

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Solothurn
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Solothurn
Band: 16 (1948-1951)

Artikel: Der Inkwilersee : eine limnologische Studie
Autor: Büren, G.v.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-543258>

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: 07.02.2026

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

G. v. BÜREN

DER INKWILERSEE

eine limnologische Studie

Manuskript abgeschlossen am 18. Juni 1949



„Swissair“

INKWILERSEE

aus ca 300 m Höhe aufgenommen

27. 9. 1949



INKWILERSEE

Blick gegen Süden. Rechts im Mittelgrund, ist die mit Schilf bewachsene Seebodenerhebung zwischen Insel und Nordufer deutlich zu erkennen. Im Hintergrund der Kirchturm von Aeschi.

Photo Fr. Gygax, 29. V. 1950

VORWORT

Während meiner Arbeiten am Burgäschisee (v. Büren 2) machte mich Herr Fr. Gygax, Lehrer in Herzogenbuchsee, wiederholt auf den Inkwilersee aufmerksam, sowie auf das Interesse, das eventuell einer Untersuchung auch dieses Sees in physikalisch-chemischer und biologischer Hinsicht zukommen könnte. Am 8. Juli 1944 führten wir eine erste Untersuchung durch, weitere folgten im September und November des gleichen Jahres.

Bald erkannte ich denn auch, daß sich Beobachtungen über längere Zeit durchaus lohnen würden. Die geringe Tiefe dieses Gewässers ließ nämlich besondere Verhältnisse der thermischen und chemischen Schichtung erwarten, und eine dementsprechende Auswirkung auf die Lebensgemeinschaft des Planktons. Auch im Hinblick auf das vergleichende Moment erschien es wünschenswert, diese Untersuchung durchzuführen, umso mehr, als Abhandlungen über seichte Seen, deren Tiefenverhältnisse an jene teichartiger Gewässer grenzen, in der Literatur nicht eben häufig zu finden sind. Von Januar 1945 bis November 1946 wurden dann auch regelmäßig monatliche Terminuntersuchungen durchgeführt. Dazwischen habe ich wiederholt, hauptsächlich im Sommerhalbjahr, das Ufergelände zur Erhebung seiner floristischen Verhältnisse begangen. Noch während der Niederschrift dieser limnologischen Studie haben wir einige ergänzende Lotungen in verschiedenen Teilen des Seebeckens ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn F. Gygax herzlich zu danken für seine treue Mithilfe, die er mir auch bei den Arbeiten auf dem Inkwilersee zuteil werden ließ. Ebenso danke ich Herrn Fr. Roth-Bühler, Drogist, der mir in entgegen kommender Weise sein Boot zur Verfügung stellte und mich jeweilen bei den Untersuchungen auf dem Eis begleitete. Endlich gilt mein Dank auch Herrn Meinrad Gasche, Schuhmachermeister, der mir des öfters in verschiedener Weise behilflich war.

INHALTSANGABE

Vorwort	1
Morphologisches	1
Wasserhaushalt	3
Besitzesverhältnisse	4
Thermik	4
Sichttiefe und Wasserfarbe	7
Chemismus	9
Plankton	17
Biocoenose des Aufwuchses	36
Vegetation des Inkwilersees	39
Faunistik	45
Literaturverzeichnis	49

MORPHOLOGISCHES

Der Inkwilersee liegt im Talzug Subingen—Inkwil, in der Moränenlandschaft Aeschi—Wangen, die vom Rhonegletscher zur Zeit seiner größten Ausdehnung geschaffen worden ist. Das Seebecken befindet sich in einer weiten flachen Mulde, die von der Isohypse 470 begrenzt und umschlossen wird. Im Westen reicht sie in ca. 1 km Entfernung vom See bis zur Talwasserscheide Pfingstholtz—Sumpf. Siehe dazu das Blatt No. 127 Aeschi des Topogr. Atlases der Schweiz 1938 sowie auch Nußbaum (19 p. 162 u. Tafel 1).

Der kleine, 400 m südwestlich des Dorfes Inkwil befindliche Moränensee liegt unter $5^{\circ}19'40''$ östl. Länge von Paris und $47^{\circ}11'57''$ nördl. Breite. Die Höhe des Seespiegels über Meer beträgt 464 m.

Die wichtigsten morphometrischen Werte des Seebeckens sind die folgenden:

Länge (größte)	500 m
Breite (größte)	300 m
Fläche	$0,115 \text{ km}^2 = 11,5 \text{ ha}$
Umfang der Uferlinie	1400 m
Uferentwicklung ¹	1,16
Größte Tiefe.....	5 m

Im See liegt eine kleine Insel von 7,5 Aren Flächeninhalt.

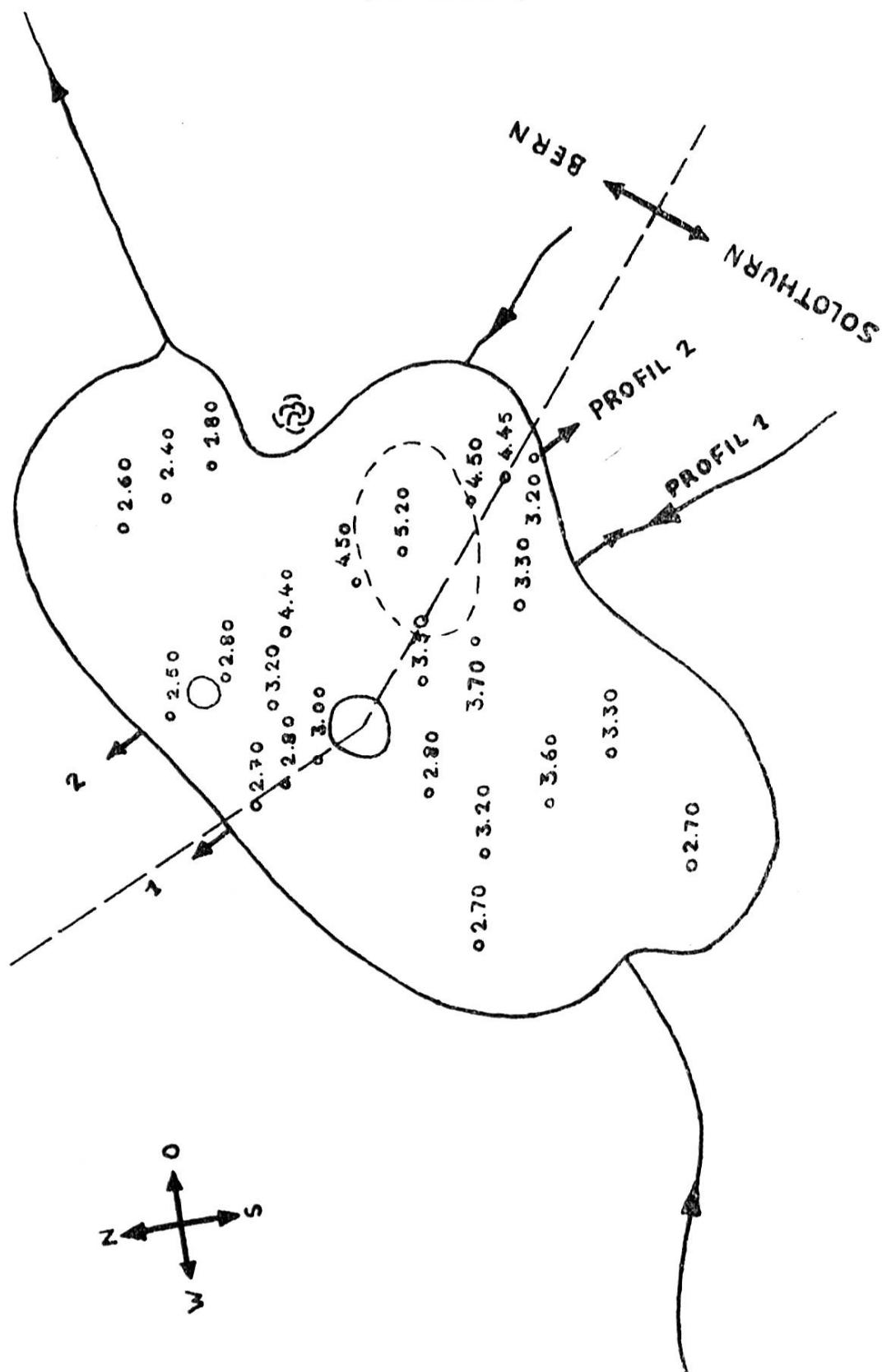
Charakteristisch für den Inkwilersee ist die Tatsache, daß der Uferrand überall unvermittelt in die Tiefe von 0,80—1 m abfällt. In 3 m Entfernung vom Ufer beträgt die Tiefe durchwegs über einen Meter. Wie sich im übrigen die Tiefenverhältnisse in den einzelnen Teilen des Seebeckens gestalten, geht aus dem Uebersichtsplan hervor, in welchem an den von uns ausgeloteten Stellen die entsprechenden Tiefenzahlen eingetragen sind. Ferner geben die beiden Querprofile (S. 3) ein anschauliches Bild der Konfiguration des Seebodens.

Die tiefste Stelle befindet sich in ost-südöstlicher Richtung, ca. 80 m von der Insel entfernt. Die von uns an dieser Stelle geloteten Tiefen betrugen je nach dem Wasserstand 5—5,30 m, nur ausnahmsweise 5,50 m bei Hochwasser.²

¹ Die Uferentwicklung, d. h. die Gliederung des Sees wird ausgedrückt durch das Verhältnis der wahren Länge der Uferlinie zum Umfang des dem Seeareal inhaltsgleichen Kreises. Je größer dieses Verhältnis ist, desto mehr ist der See durch Buchten und Vorsprünge gegliedert.

² Am 17. Februar 1889 hatte sich eine Entsumpfungsgenossenschaft konstituiert. Aus ihrem Protokoll geht hervor, daß die Arbeiten zur Tieferlegung der Sohle des Abflußkanals in den Jahren 1891/92 durchgeführt werden sollten. Im Mai 1892 waren sie beendet.

In einem Zeitungsartikel, der diesem Protokoll beiliegt, ist die Seetiefe mit 20 Schweizer Fuß angegeben, 1 Schweiz. Fuß = 0,30 m. Diese Angabe steht in recht guter Ueber einstimmung mit der heute noch vorhandenen Seetiefe von 5 bis 5,30 m bei einem mittleren Wasserstand. Am 30. Mai 1897 ist die Entsumpfungsgenossenschaft aufgelöst und durch eine Schwellengenossenschaft ersetzt worden.



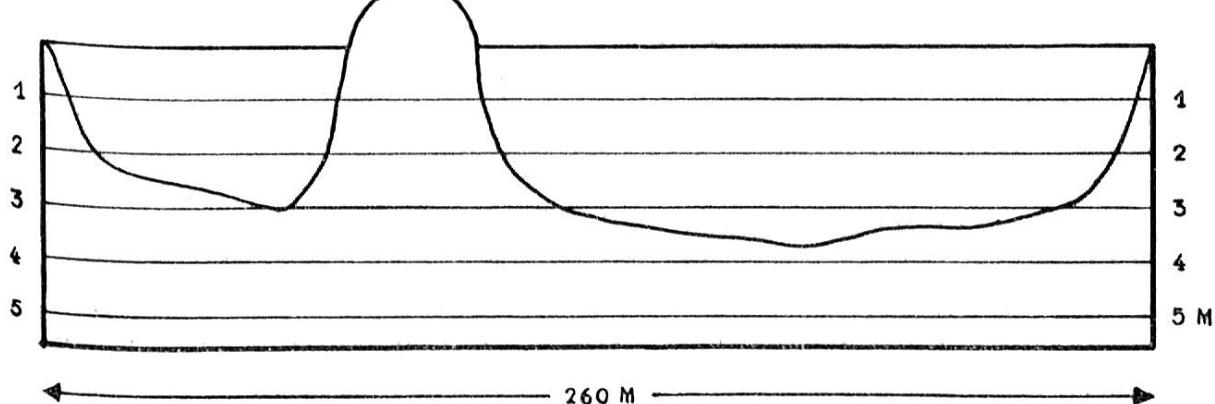
LAGEPLAN DES INKWILERSEES

nach einer Vergrößerung 1: 5000 der Originalaufnahme 1:25000 (Sutter 1881)
 vom technischen Dienst der Eidg. Landestopographie zur Verfügung gestellt.
 Die im Lageplan eingetragenen Zahlen geben die durch Lotungen vom 2. und 8. Juli 1949
 gefundenen Tiefen an.

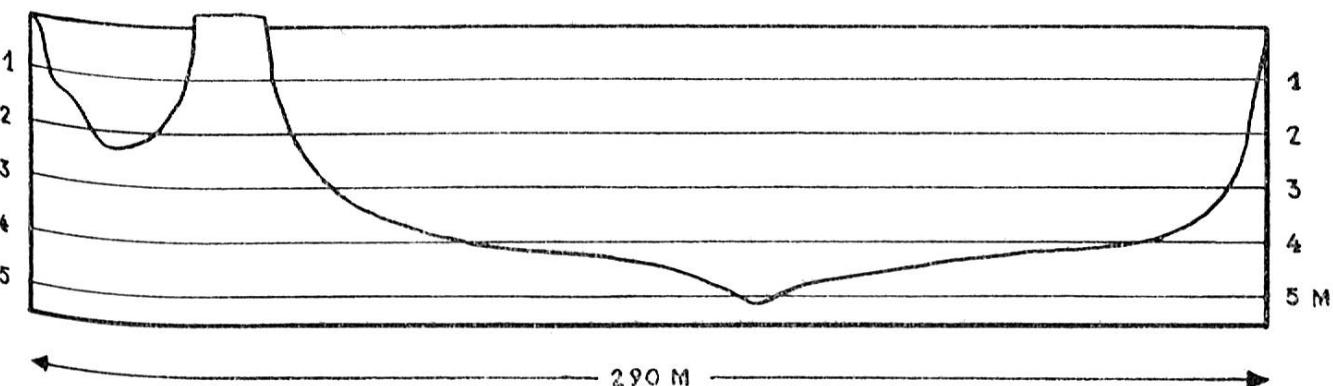
Diese Werte müssen um 10 bis 15 cm erhöht werden, um auf den von uns in den Jahren
 1944 bis 1947 festgestellten, mittleren Wasserstand bezogen zu werden.

Besonders ist noch eine Bodenerhebung, die bis zum Seespiegel reicht, zu erwähnen. Sie liegt in nord-nordöstlicher Richtung ca. 60 m von der Insel entfernt und ist vom Nordufer des Sees durch eine ca. 40 m breite und 2,50 m tiefe Rinne getrennt. Vor der Absenkung muß diese heute seichte, zuweilen sogar trocken liegende, von Schilf bewachsene Stelle dauernd überflutet gewesen sein.

PROFIL 1



PROFIL 2



QUERPROFILE DURCH DEN INKWILERSEE

Maßstab der Längen 1:2500, Maßstab der Höhen 1:200

Die ungefähr in der Mitte des Sees liegende kleine Insel ist 27 m breit und 40 m lang, ihr höchster Punkt liegt heute bei Mittelwasser ca. 1m über dem Seespiegel. Diese Insel trägt einen Pfahlbau, der wiederholt Gegenstand archäologischer Forschungen gewesen ist. Nach den neuesten Untersuchungen von Tschumi (27) handelt es sich hier um einen Pfahlbau, der vom Neolithikum bis in die Bronzezeit bewohnt war.

WASSERHAUSHALT

Das Einzugsgebiet mit $4,40 \text{ km}^2$ ist verhältnismäßig groß, nämlich 38,2 mal größer als die Seefläche.

Aus diesem Gebiet strömen dem See von allen Seiten kleine Rinnale zu, von denen aber die meisten nur nach stärkeren Niederschlägen eine nennenswerte Wasserführung aufzuweisen haben. Bei der Speisung des Sees dürfte das Grundwasser auch mit eine Rolle spielen.

Während der Zeit unserer Untersuchungen haben wir laufend Beobachtungen über den Wasserstand, respektive seine Schwankungen, ausgeführt. Es waren allerdings Jahre mit verhältnismäßig geringen Niederschlägen. Die Wasserstandsamplituden betragen 40 bis 50 cm. Bei starken Niederschlägen steigt der Seespiegel rasch, um aber danach ebenso rasch wieder auf ein mittleres Niveau zurückzufallen. Auch bei vorübergehendem Hochwasser wird heute das umliegende Kulturland in keiner Weise mehr nachteilig beeinflußt. Dagegen bleiben in solchen Zeiten die Gebiete der Schwingrasen unzugänglich.

Der Seeabfluß wird durch den Seebach gebildet, der den See an seinem ONO-Ende verläßt. Dieser Bach fließt zunächst mit schwachem Gefälle über Inkwil—Röthenbach, Heimenhausen und Berken, um sich dann nach einem ca. 5 km langen Lauf etwas unterhalb Niederberken in die Aare zu ergießen.

In den Jahren 1890/91 ist die Sohle dieses Baches in seinem Oberlauf, d. h. vom See bis etwas oberhalb Röthenbach, tiefergelegt worden. Diese Maßnahme hatte eine Absenkung des Seespiegels von 0,90 bis 1,00 m zur Folge. Dadurch ist besonders auch das Gebiet im Osten des Sees entsumpft worden.

BESITZESVERHÄLTNISSE

Der See ist Eigentum der Einwohnergemeinde Inkwil, und zwar sowohl der bernische als auch der solothurnische Seeteil, welch letzterer in der Gemeinde Etziken liegt.

Die Grenzmark geht über die Insel hinweg und teilt den See in zwei ungefähr gleiche Hälften.

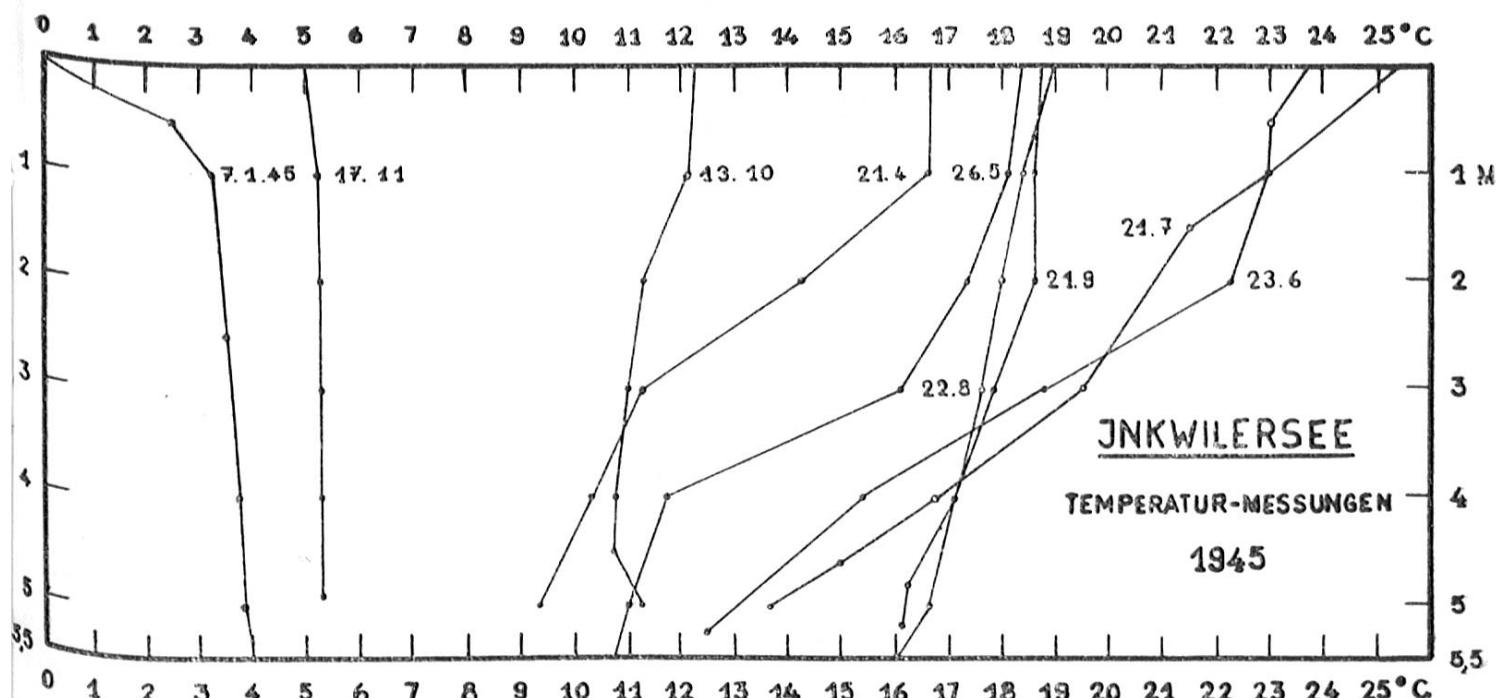
Die Insel dagegen ist Privatbesitz und gehört seit ca. 100 Jahren schon der Familie Roth. Der gegenwärtige Besitzer ist Herr Fr. Roth-Bühler in Bolken, der z. Zt. auch Inhaber der Fischereipacht ist.

THERMIK

(Vergleiche hierzu die Zahlen- und Kurventabellen)

Im Inkwilersee beginnt die Temperaturschichtung im April, und im Lauf der Sommerstagnation gestalten sich die thermischen Verhältnisse folgendermaßen:

Die Höchsttemperaturen des Wassers werden in der Tiefenstufe von 3 m im Juli und August mit 18 bis 19° C erreicht, in 4 m im August mit 17,1 bis 17,8° C. In 5 m Tiefe dagegen wird die Maximaltemperatur erst



im September mit 15 bis 16°C erreicht. In biologischer Hinsicht spielt allerdings diese unterste Tiefenstufe als Lebensraum eine nur untergeordnete Rolle, weil sie, verglichen mit dem übrigen Seeraum, nur sehr klein³ ist und während des Sommerhalbjahres infolge der hier herrschenden geringen O_2 -Spannung für die meisten Organismen kaum bewohnbar ist.

Hier sei beiläufig noch erwähnt, daß in der obersten Schlammschicht am Seegrund, im Herbst nach Eintritt der Vollzirkulation, eine leichte Temperaturerhöhung festzustellen ist, die nahezu einen Grad erreicht. Im Frühjahr beobachtet man dagegen eine entsprechende Erniedrigung derselben, die sich aber nur im Betrage einiger Zehntelsgrade auswirkt. Diese Erscheinung ist meines Erachtens auf die höhere Wärmekapazität des Schlammes zurückzuführen, wodurch dieser in der Lage ist, eine entsprechende Erwärmung oder Abkühlung etwas länger festzuhalten als das Wasser. Oxydationswärme scheint mir hier nicht in Frage zu kommen.

Für den Inkwilersee ist also charakteristisch und biologisch von Bedeutung, daß sein gesamter Wasserkörper im Lauf des Sommers eine immerhin recht beträchtliche Erwärmung erfährt und ein kühles Hypolimnion hier fehlt.

Im September setzt, durch die Abkühlung von der Oberfläche her, die Teilstörung ein. Infolge der geringen Seetiefe ist schon im Oktober die Temperatur in der ganzen Wassersäule ausgeglichen, die Schichtung ist aufgehoben (Homothermie). Eine weitere Abkühlung des gesamten Seeraumes kann sich also in kürzester Zeit vollziehen.

³ Nur unter einem Areal von 6600 m^2 , das ist $1/17$ der gesamten Seefläche, ist der See tiefer als 4 m.

Im Winter erhab ich bei den Temperaturlotungen vom 7. Januar 1945 und 27. Januar 1946, die vom zugefrorenen See aus genommen werden konnten, eine ausgesprochen inverse Temperaturschichtung, die fast bis zum Seegrund reichte. Unmittelbar über dem Seegrund zeigte das Thermometer 4° C.

Temperaturmessungen im Inkwilersee aus dem Jahre 1946

Tiefe m	Januar 27.	März 18.	April 27.	Mai 18.	Juni 15.	Juli 13.	August 24.	Sept. 24.	Okt. 19.	Nov. 17.
0	2,0	5,6	15,0	16,0	19,4	22,6	21,4	17,4	10,0	3,8
0,5	—	—	—	—	—	21,2	—	16,0	9,9	—
1	3,9	5,7	14,9	15,9	16,9	19,3	18,9	15,8	9,9	3,8
2	3,6	5,7	13,8	15,8	16,5	18,2	18,2	15,8	9,9	3,8
2,5	—	—	—	—	—	—	—	15,7	—	—
3	3,5	5,7	13,1	15,8	16,2	17,0	18,2	15,6	9,9	4,2
3,5	—	—	—	—	—	15,6	—	—	—	—
4	3,5	5,7	12,2	15,4	15,8	14,5	17,8	15,5	9,7	4,3
4,5	—	—	—	14,0	—	—	15,2	—	—	—
5	3,6	5,6	11,1	12,8	15,0	14,0	—	15,3	9,9	4,4
5,2	—	—	—	—	—	—	14,0	—	—	—
5,3	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,4	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,5	—	—	—	—	14,6	—	—	—	—	—

Bei diesen Untersuchungen fand ich eine spiegelglatte Eisfläche, die den Schlittschuhläufern eine prachtvolle Bahn bot. Die Eisdicke betrug 16 cm⁴. Es war homogenes Eis von muscheligem Bruch, wie das für frisches «gesundes» Eis charakteristisch ist. Nur da und dort beobachtete man große im Eis eingeschlossene Gasblasen. Der Eisverschluß ist natürlich je nach den meteorologischen Verhältnissen von sehr verschieden langer Dauer. Im Winter 1944/45 war der See am 23. Dezember vollständig zugefroren. Der Eisabschluß dauerte 68 Tage, erst am 1. März 1945 wurde der See wieder eisfrei. Im Winter 1945/46 währte der Eisverschluß ca. 60 Tage, er begann am 9./10. Dezember 1945 und vom 8. bis zum 12. Februar erfolgte der Eisbruch.

Noch vor 3½ Jahrzehnten ist jeden Winter auf dem Inkwilersee Eis gebrochen worden. Die vermittelst Waldsägen gewonnenen Eisplatten wurden mit Leiterwagen zur Bahnstation gebracht und von da aus durch Extrazüge nach Solothurn geschafft, wo sie in den dortigen Brauereien Verwendung fanden. Diese Industrie ist seit 1914/15 vollständig aufgegeben worden.

⁴ Am Eisloch über der tiefsten Stelle des Sees, das zur Vornahme der Lotungen geschlagen war.

Thermische Charakteristik des Inkwilersees

Trotz der relativ geringen Temperaturunterschiede, die wir hier zwischen Oberfläche und Tiefe finden, ist die Stabilität der thermischen Schichtung so groß, daß Vollzirkulationen im Lauf des Sommers nicht auftreten, obgleich der See durch seine Lage in einem offenen, flachen Talzug den Windströmungen voll ausgesetzt ist. Während unsern sich über drei Sommer erstreckenden thermischen Lotungen haben wir wenigstens niemals solche Störungen oder Unterbrüche der Stratifikation feststellen können.

In diesem Zusammenhang ist an die Tatsache zu erinnern, daß das spezifische Gewicht des Wassers im hohen Temperaturbereich viel rascher abnimmt als im niedrigen. Die Dichteänderung ist z. B. zwischen 24° und 25° dreißigmal so groß als zwischen 2 und 5° (Ruttner 20). Dementsprechend ist auch in hohen Temperaturbereichen die Stabilität⁵ eine verhältnismäßig große.

Hinsichtlich der thermischen Schichtung verhält sich also der Inkwilersee wie ein großer See, nur mit dem Unterschied, daß im Herbst die Perioden der Teilzirkulation, Homothermie und Vollzirkulation sich innert weniger Wochen folgen. Das Fehlen eines kühlen Hypolimnions zur Zeit der Sommerstagnation ist dagegen ein Charakterzug, der zum Typus eines teichartigen Gewässers überführt.

In teichartigen Gewässern, wie z. B. im 1,85 m tiefen Bonn-Poppelsdorfer Teich, kommt es im Lauf des Sommers oft in kurzen Abständen zu Vollzirkulationen (Weimann 31). Selbst in 4 m tiefen Teichen kann es während des Sommers noch zu einem dauernden Wechsel zwischen Temperaturschichtung und Homothermie kommen.

SICHTTIEFE UND WASSERFARBE

Von den 22 mit der Seccischeibe im Lauf unserer Untersuchungen vorgenommenen Sichttiefenbestimmungen ergaben 8 Messungen Sichttiefen von 0,60 bis 0,80 m, 10 solche von 1,10 bis 1,40 und nur bei 4 Erhebungen wurden größere Sichttiefen als 1,50 m erreicht, nämlich 1,60 bis 1,80 m. Besonders geringe Sichttiefen fanden wir jeweilen von Juli bis September. Es entspricht der Zeitperiode der intensivsten Planktonentfaltung, insbesondere auch der *Protococcales*. Auffallend hohe Sichttiefen ergaben sich bei ausgesprochener Zooplankton-Dominanz. So z. B. im Mai 1945

⁵ Die Stabilität ist ein Maß für den Widerstand, den eine bestehende Dichteschichtung der durchmischenden Kraft des Windes entgegengesetzt. Der Begriff der Stabilität ist von W. Schmidt entwickelt und physikalisch-mathematisch begründet worden (Schmidt 21 und 22).

und 1946 als *Bosmina* in enormen Mengen das Plankton fast ganz beherrschte. Die glashellen Tierchen scheinen den Durchgang des Lichtes kaum zu hemmen.

Im Inkwilersee ist die Sichttiefe in erster Linie vom Plankton, ganz besonders aber von seiner jeweiligen Zusammensetzung abhängig. Auch auf dem bereits seit 48 Tagen zugefrorenen See erhoben wir am 27. Januar 1946 mit 1,80 m eine sehr hohe Sichttiefe. In Anbetracht der 16 cm dicken Eisschicht sowie des damals herrschenden trüben Wetters stellt dies, auf einem sonst meist recht wenig durchsichtigen Gewässer, einen ansehnlichen Betrag dar, das Dreifache der geringsten gemessenen Durchsichtigkeit. Es zeigt, wie wenig also eine klare, unbeschneite Eisdecke das Eindringen des Lichtes in das Wasser zu hindern vermag. Da der eisbedeckte See vor jeglicher Einwirkung des Windes geschützt war, befanden sich seine Wassermassen in vollkommener Ruhe, so daß eine weitgehende Sedimentation organischer Detrituspartikel möglich war, was auch wesentlich mit zur Erhöhung der Sichttiefe beigetragen haben mag.

Als Eigenfarbe notierten wir meistens gelb-braun, zuweilen auch gelblich-grün. Die Beurteilung der Wasserfarbe erfolgte über der auf die halbe Sichttiefe eingetauchten Seccischeibe.

Die gelbliche Färbung des Wassers röhrt zur Hauptsache von organischen Substanzen (Humusstoffen) her, die aus den Uferpartien des Sees ausgelaugt werden.

Um die Intensität dieser gelb-braunen Färbung etwas genauer zu erfassen und auch die Möglichkeit zu haben, Vergleiche mit andern Gewässern durchzuführen, haben wir regelmäßig Wasserproben in Kolorimeterröhren mit standardisierten Methylorangelösungen verglichen und die folgenden Werte gefunden: An der Oberfläche und noch in 3 m Tiefe 7 bis 9⁶, in 5 m Tiefe dagegen solche von 11 bis 15. Hier reicht also die Intensität der Färbung schon nahezu an jene der eigentlichen Braunwässer. In biologischer Hinsicht von größerer Bedeutung ist die Feststellung, daß während der Vollzirkulationsperioden vorübergehend im ganzen Seeraum Methylorangewerte von 10 bis 11 gefunden werden. Diese Gelbstoffe beeinflussen nämlich nicht so sehr die Durchsichtigkeit des Wassers, als daß sie vielmehr stark absorbierend auf den langwelligen Strahlenspektrum wirken, so daß sich das Lichtklima nach der Tiefe hin rasch verschlechtert, respektive dort nur noch eine geringe Gesamtintensität herrscht.

Vegetationsfärbungen und durch Cyanophyceen verursachte «Wasserblüten» kommen hier gelegentlich auch vor und haben ebenfalls einen gewissen Einfluß auf die Wasserfarbe.

⁶ Z. B. bedeutet 7, daß der Farbton einer Lösung entspricht, die 7/100 mg Methylorange im Liter gelöst enthält, betrachtet in einer Schichthöhe von 300 mm.

CHEMISMUS

Um die Gesamtkonzentration des Inkwilerseewassers, d. h. die Gesamtheit der im Wasser gelösten organischen und anorganischen Stoffe festzustellen, haben wir entsprechende Wasserproben eingedampft. Diese waren dem See in 3 m Tiefe zu einer Zeit entnommen worden, als sein Wasser thermisch-chemisch ausgeglichen war. Die erhaltenen Abdampfrückstände dürften somit einem Mittelwert entsprechen.

Trockenrückstand	=	250 mg/l
Glührückstand	=	154 mg/l
Glühverlust	=	96 mg/l

Diese Werte sind, verglichen mit jenen des benachbarten Burgäschisees, als recht hoch zu bezeichnen (196 bis 214 mg/l). Die Unterschiede werden aber verständlich, wenn in Betracht gezogen wird, daß der Burgäschisee eine geringere Planktonproduktion aufweist, und daß namentlich sein Wasser auch kalkärmer als dasjenige des Inkwilersees ist.

Aehnliche Werte für den Abdampfrückstand hat neuerdings auch *Thomas* in ostschweizerischen Kleinseen festgestellt, die in bezug auf Tiefen- und Grössenordnung sowie Planktonproduktion dem Inkwilersee gleichen. So and z. B. *Thomas** für den Lützelsee bei Hombrechtikon 258 mg/l und für den benachbarten Egelsee bei Bubikon 247 mg/l Trockenrückstand.

Die Bestimmung der Oxydierbarkeit gibt Anhaltspunkte über den Gehalt des Wassers an gelösten organischen Substanzen, nicht aber über die Natur derselben. Wir haben wiederholt im Lauf der Untersuchungen am Inkwilersee die Oxydierbarkeit nach den Vorschriften des Schweiz. Lebensmittelbuches⁷ ausgeführt.

Zu verschiedenen Jahreszeiten vorgenommene Bestimmungen zeigten verhältnismäßig sehr geringe Unterschiede im Permanganatverbrauch. Von der Oberfläche nach der Tiefe hin ist meist eine leichte Zunahme im Permanganatverbrauch festzustellen, die aber nicht unbedingt auf eine entsprechende Zunahme von organischen Stoffen zurückzuführen ist. Es ist nämlich zu berücksichtigen, daß auch gewisse an-organische Stoffe, wie z.B. Eisenoxyd und Schwefelwasserstoff Kaliumpermanganat verbrauchen, Stoffe, die besonders im Hypolimnion vorkommen.

In unseren Süßwasserseen übertreffen die Karbonate an Menge alle anderen anorganischen Bestandteile bei weitem. Die Karbonate sind ganz

* *Thomas, E. A.* Regionallimnologische Studien an 25 Seen der Nordschweiz. — Verh. d. Internat Vereinig. f. theoret. u. angew. Limnologie. X (489—495) 1949

⁷ Bei unseren sämtlichen Untersuchungen haben wir die Oxydierbarkeit nach diesen Vorschriften bestimmt, die erhaltenen Werte sind also ohne weiteres unter sich vergleichbar.

vorwiegend als doppelkohlensaurer Kalk im Wasser gelöst. Dieser spielt als hauptsächlichste Nährstoffquelle im Stoffhaushalt der Gewässer eine hervorragende Rolle.

Oxydabilität

Tiefe m	mg./l K Mn O ₄	mg./l O ₂
0	23,13	5,85
3	23,54	5,96
5	25,69	6,50

In der dritten Kolonne der Tabelle ist angegeben, wieviele mg Sauerstoff notwendig sind, um die in einem Liter gelösten organischen Stoffe zu oxydieren.

Um den Gehalt des Wassers an Karbonaten zu ermitteln, bestimmt man die Alkalinität sog. «Titrationsalkalinität»⁸. Aus diesen Werten, resp. der Anzahl von ccm n/10 HC1, die man beim Titrieren von 10 cm³ Wasser verbraucht hat, lässt sich durch Multiplikation mit 2,8 die *Karbonathärte* in deutschen Härtegraden bestimmen, und durch entsprechende Multiplikation mit 5 und 50 lassen sich die französischen Härtegrade, resp. der CaCO₃-Gehalt in mg/1 ermitteln.

Alkalinität 1945

Tiefe m	Januar 7	März 18	April 21	Mai 26	Juni 23	Juli 21	Sept. 20	Okt. 13	Nov. 17
0	3,44	3,86	3,40	3,18	3,26	3,02	3,52	3,74	3,92
1,5	—	—	—	—	—	3,18	—	—	—
2,5	—	3,86	3,62	3,30	3,34	3,26	3,52	3,76	3,92
5,0	3,86	3,88	3,92	4,20	4,26	4,32	3,90	3,80	3,92

Führen wir anhand der Tabelle, in welcher die Alkalinitätswerte für das Jahr 1945 eingetragen sind, die oben angegebenen Berechnungen aus, so findet man folgendes:

Der ausgeglichene Alkalinitätswert von 3,92 der Herbstvollzirkulation ergibt eine Karbonathärte von:

⁸ Titrieren von 100 cc mit einer zehntelnormalen Salzsäure gegen Methylorange als Indikator. Farbumschlag von orange nach zwiebelrot.

19,6 franz. Graden⁹
 10,9 deutschen Graden
 196 mg/1 CaCO₃

Legen wir den Alkalinitätswert der Frühlingsvollzirkulation zu Grunde, so ergeben sich etwas geringere Werte, nämlich:

19,3 franz. Grade
 10,8 deutsche Grade
 193 mg/1 CaCO₃

Im Jahresverlauf sind die Alkalinitätswerte, wie aus der Tabelle hervorgeht, sehr starken Schwankungen unterworfen. Die Extremwerte sind 3,02 bis 4,32, das bedeutet, daß z. B. am 21. Juli 1945 das Seewasser an der Oberfläche nur 151 mg/1, in der Tiefe dagegen 216 mg/1 CaCO₃ gelöst enthielt. Diese in unseren Seen ganz allgemein festzustellende Tatsache, daß im Lauf der Sommerstagnation die oberen Wasserschichten kalkärmer, die in der Tiefe liegenden dagegen kalkreicher sind, hat ihre Ursache in einem biologischen Vorgang.

Um diesen Vorgang zu verstehen, müssen wir uns vergegenwärtigen, daß namentlich im Sommer das Phytoplankton im gut durchleuchteten Epilimnion sehr intensiv assimiliert, wodurch dem Wasser CO₂ entzogen wird. Dies hat zur Folge, daß der in Lösung vorhandene Kalk teilweise ausfällt.

Im Hypolimnion dagegen ist die Sachlage eine umgekehrte, dort findet durch die Fäulnisprozesse eine CO₂-Anreicherung statt. Der im Sommer ausgefällte kohlensaure Kalk sinkt ab und gelangt in die an aggressiver Kohlensäure reichere Tiefe, wo er bald wieder aufgelöst wird. Die biogene Entkalkung steuert also auch hier die immer vorhandenen typischen Schichtungsbilder der Alkalinität.

Die maximale Entkalkung an der Seeoberfläche im Inkwilersee erreichte im Jahre 1945 42 mg/1, das sind 21,8 % des ursprünglichen CaCO₃-Gehaltes, der 193 mg/1 betrug. In 2,5 m Tiefe war der Kalkgehalt um 30 mg/1 zurückgegangen, während in 5 m Tiefe am Ende der Stagnationsperiode eine Zunahme von 22 mg/1 festgestellt werden konnte.

Vermittelst der Indikatormethode haben wir regelmäßig Bestimmungen der Wasserstoffionenkonzentration durchgeführt (aktuelle Reaktion p/H = pondus Hydrogenii).

⁹ Mittelst der Seifenlösung nach *Boutron* und *Boudet* habe ich wiederholt die aus der Alkalinität berechneten französischen Härtegrade nachgeprüft und dabei eine fast vollständige Uebereinstimmung der Resultate gefunden.

Wasserstoffionenkonzentration 1945

Tiefe m	Januar 7	März 18	April 21	Mai 26	Juni 23	Juli 21	Sept. 20	Okt. 13	Nov. 17
0	7,9	8,2	8,1	7,5	8,1	7,7	7,5	8,1	7,9
1,5	—	—	—	—	—	7,5	—	—	—
2,5	7,5	8,2	8,0	7,3	7,4	7,3	7,5	7,6	7,9
5,0	7,5	8,2	7,4	7,3	7,3	7,2	7,1	7,5	7,7

Aus der obigen Tabelle geht hervor, daß die Extreme der pH-Werte zwischen 7,1 und 8,2 liegen. Sie sind also relativ gering, indem sie eine Einheit kaum überschreiten. Die Pufferung des Seewassers ist infolge der Beschaffenheit seines Monocarbonat-Bicarbonat-Systems so gut, daß große Reaktionsschwankungen auch gar nicht zu erwarten sind. In den Oberflächenschichten hält sich der pH-Standard das ganze Jahr über im Gebiet der mittleren Alkalinität. Nur in der Tiefe von 5 m geht er während der sommerlichen Stagnationsperiode auf das Gebiet der schwachen Alkalinität über.

Was die Schwankungen der pH-Werte betrifft, so sind auch sie auf biogene Vorgänge zurückzuführen. In den oberen Wasserschichten wird dem Wasser durch die intensive Assimilation des Phytoplanktons viel CO_2 entzogen. Dieser Kohlensäure-Entzug hat sofort eine Verschiebung der Reaktion nach der alkalischen Seite hin zur Folge, sowie eine dementsprechende Erhöhung der pH-Werte (Verringerung der Wasserstoffionenkonzentration!). In den bodennahen Wasserschichten nimmt dagegen, infolge intensiver Zersetzungsvorgänge¹⁰ während der Sommermonate, die CO_2 -Spannung zu, was die Reaktion nach der sauren Seite hin verschiebt, ohne daß aber hier die Gefahr besteht, daß der Neutralpunkt erreicht oder gar unterschritten würde.

Bringen wir jetzt noch kurz die Oberflächen-Werte des pH mit dem jeweiligen Planktonbestand in Beziehung. Zunächst wird einmal der relativ zahlenmäßig hohe Wert von pH 7,9 vom 7. Januar 1945 unter einer 15 cm dicken Eisdecke auffallen. Dieser wird aber sofort verständlich, wenn man die damals intensive *Mallomonas*-Vegetation in Betracht zieht. Die enorme Synedra-Produktion erklärt ohne weiters den pH-Wert von 8,2 am 18. März.

Was das niedrige pH vom 26. Mai betrifft, so läßt sich dieses einfach auf die Tatsache zurückführen, daß das Phytoplankton vom Zooplankton

¹⁰ Allerdings ist zu bedenken, daß CO_2 nur solange produziert wird, als die Zersetzungsvorgänge sich in Gegenwart genügender Sauerstoffmengen abspielen, also einen oxydativen Verlauf nehmen (Verwesung).

fast vollständig verdrängt worden war. Genau die gleiche Erscheinung wiederholte sich im Mai des folgenden Jahres. Im September war es eine in Zersetzung begriffene *Oscillatoria*-Vegetation, die sich auf das pH auswirkte, während ein normales *Mallomonas*- und *Diatomeen*-Plankton in den Herbstmonaten den pH-Standard wiederum hob.

Der Kieselsäure-Kreislauf

Im Inkwilersee haben wir einen biogen unbeeinflußten Kieselsäuregehalt (SiO_2) von 4,5 bis 5 mg/1 gefunden.¹¹ Der Konsum an Kieselsäure durch Organismen ist zeitweise sehr groß, so daß fast immer eine mehr oder weniger ausgeprägte Schichtung dieser Substanz festzustellen ist. Wenn auch die Kieselsäure kein Baustoff der lebenden Substanz ist, so bildet sie doch die Grundlage für den Schalenbau der *Diatomeen* oder Kieselalgen sowie der Schuppen und Stacheln mancher *Chrysomonaden* (z. B. *Mallomonas*).

In den Monaten März bis Juni 1945 fanden wir an der Seeoberfläche Kieselsäurewerte von nur 1,5 bis 2 mg/1, in der Tiefe von 3 m solche von 2 mg/1. Eine intensive Entfaltung planktischer *Diatomeen* im Frühjahr, der im Juni noch eine solche von *Mallomonas* folgte, hatte besonders dem Epilimnion viel Kieselsäure entzogen. Durch das Absterben dieser Organismen wird dann die Kieselsäure nach der Tiefe verfrachtet, wo sie aber sehr bald wieder aufgelöst wird, wie die Kieselsäure-Konzentration von 5 mg/1 Ende Juni in 5 m Tiefe beweist.¹² So wird das SiO_2 wiederum dem Kreislauf zugeführt und schon im August und ganz besonders im September, unter dem Einfluß der thermischen Umschichtung, ist der Kieselsäuregehalt aller Wasserschichten auf 3,5 bis 4,5 mg/1 gestiegen. Aber wir konnten beobachten, wie als Folge einer erneuten intensiven *Diatomeen*-*Mallomonas*-Produktion in den Herbstmonaten der Kieselsäure-Gehalt bis Mitte November an der Oberfläche wiederum bis auf 2,5 mg/1 zurückging. Dieser Zustand hat sich auch im Lauf des Winters 1945/46 bei einer ähnlichen Planktonzusammensetzung weiter erhalten, so daß wir Ende Januar 1946 im Epilimnion immer noch einen SiO_2 -Gehalt von 2,5 mg/1 fanden, während er in 5 m Tiefe auf 4,8 mg/1 gestiegen war.

¹¹ Kolorimetrische Bestimmung vermittelst 25 % Ammoniummolybdat-Lösung + 25 % HC1.

¹² Auch hier ist es überraschend, wie trotz der geringen Seetiefe im Grundschlamm verhältnismäßig nur wenige Schalen abgestorbener Diatomeen gefunden werden. Selbst die kräftiger gebauten Formen bleiben offenbar nur kurze Zeit in tadellosen Schalen-Exemplaren erhalten, denn meist zeigen auch diese schon Spuren der Korrosion und des Zerfalls. Nach dem Absterben der Diatomeenzelle geht fast gleichzeitig mit dem Abbau des Protoplasten eben auch die Auflösung sehr vieler Kieselmembrane von statt.

Auch im folgenden Jahr ließen sich die Schichtungsverhältnisse der Kieselsäure in unmittelbare Beziehung mit dem Auftreten und Verschwinden der SiO_2 -Konsumenten bringen.

Der im Wasser gelöste Sauerstoff
(Vergleiche hierzu die Zahlentabellen)

Die während $2\frac{1}{2}$ Jahren monatlich im Inkilersee erhobenen Sauerstoff-Serien zeitigten übereinstimmende und gleichsinnig zu interpretierende Resultate.¹³ Der Charakterisierung der O_2 -Verhältnisse legen wir die im Jahre 1946 erhaltenen Analysenresultate zu Grunde.

Im März, zur Zeit der Homothermie und Vollzirkulation, ist ein hoher und fast homogener O_2 -Gehalt in allen Tiefenstufen festzustellen. In dem Maß, als sich im April eine Temperaturschichtung ausbildet, beginnt auch schon vom Seegrund her eine starke O_2 -Zehrung einzusetzen, die bis in die oberen Wasserschichten greift. Im Mai haben sich die Sauerstoffverhältnisse insofern ganz bedeutend verschlechtert, als auch in der trophogenen Schicht nur noch eine O_2 -Sättigung von 31 bis 35% vorhanden ist.

Dieser plötzliche scharfe O_2 -Rückgang auch in den oberen Wasserschichten ist durch ein entsprechendes, fast vollständiges Verschwinden des Phytoplanktons, dem eigentlichen O_2 -Produzenten, bedingt. Sowohl im Mai 1945 als auch im Mai 1946 war diese Sachlage durch ein absolutes Vorherrschen des Zooplanktons (*Bosmina*) herbeigeführt worden.

In den Sommermonaten Juni bis August finden wir in den oberen Wasserschichten, d. h. in Tiefen von 0 bis 2 m, wiederum gute Sauerstoffverhältnisse, es ist sogar trotz der hohen Wassertemperaturen eine meist bedeutende Uebersättigung festzustellen. Die pflanzlichen Organismen haben ihren normalen Anteil im gesamten Planktonbestand eingenommen. In der Tiefenzone unter 3 m dagegen verringert sich der O_2 -Vorrat im Lauf des Sommers mehr und mehr.

Es ist in Betracht zu ziehen, daß bei den relativ hohen Temperaturen, die hier am Seegrund erreicht werden, die Zersetzungsvorgänge auch entsprechend intensiv verlaufen, vant'Hoff's R.G.T-Regel.¹⁴ Die O_2 -Zehrung ist daher über dem Seeboden eine sehr große und macht sich bis in die höheren Wasserschichten geltend. Im September beginnt, unter dem Einfluß der einsetzenden thermischen Teilzirkulation, der Sauerstoffgehalt des Wassers in der Tiefe wieder etwas zuzunehmen. Nach dem Ver-

¹³ Zur Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes bedienten wir uns der *Winkler'schen* Methode, unter vorheriger Bromierung der Proben, nach *Alsterberg*.

¹⁴ Die Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel besagt, daß sich der Umsatz in der Zeiteinheit bei einer Temperatursteigerung um 10° verdoppelt bis verdreifacht.

schwinden der Temperaturschichtung ist von Oktober hinweg auch der Sauerstoff in den Tiefenstufen von 0 bis 3 m fast vollständig ausgeglichen. In den bodennahen Wasserschichten aber macht sich sofort wiederum die vom Grundschlamm ausgehende O_2 -Zehrung geltend.

Welche Bedeutung diesem letzteren Faktor im O_2 -Haushalt dieses Sees zukommt, zeigen auch die Sauerstoffbestimmungen, die wir am 27. Januar 1946 durchführen konnten. Der See war seit 48 Tagen zugefroren. An der Oberfläche, unmittelbar unter dem Eis, fanden wir einen Sauerstoffgehalt von 9,97 cc/l, was bei den niedrigen Wassertemperaturen einer Sättigung von 108,96 % entspricht. Dieser hohe Oberflächenwert ist als Folge der damaligen starken Planktonproduktion durchaus verständlich. (Es waren enorme Mengen von *Uroglena*, *Mallomonas* und *Synedra*.) Anderseits hatte vom Tiefenschlamm aus eine intensive O_2 -Zehrung eingesetzt, die sich bis in die Region von 3 m geltend machte (siehe die Tabelle).

Die Intensität des O_2 -Schwundes wird noch deutlicher, wenn gesagt wird, daß bei der letzten Lotung vor dem Eisverschluß (10. Dezember 1945) in allen Tiefenstufen 8,03 cc/l O_2 festgestellt wurden, es entsprach 94 % der Sättigung bei der damals herrschenden Wassertemperatur.

Der O_2 -Rückgang betrug somit in 5 m Tiefe 5,83 cc/l, in 4 m = 3,90 cc/l und in 3 m = 3,14 cc/l.

Thienemann (25), der die Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse eisbedeckter norddeutscher Seen speziell untersucht hat, unterscheidet zwei Kategorien. Nämlich solche Gewässer, bei denen der Sauerstoffschwund bis unter die Eisdecke reicht, und solche, bei denen im Gegen teil infolge des großen Planktonreichtums in den Wasserschichten direkt unter dem Eis sehr viel Sauerstoff gelöst ist und der O_2 -Mangel sich nur in den tieferen Wasserschichten geltend macht. Der Inkwilersee würde also nach unseren Beobachtungen der zweiten Kategorie dieser Seen angehören. Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Sauerstoffhaushalt des Inkwilersees dem eines stark eutrophen Sees entspricht.

Aus den hier geschilderten O_2 -Verhältnissen geht hervor, daß die Zersetzung der organischen Substanzen am Seeboden, Sedimente des abgestorbenen Planktons und Detritus abgestorbener Pflanzenteile aus der Uferregion des Sees, größtenteils *nicht* auf dem Wege der Oxydation (Verwesung) aufgearbeitet werden kann. Es müssen hier reduktive Vorgänge platzgreifen, wobei als Zwischen- und Endprodukte hauptsächlich Sumpfgas (CH_4), Ammoniak und Schwefelwasserstoff (H_2S) entstehen. Für das Vorhandensein von Sumpfgas geben die bereits erwähnten Gas-

SAUERSTOFF-VERHÄLTNISSE IM INKWILERSEE

27. Januar 1946					18. März 1946				
T	Tp	O ₂	S	%S	T	Tp	O ₂	S	%S
0	2,0	9,97	9,15	108,96	0	5,6	9,67	8,24	117,35
1,5	3,6	8,52	8,92	95,51	1,5	5,7	9,43	8,24	114,44
3	3,5	4,89	8,92	54,82	3	5,7	9,66	8,24	117,23
4	3,5	4,13	8,92	46,30	4	5,7	9,73	8,24	118,08
5	3,6	2,20	8,92	24,66	5	5,7	9,61	8,24	116,62
27. April 1946					18. Mai 1946				
T	Tp	O ₂	S	%S	T	Tp	O ₂	S	%S
0	15,0	7,04	6,54	107,64	0	16,0	2,34	6,54	35,77
1,5	14,2	6,34	6,68	106,13	1,5	15,9	2,05	6,54	31,34
3	13,1	2,53	6,83	37,04	3	15,8	2,09	6,54	31,97
4	12,2	1,58	6,99	22,60	4	15,4	0,81	6,68	12,12
5	11,1	0,82	7,14	11,48	5	12,8	0,73	6,98	10,45
15. Juni 1946					13. Juli 1946				
T	Tp	O ₂	S	%S	T	Tp	O ₂	S	%S
0	19,0	9,11	6,15	148,13	0	21,4	9,52	5,91	161,08
1,5	16,4	7,96	6,54	121,71	1,5	18,6	9,66	6,15	157,07
3	16,2	4,95	6,54	70,18	3	17,0	0,82	6,41	12,79
4	15,8	3,08	6,54	47,09	4	14,5	1,70	6,83	24,89
5	14,6	1,26	6,83	18,44	5	14,0	1,39	1,83	20,35
24. August 1946					24. September 1946				
T	Tp	O ₂	S	%S	T	Tp	O ₂	S	%S
0	20,0	7,02	5,97	117,58	0	17,4	9,90	6,41	154,44
1	18,5	7,47	6,08	122,87	1	15,8	8,50	6,54	129,96
2	—	—	—	—	2	15,8	6,19	6,54	94,64
3	18,2	3,13	6,21	50,40	3	15,6	4,09	6,54	62,53
4	17,8	0,82	6,27	13,07	4	15,5	4,03	6,68	60,32
5	14,0	0,82	6,75	12,14	5	15,3	2,70	6,68	40,41
19. Oktober 1946					17. November 1946				
T	Tp	O ₂	S	%S	T	Tp	O ₂	S	%S
0	10,0	8,79	7,47	117,67	0	3,8	8,68	8,59	101,04
1	9,9	8,83	7,47	118,21	1	3,8	8,62	8,59	100,34
2	9,9	8,52	7,47	114,05	2	3,8	8,83	8,59	102,79
3	9,9	7,94	7,47	106,29	3	4,2	8,18	8,59	95,22
4	9,7	6,00	7,47	80,18	4	4,3	6,82	8,59	79,39
5	9,9	5,88	7,47	78,70	5	4,4	5,68	8,59	66,12

T = Tiefe in Metern. Tp. = Temperatur des Wassers in C°. O₂ = Sauerstoffgehalt in cm³/l. S = Sättigungswerte des Wassers mit O₂ in cm³/l, berechnet nach den Absorptions-Koeffizienten von Winkler beider jeweiligen Wasser-temperatur und dem jeweiligen Barometerstand am Inkwilersee. % S = Sauerstoffgehalt in % d. Sättigung.

blasen im Eis Anhaltspunkte. Werden diese angebohrt, so entströmt ein brennbares Gas.¹⁵

Die Ammoniak-Konzentrationen erreichen, zumal am Ende der Sommerstagnation im Gebiet der größten Seetiefe, erstaunlich hohe Werte. Im Lauf des Sommers steigen sie von 0,9 bis 1,0 mg/1 im April, auf 2,5 bis 3,0 mg/1 im September. Nach der Wasserumwälzung können, infolge der bedeutend gebesserten O_2 -Verhältnisse, die Nitrifikationsprozesse wieder in Gang kommen und das Ammoniak ist in kürzester Zeit bis auf Spuren oxydiert. Während der Winterstagnation wurden am Seegrund Ammoniakkonzentrationen von nur 0,6 bis 1,0 mg/1 erreicht.

Der Schwefelwasserstoff wird zur Zeit der sommerlichen Stagnationsperiode sowohl in den Wasserproben, die unmittelbar über dem Seegrund gefaßt werden, als auch in den Schlammproben bereits durch den Geruch wahrgenommen.

In den tieferen Teilen des Sees findet man einen übelriechenden, tief-schwarzen Faulschlamm. Seine dunkle Farbe läßt einen hohen Gehalt an Schwefeleisen vermuten. Das Eisensulfid verrät sich auch sofort beim Uebergießen einer frischen¹⁶ Schlammprobe mit Salzsäure durch einen starken Schwefelwasserstoff-Geruch. Bleiacetatpapier, das über die Öffnung des Gefäßes gehalten wird, in welchem die Reaktion verläuft, bräunt sich intensiv.

Dieser Faulschlamm ist ein durchaus lebensfeindliches Milieu, in welchem wir nur einige farblose Protisten sowie die Fäden der Leuco-Thiobakterie *Beggiatoa alba* (*Vaucher*) *Trevisan* fanden. Da ihre Zellen meist viel Schwefel enthielten, trat die Gliederung der Fäden nur wenig deutlich in Erscheinung.

DAS PLANKTON

*des Inkwilersees nebst einigen Bemerkungen über die Morphologie
und Biologie seiner Konstituenten.*

Diese Planktonanalyse stützt sich auf Netzfänge, die von Juli 1944 monatlich, fast lückenlos, bis November 1946 ausgeführt worden sind. Hor-

¹⁵ Herr *Fr. Roth* erinnert sich, daß in seiner Jugendzeit auf dem Inkwilersee solche Gase angezündet wurden. In der Literatur sind selten positive Angaben über dieses, vielleicht an und für sich nicht so außerordentliche Phänomen vorhanden. Nur *Zemp* (33 S. 41/42) beschreibt es für den Schwarzsee (Kt. Freiburg) und *Herpich* (5 S. 81/82) erwähnt es vom Pfeffersee in Südbayern, sowie *Breu* (1 S. 125) vom Tegernsee, wo das «Eisanzünden» eine bekannte Angelegenheit ist. Infolge der sich in den See ergießenden Erdölquellen bestehen allerdings dort besondere Verhältnisse. Ganz allgemein spricht auch *Ruttner* (20 S. 128) über das Vorkommen von Blasen im Eis gefrorener Seen, deren Gasinhalt entzündbar ist.

¹⁶ Der schwarze Schlamm wird durch Oxydation an der Luft sehr bald grau.

zontal- und Vertikalzüge sind besonders im Pelagial gemacht worden, nur ausnahmsweise auch in der Litoralzone. Ebenso gelangten geschöpfte Wasserproben hinsichtlich ihres Gehaltes an Planktonorganismen zur Untersuchung.

Der Untersuchung in möglichst lebensfrischem Zustand folgte eine weitere Analyse des mit Novocain-Formalin-Holzessig fixierten Materials. Die Herstellung von Styrox-Präparaten von sämtlichen gesammelten Proben erwies sich zur Erfassung und Bestimmung der planktischen Diatomeen als äußerst vorteilhaft und zweckmäßig.

DAS PHYTOPLANKTON

Schizophyceen

Microcystis flos aquae (Wittr.) Kirchner. erscheint im April und verschwindet im Oktober oder November. *Microcystis* ist hier ein ausgesprochener Sommerplankter, der von Mai bis Juni, zuweilen sogar noch im Hochsommer, dominierend ist.

Coelosphaerium Naegelianum Unger war während der Jahre unserer Untersuchungen im Spätsommer der dominierende Planktonorganismus. Im Jahr 1945 von August bis September mit *Oscillatoria*, im Jahre 1946 von September bis Oktober, damals während dieser beiden Monate eine intensive Wasserblüte verursachend. Im Gegensatz zu *Microcystis* ist aber *Coelosphaerium* fast das ganze Jahr hindurch im Plankton zu finden, in den Wintermonaten allerdings nur sehr spärlich.

Mitunter ist neben *Coelosphaerium* auch *Gomphosphaeria lacustris*¹⁷ mehr oder weniger häufig vorhanden, so z. B. im November 1944, im Oktober 1945, im Juni und Oktober 1946.

Anabaena plantonica Brunth. erscheint im Juni zunächst in vereinzelten Trichomen im Plankton des Inkwilersees. Später wird *Anabaena* häufiger und erreicht im August oder September ein Maximum. Im Oktober ist diese *Cyanophyceen* bereits wieder aus dem Plankton verschwunden. Gegen das Ende seiner Massenentfaltung kann dieser Organismus eine sehr auffallende »Wasserblüte« erzeugen. Man kann dann mitunter beobachten wie die *Anabaena*-Trichome als intensiv blaugrüne, rahmartige Massen in luvseitigen Uferpartien zusammengetrieben werden. Diese Erscheinung tritt natürlich nicht immer mit der gleichen Intensität auf. In den Jahren 1944 und 1946 kam eine starke »Wasserblüte« zur Ausbildung, während 1945 *Anabaena* zwar vorhanden war, aber weder zur Dominanz noch zur Codominanz gelangte.

¹⁷ *Gomphosphaeria* ist dadurch charakterisiert, daß die Zellen der Kolonie an verzweigten Gallertstielen sitzen, die meist erst nach entsprechender Färbung sichtbar werden.

Die Systematik der Gattung *Anabaena* ist recht schwierig, deshalb gebe ich hier eine kurze Beschreibung der von mir im Inkwilersee gefundenen Art, die ich als *A. planctonica* bestimme: Trichome gerade mit weiter Gallerthülle (besonders im Tuschpräparat gut zu sehen). Zellen kurz ellipsoidisch 7 bis 9 μ breit, blaugrün,¹⁸ Heterocysten kugelig. Die ovalen Dauerzellen sind 24 bis 30 μ von den Heterocysten entfernt und 15 bis 16 μ breit, 24 bis 27 μ lang. Die Bildung von Dauerzellen erfolgte nur an relativ wenigen Trichomen.

Oscillatoria rubescens D. C. erscheint im Juni im Plankton des Inkwilersees. Im August und September 1945 dominierte diese Alge mit *Coelosphaerium*. Im Jahre 1946 war *Oscillatoria* bereits im Juli der vorherrschende Plankter. Auffallend ist, daß *Oscillatoria* von Oktober bis Mai hier ganz aus dem Plankton verschwindet, während wir in andern Seen so z. B. im Moosseedorfsee, auch im Winter unter der Eisdecke eine sehr intensive Entwicklung der Burgunderblutalge beobachteten. Man hat deshalb vielfach *O. rubescens* als eine Kaltwasserform bezeichnet. Im Sommer zieht sich diese Alge zuweilen in tiefere Wasserschichten zurück, eine Beobachtung, die wir auch im Inkwilersee machten. So war z. B. während des Maximums im Juli 1946 in der Tiefe, d. h. unterhalb 3 m, eine ganz bedeutend größere Dichte der Trichome festzustellen, als in den Wasserschichten unter der Wasseroberfläche. Dieses Verhalten sowie das Ausbleiben im Winter, dürfte wohl auch mit die Ursache sein, weshalb es hier nicht zu einer eigentlichen «Wasserblüte» kommt. Hinsichtlich des Vorkommens von *Oscillatoria rubescens* sei noch gesagt, daß Verunreinigungen durch Abwässer aus dem menschlichen Haushalt hier nicht vorliegen, ebenso kommt eine nennenswerte Verschmutzung durch Düngung oder Weidgang des umliegenden Geländes hier nicht in Frage.

Flagellaten

a) Chrysomonaden.

Mallomonas caudata Iwanoff ist das ganze Jahr hindurch im Plankton des Inkwilersees vorhanden. Unsere Beobachtungen zeigen, daß dieser Plankter im Lauf des Jahres mehrere Maxima erreicht, wie z. B. von November 1944 bis Januar 1945, dann wiederum im Juni und November 1945. Auf diese Maxima folgte jeweilen ein sehr plötzlicher und intensiver Rückgang. Eine weitere Massenentfaltung erfolgte dann im Juni 1946 und noch wieder im Oktober und November desselben Jahres. Dazwischen, d. h. von Juli bis September, war *Mallomonas* nur in vereinzelten Individuen im Plankton zu finden.

¹⁸ No. 437 des Code Universel des Couleurs von E. Séguay.

Uroglena volvox Ehrbg. war von September 1945 bis März 1946 außerordentlich häufig im Plankton des Inkwilersees. Im Januar war er sogar der dominierende Plankter. Für diesen Organismus ist hier auch das spontane, intensive Erscheinen sowie das Verschwinden oft auf längere Zeit durchaus charakteristisch.

Die Bäumchenalge, *Dinobryon sociale* var. *stipitatum* (Stein) Lem. fand ich von September 1944 bis im April 1945. Im Sommer war sie ganz aus dem Plankton verschwunden. Erst im Oktober erschien sie wiederum und hielt sich den ganzen Winter über bis in den März 1946 im Limnoplankton, auch im Sommer 1946 blieb die Bäumchenalge ganz aus.

Im März 1946 fanden wir zahlreiche *Dinobryon*-Gehäuse von der Craspedomonade *Salpingoeca* befallen.

b) *Euglenales*.

Trachelomonas hispida (Perty) Stein ist ein im Plankton des Inkwilersees perennierender Plankter. Zuweilen häufig bis sehr häufig, dann wieder mehr vereinzelt. In der mengenmäßigen Zu- und Abnahme konnte ein an bestimmte Jahreszeiten gebundener Rhythmus nicht festgestellt werden.

In morphologischer Hinsicht sei noch bemerkt, daß selbst an konserviertem Material (Formalin) die aus dem Geißelkragen herausragende, ziemlich lange Geißel oft sehr gut zu beobachten ist.

Von weiteren *Eugleneen* waren besonders in den Sommer- und Herbstmonaten die Gattungen *Euglena* und *Phacus* vertreten.

Euglena Ehrenbergii Klebs, *E. acus* Ehrenb. und *E. spiroides* Lemm., nur ausnahmsweise waren diese *Eugleneen* häufiger.

Phacus longicauda (Ehrenb.) Duj. und *Pb. pleuronectes* (O. F. M.) Duj. fanden sich immer nur in vereinzelten Individuen in den untersuchten Planktonproben. Als Einzelfund sei noch *Lepocinclus Steinii* Lemm. erwähnt.

Dinoflagellaten

Ceratium hirundinella erscheint Ende April im Plankton des Inkwilersees. Im April und manchmal noch im Mai waren es nur vereinzelte Individuen, erst im Juni und Juli werden sie häufig. Im Juni 1945 gelangte *Ceratium* sogar zur Codominanz, dann setzte im Juli eine intensive Cystenbildung ein. Bereits im August werden die *Ceratien* rasch seltener, um am Ende dieses Monates merkwürdig plötzlich vollständig zu verschwinden.

Die erstauftrtenden *Ceratien* sind 3-hörnig, später sind sie meist 4-hörnig. Ende August 1946 waren auffallenderweise alle *Ceratien* 3-hörnig, während sie im August des Vorjahres noch durchwegs 4-hörnig waren. Die Inkwilersee-*Ceratien* sind nicht durch die graduelle Ausbildung des 3ten Antapikalhornes und das mehr oder weniger starke Spreizen der Antapikalhörner zur Zeit ihrer maximalen Entwicklung charakterisiert,

sondern durch das verhältnismäßig lange Apikalhorn, das sie sehr schlank erscheinen läßt. Aus der beifolgenden Tabelle geht hervor, daß sich die *Ceratiens* auch hinsichtlich ihrer Größe (Länge) im Vergleich zu dem, was wir in andern Gewässern beobachtet haben, etwas abweichend verhalten.

	Mittelwerte	Extremwerte
26. Mai 1945	222,6 μ	171 bis 240 μ
23. Juni 1945	220,5 μ	213 bis 237 μ
21. Juli 1945	Massenhafte Cystenbildung	—
22. August 1945	221,5 μ	201 bis 240 μ
Mai 1946	sehr spärliches Material	—
23. Juni 1946	219,1 μ	210 bis 231 μ
13. Juli 1946	242,0 μ	215 bis 267 μ
24. August 1946	221,6 μ nur 3-hörnig	210 bis 243 μ

Die zuerst erscheinenden Individuen zeichnen sich nämlich hier nicht durch besondere Größe aus. Auch im Verlauf ihres Entwicklungszyklus bleiben die Größenveränderungen nur geringfügig.

Noch sei erwähnt, daß *Ceratium cornutum* Clap. et Lachm. auch dem Inkwilersee vollständig zu fehlen scheint, wenigstens habe ich während der Dauer meiner Untersuchungen kein einziges Exemplar dieser Peridinee in den Planktonproben gefunden. Dieser Plankter scheint also in den kleinen Seen des Mittellandes nur sehr selten und ganz vereinzelt vorzukommen. Neben einem gewissen Nährstoffgehalt zeigt *C. cornutum* eine besondere Vorliebe für kühles und O₂-reiches Wasser, eine Faktorenkombination, die also offenbar in den in Frage stehenden Gewässern diesem Organismus nicht in geeigneter Weise geboten werden.

Nach Höhn (6) scheint *C. cornutum* in den Kleingewässern der Herrschaft Wädenswil und ihrer Grenzgebiete ebenfalls selten zu sein oder den meisten sogar vollständig zu fehlen.

Dagegen findet sich diese *Dinoflagellate* in kühlen Grundwasserseen im Sommerplankton, meistens mit *C. hirundinella* zusammen. So z. B. im Crestasee bei Flims (Huber-Pestalozzi 7) und im Lac de Géronde bei Siders (Gams 4 p. 184).

Auffallend ist ferner auch das Fehlen der Gattung *Peridinium*, die sonst im Planktonbestand der meisten Kleinseen des Mittellandes eine große Rolle spielt.

Glenodinium gymnodinium Penard haben wir jeweilen in den Monaten Juli, August und September in vereinzelten Exemplaren im Plankton gefunden. Einzig im August 1945 war diese Peridinee etwas häufiger.

Gymnodinium mirabile Penard erschien im September 1946 plötzlich und in größerer Menge, war aber im folgenden Monat wieder verschwunden. Beiläufig sei hier noch erwähnt, daß sowohl am *Glenodinium*- als auch am *Gymnodinium*-Material die Quergeißeln sowie ihre undulierenden Bewegungen außerordentlich klar zu beobachten waren.

Bacillariaceen

Im Inkwilersee ist die Gattung *Melosira* durch *M. granulata* (Ehr.) Ralfs, als auch durch die Varietät *angustissima* Müller vertreten. Im nahen Burgäschisee fand ich dagegen *Melosira italicica* (Ehr.) Kütz. Während den Jahren unserer Untersuchungen erreichte diese *Diatomee* in den Monaten September bis November eine besonders große Häufigkeit, sie war sogar codominierend bis dominierend.

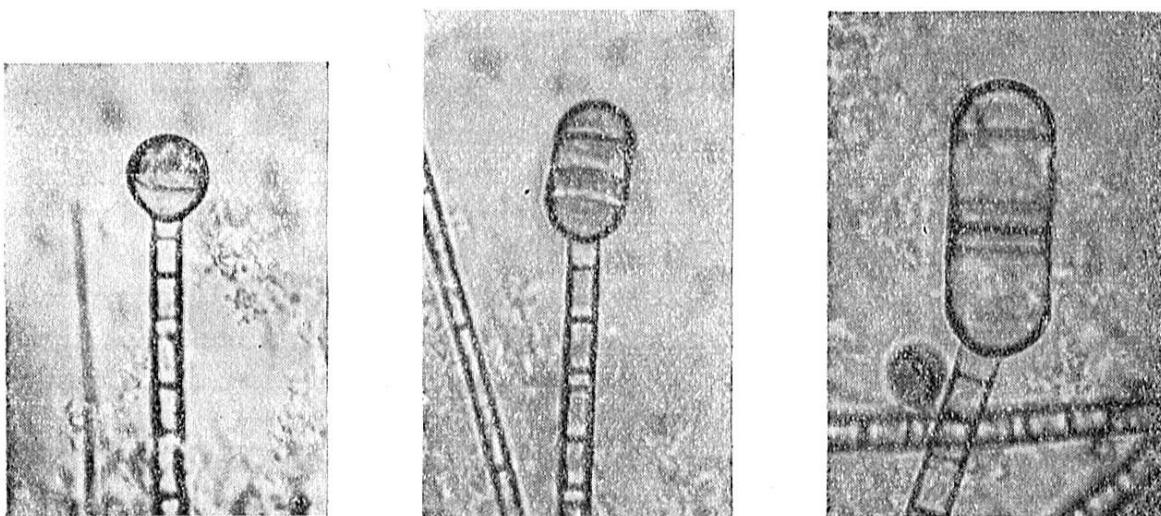
Im übrigen Teil des Jahres war *Melosira* mehr oder weniger häufig vorhanden, um nur auf kurze Zeit ganz oder fast ganz aus dem Plankton zu verschwinden.

Sehr bemerkenswert ist, daß wiederholt die Bildung von Auxosporen beobachtet werden konnte, wie z. B. im Juli 1944 und dann wieder im August und September 1946. Die Auxospore liegt hier am Ende des verbleibenden Fadenteiles, mitunter sogar an beiden Enden. Die kugelige Auxospore ist nabellos, sitzt also flach auf der Mutterzellhälften auf. Die Mutterfäden an denen die Auxosporen entstehen, weisen Zelldurchmesser von 4 bis 7 μ auf, während die Auxosporen nach der ersten Teilung einen Durchmesser von ca. 20 bis 22 μ haben.

1

2

3



Auxosporen von *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. aus dem Inkwilersee vom 24. 8. 1946 mit Citophot hergestellte Aufnahme. Styrax-Präparat, Leitz Oc. 3, Obj. 5 ca. 270 mal vergrößert. 1. Auxospore vor dem Gürtelbande einer Mutterzellhälften aufsitzend. 2. Keimung der Auxospore. 3. Keimfaden, Gürtelband in der Mitte.

Bei den *Melosiren* der anderen kleinen von mir untersuchten Mittel-landseen habe ich die Auxosporen bis jetzt noch nie beobachtet, dagegen bei *Melosira islandica* subsp. *helvetica* O. Müll, im Murtensee.

Der Vorgang der Auxosporenbildung ermöglicht den Kieselalgen, deren Zellen durch fortgesetzte Teilung allmählich immer kleiner werden, in einem gegebenen Moment wiederum die ursprüngliche Zellgröße herzustellen. Es handelt sich also hier um einen Wachstums- oder Verjüngungsprozeß, der mit der Vermehrung an sich nichts zu tun hat.

Der Verjüngungsprozeß bei den Inkwilersee-*Melosiren* war ein partieller, denn die Auxosporenbildung konnte nur bei einem sehr geringen Prozentsatz der in der Population vorhandenen Zellen beobachtet werden. Der totale Verjüngungsprozeß dagegen, bei welchem eine ganze Population gleichzeitig verjüngt wird, ist ein Vorgang der sich meist nur in größeren Zeitabständen ereignet. Hierüber siehe Nipkow (18). Im Juli und August 1945 wiesen zahlreiche *Melosira*-Fäden einen Besatz von *Salpingoeca amphoridium* J. Clark (*Craspedomonadaceae*) auf.

Cyclotella.

Im Limnoplankton des Inkwilersees ist die Gattung *Cyclotella* auffallend spärlich vertreten. Wie fanden hauptsächlich *C. Kützingiana* Thwaites und *C. commensis* Grun. Die erstere war die häufigere.

Stephanodiscus astraea (Ehr.) Grun, diese schöne, ebenfalls zu den *Coscinodiscaceae* gehörende planktische Diatomee findet sich mehr oder weniger häufig das ganze Jahr hindurch im Inkwilersee, erreichte aber jeweilen im November ein ausgesprochenes Maximum. So war im November der Jahre 1944 und 1945 *Stephanodiscus* mit *Melosira* codominierend, im November 1946 mit *Asterionella*.

Die *Stephanodiscus*-Zellen des Inkwilersees sind verhältnismäßig klein. Als Durchmesser der größten gemessenen Zellen fand ich 30μ für die kleinsten 15μ . In den wichtigsten systematischen Diatomeen-Werken wird ein Durchmesser von 25 bis 60μ angegeben. Bei einer, an Material aus dem Murtensee vorgenommenen Vergleichsmessung fand ich Schalen-durchmesser von 30 bis 51μ . Man könnte *St. astraea* vom Inkwilersee vielleicht der var. *minutula* (Kütz.) Grun. beiordnen. Immerhin ist am Inkwilersee-Material die Verkieselung normal und die Schalenränder sind mit einem kräftigen Kragen von Dornen besetzt. Hinsichtlich der Deutung der auffallenden Kleinheit der Inkwilersee-*Stephanodiscen* ist noch eine weitere Möglichkeit in Betracht zu ziehen, nämlich die, daß durch fortgesetzte Teilungsfolgen der Organismus seiner unteren Größengrenze zustrebt, um dann zur Auxosporenbildung zu schreiten. Der Inkwilersee wäre wegen des häufigen und offenbar dauernden Vorkommens dieser Diatomee bei längerer Beobachtung möglicherweise ein geeigneter Ort, um den Vorgang der Auxosporenbildung zu erfassen.

Für *Stephanodiscus Hantzschii* Grun. ist aus dem Zürichsee bekannt, daß die Mehrzahl der Zellen alle zwei bis fünf Jahre verjüngt werden (Nipkow 18 S. 21/22 und Tafel VI).

Wie man von *Cyclotella*-Seen spricht, so dürfte man hier füglich von einem *Stephanodiscus*-See sprechen, insofern als dieser Plankton für den Inkwilersee sehr charakteristisch ist.

Fragilaria crotensis Kitton, die Kammalge, ist im Inkwilersee ein sehr unsteter Plankton und zwar sowohl wegen ihres zeitlichen, als auch ihres mengenmäßigen Auftretens. Selten ist *Fragilaria crotensis* häufig, meist nur vereinzelt, und zeitweise vollständig fehlend.

Hinsichtlich der Schalenlängen, bzw. Bandbreiten der Inkwilersee Fragilarien geben die folgenden Zahlen Aufschluß.

Datum	Schalenlänge	Anzahl der Frusteln aus denen ein Band zusammengesetzt ist
5. November 1944	57 bis 75 μ	5 bis 14
23. Juni 1945	48 bis 135 μ	8 bis 15
24. August 1946	48 bis 108 μ	5 bis 29

Es sind verhältnismäßig wenigzellige, kurze Bänder, die meist glatt sind und bei denen die Spiraldrehung nicht zum Ausdruck kommt.

Fragilaria capucina Desmazières, vereinzelte Bänder dieser *Fragilaria*, die vorzugsweise in der Litoralregion lebt, fanden sich oft auch in den Planktonproben aus dem Pelagial.

Asterionella formosa Hassall,¹⁹ die Sternalge, ist im Inkwilersee-Plankton fast das ganze Jahr hindurch vorhanden. In den Sommermonaten des Jahres 1945 war sie allerdings sehr spärlich vertreten und fehlte damals im Juli anscheinend vollständig. Eine ganz besonders intensive Entfaltung der *Asterionella* fand ich im Oktober 1945 und dann wieder im November 1946. An diesem letzteren Zeitpunkt setzte sich die Population ganz vorwiegend aus vierzelligen Kolonien zusammen.

Hinsichtlich der Formverhältnisse von *Asterionella* ist zu sagen, daß 4-zellige Kolonien das ganze Jahr hindurch zu finden waren, mehr als 8-zellige, dagegen fast ausschließlich in den Sommermonaten. Ausgesprochene Neigung zu Kettenbildung beobachtete ich im Planktonfang vom 7. Januar 1945, der unter dem Eis gemacht wurde. Es handelt sich hier auch um eine kettenförmige Verbindung dreistrahliger «Einheiten», wie dies von Huber-Pestalozzi (8) beschrieben ist. Die Kettenbildung bei *Asterionella* soll nach Springer (24) auf eine vermehrte Zellteilungs-

¹⁹ Der Fußpol der Zellen ist deutlich größer als ihr Kopfpol, besonders in der Valvaransicht betrachtet. Somit sind die Inkwilersee *Asterionellen* der Spezies *formosa* zuzuweisen. Veranlaßt durch einen Hinweis von Prof. H. Utermöhl in Plön habe ich das *Asterionella*-Material aus dem Burgäschisee einer Revision unterzogen und festgestellt, daß es sich auch hier um *Asterionella formosa* handelt und nicht um *Asterionella gracillima*, wie ich dort angegeben habe. In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, daß G. Huber-Pestalozzi, Zürich, in seiner Walensee-Arbeit 1946, S. 93 betont, daß die *Asterionellen* sowohl des Walensees, als auch des Ober- und Zürichsees zu *A. formosa* gehören.

tähigkeit zurückzuführen sein. Da das Optimum der Vermehrung der Sternalge bei recht tiefen Temperaturen (5 bis 8° C) liegt, so konnten wir auch hier wieder feststellen, daß die Kettenbildung auf die Wintermonate fällt. Durch zahlreiche Messungen an Material, das in den verschiedensten Jahreszeiten erhoben wurde, konnte ermittelt werden, daß der Mittelwert der Zell-Längen zwischen 42 und 54 μ schwankt. Den größten Mittelwert fand ich im Juli 1944, den kleinsten im November 1946. Das Interwall der Frustellänge liegt zwischen 33 und 60 μ . Diese Größenunterschiede sind als Wachstumszustände zu bewerten. Im Ganzen genommen sind aber die Inkwilersee-*Asterionellen*, verglichen mit den Asterionellen des Burgäschisees klein, erreichen doch die Sternalgen dieses Sees mittlere Zell-Längen von 62 und sogar 69,9 μ , bei einem Intervall der Frustellänge von 45 bis 81 μ .

Als Epiplankter fanden wir auch auf den *Asterionellen* des Inkwilersees gelegentlich *Salpingoeca frequentissima* (Zach.) Lemm.

Synedra acus Kg. var. *radians* (Kg.) Hust. findet sich im Lauf des Jahres in sehr wechselnder Menge im Plankton des Inkwilersees. Im April 1945 war die Nadelalge der dominierende Plankter, sie ging aber dann in dem folgenden Monaten mengenmäßig außerordentlich stark zurück, um erst im Oktober wiederum bedeutend zuzunehmen. Von Januar bis März 1946 gelangte dann diese *Bacillariacee* abermals zur Dominanz. Auch dieser Massenentfaltung folgte während der Sommermonate ein starker Rückgang und im Oktober eine entsprechende Zunahme.

Mitunter fand sich im Plankton auch *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr., die zwar eine Litoralform ist, aber gelegentlich auch ins offene Wasser gelangt.

Conjugaten

Staurastrum gracile Ralfs ist im Inkwilersee ein perennierender Plankter, dessen mengenmäßiges Auftreten im Lauf des Jahres großen Schwankungen unterworfen ist.

Bei solchen Planktern kann ganz allgemein beobachtet werden, daß sie durch das massive Auftreten anderer Organismen, wie z. B. *Mallomonas*, *Oscillatoria*, *Coelosphaerium* verdrängt werden.

Chlorophyceen

Protococcales.

Pediastrum duplex Meyen, meist in der Varietät *clathratum* A. Braun, mit großen interzellularen Lücken, ist in wechselnder Menge fast immer im Plankton zu finden, nur selten einmal fehlend.

Pediastrum Tetras (Ehrb.) Ralfs zeigt ein ganz ähnliches Verhalten wie *P. duplex*, aber diese Spezies tritt meist nur in vereinzelten Individuen auf. Einzig im April 1946 stellten wir eine auffallend große Individuenzahl fest.

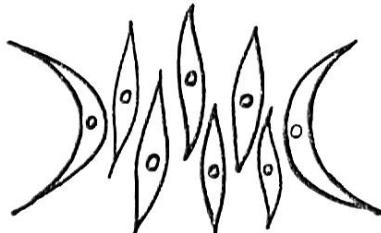
Richteriella botryoides (Schmidle) Lem. fanden wir im August, September und Oktober meist vereinzelt, nur im August 1946 ziemlich häufig.

Tetraëdron, diese Gattung fanden wir im Lauf unserer Untersuchungen durch verschiedene Spezies im Plankton des Inkwilersees vertreten. Es sind *T. caudatum (Corda) Hansgirg*, *T. decussatum (Rabenh.) Hansgirg*, *T. hastatum var. *palatinum* (Schmidle) Lem.*, *T. limneticum Borge* und *T. minimum (Al. Braun) Hansgirg*.

T. limneticum haben wir noch am häufigsten gefunden. Die *Tetraëdron*-Arten traten ganz vorwiegend im Sommer- und Herbstplankton auf, nie gehäuft, sondern nur als vereinzelte Individuen in den Planktonproben.

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson ist hier ein perennierender Plankter, der bezüglich seiner quantitativen Entfaltung, großen Schwankungen unterliegt.

Außerdem befindet sich, ebenfalls perennierend, auch *Scenedesmus falcatus Chodat* im Plankton. Dieser Organismus ist nie häufig, sondern er tritt mehr in vereinzelten Individuen auf. Er ist durch die stark sickelförmig gebogenen Randzellen des Coenobiums charakterisiert. Ziemlich variabel, insofern, als er 4 bis 8zellig sein kann. Im Inkwilersee fanden wir ganz vorherrschend 8-zellige Coenobien, während 4-zellige bedeutend seltener sind. Ueber die Gattung *Scenedesmus* siehe Chodat (3 *Sc. falcatus* S. 146/47).



Scenedesmus falcatus Chodat

8zelliges Coenobium dessen einzelne Zellen durch Gallerthüllen zu einem größeren Aggregat verbunden sind.

Scenedesmus arcuatus Lem. oder eine dieser Spezies sehr nahe stehende Form fand sich zeitweise im Plankton des Inkwilersees. In den 8-zelligen Coenobien sind die Zellen mit kleinen Zwischenräumen zweireihig angeordnet, wodurch der Zellverband ein lockerer ist. Die Größe der einzelnen länglich-elliptischen, leicht einwärts gekrümmten Zellen beträgt 10 bis 12 μ in der Längsachse und 4 bis 5 μ in der Breite. Dieser offenbar noch wenig bekannte Organismus ist Ende der 90er Jahre zuerst von Lemmermann aus einem Parkteich in Sachsen beschrieben worden (Lemmermann 11).

Actinastrum Hantzschii Lagerheim ist ein Organismus des Sommerplanktons, der zunächst im Juni ganz vereinzelt erscheint, um im August oder September ein Maximum zu erreichen, dann aber bald wieder voll-

ständig aus dem Plankton verschwindet. Im August 1946 war *Actinastrum* in ganz enormen Mengen vorhanden. Im Sommer 1944 und 1946 war *Actinastrum* bedeutend intensiver entwickelt als im Sommer 1945.

Tetrastrum multisetum var. punctatum Schmidle. Gleich zu Beginn unserer Untersuchung im Juli 1944 stellten wir das Vorhandensein dieses Organismus fest. Dieser eigenartige Plankter war dann, in mehr oder weniger vereinzelten Coenobien, den ganzen Winter hindurch, bis im April 1945 zu finden. Dann verschwand er aus dem Plankton, um erst wieder von August bis November zu erscheinen. Im Winter 1945/46 dagegen blieben die *Tetrastrum* Coenobien ganz aus. Diese Alge zeigte sich erst wieder im Juni 1946 und erreichte im August und September eine starke Entwicklung, bedeutend stärker als im Vorjahr. Im November, am Ende unserer regelmäßigen Planktonfänge, waren noch vereinzelte Coenobien vorhanden. *Tetrastrum* scheint ein nicht sehr häufiger Planktonorganismus zu sein, wenigstens was schweizerische Gewässer betrifft. So finde ich bei Huber-Pestalozzi (7 S. 887), daß er nur aus zwei alpinen Seen, nämlich dem Davosersee und dem Oberblegisee (Kt. Glarus, 1426 m) gemeldet ist. Dieser Autor hat gezeigt, daß es ein hochalpines Phytoplankton, bestehend aus spezifischen alpinen Konstituenten, nicht gibt, «mit Ausnahme vielleicht von *Mallomonas akrokomos* und *Tetrastrum multisetum var. punctatum*» (S. 919). Durch die Feststellung von *Tetrastrum* im Inkwilersee kann auch dieser nicht mehr als spezifisch alpiner Phytoplankton-Konstituent gerechnet werden.

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Moebius und *K. obesa (W. West) Schmidle* sind gelegentlich im Sommerplankton beobachtet worden.

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs ist ein perennierender Plankter, der zeitweise recht häufig sein kann, um dann wiederum von anderen Planktonorganismen verdrängt zu werden.

Coelastrum microsporum Naegeli ist im Inkwilersee ein perennierender Planktonorganismus, der sich manchmal sehr stark entfalten kann. So erreichte diese Alge im September und noch im November 1946 die Co-dominanz.

Anhangweise seien hier noch einige Formen genannt, die wir nur einmal in wenigen Exemplaren fanden: *Crucigenia fenestrata Schmidle* im Fang vom 17. November 1946. *Selenastrum Bibraianum Reinsch* in der Probe vom 9. Juli 1944.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß *Sphaerocystis Schröteri Chod.* nur einmal, im Mai 1946, zu einer starken Massenentfaltung gelangte, damals zugleich mit *Bosmina longirostris*.

Bakterien

Eisenbakterien.

Leptothrix ochracea Kg., die Ockerbakterie, lebt am Seegrund. Die Trichome, meist leere Scheiden, gelangen mehr zufällig, besonders zur Zeit der Herbstzirkulation, in größeren Mengen ins Plankton.

Seltener fanden sich auch Bruchstücke der ausgeschiedenen, schraubig gedrehten Stielchen von *Gallionella ferruginosa* Ehrb.

Rhodo-Thiobakterien.

Im Sommerhalbjahr fanden sich wiederholt im Sediment der Schöpfproben, die über dem Seegrund gefaßt wurden, enorme Mengen *Merismopodium*-artiger, tafelförmiger Zellkolonien. Diese rosaroten oder pfirsichblütenfarbigen Zellmassen gehören der «Schwefel-Merismopedia» an, *Thiopedia rosea* Winogr. Die Biologie dieser Purpurbakterie, die z. B. in verschiedenen Seen Ostholsteins in größerer Menge vorkommt, ist von Utermöhl (28) sehr eingehend untersucht worden.

Thiopedia ist ein ausgesprochen mikroaerophiler, stenoxybionter Organismus, der also in einem engen Bereich äußerst geringer O₂-Spannung seine besten Lebensbedingungen findet, Lebensbedingungen, wie sie sich im Lauf der Sommerstagnation im Tiefenwasser der meisten eutrophen Seen herausbilden. So ist es durchaus erklärlich, daß im allgemeinen dieser Organismus seine maximale Entwicklung unmittelbar über dem Seegrund erreicht, wo er eine Art «Bakterienplatte» bildet.

Im Juli 1945 konnte ich im Inkwilersee beobachten, wie sich die roten Schwefelbakterien vom Seegrund in das freie Wasser erhoben. Dieses Hochwandern der *Thiopedia*-Täfelchen dürfte auch hier mit den O₂-Verhältnissen in Zusammenhang gebracht werden, wie das bereits Vetter (29) im Schleinsee nachgewiesen hat. Damals betrug die O₂-Spannung über dem Grundschlamm des Inkwilersees in 5 m Tiefe nur noch 0,28 cm³/1, was offenbar selbst für die roten Schwefelbakterien nicht mehr ganz genügte.²⁰ Deshalb wanderten sie in die 3m Stufe über, die noch einen Sauerstoffgehalt von 0,5cc/1 aufzuweisen hatte. Im September waren sie wieder auf den Seegrund gesunken. Im Oktober dagegen war der Schwefelmerismopiedien-Vegetation durch das während der Herbstzirkulation in die Tiefe dringende sauerstoffreiche Wasser, sowie das Verschwinden des H₂S ein rasches Ende bereitet worden.

Noch sei erwähnt, daß ich in angezapften Schöpfproben, die *Thiopedia*-Zellen in größeren Mengen enthielten, die gleiche Beobachtung machen konnte wie Utermöhl (28 S. 252), nämlich die, daß sich die Täfelchen in feine rötlichviolette spinnwebeartige Fäden und Schlieren in der Flasche

²⁰ Eine gewisse Menge O₂ brauchen auch diese Organismen um den aufgenommenen H₂S zu S und diesen wieder weiter in H₂SO₄ zu oxydieren.

verteilten. Es handelt sich hier, wie Utermöhl gezeigt hat, nicht etwa um natürliche Schichtungsbilder, sondern die spinnwebige Verteilung ist lediglich eine Folge der schädigenden Wirkung des Sauerstoffes, der in die geöffneten und nur noch halbgefüllten Flaschen eingedrungen war. *Thiopedia* ist eben ein im höchsten Grade mikraaereophiler Organismus.

DAS ZOOPLANKTON

Protozoen

Rhizopoden.

Die planktischen *Rhizopoden* sind im Inkwilersee durch *Diffugia limnetica* Levander repräsentiert, außerdem fand sich gelegentlich auch *Arcella vulgaris* Ehrenb. und *Centropyxis aculeata* Stein, diese beiden letzteren Gattungen sind aber mehr tychoplanktische Komponenten.

Heliozoen.

Zeitweise und vorübergehend sind die Sonnentierchen recht häufig im Plankton, es ist hauptsächlich *Actinophrys sol* Ehrbg. In größerer Häufigkeit fanden wir sie z. B. im Oktober und November 1945, dann wieder im Juni 1946.

Infusorien.

Die *holotrichen Infusorien* sind durch *Coleps hirtus* Ehrbg., dem Tönncheninfusor, im Plankton des Inkwilersees vertreten. Es ist sehr häufig und meist im ganzen Plankton verbreitet. Zeitweise aber zieht sich dieses Infusor in die bodennahen Wasserschichten zurück und ist dann nur schwach grün gefärbt, oder auch ganz farblos, d. h. daß also wenig oder keine *Chlorellen* vorhanden sind. Hinsichtlich der O₂-Verhältnisse scheint dieser Organismus einen sehr weiten Gedeihbereich zu haben. (euroxybionte Form). Massenentfaltungen haben wir ebenfalls beobachtet, so z. B. von September 1945 bis Januar 1946. Hochproduktion dieses Organismus weist darauf hin, daß im betreffenden Gewässer eine intensive Zersetzung respektive Abbau hochmolekularer Verbindungen vor sich geht. Sogenannte Mesosaprobe Zone nach dem Saprobiensystem von Kolkwitz und Marson.

Die *spirotrichen Infusorien* sind durch *Tintinopsis lacustris* Entz vertreten und fanden sich im Jahre 1945 nur selten und vereinzelt in den Planktonproben, während dieses Infusor im folgenden Jahr dauernd, wenn auch meist nur in geringer Individuenzahl, vorhanden war. Einzig bei der letzten Terminuntersuchung am 17. November 1946 war es auffallend häufig in den Planktonproben. Sonderbarerweise haben wir diese spirotriche Infusorie im Plankton des nahen Burgäschisees nie gefunden.

Peritrichie Infusorien.

Trichodina pediculus Müll., die sogenannte Polypenlaus, wurde regelmäßig, mehr oder weniger häufig, freischwimmend in allen Planktonproben gefunden.

Heterotrichie Infusorien.

Hier ist noch eine sehr eigenartige Erscheinung zu erwähnen: um den 21. Juli 1945 war nämlich im Plankton ein vorübergehendes massenhaftes Auftreten von *Stentor coeruleus* zu beobachten. Durch seine blau-grüne Eigenfarbe verlieh dieser Organismus dem Seewasser eine milchig-grüne Färbung.

Rotatorien

Synchaeta pectinata Ehrenberg haben wir ausschließlich im Herbst- und Winterplankton beobachtet. Somit erweist sich diese Rotatorie auch hier, entsprechend anderweitig gemachten Feststellungen, als Kaltwasserform.

Polyarthra trigla (Ehrenberg) ist im Inkwilersee ein sehr häufiger Plankter, nur in den Monaten Januar, Mai und Juni des Jahres 1945 schien er fast vollständig zu fehlen. Im Jahre 1946 war er dauernd reichlich vorhanden und erreichte im Januar und dann wiederum im Juni die Dominanz unter den Zooplanktern. In allen drei Beobachtungsjahren zeigten die Sommertiere besonders in den Monaten Juni, Juli und August teilweise oft breite, fast blattförmige Ruderanhänge.

Trichocerca capucina (Wierz. et Zach.) = *Rattulus capucinus* ist ein ausgesprochener Sommerplankter der von Juli bis Oktober im Plankton anzutreffen ist, meist vereinzelt, nur ausnahmsweise und vorübergehend eine größere Häufigkeit erlangend, so z. B. im September 1944 und dann wieder im August 1946.

Brachionus angularis Gosse var. *bidens* (Plate) ist ein Rotator, das sonst fast ausschließlich in Teichen vorkommt. Im Inkwilersee fand ich diesen Plankter das ganze Jahr hindurch, meist waren es nur vereinzelte Exemplare in den Planktonproben, mitunter fehlten sie auch ganz, um dann wieder in größerer Zahl zu erscheinen. Die Zyklomorphose ist nur schwach ausgebildet.

Brachionus calyciflorus. Pallas.

Dieses ebenfalls sonst nur im Heleoplankton vorkommende Rotator fanden wir im Inkwilersee von Herbst bis Frühjahr, während es im Sommerplankton vollständig zu fehlen scheint.

Meist waren beide Formen vertreten, nämlich *fo. anuraeiformis Brehm* mit verkürzten Hinterdornen und *fo. dorcas Gosse* ohne Seitendornen.

Ferner sind noch vereinzelte Funde von *Brachionus capsuliflorus* = *bakeri* (O. F. Müller), die jeweilen im Oktober und November gemacht wurden,

zu erwähnen. Es ist ein Rotator des Litorals, das im Gewirr der Wasserpflanzen lebt und mehr zufällig in das Pelagial gelangt.

Anurea aculeata (Ehrenberg) = *Keratella quadrata* (Mill.) ist im Inkwilersee ein perennierender Plankter. Während der Untersuchungsperiode fanden wir ihn jeweilen im Oktober und November besonders häufig. Im Oktober 1945 war *Anurea aculeata* sogar der tonangebende Zooplankter. Hinsichtlich der Formverhältnisse stellten wir im April 1945 besonders große Exemplare fest. Ihre Panzerlänge betrug 140 bis 160 μ , die Länge der hinteren Panzerdorne erreichte 110 bis 150 μ . Im Lauf des Sommers verkürzte sich dann die Länge derselben auf 90 bis 100 μ . Diese Längenordnung blieb während vieler Monate erhalten, dann folgte eine weitere Verkürzung der Hinterdorne und im Oktober 1946 betrug ihre Länge nur noch 70 bis 90 μ .

Durch die Versuche von Krätzschmar (10) wissen wir, daß hier der morphologische Zyklus eine Funktion des Generationswechsels ist. Aus dem amphigonischen Dauerei gehen Formen mit langen hinteren Panzerdornen hervor. Die Länge derselben erfährt dann während einer Reihe parthenogenetisch sich fortpflanzender Generationen eine stetige Reduktion. Jedoch ist bekannt, daß diese Reduktion nicht immer bis zum Extrem der dornenlosen Form führen muß, die mitunter auch ganz ausfällt. Dieses scheint auch hier der Fall zu sein, denn trotz einer intensiven Durcharbeitung des Planktonmaterials sind mir weder die dornenlose Varietät *curvicornis* Ehrb. noch die Varietät *valga* Ehrb. mit einem stark reduzierten Hinterdorn zu Gesicht gekommen.

Vergleichen wir jetzt noch die Größenverhältnisse der Inkwilersee-*Anureen* mit jenen des Burgäschisees, wo diese Rotatorie allerdings bedeutend weniger häufig ist.

Im Dezember 1943 fanden wir dort eine Hinterdornlänge von 100 bis 120 μ , im Dezember 1944 und im März 1945 eine solche von sogar nur 50 bis 60 μ . Die Burgäschisee-*Anurea* bleibt also in bezug auf ihre Panzerlänge als auch der Hinterdornlänge während des ganzen Entwicklungszyklusses etwas kleiner als jene des Inkwilersees. Damit bestätigt sich wiederum die Tatsache, daß jedes Gewässer seinen speziellen Größentypus besitzt.

Anurea cochlearis (Gosse) ist ebenfalls mehr oder weniger häufig im Plankton vorhanden, bleibt aber mengenmäßig meist hinter *A. aculeata* zurück.

Notholca longispina (Kellicot) ist im Inkwilersee eine perennierende Art, die oft, sogar auch im Sommer, in großen Mengen vorhanden ist. Im Dittlingersee ist *Notholca* ebenfalls perennierend, wogegen diese Rotatorie im Amsoldinger-, Uebischi- und Geistsee während einiger Sommermonate gänzlich verschwindet (Schreyer 23 S. 85/86).

Hinsichtlich des jahreszeitlichen Auftretens dieses Plankters ergeben sich für die verschiedenen Seen auffallende Differenzen.

Gastropus stylifer (Imhof), dieses Rotator fand ich von Juli bis November im Plankton des Inkwilersees, aber meist nur in vereinzelten Exemplaren. Schreyer hat in den anderen Gewässern unserer Gegend bezüglich des zeitlichen und mengenmäßigen Auftretens übereinstimmende Beobachtungen gemacht.

Asplanchna priodonta (Gosse) ist im Inkwilersee eine perennierende Art, die aber selten eine größere Häufigkeit erlangt. Das gelegentliche häufigere Auftreten fiel hier auf das Frühjahr und den Sommer.

Triarthra longiseta (Ehrenberg) gehört im allgemeinen zu den perennierenden Rotatorien des Limnoplanktons. Im Inkwilersee ist *Triarthra* vom Sommer bis in den Herbst hin besonders häufig. Auch im Winter, unter dem Eis, konnte noch eine recht stattliche Individuenzahl festgestellt werden, wogegen im Frühjahr und Vorsommer dieser Zooplankton mengenmäßig außerordentlich stark zurückgeht, um mitunter auf kurze Zeit auch ganz aus dem Plankton auszuscheiden.

Anhangsweise seien hier noch einige Rotatorien aufgezählt, die gelegentlich und ganz vereinzelt bei der Durcharbeitung der Planktonfänge gefunden wurden: *Anapus testudo* (Lauterborn) von Oktober bis März in ganz vereinzelten Exemplaren.

Noteus quadricornis (Ehrenberg) 20. September und 13. Oktober 1945.

Floscularia mutabilis (Bolten) einige Exemplare 10. Oktober 1946.

Conochylus unicornis (Rousselet) 15. Juli 1946.

Pedalion mirum (Hudson) 20. September 1945. Diese Rotatorie gehört zu den stenothermen (d. h. innerhalb eines engen Temperaturbereiches ge- deihend) Sommerformen, die meist in Einzelexemplaren auftreten und nur ausnahmsweise in größerer Menge erscheinen.

So erwähnt Schreyer (23 S. 55) in seiner Rotatorien-Monographie der Umgebung von Bern diese Gattung im Amsoldinger-Uebisch- und Geistsee als immer nur in ganz vereinzelten Exemplaren vorkommend. Nur im Dittlingersee beobachtete er im Juni und nochmals Ende August 1917 ein Auftreten dieser Art in größerer Menge. Auch Montet (15 S. 344/345) berichtet von einem Massenaufreten von *Pedalion* im Sommer 1911 im Etang de Sauvablin ob Lausanne als etwas außerordentlichem. Dieser Organismus ist auch in morphologisch-entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht durch seine kräftig ausgebildete quergestreifte Muskulatur bemerkenswert, insofern, als die Querstreifung der Muskulatur sonst im allgemeinen ein Merkmal höherer Organisation ist.

Cladoceren

Diaphanosoma brachyurum Liévin erscheint im Mai oder sogar schon im April des Inkwilersees. Im Juli, August, manchmal noch im September ist diese Cladocere sehr häufig. Im November dagegen ist sie bereits voll-

ständig aus dem Plankton verschwunden und verhält sich somit auch hier als ausgesprochener Sommerplankter.

Daphnia cucullata Sars.

Unter den von mir untersuchten kleinen Seen des Mittellandes ist der Inkwilersee bis jetzt der einzige, in welchem ich *D. cucullata* feststellen konnte.

Nach Wagler (30) ist *D. cucullata* in der Palaearktis weit verbreitet. Maßgebend für die Verteilung auf die einzelnen Gewässer innerhalb ihres Verbreitungsgebietes scheinen hauptsächlich die Temperaturverhältnisse zu sein. Jene Gewässer nämlich, deren Wassertemperaturen sich schon früh im Jahr auf längere Zeit und in genügend starker Schicht auf ca. 15° C erwärmen, werden von dieser *Daphnia*-Art bevorzugt. Im Winter geht meist der größte Teil der Population zu Grunde. *D. cucullata* bedarf eines freien, offenen Wassers als Wohnraum, erträgt aber, wie experimentell nachgewiesen werden konnte, ein erstaunlich geringes O₂-Minimum. Auch die Beobachtungen über die Verbreitung dieser Cladocere in der Schweiz sprechen dafür, daß hierbei der Temperaturfaktor eine große Rolle spielt.

Wir finden *D. cucullata* zunächst einmal in kleinen, wenig tiefen Gewässern, wie z. B. dem Katzensee (8 m), Lützelsee (6 m),²¹ Mauensee (9 m) und dem Lac de St. Blaise Loclat (10,5 m) ferner im Greifensee, Murtensee und Oberen Zürichsee, während sie in vielen andern Seen, besonders auch den großen Alpenrandseen, vollständig zu fehlen scheint.

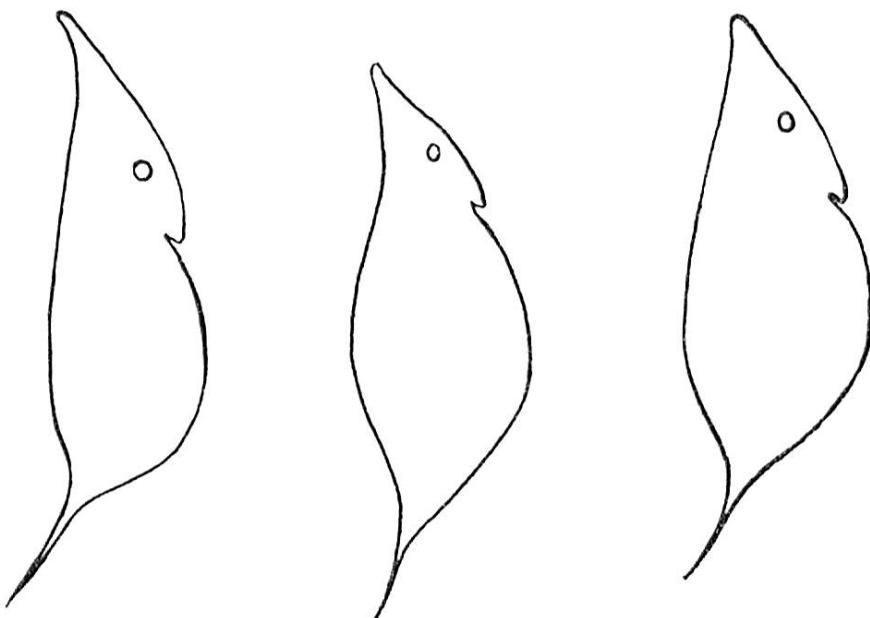
Was die *D. cucullata* des Inkwilersees anbelangt, so erscheint sie im April oder Mai im Plankton zunächst mit niedrigen Helmen, deren Höhe kaum oder nur knapp die Körperlänge erreicht.²² Im Juni, Juli und noch im August sind die Helme hoch und mehr oder weniger spitz ausgezogen, meist etwas retrocurv, d. h. die Helmspitze liegt + hinter der Medianlinie. Die Helmhöhe dieser Formen übertrifft die Hälfte der übrigen Körperlänge meist ganz wesentlich. Später werden die Helme der Daphnien rasch wieder kleiner und diese scheiden dann im Herbst (Oktober) mit sehr niedrigen Köpfen aus der limnetischen Gesellschaft aus.

Durch die experimentellen Untersuchungen von Woltereck (32) und Wagler (30) hat sich herausgestellt, daß die Zyklomorphosen, hier Veränderung der Helmhöhe, sowohl durch äußere als auch durch innere Faktoren ausgelöst werden, Temperatur und Ernährung einerseits und ererbte Potenzen andererseits. Sie sind also teils somatisch, teils genetisch bedingt.

²¹ Diese Cladocere ist auch heute noch dort vorhanden, wovon sich der Verfasser am 22. 7. 1947 überzeugen konnte.

²² Die diesbezüglichen Messungen sind vermittelst des Achsenkreuzes nach den von Woltereck aufgestellten Richtlinien ausgeführt worden.

Bei *D. cucullata* können Zwerp-, Mittel- und Riesenrassen unterschieden werden, denen aber keineswegs etwa eine systematische Bedeutung zu kommt, da die Größenextreme durch Uebergänge verbunden sind. Immerhin liegen die Verhältnisse meist so, daß im allgemeinen in kleinen, flachen Teichen und Seen kleine Individuen vorhanden sind, in großen dagegen große Exemplare.



Daphnia cucullata
aus dem Inkwilersee
gut ausgebildete Helme mit retrocurven Spitzen
Juni/August

Was die Größenverhältnisse der *D. cucullata* aus dem Inkwilersee betrifft, so habe ich festgestellt, daß ihre Größe²³ zwischen 620 bis 1100 μ liegt, im Mittel bei ca. 800 μ . Im Murtensee erreicht diese *Daphnia* Größen von 920 bis 1750 μ , im Mittel ca. 1100 μ . Hier haben wir mitunter Helmhöhen gefunden, die die Körperlänge erreichen, oder sogar etwas übertreffen.

Außer *Daphnia cucullata* fanden wir auch *D. longispina* O. F. Müller, aber nur in vereinzelten Exemplaren. Es waren meist große, kräftige Exemplare, unter denen manche einen kleinen dornartigen Fortsatz am Scheitel des Kopfes aufzuweisen hatten. Im Oktober, z. T. auch im November, konnte jeweilen die Bildung von Dauereiern innerhalb sog.

²³ Helm spitze = Spitze des Schalenstachels.

Ephippien²⁴ festgestellt werden. Es scheint demnach hier monozyklische Entwicklung vorzuliegen. Im Winterhalbjahr ist auch *Daphnia longispina* im Inkwilersee bedeutend seltener.

Bosmina longirostris (O. F. Müller) ist das ganze Jahr hindurch im Plankton des Inkwilersees zu finden. Im April und Mai war *Bosmina* jeweilen in ungeheuren Mengen vorhanden, so daß er der dominierende oder codominierende Plankter war. Die *Bosminen* des Inkwilersees haben auffallend hakenförmige Vorderantennen, die von den Systematikern als *var. cornuta* Jurine unterschieden wird. Es ist interessant, hier darauf hinzuweisen, daß bereits im Jahre 1877 Lutz (12) diese Varietät im Inkwilersee vorfand.

Leptodora kindtii (Focke). Auch im Inkwilersee haben wir diese große, schöne Cladocere jeweilen von Juni bis August in einigen Exemplaren erbeutet.

Von Lutz (12) wird *Leptodora* für den Inkwilersee nicht erwähnt, ich vermute deshalb, weil er nur über Fänge aus der Litoralzone verfügte, während der Glaskrebs ein pelagisch, epilimnisch lebender Organismus mit einer großen Amplitude der täglichen Vertikalwanderung ist.

In diesem Zusammenhang sei hier eine Aufstellung der litoral innerhalb der Macrophytenzone lebenden Cladoceren gegeben, die im Frühjahr und Sommer 1877 von Lutz im Inkwilersee erbeutet wurden.

<i>Sida crystallina</i> O. F. Müller	<i>Campocercus macrurus</i> O. F. Müller
<i>Simocephalus vetulus</i> O. F. Müller	<i>Alona reticulata</i> Baird
<i>Scapholebris mucronata</i> var. <i>brevicornis</i>	<i>Chydorus latus</i> Sars

Copepoden

Diaptomus gracilis Sars und *Cyclops* sind perennierende Plankter. Insbesondere kann der Erstere mitunter zu einer ganz enormen Entwicklung gelangen. So haben wir z. B. ein Wintermaximum unter der Eisdecke im Januar 1945 beobachtet.

Ein Sommermaximum konnte im Juli 1946 festgestellt werden.

Bekanntlich zeigt dieser Plankter eine ausgesprochene tägliche Wanderung. Im Sommer, zumal in Zeiten großer Produktion, konnte im Inkwilersee während des Tages in den tieferen Wasserschichten eine auffallende Anhäufung der Individuen festgestellt werden.

²⁴ Bei den Daphniden wird der dorsale Teil der Schalenhaut des Muttertieres zu einem festen Eibehälter (Ephippium) umgebildet, der zugleich als Schutz und Verbreitungsorgan dient. Als Verbreitungsorgan insofern, als an der Peripherie des Eibehälters Lufträume vorhanden sind, die ihn schwimm- und schwabefähig machen, so daß die Eier weithin verfrachtet werden können.

Insekten

Corethra plumicornis Fabr. Die Larve der Büschelmücke kommt im Inkwilersee zweifellos vor, wie das durch vereinzelte Individuen, die ich in den Proben meiner Sommerfänge fand, bewiesen ist. Ihre Zahl war aber, verglichen mit dem Fangmaterial der anderen Kleinseen des Mittellandes, eine äußerst geringe. In Anbetracht der geringen Tiefe unseres Gewässers und seiner dementsprechend raschen und guten Durchwärmung, erfolgt die Verpuppung, sowie das Ausschlüpfen der Larven möglicherweise hier besonders rasch.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Plankton und zwar das Phyto- als auch das Zooplankton des Inkwilersees, verglichen mit den anderen kleinen Seen des Mittellandes, formenreich ist. Dieser Formenreichtum ist durch gewisse Anklänge an das Heleoplankton (Teichplankton) bedingt, die hier eben der geringen Wassertiefe wegen, vorhanden sind. Der heleoplanktische Einschlag macht sich insbesondere durch das Auftreten gewisser *Protococcaceen*-Gattungen geltend.

Unter den Zooplanktern ist uns hier die *Rotatorien*-Gattung *Brachionus* durch ihr regelmäßiges und gelegentlich sogar häufiges Auftreten besonders aufgefallen. In den anderen von mir untersuchten kleinen Seen des Mittellandes war sie uns nicht annähernd so häufig begegnet wie im Inkwilersee.

Was endlich das Vorhandensein von *Daphnia cucullata* Sars. im Inkwilersee betrifft, die ich in den anderen Kleinseen des Mittellandes nicht fand, so scheint auch hier die geringe Tiefe, resp. die intensive Wasserdurchwärmung der entscheidende Faktor für ihr Vorkommen zu sein. Nach Wagler (30) ist *Daphnia cucullata* ein Organismus, der für ein optimales Gedeihen eine Wassertemperatur von mindestens 15° C, für längere Zeit und in genügend starker Schicht, beansprucht. Ihrer geographischen Verbreitung nach, ist sie als eine Warmwasserform anzusprechen.

DIE BIOCOENOSE DES AUFWUCHSES

Wir haben uns hier hauptsächlich mit dem Aufwuchs der Mikrophytenvegetation beschäftigt, also jenen pflanzlichen Organismen, welche einer festen Unterlage anhaften ohne in dieselbe einzudringen. Es sind die Epiphyten des aquatilen Lebensraumes.

Die Zusammensetzung und Entwicklung des Aufwuchses ist mit der von uns schon anderwärts verwendeten und beschriebenen Glasplattenmethode verfolgt und untersucht worden. Die Tauchtiefe der auf einer Glasplatte montierten fünf Objektträger betrug 30 bis 40 cm. Die Tauchzeit von ca. 3 bis 4 Wochen entsprach der Zeitspanne, die zwischen 2 Ter-

minuntersuchungen verstrich. Eine erste Untersuchung der Proben erfolgte mit der Lupe und bei schwacher mikroskopischer Vergrößerung in lebensfrischem, d. h. feuchtem Zustand. Die lufttrockenen Präparate wurden sodann nach einer kurzen Säurebehandlung und gründlichem Auswaschen zu Styrax-Präparaten verarbeitet. Aus der Analyse dieser Präparate, es waren in der Regel fünf pro Monat, ist der im Folgenden zusammengestellte Diatomeenbestand des Aufwuchses ermittelt worden. Entsprechend der geringen Tiefe in welcher die Platten zur Exposition gelangten, sind zur Hauptsache auch jene Diatomeen des Aufwuchses erfaßt worden, die sich unter verhältnismäßig günstigem Lichtklima entwickeln, während jene die mit weniger intensivem Licht vorlieb nehmen und deshalb tiefere Wasserschichten zu bewohnen vermögen, bei dieser Untersuchung weniger zur Geltung kommen. Die Artenzahl der charakteristischen und das ganze Jahr hindurch im Aufwuchs des Inkwilersees vorkommenden Diatomeen ist relativ gering. Es sind die folgenden Arten und Spezies:

Cocconeis placentula (Ehrb.) — *Navicula radiosa* Kütz. — *Gomphonema constrictum* var. *capitata* (Ehrb.) Cleve. — *Cymbella lanceolata* (Ehrb.) und Heurek — *Cymbella ventricosa* Kütz. und *Epithemia zebra* (Ehrb.) Kütz.

Bezüglich *Cymbella ventricosa* Kütz. ist zu bemerken, daß ich wiederholt beobachtet habe, wie die Zellen dieser Diatomee zu langen Reihen angeordnet innerhalb von Gallertschlüuchen lebt, während sie sonst meist nur als Einzelindividuum auftritt.

Ein zeitweises massenhaftes Auftreten von *Microneis minutissima* Cleve = *Achnanthes minutissima* Grun. im Aufwuchs habe ich ebenfalls beobachtet, so z. B. im Oktober/November 1945 und wiederum im März/April 1946.

Kieselalgen, die mehr oder weniger häufig im Belag des Aufwuchses zu finden sind, ohne aber dem Gesamt-Aspekt desselben ein bestimmtes Gepräge zu geben, sind die nachgenannten Gattungen und Spezies:

Eunotia lunaris (Ehrb.) Grun. — *E. arcus* Ehrb. — *E. flexuosa* Kütz. — *Diploneis ovalis* Hilse Cleve — *Gyrosigma acuminatum* Rabh. — *Navicula oblonga* Kütz. — *N. cryptocephala* Kütz. — *Pinnularia maior* Kütz. — *P. mesolepta* (Ehrb.) W. Smith. — *Gomphonema acuminatum* var. *coronata* (Ehrb.) — *Cymbella affinis* Kütz., diese außerordentlich variable Art ist im Inkwilersee durch eine Form vertreten, deren Enden stumpf abgerundet und nicht kurz geschnäbelt sind. Sie entspricht habituell vollkommen der von Hustadt (9) auf S. 360 in Fig. 671 b dargestellten Form. Der isolierte Punkt vor dem mittleren Streifen der Ventralseite ist am Inkwilersee-Material meist deutlich zu sehen. Diese *Cymbella* kann mitunter im Aufwuchs ziemlich häufig werden, so z. B. im Oktober/November 1945.

Nitzschia recta Hantzsch kann mitunter auch recht häufig werden. — *Nitzschia sigmoidea* (Ehrb.) W. Smith — *Cymatopleura solea* var. *gracilis* Grun.

Diatomeen-Gattungen, die nur selten und in vereinzelten Exemplaren im Aufwuchs gefunden wurden:

Neidium iridis (Ehrb.) Cleve — *Stauroneis phoenicenteron* Ehrb. — *Anomoeoneis sphaerophora* (Kütz.) Pfitzer — *Navicula bacillum* Ehrb. — *Navicula pupula* var. *rectangularis* (Greg.) Grun. *Pinnularia gibba* fo. *subundulata* Mayer — *Cymbella Ehrenbergii* Kütz. — *Amphora ovalis* Kütz. — *Rhopalodia parallelia* (Grun.) O. Müller — *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith - *Surirella Capronii* Bréb. und *S. ovata* Kütz.

Gewisse Diatomeen-Gattungen, wie z. B. *Gyrosigma*, *Amphora*, namentlich *Cymatopleura* und *Surirella*, vielleicht auch *Pinnularia*, waren im Plattenaufwuchs der Oberflächenschichten verhältnismäßig schwach vertreten, während gerade diese in den untersuchten Schlammproben aus der Seetiefe sich als besonders häufig erwiesen. Diese Formen scheinen im benthalen Seeraum ihre optimalen Lebensbedingungen zu finden. In der Aufwuchsbiozoenose befinden sich mitunter auch eine ganze Anzahl freilebender Formen, die sich vorübergehend oder auch dauernd inmitten der seßhaften Formen aufhalten. So fand ich hier in den Belägen, nebst einigen anderen Plankton-Diatomeen, oft große Mengen von *Stephanodiscus*, jenem für den Inkwilersee so außerordentlich charakteristischen Planktonorganismus.

Was die Produktions-Intensität des Diatomeen-Aufwuchses im Allgemeinen betrifft, so konnte ich feststellen, daß sie in den Frühlingsmonaten März bis Mai, und dann wiederum im Herbst, von September bis November, besonders intensiv war.

Außer den Kieselalgen enthält der Aufwuchs hier an pflanzlichen Organismen nur eine *Chlorophyce*, nämlich die zur Gruppe der *Ulothrichales* gehörende Gattung *Coleochaete*. Hauptsächlich *Coleochaete scutata* Bréb., deren Thallus eine flache, rundliche Scheibe bildet, die aus festgeschlossenen, radial angeordneten Zellreihen besteht.

Dem Tierreich angehörende Komponenten des Aufwuchses sind: *Rhizopoden*.

Von beschalten *Rhizopoden* fand sich fast regelmäßig im Aufwuchs *Arcella vulgaris* Ehrb., seltener *Centropyxis aculeata* (Ehrb.) Stein. Im Belag von Aufwuchsplatten, die wir im Herbst 1944 gehoben haben, sahen wir auch *Difflugia pyriformis* Petry und *D. urocoelata* Carter nebst ganz vereinzelten Exemplaren von *Euglypha*.

In 50 % der untersuchten Aufwuchspräparate fanden sich außerdem auch die Kieselnadeln (Spiculae) aus dem Mesoderm des Süßwasser-Schwammes *Euspongilia lacustris* L. Dagegen waren die feinbedornten Nadeln aus dem Belag der Gemmulae nur äußerst spärlich zu finden. Immerhin beweisen diese Funde das Vorkommen des Süßwasser-Schwammes im Inkwilersee. In situ habe ich allerdings Schwammstücke während meiner Untersuchungen nie gesehen.

DIE VEGETATION DES INKWILERSEES UND SEINER UFER

Der Seerosengürtel ist im Inkwilersee prachtvoll ausgebildet. Die gelbe Seerose, *Nuphar luteum Sm.* ist das vorherrschende Element, während die weiße Seerose, *Nymphaea alba L.* nur inselartig da und dort, meist uferwärts eingesprengt ist. Im südwestlichen, westlichen und nordwestlichen Seeteil hat die Seerosenzone eine Breite von 10 bis 25 m. Im Norden und Nordosten erweitert sie sich sogar auf 50 bis 70 m, hier sind große Wasserflächen fast lückenlos von den mächtigen Schwimmblättern bedeckt. Ich maß Blattspreiten von 42 cm Länge bei einer Breite von 32 cm. Am Süd- und Ostufer dagegen bleibt der Seerosengürtel infolge der hier besonders steilen Uferhalde, an einigen Stellen schmal.²⁵ Die im schlammigen Grund besonders gut gedeihenden *Nuphar*-Stöcke rücken im Inkwilersee überall gleichmäßig bis in eine Wassertiefe von 2,70 bis 2,80 m vor. Die dünnen, durchsichtigen, gelbgrünen submersen Blätter (Wasserblätter) gelangen auch hier zur Ausbildung, ohne aber jene üppige Entfaltung zu erreichen, wie ich sie z. B. im Lützelsee bei Hombrechtikon im Kanton Zürich sah (22. 7. 1947), in welchem ganze Wiesen dieser salatartigen Blätter die Seehalde bedecken. Die Faktoren, welche hemmend oder fördernd auf die Bildung der submersen Blätter wirken, sind sicher mannigfaltige, den Lichtverhältnissen dürfte aber dabei besondere Bedeutung zukommen. In diesem Zusammenhang darf in Erinnerung gebracht werden, daß Waldvogel (31) seiner Zeit für den Lützelsee eine Sichttiefe von 3 bis 6 m feststellte, im Mittel 4,2 m, während ich im Inkwilersee eine solche von nur 0,60 bis 1,80 m.

Außer dem Wasserknöterich, *Polygonum amphibium L.*, der innerhalb der Seerosenzone an zwei Stellen kleine Kolonien bildet, sind nur noch zwei Wasserpflanzen zu nennen, das Hornkraut, *Ceratophyllum demersum L.* und die Wasserlinse, *Lemna minor L.* Sie gehören zu den sogenannten Hydrochariten, d. h. Pflanzen, die freischwimmend leben und als solche keinen festen Standort haben sondern bald hier bald da im Seeraum zu suchen sind. Die Stengel des Hornkrautes können mitunter eine beträchtliche Länge erreichen. Sie sind sehr zerbrechlich und zerfallen so in selbstständig werdende, frei flottierende Stücke, wodurch eine ausgiebige vegetative Vermehrung gewährleistet ist. Immethin habe ich am Inkwilersee im Durchgang zwischen Schilfinsel und Ufer, in ruhigem Wasser zwischen den Seerosen, aus einer Tiefe von 1,5 bis 2 m, senkrecht aufsteigende Sprosse von *Ceratophyllum* beobachtet, die durch Rhizoiden am Grunde verankert waren. Die Ausbildung echter Wurzeln unterbleibt bei dieser Pflanze bekanntlich vollständig, schon im Keimling erscheint die Hauptwurzel nur als rudimentäres, wurzelhaubenloses Spitzchen.

²⁵ Auf dem Flugbild ist die Ausdehnung und die Konfiguration des Seerosengürtels besonders gut ersichtlich.

Die von Schilf bestandene, verhältnismäßig schmale Verlandungszone des Inkwilersees grenzt überall ziemlich unvermittelt an Kulturland. Während das Schilficht an den längsseitigen Ufern wenig breit und nur locker ausgebildet ist, erreicht es an den beiden See-Enden eine etwas üppigere Entwicklung. Vereinzelt bemerkt man auch einige eingesprengte Gruppen des Rohrkolbens (*Typha*). Die Höhe des Schilfes beträgt durchschnittlich 1,50 bis 2,50 m, ausnahmsweise haben wir auch bis 3,50 m hohe Schilfhalme gemessen.

Ein eigentliches Binsicht, *Scirpetum*, ist hier nicht ausgebildet, immerhin kommt die Flechtenbinse, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla da und dort in vereinzelten Exemplaren am äußeren Rand des Schilfichts vor, wo sie in bereits tieferem Wasser wurzeln. *Cladium Mariscus* (L.) R. Brw., die Schneide, fehlt am Inkwilersee vollständig.

Die Begleitpflanzen des Röhrichts sind die folgenden:

<i>Filipendula Ulmaria</i> (L) Maximow	<i>Lycopus europaeus</i> L.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	<i>Scutellaria galericulata</i> L.
<i>Cicuta virosa</i> L.	<i>Valeriana officinalis</i> L., selten
<i>Peucedanum palustre</i> (L) Mönch, häufig	<i>Iris Pseudacorus</i> L.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>Phalaris arundinacea</i> L. an verschiedenen Stellen, besonders an der Westseite.
<i>Convolvulus sepium</i> L.	
<i>Myosotis scorpioides</i> L. em Hill., hier selten.	
<i>Mentha aquatica</i> L.	

Zu erwähnen ist noch der am Rand des Schilfes stellenweise häufig vorkommende Wassernabel, *Hydrocotyle vulgaris* L.

Das dem Röhricht unmittelbar angrenzende Wiesland erscheint im Frühjahr in einem besonders farbenfreudigen Aspekt mit der Kuckucksnelke, *Lychnis flos cuculi* L. — der Dotterblume, *Caltha palustris* L. — dem Wiesenschaumkraut, *Cardamine pratensis* L. und dem Zweihäusigen Baldrian, *Valeriana dioica* L.

Im Sommer folgen dann der Wiesenknopf, *Sanguisorba officinalis* L. — das Gänse Fingerkraut, *Potentilla anserina* L. — die Braunelle, *Prunella vulgaris* L. — das Natternkraut, *Lysimachia Nummularia* L. — das Jakobskraut, *Senecio Jacobaea* L. und das Abbiskraut, *Succisa pratensis* Mönch.

In der westlichen See-Ecke, links von dem dort einmündenden Hauptgraben, befindet sich ein schmales, aus hochstämmigen Erlen bestehendes Ufergehölz. In dem sich hauptsächlich aus Erlen- und Weidengebüschen zusammensetzenden Unterholz sind auch vereinzelt die folgenden Straucharten eingestreut: Der Spindelbaum, *Evonymus europaeus* L., — der Faulbaum, *Frangula Alnus* Miller — der Hartriegel, *Cornus sanguinea* L. und der wilde Schneeball, *Viburnum Opulus* L.

An dieses Ufergehölz im Nordwesten anschließend folgt eine sehr interessante Uferpartie. Es sind sogenannte Schwingrasen, worunter stark

verfilzte Rasendecken zu verstehen sind, die auf dem Wasser schwimmen. Sie sind also durch eine schwimmende Verlängerung des Verwachsungsgürtels entstanden und geraten beim Betreten in eine schwingende Bewegung. Die Hauptkonstituenten dieser Bildungen sind die verfilzten Wurzelgeflechte von Riedgräsern und die sich darin entfaltenden Moose, nämlich *Mnium Seligeri* Jur. mit *Climatium dendroides* (L.) Web. und Mohr, *Philonotis fontana* (L.) Brid. und *Acrocladium cuspidatum* (L.) Mitten. Dazu gesellt sich der Fieberklee, *Menyanthes trifoliata* L. und das Blutauge, *Comarum palustre*, welches hier vielleicht durch seine lang hinkriechenden, verholzten Rhizome ebenso sehr zur Festigung der lebenden Decke beiträgt, wie der Fieberklee. Hier finden wir auch die Kriechweide, *Salix repens* L., den brennenden Hahnenfuß, *Ranunculus Flammula* L., im Sommer den Zweizahn, *Bidens cernua* L.

Am seeseitigen Rand dieser 3 bis 4 m breiten Schwingrasen haben stellenweise, wie auch anderwärts, horstbildende Seggen, (*Carex stricta* Good. und *C. paradoxa* Willd.) ansehnliche Bülten gebildet, während sich dazwischen kräftige Stöcke der Schwertlilie und des Wasserschierlings, *Cicuta virosa* L. angesiedelt haben. Die randliche Besiedelung der Verlandungszone ist für diese Pflanze charakteristisch, obschon sie, wie auch hier, ebenfalls in das Phragmites-Typha-Röhricht geht. Der Inkwilersee ist einer der wenigen kleinen Mittellandseen, an welchen der Wasserschierling noch häufig ist. Diese stattliche, bis über einen Meter hoch werdende Pflanze ist eine der giftigsten unserer einheimischen Gewächse. Besonders ist sie an ihren knollig verdickten Grundachsen kenntlich, deren Inneres kammerartige Hohlräume aufweist, die durch markige Querscheidewände unterteilt sind. Neben dem Alkaloid Cicutin ist hauptsächlich das Cicutoxin das giftige Prinzip. Es ist ein stickstofffreies, in Petroläther unlösliches Weichharz, das noch wenig erforscht ist.

Bei den Bülten am Rand der Schwingböden gibt es einzelne tragfeste Stellen, von welchen aus die Fischer mit Vorliebe ihre Angeln ins freie Wasser auswerfen, da sie dort durch den nur sehr dünnen Schilfaufwuchs, sowie den schmalen Seerosengürtel in ihrem Tun wenig behindert sind. Eben an diesen, auf dem Schwingrasen immer wieder getretenen Orten finden wir zwei charakteristische Pflanzen, die einer sehr eigenartigen Pflanzengesellschaft angehören, nämlich der sog. Tretpflanzengesellschaft. Moor (16) S. 109 bis 122. Es ist das Cypergras, auch Aegelgras genannt, *Cyperus flavescens* L.²⁶ und *C. fuscus* L. Diese Pflanzen, wie auch ihre Ge-

²⁶ Magnus (13 und 14) beobachtete seiner Zeit Wurzelanschwellungen bei *Cyperus flavescens* und konnte später auch feststellen, daß dieselben durch einen zu den *Ustilagineen* gehörenden Pilz, *Schinzia cypericola* P. Magnus verursacht werden. Nach seinen Erhebungen ist dieser Wurzelparasit in Deutschland für zahlreiche und recht zerstreute Standorte von *C. flav.* bekannt geworden. Die von mir gesammelten Exemplare von *C. flav.* zeigten keine Wurzelverdickung, ebensowenig konnte ich solche an zahlreichen daraufhin untersuchten Herbalexemplaren von 15 verschiedenen Standorten des Berner Mittellandes feststellen. Auch H. C. Schellenberg macht in seiner Monographie über «Die Brandpilze der Schweiz» für *Schinzia cypericola* keine bestimmten Standortsangaben (S. 101/102).

sellschaftsgenossen, bevorzugen nasse Orte, die periodisch mehr oder weniger intensiv getreten werden. Sie haben die Fähigkeit, selbst nach Trittverletzung noch zu blühen und zu fruchten. Diese Fähigkeit ist auch bei der Artauslese in dieser Pflanzengesellschaft der ausschlaggebende Faktor.

Im Gebiet der Schwingrasen ist ferner auch das Vorkommen des Sumpffarns, *Dryopteris Thelypteris L. A. Gray* zu erwähnen, dessen Blattwedel hier im Schutz kleiner Erlen- und Faulbaumstauden mitunter eine Länge von 0,90 m erreichen können. Solche Exemplare sind fertil, während sie von anderen Uferstellen meist steril sind.

Ganz ähnliche floristische Verhältnisse haben auch die Schwingrasen an der Ostseite des Sees aufzuweisen. Es betrifft das hauptsächlich die Uferstrecke, die sich in der Verlängerung des Seeausflusses bis zu jener Stelle hinzieht, wo sich das Seebecken stark nach Süden ausweitet. Am see-seitigen Rand der Schwingrasen gesellen sich zu den bereits genannten Komponenten noch der Rohrkolben, *Typha latifolia L.* — der Zweizahn, *Bidens cernua L.*, sowie eine kleine Kolonie des straußblütigen Weiderichs, *Lysimachia thyrsiflora L.* hinzu, in welch letzterer ich allerdings während meiner Untersuchungen blühende Exemplare dieser immer seltener werdenden Pflanze nicht gesehen habe.

In diesem Gebiet wurde früher, d. h. noch vor etwa 20 Jahren,²⁷ der Sonnentau, *Drosera rotundifolia L.* und *D. anglica Hudson Sm.* gefunden, wofür im Herbarium Bernense aus der Sammlung Lud. W. Rütimeyer vom Jahre 1875 Belege vorhanden sind. Heute scheint diese Insektivore am Inkwilersee erloschen zu sein. Tatsächlich sind auch oekologische Verhältnisse, wie sie für das Gedeihen dieser Pflanze vorausgesetzt werden müssen, in der Umgebung des Sees nicht mehr zu finden. Nirgends zeigen sich hier die geringsten Hochmooranflüge, d. h. Stellen, die *Sphagnum-Moos* aufweisen und dadurch anzeigen könnten, daß diese Orte nicht mehr unter dem direkten Einfluß des nährstoffreichen Bodenwassers des Flachmoors stehen. Das südöstliche und südliche Seeufer weist einen nur schmalen, kaum mehr als 1 m breiten Schilfgürtel auf, der landseits fast unvermittelt an das kultivierte Wiesland grenzt.

In der südwestlichen Ecke des Sees dagegen erweitert sich der Verlandungsgürtel, allerdings nur lokal, ganz bedeutend (ca. 10 m). Es ist ein sumpfiges Gebiet, in welchem sich zwischen Carex-Böschen eine üppige Vegetation von Schilf, Rohrkolben und Schlamm-Schachtelhalm, *Equisetum limosum L.*, entfaltet hat. Der hier vorgelagerte Schwingrasen ist stellenweise noch eben tragfähig, aber das beim Betreten mächtig von unten

²⁷ Mündliche Mitteilung von Herrn Fr. Roth-Bühler in Bolken, der vor zwei Jahrzehnten, im Beisein des bekannten Solothurner Arztes und Botanikers Dr. R. Probst, dort noch den Sonnentau gesehen hat.

aufquellende Wasser lässt ein längeres Verweilen daselbst als nicht eben ratsam erscheinen, umso mehr als die Wassertiefe am Rand dieser zitternden Decke schon nahezu 1 m beträgt.

Der landfeste Boden dieses Seewinkels bildet eine ziemlich steile Böschung, in welcher das frühere Seeniveau, vor der Absenkung von 1892, durch einen stufenförmigen Absatz noch deutlich zu erkennen ist!

Vegetation der Insel

Die Insel, welche dieser Seelandschaft ein besonderes Gepräge verleiht, ist von hochstämmigen Eschen und Erlen bestanden, das Unterholz wird hauptsächlich von Erlengebüsch gebildet, in welches auch einige andere Sträucher, wie z. B. *Evonymus europaeus*, *Prunus Padus*, untermischt sind. Im Frühjahr ist der noch lichte Boden von einem dichten Rasen des Scharbockkrautes, *Ranunculus Ficaria L.* bedeckt, in welchem der Goldgelbe Hahnenfuß, *Ranunculus auricomus L.*, ferner das Geißenblümchen, *Anemone nemorosa* erscheinen. Später gesellen sich noch der Salomonssiegel, *Polygonatum multiflorum (L.) All.* und die Einbeere, *Paris quadrifolia L.* hinzu. Der Aspekt im Sommer ist ein ganz anderer, indem die Frühlingsflora durch einen dichten Bestand von Brenn-Nesseln, *Urtica dioica* ersetzt ist, aus welchen einige Stauden der knotigen Braunwurz, *Scrophularia nodosa L.* herausragen.

Manche hochstämmigen Erlen sind seiner Zeit bis auf den Grund geschlagen worden und zeigen heute die, für solche Bäume typischen, sich mehr oder weniger hoch über den Boden erhebenden Stöcke, zwischen denen sich die Wurzeln der jungen, wieder selbstständig gewordenen Bäumchen²⁸ in den Boden senken (Stelzwurzeln). Solche Erlenstöcke pflegen eine besondere Flora von sog. Gelegenheits-Epiphyten zu beherbergen. Als solcher hat sich hier der Dornfarn, *Dryopteris austriaca sp. spinulosa (Müller) Schinz et Thell.* auf einigen bemoosten²⁹ Erlstrünken angesiedelt.

Auf der Uferzone ist die Insel von einem schmalen Schilfgürtel umgeben, in welchem sich namentlich auf der Südseite große *Carex stricta* Bülten, sowie einige *Typha*-Stöcke einschieben. Die sehr steil abfallenden Uferböschungen der Insel gewähren dem *Nupharetum* einen nur schmalen Raum, nur auf der West- und Nordwest-Seite dringt es weit in den See vor.

²⁸ Die Fähigkeit, am Grunde immer wieder auszuschlagen, ist bei der Erle unverwüstlich.

²⁹ Auf die Bedeutung der Bemoosung für die Ansiedlung und das Aufkommen der Ueberpflanzen hat seiner Zeit *Stäger* (Mitteilg. der Naturf. Ges. in Bern 1908 (1909), S. 17 bis 90, hingewiesen.

Die Vegetationsverhältnisse am Seebach

Der auf der Südwestseite des Sees einmündende Bach ist ein unbedeutendes Rinnal, das nur bei starken Niederschlägen eine nennenswerte Fließbewegung aufzuweisen hat. Hier haben sich die folgenden Pflanzen angesiedelt: Der Merk, *Sium erectum Hudson* — die Bachbunge, *Veronica Beccabunga L.* — das Sumpfvergißmeinnicht, *Myosotis scorpioides L. em. Hill.* — die Kalmusähnliche Schwertlilie, *Iris Pseudacorus L.* — die Waldbinse, *Scirpus silvaticus L.* — das Rohr-Glanzgras, *Phalaris arundinacea L.* — der Igelkolben, *Sparganium erectum L.*

An der Mündung in den See haben wir das spiegelnde Laichkraut, *Potamogeton lucens L.*, aber daselbst nicht blühend, beobachtet.

Vom Seebach, der den See an der Ostseite verläßt, berücksichtigen wir nur die botanischen Verhältnisse der ca. 320 m langen Strecke zwischen See und Dorfstraße Inkwil. Der Wasserspiegel des Bachlaufes liegt auf dieser Strecke auf einem etwas tieferen Niveau als das umliegende Gelände (40 bis 80 cm), was mit der seinerzeit, d. h. im Jahre 1891/92 vorgenommenen Tieferlegung des Seeniveaus im Zusammenhang steht. Beim Seeausfluß beträgt die Bachbreite ca. 3 m, im unteren Teil dagegen, wo der Wasserlauf an der Basis der Uferböschung durch Etter eingefaßt ist, ca. 1,60 m. Die Fließbewegung des ca. 0,50 m tiefen Bachlaufes ist fast unmerklich (1,5%). Dieser Umstand ermöglicht es, daß sich im Bach eine reiche Vegetation anzusiedeln vermag, die periodisch entfernt werden muß, damit der Wasserabfluß nicht allzu stark gehemmt wird. Wir finden hier die folgenden Pflanzen: *Nymphaea alba L.* und *Nuphar luteum (L.) Sm.*, *Potamogeton crispus*, *natans* und *lucens*, letztere Spezies nur im Seeausfluß, aber daselbst ebenfalls nie blühend gesehen. Ferner sehr schöne, dichte Bestände des Hornkrautes, *Ceratophyllum demersum L.*, dagegen mehr vereinzelt *Myriophyllum* und *Polygonum amphibium L.*

An den Uferböschungen des Baches außer der Trivial-Flora: *Sium erectum Hudson*, *Cicuta virosa L.*, *Alisma Plantago aquatica L.*, der Froschläßel, — *Iris Pseudacorus L.*, *Eleocharis palustris (L.) R. et S.* die Sumpf-Teichbinse, — *Scirpus silvaticus L.* und *Sparganium erectum Huds.* und *Sp. simplex Huds.*

Erwähnt sei noch *Elodea canadensis Michaux*, die Wasserpest, die in einem Graben vorkommt, der in der Nähe des Dorfes Inkwil von rechts in den Seebach mündet. Bekanntlich ist die Wasserpest um das Jahr 1836 aus Nord-Amerika nach Europa eingeschleppt worden. Bemerkenswert ist nun, daß gerade das erste Belegexemplar für das Vorkommen dieser Pflanze im Gebiet der Flora von Bern vom Jahre 1887 aus der Gegend von Inkwil stammt.

Kurz vor dem Dorf Inkwil wird der Seeabfluß durch ein von links einmündendes Brennereiabwasser stark verunreinigt, was eine große Störung des biologischen Gleichgewichtes verursacht.

Fügen wir hier noch einige Bemerkungen zu *Butomus umbellatus L.*, dem Wasserlisch bei. Im Berner Herbarium befindet sich ein schönes Exemplar dieser, noch vor einigen Jahrzehnten in der Schweiz recht seltenen Pflanze,³⁰ Als Standort dieses Exemplares ist angegeben: «am Ausfluß des Inkwilersees 1878,» mit der Bemerkung: «von Leyden importiert», ex. herb. Ludwig Rütimeyer. Aus diesen Angaben dürfen wir entnehmen, daß die in Frage stehende Pflanze damals dort angesiedelt worden ist und sich auch einige Zeit gehalten hat. Ihr gegenwärtiges Vorhandensein ist fraglich, denn wir haben auf unseren zahlreichen Geländebegehungen am Inkwilersee *Butomus* nicht gefunden.

Die Mikroorganismen des Baches haben wir gelegentlich auch untersucht und dabei festgestellt, daß sie zur Hauptsache mit denen des jeweiligen Planktonbestandes übereinstimmen, also aus dem See verschwemmte Planktonorganismen sind. Daneben gibt es natürlich auch zahlreiche Aufwuchsorganismen, unter denen insbesondere die zeitweise reichliche Entfaltung von *Draparnaldia glomerata (Vauh.) Agardh. (Ulothrichaceae)* zu erwähnen ist.

FAUNISTIK

Die Fauna des Inkwilersees, insbesondere diejenige der Kleintiere, ist meines Wissens bisher noch nicht in systematischer Weise erforscht und bearbeitet worden. Weder bei Regelsperger-Studer³¹ finden wir Angaben über die *Mollusken* des Inkwilersees, noch bei Liniger³² solche über die *Odonaten*. Ebenso wenig ist von Heinrichs,³³ der die *Hirudineen* bearbeitet hat, und von Walter,³⁴ der die wertvolle Monographie über die *Hydracarinen* (Wassermilben) der Schweiz verfasste, der Inkwilersee berücksichtigt worden. Es bleibt also in dieser Hinsicht noch vieles zu tun. Ich bin überzeugt, daß ein Zoologe, der Interesse für die Erforschung der einheimischen Tierwelt hat und auch über die entsprechenden systematischen Kenntnisse verfügt, an unserem See ein dankbares Arbeitsfeld finden würde.

Im Folgenden ist das Wenige, was wir selber zu diesem Kapitel beitragen können, zusammengestellt.

Mollusken

Klasse d. Bivalva: Am Südwest-Ufer fanden sich an einer der wenigen etwas seichteren Randpartien mittelgroße Exemplare von *Anodonta cygnea L.*, die Teichmuschel, im schlammigen Grund.

³⁰ Nach E. Thommen (26) ist diese schöne Sumpfpflanze in neuerer Zeit mehr und mehr im Begriff, neue Standorte zu erobern. Insbesondere scheint sie Staustrecken verschiedener Flußläufe zu bevorzugen.

³¹ Mitteilg. der Naturf. Ges. in Bern 1883 (1884).

³² Mitteilg. der Schweiz. Entomolog. Ges. VI, 5 1881.

³³ Diss. phil. Bern 1905.

³⁴ Revue suisse de Zoologie. T. 15, 1907. S. 401 bis 573, 4 Tafeln.

Arthropoda

Klasse. d. Crustaceen: *Potamobus astacus L.*, der Edelkrebs. Der Bestand im Inkwilersee ist ein durchaus guter, und in den letzten Jahren ist sogar eine starke Zunahme desselben zu verzeichnen.

Ueber die Art und Weise des Krebsfanges am Inkwilersee wird uns folgendes berichtet: Ein kleiner Fisch wird in eine gespaltene Rute eingeklemmt und diese nahe dem Ufer ins Wasser gesteckt. In der Dunkelheit kommen die Krebse aus ihren Löchern und knabbern am Fischlein. Man geht nun mit einer Laterne den Ruten nach und fängt die Krebse mit der Hand. Fangzeit: Monat August.

Klasse der Insekten:

Odonaten, Libellen.

Libellula fulva Müll. Hinterleib namentlich beim Männchen blau bereift. Bemerkenswert durch die kurze Flugzeit. Ende Juni sehr häufig, um nachher vollständig zu verschwinden.

Agrion minium Harr. Kleine Libelle mit rotbraunem Hinterleib. Diese Art beobachtete ich besonders am Zuflüßbach des Inkwilersees.

Agrion puella L. fliegt von Mai bis September und ist sehr häufig.

Auch die Gattungen *Aeschna* und *Cordulegaster* haben wir ebenfalls an unserem See beobachtet. Die Vertreter dieser Gattungen sind jedoch gewandte und schnelle Flieger, die nur der geübte Entomologe ins Netz bekommt!

Vertebrata

Klasse der Fische (Pices).

Was hier kurz über den Fischbestand des Inkwilersees gesagt ist, beruht auf Angaben, die ich dem gegenwärtigen Fischereipächter,³⁵ Herrn Fritz Roth in Bolken verdanke, und dem, was ich während meiner Untersuchungen gelegentlich an gefangenen Fischen zu sehen bekam.
Fam. Cyprinidae:

Cyprinus carpio L., Karpfen. Normaler Bestand, Größe bis zu einem Gewicht von 10 kg.

Tinca tinca (L.), Schleie, und *Abramis brama (L.)*, Brachsmen, sind 2 Fischarten, die im Inkwilersee eher in Abnahme begriffen sind, letztere ist nur noch in kleinen Exemplaren vorhanden.

Leuciscus («Weißfische») im weiteren Sinne:

Leuciscus rutilus (L.), Röteln, guter Bestand, nur kleine Exemplare.

³⁵ Außer der Pacht haben nach einer alten Bestimmung «die von Bolken das Recht, mit Angel und Rute vom Ufer aus zu fischen.»

Alburnus lucidus Heck., Laugeli Winger, großer normaler Bestand.
Fam. Anguillidae.

Anguilla vulgaris L., Aal, sind im Inkwilersee nicht beobachtet worden.
Fam. Esocidae.

Esox lucius L., der Hecht, ist nur in geringem Bestand vorhanden. Zuweilen werden aber Exemplare von recht stattlicher Größe erbeutet. So hatte z. B. der größte noch in Erinnerung stehende Hecht, der in den Jahren 1910/11 gefangen wurde, ein Gewicht von 16 kg, und ein solcher aus dem Jahre 1947 wog 10 kg, bei einer Länge von 1,14 m.

Fam. Percidae.

Perca fluviatilis L., Egli. Der Bestand dieses Fisches ist gegenwärtig in Zunahme begriffen. Es werden Exemplare von 1 bis $1\frac{1}{2}$ kg gefangen.

Hechtbruteinsatz ist versucht worden, aber mit sehr schlechtem Erfolg, wahrscheinlich sind die kleinen Exemplare von Weißfischen gefressen worden. Sehr gute Erfolge erzielte man dagegen mit dem Einsatz von Egli.

Klasse der Vögel

Da der Inkwilersee in der Luftlinie gemessen nur 3 km vom Burgäschisee entfernt ist, haben naturgemäß die beiden benachbarten Seen auch so ziemlich die gleiche Avifauna. Deshalb verweise ich hier auf die Darstellung der Vogelwelt, die Herr Fr. Gygax auf S. 76 bis 80 meiner Burgäschisee-Arbeit (v. Büren 2) gegeben hat.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 BREU, G. Der Tegernsee. — Mitteilg. der Geographischen Gesellschaft in München 2 1907 (93 bis 196).
- 2 v. BÜREN, G. Der Burgäschisee. — Mitteilg. der Naturf. Ges. in Bern. N. F. 6. Bd. 1949 (1 bis 82).
- 3 CHODAT, R. Scenedesmus, Etude génétique de Systématique experimentale et d'hydrobiologie. — Revue d'Hydrologie. III année No.3/4 1926.
- 4 GAMS, H. La Grande Gouille de la Sarvaz et les environs. — Bull. de La Muri-thienne. Fasc. XXXIX 1914/15 1916 (125 bis 186) Pl. II bis IV.
- 5 HERPICH, H. Die Eisverhältnisse in den südbayrischen Seen. — Diss. Techn. Hochschule München. 1911.
- 6 HÖHN-OCHSNER, W. Beiträge zur Biologie der Kleingewässer der Herrschaft Wädenswil und ihrer Grenzgebiete. — Ber. aus dem Geobotan. Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1947, 1948 (112 bis 151).
- 7 HUBER-PESTALOZZI, G. Die Schwebeflora (das Phytoplankton) der alpinen und nivalen Stufe (S. 845 bis 949). — In Schröter, C. Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1926.
- 8 HUBER-PESTALOZZI, G. Das Phytoplankton des Süßwassers. 2. Teil, 2. Hälfte Diatomeen. — Die Binnengewässer. Herausgegeben von A. Thienemann. Bd. XVI, 2. Teil, 2. Hälfte. Stuttgart 1942.
- 9 HUSTEDT, FR. Bacillariophyta (Diatomeae) 2. Auflage. — In A. Pascher, Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. G. Fischer, Jena 1930. VIII + 466, 875 Fig.
- 10 KRÄTZSCHMAR, H. Ueber den Polymorphismus von *Anuraea aculeata* Ehrbg. Variationsstatistische und experimentelle Untersuchung. — Internat. Revue der gesam. Hydrobiologie und Hydrogr. I 1908 (623 bis 675) m. 1 Tafel, 20 Fig. und 1 Kurventabelle.
- 11 LEMMERMANN, E. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen.-Botan. Zentralblatt 76 1898 (1507).
- 12 LUTZ, A. Untersuchungen über die Cladoceren der Umgebung von Bern. — Mitteilg. der Naturf. Ges. in Bern aus d. Jahre 1878 (1879) (38 bis 54).
- 13 MAGNUS, P. Ueber einige Arten der Gattung *Schinzia* Naeg. — Ber. der deutschen Botan. Ges. 6 1888. S. 100 bis 104 mit 6. Fig.
- 14 MAGNUS, P. Das Auftreten der *Schinzia cypericola* P. Magn. in Bayern und einiges über deren Verbreitung in Europa. — Abhandlung der naturf. Ges. zu Nürnberg X 1893. 7 S. und 1 Tafel mit 5 Fig.
- 15 MONTET, G. Contribution a l'étude des Rotateurs du bassin du Léman. (Région du Haut Lac). — Revue Suisse de Zoologie. 23 1915 S. 251 bis 3607 mit Pl. 7 bis 13.
- 16 MOOR, MAX. Zur Soziologie der Isoetalia. — Beitr. zur geobotan. Landesaufn. der Schweiz. Heft 20 1936. 148 S. 7 Taf. 11 Fig. und viele Tab.
- 17 MÜLLER, O. Pleomorphismus Auxosporen und Dauersporen bei Melosiraarten. — Jahrbücher für wiss. Botanik 43 1906. S. 49 bis 88, 2 Tafeln.
- 18 NIPKOW, H. FR. Ueber das Verhalten der Skelette planktischer Kieselalgen im geschichteten Tiefenschlamm des Zürich- und Baldeggsees. — Promotionsarbeit E. T. H. 1927. 52 Seiten mit Tabellen und Tafeln.
- 19 NUSSBAUM, F. Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers von Wangen a. A. — Mitteilg. der Naturf. Ges. in Bern aus den Jahren 1910, 1911. S. 141 bis 168 mit 3 Tafeln.
- 20 RUTTNER, F. Grundriß der Limnologie. — Berlin 1940. 167 Seiten.
- 21 SCHMIDT, W. Ueber den Energiegehalt der Seen. — Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. Supplm. zu Bd. VI 1915. 25 Seiten.
- 22 SCHMIDT, W. Ueber die Temperatur- und Stabilitätsverhältnisse von Seen. — Geografiska Annaler 10 1928. S. 145 bis 177.
- 23 SCHREYER, OTTO. Die Rotatorien der Umgebung von Bern. — Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 9 1921. (Heft 3 bis 6).
- 24 SPRINGER, E. *Asterionella gracillima* im Großteich bei Hirschberg in Böhmen. — Archiv für Protistenkunde. Bd. 52, 1925. S. 170 bis 184.

- 25 THIENEMANN, A. Temperatur- und Sauerstoffverhältnisse eisbedeckter Seen des Plöner Gebietes am Ende des Winters 1923/24. — Archiv für Hydrobiologie 18 1927. S. 1 bis 21.
- 26 THOMMEN, ED. Der Siegeszug von *Butonus umbellatus* L. in der Schweiz. — Verhandl. der Naturf. Ges. in Basel, Bd. 56, 2. Teil, 1945. S. 138 bis 148.
- 27 TSCHUMI, O. Elfter Pfahlbaubericht. Inkwilersee. S. 32 bis 34. — Mitteilg. der Antiquarischen Ges. in Zürich. Bd. XXX. Heft 6, 1930. (Hier ist die frühere Literatur über diesen Gegenstand zitiert und resümiert.)
- 28 UTERMÖHL, H. Limnologische Phytoplanktonstudien. — Archiv für Hydrobiol. Suppl. Bd. V 1925. S. 1 bis 527 mit 42 Textabbildungen und Kurventafel 1 bis 24 (Purpurbakterien S. 251 bis 277).
- 29 VETTER, H. Limnologische Untersuchungen über das Phytoplankton und seine Beziehungen zur Ernährung des Zooplanktons im Schleinsee bei Langenargen am Bodensee. — Internat. Revue d. ges. Hydrobiologie 24 1937. S. 499 bis 561 mit 17 Tabellen und 25 Kurven (Thiopedia rosea S. 539/40).
- 30 WAGLER, ERICH. Ueber die Systematik, die geographische Verbreitung und die Abhängigkeit der *Daphnia cucullata* Sars. von physikalischen und chemischen Einflüssen des Milieus. — Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 11 1923. S. 41 bis 88 und 265 bis 316, Tafeln 14 bis 20.
- 31 WALDVOGEL, T. Das Lautikerried und der Lützelsee. — Inaug. Diss. phil. Zürich 1900. 74 Seiten.
- 32 WEIMANN, R. Chemisch-biologische Untersuchungen an einem Teich. — Archiv für Hydrobiologie 28 1935. S. 619 bis 658.
- 33 WOLTERECK, R. Variation und Artbildung. Analytische und experimentelle Untersuchungen an pelagischen Daphnien und anderen Cladoceren, I. Teil. Morphologische, entwicklungsgeschichtliche und physiologische Variations-Analyse. — Bern (A. Francke) 1919. 151 Seiten, 6 Tafeln und 55 Textfig.
- 34 ZEMP, JOSEPH. Hydrobiologische Studien am Schwarzsee Lac-Noir. (Kanton Freiburg). — Mitteilg. der Naturf. Ges. in Freiburg i. U. zoologische Serie, Bd. II 1934. 96 Seiten.

KARTENMATERIAL

Topographischer Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas), Blatt Nr. 127 Aeschi 1:25 000 1938. Spezialkarte des Jura, Blatt IV, 1:50 000. Herausgegeben vom Schweizerischen Jura-verein. Geogr. Verlag Kümmerly und Frey, Bern.