

Limnologische Untersuchungen im östlichen Teil des Millstätter See

Edmund Weber

1. Einleitung und hydrographische Verhältnisse

Im Juli 1958 wurden von der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung in Wien-Kaisermühlen im südöstlichen Teil des Millstätter Sees limnologische Untersuchungen durchgeführt. Dieser See ist besonders interessant, weil seit Jahren ständig durch den Riegerbach große Mengen an Magnesitschlamm eingebracht werden, wodurch er — wie auch schon frühere Untersuchungen gezeigt haben — eine Veränderung seiner natürlichen Beschaffenheit erlitten hat. In vorliegender Arbeit sollen vor allem das Ergebnis der Plankton- und Schlammuntersuchungen, der Trübungsmessungen sowie die Untersuchungen über Temperatur, pH-Werte und Sauerstoffverhältnisse besprochen werden.

Das Becken des Millstätter Sees stellt eine sehr langgestreckte Wanne dar (Länge 11,5 km, durchschnittliche Breite 1,15 km, größte Breite 1,8 km), welche sich von Südosten nach Nordwesten, parallel zur Drau hinzieht. Mit einer Wassermasse von 1228,4 Millionen m³ ist der Millstätter See als der weitaus größte Kärntner See zu bezeichnen, wenn er auch ein Areal von nur 13,3 km² einnimmt und so flächenmäßig vom Wörthersee übertroffen wird. Die maximale Tiefe beträgt 141 m. Da der See von allen Seiten von Bergen eingeschlossen wird, ist er ziemlich geschützt vor Stürmen, so daß es zur Zeit der Homothermie nicht jedes Jahr zu einer vollständigen Durchmischung der Wassermassen kommt, wie es auch die Werte früherer Untersuchungen von Neresheimer und Ruttner (21) und Findenegg (5) erkennen lassen.

Den wesentlichsten Einfluß stellt der mit Abgängen des Magnesitwerkes Radenthein außerordentlich verunreinigte Riegerbach dar, welcher am dem Abfluß entgegengesetzten Seende mündet und somit den ganzen See durchfließen muß. Weiters münden in den See über 20 kleine Quelläche, von denen nur der Trefflingbach, das Brunnbachl und das Glanzbachl genannt seien. Der Seeabfluß liegt am nordwestlichen Ende des Seebeckens und mündet in den Lieserbach, welcher nach kurzer Fließstrecke in die Drau mündet.

2. Planktonverteilung

Um eine Übersicht über die im See vorkommenden Planktonorganismen zu bekommen, wurde ein Vertikalnetzzug (Müllergaze Nylon Nr. 20 NNT, Maschenweite 50 μ , wie Seidengaze Nr. 25 Prima) durchgeführt. Als Entnahmestelle wurde die Mitte des östlichen Seebeckens gewählt, in der Verbindungslinie Bucher—Waldbauer, wo der See eine Tiefe von 138 m aufweist. Der Planktonfang wurde am 19. Juli 1958 um 8 Uhr morgens bei fast völliger Windstille durchgeführt. In nachfolgender Tabelle sind die gefundenen Arten zusammengestellt und mit Häufigkeitsbezeichnungen versehen, welche jedoch nur den subjektiven Eindruck bei Betrachtung des Planktons und nicht absolute Mengenverhältnisse ausdrücken sollen.

<i>Diatomeae</i>	
<i>Cyclotella comensis</i>	mittel
<i>Cyclotella glomerata</i>	vereinzelt
<i>Cyclotella melosiroides</i>	vereinzelt
<i>Fragilatira crotonensis</i>	sehr häufig
<i>Synedra acus</i>	selten
<i>Flagellata</i>	
<i>Ceratium hirundinella</i>	selten
<i>Rotatoria</i>	
<i>Keratella cochlearis</i>	häufig
<i>Notholca longispina</i>	selten
<i>Polyarthra platyptera</i>	vereinzelt
<i>Copepoda</i> *	
<i>Cyclops strenuus</i>	selten
<i>Diaptomus laciniatus</i>	häufig
Nauplien	mittel
<i>Cladocera</i>	
<i>Bosmina coregoni</i>	vereinzelt
<i>Daphnia cucullata</i>	vereinzelt
<i>Daphnia hyalina</i>	selten
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	selten
<i>Leptodora Kindtii</i>	vereinzelt

Tab. 1. Vertikalnetzfang

* Freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. Pesta, Wien, bestimmt, wofür an dieser Stelle der herzlichste Dank des Verfassers ausgesprochen sei.

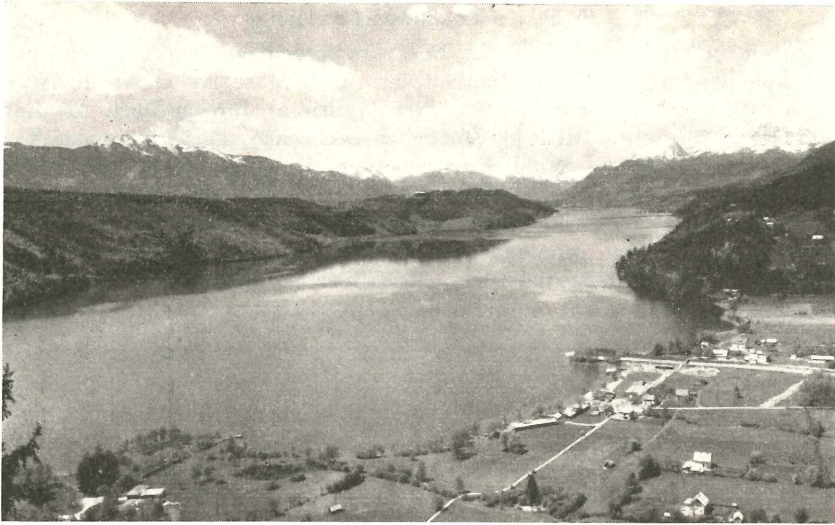


Abb. 1 Millstätter See mit Riegerbachmündung

(Foto: Hanz Tollinger, Bad Döbrach, Millstätter See)

Daß in der vorliegenden Tabelle die kleinsten Formen von Flagellata etc. fehlen, liegt an der angewandten Methode.

Auffallend und interessant ist das sehr reichliche Vorkommen *Fragilaria crotonensis*. Untersuchungen, welche in den Jahren 1903 von Keißler (9), 1928/29 von Neresheimer und Ruttner (21) und 1931/32 von Findenegg (5) gemacht wurden, ergaben, daß gerade diese Diatomee im Millstätter See gegenüber anderen Alpenseen seinerzeit ziemlich selten vorkam. Die als häufig beschriebene Blaualge *Anabaena flos aquae*, welche im Spätsommer Wasserblüten bilden soll (10), konnte in keinem einzigen Exemplar nachgewiesen werden. Ob sich das Phytoplankton des Millstätter Sees in dem Zeitraum seit den letzten Untersuchungen in seiner Zusammensetzung grundlegend geändert hat oder nicht, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Es haben beispielsweise Planktonuntersuchungen im Zeller See (19, 20), welche in den Jahren 1954 bis 1958 monatlich durchgeführt wurden (zum Teil noch nicht publiziert), gezeigt, daß das Auftreten gewisser Phytoplanktonarten nicht jedes Jahr gleich ist. So zeichneten sich die Jahre 1954 und 1955 durch besonders starkes Auftreten von *Oscillatoria rubescens* aus, welche im Jahre 1957 fast völlig fehlte. Im Jahre 1953 bildete *Anabaena flos aquae* im Zeller See eine Wasserblüte; 1954 konnte sie nicht nachgewiesen werden; 1956 waren

diese Blaualgen wieder reichlich im Plankton enthalten. Die Ursache für diese Unregelmäßigkeiten ist möglicherweise darin zu suchen, daß im Zeller See nicht jedes Jahr eine Vollzirkulation stattfindet, was auch für den Millstätter See angenommen werden kann (6). Darauf soll später noch eingegangen werden.

Auch im Zooplankton wurde eine Art festgestellt, welche bis jetzt aus dem Millstätter See nicht bekannt war, nämlich *Diaptomus laciniatus*. Diese Diaptomus-Art wurde bei vorliegender Untersuchung als einziger Vertreter dieser Gattung häufig gefunden.

Um den Einschichtungen des außerordentlich stark getrübbten Riegerbaches nachzugehen, wurden — wie in Abschnitt 4 noch näher behandelt — an verschiedenen Punkten im Millstätter See Trübungsmessungen durchgeführt. Da nun auch das Plankton an der Lichtabsorption beteiligt ist, wurden die am häufigsten vorkommenden Planktonorganismen in ihrer Tiefenverteilung quantitativ untersucht.

Die Probenentnahme erfolgte mittels Wassers schöpfer nach Friedinger. Für die Untersuchung des Phytoplanktons und der Rotatorien wurde je 1 l der entsprechenden Tiefenstufe mit Formol und Alkohol konserviert und nach Anreicherung durch Sedimentation in einer 2 cm³ Planktonkammer nach Naumann ausgezählt. Die Crustaceen wurden aus einer 2-l-Probe mittels Nylongaze herausfiltriert. Letzteres ergibt zwar wegen der zu geringen filtrierten Wassermenge keine genauen durchschnittlichen Werte — auf welche jedoch im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen verzichtet werden konnte —, doch zeigt das Ergebnis immerhin die ungefähre Verteilung dieser Organismen zur Zeit der Entnahme (18. Juli 1958, vormittag).

In nachfolgender Tabelle sind die gefundenen Werte der häufigsten Planktonorganismen der Tiefenserie von der Untersuchungsstelle Seemitte, zwischen Bucher und Waldbauer, dargestellt.

Aus der dargestellten Tabelle ist schon ersichtlich die stetige Zunahme der *Fragilaria crotonensis* bis in eine Tiefe von 20 m, wo das Maximum erreicht wird, dann wieder in größerer Tiefe eine starke Abnahme der Zellenanzahl. Die Verteilung von *Synedra acus* ist ähnlich. Nach Untersuchungen von Findenegg (9) gehören *Fragilaria crotonensis* zu den ausgesprochen temperaturgebundenen Formen und erreichen — nach Beobachtungen an verschiedenen Kärntner Seen — ihr Maximum an der Oberfläche im Frühjahr und im Herbst. Daraus ist auch die stärkere Anhäufung in 20 m Tiefe erklärlich, wo zur Zeit der vorliegenden Untersuchung eine Temperatur von 5,30°C gemessen wurde. Wodurch das leichte Ansteigen der Bevölkerungsdichte von *Cyclotella comensis* in tieferen Wasserschichten ver-

ursacht wurde, ist nicht erklärlich, da gerade diese Form bekannterweise hohe Ansprüche an das Licht stellt.

Tiefe	Frag. croc.*	Synedra acus	Cyclotella comensis	Keratella cochlearis	Cyclops	Diaptomus	Cladoceren
	Zellen l			Ind. l			
Oberfl.	570.000	1200	1000	80	8	22	6
5 m	620.000	1400	600	80	6	19	4
6,2 m	750.000	1500	800	100	0	0	1
10 m	780.000	1800	1000	100	2	10	4
15 m	790.000	1800	1500	150	3	10	0
20 m	1.000.000	2500	1500	50	1	5	2
25 m	910.000	2500	1800	10	4	5	0
60 m	350.000	1000	1800	10	0	1	0
100 m	240.000	1000	1500	10	0	0	0
130 m	120.000	800	1200	0	0	0	0

Tab. 2. Planktonschöpfproben
Tiefenserie: Seemitte, Bucher-Waldbauer

Nach den Ergebnissen der quantitativen Planktonuntersuchung muß das Plankton des Millstätter Sees als arten- und individuenarm bezeichnet werden. Dies ist — wie auch Neresheimer und Ruttner (21) erwähnt haben — auf den hohen pH-Wert zurückzuführen, welcher die Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons stark hemmt und somit die Produktion des Sees sehr ungünstig beeinflusst.

Auffallend ist das Fehlen der *Copepoden* in der Tiefenstufe von 6 m; an *Cladoceren* wurde nur ein einziges Exemplar (*Bosmina*) festgestellt. Wie später noch dargestellt, ist gerade in dieser Tiefe die Zone der stärksten Trübung. Dieser Umstand erklärt bereits, warum gerade diese Wasserschicht von den sich durch Filtration ernährenden *Cladoceren* und *Copepoden* (*Diaptomus*) gemieden wird. Durch den großen mineralischen Schwebstoffgehalt enthält der wahllos herausgefilterte Nahrungsbrei nur wenig verdauliche und verwertbare organische Substanz, so daß die Ernährungsverhältnisse in diesem Gebiet ausgesprochen schlecht sind. Wenn auch

* Durchschnittliche Größe der Kolonien 15 Zellen.

die *Cyclopiden* keine eigentlichen wahllosen Filtrierer sind, so ist doch die Art der Ernährung ähnlich und ihr Nahrungserwerb ist sicher durch die hohe mineralische Schwebstoffführung stark gestört.

3. Schlammuntersuchung

Der Riegerbach führt bei seiner Mündung in den See große Mengen an Feststoffen mit sich, die Abgänge des Magnesitwerkes in Radenthein. Es war die Frage zu klären, bis in welchen Umkreis von der Riegerbachmündung der natürliche Schlamm beeinflusst wird durch die Sedimentation der zugeführten mineralischen Teilchen. Zu diesem Zwecke wurde eine Anzahl von Schlammproben im größeren Umkreis der Riegerbachmündung entnommen. Die Untersuchungsergebnisse von 12 dieser Proben sollen hier dargestellt werden. Eine Übersicht über die einzelnen Entnahmestellen gibt der Lageplan.

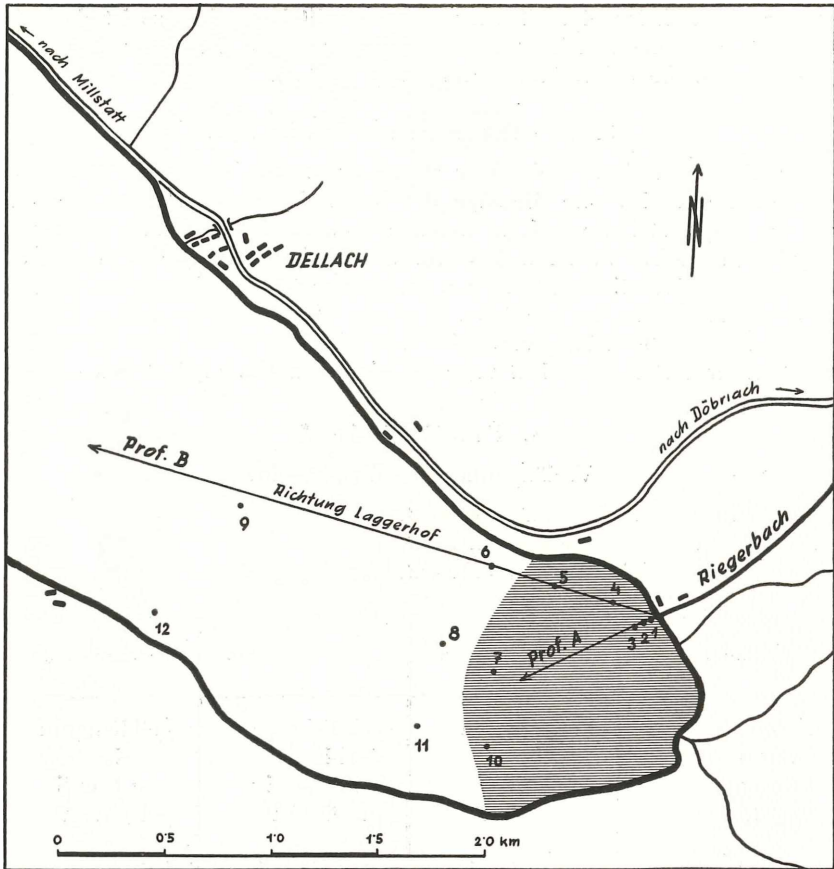
I. Profillinie A

Verlängerung des Riegerbaches

1. 20 m von der Mündung entfernt.
2. 60 m von der Mündung entfernt.
3. 100 m von der Mündung entfernt.

Schlämme	Nr. 1, Tiefe 4,7 m	Nr. 2, Tiefe 20 m	Nr. 3, Tiefe 33,5 m
Farbe	hellgelbgrau	gelblichgrau	gelblichgrau
Geruch	fischig	fischig	fischig
Körnung	feinsandig	feinstsandig	feinstsandig
Reaktion	pH über 9	pH über 9	pH über 9
Organismen, Stk/m ²	Orthocladinae 90	Orthocladinae 220 Procladius 40	keine
Mikr. Untersuchung			
Min. Teilchen	vorw.	vorw.	vorw.
Detritusballen	—	selten	selten
Pflanzl. Gewebereste	—	selten	selten

Tab. 3



 Sediment merklich von den Abgängen des Magnesitwerkes beeinflusst

Abb. 2. Millstätter See
Schlammmentnahmestellen, Juli 1958

Die angeführten drei Schlämme stellen das von den Abgängen des Magnesitwerkes typisch beeinflusste Sediment dar. Der pH-Wert wurde an dem im Schlamm befindlichen Wasser (Schlammwasser) gemessen. Die Korngröße nimmt naturgemäß von der Einmündung des Riegerbaches weg etwas ab. Die Besiedlung mit Makroorganismen ist äußerst gering, doch war

sie nach dem niederen pH-Wert noch geringer zu erwarten. Ein wichtiger Faktor für das geringe Auftreten von Organismen ist ferner das äußerst geringe Nahrungsangebot, da der Schlamm fast ausschließlich aus mineralischen Teilchen besteht und nur vereinzelte aus dem Bach eingeschwemmte Blätter als Nahrungsquelle dienen.

II. Profillinie B

Von der Riegerbachmündung zum Lagerhof

4. ca. 220 m von der Mündung entfernt.
5. ca. 500 m von der Mündung entfernt.
6. ca. 800 m von der Mündung entfernt.

Schlämme	Nr. 4, Tiefe 55,9 m	Nr. 5, Tiefe 75,2 m	Nr. 6, Tiefe 112,5 m
Farbe	gelblichgrau	gelblichgrau	hellgrau
Geruch	fischig	fischig	dumpfig
Körnung	feinstsandig	feinstsandig	feinstflockig
Reaktion	pH über 9	pH über 9	pH 7,2
Organismen, Stk/m ²	Orthocladiinae 90	Orthocladiinae 40	Orthocladiinae 130
Mikr. Untersuchung			
Min. Teilchen	vorw.	vorw.	vorw.
Detritusballen	selten	selten	mittel
Pflanzl. Ge- webereste	selten	selten	—
Crustaceen- panzer	selten	mittel	mittel
Diatomeen- schalen	—	—	hfg.

Tab. 4

Bei Entnahmestelle 4—5 wurde wieder der typische, stark beeinflusste Schlamm gefunden. Eine Änderung gegenüber den oben angeführten drei Proben (1—3) ergibt sich nur in der Untermischung mit Crustaceenpanzern. Das Sediment an der Stelle Nr. 6 zeigt ein gänzlich anderes Bild. Die Farbe ist nicht mehr gelblichgrau, sondern hellgrau und der Geruch ist dumpfig und nicht mehr fischig. Wodurch allerdings der fischige Geruch hervorgerufen wurde, ist nicht bekannt. Interessant ist der pH-Wert des

Schlammwassers, welcher mit 7,2 gemessen wurde und dem Neutralpunkt näher liegt als das Wasser in dieser Tiefe im übrigen See, wie noch im Kapitel 5 ausgeführt wird. Dieser fast beim Neutralpunkt liegende pH-Wert ist erklärlich durch die Zersetzung des Tier- und Pflanzenmaterials im Schlamm, wodurch, wie Neresheimer und Ruttner (21) bereits angeführt haben, ein Kohlensäureüberschuß entsteht und so im Schlammwasser relativ niedrige pH-Werte gefunden werden.

Da die Makroorganismen in Seen mit zunehmender Tiefe im allgemeinen abnehmen (Findenegg, 11), ist im vorliegenden Falle die Zunahme bei Stelle 6 (Tiefe 112,5) gegenüber 4 und 5 (Tiefe 55,9, bzw. 75,2 m) um so bemerkenswerter.

Im mikroskopischen Bild zeigen sich in Probe 6 große Mengen von Diatomeenschalen, welche den Schluß zulassen, daß an dieser Stelle das natürliche Sediment nicht mehr merklich mit dem eingebrachten Magnesitschlamm vermischt wird. Die Grenze der merkbaren Magnesitschlammablagerungen liegt somit zwischen Entnahmestelle 5 und 6.

III. Mittellinie des Sees

7. ca. 800 m von der Riegerbachmündung entfernt.

8. ca. 1000 m von der Riegerbachmündung entfernt.

9. Zwischen Bucher und Waldbauer.

Schlämme	Nr. 7, Tiefe 123,3 m	Nr. 8, Tiefe 125 m	Nr. 9, Tiefe 139,2 m
Farbe	gelblichgrau	dunkelgrau	grau bis schwärzlich
Geruch	fischig	dumpfig	dumpfig
Körnung	feinstsandig	feinstkörnig	feinstkörnig
Reaktion	pH über 9	pH = 7,2	pH = 7,2
Organismen, Stk/m ²	keine	keine	keine
Mikr. Untersuchung			
Min. Teilchen	vorw.	vorw.	vorw.
Detritusballen	selten	mittel	s. hfg.
Crustaceen- panzer	mittel	mittel	selten
Diatomeen- schalen	—	hfg.	s. hfg.

Tab. 5

Bei diesen drei Schlammproben ist wieder auf den ersten Blick zu erkennen, daß Probe Nr. 7 eine stark merkbare Beeinflussung durch den Magnesitschlamm aufweist, während Nr. 8 und Nr. 9 das natürliche Sediment darstellen. Daß an keiner dieser drei Stellen Makroorganismen gefunden wurden, liegt zweifellos an den ungünstigen Sauerstoffverhältnissen in diesen Tiefen. Wie noch ausgeführt, findet sich zwar im Wasser unmittelbar über dem Schlamm (Kontaktzone) ein O_2 -Gehalt von 1,1 mg/l, was wohl für manche Organismen gerade noch ausreichen mag, doch sinkt dieser Wert während längerer meromiktischer Perioden sicher weiter ab.

IV. Profillinie C

entlang des Südufers

10. ca. 300 m vom Südufer und 1000 m von der Riegerbachmündung.
 11. ca. 300 m vom Südufer und 1200 m von der Riegerbachmündung.
 12. ca. 100 m vom Südufer, zwischen Waldbauer und Bucher.

Schlämme	Nr. 10, Tiefe 126,4 m	Nr. 11, Tiefe 132 m	Nr. 12, Tiefe 30 m
Farbe	gelblichgraue und graue Schichten	grau	Oberfl. braun, 10 cm Tiefe grau
Geruch	dumpfig	dumpfig	o. B.
Körnung	feinstsandig	feinstkörnig	feinstkörnig
Reaktion	pH = 8,9	pH = 7,2	pH = 7,2
Organismen, Stk/m ²	Orthocladiinae 40	keine	Orthocladiinae 180 Procladius 90 Pisidium 40
Mikr. U n - t e r s u c h u n g			
Min. Teilchen	vorw.	vorw.	vorw.
Detritusballen	selten	mittel	s. hfg.
Crustaceen- panzer	mittel	selten	selten
Diatomeen- schalen	selten	mittel	s. hfg.

Tab. 6

Bei der Entnahmestelle Nr. 10 ist gerade die Grenze der merkbaren Beeinflussung des natürlichen Schlammes durch die Abgänge des Magnesitwerkes erreicht. Der pH-Wert ist noch etwas erhöht und durch den Schlamm ziehen sich gelblichgraue Schichten. Diatomeenschalen konnten mikroskopisch festgestellt werden, doch nur in geringer Zahl. Nr. 11 stellt ein natürliches, unbeeinflusstes Sediment dar, welches allerdings eine Besiedlung mit Makroorganismen vermissen läßt, doch ist dies, wie bereits ausgeführt, auf die ungünstigen Sauerstoffverhältnisse in diesen Tiefen zurückzuführen. Probe Nr. 12 stellt ebenfalls ein natürliches Sediment dar und zeigt, wie zu erwarten, eine reichlichere Besiedlung mit Mückenlarven und Muscheln.

Nach den dargelegten Untersuchungsergebnissen kann gesagt werden, daß sich der Einfluß der Abgänge des Magnesitwerkes in Radenthein auf den Schlamm im See bis auf eine Entfernung von ca. 800—1000 m von der Riegerbachmündung erstreckt. Das beeinflusste Gebiet ist besonders arm an höheren Organismen, was einerseits durch den niederen pH-Wert, andererseits durch den Mangel an Nahrungsstoffen in dem von mineralischem Schlamm ständig überrieselten Seegrund bedingt ist. Die profundale Fauna des Millstätter Sees weist überhaupt geringe Arten- und Individuenzahlen auf, ein Umstand, der zurückgeführt werden kann auf die geringe Planktonentwicklung (Neresheimer-Ruttner, 21).

4. Trübungsmessungen

Einen wichtigen Teil der durchgeführten Untersuchungen stellen auch die Trübungsmessungen dar. Der Zweck dieser Messungen war weniger eine allgemeine Untersuchung des Millstätter-See-Wassers auf seine Lichtdurchlässigkeit, sondern in erster Linie eine Klärung der Einschichtungsverhältnisse des sehr trüben Riegerbaches.

Als Gerät wurde der von S a u b e r e r (30) konstruierte Durchsichtigkeitsmesser verwendet. Er besteht aus zwei auf einer Schiene verschiebbar angebrachten, wasserdichten Gehäusen. Das eine beherbergt die künstliche Lichtquelle, eine 6 Volt 5 Watt Punktlichtlampe, das andere die Photozelle. Durch ein Linsensystem werden die Lichtstrahlen gut parallel eingestellt. Das Gerät ist durch ein 4-adriges Kabel an den Schalt- und Ablesekasten angeschlossen, an welchem mit Hilfe von Drehwiderständen unter Kontrolle durch ein Amperemeter der von einer Batterie kommende Lampenstrom konstant gehalten wird, ferner der von der Photozelle kommende Strom an einem Mikroamperemeter abgelesen werden kann.

Bei den im folgenden beschriebenen Messungen wurde eine Distanz zwischen Lampen- und Zellengehäuse von 50 cm gewählt. Außer einigen

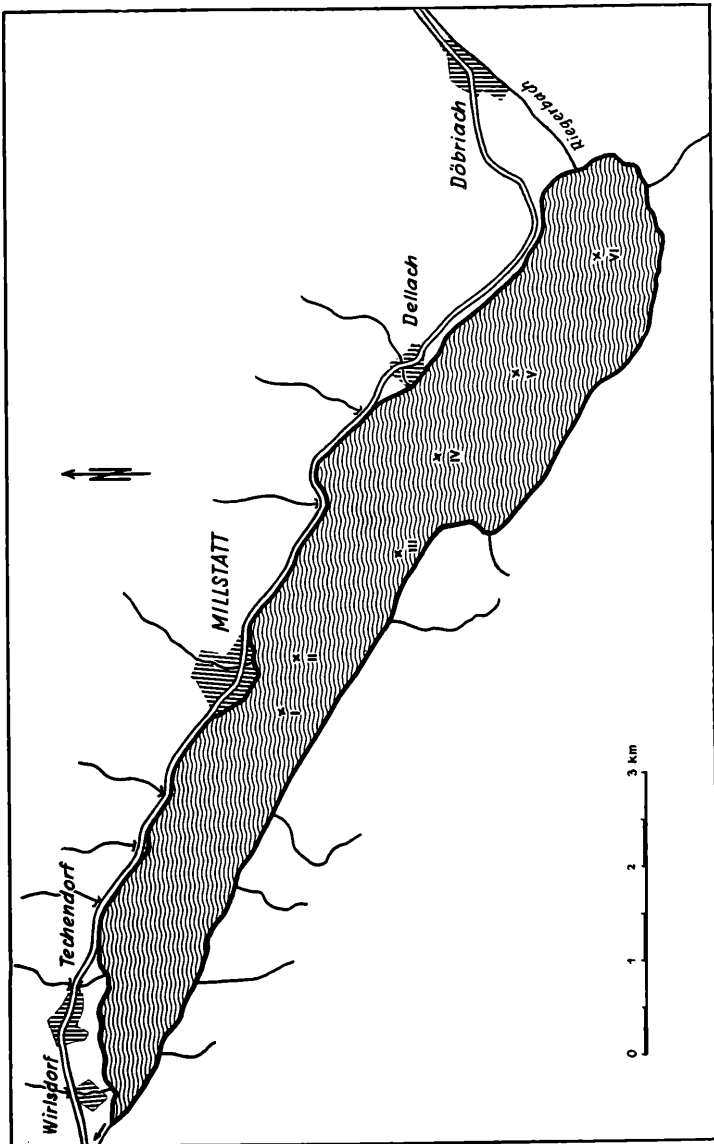


Abb. 3. Millstätter See, Lageplan der Trübungsmeßstellen
Juli 1958

Messungen im unmittelbaren Mündungsbereich des Riegerbaches wurden an sechs verschiedenen Stellen im Millstätter See bis in eine Tiefe von 30 m Durchsichtigkeitsmessungen durchgeführt. Die an zwei Stellen durchgeführten Meßserien bis 70 m Tiefe haben ergeben, daß die Werte unter 30 m praktisch konstant bleiben und daher für vorliegende Untersuchungen ohne

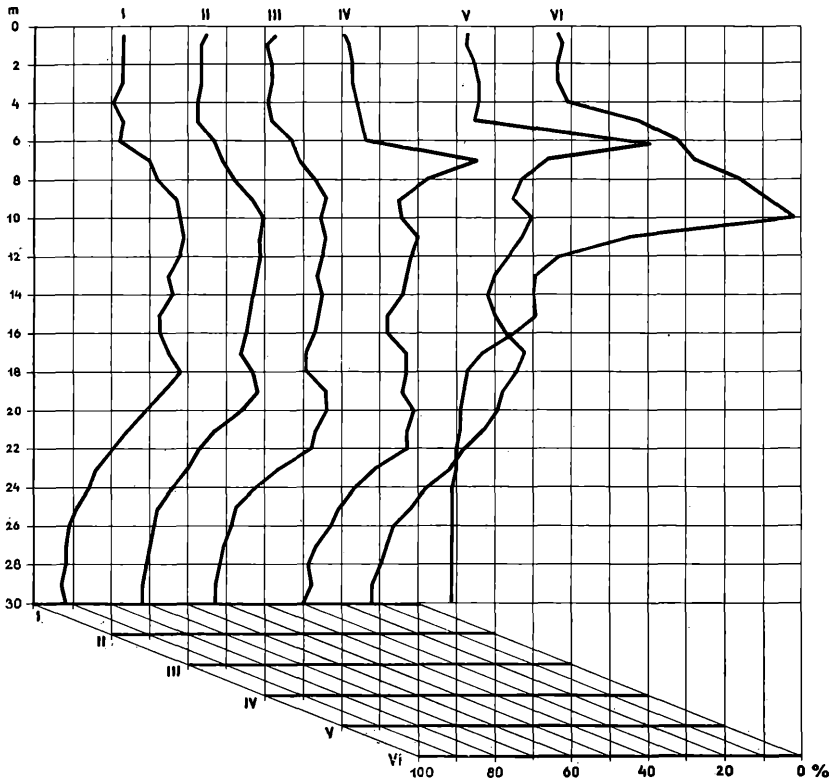


Abb. 4. Millstätter See. Graphische Darstellung der Trübungsmeßergebnisse Juli 1958

Bedeutung sind. Die einzelnen Meßstellen können aus der Übersichtskarte bezüglich ihrer geographischen Lage entnommen werden; die Ergebnisse sind in der graphischen Darstellung zusammengefaßt. Die in diesem Ab-

schnitt angeführten Werte stellen die Lichtdurchlässigkeit in ‰ (Luft = 100 ‰) bei einer Wassermessstrecke von 50 cm dar.

Die an der Oberfläche gemessenen Werte (0,5 m) liegen zwischen 63 und 77, wobei in Richtung zum Riegerbach eine deutliche Abnahme der Werte — d. h. Zunahme der Trübung — zu verzeichnen ist. Bei den sich aus den Werten der Tiefenserie ergebenden Kurven fällt schon bei oberflächlicher Betrachtung auf, daß diese von Meßstelle I, II und III (siehe auch Lageplan der Trübungsmessstellen) — von unbedeutenden Abweichungen abgesehen — parallel verlaufen ohne auffällige Spitzenwerte. An der Stelle IV (Seemitte zwischen Herring und Lagerhof) wurde in einer Tiefe von 7 m eine starke Trübung festgestellt, welche sich natürlich durch eine scharfe Zacke in der graphischen Darstellung (siehe diese) zeigt. Diese Trübung ist bei den Serien V und VI, welche noch näher bei der Riegerbachmündung liegen, wesentlich stärker. Im folgenden eine Gegenüberstellung der kleinsten gefundenen Werte für die Lichtdurchlässigkeit.

Kleinste gefundene Werte in ‰ der Lichtdurchlässigkeit (100 ‰ = Luft)

I. Millstatt, Schloßvilla, Seemitte	20. Juli 1958	61 ‰
II. Schloß Heroldetz — Villa Geritz, Seemitte	20. Juli 1958	60 ‰
III. Promenadensteg Großegg, 200 m v. Seeufer	20. Juli 1958	64 ‰
IV. Herring-Lagerhof, Seemitte	23. Juli 1958	44 ‰
V. Bucher-Waldbauer, Seemitte	18. Juli 1958	19 ‰
VI. Hochwand-Winkelwiese, Seemitte	23. Juli 1958	2 ‰

Diese starke Trübungsschicht geht ohne Zweifel auf den Einfluß des Riegerbaches zurück. Dies scheint erwiesen durch das Auftreten dieser Trübung nur im östlichen Teil des Sees und ihre Zunahme in Richtung Riegerbach, ferner kann das Plankton als Ursache der Trübung (durch die Organismen selbst oder die biogene Entkalkung) ausgeschlossen werden, da in dieser Tiefe keine übermäßig starke Anhäufung von Planktonorganismen festzustellen war, wie in Abschnitt 2 dargelegt wurde. Diese Einschichtung des trüben Riegerbaches konnte noch in einer Entfernung von 3500 m von seiner Mündung (Meßserie IV) deutlich nachgewiesen werden. Ob sich nun diese Trübungsschicht bis zum Herbst in die Höhe von Millstatt ausbreiten wird, kann schwer beurteilt werden. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß sie sich jemals über den ganzen See erstrecken wird, da auch bei Ausbleiben der Vollzirkulation zur Zeit der Homothermie eine Mischung mindestens der obersten 50-m-Zone stattfindet, wie es Finneregg (5, 6, 8, 11) wiederholt nachgewiesen hat, so daß diese Einschichtung zerstört wird. Es ist sehr fraglich, ob sie dann mit Hilfe von

Durchsichtigkeitsmessungen als stärker getrübe Zone von der Oberfläche bis zur Durchmischungsgrenze festgestellt werden kann. Ob die Zone einer etwas stärkeren Trübung, welche in fast allen Meßserien (außer IV) in einer Tiefe zwischen 17 und 20 m feststellbar war (siehe graphische Darstellung), auf eine Einschichtung des trüben Riegerbachwassers zur Zeit einer noch nicht soharf ausgeprägten Temperaturschichtung (nach der Homothermie) zurückzuführen ist, kann als wahrscheinlich, aber nicht als sicher bezeichnet werden.

Ursprünglich war geplant, auch im unmittelbaren Mündungsbereich eine Anzahl Messungen durchzuführen, um den Riegerbach bei seiner Einschichtung in den See zu verfolgen. Bedauerlicherweise war durch die starken und anhaltenden Regenfälle die Wasserführung des Riegerbaches enorm angestiegen, außerdem stand wegen eines Gebrechens ein Teil des Magnesitwerkes still und es gelangte fast kein trübes Abwasser in den Bach, weshalb die Messungen abgebrochen werden mußten, da die Untersuchungen keine eindeutigen und sicheren Werte lieferten.

5. Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Werte

Außer den bereits beschriebenen Untersuchungen wurde das Wasser des Millstätter Sees auch in chemischer Hinsicht untersucht. Es soll jedoch in dieser Arbeit nur auf Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH-Wert eingegangen werden, Faktoren, welche wichtig erscheinen im Hinblick auf die Einschichtung des Riegerbaches und dessen Einfluß auf den See.

Die Temperaturuntersuchungen wurden durchgeführt mit dem in Kaisermühlen entwickelten Temperaturlot „TL Kaisermühlen“ (17). Es soll hier wieder die Meßstelle Seemitte zwischen Bucher und Waldbauer herausgegriffen und auch im folgenden graphisch dargestellt werden.

An der Oberfläche wurde eine Temperatur von $23,9^{\circ}\text{C}$ gemessen. Zwischen 5 m und 15 m war ein starker Temperaturabfall zu verzeichnen, ab 100 m Tiefe blieb die Temperatur konstant bei $4,1^{\circ}\text{C}$.

Wie bereits beschrieben, schichtete sich der Riegerbach zwischen 6 und 8 m Tiefe ein. Wenn es auch zu erwarten war, den Riegerbach innerhalb der Sprungschichte wiederzufinden, so hätte man diesen, seiner Temperatur entsprechend, doch etwas tiefer unten vermutet, denn in der Schichte zwischen 6 und 8 m herrschte eine Temperatur von $15,0^{\circ}\text{C}$ bis $18,3^{\circ}\text{C}$, während der Riegerbach zur Zeit der Untersuchung Temperaturen von $12,5^{\circ}\text{C}$ bis $13,5^{\circ}\text{C}$ aufwies. Als Erklärung dafür mag gelten, daß der Bach beim Eintritt in den See durch Berührung und Mischung mit dem Seewasser eine gewisse Erwärmung erfährt.

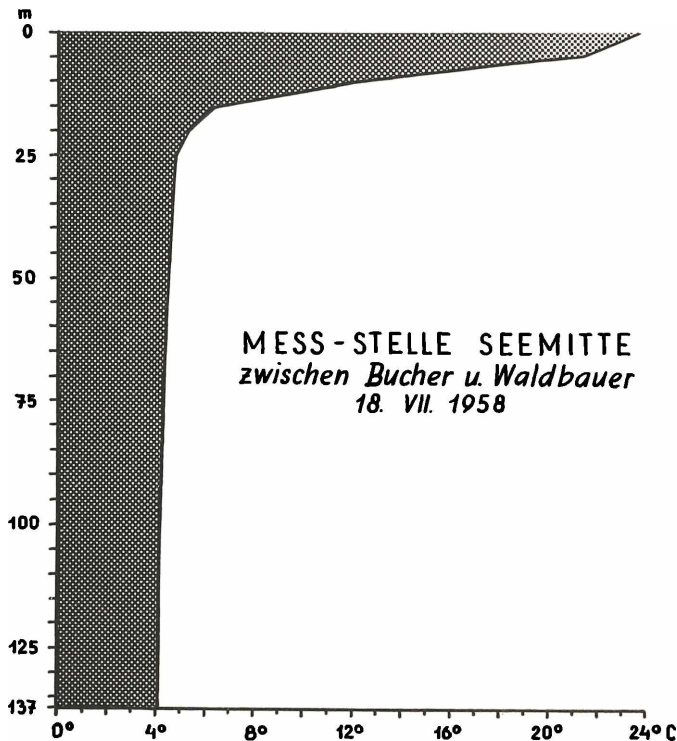


Abb. 5. Millstätter See, Temperatur

Wie schon im Abschnitt „Trübungsmessungen“ besprochen, wurde die starke Trübungsschichte bei „Hochwand-Winkelwiesen“, das ist nahe der Riegerbachmündung, in einer Tiefe von 7 bis 11 m gefunden. Diese Einschichtung kann als jünger angesehen werden. Es ist anzunehmen, daß zu Zeiten der Ausbildung der Schichtung im Bereich „Bucher — Waldbauer“ im See wie auch im Riegerbach selbst tiefere Temperaturen herrschten und sich die Einschichtung etwas tiefer vollzogen hat.

Die zweite Tiefeneinschichtung, welche zwischen 17 bis 22 m festgestellt wurde, scheint zu einem Zeitpunkt stattgefunden zu haben, als sich nach Durchmischung zur Zeit der Homothermie das Epilimnion und Hypolimnion noch nicht scharf herausgebildet hatte. Nach den vorgefundenen O_2 -Verhältnissen kann mit Sicherheit gesagt werden, daß im Herbst 1957 oder Frühjahr 1958 eine Vollzirkulation stattgefunden hat.

	Neresheimer Ruttner (21)	Findenegg (5)	Findenegg (6)	Findenegg (8)	Findenegg (11)	Bundesanstalt Kaisermühlen
	Okt. 1927	Sept. 1931	Mai 1932	Juli 1937	Frühj. 1954	Juli 1958
Oberfläche.	—	9,9	10,4	10,2	10,2	9,1
10 m	9,8	—	10,5	—	9,5	14,0
20 m	—	8,2	9,8	8,5	8,9	10,0
40 m	—	—	—	7,0	6,9	—
50 m	8,3	—	6,8	—	—	—
60 m	—	5,4	—	4,7	4,0	9,3
80 m	—	4,3	—	—	2,0	—
90 m	—	—	—	1,5	—	—
100 m	7,3	2,4	1,4	—	—	9,1
135 m	—	—	—	—	—	6,8
137 m	—	—	—	—	—	5,1 *

Tab. 7 Millstätter See, O_2 -Werte in mg/l

Aus obiger Tabelle gehen anschaulich die Sauerstoffverhältnisse im Millstätter See in den letzten 26 Jahren hervor. Wir sehen auch daraus, daß dieser See von Findenegg mit Recht als meromiktischer Typ bezeichnet wird, wenn auch dieser Zustand manches Jahr unterbrochen wird, wie es für den Winter 1926/27 und 1957/58 nachgewiesen erscheint, daß eine Vollzirkulation stattgefunden hat. Die Regel ist offenbar die, daß sich der See zur Zeit der Homothermie nur bis ca. 50 m Tiefe durchmischt, wie es nach den Untersuchungen von Findenegg zumindest für die Jahre 1930/31, 1931/32, 1936/37 und 1953/54 sichergestellt ist. Daß die Zirkulationen nicht jährlich mit der gleichen Regelmäßigkeit ablaufen, wurde auch beispielsweise — wie Liepolt (19, 20) dargelegt hat — beim Zeller See nachgewiesen; bei diesem See scheint aber die Vollzirkulation zum normalen Jahresablauf zu gehören, doch ist das Ausbleiben einer solchen für 1953/54 (Winter- und Frühjahrszirkulation) sichergestellt.

Außer den dargelegten O_2 -Untersuchungen in den verschiedenen Tiefenstufen wurde der O_2 -Gehalt des Wassers bestimmt, welches sich 10 cm oberhalb des schwarzen, suppiden Schlammes in einer Tiefe von 138 m befand. Diese Probe ergab einen O_2 -Gehalt von 1,1 mg/l. Das O_2 -Zehrungsvermögen des Schlammes ist demnach so stark, daß der wenige Monate vorher durch die Vollzirkulation in die Tiefe gebrachte Sauerstoffvorrat

* 1 m über Grund.

nicht ausgereicht hat, im Schlamm wenigstens für einige Zeit für höhere Organismen erträgliche Verhältnisse zu schaffen. Daß bei Ausbleiben der Vollzirkulation die profundalen Lebensbedingungen bezüglich O_2 noch wesentlich ungünstiger liegen, braucht wohl nicht sonderlich hervorgehoben und erwähnt zu werden. Nach dem Dargelegten liegt in den schlechten Sauerstoffverhältnissen in größeren Tiefen knapp über dem Boden die Ursache, daß die eigentliche Seewanne keine, bzw. eine äußerst geringe Besiedlung mit höheren Organismen aufweist.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der naturgemäß die gesamte Tier- und Pflanzenwelt beeinträchtigt, ist der pH-Wert. In einem normalen, unbeeinflussten See finden sich im Sommer an der Oberfläche immer relativ hohe pH-Werte, welche bedingt sind durch den CO_2 -Entzug des Phytoplanktons bei der Assimilation. Unter einer Tiefe von ca. 15 m, wo wegen des geringen Lichtangebotes und der tiefen Temperaturen die Assimilations-tätigkeit der Pflanzen aufgehört hat oder zumindest nur in geringfügigem Maße stattfindet, sinkt der pH-Wert im allgemeinen auf 7,8 und darunter.

Im Millstätter See liegen die Verhältnisse grundlegend anders. Das ganze Jahr über wird dem See laufend durch den Riegerbach stark alkalisches Wasser zugeführt, so daß eine Beeinflussung des Seewassers und eine Erhöhung seines pH-Wertes auch in den Tiefenschichten nicht ausbleiben kann. Ein Vergleich der Werte, welche in folgender Tabelle zusammengestellt sind, mögen die pH-Schichtungen in Seen erläutern.

	Lunzer See	Klopeiner See	Gardasee	Millstätter See		
	Neresheimer - Ruttner (21)	Czernin (2)	Leutelt (18)	Neresheimer - Ruttner (21)	Findenegg (5)	Bundesanstalt Kaisermühlen
	Sept. 1924	Aug. 1952	Mai 1952	Okt. 1927	Okt. 1931	Juli 1958
Oberfläche	8,18	8,2	8,0	—	8,92	9,3
10 m	7,98	8,1	—	8,78	8,80	9,4
20 m	7,67	7,6	7,9	—	—	9,0
30 m	7,57	7,4	—	—	—	—
40 m	—	—	—	—	7,75	—
50 m	—	—	7,8	8,58	—	—
60 m	—	—	—	—	—	9,0
100 m	—	—	7,7	8,51	7,59	9,0
135 m	—	—	—	—	—	9,0
137 m	—	—	—	—	—	8,9

Tab. 8. pH-Werte verschiedener Seen

Die pH-Werte des Epilimnions sind, wie bereits erwähnt, sehr stark abhängig von der Assimilation des Phytoplanktons, weshalb sie jahreszeitlich sehr starken Schwankungen unterworfen sind. Besonders im Sommer und während lang andauernder Schönwetterperioden werden Werte von über 8 erreicht.

Dennoch bezeichnet Ruttner (21) die von ihm gefundenen Werte als ungewöhnlich hoch und stellt diesen als Vergleich die gefundenen Werte des Lunzer Sees, welche auszugsweise in obiger Tabelle dargelegt wurden, gegenüber. Auch Findenegg (5) bezeichnet die von ihm im Oktober 1931 gefundenen pH-Werte im Epilimnion des Millstätter Sees als „auffallend hoch“, hingegen die des Hypolimnions als normal.

Da die pH-Werte in den oberen Wasserschichten sehr schwankend sind, ist eine sichere Beurteilung wesentlich erschwert. Im Hypolimnion liegt der pH-Wert nach allgemeinen Ausführungen in der Nähe von 7,5 (siehe auch Tabelle), in einzelnen Fällen eventuell etwas tiefer, wie zum Beispiel im Zeller See (19, 20).

Vergleichen wir nun die im Hypolimnion des Millstätter Sees gefundenen pH-Werte, so fallen vorerst die hohen Werte von 1927 auf, dann die verhältnismäßig niederen von 1931 und die außerordentlich hohen von 1958. Daß diese im Zusammenhang stehen mit den bereits durch die O₂-Untersuchungen sichergestellten meromiktischen und holomiktischen Perioden, ist augenfällig. Durch die Vollzirkulation werden die durch den Riegerbach stark alkalisch gemachten Wassermassen in die Tiefe gebracht und beeinflussen so den pH-Wert des Sees im gesamten Hypolimnion.

Untersuchungen des Riegerbaches haben ergeben, daß dieser unterhalb der Abwassereinleitung der Radentheiner Magnesit AG sehr stark alkalisch ist.

Im folgenden eine Gegenüberstellung von pH-Werten (19. bis 23. Juli 1958, Bundesanstalt Kaisermühlen) zur Erhärtung dieser Tatsache.

Riegerbach oberhalb Radenthein	pH 7,8
Riegerbach bei Mündung	pH 9,5 — 10,1 *
Abwasser der Magnesit AG.	pH 10,14

Aus dem Dargelegten geht hervor, daß die Wassermasse des Millstätter Sees durch den Riegerbach, welcher seine abnormale alkalische Reaktion den Abwässern des Magnesitwerkes verdankt, sehr stark beeinflusst wird.

Nur werktags; Samstag und Sonntag wurden wesentlich niedrigere Werte gemessen, auch war das Wasser an diesen Tagen klar und führte offensichtlich kein Abwasser.

Da das Assimilationsvermögen der Pflanzen in alkalischer Lösung stark abnimmt, muß die Produktivität eines Sees mit so hohem pH-Wert ebenfalls gering sein, wie auch aus dem relativ armen Plankton zu erkennen war. Es sei noch erwähnt, daß der Riegerbach — nach den Untersuchungen der Bundesanstalt — in biologischer Hinsicht als verödet zu bezeichnen ist, was einerseits auf den hohen pH-Wert zurückzuführen ist, andererseits auf die im Bachwasser vorhandenen Feststoffe, dem sogenannten „Magnesitschlamm“, welche sich an der Gewässersohle ablagern und ein ziemlich hart zusammengebackenes Sediment bilden. Durch diese Verhältnisse im Riegerbach wird es den Seeforellen unmöglich gemacht, zur Fortpflanzungszeit in diesen Bach aufzusteigen und die natürlichen Laichplätze aufzusuchen. Auf die Ergebnisse der Untersuchung des Riegerbaches soll jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden.

6. Zusammenfassung

Das Plankton des Millstätter Sees ist auffallend arm. Dies kann, wie schon seinerzeit Neresheimer und Ruttner (21) festgestellt haben, auf den hohen pH-Wert zurückzuführen sein, welcher durch das Fehlen von freier Kohlensäure die Assimilation des Sees herabsetzt. Gegenüber den Untersuchungen vergangener Jahre ergab sich eine Veränderung in der Zusammensetzung der Arten, doch kann nach diesen einmaligen Untersuchungsergebnissen nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob diese Änderung eine grundsätzliche und dauernde ist oder nur eine temporäre, bedingt durch das gelegentliche Auftreten der völligen Durchmischung. Im Phytoplankton war nicht die *Cyclotella* (nach Keißler (16) und Neresheimer und Ruttner (21), *Cyclotella comta*, nach Findenegg (9, 10) *Cyclotella comensis*) vorherrschend, sondern *Fragilaria crotonensis*. Im Zooplankton wurde *Diaptomus laciniatus* als einziger Vertreter der Gattung gefunden. Diese Art war bis jetzt aus dem Millstätter See noch nicht bekannt, wohl aber ihr häufiges Vorkommen im Bodensee; es wurde nach verschiedenen Autoren nur *Diaptomus gracilis* und *Diaptomus castor* im Millstätter See festgestellt.

Die profundale Fauna ist nach den vorliegenden Untersuchungen als arten- und individuenarm zu bezeichnen. Die Ursache muß gesucht werden in der Verdünnung der Nährstoffe durch die sich aus dem Riegerbach absetzenden mineralischen Magnesitfabrikationsabgänge, in der Erhöhung des pH-Wertes des Schlammwassers (zumindest im Bereich der Riegerbachmündung) sowie in der geringen Planktonproduktion. Auf die Relation Plankton — profundale Besiedlung wurde bereits von Neresheimer und Ruttner (20) hingewiesen. Der stark merkliche Einfluß der Ab-

gänge des Magnesitwerkes Radenthein auf den Seeschlamm erstreckt sich bis auf eine Entfernung von 800 bis 1000 m von der Riegerbachmündung. Als typische Kriterien für die Beeinflussung, bzw. den natürlichen Zustand des Schlammes sind die pH-Werte des Schlammwassers sowie die Häufigkeit von Organismenresten (Diatomeenschalen etc.) zu bezeichnen.

Der Millstätter See wird allgemein als meromiktischer See (Durchmischungsgrenze 50 bis 60 m) bezeichnet. Nach den Untersuchungsergebnissen (pH-Werte und O_2) besteht jedoch kein Zweifel, daß zu Winterbeginn oder im Frühjahr zur Zeit der Homothermie im Jahre 1957/58 eine Vollzirkulation stattgefunden hat. Nach den publizierten bis jetzt gefundenen pH-Werten und O_2 -Messungen scheint die letzte Vollzirkulation 31 Jahre vorher (1926/27) erwiesen. Durch diese völlige Durchmischung des Sees kommt nicht nur der Sauerstoff, sondern auch der hohe pH-Wert bis in die größten Seetiefen.

An Hand der Durchsichtigkeitsmessungen konnte nachgewiesen werden, daß sich der stark trübe Riegerbach in einer Tiefe von 6 bis 10 m im See einschichtet. Diese Trübungszunge konnte noch in einer Entfernung von 3500 m von der Riegerbachmündung deutlich nachgewiesen werden. Es ist nicht anzunehmen, daß sich diese Schichte jemals über den gesamten See ausbreitet, da sie auch während der meromiktischen Perioden zerstört wird.

Aus den Untersuchungen, welche auch im Riegerbach durchgeführt wurden, geht eindeutig hervor, daß der hohe pH-Wert des Bachwassers und die starke Belastung durch mineralischen Schlamm, welcher auch die starke Trübung hervorruft, durch industrielles Abwasser verursacht wird.

Literatur

1. Brchm V. und Zederbauer E.: „Beiträge zur Planktonuntersuchung alpinen Seen III“. Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien 1905.
2. Czernin-Chudenitz C. W.: „Ökologische Untersuchungen über das Phytoplankton des Klopeinsees in Kärnten“. Arch. f. Hydrobiol., Bd. 51, Stuttgart 1955.
3. Eckel O.: „Temperaturprobleme der Alpengseen“. La Meteorologie, 1957.
4. Fehlmann W., Minder L.: „Beitrag zum Problem der Sedimentbildung und Besiedlung im Zürichsee“. Festschr. f. Zschokke Nr. 11, Basel 1920.
5. Findenegg I.: „Beobachtungen an den Kärntner Seen“. Carinthia II, Jg. 121/22, Klagenfurt 1932.
6. Findenegg, I.: „Alpengseen ohne Vollzirkulation“. Intern. Revue d. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. 28, Leipzig 1933.
7. Findenegg I.: „Umschichtungsvorgänge im Millstätter- und Weißensee in Kärnten“. Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. 31, 1934.

8. Findenegg I.: „Einige physikalische und chemische Beobachtungen an Kärntner Gewässern“. Carinthia II, Jg. 131, Klagenfurt 1941.
9. Findenegg I.: „Über die Lichtansprüche planktischer Süßwasseralgcn“. Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissensch., Abt. I, Bd. 155, Wien 1947.
10. Findenegg I.: „Versuch einer soziologischen Gliederung der Kärntner Seen nach ihrem Phytoplankton“. Angew. Pflanzensoziologie, Festschr. Aichinger, Bd. 1, Klagenfurt 1954.
11. Findenegg I.: „Die profundale Fauna der Kärntner Seen und ihr Verhältnis zu deren Trophiezustand“. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., Suppl. VIII, 1955.
12. Findenegg I.: „Einführung in die Limnologie der Kärntner Seen“. Verh. d. Deutschen zool. Ges., Graz 1957.
13. Findenegg I.: „Trophiezustand und Produktion der Kärntner Seen“. Verh. internat. Ver. Limnol., Bd. XIII, Stuttgart 1958.
14. Haempel O.: „Biologische und fischereiliche Typen der Alpenseen“. Verh. internat. Ver. Limnol., Bd. V, 1931.
15. Jaag O.: „Die neuere Entwicklung und der heutige Zustand der Schweizer Seen“. Verh. internat. Ver. Limnol., Bd. X, 1949.
16. Keissler K.: „Das Plankton des Millstätter Sees Kärnten“. Osterr. bot. Zeitschr., Jg. 1904.
17. Knic K. und Gams H.: „Temperaturmeßgerät Modell Kaisermühlen TE“. Osterr. Wasserwirtschaft, Jg. 10, Wien 1958.
18. Leutelt-Kipke S.: „Hydrochemische Beobachtungen von einigen Südtiroler Mittelgebirgs- und Alpenrandseen“. Ber. d. Naturwissenschaftl.-mediz. Ver., Jg. 34, Innsbruck 1933/34.
19. Liepolt R.: „Die Verunreinigung des Zeller Sees“. Wasser und Abwasser, Wien 1957.
20. Liepolt R.: „Zur limnologischen Erforschung des Zeller Sees Salzburg (2. Mitteilung)“. Wasser und Abwasser, Wien 1958.
21. Neresheimer E. und Ruttner F.: „Der Einfluß der Abwässer des Magnesitwerkes in Radenthein auf den Chemismus, die Biologie und die Fischerei des Millstätter Sees in Kärnten“. Zeitschr. f. Fischerei u. deren Hilfswissensch., Bd. XXVII, Neudamm und Berlin 1929.
22. Pesta O.: „Hydrobiologische Studien über Ostalpenseen“. Arch. f. Hydrobiol., Suppl. Bd. II, 1923.
23. Ruttner F.: „Die Verteilung des Planktons in Süßwasserseen“. Handb. d. biol. Arbeitsmeth., E. Abderhalden 1934.
24. Ruttner F.: „Untersuchungen über die biochemische Schichtung in einigen Seen der Ostalpen“. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, Bd. XVI, Wien 1933.
25. Ruttner F.: „Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen“. Arch. f. Hydrobiol., Bd. XXXII, 1937.
26. Ruttner F.: „Die Randseen der österreichischen Alpen“. Verh. internat. Ver. Limnol., Bd. X, 1949.
27. Rylov M. W.: „Das Zooplankton der Binnengewässer“. Die Binnengewässer, Bd. XV, Stuttgart 1935.

28. Sauberer F.: „Über die Lichtverhältnisse der Binnenseen“. Biol.-klimatische Beiblätter, Braunschweig 1939.

29. Sauberer F.: „Beiträge zur Kenntnis der optischen Eigenschaften der Kärntner Seen“. Arch. f. Hydrobiol., Bd. XLI, 1945.

30. Sauberer F.: „Zur Durchsichtigkeitsmessung in Gewässern“. Wetter und Leben. Zeitschr. f. prakt. Bioklimatologie, Jg. 10, Wien 1958.

31. Steuer A.: „Ein Beitrag zur Kenntnis der Cladoceren- und Copepodenfauna Kärntens“. Verh. d. zool. bot. Ges., Bd. XLVII, Wien.

32. Thienemann A.: „Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See“. Die Binnengewässer, Stuttgart 1928.

33. Utermöhl H.: „Zur Vervollkommenung der quantitativen Phytoplankton-Methodik“. Mitt. d. internat. Verein. Limnol., Stuttgart 1958.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [1958](#)

Autor(en)/Author(s): Weber Edmund

Artikel/Article: [Limnologische Untersuchungen im östlichen Teil des Millstätter See 102-124](#)