

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck

Band 59

S. 15 - 24

Innsbruck, Okt. 1972

DAS PHYTOPLANKTON DES REITHER SEES (TIROL, ÖSTERREICH) IM JAHRE 1971

von

Ingo FINDENEKG *)

(Aus dem I. B. P.-Labor „Produktion österreichischer Alpenseen“ der österreichischen Akademie der Wissenschaften)

THE PHYTOPLANKTON OF THE REITHER SEE (TYROL, AUSTRIA) IN 1971

Synopsis:

The Reither See is a small lake in Tyrol that covers an area of only 1,5 ha. It is 8 m deep. During 1971 15 series of water samples from different depth were examined as to the quantity and quality of the phytoplankton. The freshweight of the algae varied between 2 and 8 g/m² with an average value of about 5 g. There were plankton maxima in the early May, the late June and in November. *Synedra* and *Stephanodiscus* were the chief components of phytoplankton in spring, in summer chlorophyceae like *Oocystis* and *Chlorella* were important. *Cryptomonas* was frequent all the year round. Cyanophyta and Peridineae were rather scarce.

Die vorliegende Untersuchung des Algenplanktons des Reither Sees wurde durch den Plan veranlaßt, eine Sanierung dieses stark eutrophierten, als Badegelegenheit für den Fremdenverkehr wichtigen Gewässers durchzuführen. Der sehr kleine, nur 1,5 ha große und 8 Meter tiefe See liegt in der Ortschaft Reith in der Nähe von Brixlegg in Tirol und wurde ursprünglich durch Haushalts- und landwirtschaftliche Abwässer stark belastet. Seit 1961 ist Reith kanalisiert, so daß eine Verschmutzung durch Sickerwässer aus den Senkgruben nicht mehr vorkommt, gleichwohl dürfte der See noch immer durch oberflächlich abfließende Schneeschmelz- und Regenwässer mit Pflanzennährstoffen aus der landwirtschaftlich genutzten Umgebung reichlich versorgt werden. Die Sanierung soll durch Absaugen von Wasser aus der Tiefe bewerkstelligt werden.

Die im Jahre 1971 durch das Zoologische Institut der Universität Innsbruck unter Leitung von Herrn Dozent Dr. PECHLANER ausgeführte Untersuchung des Sees verfolgte den Zweck den Zustand des Sees als Bestandsaufnahme vor der Ausführung der Sanierungsmaßnahmen festzustellen. Dem Verfasser fiel die Aufgabe zu, das Algenplankton qualitativ und quantitativ zu untersuchen. Von den Mitarbeitern des Untersuchungsteams wurde bei jeder Exkursion eine Serie von Wasserproben aus allen Tiefenstufen zwischen 0 und 8 m entnommen, mit Lugolscher Lösung fixiert und mir zugeschickt. Ich habe sie in Planktonkammern sedimentiert und ausgezählt, das

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Ingo Findeneegg, Rosentaler Straße 62, A-9020 Klagenfurt

Zellvolumen für jede Algenart berechnet und dieses mit der gefundenen Anzahl der Zellen multipliziert, so daß das Gesamtvolumen des Phytoplanktons, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Arten und für die verschiedenen Tiefen jeder Serie vorliegt. Das Ergebnis ist den Textabbildungen 1 und 3, 4, 5 zugrunde gelegt, während Abb. 2 die Symbole erklärt, die für die einzelnen Algengattungen in den übrigen graphischen Darstellungen verwendet wurden. Die Angabe der Algenmengen erfolgt in mg/m^3 , in Abb. 1 in g/m^2 , wobei die Annahme gemacht wurde, daß das spezifische Gewicht der Algen gleich 1 gesetzt werden kann. Die Serien sind mit 1 bis 15 durchnummeriert, das Datum der Probenentnahme ist beigefügt. Die Proben wurden zwischen 19. 4. 1971 und dem 2. 7. wöchentlich, später in längeren Zeitabschnitten entnommen. In der Abb. 1, in der das gesamte Phytoplankton für eine Wassersäule unterhalb eines Quadratmeters der Seefläche dargestellt ist, wurde auch der Verlauf der Sichttiefen-Kurve und jener der unteren Assimilationsgrenzen-Kurve oben eingezeichnet. Die letztere, gestrichelte Kurvenlinie gibt an, bis zu welcher Tiefe im See noch genügend Licht vorhanden war, um den Algen des Phytoplanktons das Leben zu ermöglichen. Die unterhalb der Assimilationsgrenze angetroffenen Algenzellen waren bereits im Absterben begriffen. Eindeutig tote Zellen wurden nicht mitgezählt. In den Abb. 3, 4, und 5 ist neben der Tiefenschichtung der Algen auch die Temperaturschichtung als gestrichelte Kurve eingezeichnet.

Mit Rücksicht auf den praktischen Zweck der Untersuchung wurde auf die Wiedergabe einer alle gefundenen und bestimmten Arten enthaltenden Liste verzichtet. Bei allen Auszählungen stand ja die Menge der häufigen Arten im Vordergrund des Interesses und auch die Frage, welche Arten als Trophieanzeiger dienlich sein könnten, besonders solche, die für höhere Verschmutzung charakteristisch sind.

Da sehr viele Algenarten bestimmte Ansprüche an die Temperatur des Wassers stellen, diese aber im Laufe des Jahres beträchtlich schwankt, wechselt die Zusammensetzung des Algenbestandes kontinuierlich. Die Zellen jener Arten, denen die geänderte Temperatur nicht mehr zusagt, sterben ab und sinken langsam in die Tiefe, wie man besonders deutlich aus den Schichtungsbildern der *Synedra* in den Serien 2 bis 4 in der Abb. 3 sehen kann. In den tieferen Schichten des Sees verwesen die toten Algen, wobei der im Wasser gelöste Sauerstoff verbraucht wird. Die unterhalb der unteren Assimilationsgrenze liegenden Wasserschichten sind daher während des Sommers sehr arm oder fast frei an Sauerstoff, es sammeln sich aber hier die bei der Verwesung frei werdenden und in Lösung gehenden Pflanzennährstoffe immer mehr an. Diese durch Absaugen des Tiefenwassers zu entfernen, ehe sie wieder in die Oberschichten zurückkehren und das Algenwachstum verstärken können, ist der Zweck der Sanierungsmaßnahmen.

MENGEN UND ZUSAMMENSETZUNG DES PHYTOPLANKTONS

Eine Gesamtübersicht über die beobachteten Massen und die artmäßige Zusammensetzung des Algenplanktons im Reither See während der Vegetationsperiode des Jahres 1971 bietet die Abbildung 1. In Form von Säulen sind hier die Gesamtmengen des Phytoplanktons unter einem Quadratmeter der Seefläche für die 15 Serien zusammengestellt. Hinsichtlich der Verteilung der Algen auf die Seeschichten sei auf die Abbildungen 3, 4 und 5 verwiesen. Die Länge der waagrechten Streifen entspricht

maßstäblich dem Frischgewicht der Algen in den verschiedenen Tiefen.

Die Entwicklung des Algenplanktons setzte im Frühjahr 1971 mit einer sehr starken Entwicklung der Kieselalgen ein. Zunächst ist es *Synedra acus*, die den Höhepunkt ihrer Entfaltung in Serie 2 vom 24. 4. erreicht, zu diesem Zeitpunkt verlagert sich die Masse dieser Art aber bereits in etwas tiefere Schichten. Die Zellen beginnen abzusterben und sind in den obersten, produktiven Schichten schon am 30. 4. (Serie 3) völlig verschwunden. Am 7. 5. besteht nur noch ein winziger Rest in 7 m Tiefe. Inzwischen hat sich in den Oberschichten eine andere Diatomee, *Stephanodiscus hantzschii* stark vermehrt, eine Art, die als Eutrophierungsanzeiger gilt. In Seen mit stärkerer Abwasserbelastung findet man diese Art in großen Mengen oft schon im Vorfrühling, zuweilen noch unter der winterlichen Eisedecke, sie ist demnach eine Kaltwasserform. Auch im Reither See reicht ihre Entwicklung nicht weit ins Frühjahr. Schon in Serie 4 ist sie weitgehend durch eine Schwesterart, *Stephanodiscus astraea* var *minutula* verdrängt worden, die bei Temperaturen um 10° bis 15° am besten gedeiht, aber auch noch größere Wärme verträgt. *Stephanodiscus astraea* erreicht in Serie 4 die stärkste Entfaltung, nimmt im Laufe des Monats Mai wieder stark an Zahl ab, bleibt aber in wechselnden Mengen den ganzen Sommer über erhalten.

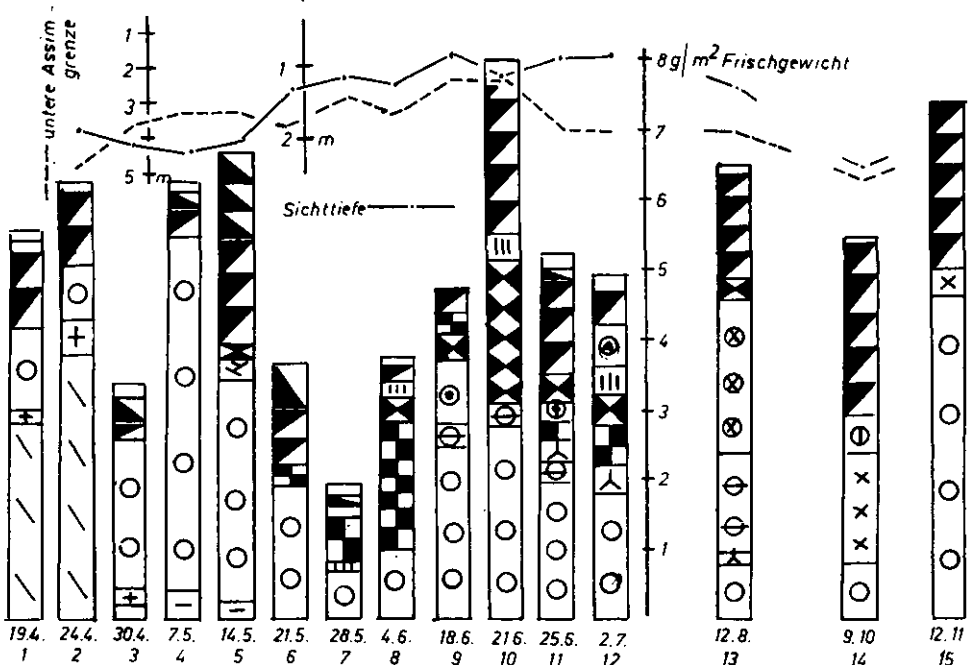


Abb. 1: Frischgewichte des Phytoplanktons in Gramm unter einem Quadratmeter Seefläche. Die mit Symbolen bezeichneten Abschnitte der Säulen geben maßstäblich den Anteil der Gattungen am gesamten Algenplankton an. Unter den Säulen: Datum der Entnahme und fortlaufende Nummer der Serie. Oben: Sichttiefen-Kurve und Kurve der Lage der unteren Assimilationsgrenze (Grenze des trophogenen Raumes). Die Symbole für die Algengattungen sind aus Abb. 2 zu entnehmen.

Neben den drei bisher genannten Arten, die zeitweise dem Planktonbild ihren Stempel aufdrücken, kommen im ersten Frühjahr auch noch einige andere Arten vor, die aber nur unbedeutende Bestände bilden: Die Kieselalge *Asterionella formosa* mit meist 5-strahligen Kolonien, von Chrysophyceen *Dinobryon divergens* und *Synura petersenii* und von Grünalgen *Scenedesmus quadricauda*, von den Peridineen einige im fixierten Zustand nicht bestimmbare *Gymnodinium*-Arten, darunter vermutlich *Gymnodinium uberrimum*.















	<i>Synedra</i>		<i>Chlorella</i>
	<i>Stephanodiscus</i>		<i>Oocystis</i>
	<i>Asterionella</i>		<i>Scenedesmus</i>
	<i>Dinobryon</i>		<i>Staurastrum</i>
	<i>Peridinium</i>		<i>Phacotus</i>
	<i>Gymnodinium</i>		<i>andere Grünalgen</i>
	<i>Ceratium</i>		<i>Cosmarium</i>
	<i>Cryptomonas</i>		<i>andere Algen</i>
	<i>Rhodomonas</i>		

Abb. 2: Symbole der Algengattungen, die in den Abbildungen verwendet wurden.

Noch eine Gruppe spielt im Frühjahrsplankton des Reither Sees eine Rolle: die Cryptomonaden. Im Gegensatz zu den meisten der bisher genannten Arten handelt es sich bei ihnen aber keineswegs um echte Frühjahrsplankter, sie kommen vielmehr fast das ganze Jahr hindurch, wenn auch in stark wechselnden Mengen vor. Als eine Art, die doch irgendwie das Frühjahr bevorzugt, ist nur *Rhodomonas lacustris* anzusehen. Sie war 1971 fast ausschließlich auf die Serien 3-7 beschränkt, also auf die Zeit zwischen Ende April und Ende des Mai. Der Höhepunkt der Entwicklung war in der Serie 5 festzustellen, in der *Rhodomonas lacustris* fast ein Fünftel des Algengewichtes ausmachte. Trotzdem möchte ich diese Art nicht als typischen Frühjahrsplankter bezeichnen, da sie in anderen Seen auch zu anderen Jahreszeiten sehr häufig sein kann.

Wesentlich höhere Anteile am Phytoplankton des Reither Sees als *Rhodomonas lacustris* lieferte die Gattung *Cryptomonas*. Sie war während des größten Teiles des Jahres 1971 durch drei Arten vertreten, nämlich durch *Cryptomonas erosa*, *C. marssonii* und *C. rostratiformis*, von denen *C. erosa* meist stark überwog, nur im Spätherbst war *C. rostratiformis* ebenfalls sehr zahlreich, nachdem sein Gewichtsanteil schon während des Sommers allmählich größer geworden war.

Während sich infolge des eher kühlen Frühjahrswetters die produktiven Seeschichten bis Mitte Mai nur wenig erwärmt hatten und längere Zeit zwischen etwa 10° und 15° fast stationär blieben, begann in der zweiten Maihälfte ein Temperaturanstieg bis gegen 20° (vergl. die Temperaturkurven der Serien 5, 6 und 7 in Abb. 3). Dies hatte zur Folge, daß die Zahl der Frühjahrsplankter rasch abnahm, die eigentlichen Sommerformen aber erst begannen sich zu vermehren. In dieser Übergangszeit ging daher der Planktonbestand stark zurück. Während die Algen Gewichte in den ersten fünf Serien (Abb. 1) im Durchschnitt bei 5-6 g/m² lagen, sanken sie bis zum 21. 5. fast auf die Hälfte, bis zum 28. 5. fast auf ein Viertel ab. Dieser Rückgang der Gesamt-Algenmasse beruhte indessen nicht nur auf der Dezimierung der Frühjahrsplankter durch die steigenden Temperaturen, es spielten dabei auch andere Ursachen eine Rolle, von denen die wichtigste die zunehmende Wassertrübung durch den Badebetrieb sein dürfte.

Wie aus der strich-punktiierten Sichttiefenkurve in Abb. 1 hervorgeht, sank die Sichttiefe im Laufe des Mai von 2,3 m auf 1,2 m, später sogar auf 0,9 m ab. Wiewohl die Sichttiefe kein verlässlicher Maßstab der Lichtdurchlässigkeit ist, geht in einem See die Lichtdurchlässigkeit doch ungefähr parallel mit der Sichttiefe. Durch die zunehmende Trübung des Seewassers wurde, wie ja auch die Kurve der unteren Grenze der wirksamen Photosynthese (gestrichelte Linie in Abb. 1) zeigt, die Mächtigkeit der produktiven Wasserschicht von ursprünglich 5-6 m auf 2-3 m eingeschränkt. Daß die beiden optischen Kurven zwischen den Serien 5 und 7 eine Verschlechterung der Wasserqualität erkennen lassen, während die Algenmenge im gleichen Zeitraum auf ein Viertel sinkt, beweist eindeutig, daß die Wassertrübung des Reither Sees nicht nur durch das Phytoplankton verursacht wird. Es scheint durchaus wahrscheinlich, daß die Trübung im Sommer zum Teil auch durch das Aufwirbeln von Bodenschlamm durch die Badenden zustande kommt.

Es ist für die hohe Trophiestufe des Reither Sees bezeichnend, daß trotz dieser bis in den Spätsommer anhaltenden Wassertrübung und der damit verbundenen Einengung der produktiven Schicht durch Hinaufrücken der unteren Grenze der Photosynthese, die unter dem Quadratmeter vorhandene Algenmasse während des Sommers nicht

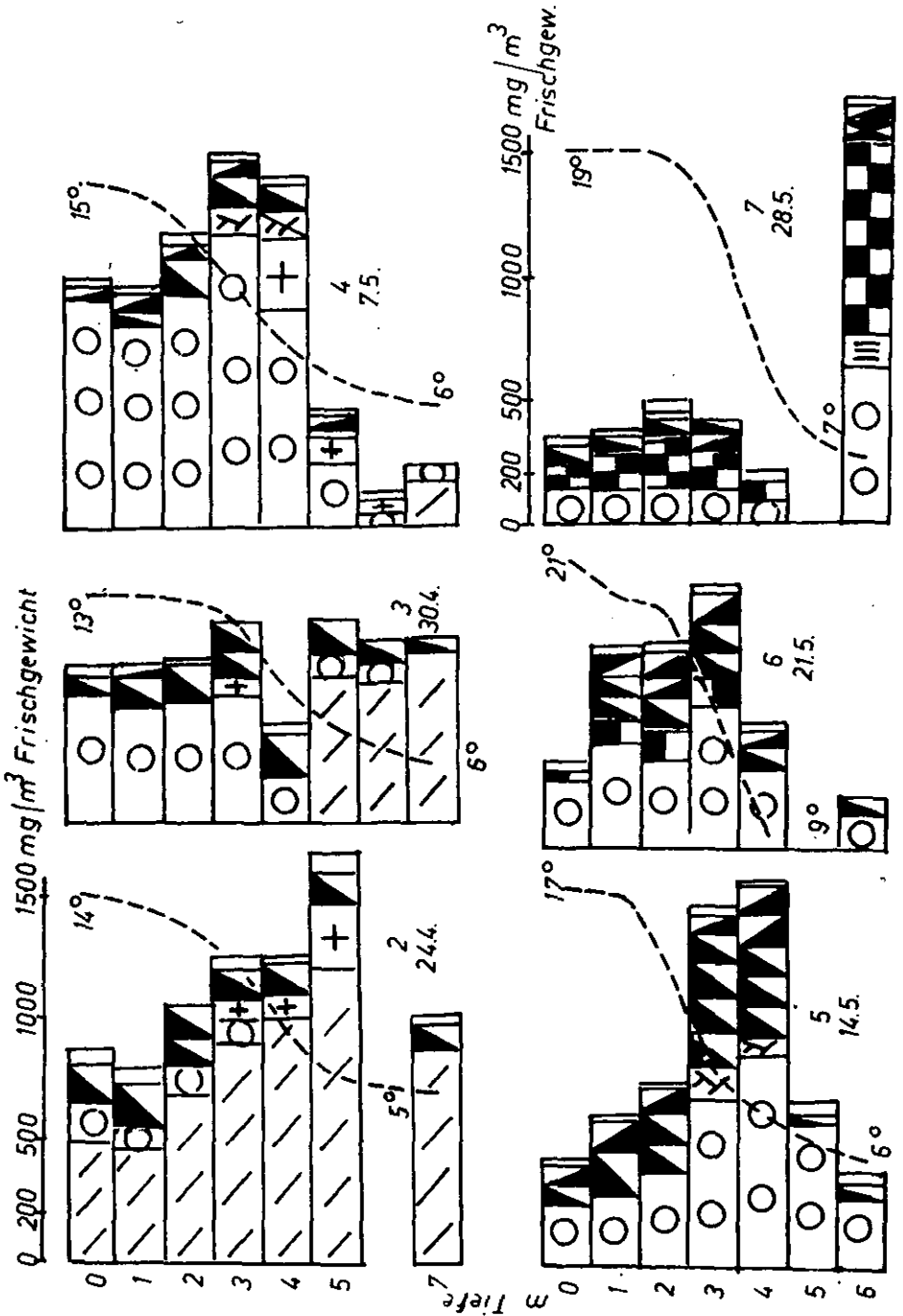


Abb. 3: Vertikalschichtung der Algen und Kurven der Temperaturerschichtung in den Serien 2 bis 7. Erklärung der Symbole für die Gattungen in Abb. 2.

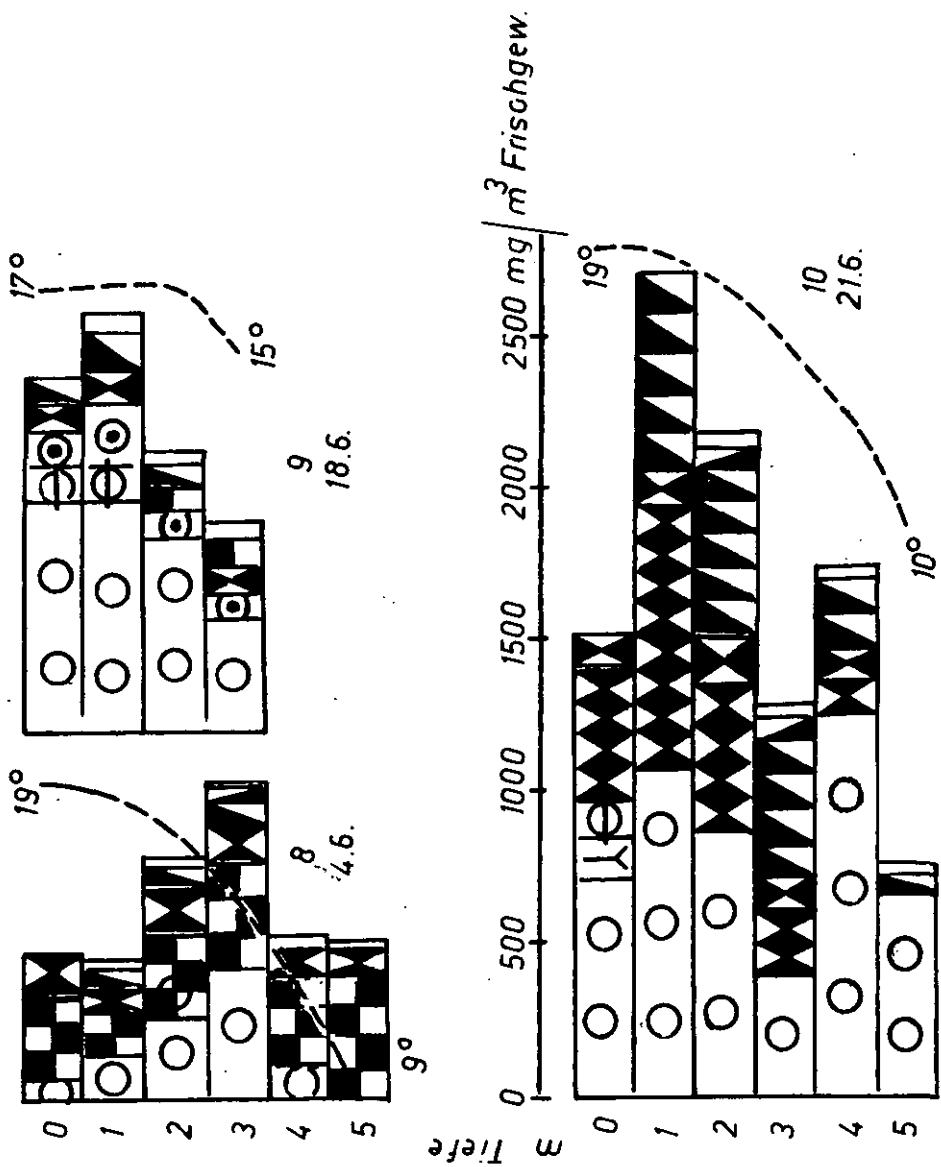


Abb. 4: Vertikalschichtung der Algen und Temperaturkurven in den Serien 8, 9 und 10.

gering bleibt, sondern im Laufe des Juni, nach der anfänglichen Depression, sogleich wieder stark zu steigen beginnt. Am 21. 6. wurde in der Serie 10 das Jahresmaximum mit etwa 8 g/m^2 erreicht.

Im Gegensatz zum Frühjahrsplankton sind es aber jetzt nicht mehr die Diatomeen, die die Hauptrolle spielen, sondern die Grünalgen. *Stephanodiscus astraea* ist zwar immer noch in Mengen vorhanden, erreicht aber doch kaum mehr als ein Drittel des Gesamtphytoplanktons. Von den Grünalgen ist zunächst anfangs Juni *Oocystis lacustris* am zahlreichsten, am 21. 6. *Chlorella vulgaris*. Eine mehr untergeordnete Rolle spielen einige *Scenedesmus*-Arten, darunter *S. quadricauda* und *S. brasiliensis*, *Phacotus lenticularis*, sowie *Tetraedron minimum*, das in unseren Abbildungen in der Sammelbezeichnung „andere Grünalgen“ zusammen mit *Crucigenia rectangularis*, *Coelastrum reticulatum* und anderen Chlorococcalen zusammengefaßt ist. Einen nicht unerheblichen Anteil zur Algenmasse steuern auch die Cryptomonaden bei, unter denen *C. erosa* auch im Sommer die höchste Zahl erreicht. Im Ganzen ergibt sich ein recht buntes Bild, das durch das Hinzutreten allerdings verhältnismäßig geringer Mengen von Peridineen (*Ceratium hirundinella* und *Peridinium willei*) noch abwechslungsreicher wird.

Nach dem sommerlichen Höhepunkt der Algenproduktion sinken die Gesamtgewichte wieder ab, bleiben aber mit durchschnittlich 5 Gramm je Quadratmeter Seefläche noch immer beachtlich hoch. Es ist möglich, daß diese Abnahme mit einer gewissen Erschöpfung der produktiven Oberschicht an Pflanzennährstoffen zusammenhängt, da sich inzwischen (siehe Temperaturkurven der Serien 11-13 in Abb. 5) eine scharfe Temperatur-Sprungschicht von 2 bis 3 Metern Tiefe abwärts entwickelt hat, die eine Vermischung des Wassers der oberen mit dem der tieferen Schichten verhindert und dadurch einen Nachschub von Pflanzennährstoffen aus der Tiefe blockiert. Für diese Deutung spricht, daß im Spätsommer und im Herbst die Algenproduktion trotz der immer schlechter werdenden Lichtverhältnisse nicht sank, sondern eher anstieg, weil mit der Abkühlung des Sees auch die Temperatur-Sprungschicht abgebaut und die Nährstoffblockade dadurch gemildert wurde, bis sie schließlich (Serie 15) ganz wegfiel. Zu dieser Zeit erreichte die Produktion dann mit über 7 Gramm je Quadratmeter Seefläche den zweiten Höhepunkt im Laufe des Beobachtungsjahres.

Während im Spätsommer in der Serie 13 die Peridineen eine beherrschende Rolle spielen, woran neben *Peridinium willei* ganz besonders *Gymnodinium uberrimum* beteiligt ist, kehren in den beiden Herbstserien (Nr. 14 und 15) jene Formen wieder, die schon das Bild des Planktons im Frühjahr beherrschten: *Stephanodiscus astraea* und die Cryptomonaden, wobei 1971 nur der Unterschied bestand, daß im Herbst *Cryptomonas rostratiformis* wesentlich zahlreicher war als in den Frühjahrsserien. Mengenmäßig unbedeutend, aber doch bemerkenswert ist ein Hervortreten von *Staurastrum gracile* und einem nicht näher bestimmten *Cosmarium*. Es kann nicht überraschen, daß *Stephanodiscus astraea* im Spätherbst wieder zur herrschenden Form wird. Im Oktober hatte der See wieder jene Temperaturverhältnisse erreicht, die für diese Art optimal zu sein scheinen und die auch schon zu Anfang des Mai zu einem Maximum der Entwicklung geführt haben. Während *Stephanodiscus* damals auf die produzierenden Oberschichten beschränkt war, finden wir diese Alge im November fast gleichmäßig auf alle Wasserschichten verteilt, da durch die Abkühlung des Sees

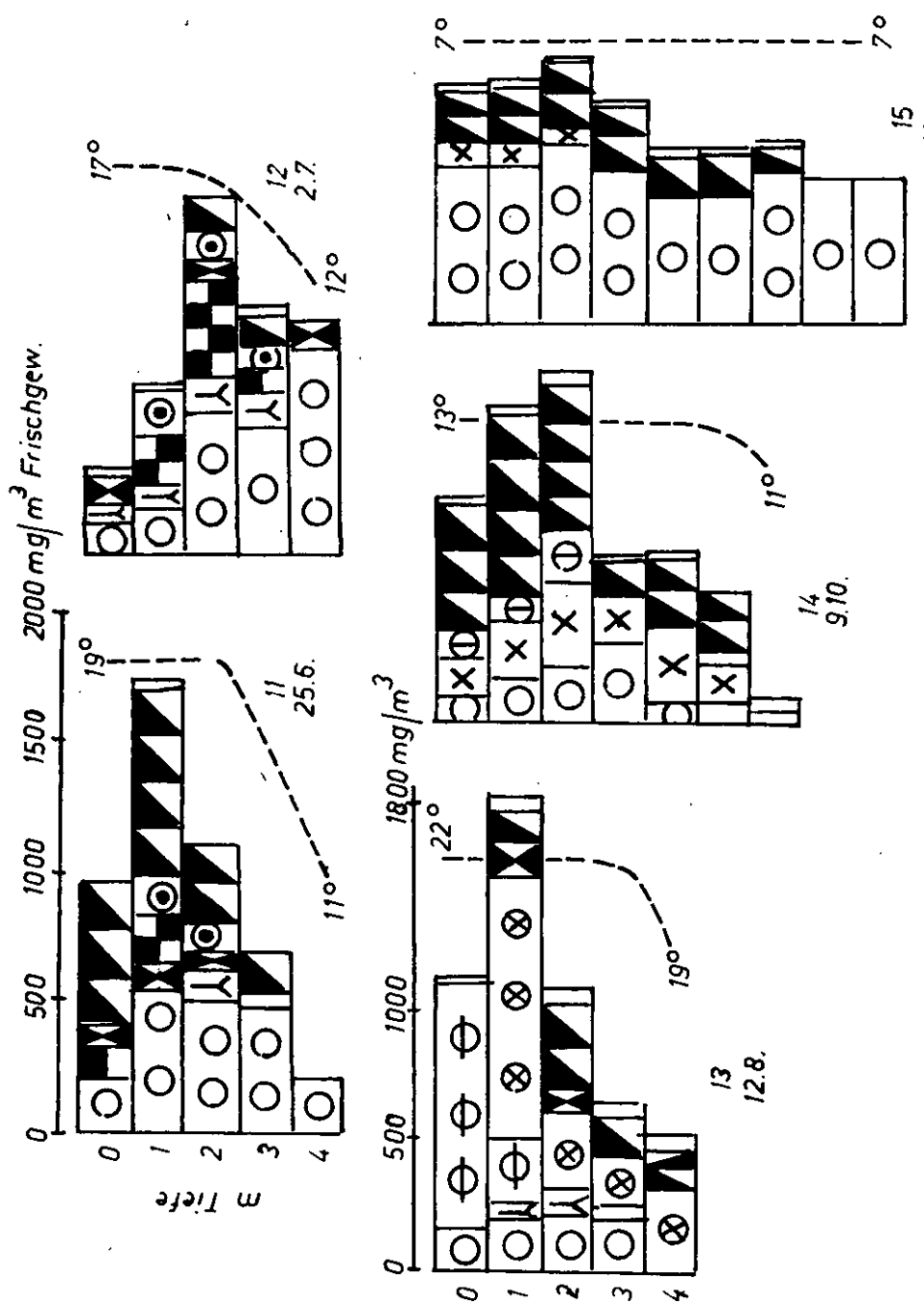


Abb. 5: Vertikalschichtung der Algen und Temperaturkurven in den Serien 11 bis 15.

Konvektionsströmungen entstehen, die zu einer völligen Durchmischung des Wasserkörpers führen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung des Phytoplanktons des Reither Sees vom Jahre 1971 hat sowohl in qualitativer wie auch quantitativer Hinsicht gezeigt, daß es sich um einen stärker eutrophierten See handelt.

Ein erheblicher Teil der in größeren Mengen im See gefundenen Algen besteht aus Arten, die für nährstoffreiche Seen charakteristisch sind. Dies gilt für *Stephanodiscus hantzschii*, der im zeitlichen Frühjahr auftrat, für *Cryptomonas rostriformis*, der das ganze Jahr zu finden war und gegen den Herbst immer mehr zunahm, und besonders für die im Sommer häufigen Formen *Oocystis lacustris*, *Chlorella vulgaris* und *Phacotus lenticularis*, aber auch die *Scenedesmus*-Arten. Aber auch das Massenaufreten von *Synedra acus* und *Stephanodiscus astraea* deuten auf höhere Trophie hin. Von den 18 in größerer Menge beobachteten Arten sind 6 dafür bekannt, daß sie in stark gedüngten, bzw. verunreinigten Teichen und Seen vorkommen, die restlichen verhalten sich indifferent, sie treten sowohl in reinem, wie auch verunreinigten Gewässern auf.

In quantitativer Hinsicht sind die vom Reither See produzierten Algenmengen als recht bedeutend zu bezeichnen. Die unter dem Quadratmeter Seefläche vorhandene Algenmasse hatte 1971 im Jahresmittel ein Frischgewicht von über 5 Gramm. Dies mag im Vergleich zu anderen eutrophierten Alpenseen nicht sehr hoch erscheinen. Es ist jedoch zu bedenken, daß die Lichtdurchlässigkeit des Wassers im Reither See sehr gering ist, wodurch die Mächtigkeit der produzierenden oberen Wasserschichten vergleichsweise sehr gering bleibt und im Sommer kaum mehr als drei Meter betrug. Vergleicht man aber die innerhalb der optimalen Schichten erzeugten Mengen des Phytoplanktons mit jenen stark eutrophierter anderer Seen, so liegen sie zum Teil mit $1\ 500\ \text{mg}/\text{m}^3$ in einer durchaus vergleichbaren Größenordnung.

Die Eutrophie des Reither Sees spiegelt sich aber auch in der Sauerstoffarmut der tieferen Seeschichten wider. Diese wird, wenn auch keineswegs ausschließlich, durch die Verwesung der in den oberen Schichten erzeugten Algenmassen verursacht.