden, weil er sonst in durchnäßigstem Zustande nur sehr schwer wieder gelöst werden kann; andererseits soll er durch einseitigen Zug — wie ihn das Lot ausübt — nicht auseinander gezogen werden. Um letztere Bedingung zu erfüllen, soll das freie Ende der Lotleine etwa 10 cm aus dem Knoten herausragen. Ein geeigneter Knoten ist sicherer als ein Karabinerhaken. Die Lote sind cylindrische Bleigewichte. Für die Verhältnisse der Norddeutschen Seen empfehlen sich niedrige Bleicylinder mit verhältnismäßig großer Grundfläche mehr, als die sonst vielfach üblichen hohen Bleicylinder von Uhrgewicht-ähnlichen Größenverhältnissen. Letztere sinken zwar etwas schneller und bereiten bei Aufholen des Lotes weniger Widerstand; dieser Unterschied ist aber bei den kleinen Tiefen der norddeutschen Seen verschwindend gering; dafür haben die niedrigen Cylinder für uns den Vorteil, daß sie bei gleichem Gewicht die Grenze zwischen Wasser und Bodenschlamm schärfer und leichter markieren. Die Lote sind mit Vertiefungen versehen, in welchen schon beim gewöhnlichen schnellen Loten etwas Schlamm des

Untergrundes sich festsetzt, sodaß letzterer untersucht oder doch nach seinem Hauptwesen bestimmt werden kann. Das anderwärts übliche Einschmieren von Talg in Gruben der Blei-Grundfläche ist für unsere geologischen Zwecke in der Regel nicht empfehlenswert.

Vollkommenere Bodenproben ergibt das Ventillot, welches einen unten scharfrandigen, unten mit einer nach innen leicht sich öffnenden Klappe geschlossenen Hohlzylinder darstellt. Das Ventillot ist schwerer als das einfache, für gleiche Tiefen brauchbare Handlot. Es ist letzterem in der Ermittlung der Wassertiefe gleichwertig, für die Untersuchung des Untergrundes überlegen. Doch beansprucht es etwas mehr Zeit und Kraft; auch geht es in untergetauchten Pflanzenbeständen noch leichter verloren, als das einfache Lot, und sollte daher nur dort gebraucht werden, wo dichte oder besonders üppige Pflanzenbestände nicht zu erwarten sind. In 7 m oder mehr Wassertiefe ist es überall brauchbar, aber dennoch behufs Zeitersparnis in jedem See auf eine kleine Zahl von Lotpunkten zu beschränken.

Die Lotleine soll geflochten und imprägniert sein. Sie wird unter der Aufsicht des Geologen in Abschnitte von je 1 m Länge geteilt und zwar mittels Knoten oder durchgezogener Bandstückchen von je etwa 10 cm Länge. Jedes fünfte Bandstückchen erhält eine abweichende Farbe, sodaß beim Einlassen und Aufholen des Lotes schon an der Zahl der eingeknüpften Bandstückchen leicht, schnell und sicher die Tiefe in ganzen Metern erkannt wird. Dezimeter werden geschätzt. Dabei ist zu beachten, daß das letzte Glied der Leine, einschließlich Knoten und Lotkörper genau einen Meter lang sei. Bei wiederholten See-Untersuchungen sind die Längen der einzelnen Abschnitte nachzuprüfen und etwaige stärkere Verzerungen als Korrektur der Lot-Ablesungen in Ansatz zu bringen. Die Lotleine soll großen Widerstand gegen Zug, aber geringen gegen Biegung leisten, da eine erhebliche »Steifigkeit« zu Krümmungen der Leine und demnach zu falschen Ablesungen der geloteten Tiefen führen müßte. Es ist also eine verhältnismäßig dünne aber sehr zugfeste Leine (Schnur) zu verwenden. Der

lotende Geologe sollte für gewöhnliche Fälle Lotleinen von 30 m Länge verwenden, aber eine solche von 50 m Länge in Reserve führen. Durch Verküpfung beider können bei Bedarf Tiefen bis zu 80 m gelotet werden.

In tieferen Seen kann statt der Leine mit Vorteil ein Draht verwandt werden, falls für dessen Aufholung eine Kurbelrolle vorhanden ist.

Für norddeutsche Seen gilt aber als Regel: Im allgemeinen Handlot mit Leinen, für das offene Wasser der tiefsten Seen Lotmaschine mit Draht.

Für Tiefen von mehr als 40 m soll, für solche von mehr als 20 m kann mit Vorteil die Handlotleine durch den Stahldraht der Lotmaschine ersetzt werden.

Die Haspel dürfen sehr einfach sein und mit der Hand gehalten werden. Auf etwas größeren Seen werden sie am Bootsrande durch Klemmschrauben befestigt. Beim Loten soll die Leine straff und möglichst senkrecht sein. Eine Abweichung um wenige Grade von der Senkrechten bedingt keinen merklichen Fehler. Eine stärkere Abweichung aber würde einen verhältnismäßig viel größeren Fehler bedingen, weil dann die Tiefenablesung nicht nur im Verhältnis von Hypotenuse zu Kathete, sondern auch im Verhältnis von Bogen (d. h. Kettenlinie) zu Sehne vergrößert würde. Denn sobald die Lotleine merklich von der Senkrechten abweicht, krümmt sie sich zur Kettenlinie. Je tiefer der See ist, um so vollkommener muß das Boot während des Lotens zur Ruhe gebracht werden. Bei geringen Tiefen genügt es, während sehr langsamer Bootsfahrt das Lot — nach Freilegung eines hinreichend langen Stückes Lotleine — einige Meter vorauszuwerfen, und dann die Leine anzuziehen, bis beim Vorwärtsgleiten des Bootes ein Augenblick eintritt, wo die Leine senkrecht steht und ein Minimum von Tiefe anzeigt. In diesem Augenblick faßt man mit dem Zeigefinger der rechten Hand die Leine genau am Wasserspiegel, zieht heraus, schätzt sofort die Dezimeter, liest dann beim Hereinholen der Leine die ganzen Meter ab, und vermerkt die Ziffer im Taschenbuch.

Ist das Boot über die Lotstelle hinausgetrieben, ohne daß die senkrechte Tiefe hat gemessen werden können, so muß es durch schwache Ruderschläge wieder zur Lotstelle zurückgebracht werden. Da dieser Punkt nur schwer mit völliger Genauigkeit erreicht wird, verbessert man geringe Seitenverschiebungen dadurch, daß man, nach annähernder Wiedererreicherung der Lotstelle, das Lot um einige Meter hebt, es zurückschwingen und bei Erreichung einer senkrechten Lage der Lotleine schnell wieder fallen läßt. Diese Verbesserung ist so lange zu wiederholen, bis bei zweimaligem Fallenlassen gleiche Dezimeter abgelesen werden.

I a β. Die ULE'sche Lotmaschine ist nur in größeren Seen von mehr als 20 m Maximaltiefe zu verwenden. Da beim Gebrauche leicht Störungen eintreten können, sollte sie nur von solchen benutzt werden, welche bereits einige Übung in der Anwendung des Handlotes besitzen. Auch sollte die Benutzung auf den von untergetauchten Pflanzenbeständen freien Teil des offenen Wassers beschränkt werden.

Beim Gebrauche ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Der hölzerne Transportkasten wird geöffnet und die den Apparat darin festhaltenden Holzriegel werden zurückgedreht.
2. Die Maschine wird herausgenommen und am Bootsrande durch Anziehen der Klemmschraube befestigt.
3. Die Flügelschraube der Kurbel-Axe nebst zugehöriger Unterlags-Scheibe abgenommen.
4. Die Flügelschraube der den Lotungsdraht tragenden Rolle abgenommen.
5. Letztere Rolle um ihre Vertikalaxe um  $90^{\circ}$  gedreht.
6. Die unter 4. abgenommene Flügelschraube durch das Loch des die Axe tragenden Rahmens hindurchgesteckt und in das Loch des Rahmens der Lotungsrolle hineingeschraubt.
7. Die Kurbelwelle nun in die Axen-Höhlung der Lotungsrolle eingeschoben. Dies geschieht, indem deren 1. Nase soweit gedreht wird, daß sie durch den sichtbaren Spalt hindurch schlüpfen kann. Wenn dann die Axe sich nicht mehr weiter einschieben läßt, wird dieselbe so lange gedreht, bis sie sich weiter einschieben

läßt und um etwa Fingerbreite hinausragt. Dann muß die 2. (längere) Nase der Kurbelaxe zwischen den unteren Kanten des den Zählapparat umschließenden Messinggehäuses stehen.

8. Darauf werden die nach 3. abgenommene Unterlagsscheibe und die Flügelschraube wieder aufgesetzt bzw. aufgeschraubt.

9. Der mit dem Karabinerhaken verbundene Klaviersaitendraht wird durch den Korkspalt des Messingzylinders über die Führungsrolle und durch den Führungsring gelegt, und sodann zwischen die beiden Zinken des durch eine Flügelschraube in der richtigen Stellung festzuklemmenden Führungskammes geschoben.

10. Die an einer Sicherungskette hängende Sicherungsgabel wird aus ihrer Hülse gezogen und durch die 2 einander gegenüberstehenden Löcher des die Lotungsrolle umgebenden Rahmens gesteckt, so daß die Rolle nicht über einen bestimmten Punkt hinaus drehen kann.

11. Das Lot wird in den Karabinerhaken gehängt und beide Klauen des letzteren werden durch mehrfaches Umdrehen des Schraubenringes festgelegt.

12. Das Zählwerk wird auf 00 gestellt, indem zuerst das untere, dann das obere Zahnrad vorsichtig mit der Hand so lange gedreht wird, bis das Zeichen 0 herauspringt.

13. Das Zählwerk wird durch Lockern der den oberen Messingfortsatz des Gehäuses durchsetzenden Flügelschraube beweglich gemacht, und soweit gesenkt, daß die 2. Nase der Kurbelwelle in das untere Rad des Zählwerkes eingreift. Dann wird das Zählwerk durch Anziehen der Flügelschraube wieder befestigt.

14. Hand an die Kurbel; Sicherungsgabel herausziehen, Kurbel festhalten bis zum Schlusse der Lotung.

15. Aufholen des Lotes, Sichern, Ausschalten des Zählwerkes, Stellung desselben auf 0, Einschalten des Zählwerkes, dann Lotung am nächsten Lotpunkte u. s. f.

16. Nach Abschluß der Lotungs-Reihe alles abtrocknen, und in umgekehrter Reihenfolge der Handgriffe verpacken.

17. Im Quartier der offenen, möglichst warmen Luft aussetzen behufs völliger Trocknung; Einfetten der nicht lackierten Eisenteile mittels Maschinenöl, Petroleum oder Vaseline.

Auch für die ULE'sche Lotmaschine soll gewöhnlich ein Volllot verwendet werden. Die Benutzung des Ventillotes ist auf die unten (Abschnitt 3) geschilderten Fälle zu beschränken; das vorstehend unter 15. verlangte Ausschalten des Zählwerkes kann unterbleiben, so lange die Summe der bisher gezählten Meter erheblich unter 100 bleibt. Die Maschine zeigt nur ganze Meter an. Falls man von vornherein beachtet, wie hoch das Lot über der Wasserfläche hängt, wenn das Zählwerk auf 0 springt, und man anderseits beachtet, den wievielsten Teil einer Umdrehung, also eines Meters, die Rolle sich vom Augenblicke des Vorspringens einer Ziffer bis zum Auftreffen des Lotes auf den Untergrund gedreht hat, so wird man Dezimeter mit hinreichender Sicherheit bestimmen können.

1 a γ. Peilstangen sind in sehr flachem Wasser mit Vorteil zu verwenden, jedoch nur, wenn ihre Herbeischaffung keine Schwierigkeiten bereitet. Bis zu 2 m Wassertiefe kann der Erdbohrer als Peilstange dienen; doch muß dann seine Spitze durch ein Stück Holz, Rinde oder Kork so verbreitert werden, daß sie in den Untergrund nicht eindringen kann. Auch ist es dann förderlich, die Mitte des 2 m-Bohrers durch eine Marke (z. B. eine kleine Klemmschraube) so zu bezeichnen, daß Dezimeter geschätzt werden können. Auch ohne solche Marke ist der 2 m-Bohrer als Peilstange geeignet, die Oberkante der Schaarberges schnell aufzufinden. Für Tiefen von 2—5 m können, falls vorhanden, Holzstangen oder zusammensetzbare Eisenstangen zum Peilen dienen. In der Regel aber wird für solche Tiefen das Handlot vorzuziehen sein.

1 a δ. Die Fehlerquellen beim Loten sind hauptsächlich folgende:

I. Im weichen Grunde sinkt das Lot ein. Deshalb soll das Lot eine breite Grundfläche haben und nicht mit großer Geschwindigkeit auf den Boden aufstoßen. Ist dies doch erfolgt, so soll durch geringfügiges Anziehen der Lotleine bzw. der Kurbel das Lot ein wenig gehoben und dann wieder fallen gelassen werden, wobei man in der Hand den Augenblick des Aufstoßes

recht wohl fühlen und danach die Tiefe messen kann. Auf härterem Grunde ist diese Vorsicht entbehrlich.

II. Die Lotleine weicht von der Senkrechten ab. Wie dieser Fehler auf ein Mindestmaß zu beschränken, ist oben unter I. a. α. beschrieben.

III. Die bei lockerer Lage der Leine unbeabsichtigt entstehenden Knoten führen zur Ablesung zu großer Wassertiefen. Sie sind deshalb sofort nach Entstehen zu beseitigen.

IV. Beim Schätzen der Dezimeter können leicht Fehler bis zu 1 Dezimeter Größe unterlaufen. Diese lassen sich durch Übung verringern.

V. Die Knoten-Einteilung der Handlot-Leine weist oft kleine Fehler auf, welche im Einzelnen gegenüber anderen großen Fehlerquellen kaum in Betracht kommen, aber, wenn sie im gleichen Sinne mehrfach wiederkehren, sehr merkliche Messungsfehler bewirken können. Deshalb erhöht es die Genauigkeit, wenn auf einer festen, unveränderlichen Fläche (z. B. Fußboden oder Wand des vom Geologen bewohnten Hauses, Gartenzaun oder dergl.) das Normalmaß (der überall käufliche, in Centimeter geteilte Metermaßstab) mit möglichster Genauigkeit mehrmals aufgetragen wird, sodaß Längen von genau 5 m, 10 m oder mehr Meter ablesbar sind. An diesem für die Bedürfnisse der See-Auslotung hinreichend genauen Maße werden dann die verschiedenen Strecken der Lotleine bzw. des Drahtes der Lotmaschine durchgeprüft und etwaige Abweichungen im Taschenbuche tabellarisch eingetragen, um danach die Lotablesungen berichtigen zu können. Die Leinen sind sowohl im trockenen wie im nassen Zustande zu prüfen.

VI. Da durch Wasser und Zug die Lotleinen teils vorübergehend, teils dauernd ihre Längen ändern, sind von Zeit zu Zeit, wenigstens nach Abschluß der Seen-Aufnahmen eines Sommers, größere Strecken der Lotleine trocken und naß nachzuprüfen und tabellarisch aufzuschreiben.

In Berücksichtigung aller dieser Fehlerquellen muß man sich bewußt bleiben, daß bei größeren Seetiefen und weichem Grund die Messungsfehler sich zu Beträgen von 3 Decimeter summieren

können, während bei geringen Tiefen und hartem Grund die Summe der Messungsfehler die Größe eines Decimeters nicht erreichen darf.

Hierüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß bei einer, durch mancherlei Umstände möglichen Ablenkung der Aufmerksamkeit leicht »grobe« Messungsfehler von 1 oder mehreren ganzen Metern entstehen können. Wo solche als »möglich« vermutet werden, ist die Lotung entweder sofort zu wiederholen oder deren Ergebnis im Taschenbuche mit einem Fragezeichen zu versehen.

Alle Tiefenmessungen sind auf Mittelwasser zu beziehen. Wo dieses nicht näher bekannt, ist dafür die Höhe des Seespiegels zur Zeit der Lotung einzusetzen.

1 b. Bestimmung der Lage des Lotpunktes auf der Karte. Eine Lotung ist wertlos, wenn der Lotpunkt nicht auf der Karte eingetragen wird. Während es leicht ist, die senkrechte Tiefe mit einer für geologische und wirtschaftliche Zwecke ausreichenden Genauigkeit schnell zu messen, bedarf die Ortsbestimmung besonderer Maßnahmen, da ein Fehler der Ortsbestimmung den Verlauf der Isobathen verschiebt und somit zu einem unrichtigen Bilde der Gestaltung des Untergrundes führt. Die Ortsbestimmung geschieht am besten dadurch, daß, von einem bekannten Punkte des Ufers oder des Wasserrandes der »Schaar« ausgehend, geradlinig nach bestimmter Richtung quer über den See gefahren und entlang dieser Fahrt in vergleichbaren Abständen gelotet wird. Hiernach zerfällt die Ortsbestimmung in

- α) Wahl und Eintragung des Ausgangspunktes in die Karte;
- β) Bestimmung der Richtung des abzulotenden Querprofiles;
- γ) Abmessung der Abstände entlang dieses Profils.

1 b α. Der Ausgangspunkt des ersten Querprofiles ist gewöhnlich die Bootsstelle. Als Ausgangspunkt der folgenden Querprofile wählt man in angemessenen Abständen solche Punkte, deren Lage sich entweder unmittelbar ersehen oder nach Schrittmäßen auf der Karte angeben läßt. Wenn, wie gewöhnlich, eine undurchdringliche Schaar den See umgibt, muß der Inneurand

dieser Schaar (also des Schilfdickichts) oft als Ausgangspunkt von Querprofilen dienen. In solchen Fällen muß die Breite der Schilfschaar entweder (wenn sie gering) nach Metern geschätzt, oder (bei größerer Breite) dadurch ermittelt werden, daß man über ihren Rand von bekannten Punkten der Seefläche oder ihrer Umgebung nach anderen bekannten Punkten sieht. Je 2 solcher Visuren bestimmen die Lage des Schilfrandes. Die Visuren können durch Photographien ersetzt werden.

1 b β. Die Richtung der Querprofile ist so zu wählen, daß sie bei voller Durchquerung des offenen Wassers möglichst kurz werden. Ein Versuch, etwa durch eine Längsfahrt in der Mitte eines langen Sees dessen Tiefen finden und kartieren zu können, würde zu durchaus fehlerhaften Vorstellungen führen, da bei solcher Längsfahrt weder die größten Tiefen sicher getroffen noch die Lagen der Lotpunkte hinreichend sicher bestimmt werden können. Die Richtung ist ferner so zu wählen, daß sie während der Fahrt möglichst sicher eingehalten werden kann, also

I. entweder nach einem leicht erkennbaren und sofort oder später auf der Karte eintragbaren Punkte: z. B. Kirchturm, Windmühle, hoher Schornstein, einzelner Baum, Mitte eines Gehöfts oder einzelnen Hauses, Waldrand, Gestell (Schneiß) im Walde, Mündung eines Baches oder Grabens, Spitze eines Hakens am Seeufer, Anfang, Ende oder Mitte einer auf der Karte verzeichneten Steilböschung u. s. f.,

II. oder von einem ebensolchen Punkte rückwärts vom diesseitigen Ufer weg, oder in der Verlängerung eines zum See herabführenden Weges oder Grenzrains,

III. oder, falls keine solchen Punkte sichtbar sind, nach einer bestimmten Richtung des in Sehweite des Geologen im Boote festzulegenden Kompasses, wobei die Nordrichtung des Teilkreises mit der Längsrichtung des Bootes übereinstimmen und die Kompaßrichtung im Taschenbuche vermerkt werden muß.

Falls ein Geologe mit einem Ruderer den See befährt, sitzen beide, die Gesichter einander zugewandt, in der Symmetrie-Ebene des Bootes, und zwar der Ruderer vorn, der Geologe hinten.

Dann liegt die Innehaltung der Richtung im Falle II dem Ruderer allein, im Falle III dem Geologen ob, welcher durch Bewegung des linken oder rechten Armes dem Ruderer die Richtung andeutet, nach welcher er stärker rudern soll, um die gewählte Fahrtrichtung innezuhalten.

Im Falle I müssen beide zusammenwirken. Der Geologe schaut über die Spitze des Bootes nach dem Zielpunkte und beobachtet gleichzeitig mit dem Winkelprisma oder dem doppelten Winkelspiegel, ob die gerade Richtung eingehalten wird. Ergeben sich Abweichungen, so winkt er den Ruderer nach rechts oder links. Je weiter das Boot sich vom Ausgangspunkte entfernt, um so schärfer kann der Ruderer die verlangte Richtung ohne Beihilfe des Geologen einhalten, indem er vom Ausgangspunkte wegrudert, während der Geologe ihn nach dem Zielpunkte einwinkt.

Das Winkelprisma ist ein dreiseitig-rechtwinkliges Glasprisma, welches parallel seiner Basis oben durchschnitten und in seinen beiden Hälften verschieden weit um die Längsaxe gedreht ist. Blickt man hinein, so kann man das Prisma so halten, daß man scharf senkrecht übereinander die Bilder zweier Punkte erblickt, in deren Verbindungslinie sich unser Auge befindet. Man kann also mit Hilfe des Winkelprismas den Ruderer so lange nach rechts oder links winken, bis das Boot wieder genau in der geraden Verbindungslinie des Ausgangs- und Zielpunktes fährt. Das Auge befindet sich also dann im Scheitelpunkte eines gestreckten Winkels, dessen Schenkel durch den Ausgangs- und Zielpunkt der Profillinie gehen. Durch Wahl einer anderen Haltung des Winkelprismas kann man das Auge ebenso in den Scheitelpunkt eines rechten Winkels bringen, mithin durch Anvisiren eines auf der Karte festlegbaren senkrecht-seitlichen Punktes den Abschnitt der in der Profillinie zurückgelegten Wegstrecke kartographisch festlegen. Dieses letztere Verfahren kann bei größeren Seen zur Korrektur der auf andere, gleich zu beschreibende Weise ermittelten Weglängen dienen. An Stelle des Winkelprismas kann man den ähnlich zu gebrauchenden »doppelten Winkelspiegel« zur Festhaltung der Fahrtrichtung ver-

wenden. Manche Seeforscher ziehen diesen vor. Der Gebrauch jedes dieser beiden Instrumente ist vor Beginn der Lotungen auf dem Lande einzüben, wozu wenige Minuten genügen. Bei sehr kurzen Profillinien ist das Winkelprisma entbehrlich.

Mit oder ohne dieses Hilfsinstrument wird durch Wind und Strömung das Boot manchmal um mehrere Bootslängen seitlich vertrieben. Dann soll nicht etwa im rechten Winkel in die verlassene Profillinie schnell zurückgefahren, sondern letztere nur in sehr spitzem Winkel zu erreichen angestrebt werden. Das Boot beschreibt unter solchen Umständen einen flachen Bogen, dessen Verlauf man schätzungsweise auf der Karte einzeichnet, um darauf die gemessenen Entfernungen der Lotpunkte aufzutragen.

1 b γ. Die Abmessung der Abstände kann für kleine, nahe dem Ufer zu messende Strecken mittels einer Meßschnur erfolgen; als solche läßt sich eine dünne Lotleine verwenden, deren Meterknoten durch kleine Korkscheiben bezeichnet und dadurch zum Schwimmen gebracht werden. Eine solche Meßschnur kann bei Bedarf leicht und schnell durch den Bohrarbeiter nach Anweisung des Geologen aus jedem beliebigen Bindfaden hergestellt werden, ist indessen nur für besondere Fälle von Nutzen. Zumeist, insbesondere im offenen Wasser und bei größerer Entfernung vom Ufer erfolgt die Abmessung durch Ruderschläge. Zu diesem Zwecke erhält beim Beginn der Seeuntersuchung der Ruderer die Anweisung, langsam, aber möglichst gleichmäßig zu rudern, dabei die Richtung einzuhalten, die Ruderschläge zu zählen und nach einer, innerhalb einer ganzen Profillinie gleichmäßigen Zahl von Ruderschlägen zu stoppen.

Sobald hierbei das Boot auf größeren Wassertiefen zu annäherndem Stillstand, auf kleinerer Wassertiefe zu hinreichend langsamer Fahrt gelangt ist, wird schnell gelotet und das Kommando zum Weiterrudern sofort nach Beginn des Loteinholens erteilt, welches beendet sein muß, ehe das Boot den nächsten Lotpunkt erreicht. Gegen Ende der Fahrt ist das Kommando »Stop« schon etwa zwei Bootslängen vor Erreichung des Endpunktes zu erteilen, die innerhalb der letzten Teilstrecke ausgeführte Zahl von

Ruderschlägen durch den Ruderer auszurufen und durch den Geologen aufzuschreiben. Diese Maßregel hat den Zweck, die letzte, kürzere Teilstrecke vergleichbar mit den übrigen, unter sich gleich langen Teilstrecken zu machen.

Die durch das Loten bedingten Aufenthalte sollen auf ein Mindestmaß gebracht werden, da jede Unterbrechung der Fahrt die Gelegenheit zu seitlichem Abtreiben verstärkt. Am Ende jeder Profillinie ist bei Ruhelage des Bootes ein Aufenthalt von einigen Minuten einzuschalten, um die während der Fahrt gemachten kurzen Aufschreibungen im Tagebuch durchzusehen und — soweit nötig — zu vervollständigen, in der Karte die Profillinien einzutragen, deren Endpunkte übereinstimmend mit dem Tagebuche durch Buchstaben zu bezeichnen, die von dem Punkte aus möglichen Visuren nach Haken, Scharrändern und künftigen Profilendpunkten vorzunehmen, Beobachtungen über Pflanzenbestände und Untergrundsbeschaffenheit aufzuschreiben, alles kartierbare, insbesondere einen vorläufigen Entwurf der Isobathen für das durchfahrene Seenprofil, mit leichten Strichen in die Karte zu zeichnen und in Karte, Taschenbuch, Geräten und etwa gesammelten Proben alles so weit vorzubereiten, daß die nächste Profillinie wieder mit möglichst geringen Aufenthalten abgelotet werden kann.

Durch einen Schlag des Ruderpaares wird das Boot nach den Umständen sehr verschieden, im Mittel ungefähr 3 m, weit fortbewegt. Für norddeutsche Seen empfiehlt sich hiernach, zwischen zwei Lotungen je 20, 30, 40 oder 50 Ruderschläge zu legen, bei den größten Seen je 60, 80 (oder allenfalls 100) Ruderschläge. Die genauere Auswertung der Ruderschläge jeder Profillinie erfolgt im Quartier durch Vergleichung mit den aus der Karte mit Hilfe des Zirkels zu entnehmenden Gesamtlängen. Letztere werden zunächst durch die Endpunkte bestimmt, in geeigneten Fällen auch noch durch die mittels des Winkelprismas inmitten der Gesamtstrecken erzielten Seitenvisuren. Solche Visuren kann man, je nach dem Halten des Winkelprismas, sowohl im Scheitelpunkte eines rechten, wie eines gestreckten Winkels vornehmen. Im letzteren Falle erhält man den Schnittpunkt der Profillinie mit der

Verbindungsline zweier links und rechts davon gegebenen Punkte. Sobald der Schnittpunkt auf eine bestimmte, nach Anrufen vom Ruderer zu erfahrende und sofort niederzuschreibende Zahl der Ruderschläge bezogen wird, ergibt das eine treffliche Korrektur der unvermeidlichen feinen Streckenmessungsfehler und ein Mittel, etwaige grobe (durch falsches Zählen oder versäumte Niederschrift einer Lotung entstandene) Fehler zu entdecken.

Noch leichter und schärfer als durch Visuren mit dem Winkelprisma erhält man solche Schnittpunkte dann, wenn beim Rudern zwei auf der Karte kenntliche, seitlich gelegene Punkte für einen Augenblick zur Deckung kommen.

In besonders schwierigen, seltenen Fällen mag man dazu schreiten, am Seeufer Stangen als Merkpunkte aufzurichten oder inmitten sehr breiter Seeflächen ein mit bewimpeltem Mast versehenes Boot zu verankern, welches als Sicherungsmerkzeichen für Richtung und Länge der Profilstrecken dient. Doch muß dies immer nur Ausnahme bleiben. Dagegen empfiehlt es sich, schon vor Beginn des Lotens auf der Karte durch Abschreiten u. s. w. einzelne leicht kenntliche Punkte (z. B. hervorragende oder auffällig gestaltete Bäume einer Baumreihe) einzutragen, welche beim Abloten eines Querprofils als Landmarken dienen können. Auf größeren Seen ist es förderlich, für solche Visuren ein kleines Fernrohr (Marineglas oder Opernglas) zur Hand zu haben.

Genauer und zugleich bequemer als durch Ruderschläge vermag man auf größeren Seen die Entfernungen durch Anwendung eines »WOLTMANN'schen Flügels« zu messen. Dieser wird, in das Wasser tauchend, fest mit dem Boote verbunden und läßt dann unmittelbar die durchfahrene Länge ablesen. Dies durch SVEN HEDIN in den unbekanntem Gebieten Zentralasiens mit Vorteil angewandte Verfahren erscheint für die kleinen, nach dem Verlaufe ihrer Ufer genau bekannten Seen Norddeutschlands entbehrlich, obwohl auch hier es in manchen Fällen von Nutzen sein würde. Bei der etwaigen Benutzung dieser Methode ist ein verhältnismäßig minder empfindlicher Flügel zu wählen und eine Bootsgeschwindigkeit von höchstens 1,5 Sekundenmeter einzuhalten.

1 b δ. Die Wahl der Profillinien geschehe schon vor Beginn des Lotens, jedoch mit der Maßgabe, daß eine Änderung der Wahl aus praktischen Gesichtspunkten auch während der Arbeit zulässig bleibt. Die Profillinien sollen alle Hauptteile des Sees in ungefähr — aber nicht genau — gleichen Abständen durchqueren, und mit den Uferlinien möglichst große Winkel bilden. Werden, was bisweilen geschieht, spitze Winkel erforderlich, so ist die Fahrtrichtung mit besonderer Schärfe innezuhalten.

Bei schmalen, fußartig langgestreckten Seen empfiehlt es sich im allgemeinen, die Profillinien im Zickzack, ohne daß sie sich schneiden, bis zum Ende des Sees zu führen. Bei anders gestalteten Seen sind ebenfalls die Profillinien möglichst so zu wählen, daß sie sich nicht schneiden, aber trotzdem alle erheblichen Buchten, Tiefen und Untiefen erschließen. Wird hierbei, um den Rösselsprung fortzuführen, ein Schneiden abgeloteter Profile durch das Zurückgehen auf einen früheren Ausgangspunkt erforderlich, so können während dieses Zurückgehens entweder die Lotungen auf größere Abstände beschränkt oder statt deren andere, unter 2, 3, 4 zu beschreibende Untersuchungen vorgenommen werden. Während des Ablotens der Hauptprofile haben solche Nebenarbeiten zu unterbleiben, damit nicht Störungen und Fehler entstehen.

Zeigt sich nach dem Abloten eines Profils während der Ruhepause, daß wichtige Stufen des Untergrundes, insbesondere der Verlauf des Scharberges aus den Lotungen nicht scharf genug ersichtlich werden, so sind nach Kennzeichnung des Ruhepunktes (etwa durch einen am Schilfrande zwischen die Schilfstengel gelegten Papierbogen) kurze, mit Lotungen oder Stangenpeilungen dicht bedachte, nur bis zum Fuße des Scharberges fortzusetzende Hilfsprofillinien in den See zu erstrecken. Auf ihnen können — ohne daß bei ihrer geringen Länge ein merklicher Fehler entsteht — die für das Hauptprofil ermittelten Streckenwerte eines Ruderschlagelages als zutreffend betrachtet werden. Soll noch größere Genauigkeit erstrebt werden, so ist der Abstand dieser Hilfslotpunkte durch eine Meßleine zu ermitteln, welche entweder schwimmend zu erhalten, oder — falls eine Schwimmleine nicht zur Hand — durch eine Lotleine zu ersetzen ist, die am Anfangspunkte des

Profils, also am Lande oder in ganz flachem Wasser, durch ein möglichst schweres Lot festgehalten wird. Vorsicht gegen Verlust des Lotes im Kraut ist hierbei am Platze.

Immer ist von diesen kurzen Hilfsprofilen nach dem Ausgangspunkte eines Hauptprofils zurückzukehren, und schließlich vom letzteren aus oder von einem um eine gemessene Zahl Ruder schläge entfernten Punkte des Schar-Randes dann ein neues Hauptprofil nach der durch den Plan bestimmten Richtung zu beginnen.

Endlich ist, wenn alle geplanten Profile gelotet sind, mit leichten Strichen noch im Boote eine rohe, ganz vorläufige Isobathenkarte zu entwerfen, aus welcher man erkennt, wo etwa noch Lotungen zur Aufklärung charakteristischer Stellen der Isobathen erforderlich sind; also insbesondere, wo vielleicht noch tiefe Kessel oder flache Barren oder kritische Biegungen des Scharberges vermutet werden können? Diese Stellen sind gelegentlich der Rückfahrt zur ersten Bootsstelle abzuloten, aber immer mit genauer Ortsbestimmung der Lotpunkte durch deren Beziehung auf möglichst sichere Merkpunkte, in der Regel also durch Einschaltung von Querprofilen des ganzen Sees an den kritischen Stellen (für die Barren, Buchten und Kessel) oder durch Ablotung kurzer Hilfsprofile (für den Scharberg).

## 2. Die Verbreitung der Pflanzenbestände.

Es kann nicht Aufgabe der geologischen Kartierung sein, botanische Seltenheiten aufzusuchen. Dagegen können die natürlichen Pflanzenbestände (»Pflanzenformationen«) sehr wohl kartiert werden und verdienen das in wissenschaftlicher wie wirtschaftlicher Hinsicht. Sie bauen bei ihrem Zerfall die Torfe und andere biogene Schichten auf; sie gewähren den Fischen Laichplätze, Milliarden von Weichtieren, Würmern, Larven und Kleinwesen aller Art Halt, Unterschlupf, teilweise Nahrung und damit mittelbar auch den Fried- und Raubfischen Nahrung; sie beeinflussen den Gehalt des Wassers an Sauerstoff und Kohlensäure; sie beeinflussen die Wellen und Strömungen des Wassers, die Ablagerung von Sand und Schlamm und damit die fortwährende geologische Umgestaltung des Seebeckens.

Für die Kartierung sind im Wasser zu unterscheiden

- a) über das Wasser hinaus in die Luft ragende Pflanzenbestände,
- b) untergetauchte Pflanzenbestände, sowie solche, welche in bestimmten Jahreszeiten Schwimmblätter entwickeln.

Diese beiden Gruppen a) und b) sind in der Karte flächenhaft darzustellen und in den Erläuterungen für jeden untersuchten See kurz zu charakterisieren. Auch sind die Wassertiefen, bis zu welchen die verschiedenen Pflanzenformationen hinabsteigen, zu messen.

Oft herrscht eine Pflanzenart fast ausschließlich vor. Solche geschlossenen Bestände unter a) bilden z. B. das gemeine Schilf, *Phragmites communis*; der Kalmus, *Acorus Calamus*; der Fieberklee, *Menyanthes trifoliata*; der Wasserschachtelhalm, *Equisetum limosum*; die Teichbinse, *Scirpus lacustris*; und einzelne *Carices*; etwas dünnere, oft mit anderen Arten untermischte Bestände bilden die Rohrkolben, *Typha latifolium* und *angustifolium*. Bestimmte Zonen dieser Bestände sind durch Einsprenglinge bezeichnender anderer Arten unterscheidbar, unter welchen z. B. der Igelkolben, *Sparganium*; der Weiderich, *Lythrum Salicaria*; der Wasserschieferling, *Cicuta virosa*; das Pfeilkraut, *Sagittaria sagittaeifolia*; die Minze, *Mentha* (in mehreren Species); der große Hahnenfuß, *Ranunculus Lingua*; der Froschlöffel, *Alisma Plantago* und die Blumenbinse, *Butomus umbellatus* genannt seien.

Vom Röhricht nach der offenen Wasserfläche fahrend, durchquert das Boot meist mehrere Gürtel von Pflanzenformationen. Zunächst kommen gewöhnlich untergetauchte Pflanzen mit Schwimmblättern, wie die weiße und gelbe Wasserrose, *Nymphaea* und *Nuphar*; der Wasserknöterich, *Polygonum amphibium*; die Wasserscheere, *Stratiotes aloides*; verschiedene Arten des Laichkrautes, *Potamogeton*, oder die an der Oberfläche schwimmenden Arten der Wasserlinsen, *Lemma minor* u. A.

Dann folgen die ganz oder größtenteils untergetauchten Bestände, welche oft geschlossene, unterseeische Krautwälder von mehreren Metern Höhe bilden. So *Potamogeton*-Arten, ferner das

Hornblatt, *Ceratophyllum*; das Tausenblatt, *Myriophyllum*; die Wasserpest, *Elodea canadensis*; die untergetauchte Wasserlinse, *Lemna trisulca* (welche stellenweise dezimeter-dicke Schichten am Grunde bildet); der Wasserschlauch, *Utricularia*, und in den kalkreichen Seen die stets untergetaucht bleibenden Characeen-Wiesen. In noch größeren Tiefen folgen bisweilen andere »Grundalgen«; bei noch beträchtlicherer Tiefe verschwindet das Leben größerer Pflanzen völlig und den Boden des eines freien Sauerstoffs erman-gelnden Tiefenwassers bedeckt ein von kleineren Tieren durch-wühlter, von Spaltpilzen durchzogener Faulschlamm (werdendes Sapropel).

Auf der Karte dürften a und b zu unterscheiden, und in b noch

α) die Gefäßpflanzenformation,

β) die Characeenformation zu trennen sein.

In den Erläuterungen aber wird es lehrreich und meist leicht ausführbar sein, die Reihenfolge der Pflanzengesellschafts-Gürtel, aus welcher jede dieser Formationen, insbesondere a und bα zusammengesetzt sind, zu beschreiben. Wechseln auch die Breiten dieser Gürtel oft rasch, so daß einzelne derselben stellenweise fehlen, während sie anderwärts, sich schnell verbreiternd, linsen- oder stockförmig die benachbarten Pflanzengürtel durchsetzen (wie dies besonders auffällig die Binsen gegenüber dem Phragmites tun, eine der näheren ursächlichen Untersuchung würdige Erscheinung), so bleibt doch die Gesamtfolge der Pflanzengürtel innerhalb eines Sees constant.

- Durchaus analog dem Aufbau geologischer Schichtensysteme ist diese Reihenfolge von Pflanzengesellschaften, deren jede beim allmählichen Zuwachsen des Sees bestrebt ist, den nächst inneren Gürtel zu überwältigen, während sie selbst von dem nächst äußeren Gürtel überwältigt wird. In gleicher Weise lassen sich in den verlandeten, ehemals zum See gehörigen Ländereien bestimmte Pflanzengesellschaften unterscheiden, welche das jetzige Seeufer nach Außen hin umsäumen, und z. B. einen *Thelypteris*-Gürtel, einen *Prunella minor*-Gürtel, *Polygonum Bistorta*-Gürtel, *Scutellaria*- und *Euphrasia*-Gürtel u. s. w. zu erkennen gestatten. Auch diese Gürtel

überwältigen einander centripetal. Geologisch erscheinen sie demnach als das lebende Ausgehende einer flachen antyklinal-schüssel-förmigen (durchbrochen-schildförmigen) Schichtenfolge.

Bei der Ueberwältigung werden manche Pflanzenarten schnell erstickt; andere widerstandsfähigere bleiben noch lange erhalten und können als lebendes Relikt den sie verschüttenden, fußhohen Pflanzengürtel in hoch aufschießenden Halmen wie Fremdlinge durchsetzen, was z. B. beim Schilf, *Phragmites*, vielorts beobachtet werden kann.

Die Tiefen, bis zu welchen die einzelnen Gürtel der Wasserpflanzen gehen, wachsen im Allgemeinen mit der Größe der Seen. Einschlägige Messungen hierüber sind in größerer Anzahl erwünscht und bei der Seenforschung leicht zu beschaffen.

Soweit die Pflanzen in die Luft ragen oder Schwimmblätter tragen, ist ihre Verbreitung leicht zu kartieren. Von Aussichtspunkten und sonst geeigneten Fixpunkten legt man ihre Verbreitung durch Photographie, oder durch Handskizze im Taschenbuch, oder Farbstift-Eintragungen in der vor Verwechslungen mit Landformationen schützenden Bohrkarte fest und bestimmt die Breite der Gürtel durch die Zahl der Bootslängen, oder durch eine Meßleine, oder durch Visieren, oder durch die Zahl der Ruderschläge. Letzteres geschieht auch betreffs sämtlicher völlig untergetauchten Bestände. Das Vorhandensein solcher erkennt man in ganz flachem Wasser mit dem Auge vom Boote aus, bei größerer Wassertiefe dadurch, daß das Lot einzelne Stückchen oder auch ganze lange Schwaden derselben heraufbringt. Soweit beim Loten die Grenze der untergetauchten Pflanzenbestände nicht hinreichend sicher erkannt worden ist, erfolgt nachträglich eine Absuchung mit dem Wurfhaken bis zu 4—7 m Wassertiefe (je nach Bedarf).

Im Taschenbuch verzeichnet man jede gefundene bestandbildende Pflanzenart mit einem zunächst für den kartierenden Geologen verständlichen Namen. Sofern dieser nicht sofort mit botanischer Sicherheit gegeben werden kann, nimmt man Proben der betreffenden Pflanzenart mit, um sie im Quartier entweder selbst botanisch zu bestimmen, oder, zwischen Papier getrocknet, später einem Kenner der Pflanzenarten zur Bestimmung vorzulegen.

Der Wurfbaken wird an eine kräftige Leine gebunden, welche nicht in Meter geteilt zu sein braucht. Ebenso darf er an Draht befestigt sein. Er wird entweder, nachdem er lotartig den Untergrund erreicht hat, mit langschleppender Leine vom Boote aus mitgezogen oder geworfen und dann eingeholt. Letzteres ist auch an bootslosen Seen vom Ufer aus möglich, um die Pflanzengesellschaften der Uferregion zu erforschen. Wird er vom Boote aus nachgeschleppt, so muß die Leine fortwährend durch die führende Hand geführt werden, um beim Festhaken eines größeren Widerstandes sofort die Leine nachzulassen, dann das Boot rückwärts zu stoßen, bis bei steilerer Lage der Leine der Haken aufgezogen werden kann. Statt des Wurfbakens kann auch ein »Schlepphaken« benutzt werden.

Gestatten es Neigung, Zeit und Umstände, so mag man noch die kleinere Lebewelt sammeln, welche in oft ungeheurer Anzahl das herausgeförderte Kraut durchwimmelt. Schnecken, Muscheln und sonstige größere Tiere liest man heraus; dann drückt man mit der Hand das ganze Pflanzenwirrwarr fest und sammelt die ausfließende bräunliche Flüssigkeit in einer Schaal oder einem Eimer, aus welchem später die Tiere bzw. die Flüssigkeit selbst und deren Absatz in weithalsige Flaschen gebracht werden. Von der Flüssigkeit ist nur ein verhältnismäßig kleiner Teil aufzubewahren; aus dem Reste können, falls ein Haarsieb vorhanden, in der Regel noch zahlreiche kleine Tierchen abgeseiht und alsdann zu den bereits ausgelesenen Tieren gebracht werden. Das Gesammelte wird mit Formalin getötet oder lebend nach dem Quartier genommen und dort entweder alsbald lebend untersucht, oder, falls dies nicht erschöpfend möglich ist, in geeigneter Weise konserviert und einem Spezialisten zur Bestimmung übergeben. Das Konservieren geschieht durch Zusatz von 95prozentigem Alkohol und Formalin. Von letzterem, in jeder Apotheke käuflichen Stoffe genügt der Zusatz kleiner Mengen, um Wassertiere sehr schnell zu töten. Für den Geologen besonders wichtig sind die Diatomeen und die Schalthiere (Mollusken). Insbesondere letztere sind möglichst reichlich zu sammeln, und auf den Fundzetteln ist bei ihnen neben den sonstigen Angaben über Ort und Zeit auch besonders die Wasser-

tiefe, sowie eine Angabe zu bemerken, ob dieselben in lebendem oder in abgestorbenem Zustande dort gefunden worden sind? Derartige Untersuchungen von Mollusken werden den Geologen mit der Zeit in den Stand setzen, die Bildungsverhältnisse derjenigen diluvialen und alluvialen Süßwasserabsätze zu erkennen, welche Schalreste führen.

Für die Bestimmung der *Potamogeton*-Arten sind Stücke erforderlich, welche sowohl Schwimmblätter als untergetauchte Blätter tragen.

Das oft horstweise Auftreten dieser und einiger anderen Arten macht es wünschenswert, außer den oben genannten geschlossenen Pflanzenbeständen auch noch die in zahlreiche Horste aufgelösten Pflanzenbestände durch ein geeignetes Flächenzeichen der gleichen Farbe darzustellen.

### 3. Die Beschaffenheit des Untergrundes.

In der geologischen Karte ist die Beschaffenheit des Seeuntergrundes dort anzugeben, wo sie hat ermittelt werden können. Wir betrachten kurz

- a) die Geräte zur Untergrundsuntersuchung,
- b) die Hauptarten des Untergrundes,
- c) die Konservierung und Verpackung der entnommenen Untergrundsproben behufs späterer mikroskopischer oder chemischer Untersuchung.

3 a. Geräte. 3 a α. Der gewöhnliche Feldbohrer von 2 m Länge ist selbstredend nur in flachem Wasser verwendbar. Auch dort versagt er in vielen, wohl den meisten Fällen, weil der vom Löffel gefaßte lockere Untergrund beim Aufziehen durch das über dem Bohrloche stehende Seewasser herausgespült wird. Indessen gelingt es doch, Ton und Geschiebemergel zu fassen, wenn derselbe unter dem lockeren Sande oder Schlamme der Uferbank ansteht. Ein Schutz des Bohrlöffels gegen Ausspülung kann in Gestalt einer lose auf den Bohrer geschobenen Schutzhülle versucht werden, welche beim Aufziehen des Bohrers bis über den Bohrlöffel herabfällt und durch den Druck des Wassers dort fest-

gehalten wird, sobald der Bohrlöffel aus dem festen Untergrunde des Seewassers heraufgezogen wird.

3aß. Der Tellerbohrer wird in manchen Fällen Proben bringen, wo der gewöhnliche Feldbohrer versagt. Auch kann er durch Verlängerung des Bohrgestänges bis zur doppelten oder selbst dreifachen Tiefe den Untergrund erschließen. Doch wird man ihn, um die Seeaufnahme nicht über Gebühr aufzuhalten, nur dort anwenden, wo er behufs Mooruntersuchung oder zu anderen Zwecken ohnehin in der Nähe ist, oder wo seine Anwendung besonders wichtige Aufschlüsse verspricht.

3aγ. Noch tiefere Bohrungen können durch Aufstellung eines Bohrgerüstes auf Flößen oder auf der Eisdecke mit Zuhilfenahme einer vollständigen Verrohrung erzielt werden. Solche durch Bohrmeister auszuführende Bohrungen würden bei der Anstalt nur in ganz seltenen Ausnahmefällen zu beantragen sein, nämlich wenn es sich um Gewinnung wirtschaftlich wichtiger Aufschlüsse oder um Aufklärung über Fragen von allgemeiner wissenschaftlicher Bedeutung handelt.

Bisweilen werden aber solche Bohrungen gelegentlich der Vorarbeiten zu Wasserbauten ausgeführt. Dann ist es selbstredend wichtig, die Bohrregister und womöglich auch die Bohrspalten einzusehen und letztere mikroskopisch oder auch chemisch auf Gesteinsbeschaffenheit und organische Reste zu prüfen.

3aδ. Das Ventillot ist ein kurzer, dickwandiger Ventilbohrer, der mittelst Seilbohrung bewegt wird. Die Bewegung und Füllung desselben geschieht durch mehrmaliges Anheben und Fallenlassen der freihändig oder durch Umdrehung der Kurbel mit der Hand geführten Lotleine bezw. des Lotdrahtes.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Ventilbohrer trifft das Ventillot bei diesem wiederholten Fallen nicht wieder in das vorher geschaffene Loch, sondern zumeist daneben. Deshalb giebt sein Inhalt nicht eine Reihenfolge übereinanderlagernder Schichten, sondern eine Mischung von Material der obersten Bodenschicht. Der Widerstand des Untergrundes schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Auf hartem Grunde dringt das Ventillot nur

wenige Millimeter, auf dem weichsten Grunde gelegentlich mehrere Meter ein, ebenso das Vollot. Das beeinflußt stark die Güte der Tiefenmessungen. Auf hartem Grunde ist der Augenblick, wenn das Lot den Untergrund trifft oder verläßt, scharf und leicht in der Hand zu fühlen. Im weichsten Grunde versinkt das Lot fast unmerklich. Doch wird selbst der lockerste Seenabsatz, nämlich der Faulschlamm, welcher, frisch aufgerührt, mit dem schlammfreien Wasser fast ohne merkliche Grenze verfließt, in dem jahrelang ruhigen Wasser der größeren Seetiefen meist soweit verdichtet, daß man beim Aufholen des Lotes die Grenze noch leidlich fühlen kann. Wo das nicht der Fall ist, kann man die Obergrenze der lockeren Schlammschicht auf folgende Weise bestimmen:

Nach Aufholen des Lotes markiert man durch Festhalten des Fingers oder auf mechanische Weise an der Leine einen Punkt, welcher einer um eine bestimmte Anzahl Dezimeter geringeren Wassertiefe entsprechen würde und läßt dann das vorher gereinigte Ventillot schnell in das Wasser gleiten, bis zu der durch die Marke bezeichneten Tiefe. Bringt dann beim Aufholen das Ventillot wieder Schlamm herauf, so muß dessen obere Grenze noch höher liegen. Dann wird dasselbe Verfahren mit immer kürzer gehaltener Leine wiederholt, bis das Ventillot keine Spur von Schlamm mehr mitbringt. Dann ist die obere Grenze der lockeren Schlammschicht und somit die wahre Tiefe des Wassers gemessen. Bei Anwendung dieser Vorsichtsmaßregel, welche selbstredend möglichste Ruhelage des Bootes erfordert, fallen die gemessenen Seetiefen etwas kleiner aus als bei unvorsichtiger, nicht wiederholter Lotung auf weichem Grunde.

3aε. Der Grundschröpfer oder Schöpfbecher ist ein tiefer eiserner Becher, dessen scharfer Rand durch eine Kette mit einer eisernen Kugel verbunden ist, deren Ohr an einer hinreichend langen, zugkräftigen Leine oder Stahllitze (dünnem Stahltau) hängt. Bei fahrendem Boote wird mittels nahe dem Seeboden schleppender Leine die Kugel auf dem Seegrunde fortgezogen, wobei der durch die Kugel am Rande niedergezogene Becher den Grund

aufpflügt und sich mit ihm füllt. Nach kurzer Fahrt wird die Leine aufgezogen, wobei der Becher sich senkrecht stellt, sodaß er den Schlamm bis zur Oberfläche hebt. Kleine Durchbohrungen des Bechers bewirken ein Abfließen des überflüssigen Wassers; ein anderer Teil des letzteren wird nach kurzem Absetzen des Schlammes vorsichtig abgegossen, worauf der Becher in einen bereitstehenden Eimer oder eine Schale entleert, ausgespült wird und dann zu neuem Gebrauche bereit ist.

Man kann auch vom ruhenden Boote aus, von Brücken und Landungsstegen, oder vom Ufer her den Grundschröpfer in das Wasser werfen und dann heranziehen. Doch ist hierbei Vorsicht wegen des am Ufer zu fürchtenden untergetauchten Krautes geboten. Deshalb geschieht das Hineinwerfen von Uferpunkten her besser durch staffelförmiges Vordringen, nachdem zuvor durch gleich staffelförmiges Vordringen des Wurfhakens (siehe Abschnitt 2) die in Wurfweite vorhandenen Pflanzengürtel nach und nach ermittelt sind.

Je nach der Bodenart bringt entweder der Grundschröpfer oder das Ventillot reichlichere Proben. Versagt eins dieser beiden Geräte, so ist das andere zu versuchen. Das Ventillot zeigt den Boden eines ganz bestimmten Punktes und bietet somit für den einzelnen Punkt die größere Genauigkeit. Dagegen hat der Grundschröpfer den Vorzug, in der Regel (wenn auch nicht immer) größere Mengen des Schlammes zu liefern, und zugleich beliebig ausgedehnte Strecken nach Muscheln und sonstigem Getier abzusuchen, was für die in die Erläuterungen aufnehmbaren Beobachtungen über horizontale und vertikale Verbreitung und Art des organischen Lebens und die durch dasselbe angezeigten oder erläuterten physikalischen, chemischen und geologischen Verhältnisse der Seetiefen von Bedeutung sein kann.

3aζ. Das Vollot bringt, besonders in seinem breiten, niedrigen, am Mantel mit einer Horizontalrinne versehenen Modell vom weichen Boden sehr oft soviel heraus, daß danach, gleichzeitig mit der Tiefenzahl, die Benennung des Untergrundes in das Taschenbuch eingeschrieben werden kann, da harter Grund (Sand, Kies, Stein) als solcher leicht gefühlt wird.

Durch Beschmieren der Grundfläche mit Talg kann man zwar bewirken, daß das Loot fast immer Spuren des Untergrundes heraufbringt. Doch mag der Talg dort wegbleiben, wo man auch ohne ihn genügende Ergebnisse erlangen kann.

3b. Hauptarten des Untergrundes. In dichten Pflanzenbeständen kann der Untergrund höchstens punktförmig bestimmt werden. Wo das möglich ist, wird seine Beschaffenheit in den Erläuterungen vermerkt; im allgemeinen genügt es, die Pflanzenformation nach Anleitung des Abschnittes 2. anzugeben und auf der Karte die wenigen dort bezeichneten Haupttypen flächenhaft darzustellen. In pflanzenfreien und pflanzenarmen Teilen der offenen Seefläche kann der Untergrund bestehen (abgesehen von seltener auftretenden Typen):

- α) aus Blöcken, Kies, Sand, Ton, Tonmergel oder aus durch Abrasion freigelegten älteren Gesteinen,
- β) aus Torf oder Pflanzenhäcksel,
- γ) aus Faulschlamm (Sapropel) oder entsprechenden Mischgesteinen (Sapropelit).

Unter letzteren können in der Karte unterschieden werden: kalkreiche (= Wiesenkalk; Seekreide), kalkhaltige, kalkfreie, und in den Erläuterungen können noch Angaben gemacht werden über Art und Menge der organischen Formbestandteile (Diatomeen und andere Algen, Gewebefetzen, Pollen, Krustaceen, Würmer u. s. f.), sowie über besondere, etwa bemerkte mineralische Stoffe. Unter letzteren ist das Eisen beachtenswert, welches, wo es vorkommt, zumeist aus Grundwasserzuflüssen stammt. Bemerkt man beim Prüfen der Sapropelitprobe mit Salzsäure einen Schwefelwasserstoffgeruch, so sind Sulfide, also vornehmlich Schwefeleisen zu vermuten. Bestätigung für die Anwesenheit der Sulfide erhält man, wenn ein befeuchtetes Bleipapier in dem riechenden Gase gebräunt wird.

Schwefeleisen ist in den Tiefen der Seen sehr verbreitet; auch ist die Anwesenheit von Sulfiden biologisch von hoher Bedeutung, da diese den freien Sauerstoff absorbieren.

Schwefeleisenreicher Schlamm ist dunkel gefärbt. Sein Nachweis muß sofort möglichst noch im Boote erfolgen, weil solcher

Schlamm an der Luft sich sehr schnell oxydiert. In der getrockneten Probe erscheinen dann Klümpchen von Eisenocker, deren Entstehung kaum im Faulschlamm der Seetiefe zu suchen sein dürfte.

Daß auch Schwefelmangan gelegentlich im Sapropelit vorkommt, ist wahrscheinlich, jedoch meines Wissens noch nicht nachgewiesen.

Daß neben Schwefeleisen auch Phosphoreisen vorkommt, darf nicht bezweifelt werden.

3c. Verpackung und Konservierung der Grundproben. Die kleinen, vom Vollrote heraufgebrachten Proben werden nach Besichtigung, Beführung mit dem Finger und Prüfung mit Salzsäure im Taschenbuche kurz charakterisiert und dann weggeworfen. Die größeren Proben werden, wenn sie hinreichend zusammenhängend sind, in weithalsigen Flaschen (Unzengläsern) oder in Leinenbeuteln nach dem Quartier geschafft. Lockerer Schlamm, insbesondere Sapropel, wird sofort im Boote in Eimer geschüttet, wo er während der ruhigen Bootsahrt Zeit findet, sich abzusetzen. Darauf gießt man das klare Wasser recht vorsichtig ab und füllt den schlammigen Rest mit Hülfe eines Trichters auf Flaschen. Als solche dienen überall erhältliche Weinflaschen, welche man vor Beginn der Fahrt gründlich reinigt, sodann mit dem Wasser des Sees wiederholt ausschüttelt und dann auslaufen läßt, worauf sie verwendet werden können. Die nicht verpackten Reste der Schlammproben werden mit Hülfe eines Siebes auf Muscheln und sonstige erkennbare Tiere untersucht und letztere in der bei 2) beschriebenen Weise behandelt.

Im Quartier werden die Proben je nach der Art der beabsichtigten späteren Untersuchung teils getrocknet, teils in verkorkten Flaschen unter Wasser oder Alkohol verwahrt.

Sapropel ist oft so locker, daß es selbst nach tagelangem Stehen in Flaschen nur unvollkommen sich vom Wasser scheidet und, in offenen Schüsseln ausgebreitet, nach mehreren Wochen nicht völlig trocken wird. Für solche Fälle füllen wir im Boote mehrere (etwa 3—4) Flaschen mit Schlamm derselben Tiefenprobe, gießen

nach je 12 oder 24 Stunden das klare Wasser ab und vereinigen die schlammigen Reste in einer geringeren Zahl von Flaschen, die nach 12 oder 24 Stunden ebenso behandelt werden. Von der auf solche Weise etwas verdichteten Probe des schwebenden Schlammes wurde ein Teil unter Wasser, ein anderer Teil unter Alkohol in fest verkorkten Flaschen oder Unzengläsern verwahrt. Der Rest wird mit 95prozentigem Alkohol geschüttelt, worauf er sich viel schneller als unter Wasser absetzt; dann wird das Klare abgossen und darauf, falls erforderlich, dies Verfahren wiederholt, bis der Schlamm hinreichend dicht wird. Dann wird er in einer Schüssel ausgebreitet, wo er nun sehr schnell trocknet. Da hierbei kleine chemische Änderungen eintreten können, sind zur Kontrolle die erwähnten beiden nassen Proben in Flaschen zu verpacken.

Bei der Bezeichnung der Proben ist außer Ort, Tiefe und Zeit auch die stattgehabte Behandlungsart zu vermerken.

Die Proben können dann später im Winter durch den Geologen genauer untersucht, oder Chemikern, Zoologen und Botanikern zur eingehenden Analyse übergeben werden.

#### 4. Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers.

Beide können schnell und leicht bestimmt werden, wodurch man Zahlenwerte gewinnt, die zum Vergleiche verschiedener Seen mitbenutzt werden können. Beide werden durch Jahreszeit und Wetter beeinflusst, weshalb bei Angaben darüber, insbesondere über die Durchsichtigkeit, Tag und Stunde der Beobachtung, sowie womöglich noch kurze Nachrichten über das herrschende und zunächst vorangegangene Wetter (Sonnenschein, starker Regen, Sturm) hinzugefügt werden mögen. Beide hängen ab

- a) von der Durchsichtigkeit und Farbe des Seewassers selbst, welche innerhalb jedes Sees ziemlich unverändert bleiben;
- b) von der Menge und Art der freischwebenden feinsten Teilchen, welche teils eingeschwemmt, teils lebendes oder totes tierisches und pflanzliches Plankton sind. Da letzteres die mittelbare oder unmittelbare Nahrung aller tierischen Bewohner des offenen Sees, auch der nutzbaren Fische ist

und aus ihm das die größeren Tiefen des Sees erfüllende Sapropel hervorgeht, haben Art und Menge desselben eine hohe wirtschaftliche, biologische und geologische Bedeutung. Seine Art oder vielmehr Arten zu bestimmen und nach der HENSEN'schen Zählmethode für sämtliche preußischen Seen auszuwerten, würde über die Aufgaben einer allgemeinen Landesuntersuchung weit hinausgehen, zumal es nach Jahreszeiten wechselt. Wo seitens der Zoologen und Botaniker bereits Planktonforschungen vorliegen, werden deren Hauptergebnisse in den geologischen Erläuterungen zu berücksichtigen sein.

Immerhin gibt die überall schnell bestimmbare Durchsichtigkeit einen ungefähren Anhalt für die Beurteilung der Plankton-Mengen, wengleich diese Schätzung getrübt wird durch die Beimengung angeschwemmter Sedimente und feiner Humusflocken sowie kolloidal gelöster Humusstoffe. Die Durchsichtigkeit ist im Winter viel größer als im Sommer, wechselt nach den Jahreszeiten und wird deshalb, falls der Geologe etwa ohnehin wiederholt den See befährt, möglichst bei jeder Fahrt 1 oder 2 mal gemessen, was nur wenige Minuten beansprucht.

Zur Bestimmung dient das »Scheibensystem« wie solches durch XAVIER DE MAISTRE 1832 angegeben und durch LORENZ RITTER v. LIBURNAU, PATER SECCHI, KRÜMMEL, FOREL, ULE u. A. weiter entwickelt worden ist. Eine weißlackierte, von einigen Löchern durchbrochene, kreisrunde Blechscheibe wird in möglichst wagerechter Lage an einer dünnen Leine möglichst senkrecht in den See gelassen. Die Löcher haben den Zweck, den Widerstand des Wassers beim Aufholen zu verringern; zugleich erleichtern sie die Erkennung der Scheiben in den letzten Augenblicken ihres Verschwindens. Die Sichtbarkeitsgrenze wird durch mehrmaliges geringes Auf- und Abbewegen der Scheibe möglichst scharf ermittelt und sodann an der Leine gemessen. Für das Meer sind Scheiben bis zu 2,37 m Durchmesser angewandt worden. Für Binnenseen werden Scheiben von 40 bis 100 cm Durchmesser von manchen Seeforschern empfohlen. Selbstredend ergeben große Scheiben etwas weitere Sichtbarkeitsgrenzen

als kleine. So fand SECCHI im Mittelmeer mit seiner Scheibe von 2,37 m Durchmesser eine Sichttiefe von 35,5 m, während eine kleinere Scheibe von 0,43 m Durchmesser daselbst nur 29,5 m ergab. Bei den geringen, im Sommer meist 1—3 m betragenden Sichttiefen norddeutscher Seen bewirkt indeß rechnungs- wie erfahrungsgemäß die Größe der Scheibe nur kaum merkliche Unterschiede der Sichttiefe. Deshalb werden für die norddeutschen Seemessungen kleine Scheiben von etwa 0,25 m Durchmesser empfohlen. Diese genügen für die gewöhnlichen Fälle vollkommen, haben aber den Vorzug, daß sie auf Fußwanderungen mitgeführt und im Wasser leicht aufgezogen werden können. Die für besondere Fälle vorhandene Scheibe von etwa 0,40 m Durchmesser ist zu schwer, um neben dem sonstigen Gerät auf Fußwanderungen mitgeführt zu werden, auch bietet sie beim Aufziehen im Wasser größeren Widerstand. Auf den größten norddeutschen Seen kann gelegentlich der Gebrauch der größeren Scheibe Vorteile bieten. Dann sind Vergleiche der Sichttiefe beider Scheiben am Platze. Die kleine Scheibe ist beim Gebrauche schwach zu belasten, z. B. durch ein Lot oder durch den Wurfhaken.

Um die störenden Lichtreflexe der Seeoberfläche abzublenken, kann man die sinkende Scheibe durch ein in das Wasser getauchtes, innen geschwärztes, nach Art eines Sprachrohres sich vorn erweiterndes Beobachtungsrohr aus Blech mit dem Auge verfolgen. Ein solches Rohr ist im Inventar der Anstalt vorhanden, indessen für gewöhnliche Fälle entbehrlich.

Die Farbe des Sees wird durch einfachen Vergleich des Wassers mit den nummerierten Misch-Lösungen der FOREL-ULEschen Farbenskala bestimmt. Für norddeutsche Seen genügt die ULE'sche Hälfte dieser Skala, welche leicht in der Rocktasche mitgeführt werden kann und in mehreren Exemplaren beschafft ist. Sie zeichnet sich gegenüber der ursprünglichen FOREL'schen Skala durch die Hinzufügung eines bräunlichen Farbtones aus, welcher den Seen des norddeutschen Flachlandes (wohl infolge Humus- oder Ferrihydrat-Beimischung) meist eigen ist. In großen und zugleich tiefen Seen des Flachlandes sowie in kleineren Seen des Berglandes kann der Farbenton auch in die FOREL'sche Hälfte

der Skala fallen, welche für das Inventar nur in geringer Anzahl beschafft worden ist. Die Bestimmung der Farbe muß an Stellen großer Wassertiefe erfolgen, weil sonst der Untergrund durchleuchtet. Auch ist es vorteilhaft, während der Vergleichung das Auge durch einen Schirm oder durch das oben erwähnte Blechrohr vor blendenden Reflexen zu schützen. Die von Physikern empfohlene genauere Bestimmung der Farbe durch Spektroskop ist für unsere Zwecke entbehrlich.

### 5. Die Ufergesteine

müssen selbstredend bei der Seenuntersuchung in der bisher üblichen Weise kartiert werden. Darüber hinaus verdienen bei Seenaufnahmen insbesondere die jüngsten Verlandungen eingehendere Untersuchung. Letztere erfolgt

a) durch Abbohrung mehrerer, senkrecht zur Uferlinie vom Wasserrande in das verlandete Gebiet gestreckter Profillinien, welche entweder

α) für gewöhnlich mit dem üblichen Feldbohrer,

β) in geeigneten wichtigeren Fällen mit dem für Mooraufnahmen eingeführten größeren Bohrer abgebohrt werden können. Die so erbohrten Schichtenfolgen ergeben Aufschlüsse über den allgemeinen geologischen Gang der Verlandung und, wenn sie ehemaligen Seeboden treffen, Andeutungen über den jetzigen Untergrund der zunächst angrenzenden Teile des noch offenen Sees.

b) In der Untersuchung dieser Profillinien mag auch eine auf wenige Artennamen zu stützende Charakteristik der bei der Verlandung sich gegenseitig überwältigenden, in schmalen Gürteln sichtbaren, heute lebenden Pflanzengesellschaften (»Pflanzenformationen«) gegeben werden (vergl. Abschnitt 2).

Neben den durch ihre Tiefenlage als solche leicht kenntlichen Verlandungen verdienen aufmerksame Berücksichtigung auch die etwas höher aufragenden Riegel, welche viele Seen von benachbarten Seen, Mooren oder Tälern trennen. Neben den allgemein bekannten Möglichkeiten, daß diese Riegel aus Erosions- oder

Evorsionsresten älterer Gesteine, aus Moränen, Åsar, Drumlins, Dünen, Bergstürzen und Erdrutschen oder aus Schuttkegeln einmündender Gewässer und Wildbäche bestehen können, ist auch die Möglichkeit ihrer Entstehung als »Seebrücken« durch Selbstabschnürung des Sees bei einst höherem Wasserstande zu berücksichtigen. Die Bedeckung mit Blöcken schließt solche Entstehung nicht aus.

Ferner verdient Beachtung die auf Eisschub und andere meteorologische Ursachen, Wellenschlag, Beschattung und Besonnung, Regen- und Schneefall, Austrocknung und Bestäubung durch Wind u. s. w., zurückzuführende Asymmetrie der Uferbildungen, welche an den meisten Seen erkannt wird, und sich am auffälligsten in der Verbreitung des Röhrichts zeigt.

Ebenso verdienen erhöhte Beachtung die vom Ufer in die Seefläche vordringenden Querhaken. Deren Wachstum steht in Beziehung zu den Driftströmungen des Wassers und damit zu der geologischen Geschichte der fortschreitenden Ausfüllung und Gliederung des Seebeckens, wie zur Verteilung der Wärme und der im Wasser gelösten Mengen und Arten der Salze und Gase, welche wieder von entscheidendem Einflusse auf Art und Menge des organischen Lebens, somit von biologischer und wirtschaftlicher Bedeutung sind. Es ist empfehlenswert, die Lage der Haken am Ufer auf der Karte zu markieren und deren Richtung und Gestalt durch Photographie, Handzeichnung oder Worte darzustellen.

#### 6. Die auf die

#### **Entstehung, Abschließung und bisherige teilweise Ausfüllung des Seebeckens erkennbaren Tatsachen**

müssen selbstredend bei jeder Seenforschung nach den bekannten und bewährten geologischen Methoden ermittelt werden. Andere, z. B. tiergeographische Schlüsse (wie etwa auf Reliktenfaunen und dergl.) sind nur in soweit zulässig, als sie geologisch feststehenden Tatsachen nicht widersprechen. Andererseits sind feststehende pflanzen- und tiergeographische Tatsachen, z. B. über Einwandern oder Verschwinden von Formen (*Dreissensia*, *Elodea*, *Trapa* u. s. w.) auch geologisch von Bedeutung. Für die Geschichte des Sees,

welche zumeist in Zeiten erheblich höherer Wasserstände zurückreicht, ist die Verfolgung und Unterscheidung der höheren Terrassen nach ihren drei Haupttypen (fortlaufendes Ufer eines geschlossenen Sees, eines einst vom Eise geschlossen gewesenen Stausees oder eines fließenden Gewässers) entscheidend. Für die Bestimmung des Alters einer Terrasse kann neben deren Höhenlage und Beziehung zu benachbarten Gesteinen auch das Vorkommen oder Fehlen von Humus und Kalk Aufschlüsse geben.

---

Der allgemeine Gang der Seenuntersuchung wäre also folgender:

- A) Nachfrage im Archiv, ob unter »Geologischen Nachrichten« oder im »Seen-Archiv« Beobachtungsmaterial liegt?
- B) Desgleichen in der Literatur.
- C) Desgleichen im Felde bei den Interessenten und Umwohnern des Sees, mit scharf kritischer Sonderung der Angaben.
- D) Geologische Kartierung der Umgebung des Sees, mit gleichzeitiger Berücksichtigung derjenigen unter 1—6 aufgezählten Punkte, welche vom Lande her erledigt werden können, sowie mit Auswahl der geeignetsten Profillinien.
- E) Ablotung (ohne Aufenthalt durch Nebenarbeiten) der Profile von der Bootstelle aus im Zickzack bis zum Ende des Sees oder bis zu der für die Tagesleistung geeigneten Stelle.
- F) An den Endpunkten jeder Profillinie kurze Ruhepausen zur Ergänzung der Niederschriften, Erledigung derjenigen unter 1—6 aufgezählten Punkte, welche vom Boote aus an dieser Stelle verfolgt werden können, und kurze, verschieden gerichtete Vorstöße zur Klärung der dortigen Uferregion nach Tiefe, Untergrund und Pflanzenbestand.
- G) Am Ende des Sees Ergänzung der Niederschriften; Nachdenken über die etwaigen Lücken oder Unsicherheiten der bisherigen Beobachtungen. Während der Rückfahrt zur Bootsstelle Ausfüllung dieser Lücken durch weitläufige

- Profillinien, sowie Gebrauch des Wurfhakens als Schlepper, des Grundschöpfers, des Ventillotes, der Scheibe und Farbenskala, Ergänzung und Berichtigung der Darstellung des Röhrichts und eventuell der Grenze der Schwimmpflanzen; Sicherung des Verlaufs des oder der Scharberge.
- H) Vorläufige Verpackung der etwa genommenen Proben.
- I) Im Quartier Reinigung und Trocknung der Geräte; weitere Verpackung, eventuell Untersuchung der gewonnenen Proben.
- K) Genaue Einzeichnung der Profillinien und der Lotpunkte nach Ausgleichung der durch Ruderschläge bestimmten Entfernungen an der Hand der durch die Kontrollbeobachtungen des Winkelprismas aus der Karte mit dem Zirkel zu entnehmenden Maße.
- L) An der Hand dieser ausgeglichenen Profillinien Einzeichnung der verbesserten Isobathen und der Hauptpflanzenregionen. Die Profillinien werden auch in der Reinzeichnung wiedergegeben.
- M) Erläuternder Bericht über alle beobachteten und sonst sicher festgestellten Verhältnisse des Sees, sowie der Tabellen über Lotungen u. s. w. .
- N) Verteilung der etwa gesammelten Proben an Chemiker und biologische Spezialisten.

---

Die auf vorstehenden Seiten gegebenen Vorschläge umfassen nur die einfachsten Untersuchungen, deren Ausführung für jeden See erwünscht sein würde. Weitergehende Forschungen über Plankton, über Chemie und Physik des Wassers, insbesondere über die wichtigen, aber sehr verwickelten thermischen Erscheinungen und viele, viele wissenschaftlich und wirtschaftlich bedeutende Fragen erfolgt nach später zu gebender Anleitung nur in einzelnen, besonders begründeten Fällen. Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft ist für die meisten der hier nicht erörterten Fragen, wegen ihres gegenseitigen Zusammenhanges, die allseitige, gründliche und jahrelange Untersuchung weniger

Seen einer etwaigen flüchtigen Untersuchung sehr zahlreicher Seen vorzuziehen. Für wirtschaftliche Fragen, insbesondere der Fischereipraxis, werden Plankton, Physik und Chemie des Wassers, sowie Bestimmung der mit bloßem Auge sichtbaren Lebewelt als Sonderuntersuchung des betreffenden Sees (nach Analogie der Sonderuntersuchung von Gütern) im Einzelfalle nicht zu entbehren sein.

---