

D II 90389/30

Überreicht vom Verfasser

Sonder-Abdruck aus dem Archiv für Hydrobiologie. 1931.
Bd. XXIII. S. 138—156.

N: 7. N: 12, 4/1931

Thermik und Sauerstoffverteilung im Hallstätter See.

Von Regierungsrat Dr. FRIEDRICH MORTON, Hallstatt.

(Aus der Botan. Station in Hallstatt, N. 30.)

B. Die Sauerstoffverteilung im Hallstätter See.

Mit 5 Textabbildungen und 11 Tabellen.

Die ersten Angaben über den Sauerstoff im Hallstätter See sind in meiner Arbeit „Temperatur- und Sauerstoffmessungen im Hallstätter See“ (Archiv. XX. S. 212—213) enthalten. Im Jahre 1930 wurde eine größere Zahl von Sauerstoffanalysen vorgenommen, die in Tabelle XV zusammengestellt sind. Alle Angaben sind in mg für 1 Liter ausgedrückt. Die Wasserproben entstammen, soweit es sich um die Tabelle XV handelt, alle der Seemitte zwischen dem Waldbachdelta und Grubkreuze.

Um auch die Sauerstoffverteilung in den größten Seetiefen, die zwischen dem Wehrgraben und Hundsort liegen, kennen zu lernen, wurden beim Wehrgraben entsprechende Wasserentnahmen und Analysen durchgeführt und in Tabelle XVI zusammengestellt.

Die Tabelle XV zeigt, daß die im Wasser gelöste Sauerstoffmenge bis in die Tiefe eine große ist. Wir finden beispielsweise am 19. IV. 1930 an der Oberfläche 12,04 mg und bei 1 m 12,25 mg. Bei 5 m beträgt der Sauerstoffgehalt 11,9 mg, bei 10 m finden wir eine Abnahme um 0,24 mg, bei 30 m um 0,34 mg. Die Gesamtabnahme von 1 m auf 30 m beträgt bloß 0,93 mg. Auch zwischen 30 m und 50 m ist der Abfall nur 0,65 mg. Bei 60 m ist sogar um 0,03 mg mehr vorhanden als bei 50 m. Erst von ungefähr 60 m angefangen können wir einen steileren und gleichmäßigen Abfall beobachten. Die Sauerstoffkurve vom 19. VIII. 1930 (auf Fig. 6) zeigt deutlich den geringen Abfall bis 60 m und die daraufhin einsetzende starke und gleichmäßige Abnahme bis zur größten Tiefe von 123,5 m.

Die Tabelle XVI zeigt den starken Sauerstoffschwund in den großen und größten Tiefen, der einem gleichmäßigen, starken Abfalle entspricht.

Tabelle XV. Sauerstoffschichtung im Jahre 1930.

13. IV.		19. IV.		3. V.		17. V.		24. V.		7. VI.		13. VI.		21. VI.	
m		m		m		m		m		m		m		m	
100	5,26	100	6,25	100	6,88	103,5	5,55	100	6,92	100	6,75	104	6,17	100	6,43
50	10,43	60	10,70	90	8,92	90	8,12	60	9,45	60	10,18	100	6,12	50	11,12
30	10,58	50	10,67	60	10,19	40	10,25	10	10,62	20	11,04	60	9,83	25	11,48
10	10,93	30	11,32	40	10,63	10	10,78	3	10,48	10	11,14	15	11,76	10	12,23
5	11,52	10	11,66	20	10,95	3	10,84	0	10,59	0	10,96	5	11,72	3	11,22
3	11,68	5	11,90	3	11,30	0	10,92					0	11,27	0	11,20
1	11,81	3	11,96	0	11,50										
0	10,98	1	12,25												
		0	12,04												

20. VII.		26. VII.		29. VII.		1. VIII.		17. VIII.		19. VIII.		23. VIII.		10. IX.	
m		m		m		m		m		m		m		m	
95	6,63	20	10,61	89	7,50	100	6,13	20	10,42	100	6,28	91	7,77	35	10,12
60	9,81	10	10,47	85	7,55	90	7,75	10	10,73	90	7,14	89	8,12	3	11,43
30	10,02	5	10,38	80	8,60	80	8,62	5	10,72	80	8,41	80	8,66	0	11,00
15	10,93	2	10,35	75	9,49	60	9,53	2	11,06	70	9,43	70	9,33		
10	10,76	0	10,43	60	10,07	0	10,38	0	10,40	60	10,07	60	9,71		
5	10,33			20	10,65					50	9,95				
4	10,46			15	11,21					5	10,78				
0	10,14			5	10,54					0	10,63				
				0	10,92										

In der größten Tiefe, bei 123,5—124 m, ist nur mehr wenig Sauerstoff vorhanden. Doch schwankt die Menge an verschiedenen Stellen recht beträchtlich. Während am 1. VIII. in 123,5 m 2,744 mg festgestellt wurden, ergab eine unweit davon gelegene Stelle (ebenfalls 123,5 m) am 26. VIII. 1,517 mg, am 19. VIII. eine ähnliche Stelle 1,124 mg und am 20. VIII. (124 m) 0,362 mg. Die geringste Sauerstoffmenge wurde am 29. IX. bei 123 m zwischen dem Wehrgraben und Hundsort in Seemitte mit 0,0361 mg festgestellt, war also fast Null. Sämtliche Werte stellen Mittelwerte von je zwei Parallelanalysen dar, die meistens nur um Hundertstel Milligramm voneinander abwichen.

Bei diesen minimalen Werten sind wir zweifellos bereits im Bereiche der *Mikroschichtung*. Es ist außerordentlich schwer, mit der Schöpfflasche in größerer Tiefe eine Wasserprobe so zu entnehmen, daß die Flasche gerade über dem Grunde steht, ohne diesen zu berühren bzw. Schlamm aufzuwirbeln. Jedenfalls kann der Verlauf der Mikroschichtung nicht verfolgt werden. Die gefundenen Minimalwerte bestätigen nun, daß eine Mikroschichtung vorliegt. Die Probe vom 29. IX. (123 m) zeigte eine leichte Schlammtrübung, da die Flasche etwas den Grundschlamm berührte. So erklärt sich der nahezu völlige Mangel an Sauerstoff. Jedenfalls können wir sagen, daß im allgemeinen und für gewöhnlich das O₂-reiche Wasser bis in größte Tiefe reicht, wo erst, durch den O₂-freien Bodenschlamm, eine deutliche Mikroschichtung auftritt. Bezüglich der Makro- und Mikroschichtung sei auf die Arbeit von ALSTERBERG (2) verwiesen.

Die Annahme ALSTERBERG's, daß der Seegrund als Verbraucher von Sauerstoff an erster Stelle steht, hat viel für sich. In den oberen Wasserschichten spielt die Sauerstoffverminderung durch die in Zersetzung befindlichen planktischen Organismen eine Rolle. Am Seegrunde handelt es sich um an den Seeboden gebundene Zersetzungen, deren Wert mit der Tiefe zunimmt. Da diese Zersetzung mit den horizontalen Wassertransporten bzw. O₂-Transporten im Zusammenhange steht, bzw. nur durch diese zustande kommt und die unten im Horizontalen vorhandene O₂-Menge sehr gering ist, so finden wir im profundalen Loch des Hallstätter Sees (Tiefe über 120 m) *eine ganz besonders große O₂-Abnahme*, die anfangs, d. h. über dem Grunde, als ausgeprägte O₂-Mikroschichtung realisiert ist.

Auch RIIKOJA (41 a) schließt sich dieser Auffassung an. Er findet: „daß der Seeboden — als der bedeutendste Sauerstoffkonsument angesehen werden muß. Jedenfalls dürfte die Wirkung des Bodensediments auf die Sauerstoffstratifikation des Wassers größer und andauernder sein, als die der nur zu gewisser Zeit im Wasser schwebenden fäulnisfähigen Körper“ (l. c. S. 12—13).

РІІКОЖА bemerkt ferner ganz richtig, daß Löcher bzw. „kesselartige Vertiefungen“ abweichenden O_2 -Gehalt besitzen. „Die vom Winde hervorgerufenen Strömungen setzen in erster Linie die Wasserschichten bis zum allgemeinen Bodenniveau in Bewegung, während das Wasser der einzelnen Vertiefungen diese Bewegung nur schwach oder fast gar nicht mitmacht.“ (l. c. S. 14.)

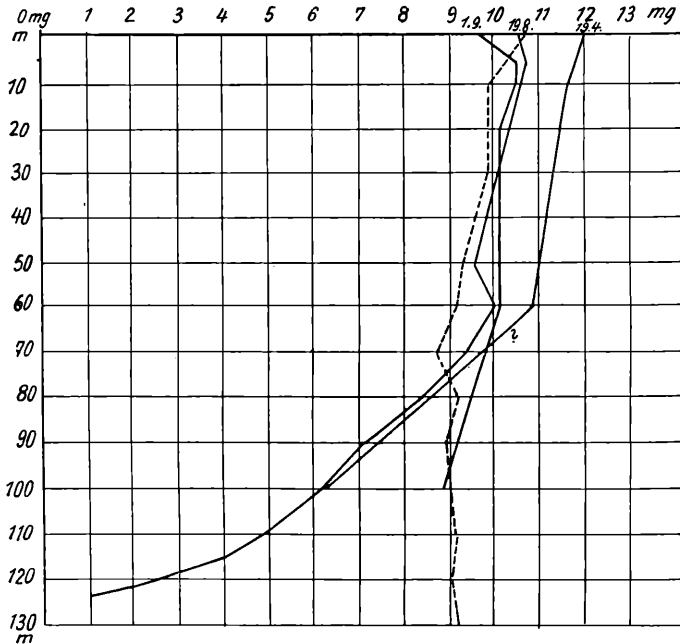


Fig. 6. Sauerstoffkurven für den Hallstätter See (1. IX. 1928, 19. IV. 1930 und 19. VIII. 1930) und Traunsee (— — — — 27. VIII. 1930.)

Jedenfalls ist auch im Hallstätter See der Schlamm sauerstofffrei und Proben, bei deren Entnahme die Schöpfflasche mit ihrem untersten Teile in den Schlamm einsank, zeigen dementsprechend einen fast an Null grenzenden Sauerstoffgehalt. Die Fig. 6, u. a. darstellend die Sauerstoffverteilung am 19. VIII. 1930, zeigt ganz deutlich die Mikroschichtung über dem Seegrunde und die darüber befindliche Makroschichtung. Die Höhe der der Mikroschichtung entsprechenden Wassersäule scheint auch im Bereiche größerer Seetiefen nicht überall dieselbe zu sein. Darüber sind Untersuchungen noch im Gange. Unmittelbar über dem Schlamme ist das Gefälle zweifellos sehr steil. Mit der Schöpfflasche läßt es sich nur ganz annähernd feststellen, da die Höhe der Schöpfflasche unter Umständen größer ist als der Bereich dieser Mikroschichtung.

Einer sehr interessanten Sache ist ALSTERBERG (2) nachgegangen. Er ging darauf aus, „einen Vergleich zwischen den O_2 -gehalten und den

Temperaturen im gleichen Niveau teils am Grund und teils an der tiefsten Stelle im See, also im freien Wasser zu erhalten. Die Temperaturwerte und die O₂-Proben vom gleichen Niveau wurden zuerst an der Stelle genommen, wo die Schicht im Niveau mit dem Bodenareal gelegen ist. Unmittelbar danach wurden Proben im freien Wasser im gleichen Niveau genommen. . .“ (l. c. S. 263.)

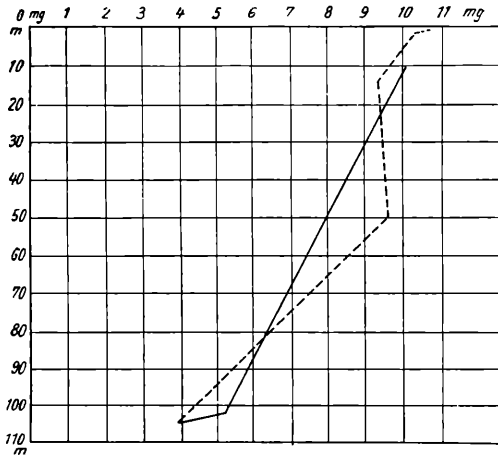


Fig. 7. Sauerstoffkurven für das Profil Grubkreuz—Seemitte (—), Seemitte—Kessel (---) am 13. IX. 1930.

Im folgenden gibt ALSTERBERG einige Beispiele. Wir ersehen (z. B. Odensee in Skåne), daß die Sauerstoffsichtung nicht, wie angenommen wurde, horizontal ist, „. . . sondern sie ist an den Strändern anders beschaffen, denn hier ragen die O₂-armen Schichten des Bodens deutlich gegen eine Randzone vor, die durch die Linie für die Sprungschicht angegeben wird. Oberhalb der Sprungschicht, die vollständig horizontal ist, kann kein Unterschied im O₂-Gehalt festgestellt werden (l. c. S. 264). Zu gleichlautenden Ergebnissen kam LUNDBERG (18 a) im Gösjön-See: „Hierbei konnte ich ohne weiteres konstatieren, daß der O₂-Gehalt in der Wasserschicht draußen im freien pelagischen Wassergebiet höher war und in unmittelbarer Nähe des Bodens auf demselben Niveau tiefer“ (l. c. S. 297).

Am 4. X. 1930 führte ich im Hallstätter See eine entsprechende Untersuchung aus. Das Profil begann neben dem Delta des Waldbaches (zwischen diesem und dem Seebade) und endete in Seemitte (über einer Tiefe von 111,5 m) mit der Richtung: Waldbach—Schloß Grub. Es wurden zunächst 6 Proben jeweils über dem Grunde bei 3,5 m, 7 m, 13,2 m, 19 m, 34 m und 50 m entnommen und darauf nach wenigen Minuten, in der Seemitte aus den entsprechenden Tiefen. Aus der Tabelle XVII sind die entsprechenden Befunde ersichtlich. Der O₂-Gehalt in der Seemitte ist durchgehends höher als bei der Grundserie.

Tabelle XVII. O₂ am Grunde im Ufergebiete und in Seemitte am 4. X. 1930.

Uferserie			Tiefenserie		
Tiefe m	Temp.	O ₂ in mg Liter	Temp.	O ₂ in mg Liter	Differenz O ₂
3,5	10,7	10,488	10,8	10,812	+ 0,324
7	10,6	10,495	10,7	10,637	+ 0,142
13,2	10,7	10,093	10,2	10,334	+ 0,241
19	10,0	10,425	9,8	10,593	+ 0,168
34	7,8	9,6502	7,8	9,8428	+ 0,1926
50	4,8	9,9481	4,8	10,134	+ 0,1861

In der Seemitte wurde außerdem 0,5 m über dem Grunde bei 111 m eine Probe entnommen, die wie die Befunde früherer Serien deutlich die Makroschichtung erkennen läßt. Weitere Proben (bei 90 m usw.) mußten infolge plötzlichen Nordsturmes unterbleiben. Zur besseren Erfassung wurde in Seemitte auch eine genaue Temperaturlotung durchgeführt. Die Abkühlung ist bereits sehr weit fortgeschritten.

Tabelle XVIII. Temperaturschichtung am 4. X. 1930.

Tiefe m	Temp.	Tiefe m	Temp.
0	11,0	25	9,3
1	11,0	30	8,8
2	10,9	32	8,4
4	10,9	33	8,1
5	10,8	34	7,8
6	10,7	35	7,4
7	10,6	38	6,6
9	10,6	40	5,9
10	10,4	50	4,8
15	10,0	60	4,6
20	9,8	111	4,6

Zwischen 0 m und 20 m liegt nur eine Differenz von 1,2^o. Erst zwischen 30 m und 35 m finden wir einen Sprung von 1,4^o; ebenso ist auch der Sprung zwischen 35 m und 38 m stark: 0,8^o. Von der oberen Sprungschichte kann nicht mehr gesprochen werden. Die untere ist wohl erhalten. Dies kommt auch in der O₂-Verteilung zum Ausdruck. Bis 19 m (und wahrscheinlich noch tiefer hinab) ist kein wesentlicher Unterschied. Zwischen 19 m und 34 m finden wir jedoch bereits einen größeren

Sprung (0,7748 mg bei der Uferserie, 0,7502 mg bei der Tiefenserie). Der Sauerstoffgehalt in 111 m Tiefe betrug 3,3465 mg.

Der parallele Verlauf beider Kurven tritt aus Fig. 8 deutlich hervor. Bei 60 m wurde keine Probe entnommen. Auf Grund anderer Befunde kann angenommen werden, daß zwischen 50 m und 60 m kein wesentlicher Unterschied des O₂-Gehaltes besteht.

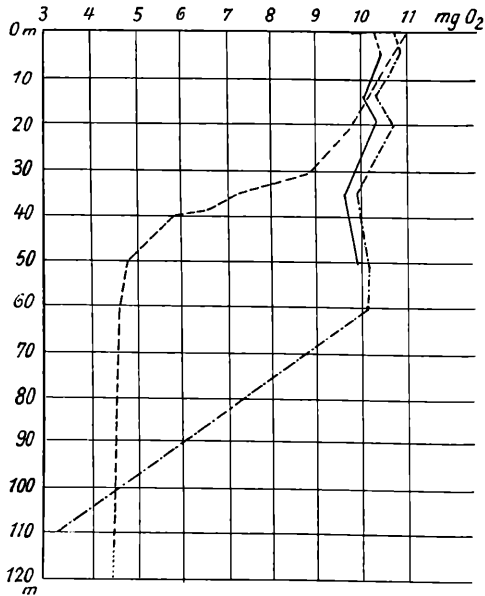


Fig. 8. O₂-Verteilung am 4. X. 1930 am Grunde im Ufergebiete (—) und in Seemitte (— — —). Temperatur in Seemitte (— · — · —).

Tabelle XIX. O₂ am Grunde im Ufergebiete und in Seemitte am 18. X. 1930.

Uferserie			Tiefenserie		
Tiefe m	Temp.	O ₂ in mg Liter	Temp.	O ₂ in mg Liter	Differenz O ₂
8	9,85 ⁰	10,388	9,6	10,163	— 0,225
23	9,20	10,207	9,2	10,198	— 0,009
40,5	5,40	9,5836	5,9	9,8528	+ 0,2692
65,5	4,60	8,883	4,8	8,8268	— 0,0562
90,5	4,40	6,8107	5,2	6,7335	— 0,0772

Eine weitere Ufer- und Tiefenserie wurde am 18. X. 1930 bestimmt und in Tabelle XIX zusammengestellt. Das Profil begann nördlich des Waldbaches und endete in Seemitte (über einer Tiefe von 106,5 m) mit der Richtung: Waldbach—Grubkreuz. Der O₂-Gehalt in der See-

mitte ist aber diesmal, von 40,5 m Tiefe abgesehen, in der Tiefenserie geringer als in der Uferserie. Diese beiden Serien sind zur Erläuterung obiger Annahme nicht geeignet. Sie sind aber aus einem anderen Grunde von Interesse. Offenbar handelt es sich um die Auswirkung komplizierter Vorgänge, so u. a. von Ausgleichsströmen (Kompensationsströmen), wie sie beispielsweise ALSTERBERG (2 e, S. 305) beschreibt.

ALSTERBERG hatte schon früher die Beobachtung gemacht, daß derart aberrante O₂-Konzentrationen auftreten, daß der Gedanke an Analysenfehler auftauchte. So fand beispielsweise LÖNNERBLAD (nach ALSTERBERG, 2 e, S. 304) im Klintsee in Småland bei einer Untersuchung des O₂-Gehaltes in Seemitte und in entsprechender Tiefe am Strande, daß im allgemeinen die Seemitte einen höheren O₂-Gehalt besitzt, daß aber in 6 m und 13,3 m Tiefe die Strandproben mehr O₂ besitzen. ALSTERBERG interpretiert dies in folgender Weise: „Man kann ziemlich überzeugt sein, daß eine derartige an O₂ angereicherte Probe aus dem Wasserkontakt (d. h. die den Boden tangierende Wasserschicht [MORTON]) aus dem mittleren Teile einer relativ mächtigen homothermen Schicht her stammt, dort, wo der Kompensationsstrom von der Pelagiale nach unten abgelenkt wird, nachdem er den Bodenkontakt getroffen hat. Dagegen wird die Probe aus der unteren Grenze einer solchen mächtigen homothermen Schicht, wo der Wasserstrom wieder nach außen und horizontal abgelenkt wird, das umgekehrte Verhältnis zeigen: eine geringere O₂-Konzentration in der Nähe des Schlammes, eine höhere draußen im freien Wasser“ (l. c. S. 304—305).

Vergleichen wir unsere Befunde mit denen HAEMPEL's aus dem Attersee (7), der mit seiner Länge von 19,7 km, seiner durchschnittlichen Breite von 2,3 km (Flächeninhalt 47,25 km²) der größte Alpensee ist und eine Tiefe bis 170,6 m erreicht. Die Verhältnisse liegen bezüglich des O₂-Gehaltes z. T. anders. Wie HAEMPEL (l. c. S. 292—294) schreibt, „... ist die Menge des im Atterseewasser gelösten Sauerstoffes selbst bis in die größten Tiefen dieses Sees erheblich groß; das O₂-Gefälle zeigt von der Oberfläche bis zur Tiefe fast gleichmäßigen Verlauf. . .“ „Unterhalb dieser Tiefen (150—170 m) bis dicht unter dem Grunde steigt der O₂-Gehalt sogar wieder um einige Prozentgrade an, so daß jedenfalls im Profundal das Wasser gut durchlüftet erscheint. . .“

Recht interessant sind die Verhältnisse im Lunzer Untersee (RUTTNER, 41 a). Aus den dieser Arbeit beigelegten Sauerstoffkurven ersehen wir, daß im allgemeinen das Sauerstoffgefälle ein geringes ist. Beispielsweise fand RUTTNER am 17. IV. 1913 an der Oberfläche etwas über 11,5 mg Sauerstoff und bei 30 m Tiefe ungefähr 9³/₄ mg Sauerstoff. Insbesondere während der Winterstagnation sind die Unterschiede sehr

gering. Auch die Mikroschichtung ist (am 13. II. 1925) sehr schön zu sehen: Über 11 mg an der Oberfläche, $9\frac{1}{2}$ mg bei 25 m, hierauf (ungefähr) $7\frac{1}{4}$ mg bei 30 m und bei (ungefähr) 33 m nur mehr etwas über 2,5 mg. Im Hallstätter See ist der Verlauf, wie bereits bemerkt, etwas anders. Bei 60 m (s. Fig. 6) setzt ein stärkeres Gefälle ein (z. B. 1. IX. 1928, 19. IV. 1930), das sich dann gleichmäßig bis zur Tiefe fortsetzt.

Mit Recht betont RUTTNER (41 a), daß die Angabe des Sauerstoffgehaltes in mg pro Liter unbedingt der Angabe in Sättigungsprozenten vorzuziehen sei. Es wäre nur wünschenswert, daß diese Bezeichnungseinheit zu internationaler Geltung käme. Der Sättigungswert wird bei Temperaturabnahme ein geringerer, „während der physiologische Wert des Wassers als Atmungsmedium gestiegen ist. Denn die Atmung und somit auch das Sauerstoffbedürfnis der Tiere steigt mit der Temperatur . . . in der Weise, daß der Sauerstoffverbrauch bei einer Temperaturerhöhung um 10° verdoppelt bis verdreifacht wird“ (l. c. S. 290). „Das Tiefenwasser eines Sees, dessen Temperatur 5° beträgt, hat z. B. gegenüber einem solchen mit 8° bei gleichem O_2 -Gehalt einen mindestens um 23 % höheren Wert für die Atmung, es ist physiologisch um diesen Prozentsatz sauerstoffreicher“ (l. c. S. 290).

RUTTNER geht nun von der (willkürlichen) Annahme aus, „ . . . daß bei einer Temperatur von 15° ein . . . Sauerstoffgehalt von 10 mg im Liter für eine bestimmte Biocönose das gerade günstige Atmungsmilieu darstellt“ und „daß bei einer Temperatursteigerung um 10° die Atmung nur verdoppelt wird.“ Er stellt nun (Abszisse = respiratorische Werte des Sauerstoffgehaltes, Ordinate = Tiefe in m) die resp. Werte zusammen und kommt dabei zu dem interessanten Ergebnisse, daß „während der Sommerstagnation . . . bedeutende Tiefen die sauerstoffreichsten sind und daß der Wert des Tiefenwassers (25—50 cm über dem Grund) jenem der äußersten Oberfläche annähernd gleichkommt, ja dieselbe noch übertrifft“ (l. c. S. 293).

RUTTNER konstruierte sich zunächst eine Kurve auf Grund obiger Annahme: $+15^{\circ} C$, 10 mg O_2 = 100 % respiratorischer Wert; $+5^{\circ} C$, 10 mg O_2 = 200 % respiratorischer Wert, $+25^{\circ} C$, 10 mg O_2 = 50 % respiratorischer Wert usw. Aus diesem Diagramm läßt sich nun — stets für gleichbleibenden Sauerstoffgehalt (10 mg) — für jede Temperatur der entsprechende respiratorische Wert entnehmen. Sobald dieser entnommen ist, kann er zu dem tatsächlichen O_2 -Gehalte ins Verhältnis gesetzt werden. Ein angenommenes Beispiel möge dies erläutern: Bei einer Temperatur von $+5^{\circ} C$ wurde ein O_2 -Gehalt von 6,4 mg festgestellt. Aus dem Diagramm ersehen wir, daß bei $5^{\circ} C$ (und 10 mg O_2) der respiratorische Wert 200 % beträgt.

Wir bilden nun das Verhältnis:

$$10 \text{ (mg)} \quad 6,4 \text{ (mg)} = 200 \text{ (\%)} : x \text{ (\%)}$$

$$x = 128 \text{ \%}$$

Der zu einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ und einem O_2 -Gehalte von 6,4 mg gehörende respiratorische Wert ist 128 %.

Um im Bedarfsfalle genaueste Berechnungen ausführen zu können, wurde (x-Achse = Temperaturen, y-Achse respiratorische Werte auf Grund obiger Annahme RUTTNER's) eine genaue Kurve konstruiert und berechnet. Die entsprechende Gleichung lautet: $y = 2 \frac{15-x}{10} \cdot 100$.

Setzen wir für x die entsprechende Temperatur ein, so erhalten wir den entsprechenden respiratorischen Wert (für 10 mg im Liter). Herrn Professor Dr. LUDWIG NESCHETT sei auch hier für die Berechnung der Gleichung verbindlichst gedankt. Die Kurve ist in Fig. 9 dargestellt.

Die Fig. 10 veranschaulicht nun die diesbezüglichen Verhältnisse in Hallstätter (Ober-) See am 19. VIII. 1930. Aus der Tabelle XX sind die entsprechenden Werte ersichtlich.

Wir kommen zu denselben Ergebnissen wie RUTTNER im Lunzer Untersee. Während des Sommers sind tiefe Schichten, in

Tabelle XX. Temperaturen, O_2 und respiratorische Werte am 19. VIII. 1930.

Tiefe in m	Temp. in $^{\circ}\text{C}$	O_2 in mg	Resp. Werte in %
123,5	+ 4,4	1,124	23,43
120	4,5	2,653	54,78
115	4,4	4,024	83,90
110	4,6	4,906	100,33
100	4,4	6,28	130,94
90	4,4	7,14	148,87
80	4,4	8,41	175,35
70	4,6	9,43	192,84
60	4,6	10,07	205,93
50	4,8	9,95	201,49
5	10,2	10,78	149,84
0	11,5	10,63	135,00

in unserem besonderen Falle zwischen 50 m und 70 m physiologisch am sauerstoffreichsten. In einer Tiefe von rund 100 m haben wir einen Wert, der dem Werte des Oberflächenwassers gleichkommt. Erst in noch größeren Tiefen (der Lunzer Untersee erreicht nicht einmal 34 m Tiefe) werden die Werte geringer und finden in dem tiefsten Teile, der respiratorisch scharf umrissen ist, einen Mini-

malwert von 23,43 %. Der im vorliegenden dargestellte Fall ist übrigens insofern nicht ganz normal, als infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse die Temperatur der oberflächlichen Wasserschichten stark gesunken war. Nehmen wir etwa den 21. VI. 1930, an dem das Oberflächenwasser eine Temperatur von 17° hatte, bei 11,2 mg O₂, so erhalten wir einen respiratorischen Wert von 96,88 %, der erst in einer Tiefe von 113 m wieder erreicht wird.

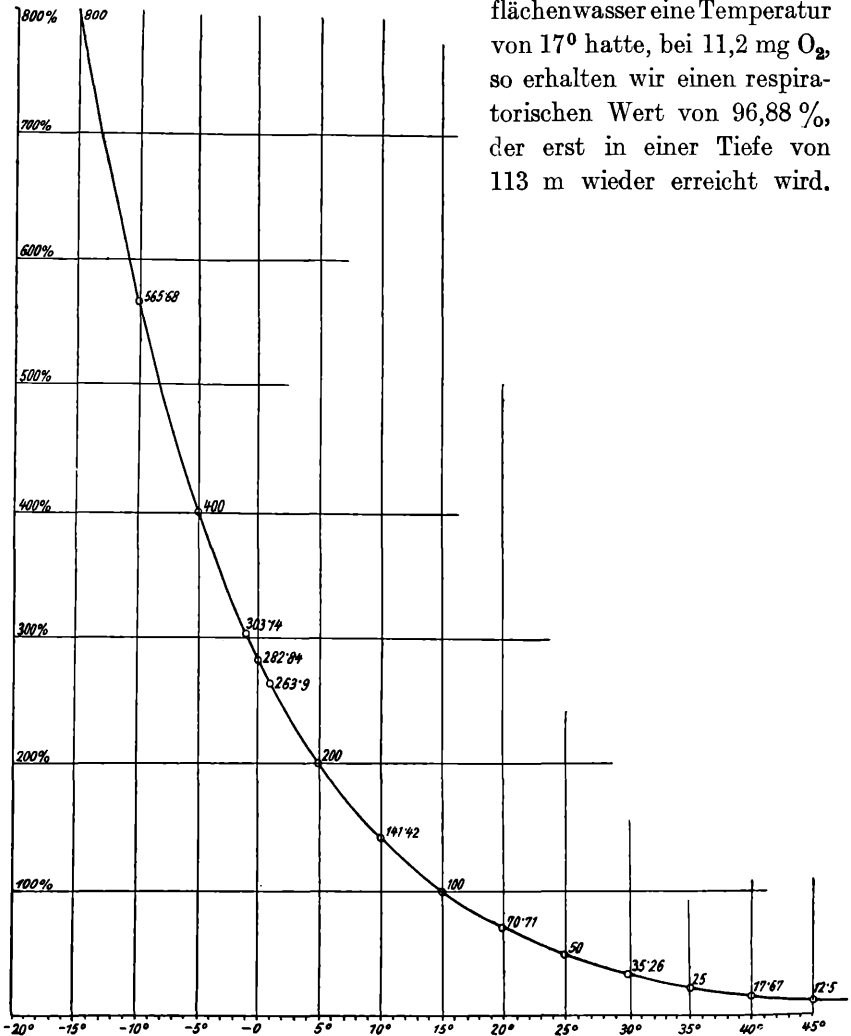


Fig. 9. Die Kurve: $y = 2 \cdot \frac{15-x}{10} \cdot 100$ zur Feststellung der respiratorischen Werte. x-Achse: Temperaturen. y-Achse: resp. Werte (bei 15° C und 10 mg O₂ = resp. Wert 100 %). Nach den Angaben Ruttner's konstruiert und berechnet von Prof. L. Neschett.

Wenn Temperaturen über 20° erreicht werden, liegen die respiratorischen Verhältnisse für die Bewohner der obersten Wasserschichten — ohne Rücksicht auf eventl. Assimilationstätigkeit — noch ungünstiger.

Im Hallstätter See finden wir, wie bereits erwähnt, zwischen ungefähr 0 m und 60 m einen ziemlich gleichbleibenden O₂-Gehalt. Dann aber erfolgt eine zwar gleichmäßige aber starke Abnahme zu den größten Tiefen.

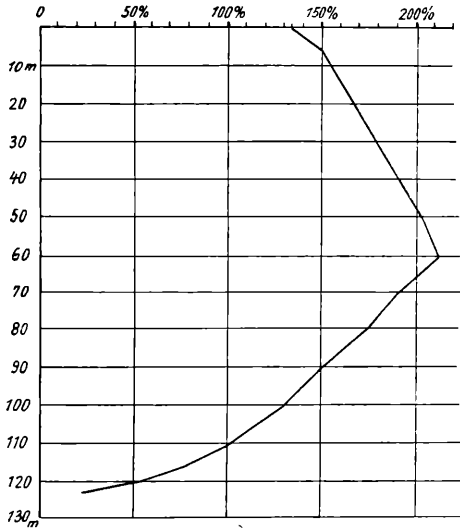


Fig. 10. Respiratorische Werte des O₂-Gehaltes am 19. VIII. 1930.
100 = O₂-Gehalt von 10 mg in 1 l bei + 15° C.

Am 27. VIII. wurden im Traunsee zwischen Ebensee-Landungsplatz und der Karbachmühle Wasserproben für die O₂-Bestimmung vergleichshalber entnommen. Die Seetiefe betrug dort ungefähr 135 m, doch stand mir nur ein 130 m langes Seil zur Verfügung. Die graphische Darstellung in Fig. 6 (zusammen mit der O₂-Kurve für den Hallstätter

Tabelle XXI. Die O₂-Abnahme von der Oberfläche bis zur größten Tiefe, zusammengestellt aus drei Beobachtungsserien.

19. IV. 1930		19. VIII. 1930		20. IX. 1930	
Schichte	Sauerstoff-abnahme	Schichte	Sauerstoff-abnahme	Schichte	Sauerstoff-abnahme
m	mg	m	mg	m	mg
1-3	0,29	60-70	0,64	123-122	1,81
3-5	0,06	70-80	1,02	—	—
5-10	0,24	80-90	1,27	—	—
10-30	0,34	90-100	0,86	—	—
30-50	0,65	100-110	1,37	—	—
50-60	+ 0,03	110-115	0,88	—	—
—	—	115-120	1,37	—	—
—	—	120-122	0,81	—	—
—	—	123,5-122	0,72	—	—

Tabelle XXII.

Hallstätter See		Traunsee	
O ₂ am 19. VIII. 1930		O ₂ am 27. VIII. 1930	
m		m	
123,5	1,124	130	9,255
122	1,846	122	9,098
120	2,653	120	9,002
115	4,024		
110	4,906	110	9,192
100	6,277	100	9,025
90	7,143	90	8,873
80	8,409	80	9,213
70	9,43	70	8,73
60	10,07	60	9,246
50	9,95	50	9,461
5	10,78	30	9,987
0	10,63	10	9,991
		0	10,793

See vom 19. VIII.) zeigt den ganz wesentlichen Unterschied. Der Kurvenverlauf bis 70 m ist, von Einzelheiten abgesehen, ungefähr derselbe. Die O₂-Abnahme ist eine verhältnismäßig geringe. Ganz anders wird aber das Bild von 70 m Tiefe an. Während die Hallstätter O₂-Kurve stark bis fast auf 1 mg abfällt (an einigen Seestellen vielleicht nahezu auf Null!), verläuft die Traunseer O₂-Kurve bis 130 m nahezu geradlinig und vertikal, ohne auch nur nennenswerte Verschiedenheiten zu zeigen. In Tabelle XXII sind die Verhältnisse in beiden Seen im Monate August 1930 einander gegenübergestellt. Diesbezüglich ähnelt der Traunsee dem Attersee, der bei 130 m noch über 10,5 mg O₂ besitzt und selbst bei 170 m Tiefe noch über 7 mg O₂ aufweist. Abweichend ist im Attersee (vgl. die Fig. 8 auf S. 298 in HAEMPEL'S Arbeit) nur der Kurvenverlauf in den oberen Wasserschichten. Der O₂-Gehalt zeigt einen Anstieg bis in 10 m und 20 m und beginnt erst dann zu fallen, während die O₂-Kurve im Traunsee gleich zu fallen beginnt, allerdings zwischen 10 m und 30 m nahezu dieselben Werte zeigt. Die größeren Tiefen erscheinen also im Traunsee (und Attersee) wesentlich besser durchlüftet als die entsprechenden Schichten im Hallstätter See.

Tabelle XVI. Der Sauerstoffgehalt in größten Seetiefen (1930).

1. VIII. Wehrgraben		19. VIII. Wehrgraben		20. VIII. Wehrgraben		26. VIII. Wehrgraben		20. IX. Mitte: Wehrgraben bis Hundsort	
m		m		m		m		m	
123,5	2,744	123,5	1,124	124	0,362	123,5	1,517	123	0,0361
120	3,337	122	1,846	123,5	0,804	123	1,092		
110	5,154	120	2,653	105	5,009	122	1,726		
100	6,131	115	4,024	95	6,597	121	2,349		
90	7,75	110	4,906			121*	2,852		
80	8,62	100	6,277						
		90	7,143						
		80	8,409						

* An einer 50 m entfernten Stelle.

Tabelle XXIII. Oberflächentemperaturen, Temperaturen und Sauerstoffgehalt knapp über dem Seegrunde auf dem Profile: Grubkreuz — Kessel am 13. IX. 1930.

Tiefen	Grubkreuz									Kessel
	0 m	1 m	10 m	102 m	104,5 m	51 m	14,5 m	2,5 m	0,75 m	0 m
Temp. d. Oberfl.		15,2	15,2	15,4	15,4	15,4	15,7	15,4	15,6	
Temp. am Seegr.		13,4	10,6	4,5	5,0	4,5	8,9	14,6	14,4	
O ₂ am Seegrunde			10,14	5,24	3,91	9,52	9,40	10,35	10,66	

Tabelle XXIV. Temperatur und Sauerstoffgehalt knapp über dem Seegrunde auf dem Profile: Waldbachdelta — Platte am 20. IX. 1930.

Tiefen	Waldbachdelta					Platte
	0 m	84 m	98 m	114 m	15 m	0 m
Temp. am Seegrunde		4,7	4,4	4,4	9,8	
O ₂ am Seegrunde		6,662	9,922	1,644	9,839	

Tabelle XXV. Temperatur und Sauerstoffgehalt knapp über dem Seegrunde auf dem Profile: Eckl — Hundsort am 20. IX. 1930.

Tiefen	Eckl			Hundsort	
	0 m	98 m	123 m	121 m	0 m
Temperatur am Seegrunde		4,9	4,5	4,4	
O ₂ am Seegrunde			0,0361	2,390	

Literatur.

1. Alsterberg, Gustaf: Die Winkler'sche Bestimmungsmethode für in Wasser gelösten, elementaren Sauerstoff, sowie ihre Anwendung bei Anwesenheit oxydierbarer Substanzen. (Biochem. Zeitschr. 170. 1926.)
2. — Die Sauerstoffschichtung der Seen. (Bot. Notiser. 1927. S. 255—274.)
- 2 b. — Neue Beiträge zur Sauerstoffschichtung der Seen. (Lund. 1928. 17 S.)
- 2 c. — Über das aktuelle und absolute O_2 -Defizit der Seen im Sommer. (Botaniska Notiser 1929. Lund. S. 354—376.)
- 2 d. — Die O_2 -Primärkonstante in den verschiedenen Seenbereichen während des Jahres. (Ebenda. 1930. S. 251—304.)
- 2 e. — Die thermischen und chemischen Ausgleiche in den Seen zwischen Boden- und Wasserkontakt, sowie ihre biologische Bedeutung. (Internationale Revue der ges. Hydrob. u. Hydrographie. 24. 1930. S. 290 bis 327.)
3. Auerbach, Max, Maerker, William und Joseph Schmalz: Hydrographisch-biologische Bodenseeuntersuchungen. (I. Archiv f. Hydrobiologie 1924. II. Verh. des Naturw. Ver. in Karlsruhe. 30. 1926.)
4. Brehm, V. und Zederbauer: Beiträge zur Planktonuntersuchung alpiner Seen. IV. (Verh. Zoolog.-Bot. Ges. Wien. 56. 1906. S. 19—32. Hallstätter See: S. 24—26.)
5. — Beobachtungen über das Plankton in den Seen der Ostalpen. (Archiv f. Hydrobiologie. I. 1906. S. 469—495. Hallstätter See: S. 490.)
6. Buch, Leopold: Gognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien. (Berlin 1802. Hallstätter See: Aufzählung der Quellen im See, Größe des Sees usw.)
7. Haempel, Oskar: Zur Kenntnis einiger Alpenseen, mit besonderer Berücksichtigung ihrer biologischen und Fischerei-Verhältnisse.
I. Der Hallstätter See. (Revue der ges. Hydrobiologie u. Hydrogr. VIII. 1918. S. 225—306. Grundlegende Arbeit.)
II. Der Grundlsee. (Ebenda. X. 1922.)
IV. Der Attersee. (Ebenda. XVI. 1926.) In Vergleichszwecken.
8. Heidler, J.: Die Tiefenverhältnisse des Hallsätter Sees. (Mit lithogr. Texte in etwa 40 Exemplaren erschienen. 1880.)
9. Hoffer, Max: Unterirdisch entwässerte Gebiete in den nördlichen Kalkalpen. (Mitt. d. Geogr. Ges. Wien. 49. 1906. S. 465—492. Hallstätter See: bes. S. 469—471, 473, 478.)
10. Imhof, O. E.: Faunistische Studien in 18 kleineren und größeren österreichischen Süßwasserbecken. (Sitz.-Ber. Ak. d. Wiss. Wien. 91. 1885.)
11. Keißler, Karl: Über das Plankton des Hallstätter Sees in Oberösterreich. (Verh. Zoolog.-Bot. Ges. Wien 1903. S. 338—348.)
12. — Über das Phytoplankton des Traunsees. (Österr. Bot. Zeit. 1907. Hallstätter See mehrmals vergleichshalber herangezogen.)
13. Koch, Gustav Adolf: Die Temperaturbewegung des Gmundner- oder Traunsees und Traunabflusses im Winter 1894—95. Mit vorz. Benützung der Messungen von Kapitän Fr. Zehden. (Mitt. d. Geogr. Ges. Wien. 38. 1895. S. 119—150.)
14. — Kritische Bemerkungen zur Erforschung der Alpenseen. (Ebenda. 41. 1898. S. 631—642.)

15. Lorenz-Liburnau, Josef: Über die fragliche Erklärung und Berechtigung der Art, Varietät oder Form „acuminatus“ von der Gattung *Potamogeton*. (Verh. Zoolog.-Bot. Ges. Wien. 47. 1897. S. 246—251. Betrifft eine eigentümliche Form im Hallstätter See.)
16. — Der Hallstätter See. Eine limnologische Studie. (Mitt. der Geogr. Ges. Wien. 41. 1898. 218 Seiten. Wichtige Arbeit.)
17. — Ältere und neuere Lotungen im Hallstätter See. (Abh. Geogr. Ges. Wien. I. 1899. S. 137—178.)
18. — Entgegnung auf Prof. Penck's Bemerkungen über alte und neue Lotungen im Hallstätter See. (Ebenda. II. 1900. 15 Seiten.)
- 18 a. Lundberg, Folke: Über die Sauerstoffschichtung der Seen im Sommer. (Botaniska Notiser 1929. S. 377—404.)
19. Micoletzky, Heinrich: Freilebende Süßwasser-Nematoden der Ostalpen. Nachtrag. Die Nematodenfauna des Grundl-, Hallstätter, Ossiach- und Millstätter Sees. (Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Syst., Geogr. u. Biologie d. Tiere. 38. 1914. S. 245—274.)
20. Morton, Friedrich: Die Hallstätter Seekugeln. (80. Jahresber. des oberöst. Musealvereines, Linz a. D. 1924. S. 303—305.)
21. — Über Seebälle aus Lärchennadeln und ähnliche Bildungen. (Die Natur. Wien 1926. Folge 5. S. 105—108. 2 Abb. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 6.)
22. — Der Sauerstoffgehalt einiger Quellen des Hallstätter Gebietes. (Archiv f. Hydrobiologie. XVIII. S. 65—70. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 4.)
23. — Eine unechte Wasserblüte auf dem Hallstätter See. (Ebenda. S. 99. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 5.)
24. — Der Hirschbrunn-Quellenbezirk. (Mitt. über Höhlen- u. Karstforschung. 1927. S. 125—130. 4 Abb. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 7.)
25. — Quantitative Untersuchungen über das Plankton des Hallstätter Sees. (Archiv f. Hydrobiologie. XVIII. 1928. S. 616—620. 1 Tabelle. Mit Dr. E. Hofmann. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 9.)
26. — Temperatur- und Sauerstoffmessungen im Hallstätter See. (Ebenda. XX. 1929. S. 212—213. 1 Tabelle. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 19.)
27. — Über den Chemismus des Hallstätter Sees. (Ebenda. XX. 1929. S. 209—211. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 14.)
28. — Beobachtungen über Temperatur- und Wasserführung der Hirschbrunn-Quellen bei Hallstatt. (Ebenda. XX. S. 89—92. Taf. V. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 19.)
29. — Köhbrunnen und Lotungen im Hallstätter See im Winter 1929. (Ebenda. XX. S. 704—705. 2 Abb. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 17.)
30. — Gleichzeitige Temperaturmessungen zwischen 0 m und 10 m im Gesamtbereiche des Hallstätter Sees. (Ebenda. XXI. 1930. S. 125—126. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 20.)
31. — Der Kessel bei Hallstatt. (Ebenda. XXI. 1930. S. 127—130. 2 Aufnahmen auf Taf. VII. 1 Präzisionskarte [Taf. VIII] vom † Major Heinrich. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 18.)
32. — Allerhand aus dem Leben des Hallstätter Sees. (Neueste Post. Gmunden 1930. Folgen I—X.)
33. — Der Waldbachursprung. (Archiv f. Hydrobiologie. XXI. 1930. S. 731 bis 733. Taf. XXXVII. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 22.)

34. **M o r t o n**, Friedrich: Weitere Temperaturmessungen im Hallstätter See. (Ebenda. XXI. 1930. S. 734—737. 1 Tabelle. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 23.)
35. — Weitere gleichzeitige Temperaturmessungen und Planktonfänge im Hallstätter See. (Ebenda. XXI. 1930. S. 738—740. Aus der Bot. Station in Hallstatt, N. 24.)
36. **M ü l l n e r**, Johann: Die Temperaturverhältnisse der Seen des Salzkammergutes. (Graz 1895.)
37. — Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun. Erläuterungen zur ersten Lieferung des österr. Seenatlases. (Band VI/1 der „Geogr. Abh.“ von A. **P e n c k**, Wien 1896. 115 Seiten. 2 Taf. 7 Textfig. 47 Tabellen.)
- 37 a. — Vergleichende Betrachtungen über den jährlichen Gang der Oberflächenwärme in einigen Alpenseen. (Internat. Revue der ges. Hydrobiologie u. Hydrographie. 24. 1930. Heft 3/4 u. 5, 6. 24 Abb. u. zahlr. Tabellen.)
- 37 b. **N e r e s h e i m e r**, E. und **F. R u t t n e r**: Eine fischereibiologische Untersuchung am Traunsee. (Zeitschr. f. Fischerei. XXVI. 1928. Heft 4. S. 537—564. 2 Kurvenzeichnungen. 2 Kartenskizzen.)
38. **P e n c k**, Albrecht und **E d. R i c h t e r**: Atlas der österreichischen Alpenseen. 1. Lieferung: Die Seen des Salzkammergutes. (18 Karten und 100 Profile auf 12 Tafeln. Hauptsächlich nach den Lotungen **S i m o n y**'s entworfen und gezeichnet von **Joh. M ü l l n e r**. **P e n c k**'s „Geogr. Abh.“ Band VI/1. 1895.)
39. — Die Tiefen des Hallstätter und Gmundener Sees. (Mitt. Deutsch-Österr. Alpenver. XIV. 1898. S. 112—113, 123—125. Rechtfertigung der Lotungen **S i m o n y**'s gegenüber den abweichenden Befunden **H e i d l e r**'s.)
40. — Bemerkungen über alte und neue Lotungen im Hallstätter See. (Abh. Geogr. Ges. Wien. II. 1900.)
41. **R i c h t e r**, E.: Seestudien. Erläuterungen zur zweiten Lieferung des Atlas der österr. Alpenseen. (**P e n c k**'s „Geogr. Abh.“ VI/2. 1897. U. a. Traunsee, Sprungschichte, Erdwärme und tiefere Temperaturen am Seegrunde.)
- 41 a. **R i i k o j a**, H.: Über die sommerliche Sauerstoffschichtung in den eutrophen Seen. (Tartu Ülikooli juures oleva Loodusuurijata Seltsi aruandest. XXXV. 1929. 3—4. 16 Seiten. 13 Textabb. Ausführl. deutsche Zusammenfassung.)
- 41 b. **R o s s o l i m o**, L. L.: Zur Frage der Sauerstoffschichtung der Seen. (Arch. f. Hydrobiologie. 19. 1928.)
- 41 c. **R u t t n e r**, Franz, in: **B r e h m**, V. und **F. R u t t n e r**: Die Biocönos der Lunzer Gewässer. (Internat. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. XVI. 1926. Heft 5—6. S. 281—391.)
- 41 d. **R u t t n e r**, Franz: Das elektrolytische Leitvermögen des Wassers der Lunzer Seen. (Ebenda. Hydrogr. Suppl. zu Band VI. S. 17—39. 4 Tafeln. 4 Textfiguren.)
42. **S c h i n e r**, J.: Mitteilung in der Sitzung der Zool.-Bot. Ges. in Wien vom 3. XI. 1869 über die von **S i m o n y** am 9. VIII. 1869 bei der Mühlbachausmündung in 24—55 Klafter Tiefe heraufgebrachten Chironomidenlarven. (1869. S. 58—59.)

43. S c h u h , Kari: Beiträge zur Kenntnis des Gmundner Sees. (III. Jahresber. des Comm. Gymnasiums in Gmunden. S. 39—53.)
44. S i m o n y , Friedrich: Vorlage und Erläuterung der Tiefen-, Durchschnitts- und Perspektivkarten vom Hallstätter See. (H a i d i n g e r ' s Berichte. I. 1847. S. 13—16. Zuerst in Wiener Zeitung vom 23. V. 1846.)
45. — Das Phänomen der sog. Regenflecke auf den Gebirgsseen. (H a i d i n g e r ' s Berichte. I. 1847. S. 28—30. Zuerst in Wiener Zeitung vom 30. V. 1846.)
46. — Über die Temperatur der Quellen im Hallstätter Bezirk des österr. Salzkammergutes. (H a i d i n g e r ' s Berichte. II. 1847. S. 329—332. Zuerst in „Österr. Blätter f. Literatur u. Kunst“ vom 7. V. 1847. Hier wird auch über das „warme Wasser“ berichtet.)
47. — Resultate zweijähriger Beobachtungen über die Temperatur der Quellen im Salzkammergut und dessen nächsten Umgebungen. (Schreiben an W. H a i d i n g e r. H a i d i n g e r ' s Berichte. V. 1849. S. 258—266.)
48. — Die Seen des Salzkammergutes. (Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien. Math.-naturw. Klasse. IV. 1850. S. 542—566. 1 Tab. u. 4 Holzschnitte.)
49. — Vorlage von Profilen der Seen des Salzkammergutes nach eigenen Messungen. (Jahrb. Geol. Reichsanstalt, Wien. II. 1851.)
50. — Über die Färbung der Seen. (Mitt. Geogr. Ges. Wien. I. 1857. S. 76.)
51. — Die Seen der Alpen. (Österr. Volks- u. Wirtschaftskalender f. d. Jahr 1860. S. 34—49.)
52. — Die Seen der Alpen. (Österr. Revue. II. Jahrg. 1864. Erster Band. S. 186—197. Zweiter Band. S. 191—208.)
53. — Über Kalkalpenquellen. (Österr. Revue. I. 1865. S. 185—195. Behandelt u. a. den Waldbachursprung, Hirschbrunn und Kessel und die Salzbergquellen.)
54. — Untersuchungen der Seen des Traungebietes. (Anzeiger d. Ak. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. V. 1868. S. 126—128.)
55. — Mitteilung über das Vorkommen von Larven am Grunde des Hallstätter Sees. (Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien. XIX. 1869. S. 58—59.)
56. — Beobachtungen über Temperatur und Wasserdruck in größeren Seetiefen (Alpenseen) während 1868 und 1869. (Archiv f. Seewesen. 1870. S. 205—206.)
57. — Über Alpenseen. (Schriften des Ver. zur Verbreitung naturw. Kenntnisse in Wien. XIX. 1879. S. 525—565.)
58. — Das Dachsteingebiet. Ein geographisches Charakterbild aus den österr. Nordalpen. (1895. XX und 152 Seiten. 90 Textbilder. Atlas mit 132 Tafeln und 24 Seiten Erläuterungen.)
59. — Zahlreiche graphische Darstellungen (Seenprofile, Temperaturschichtungen usw.). (Vergl. das Verzeichnis in P e n c k : Friedrich S i m o n y , Leben und Wirken eines Alpenforschers. Band VI/3 von P e n c k ' s „Geograph. Abh.“, 1898, Nr. 203 [Unveröffentlichte Druckwerke], ferner: D. Hydrographie und Gletscherkunde, Nr. 45, 46, 47, 48, 49, 50 [Hallstätter See], 58, 59, 61, 62, 63 [Hallstätter See], 64 [Hallstätter See], 69. Alles im Geogr. Institut der Univers. Wien.)
60. — Zahlreiche unveröffentlichte Druckwerke und Zeichnungen in der Geolog.-Paläontolog. Abt. des Naturhist. Mus. in Wien. (Siehe das Verzeichnis in A. B ö h m - B ö h m e r s h e i m : Zur Biographie Friedrich S i m o n y ' s. Wien 1899. R. L e c h n e r.)

61. **Steuer, A.:** Ein Beitrag zur Kenntnis der Cladoceren- und Copepodenfauna Kärntens. (Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien. 47. 1897. S. 495—541. Bei den Verbreitungsangaben auch Hallstatt. S. 521.)
62. **Thienemann, August:** Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. (Verh. des naturh. Ver. der preuß. Rheinlande u. Westfalens. 70, 1913 u. 71, 1914.)
63. — Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und der Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. (Archiv f. Hydrobiologie. XII. 1920.)
64. — Seetypen. (Die Naturwissenschaften. 1921.)
65. — Die Binnengewässer Mitteleuropas. Eine limnologische Einführung. (Band I der Sammlung: Die Binnengewässer. E. Schweizerbart in Stuttgart. 1925.)
66. — Limnologie. Eine Einführung in die biologischen Probleme der Süßwasserforschung. (Jedermanns Bücherei, F. Hirt in Breslau. 1926.)
67. — Der Bau des Seebeckens in seiner Bedeutung für den Ablauf des Lebens im See. (Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien. 77. 1927.)
68. — Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Ein Beitrag zur Seetypenlehre. (Band IV der Sammlung: Die Binnengewässer. E. Schweizerbart in Stuttgart. 1928. 175 Seiten. 41 Textabbildungen.)
Grundlegende Arbeit.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus der Botanischen Station in Hallstatt](#)

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: [030](#)

Autor(en)/Author(s): Morton Friedrich

Artikel/Article: [Thermik und Sauerstoffverteilung im Hallstätter See. B. Die Sauerstoffverteilung im Hallstätter See, \(Aus der Botan. Station in Hallstatt, N. 30.\), Archiv für Hydrobiologie. 1931. Bd. XXIII. S. 138-156. 1-20](#)