

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 60	S. 7 - 14	Innsbruck, Okt. 1973
-------------------------------	---------	-----------	----------------------

**Die Wirkung eutrophierungshemmender Maßnahmen
auf das Phytoplankton des
Reither Sees in Tirol (Österreich) *)**

von

Ingo FINDENEKG **)

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

S y n o p s i s: The Effect of Measures Reducing Eutrophication on the Phytoplankton of the Reither See in Tyrol (Austria)

Measures were taken to control eutrophication of the Reither See (area 1,5 ha, 8 m deep) by accelerating nutrient outgo. Since 1972 water of the hypolimnion rich in nutrients is drawn off by a siphon. Moreover in May the lake was sprinkled with ferric chloride. Routine identification and counting of the phytoplankton was carried out in 1971 and 1972 in order to evaluate the efficacy of the nutrient dilution and the chemical treatment. In spring and in autumn of 1972 the algal biomass proved to be somewhat lower than in the analogous seasons of 1971. On the contrary in summer it was almost twice as high. No direct result of the chemical flocculation of the phytoplankton was observed.

It is assumed that the nutrient dilution was effective in lowering the algal biomass but that this effect was overcompensated by pollutants brought into the lake during the summer in connection with the tourist industry.

Im Band 59 dieser Zeitschrift (1972) habe ich über das Phytoplankton des Reither Sees im Jahre 1971 berichtet. Die diesbezügliche Untersuchung erfolgte in Hinsicht auf den Plan, diesen kleinen, nur 1,5 ha bedeckenden und 8 Meter tiefen, aber als Badesee für den örtlichen Fremdenverkehr sehr wichtigen See durch Sanierungsmaßnahmen vor weiterer Eutrophierung zu schützen.

Diese Maßnahmen wurden 1972 wirksam und bestanden zunächst in der Verlegung eines Rohres, das das mit Pflanzennährstoffen angereicherte Tiefenwasser absaugt, während der bisherige Abfluß gesperrt wurde. Zusätzlich wurde Anfang des Mai gelöstes Eisenchlorid über der Seefläche versprüht, um eine Fällung der Algen bei gleichzeitiger Phosphorelimination zu erreichen. Über den allgemeinen Erfolg dieser Sanierungsmaßnahmen wird der Initiator der Restaurierung des Reither Sees, Herr Dozent Dr. R.

*) Herrn Dr. Franz Berger, Biologische Station Linz, aus Anlaß seines 70. Geburtstages gewidmet.

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

PECHLANER, in einer gesonderten Arbeit berichten. Ich werde nur die Wirkungen auf den Bestand an Phytoplankton in quantitativer und qualitativer Hinsicht behandeln.

Die untersuchten Proben wurden von Herrn Norbert SCHULZ von Meter zu Meter aus allen Tiefen zwischen Oberfläche und Seegrund entnommen, mit Jod-Jodkalilösung fixiert und mir zugesandt, wofür ich ihm herzlich danken möchte. Die Auswertung der Proben erfolgte nach Sedimentation in Planktonkammern mit dem umgekehrten Mikroskop nach Utermöhl. Die Zahl der gefundenen Plankter wurde mit dem errechneten Zellvolumen der einzelnen Arten multipliziert und so das Planktonvolumen bestimmt. Es ist in den Abbildungen in g/m^2 Frischgewicht bzw. in mg/m^3 angegeben. Da zur Untersuchung nur fixiertes Material vorlag, konnte in einigen Fällen nur die Gattung, nicht aber die Art bestimmt werden.

Um den Vergleich der Algenbestände im Jahre 1972 besser mit jenen des Vorjahres anschaulich zu machen, sind in den Textabbildungen die Befunde beider Jahre untereinander graphisch dargestellt, so daß die Serien analoger Untersuchungstage einigermaßen einander entsprechen. Die qualitative Zusammensetzung der Gesamt-Frischgewichte ist an den maßstabgerechten Abschnitten der einzelnen Säulen und Streifen abzulesen, wobei die zur Bezeichnung der einzelnen Algengattungen verwendeten Symbole in der Abb. 2 erläutert sind.

Verfolgen wir zunächst den jahreszeitlichen Wechsel der Mengen und Arten des Phytoplanktons an Hand der Abb. 1, in der die jeweils unter einem Quadratmeter der Seefläche vorhandenen Algenmassen in Form von Säulen dargestellt sind, wobei die obere Reihe die vorgefundenen Verhältnisse des Jahres 1971, die untere jene von 1972 wiedergibt.

Mit der Entnahme von Serienproben wurde 1972 schon etwas früher als im Jahre vorher begonnen. Die ersten vergleichbaren Planktonproben-Paare stammen vom 19. 4. 1971 und 18. 4. 1972 bzw. vom 24. 4. 1971 und 1972. Sie zeigen völlig verschiedene Artspektren: Waren es 1971 vor allem die pennalen Kieselalgen, besonders *Synedra acus*, die mehr als die Hälfte des Frischgewichtes ausmachten, so überwog im März–April 1972 die zentrische Diatomee *Stephanodiscus astraea* var. *minutula* bei weitem. 1971 spielte diese Art bis Ende April nur eine untergeordnete Rolle. Die Gattung *Rhodomonas* war 1972 schon von März an in größeren Mengen vorhanden, um dann Ende April so gut wie für das ganze restliche Jahr zu verschwinden, während ihre Hauptentwicklung im vorhergehenden Jahre erst in den Mai fiel.

Aus dem Vergleich der Mai- und Juni-Serien ergibt sich, daß neben den beiden Hauptkomponenten des Reither-See-Planktons, *Stephanodiscus astraea* und *Cryptomonas erosa* im Jahre 1971 besonders *Oocystis lacustris* und zeitweise auch *Chlorella vulgaris*, aber auch *Phacotus lenticularis* eine gewisse Rolle spielten, während die Grünalgen im Jahre 1972 ganz vorwiegend durch die Gattung *Scenedesmus* (*S. quadricauda*, *S. acuminatus*, *S. ecornis*) vertreten waren.

Mengenmäßig ist das Frühjahrsplankton des Reither Sees 1972 etwas geringer geworden. Aus der Abb. 1 ergibt sich, daß die Säulen der unteren Reihe im Durchschnitt etwas niedriger sind. Wenn es sich dabei auch nur um einen geringen Rückgang von maximal 25% handelt, so liegt doch die Deutung nahe, in ihm die Wirkung des Absaugens des mit Nährstoffen angereicherten Tiefenwassers und dadurch einer Verdünnung der Nährstoffkonzentration im ganzen See zu erblicken. Natürlich könnten auch andere

Faktoren dabei mitgespielt haben, zum Beispiel die thermische Entwicklung im Seewasser. Dagegen spricht jedoch, daß in beiden Jahren eine nicht zu verkennende Parallelität des Ansteigens und Abnehmens der Algenmengen besteht: Auf einen leichten Rückgang zur Zeit der April–Mai-Wende folgt ein Anstieg in der ersten und dann ein starker Rückgang in der zweiten Maihälfte, den ich schon für 1971 mit einer Ablösung des Frühjahrsplanktons durch eine von höherer Temperatur begünstigte sommerliche Algengesellschaft zu erklären versucht habe.

Kann man also annehmen, daß die Sanierung durch Absaugen des Tiefenwassers mit hoher Nährstoffkonzentration einen gewissen Erfolg gebracht hat, so war der zweiten Maßnahme, zumindest vom Standpunkt einer erhofften Dezimierung der Algenmenge, kein Erfolg beschieden. Sie bestand, wie schon erwähnt, in dem Versuch einer Fällung sowohl der schwebenden Partikeln als auch des Phosphates durch Eisenchlorid. Wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, hatte die am 3. Mai vorgenommene Versprühung auf die Gesamtmenge des unter einem Quadratmeter Seefläche vorhandenen Algenplanktons keinen Einfluß, sie war nicht einmal imstande, den zu Anfang Mai bestehenden Trend für eine Zunahme der Algenmasse abzufangen. Das Frischgewicht des Phytoplanktons stieg vom 4. bis 8. Mai 1972 um 20%. Nach dem 8. Mai geht die Algenmenge bis zum Ende dieses Monats zwar wieder um fast 40% zurück, ein Vergleich mit 1971 zeigt jedoch, daß auch in diesem Jahr ein analoger Rückgang des Phytoplanktons stattgefunden hat, der sogar noch stärker war und fast 60% ausmachte. In beiden Jahren war der Rückgang durch die Abnahme des *Stephanodiscus*-Bestandes bedingt.

Mit Sommerbeginn setzt in beiden Jahreszyklen ein neuerlicher Anstieg des Algengewichtes ein, der zum Teil sicher mit dem Wuchern der Warmwasserformen zusammenhängt. Es sind dies die raschwüchsigen, einzelligen Grünalgen, wie *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella* und *Tetraedron*. Der Verlauf der sommerlichen Entwicklung des Phytoplanktons ist in den beiden Vergleichsjahren jedoch sowohl quantitativ wie qualitativ verschieden: Qualitativ 1972 durch die überragende Rolle von *Scenedesmus*-Arten gegenüber den anderen Chlorophyceen, quantitativ durch eine sehr auffallende Produktionsspitze im Juli, die nur sehr langsam abklang, während im Jahre 1971 das Phytoplankton schon Mitte Juni sein Maximum erreichte, sich dann aber bis in den November auf ungefähr gleicher Höhe hielt. Im November 1972 hingegen sank die Algenmasse auf ihr Jahresminimum.

Überblickt man vergleichend die Algenbestände beider Jahre, so ergibt sich eindeutig, daß im Frühjahr und Herbst die Gesamtmenge unter dem Quadratmeter der Seefläche gegenüber 1971 kleiner geworden, im Sommer hingegen beträchtlich angestiegen ist. Dies kann man wohl nur so deuten, daß sich die Ernährungsbedingungen für die Algen im Jahresdurchschnitt durch das Absaugen des Tiefenwassers zwar verschlechtert haben, daß aber im Sommer ein gegensätzlicher Faktor wirksam wurde, der den Sanierungserfolg störte und 1972 zu einer deutlichen Verschlechterung der Wasserqualität führte.

Betrachtet man die Schichtung der Planktonalgen (Abb. 3–6), so zeigt sich zunächst in Abb. 3 deutlich die unterschiedliche Ausgangslage zu Ende April: 1971 eine absterbende und absinkende Population von *Synedra*, gemischt mit etwas *Asterionella*, 1972 aber vorwiegend *Stephanodiscus* und die ersten Anfänge einer Grünalgenentwicklung. Sehr interessant sind die Schichtungsbilder aus der ersten Maihälfte (3. und 4. auf Abb. 3; 9. und 11. 5. auf Abb. 4), die ersten Serien nach der Behandlung des Sees mit Eisenchlorid.

Es scheint, daß durch die Versprühung hauptsächlich die passiv schwebenden Diatomeen und Grünalgen gefällt wurden. Sie sind aus den Oberschichten weitgehend entfernt und in die Tiefen unter 3 Meter gedrängt worden, die Gesamtmasse hat aber nicht abgenommen, an Stelle des *Stephanodiscus* dominieren jetzt die Cryptomonaden. Erst im Juni holten die passiven Schweber wieder auf (Serie vom 20. 6. 72) und erzeugten das spektakuläre Maximum vom 15. 7. (Abb. 5), zu dem die Cryptomonaden nur mehr sehr wenig beitragen. Diese Entwicklung hat offenbar mit den Maßnahmen zur Seesänierung nichts zu tun, sie verlief ähnlich auch schon 1971, der Unterschied lag nur in der 1972 viel größeren Biomasse und in dem starken Vorherrschen von *Scenedesmus*. Trotz der im Juli gewaltigen Algendichte kam es damals zu keiner echten Wasserblüte an der Seeoberfläche.

Eine solche trat erst einen Monat später, am 17. 8. 72, in den Nachmittagsstunden dieses Regentages auf, nachdem sich, völlig analog zu 1971, eine *Gymnodinium*-Art stark vermehrt hatte (Abb. 5 und 6). Es handelte sich um eine Peridinee von etwa $25 \times 20 \mu$ und grünlichbrauner Färbung, die nicht bestimmt werden konnte. Schon am folgenden Tag war die Wasserblüte verschwunden. Die Serie vom 18. (Abb. 6) zeigte die bei solchen Wasserblüten sehr häufige Erscheinung, daß die die Wasserblüten erzeugende Art keineswegs den Hauptanteil der Planktonmasse ausmachte, ihr Anteil an dieser vielmehr in keinem Verhältnis zu der durch sie hervorgerufenen optischen Wirkung stand. Das Auftreten der fraglichen *Gymnodinium*-Art findet übrigens auch eine Parallele im Vorhandensein von *Gymnodinium uberrimum* und *Peridinium willei* im August 1971.

In der Zusammensetzung des Herbstplanktons fällt vielleicht am meisten das noch immer reiche Vorkommen der Grünalgen *Scenedesmus* und *Ankistrodesmus* auf, während die Cryptomonaden im Gegensatz zum Herbst 1971 nur eine geringe Rolle spielen (Abb. 6).

Zum Abschluß wäre die Frage zu erörtern, ob sich in der Zusammensetzung des Phytoplanktons eine Veränderung im Sinne einer Verschiebung von Indikatoren für bestimmte Eutrophie-Grade gegenüber dem Vorjahre ergeben hat. Obwohl eine auffallende diesbezügliche Veränderung nicht eingetreten ist, gibt es doch einige Unterschiede, die sich so deuten lassen. Dies betrifft z. B. das Ausbleiben einer stärkeren Entwicklung von *Stephanodiscus hantzschii* im Frühjahr 1972, der als Anzeiger höherer Trophiegrade gilt und in den ersten Frühjahrsserien von 1971 ziemlich häufig war. Als ein anderes Zeichen für den Rückgang der Eutrophierung könnte man auch das fast völlige Verschwinden des *Cryptomonas rostratiformis* auffassen. Für eine gegenteilige Entwicklung ließe sich allerdings wieder das Überwiegen der Grünalgen über die Cryptomonaden in der zweiten Jahreshälfte anführen. Keinerlei indikatorische Bedeutung kommt dem Rückgang von *Phacotus*, *Tetraedron* und vielleicht auch *Oocystis* zugunsten von *Scenedesmus* zu, der 1972 auffallend stark durch die Arten *S. quadricauda*, *S. acuminatus* und *S. bijugatus* vertreten war.

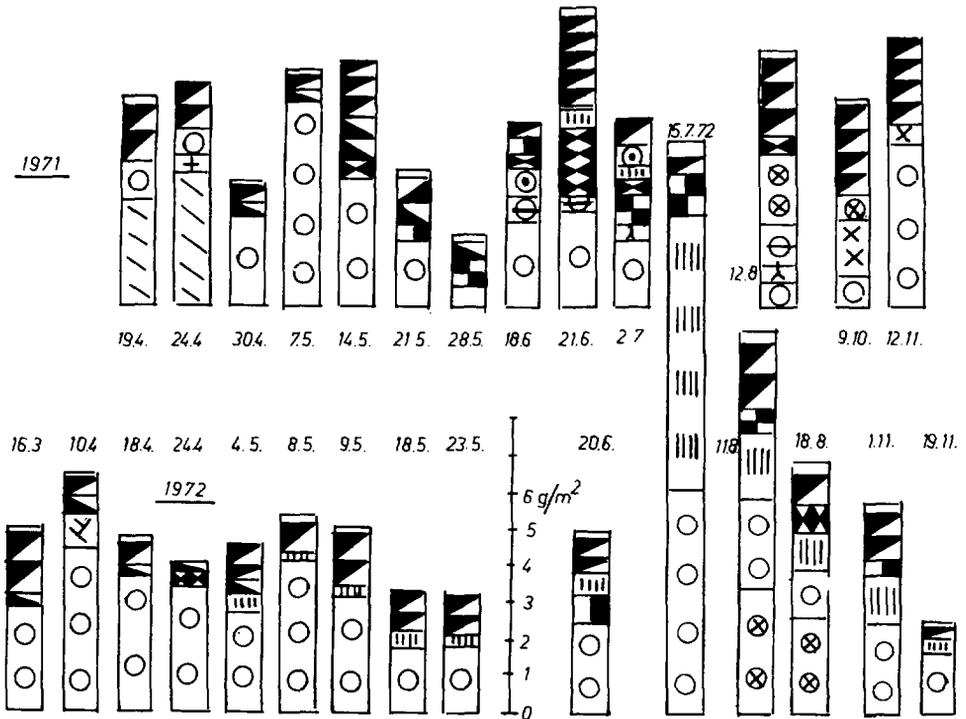


Abb. 1: Frischgewicht des Phytoplanktons in Gramm unter einem Quadratmeter Seefläche des Reither Sees. Obere Reihe im Jahre 1971, untere im Jahre 1972. Die mit Symbolen bezeichneten Abschnitte der Säulen geben den Anteil der jeweils vorhandenen Gattungen am Gesamtbestand der Algen an. Erklärung der Symbole in Abb. 2.

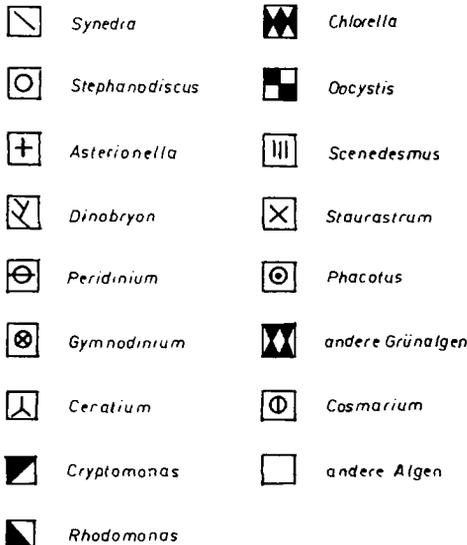


Abb. 2: Symbole der Algengattungen, die in den Abbildungen verwendet wurden.

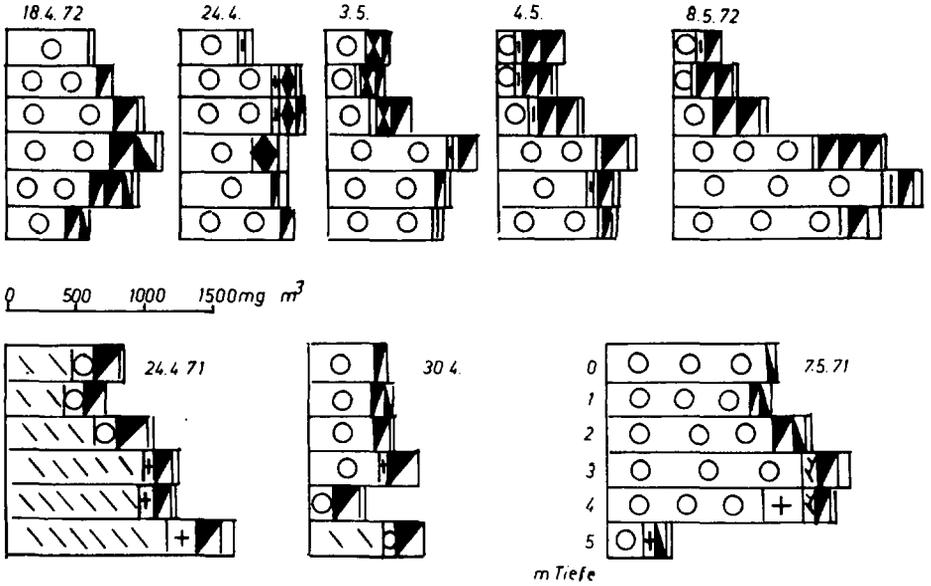


Abb. 3: Vertikale Verteilung des Algenplanktons im Reither See. Obere Reihe: im April und Mai 1972, untere Reihe: 1971.

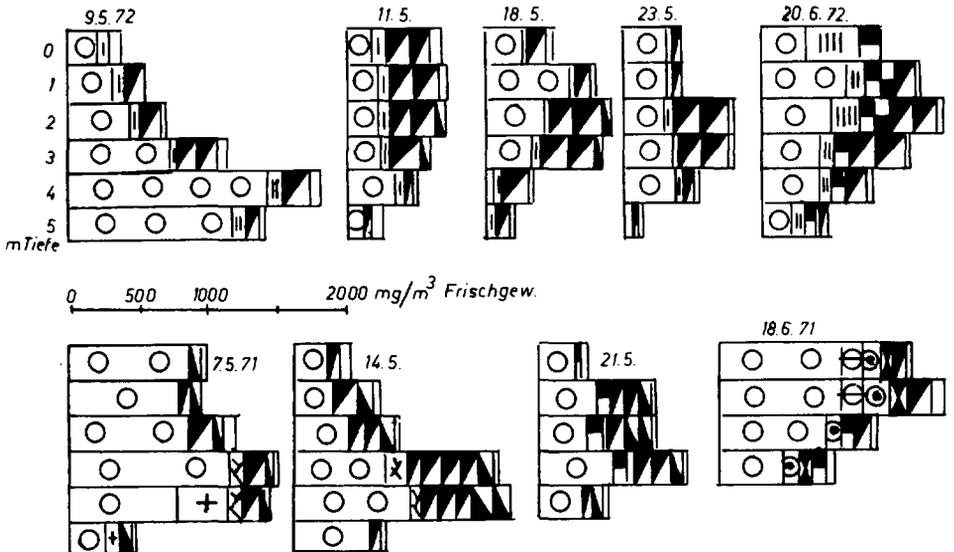


Abb. 4: Vertikale Verteilung des Phytoplanktons im Reither See im Mai und Juni. Oben: 1972; unten: 1971.

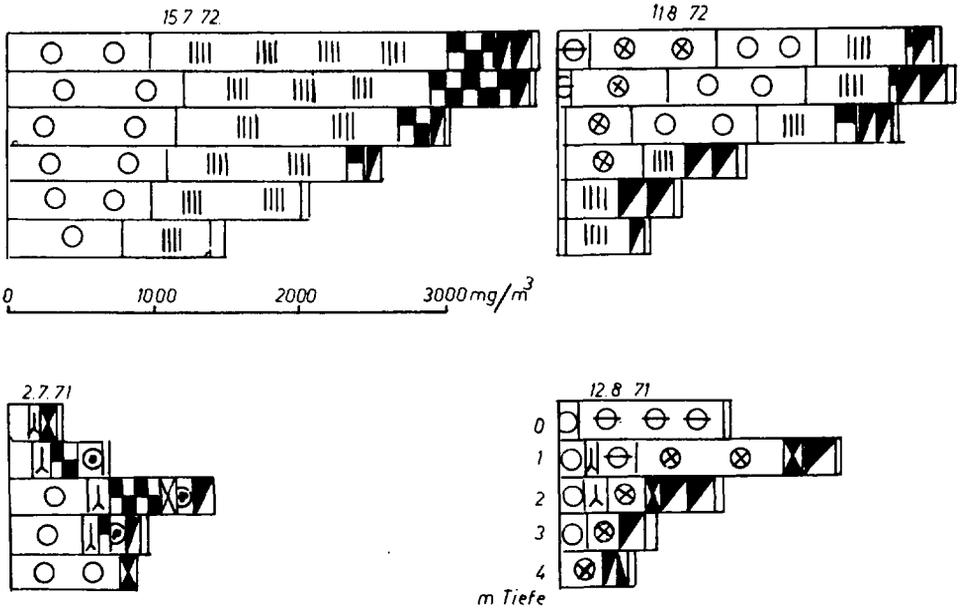


Abb. 5: Vertikale Verteilung des Algenplanktons im Reither See im Juli und August. Oben: 1972, unten: 1971.

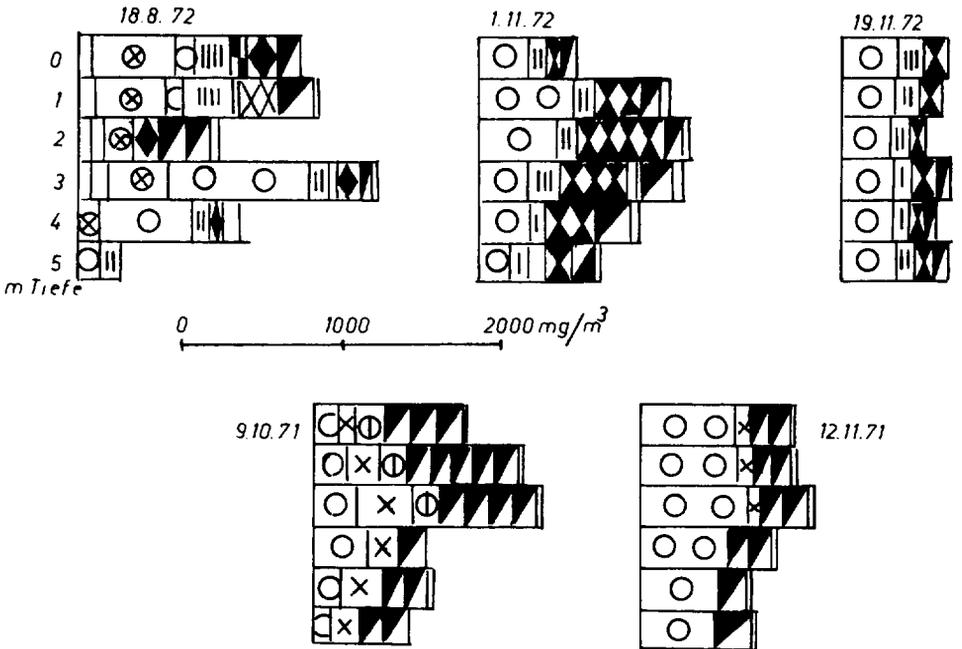


Abb. 6: Vertikale Verteilung des Algenplanktons im Reither See im Herbst. Oben: 1972; unten: 1971.

Zusammenfassung

Ein Vergleich der Entwicklung der Planktonbestände im Reither See zwischen den Jahren 1971 (vor) und 1972 (nach dem Einsetzen von Sanierungsmaßnahmen) zeigt zunächst widersprechende Ergebnisse. Im Sommer war die Masse des Phytoplanktons 1972 erheblich größer als im vorhergehenden Jahre, im Frühjahr und Herbst aber niedriger. Als Mittelwert der Serien von März bis Anfang Juli ergab sich ein Algenfrischgewicht von 5,16 g unter dem Quadratmeter Seefläche für 1971, für 1972 von nur 4,67 g. Einen ähnlichen Unterschied zeigten die Serien von Oktober und November, die 1971 6,4 g/m², im folgenden Jahre aber nur 4,1 g/m² als Mittelwert ergaben. Das sommerliche Maximum hingegen betrug 1972 fast das Doppelte der Algenmasse von 1971.

Die Lösung dieses Widerspruches scheint darin zu liegen, daß durch das Absaugen des Tiefenwassers zwar eine raschere Entfernung von Pflanzennährstoffen aus dem See erreicht und damit die durchschnittliche Konzentration der Nährstoffe und in der Folge auch der Algen herabgesetzt wurde, daß diese Entlastung aber im Sommer durch eine entgegengesetzte Einwirkung überdeckt und ins Gegenteil verkehrt wurde. Es liegt nahe, dabei an die Folgen des Einsetzens des Badebetriebes zu denken. Wie ich schon bei meiner Untersuchung im Jahre 1971 feststellen mußte, hat sich auch schon in diesem Jahr das Baden ungünstig auf die Wasserqualität ausgewirkt, weil durch das Aufwirbeln von Bodenschlamm im Uferbereich durch die Badegäste der See stark getrübt wurde. Die Menge der Schwebstoffe, besonders der Detritus- und Eisenhydroxydflocken, wurde so groß, daß sie jene der Algen um ein Vielfaches übertraf. Diese Trübung, die im Sommer 1971 das Zählen der Algen in den Wasserproben stark behinderte, blieb 1972 minimal. Man kann sich vorstellen, daß diese Besserung durch das Absaugen des lockeren Schwebes im Wasser-Schlamm-Kontakt bedingt war. Dafür hat 1972 aber mit dem Beginn der Badesaison ein rasches Ansteigen der Algenproduktion mit sich gebracht, die nicht anders als durch eine neuerliche Verschmutzung erklärt werden kann. Ob diese auf das Einsickern von häuslichen Abwässern oder auf eine direkte Belastung des Sees durch die Badenden (Schweiß, Hautcremen oder Harn) zurückzuführen ist, läßt sich kaum entscheiden. Eine weitere Beobachtung der sommerlichen Produktionshöhen wäre wünschenswert. Wie man aus der raschen Abnahme der Algenmengen im Herbst schließen kann, hatte die sommerliche Verschmutzung keine anhaltenden Folgen.

Nach dem Gesagten scheint sich die Ableitung des Tiefenwassers an Stelle des oberflächlichen Abflusses im Reither See in Hinblick auf die Verminderung der Algenproduktion gut bewährt zu haben. Hingegen ist ein direkter Erfolg der Versprühung von Eisenchlorid nicht erkennbar.

Literatur-Auswahl:

- FINDENEGG, J. (1972): Das Phytoplankton des Reither Sees (Tirol, Österreich) im Jahre 1971. Ber. naturw.-med. V. Innsbruck, 59: 7–14.
- PECHLANER, R. und N. SCHULZ (1973): Die Restaurierung eines eutrophen Badesees (Reither See, Tirol, Österreich). Ibidem, 60:

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Findenegg Ingo

Artikel/Article: [Die Wirkung eutrophierungshemmender Maßnahmen auf das Phytoplankton des Reither Sees in Tirol \(Österreich\). 7-14](#)