Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1937)

Artikel: Der Amsoldingersee
Autor: Büren, G. v.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319388

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

G. v. Büren

Der Amsoldingersee

(Arbeit aus dem Botanischen Institut Bern.)
(Mit einem Beitrag aus dem Eduard Fischer Fonds gedruckt.)

Vorwort

Die im folgenden niedergelegten physiographischen, hydrochemischen und biologischen Untersuchungen über den Amsoldingersee, bilden einen weiteren Beitrag zur monographischen Bearbeitung der kleinen Seen des bernischen Mittel- und Voralpenlandes. Während der über mehrere Jahre sich erstreckenden Untersuchungen, ist der biologisch und chemisch bedingten Schichtung des Seewassers im Jahreszyklus besondere Aufmerksamkeit geschenkt worden, weil die Kenntnis der Stratifikationsart möglichst zahlreicher Faktoren den besten Einblick in den Stoffkreislauf eines Gewässers gewährt, wodurch auch sein Trophiegrad, sowie seine produktionsbiologischen Eigenschaften erfasst werden. Da der Stoffhaushalt kleiner, eutropher schweizerischer Gewässer im allgemeinen noch recht wenig bekannt ist, erschien es mir wertvoll, die Untersuchungen besonders nach dieser Richtung zu fördern. Im übrigen habe ich versucht, sie möglichst vielseitig und umfassend zu gestalten, soweit die mit zunehmender Entfernung naturgemäss sich steigernden Schwierigkeiten dies erlauben, auch setzte die Abhängigkeit von Witterung und beruflicher Inanspruchnahme mehr oder weniger enge Grenzen. Das Tatsachenmaterial zur vorliegenden Arbeit ist im Lauf von vier Jahren (November 1933 bis Dezember 1937) in 47 Untersuchungen gesammelt worden, deren Daten aus den Tabellen, Kurventafeln, sowie den Zusammenstellungen in den biologischen Kapiteln ersichtlich ist.

Die Durchführung meiner Untersuchungen wurde durch das verständnisvolle Entgegenkommen der Besitzerin des Amsoldinger-

Amsoldinger- und Uebeschisee aus 400—500 m Höhe nach Nordwesten hin gesehen

Aufgenommen am 5. April 1937. Luftbild „Alpar Bern"

Amsoldingersee.
Blick gegen SW mit dem Stockhorn im Hintergrund.
(Phot. v. Büren am 20. Juni 1936)

Insel am SW-Ufer des Amsoldingersees.
Die Bäume hier, Erlen, Eschen, Birken und Silberpappel, namentlich die letztere, sind der zeitweilige Standplatz von Fischreiher und Kormoran.
(Phot. v. Büren am 3. Januar 1935)

sees, Frau E. von Meuron-von Tscharner, ermöglicht und sehr gefördert, wofür ich ihr hier meinen aufrichtigen Dank sage.

Wir Naturforscher und Naturfreunde sind der Besitzerin ausserordentlich dankbar für die Bewahrung des Sees in seinem ursprünglichen Zustand, wo der Pflanze und dem Tier ein ungestörter Lebensraum erhalten bleibt. Ausserdem möchte ich nicht unterlassen, an dieser Stelle auch Herrn G. Schorer, langjährigem Gärtner am Schloss Amsoldingen, meinen herzlichen Dank zu sagen für seine stete grosse Hilfsbereitschaft, sowie für die zahlreichen mir mitgeteilten Auskünfte und Beobachtungen betreffend den See. Auch meiner lieben Frau danke ich für ihre stete, treue Mithilfe bei meinen Arbeiten.

I. Physiographisches

1. Das Seebecken, seine Lage, Morphometrie und Hydrologie

Der Amsoldingersee liegt südwestlich der Thuner-Allmend, in jener typischen Moränenlandschaft[1]) zwischen Aare-, Gürbe- und Stockental, die sich von Amsoldingen[2]) bis gegen die Quertalung von Seftigen erstreckt. Seine geographische Lage ist zwischen 46° 43' 15" bis 46° 43' 45" nördlicher Breite und 5° 14' 07" bis 5° 14' 49" östlicher Länge (von Paris) in einer Höhe von 643,8 m über Meer. Das Seebecken stellt eine in nordwest-südöstlicher Richtung gestreckte Wanne dar von 1080 m[3]) grösster Länge und 352 m mittlerer Breite. Das schmale NW-Ende des Sees ist nur 170 m breit, im SO-Teil erbreitert er sich auf 500 m. Am SO-Ende hat er eine Breite von zirka 350 m. Das beigegebene Flug-

---

[1]) Die morphologische und geologische Beschreibung dieser Moränenlandschaft finden wir bei Beck (4 u. 5), Desor (11, p. 8/9) und Nussbaum (37, p. 80/81); ihre kartographisch-geologische Darstellung in der geologischen Karte Thun-Stockhorn von P. Beck und Ed. Gerber.

[2]) Umfassende historische Notizen über die Ortschaft Amsoldingen finden sich bei Jahn (22, p. 81—86). Vergleiche auch Fritz Kasser (23) „Aus der tausendjährigen Geschichte Amsoldingens". — Neue Berner Zeitung, Nr. 201 vom 28. August 1937.

[3]) Sämtliche Zahlenwerte die Morphologie des Amsoldingersees betreffend verdanke ich der Eidgenössischen Landestopographie, ebenso die Profile und den Lotungsplan. Herrn Ingenieur Tank sei an dieser Stelle für die Durcharbeitung und Ueberprüfung des Zahlenmaterials bestens gedankt.

bild gibt über die Topographie des Sees, sowie der ihn umgebenden Landschaft eine ausgezeichnete Orientierung.

Im Jahre 1893 hat Ingenieur Hörnlimann den See ausgelotet (72 Lotungen), wobei ungefähr in der Mitte des Sees ein Becken mit der maximalen Tiefe von 13,9 m, und ausserdem im südöstlichen Teil ein annähernd gleich tiefes von 13,1 m, festgestellt wurde. Ueber die Konfiguration des Seebeckens, sowie die Tiefenverhältnisse in den verschiedenen Partien des Sees geben der Lotungsplan, die beiden Querprofile, sowie das Längsprofil genauen Aufschluss. Die etwa 3000 m lange Uferlinie umschliesst eine Wasserfläche von 380 000 m^2 und eine Gesamtwassermasse von 2 600 000 m^3. Aus diesen beiden letzteren Zahlenwerten errechnet sich eine mittlere Tiefe von 6,8 m *) (Volumen des Sees dividiert durch das Areal seiner Oberfläche). Die mittlere Tiefe ist in biologischer Hinsicht sehr bedeutsam, weil sie ausschlaggebend ist für die Zugehörigkeit des Sees zum oligo- oder eutrophen Typus. Nach dem heutigen Stand der Seetypenlehre ist in unseren Breiten der morphometrische Grenzwert bei 17,5 m.[4]) Das heisst, ein See von 18,5 und mehr Meter mittlerer Tiefe gehört dem oligotrophen, ein solcher von 16,5 und weniger Meter mittlerer Tiefe dem eutrophen Typus an.

Diesen morphometrischen Grenzwert hat Thienemann auf Grund zahlreicher Studien an norddeutschen Seen festgestellt.

Es muss aber hier doch darauf hingewiesen werden, dass es auch zahlreiche Gewässer gibt, deren mittlere Tiefe 17 m erheblich überschreiten, und deren Sauerstoffhaushalt dennoch durchaus mit demjenigen des eutrophen Seetypus übereinstimmen, also während der Sommerstagnation in der Tiefe völligen oder doch nahezu völligen Sauerstoffschwund aufweisen.

Nach der Untersuchung von Güntert (18) herrscht im Tiefenwasser (35 bis 45 m) des Hallwylersees (mittlere Tiefe 21 m) dauernd O^2-Mangel unter 25 % der Sättigung. Im Murtensee mit einer mittleren Tiefe von 25 m hat Frl. O. Rivier (47) festgestellt, dass von August oder September bis Mitte Dezember das Seewasser in einer Tiefe von 40 m ebenfalls sehr sauerstoffarm ist, nur bis 15 % der Sättigung. Im Baldeggersee (mittlere Tiefe von 34 m) sind hinsichtlich der Sauerstoffverhältnisse in der Tiefe aus biologischen Gründen ähnliche Verhältnisse zu vermuten. Bei den genannten Beispie-

*) Für meine Arbeit über den Gerzensee wurde mir leider irrtümlicherweise als mittlere Seetiefe 1,7 m angegeben. Die mittlere Tiefe des Gerzensees ist 5,5 m.

[4]) Ein diesem morphologischen Grenzwert sehr nahe kommendes Gewässer ist der Pfäffikonersee (Kt. Zürich) mit einer mittleren Tiefe von 18 Meter.

len entspricht also der Seetypus nicht mehr den morphometrischen Verhältnissen des Beckens, und zwar ist diese Unstimmigkeit nicht etwa auf klimatische Ursachen zurückzuführen, sondern sie ist die Folge einer künstlichen Eutrophierung.

Beim Hallwylersee speziell liegen die Verhältnisse so, dass dort die Verschmutzung einzelner Zuflussbäche stark zugenommen hatte. Infolge der sich in diesem See sehr langsam vollziehenden Wassererneuerung konnten die Abwässer nicht mehr genügend verdünnt und rasch genug mineralisiert werden. Dies hatte zur Folge, dass in wenigen Jahrzehnten der ursprüngliche Charakter des Sees stark beeinflusst und sogar verändert worden ist. Brutschy, A. und Güntert, A. (9).

Besonders dieses letztere Beispiel zeigt, dass die gesetzmässigen Zusammenhänge, die zwischen Beckenbau und Eutrophierungsgrad vorhanden sind, nur unter durchaus natürlichen Bedingungen zurecht bestehen. Es wird daher immer nötig sein, den Stoffkreislauf und die Biologie eines Sees zu kennen, um ihn mit Sicherheit dem einen oder andern Typus zuweisen zu können. Auf Grund morphometrischer Verhältnisse allein, wird dies nicht möglich sein. Vergleiche zu diesen Ausführungen auch die Auseinandersetzungen von R. Monti (34) und E. Pelloni (42), betreffend den oligotrophen Typus der südalpinen Seen.

Wichtig sind auch, namentlich für das Verständnis der Sauerstoffschichtung, sowie auch den gesamten Stoffkreislauf des Sees, die in der folgenden Tabelle aufgeführten Arealgrössen der Isobathenflächen, hier in Tiefenstufen von durchschnittlich 2,5 m zusammengestellt, sowie die Volumenwerte zwischen denselben, nebst ihrem prozentualen Anteil am Gesamtseevolumen.

Areal der Isobathen Flächen m²		Volumen m³		Volumen in % des Gesamtvolumens
0 m	380 000	0 — 2,3 m	820 000	31,5 %
2,3 m	305 000	2,3 — 4,8 m	670 000	25,8 %
4,8 m	249 000	4,8 — 7,3 m	530 000	20,4 %
7,3 m	194 000	7,3 — 9,8 m	370 000	14,2 %
9,8 m	118 000	9,8 — 12,3 m	180 000	6,9 %
12,3 m	42 000	12,3 — 13,9 m	30 000	1,2 %
		Gesamtvolumen	2 600 000	100 %

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass im Amsoldingersee das Volumen der produktiven Oberflächen-Schichten (Epilimnion) bedeutend grösser ist, als dasjenige der Tiefenschichten (Hypolimnion), in welchem sich die Auflösungs- und Zersetzungsvorgänge vollziehen (Vol. E > Vol. H).

Wie sich im einzelnen die Morphometrie eines Seebeckens auf

seine chemisch-biologischen Verhältnisse auswirkt, werden wir bei der Behandlung des Sauerstoffes näher zu erörtern haben.

Die im allgemeinen gut ausgebildete Uferbank ist von sehr wechselnder Breite und Konfiguration. An gewissen Stellen beträgt die Wassertiefe schon in 4—6 m Entfernung vom Ufer 1 m, um dann seewärts rasch zuzunehmen, während über einer breiten Scharbank diese noch in weit grösserer Uferentfernung kaum 1 m erreicht. Aber fast überall, wo natürliche Verhältnisse vorliegen, ist der Uferrand dieses Gewässers so steil und plötzlich, durchschnittlich zirka 30—50 cm hoch, dass man ohne Schwierigkeiten mit dem Boot an demselben anlegen kann. Der steile Uferrand ist meiner Ansicht nach, neben gewissen biologischen Faktoren, die später noch berührt werden sollen, der Hauptgrund, weshalb die Verlandung anscheinend seit langer Zeit, und gegenwärtig noch sehr langsam fortschreitet. In dieser Hinsicht habe ich am Gerzensee sehr ähnliche Verhältnisse angetroffen. Die Gliederung der Ufer ist gering, sie beträgt 1,37. Sie verläuft fast geradlinig, nur am Südwest-Ufer sind zwei Landvorsprünge. Der im südöstlichen Teil des Sees gelegene Vorsprung ist, nach der geologischen Karte Thun - Stockhorn von Beck und Gerber zu urteilen, durch einen Bachschuttkegel gebildet worden. Die ungefähr in der Mitte dieses Ufers gelegene, schmale und flache Landzunge springt etwa 150 m in den See vor. Sie liegt grösstenteils unter dem Wasserspiegel, nur am seewärtsgelegenen Ende ist sie etwas höher und ragt als kleine, von einigen hohen Bäumen und Strauchwerk bestandene Insel aus der Wasserfläche hervor. (Vergl. Tafel.) Südlich dieser Insel befindet sich ein grosser erratischer Block (Malmkalk), der ungefähr einen Meter unter der Wasseroberfläche liegt und auch dauernd untergetaucht bleibt, da die maximalen Seespiegelschwankungen diesen Betrag niemals erreichen. Es ist schwierig, die genaue Grösse dieses Blockes festzustellen, aber nach dem, was ich ermitteln konnte, dürften die Masse zirka $6 \times 5 \times 3{,}5$ m sein, was sein Volumen auf etwa 100 m^3 zu schätzen erlaubt. Auf dem gegenüberliegenden NO-Ufer sind drei kleine, nur wenige Quadratmeter messende, künstlich angelegte Inselchen vorhanden. Ebenfalls künstlich ist der hier befindliche, an seinen beiden Enden 12, respektive 6 und an seiner weitesten Stelle zirka 20 m breite, flache Wassergraben, der vom See aus bogenförmig in den Schlosspark

hineingreift. Am Grunde dieses Grabens hat sich in einer Wassertiefe von maximal 0,70 bis 1,00 m eine mächtige Laubgyttia angesammelt, die vom herbstlichen Blätterfall der Parkbäume herrührt. [5])

Der grösstenteils von Sumpfwiesen umgebene See liegt, wie bereits erwähnt, in einer Moränenlandschaft, deren Entstehung hauptsächlich in die Zeit fällt, als der Aaregletscher sich gegen Westen, nach dem Gürbetal hin ausbreitete. (Würm-Eiszeit). Seiner Entstehung nach ist also der Amsoldingersee ein Moränensee.

Die im Süden des Sees gelegene, teilweise von Buchenhochwald bestockte Anhöhe, der „Berg", besteht dagegen aus liasischen Kalken. Dahinter, in zirka 2 km Entfernung vom Seegelände, erheben sich die steil aufragenden, in der unteren Partie dicht bewaldeten Abhänge der Stockhornkette, die das ganze Landschaftsbild machtvoll beherrschen. (Vergl. die Tafel.) Erwähnt sei noch der schmale, zirka 1000 m lange Molasserücken (Ralligsandstein), der sich nahe der nordwestlichen See-Ecke bei Rudismatt aus den diluvialen Ablagerungen erhebt und weiterhin zwischen Seebühl und Hambühl erstreckt.

Hydrographisch bildet der Amsoldingersee mit dem kleineren 500 m entfernten, nordwestlich gelegenen Uebeschisee [6]) (vergl. das Flugbild auf der Tafel) eine Einheit. Ihr Einzugsgebiet [7]) beträgt 4,48 km² und ist somit 8,48 mal grösser als die beiden Seeflächen, und 11,78 mal grösser als die Fläche des Amsoldingersees. Gespeist wird der See ausser durch direkte Niederschläge [8]) aus der Atmosphäre durch vier kleine Wasserläufe. Ausserdem erhält der See aus stark quelligem Moorgelände am Südostende ganz bedeutenden nicht messbaren Wasserzufluss.

[5]) Durch einfallendes und eingewehtes Laub wird das Wasser in chemischer Hinsicht mitunter wesentlich beeinflusst. Je nach der Laubart kann sich, wie v. Brandt (7, pag. 77—79) auch experimentell gezeigt hat, namentlich die sauerstoffzehrende Wirkung stark geltend machen.

[6]) Ich behalte mir vor, die chemisch-physikalischen und biologischen Verhältnisse des Uebeschisees später zu veröffentlichen, da gegenwärtig diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind.

[7]) Diese Angabe verdanke ich dem Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft.

[8]) Die jährliche Niederschlagsmenge für Amsoldingen beträgt 12 cm, für das NW gelegene Blumenstein in 661 m ü. M. zirka 14 cm, für Thun 92,7 cm.

Ebenso sind Grundquellen, die für die Erhaltung des Wasserspiegels sorgen, mehr als wahrscheinlich, worauf übrigens auch die tiefen Grundtemperaturen hinweisen.

Den Hauptzufluss bildet der vom Uebeschisee her fliessende, an der Nordwestecke des Sees mündende Bach. Er ist zirka 2 m breit, 0,30 m tief, und von sehr trägem Lauf, da die Niveaudifferenz zwischen den beiden Seen nur 0,10 m beträgt. Vorgenommene Messungen ergaben eine Wasserführung von zirka 60 Sekundenliter.

Die beiden von W und SW zufliessenden Rinnsale, sowie das an der SO-Ecke des Sees mündende Bächlein, haben im allgemeinen eine sehr geringe Wasserführung. Eine unweit der W-Ecke des Sees zutage tretende Quelle liefert zirka 20 Sekundenliter.

Der Ausfluss wird durch den Wahlenbach [9]) gebildet, der an der NO-Seite den See verlässt. Nachdem er den Schlosspark und das Dorf Amsoldingen, wo er ein Sägewerk treibt, durchflossen hat, wendet er sich nordwestwärts, um durch das Schmidtmoos gegen Buchshalden-Eichberg hinzuziehen, von wo an der Bach nun Ammetenbach heisst. Dieser Bach fliesst in der Gegend südlich Uttigen in den Glütschbach, der zirka 1 km weiter unten von links in die Aare mündet. Vom See bis zur Mündung in die Aare sind zirka 11 km. Beim Austritt aus dem Schlosspark, d. h. 200 m vom Seeufer entfernt, ist eine Schleuse in den Bach eingebaut, vermittelst welcher das Seeniveau reguliert werden kann.

Herr G. Schorer, der seit über drei Jahrzehnten diese Schleuse reguliert, teilte mir mit, dass der Wasserstand des Sees von den Niederschlägen stark beeinflusst ist; durch anhaltende Regengüsse kann er im Verlauf weniger Stunden um mehrere Zentimeter steigen. Der Seespiegel wird jedoch durch entsprechende Handhabung der Schleuse möglichst gleichmässig auf einem bestimmten Niveau gehalten, das durch eine Marke festgelegt ist. Dementsprechend sind auch die Wasserstandsschwankungen im allge-

[9]) Eine gelegentlich vorgenommene Messung der im Wahlenbach abfliessenden Wassermenge ergab zirka 0,111 m^3/Sec. Bei einem Seevolumen von 2 000 000 m^3 würde es also 207 Tage dauern, bis sich das Wasser des Sees total erneuert, d. h. bis das zufliessende das im See stehende Wasser verdrängt hat. Ein endgültiger Wert über die Gesamtwassererneuerung würde sich allerdings erst auf Grund von Messungen der Abflussmenge ergeben, die sich auf längere Zeiträume erstrecken.

meinen nur gering, so dass sie auf jeden Fall auch an den seichtesten Uferpartien keinen wesentlichen Einfluss auf die Vegetation ausüben. Ich habe jedesmal bei den Terminuntersuchungen, als auch bei den botanischen Exkursionen, die Seespiegelhöhe notiert und fand im Jahre 1933/34 eine Wasserstandsamplitude von 21 cm; im Jahre 1934/35 eine solche von nur 11 cm. Der ausserordentlich niederschlagsreiche Sommer 1936 verursachte vorübergehend einen besonders hohen Wasserstand, der aber die Höchststände der beiden Vorjahre nur um etwa 8 cm überschritten hat.

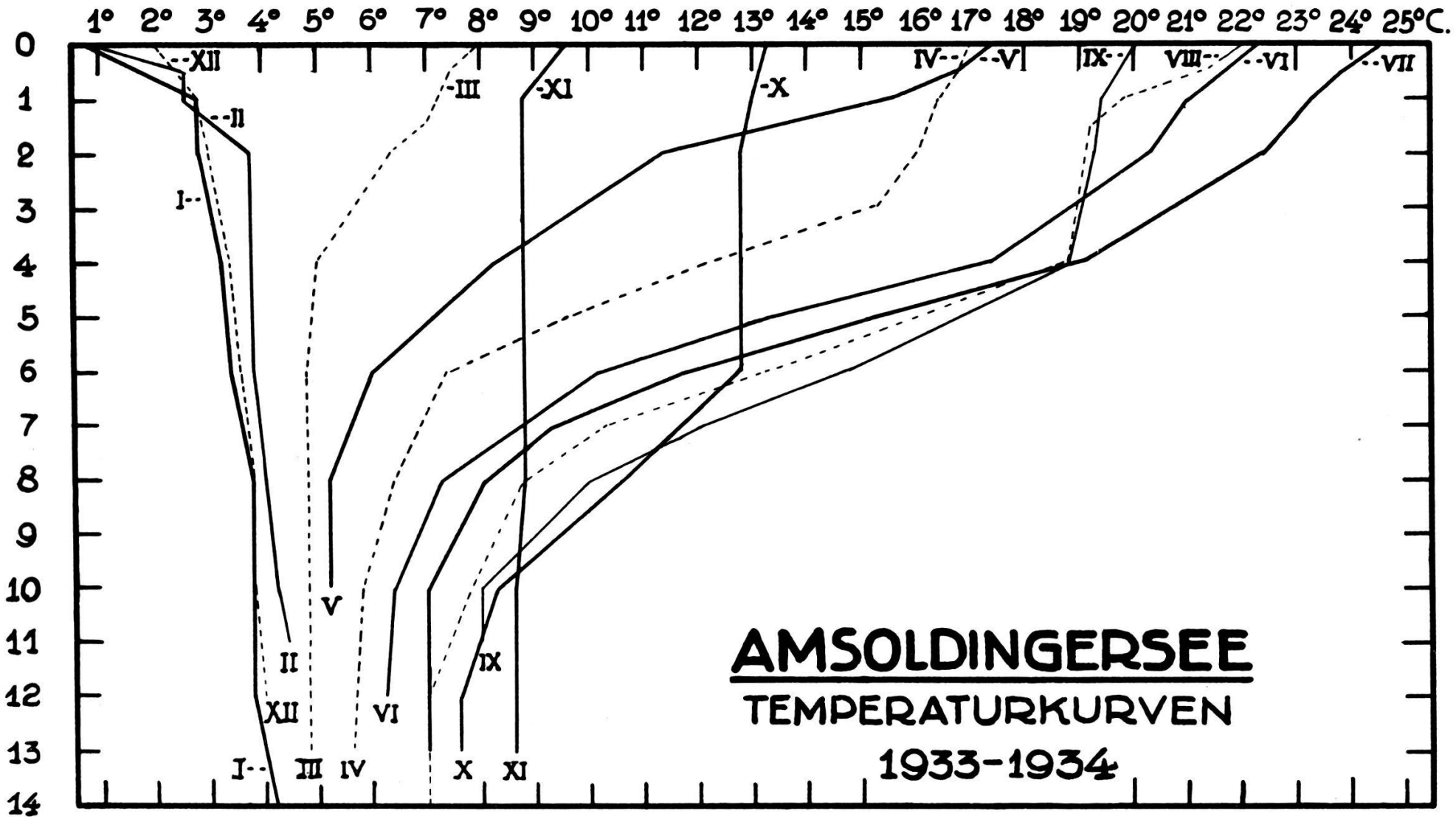
2. Die Temperaturmessungen

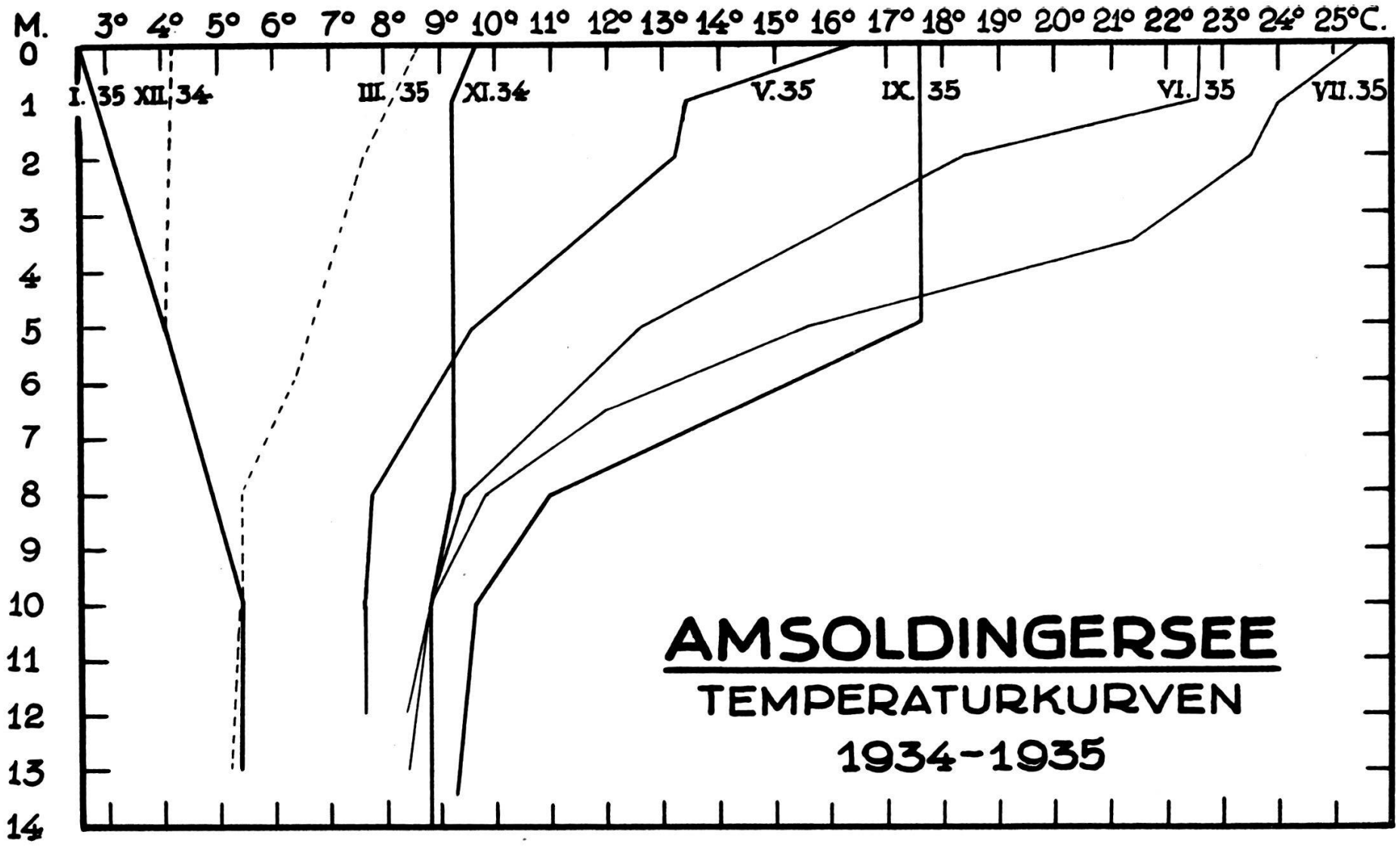
(Vergl. hierzu die beiden Kurventabellen)

Die Messungen sind vom 8. November 1933 bis zum November 1935 ganz regelmässig ausgeführt worden und im Jahre 1936/37 als Stichproben und Kontrollen weitergeführt. Die in Monatsabständen, in der Mitte des Sees über der tiefsten Stelle (13,9 m) genommenen Temperaturen vermitteln so einen recht vollständigen Einblick in den Wärmehaushalt des Amsoldingersees. Für alle Messungen wurde dasselbe Thermometer benutzt, und zwar ein Friedinger'sches Tiefenthermometer[10]) mit $^1/_5{}^0$ Teilung, das während der ganzen Beobachtungsdauer einwandfrei funktioniert hat. Im November 1933 bei Beginn der Untersuchungen, war das Seewasser fast vollständig homotherm, an der Oberfläche 9,3° C., am Grund 8,3° C., die Herbstvollzirkulation konnte also demnächst einsetzen. Diese war im Anfang des folgenden Monats (6. Dezember) nahezu vollzogen. Das zu dieser Zeit beginnende Frostwetter hatte zur Folge, dass der See um die Monatsmitte zufror. Eine Ende Dezember ausgeführte thermische Lotung liess erkennen, dass der grösste Teil der Wassermasse des Sees sich bereits unter 4° C. abgekühlt hatte und somit in den Zustand der Winterstagnation getreten war. Nur in der 2 m über dem Grund gelagerten Wasserschicht waren noch 4° C. zu registrieren.

Anfang Februar 1934 war eine ganz leichte Erwärmung der Oberflächenschicht (unter Eis) festzustellen, welche die Einleitung zur Winterteilzirkulation bedeutet. Die Winterteilzirkulation dauert so lange, bis der ganze See die Temperatur des Grund-

[10]) Das Instrument trägt die Nr. 1411 und ist vom Eidgenössischen Amt für Mass und Gewicht geprüft worden.


1° 2° 3° 4° 5° 6° 7° 8° 9° 10° 11° 12° 13° 14° 15° 16° 17° 18° 19° 20° 21° 22° 23° 24° 25°C.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
XII
II
I
III
XI
X
IV
V
IX
VIII
VI
VII
AMSOLDINGERSEE
TEMPERATURKURVEN
1933-1934


M.
3° 4° 5° 6° 7° 8° 9° 10° 11° 12° 13° 14° 15° 16° 17° 18° 19° 20° 21° 22° 23° 24° 25°C.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
I. 35
XII. 34
III. 35
XI. 34
V. 35
IX. 35
VI. 35
VII. 35
AMSOLDINGERSEE
TEMPERATURKURVEN
1934-1935

wassers angenommen hat. Es ist ein Vorgang, der sich eben so wie die nachfolgende Frühlingsvollzirkulation,[11]) meist rasch vollzieht und namentlich selten direkt beobachtet werden kann, weil meist zu dieser Zeit die Eisdecke nicht mehr gefahrlos betreten werden kann. Aus diesem Grunde konnte auch erst Ende März 1934 eine Temperaturmessung vorgenommen werden, als die Eisdecke ganz verschwunden und die Seemitte wieder mit dem Boot zugänglich geworden war. Die Erwärmung der Oberflächenschichten war damals schon bedeutend fortgeschritten, 8° C. an der Oberfläche, 5° C. in 4 m Tiefe. Der See befand sich wahrscheinlich schon seit Anfang des Monats in der Periode der sogenannten Sommerstagnation, diese dauert von der Erwärmung von 4° C. bis zum Jahresmaximum, und ist dadurch charakterisiert, dass das leichteste (wärmste) Wasser immer oben liegt.

Im weiteren Verlauf der Sommerstagnation war nun festzustellen, dass die Oberflächentemperaturen sehr rasch und intensiv zunahmen, um im Juli das Jahresoberflächenmaximum zu erreichen. Im Jahre 1934 registrierte ich am 20. Juli 24,3° C., es ist aber anzunehmen, dass z. B. nach einer Reihe warmer Sommertage diese Temperatur vorübergehend noch etwas überschritten werden kann. Dagegen ist es sehr auffallend, dass nur die 6 oberen Meter der Wasserschichten von der Erwärmung erfasst werden, während die unteren Wasserschichten sich erst sehr spät und nur verhältnismässig wenig erwärmen. Auf diese Verhältnisse werde ich weiter unten noch zurückzukommen haben.

Betreffs der Oberflächentemperaturen muss noch folgendes gesagt werden: Meinen Oberflächenthermometer lasse ich, an einem Schwimmer befestigt, etwas abseits vom Boot, auf der Wasseroberfläche treiben, wobei das Quecksilbergefäss einige cm eintaucht; es werden also nicht die Oberflächentemperaturen im strengen Sinne des Wortes registriert. Dies ist insofern wichtig, wenigstens zu erwähnen, weil Merz (30) durch feine, mit einer besonderen Apparatur ausgeführte Messungen gezeigt hat, dass besonders auf Seen, namentlich bei ruhigem Strahlungswetter, in den allerobersten Wasserschichten ein sehr grosser thermischer Gradient bestehen kann. Zum Beispiel kann es vorkommen, dass

[11]) Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass in milden Wintern diese beiden thermischen Phasen nur sehr schwach ausgeprägt sind, oder sogar ganz ausfallen können.

in den Mittagsstunden zwischen Oberfläche und 10 cm Tiefe ein Temperaturgefälle von 3° vorhanden ist, ja sogar in 3 und 5 cm Tiefe unter dem Wasserspiegel lassen sich relativ hohe Temperaturunterschiede nachweisen.

Solche subtile Untersuchungen über die Oberflächentemperaturen anzustellen, lagen für mich nicht im Bereich der Möglichkeit.

Die genaue Kenntnis der Oberflächentemperatur ist aber von besonderem wissenschaftlichem Interesse, da sie Erwärmung und Abkühlung der Luft über dem Gewässer vermittelt, ferner sicher auch für die Verdunstung von grosser Bedeutung ist.

Man muss sich davon Rechenschaft geben, dass es bedeutend einfacher ist, von Tiefentemperaturen genaue Angaben zu machen, als ebensolche von Oberflächentemperaturen.

Ende Juli begann die Periode der Sommerteilzirkulation (Abkühlung vom Jahresmaximum bis zur Temperatur des Grundes). Die Homothermie war Anfang November beinahe erreicht, an der Oberfläche 9,3° C., am Grund 8,1° C. Ende Dezember (27. XII.) war die Herbstvollzirkulation noch nicht ganz beendigt indem die tieferen Wasserschichten, zwischen 10 und 14 m noch eine Temperatur von 5,2° C. aufzuweisen hatte.

Diese Tiefenschichten haben sich auch im weiteren Verlauf des Winters 1935 nicht weiter abgekühlt, denn auch im Januar, als der See gefroren war, fand ich in 10 m Tiefe noch 5,2° C., selbst im März, zu einer Zeit als sich der See in der Sommerstagnationsperiode befand, war in 10 m abermals eine Temperatur von 5,2° C. und in 14 m eine solche von 5,1° C. festzustellen. Hieraus ist offenbar zu schliessen, dass die Herbstvollzirkulation ihr Ende nie ganz erreicht hat.

Die Sommerstagnation hat 1935 ungefähr den gleichen Verlauf genommen, wie im Jahr 1934. Als Oberflächenhöchsttemperatur konnte im Juli 25,2° C. notiert werden. Die Wärmeleitung nach der Tiefe hin war bereits im Mai etwas weiter fortgeschritten als im Vorjahr. Die Grundtemperatur hatte bereits in der zweiten Septemberhälfte 9,1° C. erreicht und hielt sich bis zur Homothermie Anfang November auf dieser Höhe.

Verfolgt man die einzelnen Temperaturkurven während der Sommerstagnation, so kann festgestellt werden, dass ihr Gefälle nach

dem Grunde hin durchaus kein gleichmässiges ist. Es gibt Schichten, in denen die Temperatur plötzlich stark ändert, man bezeichnet sie als Sprungschicht. Sie bezeichnet die Grenzen der täglichen Temperaturschwankungen, deren Tiefenlage hauptsächlich von der Tiefe des Eindringens der Sonnenstrahlung, zum Teil auch von der mechanischen Durchmischung des Wassers abhängt. Im übrigen sei auf die Schriften von THIENEMANN (55) und MINDER (31), in welchen die Ursache und Entstehung dieser thermischen Merkwürdigkeit in vorzüglicher, eingehender Weise behandelt ist, verwiesen. Die Sprungschicht hat eine wechselnde Mächtigkeit, und geht in die umgebenden Schichten über. Ihre Lage kann am besten durch die Thermokline bestimmt werden, das ist jener Punkt in der Temperaturkurve, der durch das numerische Maximum der sehr kleinen Temperatur- und Tiefenänderung $\frac{dt}{dm}$ gekennzeichnet ist. Die über und unter der Thermokline liegenden Wasserschichten, deren Dimensionen nur annähernd angegeben werden können, stellen die eigentliche Sprungschicht dar.

Wir haben für die Kurven, die sich aus den Temperaturbeobachtungen des Sommers 1934 auf dem Amsoldingersee ergeben haben, die Quotienten $\frac{dt}{dm}$, d. h. das Temperaturgefälle pro Meter ausgerechnet. Bereits im April war zwischen 1 und 2 m Tiefe eine ausgeprägte Thermokline festzustellen. Von Mai bis Juli finden wir sie zwischen 4 und 5 m, im August und September in 6 bis 6,5 m. Im Oktober ist die Thermokline schwach ausgeprägt, aber immerhin in einer Tiefe von 9 m noch deutlich nachweisbar. Dagegen ist sie im November nach erfolgter Herbstvollzirkulation, vollständig verschwunden. Die Thermokline wandert also mit fortschreitender Jahreszeit in die Tiefe, eine Tatsache, die für die Erscheinung der thermischen Sprungschicht gut bekannt ist. Im Amsoldingersee ist somit eine thermische Sprungschicht vorhanden. Auch in dem von mir in den Jahren 1933—1935 untersuchten Gerzensee[12]) (maximale Tiefe 10 m) konnte ebenfalls von April bis Oktober eine solche festgestellt werden, ein Beweis, dass also auch in wenig tiefen Gewässern eine Sprungschicht ausgebildet sein kann.

---

[12]) In meiner Publikation über den Gerzensee habe ich diese Erscheinung nicht behandelt.

Tiefentemperaturen der verschiedenen Jahre im Amsoldingersee

Monat	1933	1934	1935	1936	1937
Januar	—	4,1	5,1	—	—
Februar	—	—	—	—	—
März	—	—	5,1	4,4	—
April	—	—	—	—	—
Mai	—	5,3	7,3	—	—
Juni	—	6,1	8,2	7,2	6,4
Juli	—	7,0	8,4	7,3	7,1
August	—	7,0	—	—	—
September	—	7,3	9,1	8,1	7,3
Oktober	—	7,4	—	—	—
November	8,3	8,1	9,1	8,4	8,1
Dezember	5,0	5,2	—	—	5,0

Was unter den thermischen Verhältnissen des Amsoldingersees am meisten auffällt, ist die Tatsache, dass die Grundtemperaturen trotz seiner geringen Tiefe relativ niedrige sind.

Aus der beigegebenen Tabelle geht hervor, dass die Höchsttemperaturen am Seegrund erst im November erreicht werden. Im etwas weniger tiefen Gerzensee war dies bereits im Oktober der Fall. Sowohl im Amsoldinger- als auch im Gerzensee habe ich die Beobachtung gemacht, dass sich die Seetiefe in den verschiedenen Jahren verschieden stark erwärmt. Auch THIENEMANN (55, p. 264 und 266) konnte ähnliches im Schalkenmehrener Maar in der Eifel feststellen. Jedes Jahr hat seine klimatischen Besonderheiten und ich halte es deshalb für durchaus wahrscheinlich, dass diese von Jahr zu Jahr etwas verschiedene Erwärmung der Tiefe namentlich mit den zur Zeit der beginnenden Sommerstagnation herrschenden Witterungsverhältnissen in Zusammenhang gebracht werden kann. Herrscht nämlich zu dieser Zeit ruhiges, warmes Wetter, so wird sich rasch eine scharfe, thermische Schichtung mit einer entsprechenden Tiefenausdehnung im Oberflächenwasser herausbilden, welche die Durchmischung in den darunterliegenden Wasserschichten verzögert. Während eines schlechten, kalten, windigen Frühjahres dagegen wird sich eine ausgesprochene thermische Schichtung zu Anfang der Stagnationsperiode nicht ausbilden. Geringe Temperaturunterschiede zwischen oberen und unteren Wasserschichten bedingen aber eine entsprechend geringe

Stabilität des gesamten Seewassers gegenüber mechanischen Einflüssen, was eine Durchmischung befördert.

Die jährlichen Temperaturschwankungen verschiedener Tiefen im Amsoldingersee sind die folgenden:

1	m	=	16,8 — 14,3°
5	m	=	13,3 — 13,9°
8	m	=	6,9 — 7,0°
10	m	=	4,9 — 4,1°
13,9	m	=	4,2 — 4,0°

Als hauptsächliche Ursache der langsamen und relativ geringen Erwärmung der tieferen Wasserschichten dieses Sees möchte ich also die geringe Wasserdurchmischung durch den Wind verantwortlich machen. In wiefern ausserdem auch etwaige Grundwasseraufstösse hier die Tiefentemperaturen zu beeinflussen vermögen, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben.

Stichprobenweise habe ich Vergleichsmessungen zwischen den Wassertemperaturen des Pelagials und der Uferzone, speziell am sonnenexponierten Nordost-Ufer durchgeführt. Das Wasser war natürlich am Litoral zuweilen um einige Grade wärmer als im offenen Wasser. Jedoch können sich hier die erhöhten Temperaturen kaum weitgehend in biologischer Hinsicht auswirken. In Seen dagegen mit üppig ausgebildeten Wasserwiesen (Hydrophyten) konnte WESENBERG-LUND (64) nachweisen, dass an den südexponierten Ufern infolge der erhöhten Temperaturen die Vegetationsperiode der Wasserpflanzen eine 2—3 Wochen längere ist, was sich auf den Verlandungsprozess in der Weise auswirken kann, dass er hier, gegenüber anderen weniger günstig exponierten Uferpartien, Vorsprung gewinnt.

3. Die Eisverhältnisse

Der Amsoldingersee friert fast jedes Jahr zu,[13]) aber in milden Wintern bleibt die Eisdecke so dünn, dass sie nicht oder nur vorübergehend betreten werden kann. Die Eisbildung beginnt in der Regel in dem südöstlichen mit breiter Uferbank versehenen Teil des Sees. Der zwischen NW-Ecke und Abfluss gelegene

[13]) Die mittlere Jahrestemperatur von Amsoldingen ist 7,7° C., die von Thun und Bern 8,1° C. Diese Angaben verdanke ich der Eidgenössischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich.

Seeteil dagegen schliesst sich meist zuletzt, da offenbar hier eine, wenn auch fast unmerkliche Durchflutung zwischen Hauptzufluss und Abfluss bestehen muss.

Die Beschaffenheit des Eises ist, je nach den äussern Umständen, unter denen seine Bildung stattgefunden hat, eine sehr verschiedene. Nur selten ist es glasklar, meist aber von mehr oder weniger zahlreichen Luftblasen erfüllt. Namentlich über den flachen Uferpartien enthält das Eis oft besonders grosse Gasblasen. Sticht man diese an, so entweicht ein brennbares Gas, das entzündet, eine heisse Flamme erzeugt. Es handelt sich hier um Methan (CH_4) und Wasserstoff (H), welches bei der Cellulosegärung entsteht, die sich auf dem Schlamm unter Luftabschluss am Grunde des Gewässers vollzieht. Sehr oft hat man Gelegenheit, das Emporquirlen dieser Gase zu beobachten.

Das Material zu diesem Gärungsvorgang liefern zum grossen Teil die aus der Uferregion stammenden, nach dem Absterben niedersinkenden Vegetationsorgane der höheren Pflanzen, zum Teil auch sedimentierte Phytoplankton-Organismen, die ebenfalls eine celluloseähnliche Membran haben.

Beim Prozess der Cellulosegärung sind Mikroorganismen wirksam, nach KOLKWITZ (24, p. 121) speziell der *Bazillus cellulosae methanicus*. Dieser Bazillus bildet leicht gekrümmte Stäbchen, die wenn sie zur Sporenbildung schreiten, ein trommelschlägelähnliches Aussehen bekommen. Das Produkt der Cellulosegärung ist namentlich Kohlensäure, Methan und Wasserstoff, daneben entstehen auch Fettsäuren. Beiläufig sei darauf hingewiesen, dass dieser hier beschriebene Vorgang sich auch in einem ganz anderen Lebenskreis, nämlich im Darm der Wiederkäuer, vollzieht.

Ueber die strukturellen Verhältnisse des Eises ist noch folgendes zu sagen:

Frisch gebildetes See-Eis hat eine homogene Beschaffenheit und einen muscheligen Bruch. Unter dem Einfluss der Atmosphärilien treten aber sehr bald Veränderungen auf. Zunächst bilden sich feine senkrecht zur Oberfläche laufende Haarrisse, die dazu führen, dass die Eisplatte in Bündel durchsichtiger Stäbchen zerlegt wird. Indem sich der Zusammenhang zwischen den einzelnen Stäbchen mehr und mehr lockert, wird das Eis morsch. Ein solches Eisfeld kann durch Regen oder Föhnwind in kürzester Frist dem völligen Zerfall entgegengeführt werden.

Auf dem Amsoldingersee wurde früher Eis gesägt, heute hat man diese „Industrie" ganz aufgegeben. Die Gewinnung von Natureis, eine übrigens nicht ganz ungefährliche Arbeit, lohnt sich nicht mehr recht seitdem mit den bedeutend verbesserten Kältemaschinen relativ billiges Kunsteis hergestellt werden kann.

Im folgenden sei hier noch einiges über die jeweilige Dauer der Eisbildung während der Zeit meiner Untersuchungen mitgeteilt.

Im Winter 1933/34 setzte Anfang Dezember eine Kälteperiode ein, so dass der See am 15. Dezember zugefroren war. Die zuerst dünne, nur wenige Zentimeter messende Eisdecke wurde rasch dicker und am 27. Dezember war sie auf 16,5 cm angewachsen. Am 13. Januar 1934 trat etwas milderes Wetter ein, vom 20./21. Januar wütete ein Föhnsturm, so dass am 22. Januar der See über den flachen Uferpartien wiederum eisfrei war. Doch am 24. Januar schloss sich die Eisdecke wieder vollständig. Am 5. Februar war die Dicke des Eises (in der Seemitte) auf 20 cm angewachsen. In den der Oberfläche zugekehrten 10 cm waren aber bereits die oben beschriebenen Strukturveränderungen eingetreten. Doch erst Ende März verschwand die Eisdecke vollständig; am 26. März waren die Uferpartien in 5—10 m Breite offen, am 29. schwammen noch grosse Eisplatten auf dem See und am Morgen des 31. war er eisfrei. Der Eisverschluss hatte in diesem Winter zirka 98 Tage (14 Wochen) gedauert.

Mit einem Monatstemperaturmittel[14]) von — 4,2° C. steht der Dezember 1933 weit unter allen entsprechenden Monaten der letzten 15 Jahre. Auch der Januar 1934 mit einem Monatsmittel von — 1,2° C. bleibt unter dem Durchschnittswert der letzten 10 Jahre.

Im Winter 1934/35 war der Dezember relativ mild, er weist mit 4,0°C. das höchste Monatsmittel der entsprechenden 15 Jahre auf. Erst um die Jahreswende wurde es kälter und die erste Eisdecke bildete sich in der Nacht vom 2./3. Januar 1935. Das Januar Monatsmittel war — 2,2° C. Am Nachmittag des 3. Januar hatte ich bereits grosse Mühe mit dem Boot die glasklare erst 5—6 mm dicke Eisplatte zu durchstossen, um für meine Untersuchungen zur Seemitte vorzudringen. Der ganze SO-Teil des Sees war

[14]) Das hier benutzte meteorologische Zahlenmaterial bezieht sich auf Bern. Es wurde mir in verdankenswerter Weise vom Meteorologischen Observatorium der Universität Bern zur Verfügung gestellt.

schon übereist, während die NW-Hälfte grösstenteils noch offen war. Am 23. Januar hatte das Eis eine Dicke von 14,5 cm erreicht. Die letzten Reste der Eisbedeckung waren am 23. März verschwunden. In diesem Winter war der See ungefähr 78 Tage unter Eis gewesen. Entsprechend dem milden, eigenartigen Charakter des Winters 1935/36[15]) war auch die Vereisung des Amsoldingersees nur eine zeitweilige, und mehrfach unterbrochene. In der Nacht vom 18./19. Dezember 1935 überzog sich der See auf seiner ganzen Oberfläche mit einer dünnen Eisschicht, die jedoch infolge von Föhnlage am Abend des 19. wieder fast verschwunden war. Am 20. trat eine abermalige Uebereisung ein, so dass vom 25. Dezember 1935 bis zum 2. Januar 1936 das Eisfeld betreten werden konnte. Die ausserordentlich milde Witterung des Januar 1936 machte den See sehr bald wieder eisfrei. Erst in der zweiten Februarwoche trat nochmals eine nur wenige Tage dauernde Eisbedeckung ein. Auch im Winter 1936/37 war wiederum entsprechend der kurzen und wenig intensiven Frostperioden[16]), die Eisbedeckung nur von kurzer Dauer. In der ersten Januarhälfte war zwar der See von einer 4—5 cm dicken Eisdecke überzogen, deren Tragfähigkeit aber, namentlich in den flacheren Randpartien am NO-Ufer bereits in der Monatsmitte eine recht zweifelhafte geworden war, wie ich selber in sehr unangenehmer Weise erfahren musste. Die Eisplatten zeigten an ihren Bruchflächen jene Stäbchenstruktur, die für morsches Eis charakteristisch ist. Das die Eisdecke unterlagernde Wasser hatte an diesem Tage, 14. Januar 1937, 5° C., die Lufttemperatur war über 0° C. Die vorangegangenen Frosttage waren klar und sonnig gewesen.

4. Die Sichttiefe und die Farbe

Aus den Beobachtungen, die ich im Amsoldingersee über die Durchsichtigkeit in der üblichen Weise vermittelst der Seccischeibe[17]) angestellt habe, geht folgendes hervor:

[15]) Das Monatsmittel vom Dezember 1935 war —0,7° C., dasjenige vom Januar 1936 war +3,5° C. und steht damit weit über allen entsprechenden Monaten der letzten 15 Jahre.

[16]) Das Monatsmittel vom Dezember 1936 war +1,1° C., dasjenige vom Januar 1937 +1,3° C., für beide Monate liegen die Werte über dem Durchschnitt der vorausgegangenen 15 Jahre.

[17]) Bei jeder Durchsichtigkeitsbestimmung wurde von je sechs Beobachtungen der Mittelwert als Resultat genommen.

Zusammenstellung der Sichttiefen und Wasserstände

Datum	Sichttiefe in Metern		Witterung	Wasserstand cm unter dem angenommenen Nullpunkt
8. November 1933	2,85	—	sonnig	—16
6. Dezember 1933	3,80	—	trüb, Nebel	—11
27. Dezember 1933	3,00	unter Eis	sonnig	—11
5. Januar 1934	2,50	unter 7 cm Eis m. Schnee	bedeckt	—11
5. Februar 1934	5,00	unter Eis	trüb	—12
26. März 1934	—	—	—	—11
31. März 1934	6,80	—	sonnig	—10
18. April 1934	4,80	—	sonnig, etwas bewölkt	—21
5. Mai 1934	—	—	—	—27
19. Mai 1934	5,00	—	sonnig	—29
26. Mai 1934	—	—	—	—31
23. Juni 1934	3,15	—	sonnig	—27,5
20. Juli 1934	1,25	—	sonnig	—18,5
8. August 1934	—	—	—	—11
17. August 1934	2,70	—	sonnig	—12
19. September 1934	3,10	—	trüb, dunstig	—15
17. Oktober 1934	3,38	—	bedeckt	—12
7. November 1934	2,78	—	leicht bewölkt	—15
27. Dezember 1934	5,00	—	trüb	—10,5
3. Januar 1935	—	—	—	—10
23. Januar 1935	4,00	u. 14,5 cm Eis	schön, sonnig	—12
25. März 1935	5,10	—	sonnig	—11
11. Mai 1935	5,40	—	leicht bewölkt	—14,5
8 Juni 1935	—	—	—	— 9
15. Juni 1935	2,20	—	sehr trüb	—16,5
13. Juli 1935	3,10	—	schön	—13
23. Juli 1935	—	—	—	—19
20. September 1935	3,14	—	schön	—20
7. November 1935	3,00	—	trüb	—14

Im Zeitraum der Beobachtungen von 1933—1934 schwankte die Sichttiefe zwischen 1,25 m und 6,80 m. Die Sichtamplitude betrug somit 5,55 m. Im Zeitraum von 1934—1935 schwankte sie zwischen 2,20 m und 5,40 m, die Sichtamplitude betrug 3,30 m. Die Sichttiefe erfährt also im Laufe des Seejahres ziemliche Schwankungen. Die höchsten Werte findet man im Frühjahr, die kleinsten in den Sommermonaten. Während des grössten Teiles des Jahres ist die Durchsichtigkeit immerhin so gross, im Mittel 3,50 m bis 3,80 m, dass auf jeden Fall die Uferbank bis zu ihrem see-

wärts gelegenen Rand eine noch recht beträchtliche Lichtmenge erhält. Dies sei ausdrücklich erwähnt, weil im Amsoldingersee trotzdem Armleuchtergewächse (Characeen) und Laichkräuter vollständig zu fehlen scheinen.

Die Durchsichtigkeit eines Gewässers ist abhängig von der Menge der im Wasser suspendierten Teilchen. Trübungen können sowohl von den durch Zuflüsse eingeschwemmten Mineralteilchen, als auch durch eine stark gesteigerte Entwicklung von Planktonorganismen, namentlich Phytoplankter, herbeigeführt werden. Die sich in den Amsoldingersee ergiessenden kleinen Bäche kommen als Ursache der Wassertrübung nicht in Frage. Dagegen wird die Sichttiefe durch starke Planktonproduktion wesentlich beeinflusst. So konnte ich denn auch feststellen, dass die Perioden geringster Durchsichtigkeit mit solchen starker Entwicklung der Peridineen zusammenfielen. Die verminderte Durchsichtigkeit des Wassers braucht aber durchaus nicht immer von einer absoluten Planktonvermehrung herbeigeführt zu werden, sondern es genügt bereits eine starke Ansammlung desselben in den obersten Wasserschichten, wie ich mehrmals zu beobachten die Gelegenheit hatte.

Für die Trübung des Sees kommen ausserdem noch die im Wasser gelösten organischen Substanzen in Frage, die in einem Gewässer wie der Amsoldingersee, der von einer üppigen Ufervegetation umgeben ist, in recht grosser Menge vorhanden sind. Das Mass für die im Wasser gelösten organischen Substanz ist bekanntlich der Permanganatverbrauch. Die zu wiederholten Malen nach dem Verfahren von Marignac ausgeführten Bestimmungen haben mir Werte ergeben, die zwischen 18,9 und 25,3 mgr/1 $KMnO_4$ liegen. Es ist aber wahrscheinlich, dass im Spätherbst nach dem Laubfall und der intensivsten Zersetzung der absterbenden Wasser- und Sumpfpflanzen noch etwas höhere Werte an Permanganatverbrauch gefunden würden; leider habe ich keine Bestimmungen aus dieser Jahreszeit. Wir sehen denn auch, dass in den Herbstmonaten die Sichttiefe nur wenig über 3 m hinausgeht.

Entsprechend dem relativ hohen Gehalt an organischen Stoffen, worunter die Huminsäuren einen ziemlich hohen Anteil haben werden, erscheint die Farbe des Amsoldingersees stets sehr dunkel. Von einem erhöhten Standpunkt aus gesehen, hebt sich

infolge dieser dunklen, stumpfen Färbung seine Wasserfläche kaum aus der sie umgebenden Landschaft ab. Ueber der weissen Seccischeibe beobachtet, erscheint die Farbe des Sees als gelbgrün, mit mehr oder weniger starker Beimischung von braunen Farbtönen; ungefähr wie Nr. XV der Forel-Uleschen Farbenskala.

Infolgedessen zeigt das Amsoldinger-Seewasser schon in einer verhältnismässig geringen Schichtdicke (35 cm) betrachtet, verglichen mit chemisch reinem Wasser, eine schwach gelbliche Eigenfarbe, etwa übereinstimmend mit der Nr. 270 auf Tafel XVIII des Code universel des Couleurs von E. SEGUY. Nach der Zirkulationsperiode ist die Eigenfarbe des Wassers aus allen Schichten annähernd gleich, während diese am Ende der Stagnationsperiode im Wasser der tieferen Schichten eine etwas ausgesprochenere ist. Dieser Eigenfarbe des Wassers ist selbstverständlich bei Anwendung der in der Limnologie gebräuchlichen kolorimetrischen Wasseranalyse Rechnung zu tragen. Die Benutzung eines Kolorimeter-Komparators ist dann unbedingt erforderlich.

Zeitweise kann die Farbe des Sees durch das massenhafte Auftreten pflanzlicher Planktonorganismen bestimmt werden. So habe ich beispielsweise gesehen, dass durch *Uroglena* die Farbe intensiv grün wird, während eine starke Entwicklung der *Peridineen* die Eigenfarbe des Sees stark nach gelbbraun hin verschoben wird. Vegetationsfärbungen, durch Plankton erzeugte Verschiebung der Eigenfarbe des Gewässers als auch Vegetationstrübungen, durch Plankton verringerte Sichttiefe, kommen also in diesem See vor. Verfärbungen der Seeoberfläche durch „Wasserblüten" sind dagegen für den Amsoldingersee nicht bekannt geworden. Bei der sog. „Wasserblüte" handelt es sich um Massenentwicklung gewisser Planktonorganismen, die zeitweise in das Oberflächenhäutchen steigen, wo sie oft auf weite Strecken dichte Ueberzüge bilden, wie das namentlich für *Oscillatoria* und *Anabaena flos aquae* bekannt ist.

Hinwiederum sind die schwefelgelben Flecken und Streifen treibenden Blütenstaubes eine häufige Erscheinung. Es handelt sich hier um windverwehten Pollenstaub („Schwefelregen") von Nadelbäumen, der Mitte Mai oder Anfang Juni eine „Seeblüte" bildet, die also eine allochton pleustische Erscheinung ist. Sehr bald wird der Pollenstaub am Ufer angedriftet, wo er namentlich

in ruhigen Winkeln eine dicke, rahmartige Schicht bildet. Diese sich ungefähr zu gleichen Teilen aus Fichten- und Kiefernpollen zusammensetzende Masse sinkt nur langsam unter. Während sie bereits in Zersetzung begriffen ist, wuchern eine grosse Menge von Infusorien darin und zahlreiche Pollenkörner sind von einer *Chytridinee Rhizophidium pollinis* befallen. Die Durchsichtigkeit des Amsoldingersees ist im Durchschnitt 2,5 mal grösser als diejenige des Gerzensees, auch sind die Maximal- und Minimalwerte höher. Hierdurch erlangt im ersteren die produktive (trophogene) Schicht eine dementsprechend etwas grössere Tiefenausdehnung, was sich hinwiederum auf den gesamten Stoffhaushalt auswirkt.

II. Hydrochemische Untersuchungen

Zur allgemeinen Orientierung der hydrochemischen Verhältnisse hat Herr Dr. TH. v. FELLENBERG, Chemiker am Eidgenössischen Gesundheitsamt, zu meinen Handen die beifolgenden Wasseranalysen ausgeführt, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen möchte, ebenso für die vielen Ratschläge, die er mir im Verlauf meiner Untersuchungen zuteil werden liess.

1. Analyse des Amsoldingerseewassers [18])

Wasserproben-Entnahme am 8. August 1934, vormittags, in einer Tiefe von 8 m. Wasser leicht trüb, aber geruchlos.

Oxydierbarkeit . . .	17,9 mg $KMnO_4$ pro l.
Chlorzahl nach Froboese .	10,4 mg Cl von 1 l gebunden.
Alkalität	4,00 cc n im l.
Französische Härtegrade .	20,0
Trockenrückstand . .	248 mg im l.
Glührückstand . . .	225 mg im l.

[18]) Hier sei die Gelegenheit benutzt, um einen Fehler richtig zu stellen, der mir leider bei der Darstellung der Analysenresultate vom Gerzensee unterlaufen ist. Es soll nämlich dort auf Seite 54 (Mitteil. d. Naturf. Gesell. i. Bern a. d. Jahre 1935) Zeile 5 von unten heissen:

$$\frac{\text{Chlorzahl}}{\text{Oxydierbarkeit}} \quad \text{und nicht} \quad \frac{\text{Oxydierbarkeit}}{\text{Chlorzahl}}$$

und dementsprechend auf Seite 55, Zeile 2, von oben, soll es heissen: Sauerstoff mg im Liter, statt Chlorzahl mg im Liter.

Glühverlust . . . . . 23 mg im l.
Albuminoider Stickstoff . 0,16 mg im l.

Die Bestimmung der Einzelbestandteile ergab folgendes Bild. Zum Vergleich führe ich, nach entsprechender Umrechnung, die Zahlen an, die F. E. BOURCART[19]) (6) im Jahre 1902 gefunden hat. Seine Wasserprobe wurde am 30. Juni an der tiefsten Stelle des Sees entnommen.

	v. Fellenberg 1934		Bourcart 1902	
Kationen	Millival*	mg im L.	Millival	mg im L.
Kalium-Jon ($K^{\cdot}$)	0,040	1,58	0,047	1,82
Natrium-Jon ($Na^{\cdot}$)	0,187	4,32	0,155	3,57
Ammonium-Jon (NH_4)	0,062	1,06	—	—
Calcium-Jon ($Ca^{\cdot\cdot}$)	3,53	70,50	3,31	66,2
Magnesium-Jon ($Mg^{\cdot\cdot}$)	0,50	6,1	0,30	3,64
Ferro-Jon ($Fe^{\cdot\cdot}$)	0,014	0,40	0,013	0,35
Mangano-Jon ($Mn^{\cdot\cdot}$)	0	0	—	—
Aluminium-Jon ($Al^{\cdot\cdot\cdot}$)	0	0	—	—
Summe der Kationen	4,33	84,0	3,83	75,6
Anionen				
Nitrat-Jon (NO_3')	0,019	1,2	—	—
Nitrit-Jon (NO_2')	0,0056	0,16	—	—
Chlor-Jon (Cl')	0,144	5,1	0,10	3,5
Jod-Jon (J')	0,0000047	0,0006	—	—
Hydrosulfid-Jon (SH')	0	0	—	—
Sulfat-Jon (SO_4'')	0,156	7,5	0,14	6,5
Hydrocarbonat-Jon (HCO_3') . . .	4,00	244	—	—
Summe der Anionen	4,30	258,0	—	—
Kieselsäure (meta) (H_2SiO_3) . . .		5,2		7,8

*) Unter einem Millival oder Milligrammäquivalent versteht man so viel Milligramme des betreffenden Stoffes, als sein Aequivalentgewicht Einheiten anzeigt.

Unsere Zahlen von 1934 sind im allgemeinen etwas höher, als die von BOURCART von 1902. Die Summe der Kationen hat

[19]) Bourcart (6) hat in seiner Arbeit „Les Lacs alpins suisses étude chimique et physique" bereits den Amsoldingersee kurz beschrieben und bei der Entnahme von Wasserproben für die chemischen Untersuchungen am 30. Juli 1902 auch die Grund- und Oberflächentemperaturen, sowie die Durchsichtigkeit gemessen. Bourcarts Untersuchungen waren namentlich darauf gerichtet, bei den Alpenseen die Beziehungen, die zwischen der geologisch-minerologischen Beschaffenheit des Einzugsgebietes und den physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers bestehen, zu studieren.

sich von 75,6 auf 84,0 mg im Liter vermehrt, was einer Erhöhung der Konzentration um 11 % entspricht. Ob dieser Unterschied mehr durch Witterungseinflüsse, durch Schwankungen im Mengenverhältnis der vier Zuflüsse oder durch Aenderungen in der Menge des Phytoplanktons bedingt ist, möge dahingestellt bleiben.

Nach dem völligen Ueberwiegen des Calcium- und des Hydrokarbonations charakterisiert sich das Wasser des Amsoldingersees als Karbonatwasser. Das Magnesiumion tritt gegenüber dem Calciumion stark zurück; noch niedriger ist der Gehalt an Natrium- und Kaliumion. Unter den Anionen finden sich neben dem Hydrokarbonation Sulfat- und Chlorion nur in ziemlich unbeträchtlicher Menge. Das ubiquitäre Jodion fehlt auch hier nicht.

Interessant ist die Betrachtung des Ammonium-Nitrat- und Nitritions, da diese drei Jonen ja von einander abhängen, und je nach dem Sauerstoffhaushalt, bezw. der Tätigkeit der vorhandenen Mikroflora ineinander übergehen können. Wir ziehen zum Vergleich die entsprechenden Werte vom Gerzensee heran und haben:

	Gerzensee	Amsoldingersee
NH_4' mg im l	0,16—4,00 (mit zunehmender Tiefe)	1,06
NO_3' „ „ „	0,013—0 „ „ „	1,2
NO_2' „ „ „	0,004—0 „ „ „	0,16

Der Gerzensee weist einen schwankenden, mit der Tiefe sehr stark zunehmenden Ammoniumgehalt auf, während der Gehalt an Nitrat- und Nitrition schon an der Oberfläche sehr gering ist und in der Tiefe ganz verschwindet. Beim Amsoldingersee hingegen ist der Nitratgehalt noch in 8 m Tiefe ausserordentlich hoch, höher als der Ammoniumgehalt, und auch der Nitritgehalt ist verhältnismässig beträchtlich.

Damit mag folgendes zusammenhängen: Wir haben im Wasser beider Seen sowohl die Oxydierbarkeit, ausgedrückt in mg Permanganat pro Liter, als auch den Chlorverbrauch in mg im Liter (Chlorzahl nach FROBOESE) bestimmt und folgende Zahlen gefunden:

	Gerzensee (mit zunehmender Tiefe)	Amsoldingersee
Oxydierbarkeit mit Permanganat	18,2—23,8	17,9
Chlorzahl nach Froboese	28,9—74,0	10,4
Quotient $\frac{\text{Chlorzahl}}{\text{Oxydierbarkeit}}$	1,58—3,11	0,58

Beim Gerzensee liefert die Chlorzahl durchweg höhere Werte

als die Oxydierbarkeit, beim Amsoldingersee ist das Gegenteil der Fall. Durch Division der Chlorzahl durch die Oxydierbarkeit erhalten wir im ersteren Fall die Werte 1,58—3,11 oder in 8 m Tiefe 2,80, im zweiten Fall in 8 m Tiefe nur 0,58. Beim Gerzensee, wo die reduktiven Einflüsse vorhanden sind, überwiegt die Chlorzahl, beim Amsoldingersee, wo die oxydativen Einflüsse vorherrschen, die Oxydierbarkeit.

Aus der Originalarbeit FROBOESES (14) ergeben sich bei zwölf Wasserproben aus der Spree und der Weser Quotienten $\frac{\text{Chlorzahl}}{\text{Oxydierbarkeit}}$ von 0,93—1,35, durchschnittlich 1,09. Damit verglichen, sind unsere Quotienten im Falle des Gerzensees ausnehmend hoch, im Falle des Amsoldingersees besonders niedrig.

Nach ELMANOWITSCH und ZALENSKI (12) verbrauchen speziell die Zerfallprodukte der Eiweisskörper viel Chlor, das Ammoniumion würde 6,6, der Harnstoff 2,7 mg Chlor pro mg benötigen.

Wenn wir bei den Wasserproben vom Gerzensee den dem Ammonium entsprechenden Chlorverbrauch abziehen, bleiben uns immer noch Chlorzahlen von 27,8—47,6 entsprechend den Quotienten 1,53—2,00. Es müssen also ausser dem Ammoniumion noch andere Chlor verbrauchende Stoffe in grösserer Menge vorhanden sein. Wie sind diese Stoffe beschaffen und woher kommen sie? Eine so starke Verunreinigung etwa durch Einschwemmung von den umliegenden gedüngten Wiesen her dürfte ausser Betracht fallen; schon der niedrige Chlorgehalt des Wassers schliesst diese Möglichkeit aus. Zur völligen Abklärung dieser Fragen genügen die vorliegenden Untersuchungen nicht.

(v. FELLENBERG).

2. Sauerstoff

Zur Beurteilung der gesamten biologischen Vorgänge, die sich in einem See abspielen, ist die Kenntnis des Sauerstoffgehaltes von grundlegender Bedeutung. Somit gehören die in möglichst regelmässigen Zeitabschnitten und in möglichst verschiedenen Tiefenstufen durchgeführten Bestimmungen des im Wasser gelösten Sauerstoffes bei der hydrochemischen Untersuchung eines Gewässers mit zu den wichtigsten Aufgaben. Der im Wasser gelöste Sauerstoff stammt zum grossen Teil aus der Luft, und zwar ist

die Menge des Sauerstoffes vom Luftdruck, namentlich aber von der Wassertemperatur abhängig.

Bei mittlerem Barometerstand und einer Wassertemperatur von 0^0 kann das Amsoldinger-Seewasser 9,37 cm^3, bei 10^0 noch 7,24 cm^3 Sauerstoff gelöst enthalten. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Diffusion des Sauerstoffes, zumal im ruhigen Wasser, von oben nach unten nur sehr langsam vor sich geht, wie SCHOENEMUND (50, p. 354—356) experimentell gezeigt hat. Abweichungen von den Sättigungswerten sind also hauptsächlich in biologischen Vorgängen zu suchen. Daneben gibt es natürlich auch von der Temperatur bedingte Sauerstoff-Uebersättigungen und -Defizite, die sich aber von den biogen bedingten Aenderungen schwer unterscheiden lassen.

Die Sauerstoffbestimmungen sind nach den Winkler'schen Vorschriften ausgeführt. Den Berechnungen liegen ebenfalls die von WINKLER angegebenen Sättigungswerte zugrunde. Auch der jeweilige Barometerstand ist in Rechnung gezogen worden, obschon, wie THIENEMANN ausgeführt hat, durch die Ausserachtlassung dieses Faktors kein grosser Fehler entstehen würde. Es ist auch gar nicht anzunehmen, dass der O_2-Gehalt des Wassers, wenigstens bei kleinen Luftdruckschwankungen, entsprechend folgen kann, da auch die Absorptionsgeschwindigkeit entsprechend dem langsamen Diffusionsvermögen des O_2 im Wasser, eine geringe sein muss.

Verfolgt man die O_2-Kurven im Verlauf des Jahreszyklus, so ergibt sich folgendes:

Während der Winterstagnation und nach der Frühlingsvollzirkulation fällt die Kurve von der Oberfläche mit 5,5— 7,5 cm^3/l ziemlich steil nach der Tiefe ab, wo der O_2-Standart bei etwa 4 cm^3/l liegt. Im Laufe der Sommerstagnation nimmt der Sauerstoffgehalt in der Tiefe von 2—5 m stark zu, um den hohen Betrag von 9 cm^3/l zu erreichen; während namentlich unterhalb 8 m Tiefe eine starke Sauerstoffzehrung einzusetzen beginnt, die im September über Grund ihr Maximum mit wenig mehr als 1 cm^3/l erreicht. Zu dieser Zeit hat in den oberen Wasserschichten die Herbstzirkulation den O_2-Gehalt bereits wesentlich ausgeglichen. Im November ist dieser Ausgleich weiter nach der Tiefe fortgeschritten, und im Dezember, nach erfolgter Vollzirkulation, ist der Sauerstoffgehalt im gesamten Seewasser ziemlich ausgeglichen. Um die

27. Dezember 1934						23. Januar 1935					
T	Tp	O_2	S	±	%	T	Tp	O_2	S	±	%
0	4	5,6	8,5	—2,9	65,8	0	3	6,1	8,8	—2,7	69,3
1	—	—	—	—	—	2	4	6,1	8,5	—2,4	71,7
2	—	—	—	—	—	5	4	6,1	8,5	—2,4	71,7
5	4	5,4	8,5	—2,1	63,5	10	5,2	4,2	8,3	—4,1	49,8
8	—	—	—	—	—						
10	5,2	4,3	8,2	—3,9	50,2						
25. März 1935						**11. Mai 1935**					
0	8,3	7,76	7,76	0	100	0	16,2	7,48	6,40	+1,08	115,62
2	7,3	6,80	7,96	—1,16	85,42	2	13,2	7,86	6,83	+1,03	115,07
5	6,2	6,27	8,15	—1,43	82,45	5	9,3	9,00	7,49	+1,51	120,14
8	5,2	5,01	8,37	—3,36	59,85	8	7,4	5,79	7,68	+1,89	75,39
10	5,2	4,17	8,37	—4,20	48,62	10	7,3	4,66	7.87	—3,21	59,21
14	4,4	4,00	8,37	—4,37	47,79						
15. Juni 1935						**13. Juli 1935**					
0	22,3	6,86	5,68	+0,18	120,77	0	25,2	6,59	5,37	+1,22	122,71
2	18,2	7,16	6,14	+1,02	116,61	2	23,3	6,69	5,58	+1,38	124,73
5	12,3	7,84	6,93	+0,85	112,16	5	15,3	8,90	6,54	+2,36	136,05
8	9,2	4,42	7,49	—3,07	59,01	6,5	12,0	5,97	6,99	—1,02	85,26
10	8,4	3,21	7,68	—4,47	41,79	8	9,4	3,36	7,31	—3,95	45,96
14	8,2	1,80	7,68	—5,88	23,43	10	8,4	3,37	7,49	—4,12	44,99
						14	8,4	2,08	7,49	—5,41	27,77
20. September 1935						**7. November 1935**					
0	17,3	6,84	6,61	+0,63	110,30	0	9,3	5,33	7,49	—2,16	71,16
2	17,3	6,46	6,61	+0,75	112,07	2	9,3	5,26	7,49	—2,23	70,24
5	17,3	6,84	6,61	+0,63	110,14	5	9,4	5,37	7,49	—2,12	71,6
6,5	14,3	6,36	7,04	—0,85	96,21	8	—	5,13	7,49	—2,36	68,48
8	11,0	2,30	7,69	—4,92	31,85	10	9,3	4,29	7,49	—3,20	57,24
10	9,3	2,63	7,39	—4,76	35,58	13	9,1	2,32	7,49	—5,17	30,97
13	9,1	2,35	7,57	—5,22	31,04						
14	9,0	1,31	7,57	—6,45	17,30						

In den Tabellen bedeutet:
T = Tiefe in Metern.
Tp = Wassertemperaturen in ° C.
O_2 = Sauerstoffgehalt in cm^3 Liter.
S = Sättigungswerte des Wassers mit O_2 in cm^3/L, berechnet nach den Absorptionskoeffizienten von Winkler bei der Temperatur und dem jeweiligen Barometerstand in Amsoldingerseehöhe.
± = Differenz zwischen Sauerstoffgehalt und Sättigungswert.
% = Sauerstoffgehalt in Prozenten der Sättigung.

Sauerstoffschichtung richtig zu verstehen, muss hier vorgreifend gesagt werden, dass sowohl die Ufer, als auch das freie Wasser des Amsoldingersees eine reiche Vegetation aufzuweisen haben. Beide Bezirke tragen dazu bei, dem See eine grosse Menge von Pflanzennährstoffen zuzuführen. Dieser Nährstoffreichtum ermöglicht eine reichliche Planktonentwicklung, in deren Folge das Wasser sich oft stark trübt und gelblich-grün färbt und hierdurch die Lichtverhältnisse derart gestaltet, dass sich die Entfaltung des pflanzlichen Lebens hauptsächlich in den oberen Schichten abspielen muss.

Der starke Anstieg des O_2-Gehaltes, der während der Sommerstagnation zwischen 2—5 m beobachtet wird, ist eine direkte Folge der Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons, das sich im erwärmten Wasser dieser Zone stark entwickelt hat.

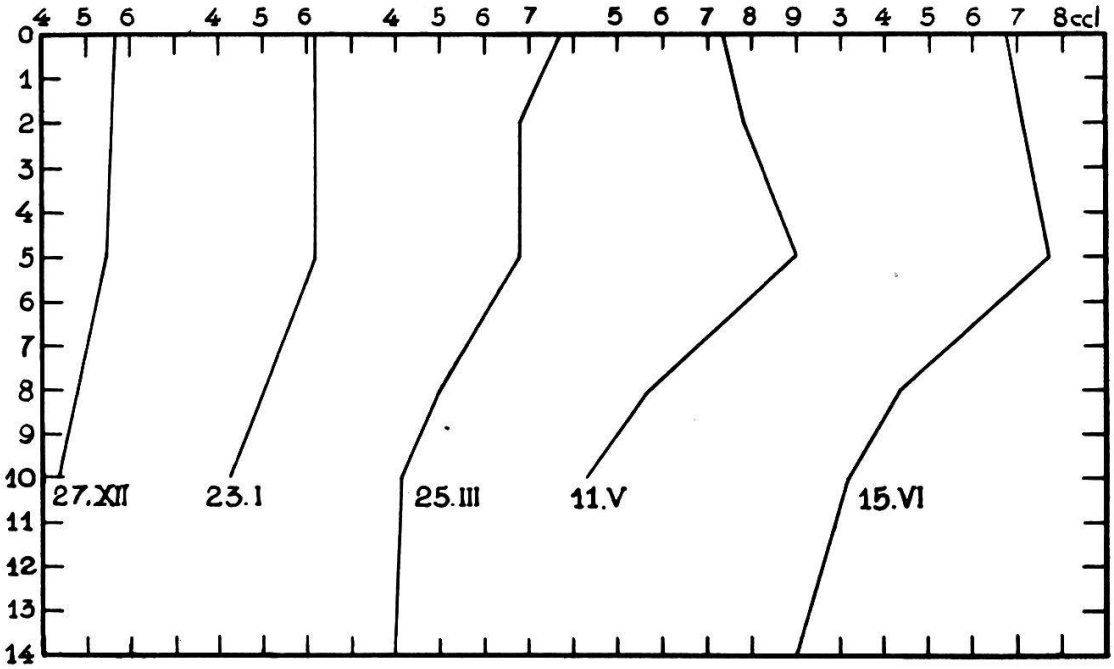
Der starke Sauerstoffschwund dagegen, der sich in der Tiefe, besonders unterhalb 8 m, im Sommer und Herbst geltend macht, ist auf Reduktionsvorgänge zurückzuführen. Ein Teil des abgestorbenen und im Absterben begriffenen Planktons fault schon während des Sinkprozesses, der in einer gewissen Tiefe infolge der niedrigen Wassertemperaturen stark verlangsamt[20]) ist, so dass sich auch schon die O_2 zehrende Wirkung geltend machen kann.

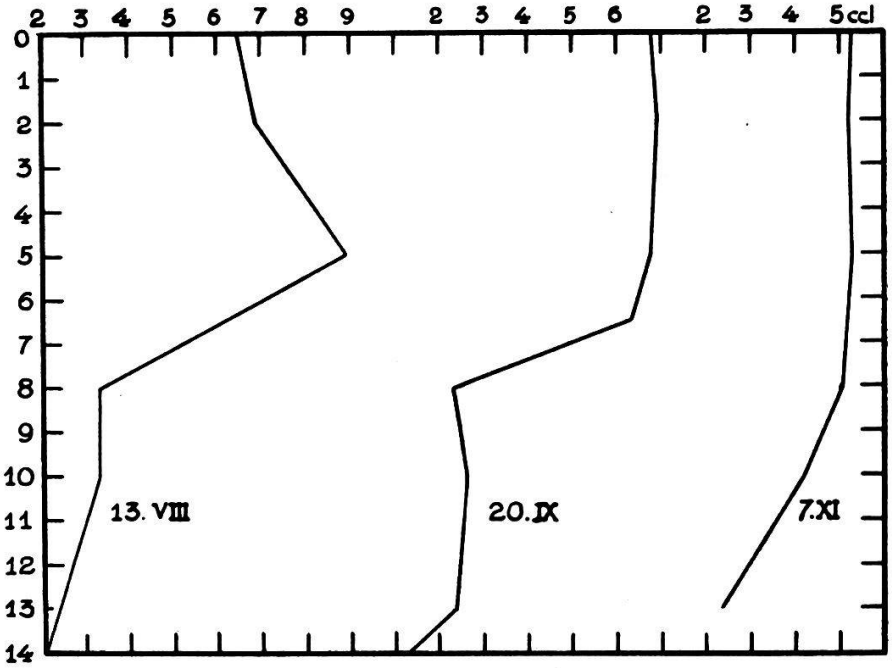
Ein grosser Teil der O_2-Zehrung geht aber am Seegrund vor sich, wo durch die Abbau- und Mineralisationsvorgänge der dort abgelagerten Substanzen viel O_2 verbraucht wird. Dieser Sauerstoffschwund greift im Lauf der Sommerstagnation auf immer höhere Wasserschichten über. Bei der Ueberführung zusammengesetzter organischer Verbindungen in einfache anorganische Urstoffe, spielen die Bakterien eine hervorragende Rolle.

ALSTERBERG (1) hat experimentell gezeigt, dass Schlamm aus eutrophen Seen schon in ganz geringen Tiefen (10 mm) vollständig frei von elementarem Sauerstoff sein kann und dass diese intensiven O_2-Zehrungsvorgänge im Schlamm ebenfalls bakteriell bedingt sind. Die Besiedlungsdichte der Bakterien ist hier eine so enorme, dass die dadurch verursachte Sauerstoffzehrung sich dementsprechend während der Stagnationsperioden auf die untersten Schichten des Bodenwassers mitteilt (sog. respiratorische

[20]) Die Sinkgeschwindigkeit ist abhängig von der Viscosität oder inneren Reibung des Wassers, die von der Temperatur bestimmt wird; sie nimmt bei steigender Temperatur rasch ab.

Mikroschichtung von ALSTERBERG). GROTE's (17) theoretische Darlegungen sind richtunggebend, wie vorzugehen ist, um den Einfluss dieser bakteriell induzierten Sauerstoffzehrung auf den Sauerstoffhaushalt der Seen quantitativ zu erfassen.





Sauerstoffgefälle im Amsoldingersee Dezember 1934 bis November 1935

Der Amsoldingersee ist demnach durch seinen O_2-Haushalt als ein eutrophes Gewässer charakteristiert, also im Sommer in den

höheren Wasserschichten starke Sauerstoffproduktion mit oft hochgradiger Uebersättigung in den mittleren Schichten bereits starke Sauerstoffabnahme und in der Tiefe weitgehender O_2-Schwund.

Hier sei noch erwähnt, dass auch bei langer Eisbedeckung kein Mangel an Sauerstoff im Seewasser einzutreten scheint, worauf übrigens schon der Eutrophiegrad und die Tiefenverhältnisse hinweisen.

Es ist vielleicht der Ort, die Frage zu behandeln, bis in welche Tiefe die trophogene Zone im Amsoldingersee während der Maximalen Sommerstagnation etwa reicht, also jene Wasserschichten, in welchen hauptsächlich durch die Tätigkeit der Phytoplankter der Aufbau organischer Stoffe erfolgt. Sicher ist, dass für die meisten Organismen die optimalen Bedingungen zur Photosynthese an und unter der Wasseroberfläche nicht gegeben sind, sondern sie finden sich in tieferen Schichten. Exakte Lichtmessungen[21]) mit photoelektrischer Apparatur, in Verbindung mit Experimenten an Planktonkulturen könnten hier neue Erkenntnisse bringen. Ueber die Assimilationsgrenze des Phytoplanktons wissen wir wenig, ebenso über deren temporale Variationen.

Da die Assimilationsleistung durch den Gaswechsel quantitativ erfasst werden kann, so scheint es mir vorläufig am zweckmässigsten, zur Bestimmung der Tiefenausdehnung der trophogenen Schicht die Sauerstoffkurve heranzuziehen. Der Gaswechsel grüner Pflanzen besteht in der Aufnahme von Kohlendioxyd und der Abgabe von Sauerstoff, Vorgänge, deren Intensität in strickter Lichtabhängigkeit stehen (Photosynthese). Der Teilvorgang der Sauerstoffabgabe kann durch den im Wasser gelöst bleibenden Sauerstoff wahrgenommen werden, wobei der entgegengesetzt verlaufende Atmungsgaswechsel während der Nachtstunden allerdings unberücksichtigt bleiben muss.

Die während der Sommerstagnation im Amsoldingersee tatsächlich festgestellten Sauerstoff-Konzentrationen weisen auf ein Maximum der Assimilationsleistung in 3—5 m Tiefe hin. Unterhalb dieser Tiefenstufe nimmt die Assimilationsleistung rasch ab und in 7—8 m bekommen bereits die reduktiven Prozesse die ausgesprochene Vorherrschaft. Die trophogene Zone, in welcher also der Aufbau organischer Stoffe sich durch die grüne Pflanze voll-

[21]) Solche sind von Suchlandt und Schmassmann (52) im Davosersee in Angriff genommen.

zieht, wäre somit in diesem Gewässer hauptsächlich zwischen 3—6 Meter Tiefe zu verlegen. In grösseren Tiefen befindet sich die tropholytische Zone, d. h. der Seeraum, in welchem sich der Abbau vollzieht.

Von Bedeutung ist das gegenseitige Verhältnis von Auf- und Abbauprozessen. Halten sich beide Vorgänge annähernd die Wage, so wird das von den Pflanzen geschaffene organische Material fast vollständig dem Stoffkreislauf des Sees zurückgeführt. Sobald aber der Aufbau den Abbau überwiegt, so wird sich am Seegrund ein organisches Sediment bilden, und der See wird rasch eine höhere Eutrophiestufe annehmen.

Im Amsoldingersee ist ein eigentliches organisches Sediment auf dem Grund nicht zu finden (vergl. das betreffende Kapitel), woraus zu schliessen ist, dass hier der Abbau die erzeugte organische Substanz noch fast vollständig zu bewältigen vermag. Demnach ist also auch der Eutrophiegrad ein noch nicht sehr fortgeschrittener.

Man wäre geneigt, anzunehmen, dass vorwiegend biologische und ökologische Faktoren für den Sauerstoffgehalt, und damit für den Seetypus bestimmend sind. In Wirklichkeit aber sind diese nur sekundärer Natur, da allein die morphometrischen Verhältnisse des Beckens für den Typus eines Sees ausschlaggebend sind, wie THIENEMANN in seiner grundlegenden Untersuchung gezeigt hat. Von besonderer Bedeutung ist das Verhältnis des Volumens des Epilimnions zu dem des Hypolimnions. Je mehr nämlich das Volumen des Plankton produzierenden Epilimnions dasjenige des Hypolimnions übertrifft, um so rascher wird der in den Wassermassen der Tiefe gelöste freie Sauerstoff durch die absinkenden organischen Stoffe aufgezehrt werden.

Im Amsoldingersee stellt das Epilimnion 78 %, das Hypolimnion nur etwa 22 % des gesamten Seevolumens dar. Die Menge der „Fäulnisstoffe" wird also hier auf eine relativ kleine Wassermasse konzentriert und dort zur Zeit der Sommerstagnation einen entsprechend starken Sauerstoffschwund bewirken, wie er tatsächlich auch festzustellen ist. Die Wassermasse des Hypolimnions ist also im Verhältnis zum Epilimnion klein, und dies ist das morphologische Charakteristikum des eutrophen (nährstoffreichen) Sees. THIENEMANN (56) hat eine Methodik ausgearbeitet um den Sauerstoffhaushalt einzelner Seen, unter Berücksichtigung der Morphometrie, zahlenmässig zu erfassen. Hierdurch

wird es auch möglich, verschiedene Gewässer des gleichen Typus hinsichtlich dieser Verhältnisse miteinander zu vergleichen.

3. Alkalinität

Die Calcium-Bicarbonat-Konzentration eines Gewässers ist bestimmend für einige seiner wesentlichen Eigenschaften. Vor allem ist zum grossen Teil von ihr die Menge der freien Kohlensäure abhängig, und beide beherrschen hinwiederum die Reaktion des Wassers.

Der Amsoldingersee kann als ein gut gepuffertes Gewässer bezeichnet werden, da sein Bicarbonatgehalt ein relativ hoher ist. Dieser wurde in der üblichen Weise aus dem Säurebindungsvermögen bestimmt. Die als „Alkalinität" angegebenen Zahlen — Anzahl der verbrauchten cm^3 n/10 HCl [22]) auf 100 cm^3 Wasser — liegen zwischen 3,4 und 4,4, was einem Gehalt von 149,6—193,6 mg/l Bicarbonat — CO_2 entspricht.

Von der Oberfläche nach dem Hypolimnion hin ist ein Anstieg der Alkalinität festzustellen, der sich besonders im Spätsommer und Herbst stärker ausprägt.

	Alkalinität						
Tiefe	Januar	März	Mai	Juni	Juli	September	Novemb.
0 m	3,8	3,9	3,9	3,9	3,5	3,4	3,7
5 m	3,9	4,1	4,1	3,9	3,8	3,4	3,7
10 m	3,9	4,1	4,1	3,9	3,9	4,4	3,9
14 m	—	4,1	4,1	3,9	4,1	4,4	—

Die Entkalkung der oberen Wasserschichten ist hauptsächlich auf die Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons in der trophogenen Zone zurückzuführen, während andererseits die Zunahme der Alkalinität in der Tiefe im Zusammenhang mit der dort erfolgten Kohlensäure-Anreicherung steht, durch welche der in der trophogenen Schicht ausgefällte und absinkende Kalk wieder aufgelöst wird.

Ich habe ausserdem auch Gesamthärtebestimmungen mit der Seifenlösung von BOUTRON-BOUDET vorgenommen; die damit erhaltenen Werte zeigten eine recht befriedigende Uebereinstimmung mit den Alkalinitätswerten. Die durchschnittliche Härte des Amsoldingerseewassers entspricht 19,5 französischen oder 10,9

[22]) Gegen Methylorange als Indikator.

deutschen Härtegraden (1,00 französischer Härtegrad = 0,56 deutsche Härtegrade) und ist demnach als mittelhartes Wasser zu bezeichnen.

Wir geben hier als Vergleichswerte die Härtegrade des stadtbernischen Leitungswassers. Sie betragen zirka 18[23]) französische Härtegrade für die nördlichen Quartiere (Emmentaler Wasser) und 27—28° für die südlichen Quartiere (Gasel Wasser). Das Erstere gehört somit, nach der von KLUT[24]) gegebenen Einteilung, in die Kategorie der mittelharten, das Letztere dagegen bereits in jene der etwas harten Wässer.

4. Freie Kohlensäure

Leider war es mir aus Zeitmangel nicht möglich, die Bestimmung der freien Kohlensäure in unmittelbarem Zusammenhang mit den anderen hydrochemischen Untersuchungen durchzuführen. So sah ich mich gezwungen, diesem Zweck besondere Fahrten im Jahre 1936 zu widmen. Ueber das Verhalten der freien Kohlensäure in kleinen eutrophen Gewässern der Schweiz liegen noch wenige Untersuchungen vor.

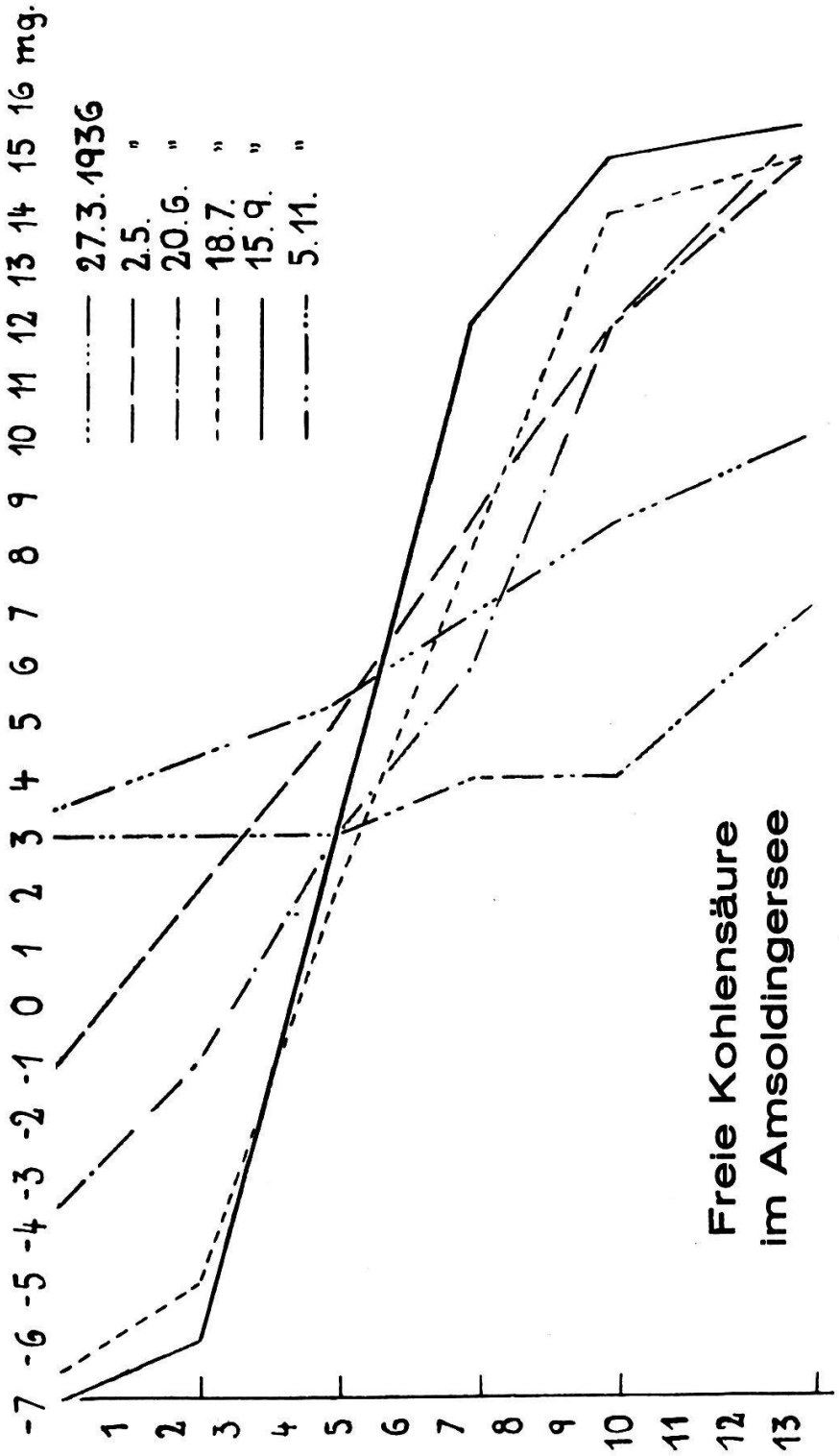
Die Bestimmung der freien Kohlensäure ist nach der von LINSER (27, p. 1175—1176) gegebenen Vorschrift ausgeführt worden. Die verwendete Natriumcarbonatlösung war so eingestellt, dass der Verbrauch von 1 cm^3 derselben genau 2 mgr CO_2 entspricht. Als Indikator diente Phenolphthalein. Bei der Berechnung sind, entsprechend der Härte der Wasserproben, die von LINSER angegebenen „Verbesserungswerte" berücksichtigt worden. Die Vornahme der Titrierung erfolgte unmittelbar nach Aufholen der Wasserproben an Bord, sie wurde für die einzelnen Tiefenstufen zwei- bis dreimal wiederholt.

Eine sofortige Rotfärbung der Wasserprobe nach Zusatz von Phenolphthalein zeigt an, dass keine oder nur äusserst geringe Mengen freier Kohlensäure vorhanden sind. In diesen Fällen titrierte ich mit entsprechender Salzsäurelösung auf farblos, und der so gefundene Wert wurde mit einem negativen Vorzeichen in die Protokolle eingetragen.

---

[23]) Die Zahlen verdanke ich dem Bureau der Wasserversorgung der Stadt Bern.

[24]) H. Klut, p. 106 in Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Berlin 1931.



Die Kurven sind auf Grund untersuchter Wasserproben aus 0, 2,5, 5, 7,5, 10 und 13 m hergestellt. Die negativen Vorzeichen geben an, wie viel entsprechende HCl zum Neutralisieren notwendig war, d. h. um die, sich bei Zusatz von Phenolphthalein sofort rötenden, mehr oder weniger CO_2 freien Wasserproben, auf farblos zu titrieren.

Im frühen Frühjahr, bei homothermen Temperaturverhältnissen, ist im Oberflächenwasser noch freie CO_2 nachweisbar, die aber im Laufe der Sommerstagnation bis in eine Tiefe von zirka 4 m verschwindet. Unterhalb dieser Tiefenstufe ist sie dagegen dauernd vorhanden, sie nimmt sogar nach der Tiefe hin stark zu. Unterhalb

10 m werden besonders gegen Ende des Sommers ganz beträchtliche Mengen von CO_2, bis 15,5 mg/l, angetroffen. Erst im November, wiederum bei Homothermie, zeigt der Verlauf der Kurve eine mehr ausgeglichene Verteilung der freien Kohlensäure. Die oberen Wasserschichten enthalten nun wieder relativ viel freie Kohlensäure, im Hypolimnion ist dagegen der Kohlensäuregehalt merklich zurückgegangen, während er sich in den mittleren Schichten wenig verändert hat. Da im Winter 1936/37 das Eis sich nicht gefahrlos betreten liess, konnten die Untersuchungen leider nicht mit der gewünschten Vollständigkeit durchgeführt werden. Immerhin zeigte eine am 14. Januar 1937 an der Oberfläche entnommene Wasserprobe bei Zusatz von Phenolphthalein sofortige Rötung, was auf ein abermaliges Verschwinden der freien Kohlensäure aus dem Oberflächenwasser im Laufe der Wintermonate schliessen lässt.

Das Fehlen der freien CO_2 in den oberen Wasserschichten des Amsoldingersees während eines grossen Teiles des Jahres lässt sich sowohl auf physikalische, als namentlich auch auf biologische Verhältnisse zurückführen. Im Sommer ist, neben dem kräftig entwickelten Phytoplankton, welches die Kohlensäure sofort verbraucht, auch die ziemlich starke Wassererwärmung von Einfluss, da das warme Wasser eine geringere Löslichkeit der Kohlensäure zur Folge hat. Auch im Winter ist das Phytoplankton noch so reichlich vorhanden, dass der fast vollständige Verbrauch der freien CO_2 auch zu dieser Jahreszeit durchaus verständlich ist. Da CO_2 das wichtigste Endglied beim Abbauprozess der organischen Substanzen darstellt, ist es leicht erklärlich, dass im Hypolimnion besonders über dem Seegrund, eine starke Anreicherung dieses Gases stattfindet. Der relativ hohe Gehalt an freier CO_2 im Oberflächenwasser, mit einer entsprechenden Abnahme im Tiefenwasser, wie es vorübergehend im Frühjahr und Herbst beobachtet wird, muss meines Erachtens auf die Wasserdurchmischungen der Frühjahrs- und Herbstzirkulation zurückgeführt werden.

Somit gleichen die hier festgestellten Verhältnisse betreffend die freie CO_2 wesentlich jenen, die J. N. BRÖNSTED und WESENBERG-LUND (8) im Fursee (Dänemark) und VOIGT (59) im Plönersee (Holstein) beschrieben haben.

Oben ist bereits darauf hingewiesen, dass auch dem Bicarbonatgehalt des Wassers eine grosse Bedeutung für die Menge der

darin enthaltenen Kohlensäure zukommt. Vermittelst des von TILLMANS aufgestellten Kurvendiagramms lässt sich nun auch die Menge freier CO_2 (Gleichgewichts-Kohlensäure) ermitteln, die jede Bicarbonatkonzentration enthalten muss, um als solche dauernd in Lösung zu bleiben.

Vergleicht man nun die während des Sommers in den verschiedenen Tiefenstufen des Amsoldingersees tatsächlich gefundenen Kohlensäurewerte, so zeigt sich, dass selbst die relativ hohen Werte der Tiefe noch kaum dem Gleichgewichtsbetrag entsprechen der erforderlich ist, um die Bicarbonate dauernd in Lösung zu halten.

5. Wasserstoffionen-Konzentration

Die vermittelst dem Hellige-Komparator kolorimetrisch durchgeführte Analyse der Wasserstoffionen-Konzentration, verbunden mit einigen elektrometrischen Kontrollmessungen, hat die in der beifolgenden Tabelle zusammen gestellten Werte ergeben.

Tiefe	Januar	März	Mai	Juni	Juli	September	Novemb.
0 m	7,6	7,8	8,0	8,1	8,1	8,0	7,6
5 m	7,6	7,6	7,9	7,9	8,0	7,9	7,6
10 m	7,6	7,4	7,6	7,4	7,4	7,2	7,3
14 m	—	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,3

Daraus ist ersichtlich, dass in der trophogenen Schicht die Reaktion dauernd, in den Sommermonaten aber ganz besonders, ausgesprochen alkalisch ist. Der pH-Standart liegt hier zwischen 7,6—8,1. Erst in 10 m Tiefe und namentlich darunter, ist ein starker Abfall der Kurve festzustellen, ohne dass aber nach unseren Erfahrungen der pH-Wert über Grund 7,2 unterschreitet. Die diesbezüglichen Verhältnisse des Amsoldingersees ordnen sich also im allgemeinen durchaus an jene, uns von ähnlichen Gewässern bereits vielfach bekannten, ein.

Jeder Bicarbonat-Konzentration entspricht bekanntlich auch ein bestimmter pH-Wert. Abweichungen von diesen werden durch Entzug oder Zufuhr von CO_2 bedingt, was in der trophogenen Zone durch Kohlensäure-Assimilation, in der tropholytischen Zone durch Kohlensäureanreicherung herbeigeführt wird. Diese Abweichungen werden um so grösser sein, je weniger Bicarbonat die Lösung enthält, mit anderen Worten, je schlechter diese gepuffert ist.

Ganz allgemein lässt sich nur sagen, dass auch im Amsoldinger-

see die Pufferung in der trophogenen Schicht kaum zur Geltung kommt, weil hier die freie Kohlensäure durch die Assimilationstätigkeit trotz des Bicarbonatgehaltes vollständig entfernt ist. Dagegen ist der Pufferungsgrad im Hypolimnion, wo die Bicarbonat-Konzentration konstant höher ist und auch freie Kohlensäure vorhanden ist, wesentlich besser. Die Wasserstoffionen-Konzentration der Tiefe zeigt nur mehr geringe Veränderungen.

Die Gewässer des pH-Intervalls 7—8 sind biologisch durch einen ziemlich grossen Artenreichtum an Mikroorganismen gekennzeichnet, unter diesen sind es aber nur wenige, die sich ausschliesslich auf diesen Bereich beschränken. (WEHRLE 62.)

6. Ammoniakstickstoff

Von den Stickstoffverbindungen habe ich nur das Ammoniak bestimmt, während die Nitrit- und Nitratbestimmung unterbleiben musste. Die Bestimmung erfolgte kolorimetrisch mit Nessler Reagens, unter vorherigem Zusatz von Seignettesalzlösung, um das Ausfallen der Erdalkalien zu verhindern. Als Kolorimeter diente das Lunzer Modell (Kolorimeter-Komparator), vermittelst welchem auch Wässer mit Eigenfarbe kolorimetriert werden können. Die zur Verwendung gelangten Kolorimeterröhren haben ein Volumen von 50 cm^3. (Die Erfassungsgrenze der Ammoniakmenge ist bei 0,03 mg/l.)

Die Entstehung des Ammoniaks ist hauptsächlich auf die Mineralisation der tierischen Stoffwechselausscheidungen, sowie der Tier- und Pflanzenleichen zurückzuführen. In einem eutrophen See mit starker Planktonproduktion und üppiger Ufervegetation ist dementsprechend auch eine hypolimnische Ammoniakspeicherung zu erwarten. In den bodennahen Wasserschichten des Amsoldingersees konnte denn auch eine gewisse Anreicherung von Ammoniak, besonders im Spätsommer festgestellt werden, während im Epilimnion nur ganz geringe Mengen freien Ammoniaks nachweisbar sind.

Tiefe m	5. Juni 1937	10. Juli 1937	8. Sept. 1937	7. Nov 1937	5. Dez. 1937
	lmg NH_3	lmg NH_3	lmg NH_3	lmg NH_3	lmg NH_3
0	—	—	—	—	0,2
7	0,18	0,2	0,25	0,18	0,2
14	0,48	0,6	1,15	0,95	0,22

Die Ammoniumsalze und das Ammoniak werden durch Nitrifikation in Nitrite und Nitrate überführt, in welcher Form die Pflanze hauptsächlich den Stickstoff aufnimmt. Da aber die Nitrifikation ein Oxydationsprozess ist, so sind im allgemeinen im sauerstoffarmen Hypolimnion die Bedingungen für ihren Verlauf wenig günstig, während sich die Konzentration des Ammoniakgehaltes entsprechend steigern kann.

Durch die Herbstvollzirkulation, welche ammoniakhaltiges Tiefenwasser mit sauerstoffreichem Wasser durchmengt, werden für den Vorgang der Nitrifikation günstigere Bedingungen herbeigeführt, obschon infolge der nunmehr tiefen Wassertemperaturen ein intensiver Verlauf dieses Prozesses[25]) nicht zu erwarten ist. Immerhin gelangt dann ein höherer Gehalt an Endstufen des Stickstoffabbaues, also Nitrite und Nitrate auch in die trophogene Schicht, wodurch diese für die Entwicklung des Phytoplanktons günstig beeinflusst wird.

Beim Erfassen der an und für sich schon kleinen Mengen der Endstufen des N-Abbaues, müsste auch mit ihrer sofortigen organischen Bindung gerechnet werden.

7. Eisen

Das Eisen gehört zu den lebensnotwendigen Elementen der Pflanze und ist deshalb auch von Bedeutung für das Phytoplankton. USPENSKI (57) hat gezeigt, dass das Eisen für die Verbreitung der Algen überhaupt einen sehr bedeutsamen Faktor darstellt. Er hat auch darauf hingewiesen, dass die Konzentration des Fe in engster Beziehung zur Reaktion der Lösung steht, diese ist aber ihrerseits wieder vom Ca und von der Kohlensäure stark beeinflusst, und es ist deshalb oft schwer zu entscheiden, welcher Faktor am wirksamsten ist.

Die Herkunft des Eisens in einem natürlichen Gewässer kann organisch oder anorganisch sein. Für die organische Herkunft kommen namentlich in den See eingewehte Blätter in Frage, die im Wasser ausgelaugt, im Epilimnion mitunter eine bedeutende Eisen- und Mangan-Anreicherung herbeizuführen vermögen (OHLE 39, p. 615—616). Immerhin ist dies ein Spezialfall, denn im Allgemeinen gelangt das Eisen hauptsächlich aus den Bodensedi-

[25]) Das Optimum des Nitrifikationsprozesses liegt bei zirka 40° C.

menten[26]) in das Wasser, und es ist eine bekannte Tatsache, dass in den meisten eutrophen Seen im Hypolimnion eine mehr oder weniger starke Eisenkonzentration stattfindet. Die Eisenkonzentration der bodennahen Wasserschichten ist mit dem Gashaushalt in Beziehung zu setzen. Entsprechend der hier geringen O_2-Spannung, sind auch die Reduktionsprosesse gesteigert und damit die CO_2-Bildung vermehrt. Unter diesen Verhältnissen wird eine gewisse Eisenanreicherung möglich, indem das Metall in Lösung geht, während es im Kontakt mit Wasser von höherem Sauerstoffgehalt sofort oxydiert und ausfällt.

Im Verlauf meiner Untersuchungen habe ich mit der kolorimetrischen Rhodanidmethode nach den bei WERESCAGIN (63, p. 179—183) durch die Standartisationskommission für hydrochemische Analysen gegebenen Vorschriften, wiederholt Bestimmungen des Eisenoxydes (Fe_2O_3) vorgenommen. Für die Farbenvergleichsmessungen leistete auch hier der oben beschriebene Kolorimeter-Komparator vorzügliche Dienste. Wenn auch diese Untersuchungen noch kein abschliessendes Urteil über die jahreszeitliche Verteilung dieses Elements, dessen Konzentration rasch ändern kann, erlauben, so zeigen sie doch, dass auch hier im Amsoldingersee in den bodennahen Wasserschichten, besonders mit fortschreitendem O_2-Schwund eine merkliche Eisenkonzentration stattfindet.

Tiefe m	5. Juni 1937		10. Juli 1937		8. Sept. 1937		7. Nov. 1937		5. Dez. 1937	
	mg Fe_2O_3	pH	mg Fe_2O_3	pH	mg Fe_2O_3	pH	mg Fe_2O_3	pH	mg Fe_2O_3	pH
0	—	8,1	—	8,1	—	8,0	—	7,9	0,04	7,7
7	> 0,03	7,8	0,03	7,8	0,05	7,6	0,08	7,8	0,04	7,7
14	0,35	7,5	0,35	7,5	0,35	7,4	0,28	7,5	0,04	7,7

Die im Epi- und Metalimnion gefundenen geringen Konzentrationen entsprechen kaum mehr den optimalen Werten (0,2 bis — 2 mg/l) die von USPENSKI (57 vergleiche Tabellen bei pag. 80 und 84) für zahlreiche Algen in der Natur festgestellt worden sind, und es ist somit durchaus möglich, dass das Eisen im Amsoldingersee für gewisse Algen die Rolle eines die Entwicklung begrenzenden Faktors spielt (Minimumfaktor).

[26]) Diese sind im Amsoldingersee ziemlich eisenhaltig.

8. Kieselsäure

Bei den ebenfalls kolorimetrisch vermittelst der Ammoniummolybdatlösung-Reaktion durchgeführten Kieselsäurebestimmungen fanden sich in den oberen und mittleren Wasserschichten des Sees 2,5—4 mgr/l, in den tieferen war die Konzentration meist eine etwas höhere und erreichte am Seegrund besonders im Herbst (September) bis 6,5 mgr/l. Auch im Winter und Frühjahr, wenn eine thermisch-chemische Schichtung kaum vorhanden ist, zeigte das Wasser über dem Seeboden immer einen etwas höheren Kieselgehalt.

Offenbar wird der Kieselsäurehaushalt von den Diatomeen beherrscht, indem diese den oberen Wasserschichten der trophogenen Zone SiO_2 entziehen und beim Absterben durch Absinken der Tiefe zuführen.

III. Das Plankton

Meine Untersuchungen verfolgten hauptsächlich den Zweck, festzustellen, welche Phyto- und Zooplankter im Amsoldingersee vorkommen, ferner wie sich dieselben im Lauf verschiedener Jahre bezüglich ihres Auftretens verhalten. Ich habe hauptsächlich qualitativ gefischt, nebenher allerdings auch vermittelst der Sedimentationsmethode quantitative Bestimmungen ausgeführt. Die Planktonfänge sind mit einem Friedinger Netz von zirka 40 μ Maschenweite in feuchtem Zustand mit einer Netzöffnung von 16 cm Durchmesser, was einer Fläche von zirka 200 cm^2 entspricht, ausgeführt worden. Bei dem so erbeuteten Material kommt also nur das Meso- und Mikroplankton in Betracht, während das Nanno- und Ultraplankton ganz ausscheidet.

Die einzelnen Monatsfänge sind zunächst an lebenden Proben mikroskopiert worden. Die Untersuchung des lebenden Materials ist unbedingt notwendig, sowohl zur sicheren Erkennung gewisser Formen, als auch zur richtigen Beurteilung der Mengenverhältnisse der einzelnen Planktonkonstituenten. Durch eine mehrmalige Durcharbeitung des mit zirka 3 % iger Formollösung konservierten Materials liessen sich die Resultate der Lebenduntersuchung noch weiter ergänzen und vertiefen.

Zur Orientierung über die Tiefenverbreitung der Planktonorga-

nismen dienten Horizontalzüge unter der Wasseroberfläche, in 3 m, 5 m und gelegentlich 7 m Tiefe, während Vertikalzüge aus 10 m Tiefe Aufschluss über Zusammensetzung und Quantität des Gesamtplanktons vermittelte. Eine statistische Bearbeitung der Planktonproben ist nicht vorgenommen worden, da eine solche nicht im Rahmen meiner Untersuchungen lag. Ich bin übrigens anzunehmen geneigt, dass die auf Grund von Vergleichen der einzelnen Proben gewonnenen Schätzungen betreffend den Häufigkeitsgrad der einzelnen Formen, ein den tatsächlichen Verhältnissen durchaus entsprechendes Resultat liefern. Dies um so mehr als weder das Phytoplankton noch das Zooplankton hier in einer grossen Artenzahl auftritt.

Für die quantitativen Untersuchungen wurden jeweilen mehrere Netzzüge aus 10 m Tiefe ausgeführt und die mit Formol getöteten Fänge in graduierten Zentrifugengläsern sedimentiert.

1. Das Phytoplankton

Nachstehend geben wir in systematischer Reihenfolge geordnet die im Amsoldingersee vorkommenden Phytoplankter, nebst Angaben über die Art und Weise ihres Auftretens im Verlauf des Seejahres.

Zur Bestimmung der Phytoplanktonorganismen benutzte ich hauptsächlich A. PASCHER, „Die Süsswasserflora Mitteleuropas", ausserdem wurde noch weitere spezielle Literatur beigezogen.

Schizophyceen

Microcystis aeruginosa (Kütz). Die Kolonien dieser Schizophycee kommen oft vereinzelt im Plankton vor, aber anscheinend, wenigstens so weit bekannt ist, ohne zu einer Massenentfaltung zu gelangen, oder gar Wasserblüten zu bilden.

Oscillatoria spec. Eine Oscillatoria mit blassblau-grünen 6 μ breiten Trichomen, deren Endzellen abgerundet sind. Die Länge der einzelnen Zelle ist 4,5 μ. Dieser Organismus kommt in fast jeder Planktonprobe vor.

Lyngbya pseudospirulina[27]) Pascher nov. nom. (= L. *spirulinoides* Utermöhl, Arch. f. Hydrobiol. Suppl. Bd. V, 1925, S. 288, Fig. 30) nicht L. spirulinoides Gomont. Die von UTERMÖHL ge-

[27]) von Herrn Dr. L. Geitler untersucht und bestimmt.

gebene Beschreibung und Charakteristik des Standortes stimmt in allen Punkten mit meinem Material gut überein, eine kleine Abweichung ergibt sich einzig dadurch, dass die Trichome des Amsoldingersee-Materials gegen die Enden hin etwas verjüngt sind.

Dieser Organismus findet sich das ganze Jahr hindurch vereinzelt im Tiefenplankton vor. Ausserdem gelangt er aber im Laufe der Sommerstagnation am Grunde des Gewässers zur Massenentfaltung, also in einer Zone, wo vorwiegend Fäulnisprozesse durch Reduktion stattfinden, und wo der Sauerstoffgehalt des Wassers infolge dessen auf sein Minimum sinkt. Lyngbya pseudospirulina findet also anscheinend unter poly-mesosaproben Verhältnissen noch durchaus günstige Lebensbedingungen. Diesen mikroerophilen Tiefencyanophyceen kommt übrigens nach den Untersuchungen von UTERMÖHL (loc. cit.) auch die Fähigkeit zu, sich fast sämtliche Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen zur Assimilation nutzbar zu machen.

Borzia trilocularis Cohn. Sechzigjähr. Jahresber. Schles Ges. vaterl. Cult. S. 227, 1883. Vom Juni bis September 1936 fanden sich in den Wasserproben aus 13,5 m Tiefe, vergesellschaftet mit Spirulina, sehr zahlreiche 10—13 μ lange und 4—5 μ breite Trichome, die aus 3—4 Zellen bestehen, welche an den Querwänden deutlich eingezogen sind. Mutmasslich gehört dieser merkwürdige Organismus zur Gattung Borzia.

Romeria elegans[28]) Woloszynska, Geitler in Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, XIV. Bd. 1932, p. 915—916, Fig. 588 b.

Das Material aus dem Amsoldingersee unterscheidet sich nur durch etwas längere Trichome.

Flagellaten

Chrysomonaden.

Mallomonas spez. ist das ganze Jahr hindurch mehr oder weniger häufig im Plankton zu finden. Ausser Mallomonas kommen noch andere einzellige Formen im Plankton vor, die ebenfalls verschiedenen Familien und Gattungen der Ordnung der Chrysomonadinae angehören, aber schwer mit Sicherheit zu bestimmen sind.

Uroglena volvox Ehrenb. Vereinzelt sind Kolonien dieser Alge

[28]) Von Herrn Dr. L. Geitler untersucht und bestimmt.

fast das ganze Jahr hindurch im Plankton zu finden. Zeitweise kann Uroglena zur Massenentfaltung gelangen, um dann die Wasserfärbung zu beeinflussen, so namentlich in den Wintermonaten. Vom Oktober bis Dezember häufig, vom Januar bis März in enormer Menge. Im Dezember 1935 waren sozusagen keine Uroglena-Kolonien im See zu finden. Es ist eine bekannte Tatsache, dass in manchen Seen ein Organismus oft jahrelang zur selben Zeit und in gleicher Menge auftritt, um dann plötzlich, aus einem nicht ohne weiteres ersichtlichen Grunde auszubleiben.

Dinobryon sertularia Ehrenb. Die dichtbuschigen Kolonien dieser Chrysomonade haben wir oft im Plankton gefunden, zuweilen in grossen Mengen im März, April und Mai.

Dinobryon stipitatum Stein, mit den zylindrischen, nach der Basis hin fast stielartig verschmälerten Gehäusen fand sich im Januar 1935 mit Asterionella und Dinobryon sertularia zusammen dominierend.

Dinobryon divergens Imhoff, mit auffallend stark spreizenden Kolonien tritt zuweilen massenhaft auf, so im Januar mit Asterionella, im Juli und September mit Ceratium codominierend. Auffallend ist bei der Gattung Dinobryon, dass sie zeitweilig und wiederholt zur Massenentfaltung gelangen, um zwischendurch fast vollständig zu verschwinden.

Peridineen

Ceratium hirundinella (O; F; M.) ist ein perenierender Plankter mit einer ausgesprochenen Dominanz von Juli bis Oktober. Gehörnte Cysten wurden vereinzelt beobachtet. Die Grössen- und Formverhältnisse dieses Organismus sind auch hier sehr mannigfaltig.

Ceratium cornutum Clap. et Lachm., habe ich während der zweijährigen Beobachtungszeit nur in einem einzigen Exemplar im Plankton vom Juni 1935 zu Gesicht bekommen.

Peridinium cinctum Ehrenb., sehr häufig im Plankton vom April bis September, im Mai mit Ceratium codominierend.

Glenodinium spec., ausgezeichnet durch die äusserst schwache oder sogar vollständig fehlende Täfelung der Zellmembran ist nur vereinzelt beobachtet worden.

Diatomeen

(Vergleiche hierzu auch das Kapitel über die Mikrophyten.)

Melosira italica var. *tenuissima* (Grun.) O. Müller, häufig, namentlich im Winterplankton. Im Dezember mit Astrionella codominierend.

Cyclotella comensis Grun., sowie *C. comta* (Ehrenb.) Kütz, sind während des ganzen Jahres besonders häufig.

Cyclotella melosiroides (Kirchner) ist mir dagegen weniger häufig begegnet.

Tabellaria fenestrata var. *intermedia* Grun. Pelagisch im Plankton und namentlich auch littoral, wo man besonders im Winter die zu langen, zickzackförmigen Bändern zusammengeschlossenen Tabellaria-Zellen findet.

Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz., kommt nur ganz vereinzelt vor.

Asterionella gracillima Heil., ist ein vom November bis Februar dominierender Plankter, der in der übrigen Zeit vereinzelt vorhanden ist, um aber im Hochsommer vom Juli bis September fast vollständig zu verschwinden.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenb., sowie *Synedra acus* (Kütz) Grun., sind häufig im Plankton vorkommende Bacillariaceen.

Chlorophyceen

Scenedesmus quadricauda (Turp) Bréb., sowie *Coelastrum* spec., sind hier ganz ausgesprochene Zufallsplankter. Dagegen ist *Sphaerocystis Schroeteri* Chod. meist im Plankton vorhanden, aber nur in vereinzelten Kolonien.

Ankistrodesmus falkatus (Corda) Ralfs (Name von ankistron, der Widerhaken; rhaphidion, die kleine Nadel. Syn. Raphidium falcatus Corda). Diese merkwürdige Protococcacee kommt meist in der var. *mirabile* W. u. G. S. West mit zugespitzten und stark sichelförmig gebogenen Zellen vor. Sie ist hauptsächlich zur Zeit der Sommerstagnation von Juli bis in den September in den Wasserschichten über dem Seegrund, oft in grösserer Menge, mit Spirulina vorhanden, also unter Bedingungen, die als β-mesosaprob [29])

[29]) Darunter ist die Zone der einsetzenden Oxydationsprozesse zu verstehen, die zum Teil biologischer, zum andern Teil auch rein chemischer Natur sind. In dem nach der Reinwasserzone zugekehrten sogenannten

bezeichnet werden können. Bei der Massenvegetation dieses Organismus habe ich am Seegrund ein pH von 7,2 festgestellt.

OETTLI (38, p. 32—33) hat nachgewiesen, dass *Ankistrodesmus* ein Organismus ist, der in Glukose-Agar-Kulturen noch bei sehr geringen O_2-Mengen gut gedeiht, und der ausserdem durch Schwankungen der Wasserstoffionen-Konzentration innerhalb weiter Grenzen (pH 5,0 — 7,3 für A. angustus z. B.) in seinem Wachstum nicht nachteilig beeinflusst wird.

Die *Conjugaten* seien hier nur anhangsweise als Zufallsplankter erwähnt, von den sich in Netzzügen ganz vereinzelte Exemplare der Gattungen *Cosmarium* und *Staurastrum* vorgefunden haben. *Staurastrum furcigerum Bréb.* Syn. *Didymocladon furcigerum (Bréb) Ralfs.*

Ueber die Zusammensetzung und das Auftreten des Phytoplanktons im Amsoldingersee lässt sich zusammenfassend folgendes sagen:

Ceratium hirundinella ist hier ein perenierender, ausserordentlich häufiger und zeitweise dominierender Plankter. Ferner sind ebenso häufig *Peridinium cinctum* und *Asterionella gracillima,* beide Organismen können zur Codominanz oder sogar zur Dominanz gelangen; aber sie verschwinden zeitweise, wenn auch nur auf kurze Dauer, vollständig aus dem Plankton. *Uroglena volvox, Dinobryon sertularia* und *Melosira italica* var. *tenuissima* kommen auch zeitweise zu einer Massenentfaltung, aber namentlich die beiden letztgenannten Arten verschwinden auf längere Zeit ganz.

Das ganze Jahr hindurch mehr oder weniger zahlreich sind *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia* und die *Cyclotellen.*

Die Wasserschicht zwischen 3 und 5 m Tiefe ist die phytoplanktonreichste, während unterhalb 5—6 m eine sehr rasche Abnahme zu bemerken ist. Auch die Netzzüge aus der Oberflächenschicht zeigen, dass diese ebenfalls verhältnismässig wenig dicht bevölkert ist. Diese Feststellungen werden, besonders zur Zeit

---

β-Teil derselben sind die Zersetzungsvorgänge entsprechend weniger intensiv als nach der rein polysaproben Zone hin.

Im Rotsee bei Luzern beobachtete man nach der Einleitung von Kanalisationen (1911) eine Massenentfaltung verschiedener Chlorophyceen, unter anderen auch eine durch Ankistrodesmus falcatus var. mirabilis verursachte Wasserblüte im Mai 1921 (Bachmann 2, p. 6/7).

der Sommerstagnation, durch den Gang der Sauerstoffkurve bestätigt. Die mutmassliche Reichtiefe der trophogenen Schicht ist im Zusammenhang mit der Besprechung der Resultate über die Messungen des im Wasser gelösten Sauerstoffes diskutiert worden.

Die Menge des Phytoplanktons scheint im Amsoldingersee während des ganzen Jahres hindurch eine ziemlich gleichmässige zu sein, während wir seinerzeit im Gerzensee in den Wintermonaten einen erheblichen Rückgang desselben feststellen konnten. Bemerkenswert ist, dass gerade die beiden Plankter, die zur Winterzeit im Amsoldingersee vorherrschen, *Asterionella* und *Melosira,* im Gerzensee ganz fehlen oder nur in geringer Entfaltung auftreten.

Im Phytoplanktonbild beider Seen bestehen also sowohl in qualitiver als auch in quantitativ-temporaler Hinsicht gewisse Unterschiede, die wir aber leider heute noch nicht in der Lage sind mit den ebenfalls bestehenden Unterschieden im Chemismus der beiden Gewässer in ursächlichen Zusammenhang zu bringen.

Dass die Besonderheiten der Planktonbilder zwar hauptsächlich durch chemische Faktoren bedingt sind, erscheint um so wahrscheinlicher, als die beiden in Frage stehenden Seen in thermischer Beziehung eine weitgehende Uebereinstimmung zeigen. Indessen vermögen wir mit unsern Wasseranalysen nicht mehr jene feinen und feinsten Unterschiede der Milieufaktoren aufzudecken, auf welche die Planktonorganismen noch durchaus reaktionsfähig sind. Namentlich ist es vorläufig recht schwierig, den oder die sog. „Minimumfaktoren" zu ermitteln, das heisst diejenigen Umweltfaktoren, die in ihrer Quantität und Intensität am weitesten hinter dem Optimum zurück bleiben. Denn gerade diese müssen als begrenzende Faktoren für die Verbreitung, das Mengenverhältnis, sowie die temporale Verteilung der Plankter von ausschlaggebender Bedeutung sein. Als Minimumfaktoren dürfte der Stickstoff und die Phosphorsäure in erster Linie in Frage kommen.

Der einzig gangbare Weg zur erfolgreichen Bearbeitung dieses Fragenkomplexes scheint nur durch das Experiment, vermittelst Reinkulturen, möglich zu sein. Dem gegenüber besteht aber die Schwierigkeit, dass vorläufig noch die Reinkultur, besonders phytoplanktischer Organismen, nur in beschränkter Weise durchführbar ist.

2. Das Zooplankton

Zur Bearbeitung des Zooplanktons habe ich namentlich W. M. RYLOW: „Das Zooplankton der Binnengewässer" 1935, Bd. XV aus A. THIENEMANN, „Die Binnengewässer", benutzt.

Ciliaten

Coleps hirtus Ehrenb., sehr häufig, namentlich im Sommer.

Rotatorien

SCHREYER (51) hat in seiner Dissertation über „Die Rotatorien der Umgebung von Bern" das Vorkommen und die Lebensweise dieser Ordnung im Amsoldingersee, sowie der benachbarten kleinen Gewässer, Uebeschi-, Dittlinger- und Geistsee, sehr eingehend geschildert. Für die planktischen Formen vergleiche speziell die Tabelle 3 bei pag. 92 dieser Arbeit. Die im Amsoldingersee von diesem Autor ausserdem festgestellten Rädertiere habe ich weiter unten, im Kapitel über faunistische Beobachtungen noch besonders zusammengestellt.

Asplanchna priodonta Gosse ziemlich häufig.

Anapus testudo (Lauterborn) gelegentlich im Sommer.

Polyarthra trigla Ehrenb., perenierender Plankter, der in den Sommermonaten Juli, August und September besonders häufig ist. *Anuraea aculeata* (Ehrenb.), im Hochsommer bis gegen den Herbst hin fehlend oder nur ganz vereinzelt.

Anuraea cochlearis (Gosse), das ganze Jahr häufig, ein ausgesprochen perenierender Plankter.

Notholca longispina (Kellicott), ziemlich häufig; ich kann die Beobachtung SCHREYERs bestätigen, dass Notholca in den Sommermonaten fast vollständig fehlt.

Diurella stylata Eyferth, vom Frühling bis Herbst häufig, im Winter fehlend.

Triarthra longiseta Ehrenb., im Winter ziemlich häufig.

Floscularia mutabilis (Bolten), nur ganz vereinzelt.

Ferner hat SCHREYER (51) auch die temporale Verteilung von *Gastropus stylifer* (Imhoff), *Anapus ovalis* (Bergendal) und *Synchaeta pectinata* (Ehrenb.) verfolgt. Ausserdem hat der gleiche Autor noch weitere Rotatorien, zum Teil im Plankton, zum Teil auch an Wasserpflanzen, nachweisen können.

Crustaceen

Cladoceren:

Diaphanosoma brachyurum (Liévin) ist mit Diaptomus zusammen diejenige Crustacee, die während des ganzen Jahreszyklus, auch den Sommer hindurch, mehr oder weniger häufig im Plankton des Amsoldingersees vorhanden ist.

Daphnia longispina (O. F. Müller) ist oft im Plankton vorhanden, und zwar vorherrschend im Winter und Frühjahr, aber anscheinend nie in sehr grosser Individuenzahl.

Bosminia longirostris (O. F. Müller), diese Cladocere ist von Dezember bis April sehr häufig, im März haben wir ein Maximum festgestellt. Von August bis Oktober werden dagegen nur ganz vereinzelte Exemplare erbeutet. Im allgemeinen gilt sonst Bosminia als eurytherm perenierender Plankter.

Copepoden:

Diaptomus gracilis Sars ist die Crustacee des Amsoldingersee-Planktons, die am häufigsten und regelmässigsten während des Jahreszyklus, zuweilen mit Cyclops, gefunden wird,[30]) also hier ausgesprochen eurytherm perenierend.

Erwähnt sei noch, dass die planktisch lebenden Larven der Büschelmücke, *Croethra, plumicornis* = *Sayomya* besonders im September gefangen werden.

In bezug auf die temporale Verteilung des Zooplanktons im Laufe des Jahres kann ganz allgemein gesagt werden, dass die *Rotatorien* mit *Diaphanosoma* und dem perenierenden *Diaptomus* das Sommerplankton beherrschen. Im Winter dagegen treten die Rä-

---

[30]) Bei Diaptomus habe ich mitunter eine Rotfärbung, seltener eine Blaufärbung (stahlblau) beobachtet. Nach den Untersuchungen von Blanchard, Vegezzi, Verne u. a. ist der rote Farbstoff in den Copepoden den pflanzlichen Carotinoiden sehr ähnlich.

Bei Daphnia ist z. B. experimentell nachgewiesen, dass der Farbstoff durch die Nahrungsaufnahme in den Körper gelangt und dort fixiert wird. Bei Entzug der karotinhaltigen Nahrung wird jedoch die rote Färbung sehr bald zum Verschwinden gebracht.

Beiläufig sei nur erwähnt, dass dagegen nach Verne die höheren Crustaceen die Fähigkeit besitzen, selber Carotinoide zu bilden.

Die Natur des blauen Farbstoffes ist noch weniger abgeklärt, doch scheint es sich hier um proteische Abkömmlinge der Carotinoide zu handeln. Vergl. hierzu Verne (58) 1926 und Lwoff (29) 1927.

dertiere mit Ausnahme einiger perenierender Formen, wie namentlich Anurea cochlearis, stark zurück, während unter den Cladoceren jetzt *Bosminia* eine starke Ausbreitung gewinnt.

Hinsichtlich der vertikalen Verteilung zeigen die Rotatorien eine vorwiegend epilimnische Verbreitung (zwischen Oberfläche und Metalimnion). Ebenso die meisten Cladoceren, von denen einige Gattungen gegen ungünstige Sauerstoffverhältnisse sehr empfindlich sind. Dagegen scheint *Diaptomus* mitunter auch etwas tiefere Wasserschichten aufzusuchen, wenigstens habe ich solche gelegentlich dort noch gefunden.

Ausgesprochen hypolimnisch leben die *Corethra*-Larven, die gegen Sauerstoffschwund, der am Ende der Sommerstagnation in ihrem Lebensraum stark ausgeprägt ist, ausserordentlich widerstandsfähig sind.

* * *

Durch Abfischen einer Wassersäule von 10 m, immer unter möglichst gleichen Bedingungen, und nachheriger Sedimentation der Fänge,[31]) habe ich versucht, einigen Aufschluss über die gesamte Planktonproduktion im Laufe des Jahres zu erhalten.

Aus dem Mittelwert der einzelnen Sedimentationsproben errechnete ich alsdann die in einer Wassersäule von 10 m Höhe und 1 m^2 Querschnitt enthaltene Planktonmenge. Diese schwankte zwischen 5,2—26 cm^3. Im Mittel war sie 9,5 cm^3, oder 0,95 cm^3, auf den Kubikmeter Wasser bezogen.

Diesen Zahlen möchte ich jedoch, als absolute Werte genommen, keine allzugrosse Bedeutung beimessen. Sie sollen nur als Anhaltspunkte dienen, um Vergleiche über die Planktonproduktion mit anderen Gewässern zu ermöglichen. So erreicht z. B. die mittlere Gesamtplanktonmenge des Gerzensees einen dem Amsoldingersee nahezu entsprechenden Wert.

Während der zweijährigen Beobachtungsperiode 1934 und 1935) registrierten wir namentlich im März-April und dann wieder im September eine besonders hohe Planktonproduktion, während sie in der Zwischenzeit etwas niedriger, aber ziemlich gleichmässig war.

---

[31]) Als Resultat wurde der Mittelwert mehrerer solcher Fänge genommen.

IV. Die Mikrophyten

(Pflanzliche Kleinlebewesen, die hauptsächlich auf untergetauchten lebenden Organismen „Aufwuchs" oder auf untergetauchten toten Gegenständen „Bewuchs" angetroffen werden.)

Fadenalgen gelangen im eigentlichen Seebecken nur zu geringer Entfaltung. In der warmen Jahreszeit findet man an seichten, ruhigen Uferpartien etwa die gelblich-grünen Watten von *Spyrogyren,* zu denen sich gelegentlich auch *Mougeotia* und *Zygnema* gesellen, während im Kalkbelag auf der Unterseite der Seerosenblätter noch *Bulbochaete* als Bewuchs auftritt. Auf dem Steinbelag am Seeufer längs des Schlossparkes bilden im Vorfrühling, namentlich im März, dicht unter der Wasserstandslinie, die pinseligen Rasen einer Schizophycee, *Tolypotrix distorta* Kütz. var. *penicillata* (Oeg.) Lem. einen braunen Gürtel.[32]) Diese, an die Wasserstandslinie gebundene, Litoralalge ist in subalpinen Seen sehr verbreitet.

Zahlreiche auf der Uferbank liegende Steine sind von einer, oft mehrere Millimeter dicken, warzigen Kalkkruste überzogen. Dieser Kalkbelag ist von den zu Büscheln vereinigten umscheideten Fäden einer Blaualge, *Schizothrix fasciculata (Näg.)* Gom. (Sektion Inactis) durchsetzt. Die Kalkausscheidung dieses Organismus ist sogar so gross, dass die Lager vollkommen versteinern.[33])

In der Hauptsache aber wird der Auf- und Bewuchs von Kieselalgen gebildet. Im frühen Frühjahr, schon kurz nach Eisaufgang, bildet sich regelmässig an den untergetauchten Resten der vorjährigen Schilf- und Binsenstengel ein dichter graubrauner, schleimig-flockiger Ueberzug, der durch eine Massenvegetation von *Cymbella cistula* Kirch. gebildet wird. Den Mikrophyten geht durch den Mangel an submersen Wasserpflanzen im Amsoldingersee eine grosse Aufwuchsoberfläche verloren, was ihre Mengenentwicklung ganz erheblich vermindert. (Vergl. auch meine Ausführungen im Kapitel über die Vegetation). Den Diatomeen Bewuchs habe ich während eines ganzen Jahres vermittelst der soge-

---

[32]) Ueber die Tolypothrixgürtel im Vierwaldstättersee, vergl. Hurter (21, p. 119—122).

[33]) Ueber die lacustren Tuff und Kalkablagerungen, sowie die Furchensteine gibt es eine reiche Literatur. Vergl. namentlich hierüber Geitler (15, p. 73—77) und Le Roux (26, p. 347—365) Fig. 13 und 14, sowie Tafel 3 und 4.

nannten Plattenmethode, wie sie neuerdings von J. RIEDER[34]) (46, p. 141) beschrieben worden ist, beobachtet. Hierzu verwendet man rechteckige Glasplatten von 17×7,5 cm Kantenlänge, auf welche fünf Objektträger vermittelst feinem, zähem Bindfaden befestigt werden. Die so zubereiteten Platten können nun samt den Objektträgern in beliebiger Tiefe und in verschieden langen Tauchzeiten im See „exponiert" werden.

Für meine Untersuchungen habe ich die Tiefe von zirka 50 cm gewählt,[35]) die Tauchzeit betrug 3—4 Wochen, die Zwischenzeit zweier Terminuntersuchungen. Die Platten waren an der Mündung des Seeausflusses an einem Holzbalken des Bootshauses befestigt. Diese Methode ermöglichte mir, den Bewuchs in seiner natürlichen Auflagerung direkt auf dem Objektträger, sowohl in frischem, lebendem Zustand als auch am fixierten Präparat, zu untersuchen. Da Diatomeen nur auf Grund der feinen und feinsten Strukturen ihrer Kieselschalen zuverlässig bestimmt werden können, beseitigte ich alle störenden Unreinigkeiten aus dem Belag durch eine kurze Behandlung mit konzentrierter Salpetersäure. Das in Styrax eingeschlossene Präparat lieferte so vollständig klare und kontrastreiche Bilder.

Die Präparate der Plattenmethode sind geeignet, Untersuchungen über die Zonierung und Produktion der Bewuchsorganismen anzustellen. Die statistische Bearbeitung des Bewuchses der in verschiedenen Seetiefen exponierten Objektträger gibt sowohl Aufschluss über die vertikale Verteilung, als auch über die Mengenbildung der Mikrophyten und Mikrozooen in verschiedenen Tiefenstufen.

Hier muss ich mich vorläufig damit begnügen, einige allgemeine Angaben über den Bewuchs der Kieselalgen mitzuteilen.

Schon makroskopisch lassen sich in der Objektträgerserie des ganzen Jahreszyklus grosse Unterschiede in der Belagsdichte wahrnehmen, dementsprechend also Verschiedenheiten in der Gesamtproduktion. Die schwachen Beläge finden wir vom November bis März, zu welcher Zeit die Wassertemperaturen in der Tauch-

---

[34]) Herr Dr. Rieder hatte die Freundlichkeit, mir schon vor längerer Zeit seine Arbeitsmethode anzugeben.

[35]) Die Tiefe von 0,50—1,00 m dürfte im allgemeinen für die Entwicklung der Aufwuchsdiatomeen die günstigsten Bedingungen bieten. (P. Schulz 52, p. VII 8).

tiefe der Platten zwischen 3—9° C. lagen, die dichten Beläge dagegen treten in der übrigen Zeit auf.

Was den Diatomeen-Belag im speziellen betrifft, so ist ein Maximum der Produktion im März zu beobachten, also zu einer Zeit, in welcher das Wasser noch recht kühl ist. Andererseits haben mir meine Beobachtungen gezeigt, dass die Bacillariaceen auch im Sommer, überhaupt das ganze Jahr hindurch, ziemlich reichlich und gleichmässig vertreten sind. Hinsichtlich der Temperatur sind es also eurytherme Organismen, d. h. solche, deren Existenzminimum und -maximum weit auseinander liegen.

Im Bewuchs des Amsoldingersees kommen die folgenden Diatomeen[36]) vor:

Amphora ovalis Kütz, sehr häufig, das ganze Jahr hindurch auftretend.

Cocconeis placentula var. *euglypta* (Ehr.) Cleve., sehr häufig das ganze Jahr.

Cymatopleura elliptica (Brébisson) W. Smith., ganz vereinzelt.

Cymbella cistula (Hemprich) Grun., häufigste Diatomee im Aufwuchs des Amsoldingersees.

Cymbella tumida (Bréb.) Van Heurck., vereinzelt.

Diploneis puella (Schumann) Cleve., vereinzelt.

Eucocconeis flexella (Kütz), perenierend, sehr häufig.

Eunotia arcus Ehr., sehr häufig.

Eunotia lunaris (Ehr.) Grun. und

Eunotia pectinalis var. *minor* Rabenh. u. Meister., diese beiden Species habe ich nur einmal im Aufwuchs gefunden.

Fragilaria construens var. *venter* (Ehr.) Grun., gelegentlich beobachtet.

Gomphonema gracile Ehr., vereinzelt.

Auffallend ist das anscheinende Fehlen von G. *constrictum* und *constrictum* var. *capitata,* sowie G. *acuminatum,* die im Gerzensee häufig sind.

Microneis microcephala ist nebst *Cymbella* in den Belägen mit der grössten Individuenzahl vertreten.

Navicula dicephala (Ehr.) W. Smith, ziemlich häufig, z. Teil die var. *elginensis* (Greg.) Cleve.

Navicula radiosa Kütz. ziemlich häufig.

---

[36]) Herrn Fr. Meister in Horgen möchte ich für die Nachprüfung verschiedener Bestimmungen hier bestens danken.

Navicula oblonga Kütz. vereinzelt.
Navicula tuscula (Ehr.) Grun. vereinzelt.
Nitzschia sigmoidea (Ehr.) W. Smith. vereinzelt.
Nitzschia thermalis Kütz. vereinzelt.
Pinnularia interrupta W. Smith. nicht häufig.
Pinnularia viridis (Nitzsch.) Ehr. vereinzelt.
Rhopalodia paralella (Grun.) O. Müller, vereinzelt.

Der eigentliche Diatomeen-Aufwuchs besteht aus häufigen, perenierenden Formen, die das ganze Jahr hindurch in grosser Individuenzahl auftreten, und solchen, die mehr vereinzelt erscheinen, aber ebenfalls nicht an bestimmte Jahreszeiten gebunden sind.

Ich glaube nicht, dass die statistische Bearbeitung des Materials diese auf Vergleichen und Schätzungen beruhende allgemeine Charakteristik wesentlich ändern würde. Ein besonderer Unterschied in der Zusammensetzung, sowie dem Auftreten des Aufwuchses zwischen Amsoldinger- und Gerzensee besteht nicht. Auffallend war nur das gänzliche Fehlen der *Gomphonema*-Species in den Belägen des Amsoldingersees, die während des gleichen Beobachtungszeitraumes im Gerzensee sehr häufig waren, nämlich *Gomphonema constrictum, Gomphonema constrictum* var. *capitata,* sowie *Gomphonema acuminatum.*

Das Vorkommen, sowie die Zeit des Auftretens der dem Plankton angehörenden Diatomeen-Gattungen *Asterionella* und *Melosira* ergab sich ohne weiteres aus der Untersuchung der Netzfänge.

Dagegen konnten die Gattungen *Cyclotella, Synedra* und zum Teil auch *Tabellaria,* die ebenfalls Planktondiatomeen sind, in ihrem Vorkommen und ihrer Phaenologie besser am Plattenmaterial beobachtet und verfolgt werden. Die Plattenmethode erfasst also, zum Teil wenigstens, auch die planktischen Diatomeen. *Asterionella* habe ich zwar nur äusserst selten auf den Objektträgern bemerkt. Aus den Beobachtungen dieses Materials ergibt sich, dass *Cyclotellen* das ganze Jahr hindurch im Plankton vorkommen. Es sind hauptsächlich *Cyclotella comensis* Grun., *Cyclotella comta* (Ehr.) Kütz und *Cyclotella melosiroides* (Kirchner) Lemm. Synedra *acus* (Kütz), *Synedra acus* var. *Ostenfeldii* Krieger in büscheligsternförmigen Kolonien, sowie *Synedra Ulna* (Nitzsch) Ehr. sind besonders im Winterplankton vertreten, ohne aber in der übrigen Zeit ganz zu verschwinden. Das gleiche ist von *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia* Grun. zu sagen. *Tabellaria flocculosa* (Roth)

Kütz dagegen habe ich nur wenig zahlreich im Winter beobachtet. *Synedra amphicephala (Kütz)* wurde nur gelegentlich beobachtet.

V. Die Vegetation des Amsoldingersees und seiner unmittelbaren Umgebung [37])

1. Der Schilfgürtel

Das Phragmitetum communis schliesst sich fast überall an die Wasserfläche an, es wird aber im allgemeinen nicht besonders dicht und hoch. An manchen Stellen bleibt es sogar recht dünn und mager entwickelt. Einzig die Ost-Ecke des Sees ist von einem üppigen Röhricht bestanden, in welchem Halme von 2 — 2,5 m Höhe angetroffen werden.

Um die Verstecke und Nistgelegenheiten der Vogelwelt nach Möglichkeit zu erhalten und zu schonen, werden die Schilfbestände am Amsoldingersee meist nicht geschnitten. An manchen Uferpartien ist Phragmites durch die Schneide, *Mariscus Cladium* [38]) ersetzt, die reine Bestände bildet. Die blau-grünen, am Rand und Rückenkiel mit scharfen, nach vorwärts gerichteten Stacheln besetzten Blätter dieser Pflanze, sind im Frühjahr noch nicht vertrocknet, so dass gerade in dieser Jahreszeit die Verbreitung des Cladietums gut zu überblicken ist, da sie sich aus dem fahlen Gelbbraun des Schilfes deutlich hervorhebt.

Von anderen Begleitpflanzen des Phragmitetums, die hier keine grosse Verbreitung erlangen und auf gewisse Stellen lokalisiert sind, nenne ich:

Equisetum limosum, der Schlamm-Schachtelhalm am Nordwest-Ufer.

Typha latifolia, der Rohrkolben, namentlich an der östlich gelegenen See-Ecke und im Wasserarm.

Iris Pseudacorus, die Schwertlilie, welche, ausser dem vereinzelten Vorkommen im Schilficht des Seeumkreises, an den Ufern des Wahlenbaches (Seeabfluss) zwischen Schloss und Säge dichte Bestände bildet.

---

[37]) Die botanischen Exkursionen zum Studium der Vegetation des Amsoldingersees und seiner Umgebung sind an den folgenden Daten ausgeführt worden: 5. Mai 1934, 26. Mai 1934, 20. August 1934, 21, September 1934, 4. Mai 1935, 8. Juni 1935, 23. Juli 1935, 16. April 1936.

[38]) Die Nomenklatur folgt mit ganz wenigen Ausnahmen der 9. Auflage von Fischer, Flora von Bern (1924).

Scutellaria galericulata, das Helmkraut, in der Bucht bei der Insel am Südwestufer.

Nach *Acorus Calamus*[39]) habe ich vergeblich gefahndet.

Im Schilfgürtel sind dagegen die folgenden Begleitpflanzen häufig bis ziemlich häufig vertreten:

Phalaris arundinacea L.
Lythrum Salicaria L.
Peucedanum palustre (L) Mönch.
Angelica silvestris L.
Lysimachia vulgaris L.
Convolvulus sepium L.
Mentha aquatica L.
Lycopus europaeus L.
Valeriana officinalis L.
Eupatorium cannabinum L.
Cirsium palustre (L) Scop.

Hinter dem die Wasserfläche umschliessenden Schilfgürtel dehnt sich das Schilfgras in dichten oder mehr aufgelockerten Beständen oft bis weit in das Flachmoor hinein, die sogenannten Schilfwiesen bildend.

Am Südost-Ende des Sees greift das Phragmitetum auf ein leicht ansteigendes Gelände über, aus welchem beträchtliche Wassermengen hervorquellen. Es handelt sich hier um ein von Grundwasser gespeistes Quell- oder Gehängemoor, das dem durch Verwachsung entstandenen Flachmoor in seiner floristischen Zusammensetzung sehr ähnlich ist.

Der Boden ist hier von einem dichten Moosrasen überzogen, der namentlich von *Chrysohypnum protensum,*[40]) *Drepanocladus polycarpus* und *Dicranum palustre* zusammengesetzt ist, während die unmittelbare Umgebung jener Stellen, wo das Grundwasser aufquillt, von *Bryum ventricosum* bewachsen ist. Das erstgenannte Moos ist stark von Kalk überkrustet.

Im Frühling erscheinen hier zunächst die schön violetten Blüten-

---

[39]) Ein Belegexemplar dieser Pflanze im Herbarium des Botanischen Institutes der Universität Bern, mit der Notiz: legit circa Amsoldingen, Studer VII. 1808 veranlasste mich, mein besonderes Augenmerk auf das Vorkommen des Kalmus am Amsoldingersee zu richten. Allerdings kann diese Pflanze, wenn die Kolbenbildung ausbleibt, sehr leicht übersehen werden. Möglicherweise könnte sich aber die Bezeichnung „circa Amsoldingen", auch auf das vom See nicht sehr weit entfernte Schmidt-Moos (siehe Flugbild) bezogen haben, das heute leider infolge Torfstichs und Drainage, in seiner früher sehr reichen und interessanten Flora starke Einbusse erlitten hat. Ueber die floristischen Verhältnisse dieses Gebietes vergleiche die Zusammenstellung bei Rytz (49, p. 53—54).

[40]) Die Nomenklatur der Bryophyten folgt der Flore des Mousses de la Suisse von J. Ammann und Ch. Meylan (1912).

dolden der Mehlprimel, *Primula farniosa,* später folgen das breitblättrige Knabenkraut, *Orchis latifolius,* die Trollblume (Ankenbälli), *Trollius europaeus,* das Sumpf-Läusekraut, *Pedicularis palustris,* die Flockenblume, *Centaurea Jacea,* und im Herbst leuchten die weissen Blüten des Studentenröschens, *Parnassia palustris,* sowie die blauen Blütenkronen des Schwalbenwurz-Enzians, *Gentiana asclepiadea.*

Bemerkenswert ist ausserdem das Vorkommen erstaunlich kräftiger Exemplare von *Drosera anglica,* dem englischen Sonnentau. Es ist jedoch eine mehrfach beobachtete Tatsache, dass diese Species an relativ sehr kalkreichen Standorten zu gedeihen vermag. Sie ist auf jeden Fall gegenüber diesem Bodenbestandteil viel weniger empfindlich als der rundblättrige Sonnentau, *Drosera rotundifolia,* der ausschliesslich im Sphagnetum vorkommt. Zwischen Gehängemoor und Seeufer, sowie auch an manchen anderen Stellen des Seegebietes, treten die Kopfbinsen, *Schoenus ferrugineus* bestandbildend auf. Für diese Associazion (Schoenetum) ist das zahlreiche Auftreten des Fettkrautes *Pinguicula vulgaris,* sowie der Liliensimse, *Tofieldia caliculata,* charakteristisch. Schwingrasen sind in typischer Ausbildung am Amsoldingersee nicht vorhanden. Einzig bei der Bachmündung an der Nordwest-Ecke des Sees greift der Vegetationsfilz über die Wasserfläche, um ganz lokal einen schwingenden Boden zu bilden. Dieser ist von einem dichten Moospolster aus *Acrocladium cuspidatum* und *Mnium Seligieri* Jur. bestehend, überzogen. Neben den bereits genannten Begleitpflanzen des Röhrichts finden wir hier auch einen Standort des Sumpfblutauges, *Comarum palustre,* sowie des Sumpffarns, *Dryopteris Thelypteris.* Diese letztere Pflanze kommt ausserdem nur noch am Südwest-Ufer vor, wo sie meist in fertilen Exemplaren angetroffen wird.

Die Teichbinse *Scirpus lacustris L.* (Schoenoplectus lacustris (L.). Palla kommt im Amsoldingersee meist in isolierten, inselartigen Beständen vor, die namentlich an schlammigen Orten in stillen Winkeln zu besonders üppiger Entfaltung gelangen. Ausserdem handelt es sich um einzelne oder horstweise Vorkommnisse, die meist der Schilfzone vorgelagert sind. Auf der Nordost-Seite des Sees tritt streckenweise die Teichbinse am Rand der 15—20 m breiten Uferbank auf, wo sie in einer Wassertiefe von 1,50 — 2,00 Meter wurzelt.

2. Die Wasserpflanzen (Hydrophyten)

Das Nymphaeetum und das Nupharetum sind im Amsoldingersee beide gleichmässig und ausserordentlich üppig entwickelt. Diese Associationen bilden eine mehr oder weniger breite Randzone. Die weisse Seerose, *Nymphaea alba,* besiedelt im allgemeinen mehr die etwas seichteren, ufernahen Partien, während *Nuphar luteum* in wesentlich tieferes Wasser vordringt, bis 3,50 oder sogar 4 m Tiefe. Ueberall dort, wo reichliche Schlammablagerungen und ruhiges Wasser der Entwicklung der Seerose besonders günstig sind, wie z. B. bei den Bachmündungen an der Nordost- und Westecke des Sees, im Wasserarm beim Schlosspark und im Grund der Bucht hinter der Insel am Westufer, überziehen ihre Blätter in dichtem Gefüge die Wasseroberfläche.

Auch hier habe ich, wie am Gerzensee (v. BÜREN 10) eine bedeutend frühzeitigere Entwicklung und Entfaltung der gelben, gegenüber der weissen Seerose, beobachten können. Besonders erwähnt sei noch eine kleine Form der gelben Seerose, die ich am Nordost-Ufer in zirka 30 cm tiefem Wasser fand, und deren Habitus mit der von GLÜCK (16, p. 300—302) beschriebenen *forma tenellum* gut übereinstimmt. GLÜCK fasst diese Form als eine durch ungünstige Verhältnisse entstandene Hungerform auf. Ausser ungünstigen Bodenverhältnissen mag hier der von mächtigen Baumkronen überschattete Standort, also ein gewisser Lichtmangel, mit zur Bildung dieser Kümmerform beitragen.

Vor und in der Mündung des Seeabflusses, wo sich eine gewisse Strömung im Wasser geltend macht, bemerkt man zahlreiche Rhizome der gelben Seerose, die keine Schwimmblätter an die Wasseroberfläche treiben, sondern nur mit kurz gestielten Blattrosetten besetzt sind. Die dünnen, durchscheinenden, spaltöffnungslosen Wasserblätter[41]) bleiben stets untergetaucht und überdauern den Winter.

Die Laichkräuter sind durch *Potamogeton natans* und *Potamogeton perfoliatus* vertreten, allerdings ist ihr Vorkommen nur in vereinzelten Exemplaren und nur auf die beiden grossen Wassergräben beschränkt. Es ist auffallend, dass diese Gewächse sonst im übrigen Seebecken ganz fehlen. Die Wasserform des Wasserknöterichs, *Polygonum amphibium, forma natans,* ist ebenfalls auf den Graben im Schlosspark beschränkt.

---

[41]) Vergleiche hierüber auch Baumann (3, p. 313—314).

Kleine Kolonien der Wasserlinse, *Lemna minor,* treten gelegentlich innerhalb des Röhrichts auf.

Das Tausendblatt, *Myriophyllum spicatum,* ist im Amsoldingersee die einzige, untergetaucht lebende Pflanze, die nur am Ostende des Sees einen kleinen Bestand bildet. Auffallend ist, dass die Characeen (Armleuchtergewächse), die andernorts oft ausgedehnte, bis in mehrere Meter Tiefe reichende Rasen bilden, hier gänzlich fehlen. Ebenso fehlen hier *Potamogeton, Batrachium, Elodea, Hippuris* und *Ceratophyllum.*

Für das fast vollständige Fehlen der submersen Wasservegetation im Amsoldingersee lassen sich kaum ökologische Ursachen finden. Ausser den Temperaturen sind die sehr wichtigen Lichtverhältnisse für das Gedeihen derselben hier noch durchaus genügend, wie auch Nährstoffe in ausreichender Menge vorhanden sind. Das Nichtvorhandensein dieser Pflanzenbestände hat zur Folge, dass der Seefauna geeignete Standorte und Schlupfwinkel fehlen. Dementsprechend wird sie auch ärmer entwickelt sein, sowohl der Individuen- als auch der Artzahl nach. Es hat sich nämlich anderwärts gezeigt, dass gerade diese unterseeischen Wiesen die bevorzugten Wohnstätten zahlreicher Wassertiere sind, die dort in ungeheurer Mengenentfaltung vorkommen können. So haben LUNDBECKs (28) statistische Untersuchungen im Plöner Seengebiet festgestellt, dass beispielsweise in einem in 3 m Tiefe liegenden Elodea-Chara-Rasen 7667 Tiere pro m^2 vorhanden sind, die einem Gewicht von 317,2 g entsprechen. Dadurch gehen auch den Fischen reiche Futter- und geeignete Laichplätze verloren.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die submersen Wasserpflanzen nährstoffreicher, kalkhaltiger Gewässer mit einer mehr oder weniger dicken Kalkkruste überzogen sind. Durch die Assimilation wird dem im Wasser gelösten doppelkohlensauren Kalk Kohlensäure entzogen, und so der schwerlösliche, einfach-kohlensaure Kalk auf den Pflanzen meist in Form von Schuppen niedergeschlagen.

Auf *Chara* und *Potamogeton* sind diese Kalkniederschläge besonders stark. Bei *Potamogeton* übertrifft das Gewicht der Kalkniederschläge[42]) dasjenige des Blattes, auf dem sie entstanden

[42]) Ruttner (48, p. 103—104) hat vermittelst Messungen des elektrolytischen Leitvermögens eine Methode zur Bestimmung der Assimilationsgrösse bei Wasserpflanzen ausgearbeitet. Durch diese Methode konnte er

sind, oft ganz wesentlich. Der Kalk blättert allmählich ab, oder sinkt im Herbst mit der absterbenden Pflanze auf den Grund, wo nach der Zersetzung der organischen Bestandteile eine von Jahr zu Jahr mächtiger werdende Schicht von kohlensaurem Kalk, die sogenannte Seekreide, entsteht. In Ablagerungen aus Chara-Rasen 70 % und mehr $CaCO_3$, in solchen von Potamogeton im Durchschnitt 60 % $CaCO_3$.

Nach den allgemein gültigen Anschauungen, kommen die Seekreide-Ablagerungen hauptsächlich durch die Kalkausscheidung submerser Pflanzen zustande. Die im Amsoldingersee reichlich vorkommende Seekreide muss also zu einer Zeit gebildet worden sein, als noch submerse Pflanzen reichlich in ihm vorhanden waren, wenn wir auch für das Verschwinden derselben bis jetzt keine Erklärung gefunden haben. Der reiche Gehalt der Amsoldinger-Seekreide an Gastropodenschalen weist darauf hin, dass sie wesentlich inkrustierten Pflanzen ihre Entstehung verdankt (PASSARGE 40, p. 145). Durch das anscheinend vollständige Fehlen von Früchten, namentlich Chara-Oogonien, in derselben, ist aber andererseits das Bestehen grösserer unterseeischer Pflanzenbestände auch in früheren Zeiten in Frage gestellt. Auch ist bereits wiederholt auf die sehr schlechte Uebereinstimmung der Verbreitung von Chara und Seekreide hingewiesen worden (POLLOCK 45, p. 252). Man ist indessen in neuerer Zeit dazu gekommen, gewissen Algen, besonders den Schizophyceen und Diatomeen[43]) (WALLNER 60) eine grössere Bedeutung bei der Entstehung der Seekreide zuzuerkennen. Ebenso kann in manchen Gewässern ausser der bakteriogenen Kalkfällung (NADSON 35) die planktogene Entkalkung bei der Bildung von Kalksedimenten eine ausschlaggebende Rolle

---

festsstellen, dass Elodea in natürlichen Wässern pro 1 gr. Trockensustanz in einer Stunde Belichtung zirka 18 mgr. $CaCO_3$ ausfällen kann. Dieser Leistung entsprechend, können 100 kg Elodea (den Wassergehalt dieser Pflanze zu 88 % angenommen) stündlich zirka 217 gr. Kalk produzieren, was bei einer Sonnenscheindauer von 10 Stunden 2 kg ausmachen kann. Diese Zahlen geben eine Vorstellung von den Gewichtsmengen $CaCO_3$, welche durch die Assimilationstätigkeit submerser Pflanzen erzeugt werden können.

[43]) Wallner hat kürzlich nachgewiesen, dass speziell Cymbella und Cocconeis, beide Gattungen sind im Amsoldingersee sehr häufig vertreten, befähigt sind, reichlich Kalzitkristalle auszuscheiden.

spielen (MINDER 32). Zur Frage der Kalkbildung durch Pflanzen sei auch auf die Schriften von PIA (43 und 44) verwiesen.

Endlich ist noch in Betracht zu ziehen, dass infolge Fehlens der submersen Wasservegetation bedeutend weniger Fäulnisstoffe im See produziert werden, was sich auf die Sauerstoffverhältnisse, besonders der Tiefenregion entsprechend auswirken dürfte.

4. Die Flachmoorbestände

Ausserhalb des Schilfgürtels wird der Amsoldingersee mit Ausnahme seines Nordost-Ufers von Flachmoorbeständen wechselnder Breite umgeben, die sowohl in ihrem sommerlichen, als auch in ihrem winterlichen Aspekt der Seelandschaft ein besonderes Gepräge verleihen.

Die Seggen und auch andere Riedgräser sind hier das dominierende Element. Landeinwärts an das Röhricht schliessen sich Bestände von Gross-Seggen, das Magnocaricetum, die aber stellenweise auch direkt bis an den See heran reichen. Einige dieser Arten vermehren sich durch eng gedrängte Sprosse, so dass sie Horste bilden, die bis in das offene seichte Wasser vorzudringen vermögen. Zwischen diesen Böschen oder Bülten, wie man sie etwa auch nennt, sammelt sich leicht Schlamm und Pflanzendetritus, welch letzterer hauptsächlich von den mächtigen Blattschöpfen der Seggen selber geliefert wird. Diese Horstseggen sind ausserordentlich wirksame „Verlander", sie bestehen hier hauptsächlich aus Böschenspalt, *Carex elata,* dazu gesellen sich noch einige weitere Arten wie *Carex vesicaria, Carex paniculata, Carex acutiformis* und *Carex lasiocarpa.* Die letztere Segge bildet namentlich am Nordwest-Ufer des Sees grössere Bestände.

Dicotyledonen sind hier durch den Sumpf-Haarstrang, *Peucedanum palustre* und ganz vereinzelt, nur an einer Stelle des Westufers, durch den zungenblättrigen Hahnenfuss, *Ranunculus Lingua* vertreten.

Ferner kommt noch der Fieberklee, *Menyanthes trifoliata* hier sehr zahlreich vor und bildet im Mai-Juni mit seinen weissen Blütentrauben eine besondere Zierde des Amsoldingersees. Er wurzelt besonders im seichten Wasser des Magnocaricetums und treibt seine fingerdicken, grünen, zuweilen stark verflochtenen

Rhizome weit ins Wasser hinaus, um so an manchen Uferpartien reine Bestände zu bilden.

Das Gelände hinter dem Magnocaricetum ist bereits der direkten Durchtränkung vom offenen Wasser her entzogen, und hier können sich nunmehr die eigentlichen Schlussglieder der Verlandung ansiedeln.

Zunächst sind die kurzrasigen Seggen vorherrschend (Parvocaricetum) als deren Vertreter hier hauptsächlich die hirsefrüchtige Segge, *Carex panicea* zu nennen ist. Daneben finden sich auch *Carex flava,* und Carex Davalliana u. a. m. Im Frühjahr wird das fahle Graugrün der Seggen farbig belebt durch das Wiesenschaumkraut, *Cardamine pratensis,* die Kreuzblume, *Polygala amarella,* den zweihäusigen Balderian, *Valeriana dioica.* Später folgen die Kuckucksblume, *Lychnis Flos cuculi,* das Sumpfvergissmeinnicht, *Myosotis scorpioides, Prunella vulgaris,* der Klappertopf, *Rinanthus Crista-galli,* das Läusekraut, *Pedicularis palustris,* der Löwenzahn, *Taraxacum officinale, Ssp. paludosa,* namentlich, in der Nordwest-Ecke des Sees. Vereinzelt erscheinen auch einige Orchideen, wie *Orchis latifolius, Gymnadenia conopea* und die Sumpfwurz *Helleborine palustris.* Nach beendeter Fruchtreife der Seggen folgen noch *Linum catharticum,* der Purgier Lein, *Potentilla erecta, Gentiana asclepiadea,* der Schwalbenwurz-Enzian, *Euphrasia officinalis* u. *E. Rostkoviana,* der Augentrost, *Parnassia palustris,* das Studentenröschen, *Succisa pratensis,* das Abbiskraut und *Cirsium oleraceum,* die Kohl-Kratzdistel, die aus den nassen Wiesen in das Caricetum vordringt. Besonders die beiden letzteren Pflanzen geben im Spätsommer der Uferlandschaft einen besonderen Ausdruck.

An den das Flachmoor durchziehenden grossen und kleinen Gräben finden wir zahlreiche Sumpfpflanzen, die sich im Gebiet ausschliesslich an diese Stellen halten, während sie am eigentlichen Seeufer nicht vorkommen. Es sind dies:

Der Igelkolben, *Sparganium erectum L.*

Potamogeton pusillus L. im Graben auf der Westseite des Sees.

Der Froschlöffel, *Alisma Plantago aquatica L.*

Glyceria fluitans (L.) R. Br.

Ranunculus Flammula L., der brennende Hahnenfuss in seinen sehr verschiedenen Wuchsformen.

Nasturtium officinale R. Br.
Veronica Beccabunga L.

An den Ufern der Gräben fehlen nicht: die Sumpf-Dotterblume *Caltha palustris,* das Sumpfvergissmeinnicht *Myosotis scorpioides,* sowie das Natterkraut *Lysimachia Nummularia.*

In einem an der Südost-Ecke des Sees mündenden kleinen Graben wächst der Wasserschlauch, *Utricularia vulgaris,* in kräftigen, aber nicht blühenden Exemplaren. Diese Wassergräben bieten zuweilen auch gewissen Algen üppige Entwicklungsmöglichkeiten, so dass ihre Oberfläche, zumal im Hochsommer, von dichten, grünen, besonders aus *Spirogyren* und *Zygnemen* zusammengesetzten Algenwatten überzogen sind. Auch Massenvegetation von *Schizophyceen (Phormidium favosum Bory (Gom.)* haben wir gelegentlich beobachtet.

Besonderes Interesse beanspruchen gewisse Stellen innerhalb des Flachmoores, ebenso einzelne kleine Uferrandpartien des Sees, an welchen Torfmoosrasen (Sphagnetum) vortrefflich gedeihen, trotzdem ihnen zur Hauptsache nur kalkhaltiges Wasser zur Verfügung steht. Das Auftreten dieser Assoziation im Flachmoor erscheint zunächst befremdlich, weil man im allgemeinen gewohnt ist, Sphagneten nur auf Unterlagen anzutreffen, die an Mineralsubstanzen arm sind, und wo die tellurische Bewässerung ausgeschaltet ist. Wir wissen aber, hauptsächlich durch die Beobachtungen und Untersuchungen von H. PAUL (41) und C. WARNSTORF (61, p. 28—29), dass es eine ganze Reihe von Torfmoosarten gibt, die sich in kalkhaltigem Grundwasser sehr gut entwickeln, und dort auch grössere, geschlossene Bestände bilden. Es sind besonders *Sphagnum teres, obtusum, recurvum* und *cymbifolium,* die im Flachmoor gedeihen.

So sind an einigen Stellen am Südwest-Ufer des Amsoldingersees schmale, den Uferrand säumende Sphagnum-Rasen *(Sphagnum cymbifolium var. virescens Russ),* die von der Sauerbeere *Oxycoccos quadripetalus* durchsponnen sind, zu finden. An einer anderen Stelle am gleichen Ufer sind sogar Torfmoosbülten auf Birkenstrünken ausgebildet. Diese dem Einfluss des harten Wassers schon etwas mehr entzogenen Torfmoospolster, die ebenfalls von *Oxycoccos* dicht bewachsen sind, setzen sich vorherrschend aus *Sphagnum medium Limpr.* zusammen, einer Art, die bereits mehr dem eigentlichen Hochmoor angehört.

Der am Nordwest-Ende des Sees, rechts von der Bachmündung befindliche, zirka 200 m² messende Torfmoosrasen wird hauptsächlich von *Sphagnum cymbifolium Ehrh.* gebildet, wozu sich, allerdings nur in der mittleren Partie, noch *Sphagnum medium Limpr.* gesellt. Dazwischen haben sich grosse Kolonien Goldhaarmoos *Polytrichum strictum Bank* angesiedelt. Ausserdem sind hier noch die folgenden Moose *Eurynchium speciosum (Brid), Climacium dendroides (L.), Dicranum Bonjeani var. juniperifolium (Sendtner)* festzustellen.

Im Sphagnum wächst in grosser Menge der rundblättrige Sonnentau, *Drosera rotundifolia,* während *Drosera anglica* hier nur vereinzelt ist. Sonst treffen wir hier noch *Potentilla erecta, Hieracium Auricula,* die Zwergsträuchlein der Moorweide,[44]) *Salix repens,* ferner das breitblättrige Wollgras *Eriophorum latifolium* und das, lockere Horste bildende, Haargras *Trichophorum alpinum,* nebst vereinzelten Exemplaren des Schnabelsamens *Rhynchospora alba,* einer Pflanze, die mit dem dort auch häufig vorkommenden Sumpfblutauge *Comarum palustre,* für das Uebergangsmoor kennzeichnend ist. An den trockeneren Randpartien, besonders landeinwärts, geht der Torfmoosrasen in einen von Heidekraut, *Calluna vulgris,* durchsetzten Besenriedbestand, *Molinia coerulea,* über, ein Molinieto-Callunetum bildend.

An den peripheren und daher meist trockenern Partien des Flachmoores tritt überall als letztes Schlussglied der Verlandung das blaue Pfeifengras oder Besenried *Molinia coerulea* auf. Am Südwestufer des Sees hat sich das Molinietum besonders ausgebreitet. Seine Begleitflora ist je nach Boden- und Feuchtigkeitsverhältnissen verschieden, z. T. ähnlich derjenigen des Parvocaricetums. Sowohl hier, wie auch im Besenried und besonders auch in den Ufergebüschen, finden sich oft dichte Bestände der Rüsterstaude *Filipendula Ulmaria (L.) Maximowicz,* die mitunter von einem Rostpilz *Triphragmium Ulmariae (Schum.) Winter,* befallen ist, deren auffällige, orangefarbenen Uredolager meist aus verkrümmten Blattstielen und Blattspreiten hervorbrechen. (FISCHER, ED. Die Uredineen der Schweiz, 1904, p. 423—424).

---

[44]) Die Moorweide Salix repens habe ich hier zuweilen mit einem Rostpilz befallen gefunden, es handelt sich um Melampsora Orchidi-repentis (Plow.) Kleb. (Vergl. Sydow Monographia Uredinarum III 1915, p. 358—359).

Das Vorkommen, wenn auch nur vereinzelter Exemplare von *Trollius europaeus,* der Trollblume und *Ranunculus aconitifolius,* dem eisenhutblättrigen Hahnenfuss, deutet auf einen Einschlag der voralpinen Facies des Molinietums hin. Da wo die Austrocknung bereits stark vorgeschritten ist, wie z. B. im Besenried südöstlich der Landzunge, haben wir das Vorkommen folgender Pflanzen notiert:

Cerastium triviale Link.
Hypericum perforatum L.
Potentilla erecta (L) Hampe.
Geum rivale L.
Sanguisorba vulgaris L.
Pirola rotundifolia L.
Vaccinium Vitis idaea L.
Diese beiden Letzteren treten hier ganz auffallend häufig am Rand flechtenbewachsener Stellen auf.
Gentiana asclepiadea L.
Stachys officinalis (L.) Trevisan.
Thymus Serpiphyllum L., den Boden stellenweise in dichten Rasen überziehend.
Euphrasia officinalis L.
Galium palustre L.
Succisa pratensis Mönch.

An sterilen Bodenstellen haben sich im Besenried auch einige Flechten angesiedelt:[45])

Cladonia chlorophaea Flk. = pyxidata var. chlorophaea Fl.
Cladonia cornuta (L.) Schaer mit Fruchtifikationen.
Cladonia cornuta (L.) Schaer f. Phyllotoca Woin.
Cladonia fimbriata (L.) f. major (Hag).
Cladonia furcata (Huds.) Schrader var. pinnata Flk.
Cladonia impexa Harm. var. loxiuscula Sandst.

Hier fanden sich merkwürdigerweise auch einige Polster des immer seltener werdenden *Leucobryum glaucum (L.).*

4. Das Ufergebüsch

Der Amsoldingersee ist am Nordost-Ufer von hohen Bäumen und einem schmalen Streifen von Ufergebüsch umsäumt. Die Baumvegetation besteht aus mächtigen Eichen *(Quercus Robur)* und zahlreichen Eschen. Ausserdem sind als Einzelständer Lorbeerweide *(Salix pentandra),* Silberpappel, Buche, Lärche und Weymouthskiefer, besonders im Schlosspark, vertreten.

Das Ufergebüsch zeigt je nach der Jahreszeit einen sehr verschiedenen Aspekt. Nicht nur im Frühjahr, während des Blühens, sondern namentlich auch im Spätjahr bei der Fruchtreife und der herbstlichen Laubfärbung, bildet diese Association ein sehr wechselvolles, farbenreiches Bild.

[45]) Die Bestimmungen dieser Flechten verdanke ich Herrn Dr. Ed. Frey.

Es sind besonders die folgenden Sträucher zu verzeichnen:

Salix alba L.
„ *nigricans L.*
„ *purpurea L.*
„ *cinerea L.*
Corylus Avellana L.
Sorbus aucuparia L. sehr häufig.
Prunus Padus L.
„ *avium L.*
Crataegus Oxyacantha L.
Evonymus europaeus L., vereinzelt.
Frangula Alnus L. am SW-Ufer des Sees auch in grösseren Beständen angepflanzt.
Cornus sanguinea L.
Ligustrum vulgare L.
Viburnum Opulus L., häufig.
Viburnum Lantana L., vereinzelt
Lonicera Xylostemum L.

Die Flora dieser Gebüsche ist eine sehr mannigfaltige und aus Gründen der Lichtverhältnisse des Standortes zur Hauptsache durch Pflanzen repräsentiert, die im Frühjahr zur Entfaltung gelangen. Hier seien nur die wichtigsten und interessantesten aufgeführt:

Equisetum arvense L., nur vereinzelt und stellenweise.
Carex diversicolor Crantz.
Luzula campestris (L.) u. Lam et DC.
Majanthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt.
Polygonatum multiflorum (L.) All.
Paris quadrifolia L.
Polygonum Bistorta L., stellenweise, besonders an der Südseite häufig.
Stellaria graminea L., nur auf der Nordseite.
Anemone nemorosa L.
Ranunculus auricomus L.
Thalictrum aquilegifolium L., besonders beim Bootshaus.
Corydalis cava (Miller) Schw.
Fragaria vesca L.
Geum rivale L.
Filipendula Ulmaria L.
Vicia sepium L.
Viola hirta L.
Primula elatior (L.) Schreber.
Primula veris L. em. Huds.
Omphalodes verna Mönch, zwischen Bootshaus und Wasserarm. Eine in den Südostalpen und Südkarpathen einheimische Borraginee, die da und dort in alten Herrengärten angesiedelt wurde.
Ajuga reptans L.
Glechoma hederaceum L.
Stachys silvaticus L.
Adoxa Moschatellina L., nur stellenweise in Kolonien.
Phyteuma spicatum L.
Campanula Trachelium L.
Crepis paludosa L.

Am Südwest-Ufer des Sees herrscht im allgemeinen mehr Buschwerk vor, das hauptsächlich aus Weiden und Erlen zusammengesetzt ist, während Birken nur vereinzelt auftreten. Die Baumgruppe auf der kleinen Insel, bestehend aus Silberpappel, Eschen, Erlen und Birken, ist der charakteristische Mittelpunkt der Seelandschaft. (Vergleiche hierzu die Bildtafel, unteres Bild.)

Ausser Gramineen finden sich in den an das Ufergebüsch angrenzenden Wiesen, die eigentlich nicht mehr der Ufervegetation angehören:

Carex pendula Huds.
Caltha palustris L.
Trifolium pratense L.
Geranium silvaticum L.
Plantago lanceolata L.
Succisa pratensis Mönch.
Leontodon hispidus L.

Für diese das Seegebiet umgrenzenden frischen Wiesengelände ist die Kohlkratzdistel, *Cirsium oleraceum* die Charakterpflanze des Spätsommers, deren Blütenköpfchen auf hohen Schäften sitzend, durch die sie umhüllenden grossen, dornigen, blassgelb-grünen Hochblätter weithin sichtbar sind. Im Herbst dagegen ist hier der Rasen von den violetten Blüten der Herbstzeitlose, *Colchicum autumnale* durchwirkt.

* * *

Herr Prof. W. RYTZ hatte die Freundlichkeit, die Bestimmungen verschiedener Phanerogamen nachzuprüfen, wofür ich ihm hiermit bestens danke. Die Bestimmung der Moose dagegen verdanke ich Herrn CHARLES MEYLAN in Ste-Croix. Die Belegexemplare zu dieser floristischen Untersuchung werden, wie diejenigen des Gerzensees, im Herbarium des Botanischen Institutes Bern niedergelegt.

VI. Der Seeboden

An der Beschaffenheit der Seeablagerungen sind sehr zahlreiche Faktoren beteiligt. So namentlich die geochemische Zusammensetzung des Einzugsgebietes. Ferner der Chemismus des Gewässers selbst, sowie seine Flora und Fauna und seine Tiefenverhältnisse. In kleinen, wenig tiefen, mit hoher vegetabilischer Produktion und deshalb reichlich mit Nährstoffen versehenen Gewässern (eutropher Typus) spielt die autochtone organische Sedimentation eine ganz vorherrschende Rolle gegenüber den eingeschwemmten minerogenen Materialien. Im Amsoldingersee findet man namentlich in den mit einer gut ausgebildeten Uferbank versehenen Partien des Litorals ausgedehnte lacustre Kalkablagerungen,[46]) die in ihrer typischen Ausbildung bis in eine Wassertiefe von zirka 3,5 bis 4 m reichen. Ihrer physikalischen und chemischen Natur nach sind diese Ablagerungen Seekreide, welche eine Menge Molluskenschalen und Fragmente von solchen enthält, die natürlich von wasserbewohnenden Arten herrühren. (Vergl. hierzu die Auf-

[46]) Auf dem Flugbild gut zu erkennen.

zählung der Mollusken weiter unten.) Die Grundmasse dieser Seekreide ist, entsprechend dem Fehlen von *Chara,* strukturlos. Der Kalziumkarbonatgehalt ist zirka 70—80 %, der pH-Wert frisch gehobener Proben liegt bei 7 herum. Lotrohrprofile aus der Seekreide am Südostende des Sees in 0,7 m Wassertiefe entnommen, zeigen im oberen Teil eine gelblich-weisse Färbung, während das typische Weiss dieser Ablagerung erst unter 10 cm zum Vorschein kommt. Die der weissen Seekreide auflagernde besonders vom Mikrophyten noch relativ reich besiedelte Zone entspricht der sogenannten aktuellen Schicht, wie sie von NAUMANN (36, p. 37) bezeichnet worden ist.

Die Bildung dieser Kalksedimente haben wir bei den Wasserpflanzen (submerse Hydrochariten) eingehend besprochen. Hier sei nur noch darauf hingewiesen, dass im Sommer wenigstens eine rein physikalische Kalkfällung, durch Erwärmung kalkgesättigter Wässer durchaus möglich ist. Dieser Vorgang wird namentlich dann eintreten, wenn infolge eines geringen Kohlensäuregehaltes die im Wasser vorhandenen Bicarbonate nicht mehr in Lösung gehalten werden können. Geringer CO_2-Gehalt der oberen Wasserschichten, sowie verhältnismässig hoher Kalkgehalt des Wassers sind die Voraussetzung für das Eintreten der physikalischen Kalkfällung, sie sind, zeitweise wenigstens, im Amsoldingersee erfüllt.

Hinsichtlich der Mächtigkeit, sowie auch der Verbreitung der Seekreide ausserhalb des Seebeckens sind wir leider noch nicht orientiert, aber es ist anzunehmen, dass sie sich auch unter dem Flachmoor, vor allem auf der Nordwest-, West- und Südost-Seite des Sees fortsetzt. Die Kenntnis ihrer Ausbreitung würde uns einigermassen über den früheren Umfang des Seeareals aufklären, denn zweifellos ist dieses seit seiner Bildung beim Rückzug der Gletscher infolge Erniedrigung stauender Schwellen durch die ständig und unaufhaltsam wirkende Erosion des fliessenden Wassers zurückgegangen. Durch systematisch ausgeführte Bohrungen in der Umgebung des Sees wird diese Frage noch abzuklären sein.

Die im Verlauf meiner Untersuchungen wiederholt vorgenommenen makro- und mikroskopischen[47]) Analysen von Seekreideproben haben folgendes ergeben:

[47]) Die mikroskopischen Untersuchungen sind an Proben ausgeführt, die vermittelst des Profillotes gehoben wurden. Sie beziehen sich aber vorläufig ausschliesslich auf die Oberflächenschicht der limnischen Ablagerungen,

Ausser den bereits erwähnten Resten von Moluskenschalen fanden sich vereinzelte Crustaceenpanzer. Von lebenden tierischen Organismen, fast in jeder Probe, Nematoden. Die phytogenen Reste sind durch stark mazerierte Gewebefragmente, die hauptsächlich aus der Uferregion stammen, vertreten. Ausserdem finden sich auch Coniferenpollen, wogegen Pollen anderer Pflanzen auffallend spärlich ist. Die häufigsten Mikrophyten sind hier die Bacilariaceen. Neben sehr zahlreichen Cyclotella- und Melosira-Schalen, die durch Sedimentation aus dem Plankton in den Seekreideschlamm gelangt sind, habe ich die folgenden Formen zum Teil lebend festgestellt, so dass diese zu den eigentlichen Bodenmikrophyten gerechnet werden dürfen.

Eunotia arcus Ehrenb.
Eucocconeis flexella (Kütz)
Caloneis silicula (Ehrb.) Cleve
Diploneis ovalis (Hilse) Cleve
Pinnularia nobilis Ehrb.
Amphora ovalis Kütz.
Denticula tenuis Kütz.
Epithemia turgida (Ehrb.) Kütz.
Nitzschia spec.

Oben wurde schon erwähnt, dass die eigentliche Seekreide nur bis in eine Tiefe von zirka 3,5 bis 4 m reicht. Profillotproben, die aus 4,5 m Wassertiefe gehoben werden, zeigen, dass die Seekreide hier von grauem Schlamm durchsetzt ist. Dieser entspricht in seiner Beschaffenheit, abgesehen von einer etwas helleren Färbung, durchaus dem Tiefenschlamm.

In dieser an Molluskenschalen noch reichen Uebergangszone kann festgestellt werden, dass die dunklen Ablagerungen des tieferen Wassers auf die hellen der Uferregion übergreifen, in der Weise, dass z. B. in einem aus 4,5 m Wassertiefe genommenen Bodenprofil unterhalb der 10 oberen Zentimeter sich die Seekreide wieder zeigt.

Wahrscheinlich bestehen zwischen der Tiefenstufe, in welcher der Wechsel der limnischen Ablagerungen erfolgt, und dem Tiefenbereich der Trophogenen Zone Beziehungen, und dadurch also auch mit der unteren Grenze der Mikrophyten. Diese wechselseitigen Beziehungen zu erfassen und im einzelnen in ihrer Wirkung auf die Sedimentation klarzulegen, muss jedoch einer speziellen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Der in feuchtem Zustand dunkelgraue, äusserst feine, minera-

einige Zentimeter der Kontaktzone zwischen Seeboden und Wasser. Diesen Analysen kommt also keineswegs etwa der Rang einer mikrozonalen Untersuchung zu, die einer speziellen Arbeit vorbehalten bleiben muss.

lische Tiefenschlamm ist struktur- und geruchlos. Er hat den Charakter einer Kalkgyttia, sein Kalziumcarbonat ($CaCO_3$)-Gehalt, aus dem Gesamtkalk gerechnet, ist 67,5 %. Ausserdem ergeben sich die folgenden Analysenwerte:[48])

Glühverlust (organ. Substanz + H_2O + CO_2) .	46,35	94,37
CO_2	28,42	
Organische Substanz + H_2O	17,93	
SiO_2	10,20	
CaO	37,82	

Der relativ hohe Anteil an Kieselsäure ist durch die enorme Menge von Diatomeenschalen bedingt, welche diese Ablagerungen enthalten. Es sind hauptsächlich Cyclotella- und Melosiraschalen. Unter den Penales sind mir aber hier besonders die folgenden Formen aufgefallen, weil sie in den Ablagerungen des weniger tiefen Wassers nicht, oder nur ausnahmsweise und vereinzelt angetroffen werden:

Cymatopleura solea var. *regula* (Ehrb.) Grun
Gyrosigma acuminatum (Kütz). Rabenh.
Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabenh.
Pinnularia gentilis (Donkin.) Cleve.
„ *nobilis* Ehrb.
„ *nodosa* Ehrb.
Surirella biseriata Brébisson.

Ziemlich häufig fanden sich auch *Amphora ovalis, Cocconeis placentula* und *Eunotia arcus var. genuina Meister,* nur ganz vereinzelt war *Epithemia* vertreten. Auch Coniferenpollen, sowie Schuppen von Schmetterlingsflügeln sind im Tiefenschlamm noch recht zahlreich vorhanden. Reste von Mikro- und Makrophyten sind dagegen äusserst selten festzustellen, eine Tatsache, die nicht befremdlich ist, wenn man sich vergegenwärtigt, dass schon während des Sinkprozesses die Zerstörung der organischen Substanzen bereits lebhaft einsetzt, um durch die Bodentiere, sowie den CO_2-Gehalt des Tiefenwassers noch weiter kräftig gefördert zu werden. Welche Rolle diese Vorgänge im gesamten Stoffkreislauf des Sees spielen, habe ich in einer früheren Arbeit näher ausgeführt (v. BÜREN 10, p. 84—85).

---

[48]) Die Analyse ist im Mineralogischen Institut der Universität Bern ausgeführt worden, wofür ich Herrn Prof. Dr. E. Hugi † und Herrn F. Stachel meinen besten Dank sage.

VII. Faunistische Beobachtungen

Während meiner zahlreichen Besuche an und auf dem Amsoldingersee habe ich die im folgenden zusammengestellten faunistischen Beobachtungen gesammelt. Im Sommer 1937 hatte Herr Dr. Walter Schönmann die Freundlichkeit, mich einige Male auf Exkursionen an den See zu begleiten, um sich auf meine Bitte hin spezieller mit den *Odonaten* zu beschäftigen. Herr Schönmann hat ausserdem noch zahlreiche weitere faunistische Feststellungen gemacht und dadurch diese Zusammenstellung in sehr wertvoller Weise ergänzt, wofür ich ihm hier meinen besten Dank sage.

Protozoen

Die Protozoen sind ausschliesslich an Plattenaufwuchs (vergl. das Kapitel über Mikrophyten) studiert worden. Herr Dr. J. Rieder in Freiburg (Schweiz) hatte die Freundlichkeit, mein Plattenmaterial auf tierische Bewohner hin zu untersuchen, wofür ich ihm bestens danke.

Tiere waren im Aufwuchs nur spärlich vorhanden, auch befanden sich darunter keine Formen, die für den Amsoldingersee im Vergleich mit anderen Gewässern charakteristisch sind. Es handelt sich vielmehr durchweg um tierische Organismen, die auch in anderen Gewässern sehr verbreitet sind — sogenannte Ubiquisten.

Rhizopoden: *Arcella* und *Actinophrys sol* Ehrbg.

Infusorien: *Vorticellen.*

Sauginfusorien: *Graspedophrya rotunda* Hentschel forma *typica,* wurde in maximal 620 Exemplaren pro 1 cm^2 Fläche in 28 Tagen Tauchzeit der Platte beobachtet.

Metacineta mystacina Ehrbg. wurde in maximal 18 Exemplaren pro 1 cm^2 im Zeitraum von 34 Tagen Tauchzeit ausgezählt.

Cnidaria

Im seichten Wasser zwischen Schilf und Sphagnetum und häufig auch an der Unterseite von Seerosenblättern wurden folgende Hydrozoa beobachtet:

Chlorohydra viridissima Pall.

Hydra vulgaris Pall.

Tentaculata

Bryozoa: *Plumatella repens* L. wurde im Plattenaufwuchs vereinzelt beobachtet. Die Schwimmringstätoblasten dieser Bryozoe fanden wir einmal in grossen Mengen zwischen Coniferen-Pollen auf der Seeoberfläche treibend.

Vermes

Turbellaria: *Dendrocoelum lacteum Müller* konnte öfters an Feldsteinen und Ziegelstücken gefunden werden, die von den umliegenden Aeckern am Seeufer angeschüttet wurden. Auch in den leeren Schalen toter Muscheln konnte dieser Strudelwurm meist beobachtet werden.

Rotatorien. Zusammenstellung der von Otto Schreyer (51) am Amsoldingersee beobachteten Rädertiere:

Rotifer citrinus (Ehrenb.)	an Wasserpflanzen	10[49])
Gastropus hyptopus (Ehrenb.)		17
Polyarthra euryptera (Wierzejski)		19
Dictyoderma hudsoni (Imhof)		19
Pleosoma truncatum (Levander)		20
Anuraeopsis hypelasma (Gosse)		27
Rattulus capucinus (Wierzejski et Zacharias)		40
Rattulus stylatus (Gosse)		41
Salpina ventralis (Ehrenb.)	zwischen Wasserpflanzen	44
Cathypna flexilis (Gosse)		47
Cathypna luna (O. F. Müller)	im Plankton	48
Monistyla hamata (Stokes)	im Litoral	48
Monistyla quadridentata (Ehrenb.)	zwischen Wasserpflanzen	49
Pterodina patina (O. F. Müller)	auf untergetauchten Moosen	53
Pompholyx sulcata (Hudson)		54
Pedalion mirum (Hudson)		55
Floscularia pelagica (Rousselet)		56

Hirudinea.

BRUNO HEINRICHS (20) führt in seiner Arbeit über die „Hirudineen der Umgebung von Bern" (1905) folgende Vertreter für den Amsoldingersee an:

Helobdella stagnalis L. (= Clepsine bioculata Carena), der zweiäugige Plattegel.

Glossiphonia heteroclita L. (= Clepsine heteroclita L.), der kleine Schneckenegel.

---

[49]) Diese Zahlen geben die Seiten an, auf welchen in den Sonderabdrücken der Dissertation Schreyer die hier aufgeführten Rotatorien behandelt sind.

Glossiphonia complanata L. (= Clepsine sexoculata Bergmann), der grosse Schneckenegel.

Haemopis sanguisuga L. (= Aulostoma gulo Braun), der falsche Pferdeegel.

Von diesen 1905 beobachteten Egeln konnte nur mehr der falsche Pferdeegel gefunden werden; dagegen wurde ein von BRUNO HEINRICHS nicht angeführter Schlundegel *Herpobdella octoculata L.* in grosser Zahl unter Steinen vorgefunden.

Mollusken

Gastropoden.

Die Schalen der Schlammschnecken *Limnaea ovata Drap., Limnaea peregra O. F. Müller* und *Limnaea truncatula O. F. Müller* sind in der Seekreide in grosser Menge vorhanden. Dagegen ist es mir leider nicht gelungen, die von STUDER (53, p. 54) in seinem Molluskenverzeichnis der Umgebung von Bern für den Amsoldingersee aufgeführte *Limnaea auricularia L.* zu finden. Die Tellerschnecke *Planorbis albus Müller* ist ebenfalls recht häufig, während *Valvata piscinalis O. F. Müller* bedeutend seltener gefunden wird.

Sämtliche hier angeführten Wasserschnecken konnten nur anhand der gebleichten Gehäuse abgestorbener Tiere nachgewiesen werden. Eine einzige lebende Schneckenart bevölkert den Schilf- und Seggengürtel und kann auf Seerosenblättern und schwimmenden Pflanzenresten herumkriechend gefunden werden: die Landschnecke *Succinea putris L.*, die Bernsteinschnecke. Ihr Anteil am Schalenreichtum der Seekreide scheint aber gering.

Bivalva.

Die Teichmuschel *Anodonta cygnea L.* ist hier in ansehnlichen Exemplaren vorhanden. Die oft grünlichen, am Schlossrand zahnlosen Schalen erreichen eine mittlere Grösse, ich mass solche von 130 mm Länge, 65 mm Höhe und 60 mm Breite. Sie finden sich namentlich im verbreiterten Ausfluss des Sees (Wahlenbach). Dieser Bachteil ist von einem durch Balken getragenen Dach überdeckt, und dient als Bootshaus. Hier leben die Muscheln mehr oder weniger tief im Bodenschlamm eingewühlt, oft in so grossen Mengen, dass der Boden davon gepflästert erscheint. Das hier bereits in leichter Strömung befindliche Wasser (Sauerstoff und Nahrungszufuhr), vielleicht auch das gedämpfte Licht, scheint den Tieren als Aufenthaltsort besonders zuzusagen. Vereinzelte Exem-

plare der Teichmuschel fanden wir allerdings auch im seichten Wasser westlich der kleinen Insel.

Sehr häufig ist ferner auch in der Seekreide die kleine nur wenige Millimeter Länge erreichende Erbsenmuschel *Pisidium milium Held.*

Von sämtlichen hier angeführten Mollusken, mit Ausnahme von *Anodonta* und *Succinea,* habe ich nur die gebleichten Gehäuse toter Tiere gefunden. Es ist auffallend, dass ich während meiner mehrjährigen Untersuchungen von den massenhaft subfossil vorkommenden Wasserschneckenarten kein lebendes Exemplar gesichtet habe. Will man nicht annehmen, dass sie heute vollständig aus dem Gewässer verschwunden sind, so sind sie doch zweifellos ganz enorm seltener geworden als früher. Es ist schwer, hierfür eine bestimmte Ursache anzugeben; ich glaube aber, den Rückgang der Mollusken mit dem Verschwinden und heute fast vollständigen Fehlen der submersen Wasservegetation im Amsoldingersee in Zusammenhang bringen zu müssen, umsomehr, als an solchen Orten der Haupttummelplatz der Wasserschnecken zu suchen ist. (Vergleiche hierzu auch meine Ausführungen bei den Wasserpflanzen.)

Arthropoda

Crustacea.

Von den Phyllopoda ist im seichten Wasser der Uferzone besonders häufig:

Simocephalus vetulus O. F. Müller und

Simocephalus exspinosus Koch.

Die Copepoden hat RENE LA ROCHE (25 1906) in seiner Arbeit „Die Copepoden der Umgebung von Bern" untersucht; er hat im Amsoldingersee folgende Spezies gefunden:

U [50]) *Cyclops albidus Jurine.*

U *Cyclops prasinus Fischer.*

U *Cyclops serrulatus Fischer.*

U *Cyclops strenuus Fischer.*

Diaptomus gracilis Sars.

U *Canthocamptus staphylinus Jurine.*

Als Vertreter der höheren Krebse ist der Edelkrebs, *Potamobius astacus L.* = *Astacus fluviatilis Fabr.* zu erwähnen; er findet im

[50]) Die mit U bezeichneten Formen kommen im Uferplankton vor.

Wasserarm des Sees (schlammiger Grund), sowie auch im Wahlenbach (Seeabfluss) günstige Lebensbedingungen, wird aber in trockenen Sommern durch die dann äusserst geringe Wasserführung dieses Baches gefährdet.

Hexapoda (Insekten).

Die Insektenfauna zeigt nun besonders deutlich eine eigenartige Armut an Lebewesen. Diese Erscheinung ist, wie es schon bei der Beschreibung der Mollusken erwähnt wurde, auf das Fehlen der submersen Flora dieses Sees zurückzuführen. Diese Armut zeigt sich besonders bei der Ordnung der

Ephemeroptera.

Während es in den meisten unserer Gewässer von Larven dieser Eintagsfliegen der Gattung *Cloèon* und *Ephemera* wimmelt, konnte ich im Amsoldingersee im ganzen nur zwei Larven der Gattung *Cloèon* L. fangen.

In grosser Zahl aber fanden wir als Bewohner des Seegrundes *Caenis macrura Steph.*[51])

Ihr Vorkommen scheint an ganz bestimmte Bedingungen gebunden zu sein. Wir fanden sie nicht in der Seekreideablagerung, sondern nur an festen Gegenständen, die aus dieser herausragten, an Pfählen, Steinen, Muscheln usw. Hier sassen sie genau auf dem Niveau der Ablagerungen und zeigten dadurch an, wie tief die betreffenden Gegenstände in dieser eingebettet waren.

Odonata.

(Die Belegexemplare zu den Odonatenfunden befinden sich in der Sammlung von Herrn Walther Schönmann.)

An warmen, sonnigen Tagen beleben erstaunlich viele *Odonaten* das Seegebiet, besonders an der Einmündungsstelle des Wahlenbaches schwirren sie in grosser Zahl herum. Als Imago konnten die folgenden Arten gefangen und bestimmt werden:[52])

Calopterygidae: *Calopteryx splendens Harr.* war am Seeufer nur vereinzelt zu finden, um so häufiger aber am Ausfluss und längs des Wahlenbaches, vom Frühsommer bis in den Herbst.

Agrionidae: *Platycnemis pennipes Pall., Ischnura elegans v. d. Lind., Agrion pulchellum v. d. Lind.* waren alle drei während der

[51]) Die genaue Bestimmung erfolgte nach Imagines, die im Aquarium ausschlüpften.

[52]) Bestimmung nach Brohmer — Ehrmann — Ulmer, „Die Tierwelt Mitteleuropas". IV. Band.

ganzen Sommerperiode häufig vertreten. *Erythromma najas Hansem* konnte ich nur im Hochsommer, und zwar äusserst selten beobachten.

Aeschnidae: *Aeschna grandis L.* war erst im Spätsommer zu finden, dann aber nicht selten.

Gomphidae: *Gomphus pulchellus Selys* war häufig im Frühsommer zu beobachten, im Spätsommer gänzlich verschwunden.

Libellulidae: *Libellula fulva Müll.* ist eine typische und häufige Frühjahrsform. *Sympetrum vulgatum L.* und *Sympetrum sanguineum Müll.* treten erst im Spätsommer und Herbst auf, dann aber sehr häufig.

Wie schon aus der obigen Aufstellung hervorgeht, ändert sich die Zusammensetzung der Odonatenfauna je nach Jahreszeit. Wir können Frühjahrs-, Sommer- und Spätsommerformen unterscheiden, daneben solche, die während der ganzen warmen Jahreszeit fliegen:

Frühjahrformen: *Libellula fulva Müll.*

Sommerformen: *Platycnemis pennipes Pall., Agrion pulchellum v. d. Lind., Erythromma najas Hansem, Gomphus pulchellus Selys.*

Herbstformen: *Aeschna grandis L., Sympetrum vulgatum L.* und *sanguineum Müll.*

Während der ganzen warmen Jahresperiode: *Ischnura elegans v. d. Lind.* und *Calopteryx splendens Harr.*

Dieser Reichtum an fliegenden Odonaten rings um den See steht im Gegensatz zur grossen Armut an Larven im See: Ich konnte darin nie eine Odonatenlarve fangen. Eine Erklärung für diese Erscheinung finden wir in der Armut an *Ephemeriden-* und *Dipterenlarven,* — eben an den Beutetieren der Odonaten, — also wiederum im Fehlen der submersen Flora des Amsoldingersees.

Als Tummelplatz der Larven kommt vor allem der träge sich in den See ergiessende Wahlenbach in Frage; hier fanden wir auch häufig an Schilf und Seggen die leeren Larvenhüllen geschlüpfter Odonaten. Der Seeabfluss wiederum zeigt stellenweise eine raschere Strömung; hier leben die Calopteryxlarven, die mehr O_2-reiches Wasser lieben. Nicht zu vergessen ist auch, dass viele Odonaten weit ins Land hinein fliegen, so dass ein lebhafter Austausch mit den nahen Tümpeln und Seen möglich ist.

Rhynchota:

Nur äusserst selten konnte im See eine Schwimmwanze *Naucoris cimicoides L.* gefunden werden. Um so reicher war die Wasseroberfläche bevölkert, in stillen Buchten wimmelte es von *Gerris lacustris L.;* auf Seerosenblättern fand man häufig *Mesovelia furcata Muls Rup.*

Trichoptera:

Hie und da wurden Gehäuse von Köcherfliegenlarven gefunden, besonders oft an der Einmündungsstelle des Wahlenbaches in den See.

Diptera:

Chironomus-Larven traten im Plattenaufwuchs zuweilen zahlreich auf, bis zu 10 Exemplaren pro Objektträger nach zirka 30 Tagen Tauchzeit.

Ausser dieser Form ist der Amsoldingersee arm an Dipterenlarven; einzig das seichte Wasser, das zwischen Schilf und Sphagnetum sich ausbreitet, ergab einige Fangresultate:

Culicinae-Larven und -puppen.

Pelopiinae- (Tanypodinae-) Larven, an den retraktilen Antennen erkenntlich.

Stratiomyiinae-Larven, die mit ihrem Borstenkranz am Körperhinterende an der Wasseroberfläche hängen.

Die Fische

(Die nachfolgenden Angaben verdanke ich Herrn G. Schorer, der seit vielen Jahren den See befischt.)

An Raubfischen sind im Amsoldingersee vorhanden:

Squalius cephalus L., der Alet.

Squalius erythrophthalmus L., Rötli.

Esox lucius L., der Hecht; er ist ein ausserordentlich gefrässiger Raubfisch, der mitunter anderen Fischarten grossen Schaden zufügen kann. Er hat die Gewohnheit, im flachen, mit Schilf bewachsenen Ufer zu laichen, um dort an Pflanzen seine Geschlechtsprodukte abzustreifen. Einmal hatte ich zur Laichzeit, Anfang Mai, Gelegenheit, einen Hecht zu beobachten, der zwischen dem Schilfrohr hindurch so nahe ans Ufer heran schwamm, dass die Rückenflosse aus dem Wasser ragte.

Perca fluviatilis L., der Barsch oder Egli.

Die Friedfische sind hier vertreten durch:

Cyprinus carpio L., der Karpfen.

Tinca vulgaris Cuv., die Schleihe.

Squalius leuciscus (L.), der Hasel. Dieser Fisch wird Anfang Mai oft in grossen Mengen in der Uferregion des Sees beobachtet, wo er sein Laichgeschäft verrichtet, um sich nachher wieder in die tieferen Regionen des Sees zurückzuziehen.

Abramis brama (L.), der Brachsen.

Anguillia vulgaris L., der Aal. Er ist zweifellos der merkwürdigste Vertreter unserer Fischfauna. Tagsüber hält er sich gerne in pflanzenreichen Uferwinkeln, mehr oder weniger im Schlamm eingewühlt, verborgen, um erst nachts aus seinem Versteck hervorzukommen. In der kalten Jahreszeit verfällt er in eine Art Winterschlaf. Das Vorkommen des Aals in einem kleinen, relativ abgelegenen Gewässer ist im Hinblick auf die weiten Wanderungen, die dieser Fisch unternimmt bemerkenswert.

Die im Amsoldingersee am häufigsten vorkommenden Fische sind die Schleihe und der Brachsen. Der unstreitig wertvollste Nutzfisch ist dagegen der Hecht, von welchem Exemplare von 1 Meter Länge keine Seltenheit sind. Im Durchschnitt wiegen die gefangenen Tiere 3—4 Pfund, sogar 8 und 10 pfündige Hechte werden zuweilen erbeutet.

In bezug auf Wertschätzung als Nutzfische folgen der Barsch und die Schleihe.

Zum Fischfang sind hier namentlich dreierlei Geräte gebräuchlich, die Setzangel, die Schleppangel und die Reuse.

Bei der Setzangel dient ein Bündel ausgetrockneten Binsen (Scirpus lacustris) als Schwimmer, der sogenannte „Schüblig", an welchem die 6—8 m lange Angelschnur befestigt ist. Die Schnur wird um den „Schüblig" gewickelt, hat der Fisch angebissen, so rollt sie sich ab und das Binsenbündel spreizt sternförmig auf der Wasserfläche. An Stelle des aus Binsen hergestellten Schwimmers wird wohl auch ein entsprechendes Holzstück verwendet. Mit diesem Gerät werden hauptsächlich Hechte gefangen, hie und da auch Barsche.

Die Schleppangel, mit welcher ebenfalls besonders Hechte zu erbeuten sind, wird an einer zirka 30 m langen Schnur befestigt, die ausserdem mit einem „Löffel" versehen ist und hinter dem fahren-

den Boot hergezogen wird. Nach dem Biss rollt der Fisch die Schnur mehr oder weniger ab. Als Angelköder werden hauptsächlich kleine Fische benutzt.

Die hier gebräuchliche Garnreuse (2,5 × 4 cm Maschenweite in trockenem Zustand) wird in ihrer trommelförmigen Rundung durch vier Holzreifen (55 cm Durchmesser) gespannt gehalten, in ihrer Länge (1,35 m) durch einen längsgespannten Stab. Die beiden trichterförmigen Eingänge, die sog. Kehlen, deren enge Oeffnungen nach innen gerichtet sind, ermöglichen den Fischen den Eintritt in die Reuse, verwehren ihnen aber den Ausgang. Mit der Reuse fängt man vorzugsweise Schleihen und Brachsen, gelegentlich auch Hechte, indem man sie an geeigneten Orten mit Steinen beschwert, in zirka 1 m tiefes Wasser auf Grund setzt.

Endlich wäre noch die „Bäre" zu nennen, worunter ein grosses Handnetz (Hamen) zu verstehen ist, das vermittelst eines Stieles gehandhabt wird und besonders dazu dient, den Hasel im Bach zu fangen. Der an einem Bügel von zirka 1,70 m Frontlänge und 1 m Durchmesser befestigte Netzsack wird in den Bach gesetzt und die Fische in diesen hineingetrieben.

Die physiographisch-hydrochemischen und biologischen Verhältnisse des Amsoldingersees weisen darauf hin, dass er in fischereiwirtschaftlicher Hinsicht durchaus befriedigende Erträge liefern kann. Dies allerdings unter der Voraussetzung, dass mit geeigneten Fischen gewirtschaftet wird, wie es hier tatsächlich auch geschieht. Unter den gegebenen Verhältnissen wird der Hecht vielleicht neben einigen anderen Fischen die besten Aussichten auf gute Erträgnisse haben. Dagegen werden für dieses Gewässer Forellen und Corregonen[53]) ganz ausser Betracht fallen, da diese zum guten Gedeihen viel klareres Wasser und günstigere Sauerstoffverhältnisse, namentlich nach der Tiefe hin, beanspruchen, als dies im Amsoldingersee der Fall ist. Auch spielen hier die Ernährungsverhältnisse eine Rolle, indem die Corregonen gewisse Planktozoen bevorzugen, oder sogar auf solche angewiesen sind (FEHLMANN 13, p. 240) und in diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass dem Amsoldingersee gewisse planktische

[53]) Unter Corregonen sind Maraenen, Renken und Felchen zu verstehen, die wie die Forellen den Salmoniden angehören. Sie sind äusserlich sehr ähnlich und bilden „Formenkreise" innerhalb welcher die „Arten" nur schwer zu erfassen sind.

Phyllopodengattungen, wie z. B. *Leptodora* und *Bythotrephes* gänzlich fehlen.

Vögel

Die beiden interessantesten Wasservögel, die ich während meiner Untersuchungen am Amsoldingersee zu Gesicht bekam, sind der Fischreiher und der Kormoran. Der Fischreiher *(Ardea cinerea L.)* wird im allgemeinen in ein oder zwei Exemplaren am See gesehen, wo er sich vorübergehend, oder auch für längere Zeit aufhält. Als Aufenthaltsort scheinen diese Vögel die hohe Silberpappel auf der Insel am Südwest-Ufer besonders zu bevorzugen. Hier kann man sie oft stundenlang, regungslos hockend sehen, erst wenn sie etwas Verdächtiges bemerken, z. B. eine zu grosse Annäherung des Bootes an ihren Standort, fliegen sie ab, um langsam schwebend über den See zu ziehen. Die Daten, an welchen ich Fischreiher sichtete, sind die folgenden: 31. März 1934, 7. November 1934, 27. März 1935, 9. März 1936, 20. Juni 1936, 5. September 1936. Im Herbst 1936 während der Zugzeit sind sogar neun Exemplare gesehen worden.

Den Kormoran *(Phalacrocorax carbo L.)* konnten wir ebenfalls, wenn auch seltener als den Fischreiher beobachten. Auch er bevorzugt die hohen Bäume auf der Insel als Standort, um von da aus seine Beute zu erspähen, die er geschickt, unter Wasser schwimmend, zu ergreifen versteht. Zum erstenmal sah ich zwei Exemplare, am 27. Dezember 1934. Dieser bei uns selten gewordene Vogel scheint übrigens auch hier ein nicht allzu häufiger Gast gewesen zu sein, da er von den Anwohnern des Sees bisher nicht gesichtet worden war. Am 27. März 1935 waren wiederum zwei Exemplare da, die nach dem Eisbruch eintrafen und bis Anfang Mai gesehen worden sind. Am 7. November 1935 sah ich zwei Exemplare, die sich seit Oktober am See aufhielten, während im September 1936 nur ein Kormoran vorübergehend gesehen wurde.

Ausserdem kommen an Wasservögeln hier vor:

Der Teichrohrsänger *(Acrocephalus scirpaceus Herm.)*, der sich im schilfigen Ufer laut und lebhaft tummelt.

Die Stockente *(Anas platyrhyncha L.)*, ist zu jeder Jahreszeit sehr zahlreich auf dem See zu treffen, wo sie gelegentlich auch nistet und brütet. Im Winter, sobald sich der See mit Eis

bedeckt, ziehen die Enten fort oder auf die Gräben der Umgebung, die teilweise eisfrei bleiben. Bevor das Gwattlischenmoos am Thunersee (die Entfernung in der Luftlinie zwischen Thuner- und Amsoldingersee beträgt nur 4 Kilometer) Vogelschutzgebiet war, also vor 1928,[54]) sollen sich die Enten, wenigstens zeitweise, in noch grösserer Anzahl auf dem Amsoldingersee aufgehalten haben.

Sehr häufig ist hier ebenfalls der Haubentaucher *(Podiceps cristatus L.),* den wir im Sommer mit Daunenjungen gesehen haben, und das Blässhuhn *(Fulica atra L.).*

Zu erwähnen bleibt noch der Eisvogel *(Alcedo ispida L.),* der in der Umgebung des Sees dann und wann gesehen wird. Einmal haben wir auch einen Flussregenpfeifer *(Charadrius dubius curonicus Gm.)* im Schilf am Nordwest-Ende des Sees beobachtet. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass trotz der Nähe des Thunersees sich die Möve *(Larus ridibundus L.)* hier nicht aufhält.

Zahlreiche Rauchschwalben *(Chelidon rustica L.)* tummeln sich zuweilen in gewandten Flugbewegungen über der Wasserfläche, während uns unter den vielen Vogelarten, die das Ufergebüsch beherbergt, vor allem die Schwanzmeise *(Aegithalos caudatus L.)* aufgefallen ist. Auch von dem Vorhandensein des Fasans *(Phasianus colchicus L.)* in den Schilfwiesen ist uns mehrfach berichtet worden.

Am Schluss dieser kleinen faunistischen Zusammenstellung soll nicht unerwähnt bleiben, dass manchmal auch Hasen und sogar Rehe im Seegebiet gesehen werden, und besonders zur Winterszeit auch Füchse.

---

[54]) Seit November 1928 ist das Gwattlischenmoos von der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Thun in Pacht genommen und seit 1. August 1933 Eigentum dieser Gesellschaft. (Briefliche Mitteilung von Herrn Dr. W. Müller in Thun.)

Literaturverzeichnis

1. ALSTERBERG, G. Die respiratorischen Mechanismen der Tubificiden. — Lunds Univers. Arsskrift. N. F. Avd. 2 18 1922.
2. BACHMANN, HANS. Das Phytoplankton der Schweizerseen. Vergleichende Planktonstudien. — Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Gesell. Luzern 1924, II. Teil (15—30).
3. BAUMANN, EUG. Die Vegetation des Untersees(Bodensee). Eine Floristisch-Kritische und Biologische Studie. — Archiv für Hydrobiologie etc. Supplementband I 1911.
4. BECK, PAUL. Grundzüge der Talbildung im Berner Oberland. — In Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. XVI, 1924 (139—176).
5. BECK, PAUL. Gliederung der diluvialen Ablagerungen bei Thun. Verhandlungen d. S. N. G. 1922. Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. XVII. 1922 (323—326).
6. BOURCART, F. E. Les Lacs alpins suisses. Etude chimique et physique. Genève 1906, Lac d'Amsoldingen, p. 44—46.
7. v. BRANDT, ANDRES. Hydrographische Untersuchungen an kleinen Waldgewässern unter besonderer Berücksichtigung der jahreszeitlichen Schwankungen. — 57. Bericht des Westpreuss. Botan.-Zoolog. Vereins 1935 (61—154) 63 Fig.
8. BRÖNSTED, I. N. und WESENBERG-LUND, C. Chemisch-physikalische Untersuchungen der dänischen Gewässer. — Internat. Revue d. gesam. Hydrobiologie u. Hydrographie 4 1911/12 (251—290) (437—492).
9. BRUTSCHY, A. und GÜNTERT, A. Gutachten über den Rückgang des Fischbestandes im Hallwilersee. — Archiv f. Hydrobiolog. XIV. 1924 (523—571).
10. v. BÜREN, G. Der Gerzensee. Eine Limnologische Studie. Mitteil. d. Naturf. Gesell. i. Bern aus dem Jahre 1935. (1936). (29—94).
11. DESOR, E. Die Moraenen-Landschaft. — Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Gesell. Schaffhausen 1873 (121—131) (Moraenenlandschaft v. Amsoldingen, pag. 127 u. ff.).
12. ELMANOWITSCH, N. und ZALENSKI, J. Ueber die Bedeutung der Chlorkapazitätsbestimmung bei der Qualitätsbewertung von Wasser. — Zeitschrift f. Hygiene 78 1914 (461—474).
13. FEHLMANN, J. W. Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna. — Vierteljahrschr. d. Naturf. Gesell. in Zürich. Jahrg. 62 1917 (230—241).
14. FROBOESE, VICTOR. Ueber das Chlorbindungsvermögen von Wasser und Abwasser. — Arbeiten aus d. Reichsgesundheitsamt 52 1920 (211—222).
15. GEITLER, LOTHAR. Cyanophyceae (Blaualgen). — In L. Rabenhorst's Kryptogamen Flora, Bd. XIV. 1930.
16. GLÜCK, H. Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. 4. Teil. Untergetauchte und Schwimmblattformen. — Jena 1924.

17. GROTE, AUGUST. Der Sauerstoffhaushalt der Seen. — In Thienemann „Die Binnengewässer", Bd. XIV. 1934.
18. GÜNTERT, A. Sauerstoff und Schwefelwasserstoff im Hallwilersee und ihre biologische Bedeutung. — Festschr. f. Zschokke. Basel 1920, 13 S.
19. HEGI, GUSTAV. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. München I. F. Lehmanns Verlag.
20. HEINRICHS, BRUNO. Hirudineen der Umgebung von Bern. Beitrag zur Kenntnis der schweizerischen Hirudineenfauna. Ienaug. Diss. Bern 1905.
21. HURTER, E. Beobachtungen an Litoralalgen des Vierwaldstättersees. Mitteil. a. d. hydrobiolog. Laborat. Kastanienbaum b. Luzern. — In Mitt. d. Naturf. Gesell. Luzern, X. Heft 1928.
22. JAHN, ALB. Chronik od. geschichtl., ortskundliche und statistische Beschreibung des Kantons Bern, alten Theils etc. (Amsoldingen, pag. 81 bis 86, Amsoldingersee, pag. 86). — Bern und Zürich 1857.
23. KASSER, FRITZ. Aus der tausendjährigen Geschichte Amsoldingens. — Neue Berner Zeitung, Nr. 201 vom 28. Aug. 1937.
24. KOLKWITZ, R. Pflanzenphysiologie. Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen einschl. Bakteriologie und Hydrobiologie m. Planktonkunde. — 3. Aufl. Jena 1935.
25. LAROCHE, RENE. Die Copepoden der Umgebung von Bern. Diss. phil. Bern 1906.
26. LE ROUX, M. Recherches biologiques sur le lacs d'Annecy. — Ann. de Biologie Lacustre 2 1907/08 (220—387).
27. LINSER, H. Biochemische Untersuchung von natürlichen Gewässern. — In Klein Handbuch d. Pflanzenanalyse IV/2, III 1933 (1126—1196), 35 Abb.
28. LUNDBECK, J. Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. — Archiv. f. Hydrobiologie, Suppl.-Bd. 7 1926. (1—428) m. Abb. u. Taf.
29. LWOFF, A. Le cycle du pigment carotinoide chez Idya furcata (Copépode harpacticide). — Bull. Biologique d. l. France et d. l. Belgique. LXI, Paris 1927 (191—240).
30. MERZ, ALFR. Die Oberflächen-Temperatur der Gewässer. Methoden und Ergebnisse. — Veröffentl. d. Institutes f. Meereskunde, Berlin. N. F. A. Geogr.-naturw. Reihe H. 5, Febr. 1920.
31. MINDER, LEO. Zur Hydrophysik des Zürich- und Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. — Archiv f. Hydrobiologie, 12, 1918 (122—194).
32. MINDER, LEO. Ueber biogene Entkalkung im Zürichsee. — Verhandl. Internat. Vereinig. f. Limnologie. Bd. 1, 1923.
33. MINDER, LEO. Biologisch-chemische Untersuchungen im Zürichsee. — Zeitschr. f. Hydrologie, Bd. 3, 1926.
34. MONTI, RINA. La Limnologia Comparata dei Lahi Insubrici. — Atti del IV Congresso Internat. di Limnologia teorica ed applicata. Roma 1929, 38 S.
35. NADSON, G. A. Beitrag zur Kenntnis der bakteriogenen Kalkablagerungen. — Archiv f. Hydrobiologie u. Planktonkunde. 19, 1928 (154—164).

36. NAUMANN, E. Einführung in die Bodenkunde der Seen. — In A. Thienemann „Die Binnengewässer", Bd. IX, 1930.
37. NUSSBAUM, F. Das Moraenengebiet des diluvialen Aaregletschers zwischen Thun und Bern. — Mitteil. d. Naturf. Gesell. Bern. 1921 (1922) (42—82) m. 8 Abb. (Die Moraenenlandschaft von Amsoldingen, pag. 80—81).
38. OETTLI, MAX. Recherches expérimentales sur cinq espèces élémentaires d'Ankistrodesmus. — Bull. d. l. Soc. Botan. d. Genève. 2me ser. Vol. XIX fasc. 1, 1927 (1—91) 1 Pl. et 11 Vign.
39. OHLE, WALDEMAR. Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. — Archiv f. Hydrobiologie. 26, 1933 (386—464) (584 bis 658).
40. PASSARGE, SIEGFR. Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. — Jahrb. d. Königl. Preuss. Geolog. Landesanstalt und Bergakad. zu Berlin. 1901 (79—152).
41. PAUL, H. Die Kalkfeindlichkeit der Sphagna und ihre Ursache, nebst einem Anhang über die Aufnahmefähigkeit der Torfmoose für Wasser. — Mitt. d. kgl. bayr. Moorkulturanstalt 1908.
42. PELLONI, ELZIO. Contributo all'indagine idrochimica e idrobiologica del Verbano (Bacino di Locarno). — Bollet. Soc. Ticinese Sc. Natur. 30/31, 1935/36 (40—152).
43. PIA, JULIUS. Kohlensäure und Kalk. Einführung in das Verständnis ihres Verhaltens in den Binnengewässern. — In A. Thienemann „Die Binnengewässer". Bd. XIII, 1933.
44. PIA, JULIUS. Die Kalkbildung durch Pflanzen. Eine Uebersicht. — Beihefte z. Botan. Zentralblatt, Bd. LII, Abt. A. 1934 (1—72) T. 1—2.
45. POLLOCK, J. B. Blue-green algae as agents in the deposition of marl in Michiganlakes. — Michigan Acad. of Sc. 20, 1918 (248).
46. RIEDER, JÜRG. Biologische und ökologische Untersuchungen an Süsswasser-Suktorien. — Archiv f. Naturgesch. N. F., Bd. 5, 2, 1936 (137 bis 214).
47. RIVIER, ODETTE. Recherches Hydrobiologiques sur le Lac de Morat. — Bull. Soc. neuchâteloise d. Sc. nat. 61, 1936 (125—181).
48. RUTTNER, F. Das elektrolytische Leitvermögen verdünnter Lösungen unter dem Einflusse submerser Gewächse I. — Akad. d. Wissenschaft. in Wien, Mathem.-naturw. Klasse, Abt. I, 1921 (71—108).
49. RYTZ, WALTHER. Geschichte der Flora des bernischen Hügellandes zwischen Alpen und Jura. — Mitteil. d. Naturf. Gesell. i. Bern, aus dem Jahre 1912 (1913) (Sumpfwiesen bei Amsoldingen und Tierachern, am Amsoldinger- und Uebeschisee, pag. 53—54).
50. SCHOENEMUND, ED. Beiträge zur Biologie der Plecopteren-Larven mit besonderer Berücksichtigung d. Atmung. — Archiv f. Hydrobiologie XV, 1924 (339—369).
51. SCHREYER, OTTO. Die Rotatorien der Umgebung von Bern. — Internat. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie, Bd. 9, 1921, auch Inaug. Diss. Phil. Bern 1920 (107 S. mit Tab. u. 2 Taf.)

52. SCHULZ, P. Die Diatomeen u. Desmidiaceen des Mariensees, unter Berücksichtigung ihrer wichtigsten Gesellschafter. — In 53. Bericht d. westpr. Botan.-Zoologischen Vereins. VII, 1931 (1—65).
53. STUDER, TH. Nachtrag zu dem Aufsatze von Herrn Dr. Regelsperger nebst Verzeichnis der bis jetzt aus der nächsten Umgebung Berns bekannten Mollusken. — Mitteil. d. Naturf. Gesell. i. Bern, 1883 (1884) (42—57).
54. SUCHLANDT, O. und SCHMASSMANN, W. Zur Verwendung neuer photoelektrischer Apparate in der Limnologie. — Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Gesell. Zürich 1934 (376—379).
55. THIENEMANN, AUG. Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. — Verhandl. d. Naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens. 70. Jahrg. 1913, Bonn 1914.
56. THIENEMANN, AUG. Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. In A. Thienemann „Die Binnengewässer", Bd. IV 1928.
57. USPENSKI, E. E. Eisen als Faktor für die Verbreitung niederer Wasserpflanzen. — In „Pflanzenforschung", Heft 9, 104 S. Herausgegeben von R. Kolkwitz.
58. VERNE, J. Les Pigments dans l'organisme animale. Paris (Doin) 1926.
59. VOIGT, MAX. Die vertikale Verteilung des Planktons im Grossen Plöner See und ihre Beziehungen z. Gasgehalt dieses Gewässers. — Forschungsberichte aus der biologischen Station zu Plön 1905.
60. WALLNER, J. Diatomeen als Kalkbildner. — Hedwigia 75, 1935 (137 bis 141).
61. WARNSTORF, C. Sphagnalis-Sphagnaceae. (Sphagnologia universalis). — In A. Engler. Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Heft 51, Leipzig 1911.
62. WEHRLE, EMIL. Studien über die Wasserstoffionenkonzentrationsverhältnisse und Besiedelung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. — Zeitschr. f. Botanik, 19. Jahrg. 1927.
63. WERESCAGIN, G. J. Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis. Arbeiten der Standardisations-Kommission. Nr. 1 (230 S.). — Internat. Vereinig. f. theoret. u. angewandte Limnologie, Stuttgart 1931.
64. WESENBERG-LUND, C. Ueber einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen und deren Bedeutung etc. — Internat. Revue d. gesam. Hydrobiologie 5, 1912 (287—316).

Kartenmaterial.

Topographischer Atlas der Schweiz. Blatt 354, Amsoldingen 1 : 25 000, 1921.
BECK, PAUL und GERBER, ED. Geologische Karte Thun-Stockhorn 1911—1922. Spezialkarte Nr. 96 1 : 25 000, 1925.

Inhaltsangabe

Vorwort 50

I. Physiographisches.

1. Das Seebecken, seine Lage, Morphologie und Hydrologie . . 51
2. Die Temperaturmessungen 57
3. Die Eisverhältnisse 62
4. Die Sichttiefe und die Farbe 65

II. Hydrochemische Untersuchungen.

1. Allgemeine Analyse. (Von Dr. Th. von Fellenberg ausgeführt und diskutiert) 69
2. Sauerstoff, nebst einigen Bemerkungen über die Auswirkung der morphometrischen Verhältnisse des Seebeckens auf den Sauerstoffhaushalt 72
3. Alkalinität 79
4. Freie Kohlensäure 80
5. Wasserstoffionenkonzentration 83
6. Ammoniakstickstoff 84
7. Eisen 85
8. Kieselsäure 87

III. Das Plankton.

1. Phytoplankton 88
2. Das Zooplankton 94

IV. Mikrophyten.

„Aufwuchs“ und „Bewuchs“ pflanzlicher Kleinlebewesen . . 97

V. Die Vegetation des Amsoldingersees und seiner unmittelbaren Umgebung.

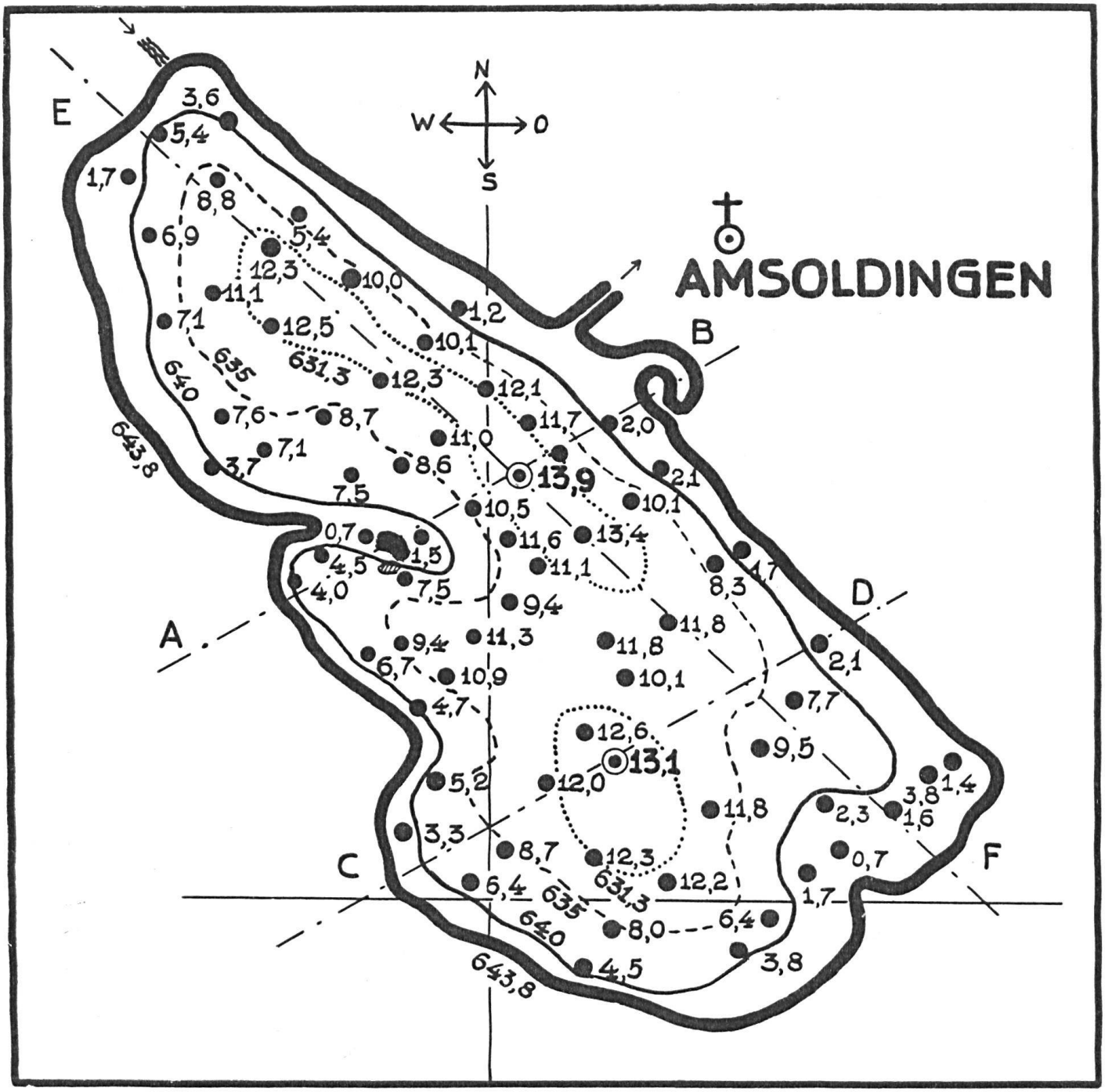
1. Der Schilfgürtel 101
2. Die Wasserpflanzen (Hydrophyten), nebst einigen Bemerkungen über die Bildung der Seekreide 104
3. Die Flachmoorbestände 107
4. Das Ufergebüsch 111

VI. Der Seeboden 113

VII. Faunistische Beobachtungen (Mit Beiträgen von Dr. W. Schönmann) 117

Literaturverzeichnis 128

Kartenmaterial 131



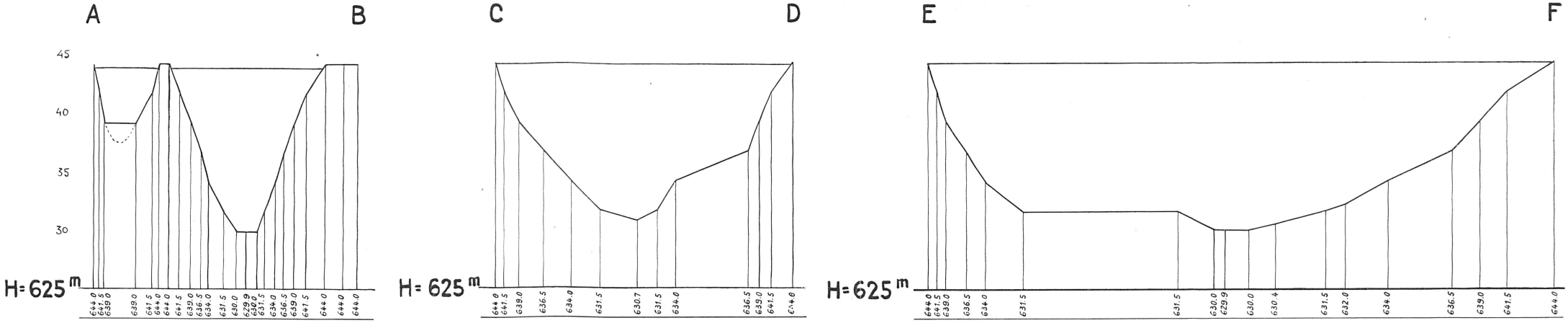
Lotungsplan des Amsoldingersees, 1 : 5000

Aufnahme von Hörnlimann aus dem Jahre 1893

(Nach einer photographischen Vergrösserung des Originalplanes 1 : 25000 umgezeichnet und mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie Bern vom 20. April 1937 hier reproduziert)

Amsoldingersee

Maßstab: Höhe 1:2500, Länge 1:5000

Längs- und Querprofile

(Die Profile sind zu Handen des Autors von der Eidg. Landestopographie Bern hergestellt und hier mit Bewilligung vom 20. April 1937 reproduziert worden)