

# Die Temperaturbewegung des Gmundner- oder Traunsee's und Traunabflusses im Winter 1894—95.

Mit vorzüglicher Benützung der Messungen von Capitän Fr. Zehden.

Von

**Prof. Dr. Gustav Adolf Koch.**

## **I. Allgemeine Bemerkungen und historischer Rückblick.**

Am 18. März 1895 begab ich mich nach Gmunden, um der dortigen k. k. Forst- und Domänen-direction über die Nutzbarmachung der, im ärarischen Forstbezirke Hinterberg bei Mitterndorf-Aussee entspringenden „Thermen von Grubegg“, ein mir abverlangtes geologisches Gutachten vorzulegen.

Der Gmundner- oder Traunsee war am Morgen des 19. März noch zum grössten Theil mit einer tragfähigen Eisdecke überzogen, welche jedoch im Verlaufe des Tages unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen und des Südwindes eine mehrere Centimeter tief gehende Aufweichung erfuhr.

Am 19. Abends und am 20. März trat ein von Regen und starkem Süd- und Westwind begleiteter Wettersturz ein, welcher rasch grössere Partien von Eisschollen am Nordende des Traunsee's zum Ablösen und Abgehen durch den Traunabfluss brachte. Auch die Südhälfte des Traunsee's begann allmählig eisfrei zu werden.

Als ich am 21. März Vormittags von Gmunden abreiste, zeigte sich der See, sowohl zwischen dem alten Bahnhof und dem Landungsplatz, als auch südlich vom Schloss Orth an, eisfrei. Nach einem vom 25. März d. J. datirten Berichte aus Gmunden war endlich jede Spur einer Eisbedeckung verschwunden.

Der Spiegel des Traunsees liegt 422 Meter über dem Meere. An Flächenausmass besitzt er ca. 2464 Hektar oder rund 4280 österr. Joch; seine grösste Länge beträgt in NS. Richtung ca. 12·233 Kilometer, bei einer mittleren Breite von etwas über 2 Kilometer. Nach den bekannten, grundlegenden

Untersuchungen von Hofrath Prof. Dr. Fr. Simony<sup>1)</sup> besitzt der See seine grösste Tiefe von rund 191 Meter, beiläufig 400 Meter westlich von der unteren Eisenau, oder etwa 1 Kilometer WSW. von der „Lainastiege“ (fälschlich auch „Lainauastiege“ geschrieben).

Die ausgeprägteste Tiefenzone verläuft parallel zum östlichen Gestade des Traunsees; dann zieht sie sich am steilen Westabfall des Traunsteins von der „Ansetz“ an, bis zur Karbachmühle hinab und geht bis Traunkirchen und zum Sonnstein am westlichen Steilufer hinüber.

Der gegenwärtige Besitzer der Stainingerschen Kalkgewerke<sup>2)</sup>, Herr Capitän Franz Zehden, hat vor nicht langer Zeit die Leitung der meteorologischen Station „Traunsteinfuss“ übernommen. Ihm verdanken wir speciell eine ganze Reihe von schätzenswerthen Beobachtungen, welche sich insbesondere auch auf die Temperaturmessungen des Traunsee's im letzten Winter erstreckten. Durch Capitän Zehden erfahren wir ferner, dass er in der Nähe seines Besitzthums eine Seetiefe von 228 m gelothet hat, welche also die älteren Messungen Simony's um 37 m übertrifft. Ueber die in verschiedenen Tiefen herrschenden Wintertemperaturen des Seewassers machte Zehden einige Mittheilungen in Nr. 9, 10 und 11 des „Gmundner Wochenblattes“ vom 26. Februar bis 5. März 1895, welches auch allwöchentlich die meteorologischen Berichte der Beobachtungsstation „Traunsteinfuss“ verlautbart. Obwohl zu erwarten steht, dass Capitän Zehden sein gesammtes und gewiss reiches Beobachtungsmaterial selbst publiciren oder dem Prof. Dr. E. Richter in Graz zur Verfügung stellen wird, welcher sich schon seit längerer Zeit mit den „Temperaturverhältnissen der Alpen-See'n“<sup>3)</sup> befasst, so will ich doch kurz über die im „Gmundner Wochenblatt“ zerstreuten Mittheilungen referiren.

Ueber die in verschiedenen Tiefen des Traunsees herrschenden Sommer-, Herbst- und Frühjahrstemperaturen ist man durch Simony's Beobachtungen, welche schon vor mehr als vier Decennien

<sup>1)</sup> Siehe Prof. Fr. Simony: „Die Seen des Salzkammergutes.“ In den „Sitzungsber. d. math.-nat. Classe d. kais. Akad. d. Wiss.“, IV. Bd., S. 542—566; Wien 1850; und: „Ueber die Grenzen des Temperaturwechsels in den tiefsten Schichten des Gmundner See's und Attersee's“, an gleicher Stelle im LXXI. Bd., 1. Abth., S. 429—440, Wien 1875. Ebenso dessen Abhandlung: „Ueber Alpenseen“, im XIX. Bd. der Schriften des „Ver. z. Verbr. naturw. Kenntnisse in Wien“ 1879. S. 542.

<sup>2)</sup> Auf der Specialkarte bezeichnet mit W. H. zum König von Hannover.

<sup>3)</sup> Siehe Prof. E. Richter's Veröffentlichung in den „Verhandlungen des IX. Deutschen Geographentages zu Wien“ 1891, S. 199—197 etc.

begonnen wurden, sehr gut unterrichtet.<sup>1)</sup> Von dem Gange der Wintertemperaturen wusste man bis auf die neuesten Untersuchungen von Zehden nur ganz wenig.

In der Umgebung des Traunsees hat sich im Volke die Ansicht herausgebildet, dass der See nur alle 50 Jahre gänzlich zufriert. Zwischen den strengen Wintern von 1830 und 1880 machte sich allerdings ein Zeitintervall von fünfzig Jahren geltend, während früher Pausen von 147, 59, 57 und 90 Jahren eintraten. Wenn es thatsächlich auch in viel kürzeren Intervallen wiederholt zur Bildung einer Eisdecke im Traunsee gekommen ist, so überzog dieselbe doch nicht immer den ganzen See. Im Verlaufe der letzten 400 Jahre ist der Traunsee überhaupt nur sechsmal vollständig zugefroren. Es geschah dies in den Jahren 1477, 1624, 1683, 1740, 1830 und 1880. Am 5. Februar 1830 und am 6. Februar 1880 konnte der See zwischen Gmunden und Ebensee zu Fuss überschritten werden. Heuer wurde der See wohl betreten, aber seiner ganzen Länge nach nicht überschritten.

Die seichteren Kärntner-Seen, welche übrigens auch im Sommer alljährlich um 4—5° C höher temperirt sind als der Traunsee, frieren viel öfter zu und bleiben auch länger eisbedeckt als der Traunsee, den man mit vollem Recht die „Perle“ der gesammten Alpenseen zu nennen pflegt.

Die Eisbedeckung des Traunsees dauert niemals so lange, als z. B. jene des Würthersees, welche ein Maximum von 109, und ein Minimum von 22 Tagen erreicht.

Die erschwerte Bildung einer geschlossenen Eisdecke des Traunsees und deren relativ geringe Andauer, hängt zumeist ab von der Form, Lage und Tiefe seines Beckens, der Grösse des Wasserquantums, der Menge des den See durchfluthenden Traunwassers und der zahlreichen in ihm auftretenden Quellen. Endlich kommen hiebei auch noch locale Temperaturverhältnisse und die häufig in der Richtung der Südnordaxe des Traunsees durchfegenden Südwinde, oder der oft auftretende, wärmere und feuchte „Vichtauer-“ oder Südwestwind in Betracht. Die zur Eisbildung gleichfalls nöthige absolute Windstille hält aber hier auch nur selten mehrere Tage an.

---

<sup>1)</sup> Simony's feissige und auf eigene Kosten ausgeführte Beobachtungen werden ja gerade in der neuesten Zeit von den jüngeren Geographen mit grossem Vortheil und Geschick benützt, wie es u. A. auch der in Sicht stehende Seen-Atlas zeigen wird.

Auffallend spät erfolgte z. B. eine partielle Eisbildung am 7. April 1824 nach einem ungemein strengen Winter bei vollkommener Windstille und einem, vom 1. bis 7. April andauernden Schneefall. „Eine 4 Zoll dicke Schneedecke bildete sich“, wie Custos Ehrlich berichtet,<sup>1)</sup> bei einer Temperatur der Luft von  $+ 1^{\circ}$  R bis  $- 1^{\circ}$  R, „auf der ganzen Seeoberfläche“. Die Schifffahrt wurde unmöglich gemacht und grössere und kleinere Vögel liefen auf der „Schneeschiene“ herum.

Der lang andauernde und strenge heurige Winter liess nun erwarten, dass sich der widerspenstige Traunsee nach 15jähriger Pause wieder vollständig schliessen wird. Es trat das endlich auch ein, wenngleich nicht in jenem vollendeten Masse und der langen Andauer des Jahres 1880.

Im Monate December 1894 betrug nach Zehden's Veröffentlichungen im „Gmundner Wochenblatt“ das durchschnittliche Temperaturmittel der Luft  $+ 6.5^{\circ}$  C. Im Monate Jänner 1895 war es sogar noch um  $3^{\circ}$  C höher, nämlich  $+ 9.5^{\circ}$  C. Das Kältemaximum des Decembers betrug  $- 7^{\circ}$  C und ging im Jänner um  $4^{\circ}$ , nämlich bis auf  $- 11^{\circ}$  C herab. Im Februar 1895 ergab sich eine mittlere Lufttemperatur von  $- 10^{\circ}$  C, bei einem Maximum von  $- 19^{\circ}$  C am 6. Februar um 7<sup>h</sup> Früh.

Uebersichtlich lässt sich die mittlere Temperatur der Luft am „Traunsteinfuss“, nächst der „Ansetz“ und Lainastiege, in nachfolgender Tabelle zusammenstellen.

#### Lufttemperatur:

Zeit	Durchschnittliches Temperaturmittel	Niederste Temperatur	Tag derselben	Höchste Temperatur	Tag derselben	Monatliche Regenmenge in Millimetern
December 1894	$+ 6.5^{\circ}$ C	$- 7^{\circ}$ C	13. Dec. Früh	$+ 6^{\circ}$ C	20. Dec. Mittag	25 mm
Jänner 1895	$+ 9.5^{\circ}$ C	$- 11^{\circ}$ C	8. Jänner Früh	$+ 8^{\circ}$ C	16. Jänner Mittag	50 mm
Februar 1895	$- 10^{\circ}$ C	$- 19^{\circ}$ C	6. Februar Früh	$+ 2^{\circ}$ C	12. Febr. Mittag	15 mm
März 1895	$+ 12^{\circ}$ C	$- 8^{\circ}$ C	8. März Früh	$+ 16^{\circ}$ C	24. März Mittag	49 mm <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> F. K. Ehrlich: „Oberösterreich in seinen Natur-Verhältnissen“. Linz 1971, S. 48–50.

<sup>2)</sup> Vielfach als Schneefall zehnfach zu rechnen.

## II. Seewasserstand und Traunfluss-Temperatur.

Ueber den Wasserstand des Traunsees vor Eintritt der Eisbedeckung, erhalten wir die besten Anhaltspunkte aus den beim Seeabfluss am Traunpegel zu Gmunden gemachten Beobachtungen.

Bei geschlossener Klause betrug der jeweilige, um 7<sup>h</sup> Früh gemessene Wasserstand am Traunpegel:

Am 8. Jänner 1895 . . .	+	18 cm	(über Null)
„ 15. „ „ . . .	+	10 cm	„
„ 22. „ „ . . .	+	10 cm	„
„ 29. „ „ . . .	+	7 cm	„
„ 5. Februar „ . . .	+	1 cm	„
„ 12. „ „ . . .	+	7 cm	„
„ 19. „ „ . . .	+	0·17 cm	(?)
„ 26. „ „ . . .	+	0·25 cm	(?)
„ 5. März „ . . .	—	27 cm	(unter Null.)
„ 12. „ „ . . .	—	26 cm	„
„ 19. „ „ . . .	—	2 cm	„
„ 26. „ „ . . .	—	8 cm	„
„ 2. April „ . . .	+	8 cm	(ober Null)

Vom 12. Februar d. J. bis zum 12. März fiel also das Wasser des Traunsees um 33 cm. Es befanden sich demnach im Vergleich zum Wasserstand vom 12. Februar, am 12. März d. J. um ca. 81·3 Millionen Hektoliter weniger Wasser im See!

Welchen Grad der Abkühlung das Wasser der abfliessenden Traun heuer erreicht hat, erhellt aus einer separaten Notiz des „Gmundner Wochenblatt“ vom 19. Februar d. J. Es heisst daselbst, dass die Traun nächst der „Kohlwehr“ — einer Schleiferei der Papierfabrik Steyrermühl am linken Traunufer bei Laakirchen — „hart gefroren ist und überschritten werden kann“; ein Umstand, der nicht einmal im Jahre 1880 eingetreten ist. Weiter heisst es: „Die Traun hat seit dem 14. Februar den tiefsten am Traunpegel messbaren Wasserstand, nämlich 10 cm unter Null erreicht.“

Es scheint also in der vorhergehenden, den meteorologischen Berichten des „Gmundner Wochenblatt“ entnommenen tabellarischen Uebersicht der Wasserstände vom 12. bis 26. Februar irgend ein Druckfehler unterlaufen zu sein. An der gleichen Stelle wird ferner noch berichtet: „Sonntag (den 17. Februar) Vor-

mittags lag der See als beschneite Eisfläche da und es stand zu erwarten, dass ihn die Kälte vollkommen „zumachen“ wird. Der Nachmittags eingetretene Schneefall zerstörte jedoch wieder die schwache Eisdecke. Bei noch länger andauernder Kälte und Windstille dürfte das seltene Ereigniss sehr bald eintreten. Das Dampfschiff musste den Verkehr einstellen etc.“

Meines Erachtens hinderte nicht der Schneefall, sondern der Nachmittags sich einstellende Südwind die weitere Eisbildung.

Der Temperatur des Traunflusses werden sodann im „Gmundner Wochenblatt“ vom 26. Februar 1895 noch die nachfolgenden Worte gewidmet: „In Folge der diesjährigen abnormen Abkühlung des Traunsees zeigt auch die Traun viel geringere Temperaturen, als in anderen Jahren. Im Winter 1893 war die tiefste Temperatur der Traun beim Seeausfluss + 2° C; 1894 + 3° C; heuer (1895) nur + 0·9° C; bei der Marienbrücke + 0·8° C. Nächste dem Wasserwerke<sup>1)</sup> ist das Traunwasser in Folge des Zuflusses der Tiefquellen bedeutend wärmer und sind an einigen Uferstellen Temperaturen bis über + 8° C zu beobachten. Das Wasser im Quellenschachte zeigte + 10° C.“

### III. Uebersicht der Temperaturverhältnisse des Traunsees.

Aus der Temperatur des abfließenden Seewassers lässt sich natürlich auch ein Schluss ziehen auf den in den obersten Wasserschichten des Traunsee's erreichten Grad der Abkühlung. Nimmt man das arithmetische Mittel der von Zehden am 20. Februar und 3. März d. J. gemessenen Oberflächen-Temperaturen des Sees von 1·2° und 0·5°, so erhält man annähernd die erwähnte Temperatur des Traunfluss-Wassers von 0·8 bis 0·9° nächst dem Pegel und der Marienbrücke.

Wie bereits früher in der Fussnote angegeben wurde, so hat Prof. Dr. Fr. Simony über seine ersten Temperaturmessungen

<sup>1)</sup> Aus dem am rechten Ufer des „wasserlosen Baches“ abgeteufte und ca. 250 m nördlich vom Traunpegel in Gmunden entfernten Wasser-schachte, wird der Curort mit vorzüglichem Trinkwasser versorgt. Am 23. Juli 1886 habe ich Mittags im Probeschacht nach energischem Pumpen die Temperatur des zufließenden Grundwassers gemessen. Dieselbe betrug + 10° C, während das in der offenen Traun vorbeiströmende Wasser eine Temperatur von + 20° C zeigte. Die Gmundner trinken also kein filtrirtes Traunwasser, wie einige merkwürdige Sonderlinge böswillig behaupteten.

### Tabelle der Temperaturen des Traunsees.

Gemessen an der Stelle der grössten Tiefe zu verschiedenen Zeiten.

Nach Prof. Fr. Simony Sommer 1848 und Herbst 1878			Nach Capitän F. Zehden Winter 1894/95					Nach Prof. Fr. Simony Herbst 1875 und Frühjahr 1874		
In der Tiefe von Metern	Temperaturen in Celsius Graden am:		Temperaturen in Celsius Graden am:					Temperaturen in Celsius Graden am:		In der Tiefe von Metern
	30. August 1848	7. October 1878	9. Jänner 1895	20. Februar 1895	3. März 1895	4. März 1895	7. März 1895	10. April 1875	5. September 1874	
0.0	—	—	—	+1.2	+0.5	+0.3	+0.3	+3.5	+16.5	0.6
—	—	—	—	—	—	—	—	3.8	15.2	1.8
3.0	+16.6	+13.1	+4	1.2	0.5	—	—	3.9	14.9	3.2
6.1	15.0	13.1	4	1.2	—	—	—	3.8	14.4	6.3
9.1	14.7	12.2	4	1.2	—	—	—	—	—	—
10.0	—	—	4	1.2	—	—	<b>0.8</b>	3.8	13.8	9.5
12.2	12.9	11.9	4	1.2	—	—	—	4.0	13.2	12.6
15.2	12.4	11.7	4	1.2	—	—	—	4.0	12.4	15.8
18.3	11.9	11.6	4	1.2	—	—	—	4.1	11.5	19.0
22.0	—	—	4	1.2	—	—	—	—	—	—
24.4	9.8	11.2	4	—	—	—	—	—	—	—
25.0	—	—	4	2.0	—	—	—	4.05	11.1	25.3
30.0	—	—	4	2.8	—	—	<b>1.0</b>	—	—	—
30.5	7.5	10.1	4	—	—	—	—	4.1	10.1	31.6
35.0	—	—	4	—	<b>1.2</b>	—	—	—	—	—
38.1	5.85	8.4	4	—	—	—	—	—	—	—
40.0	—	—	4	<b>3.7</b>	—	—	<b>1.2</b>	<b>3.8</b>	7.8	39.5
45.7	5.50	7.0	4	—	—	—	—	3.85	6.8	47.4
50.0	—	—	4	<b>3.8</b>	—	—	2.9	3.85	5.9	55.3
60.0	—	—	4	<b>4.2</b>	—	—	3.8	—	—	—
61.0	5.0	5.5	4	„	—	—	—	3.85	5.5	63.2
76.2	4.75	5.1	4	„	—	—	—	—	—	—
80.0	—	—	4	4.2	—	—	3.9	<b>3.9</b>	4.7	79.0
91.4	4.65	4.75	4	„	—	—	—	—	—	—
100.0	—	—	4	4.2	—	—	<b>4.0—4.2</b>	3.9	4.75	94.8
121.9	4.60	4.65	4	„	—	—	„	3.9	<b>4.63</b>	126.4
152.4	<b>4.55</b>	<b>4.62</b>	4	„	—	—	„	3.95	3.63	158.0
189.6	4.55	4.62	4	„	—	—	„	—	—	—
190.9	<b>4.55</b>	<b>4.62</b>	4	<b>4.2</b>	—	—	„	<b>3.95</b>	<b>4.63</b>	190.9
grösste Tiefe nach Simony										
grösste Tiefe nach Zehden			4	<b>4.2</b> (Seegrund in 200)						

im Traunsee, welche er am 20. August 1848 begonnen und durch Decennien emsig fortgesetzt hat, in den citirten Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien im Jahre 1850 und 1875, sowie auch in anderen Fachschriften (z. B. 1879) eingehend berichtet.

Zum Behufe der Vergleichung sollen hier nur die Hauptresultate seiner Messungen aus dem Jahre 1848 und 1878, welche die Sommer- und Herbst-Temperaturen betreffen, sowie zwei Messungen vom Herbst 1874 und Frühjahr 1875, neben den Temperatur-Beobachtungen von Capitän Zehden, die sich nur auf den heurigen Winter beziehen, auf einer Uebersichtstabelle zur Darstellung gebracht werden.

Die Temperatur-Messungen wurden stets über der tiefsten Stelle des See's, die auch immer am spätesten zufriert, vorgenommen. Hofrath Simony pflegte gewöhnlich von der Seeoberfläche gegen die Tiefe in Abständen von 2, 3, 5, 10, 20, 25 und 50 Wiener-Fuss, oder in Intervallen von ca. 0·6, 1·2, 2·4, 3·1, 6·3, 7·5 bis 7·9, 15 und 30 bis 31 *m* seine Ablesungen zu machen. Es zeugt von seinem Riesenfleisse und seiner Liebe für die Wissenschaft, wenn man erwägt, dass er im Verlaufe der Zeit weit über 3000 Lothungen und Temperatur-Messungen in unseren Alpenseen — auf eigene Kosten — ausgeführt hat, wie mir erst jüngst sein Sohn, mein geehrter College Prof. Oscar Simony, mitgetheilt hat.

Die in den Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie im Jahre 1850 veröffentlichte Tabelle über die am 30. August 1848 von Simony ausgeführten ersten Temperaturmessungen, ist viel vollständiger und genauer, als der nebenan gebrachte Auszug, den Simony selbst darüber in den Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse im Jahre 1879 publicirt hat. An der Hand dieser ersten Tabelle könnte man es vielleicht auch versuchen, der Frage näher zu treten, wie es sich denn mit der von Prof. Richter im Würthersee, und neuestens auch durch ihn in dem 346 *m* tiefen Gardasee nachgewiesenen „Sprungschichte“ etwa im Traunsee verhalten mag. Man versteht darunter das auffallende, nicht gleichmässig vor sich gehende, sondern sprunghaft erfolgende Sinken der Temperatur in einer gewissen Wasserschichte, die nicht tief unter der Oberfläche liegt. Prof. Richter wiess für den Hochsommer und Herbst im Würthersee diese seicht liegende „Sprungschichte“ zwischen 8·5 und 11 *m*

Tiefe scharf nach. Von neunten auf den zehnten Meter nahm die Temperatur um volle  $5^{\circ}$  C ab. Im August 1889 fand nämlich Richter eine oberflächliche Temperatur von 22 bis  $23^{\circ}$  C, die bis zur Tiefe von 8 m ziemlich anhielt und nur um Zehntelgrade abnahm. In 9 m Tiefe herrschte noch eine Temperatur von  $19^{\circ}$ , bei 10 m nur mehr  $13^{\circ}$ , bei 11 m  $11^{\circ}$ . Bei weiteren Messungen im September 1890 ergaben sich noch raschere Temperaturabnahmen innerhalb eines Meters, die auf circa 8 cm in der Mitte zwischen dem zehnten und elften Meter einen Grad betragen. Im Gardasee betrug nach Richter die Oberflächentemperatur  $19^{\circ}$  C, zwischen dem zwanzigsten und dreissigsten Meter Tiefe fiel sie plötzlich von  $18^{\circ}$  auf  $13^{\circ}$  C, um von hier an langsam bis zur Tiefentemperatur von  $7.7^{\circ}$  abzunehmen, welche auf dem Grunde des Gardasees gemessen wurde. Vertikale Strömungen des Wassers, welche hauptsächlich infolge der bei Nacht eintretenden Abkühlung der Oberflächenschicht eintreten, sollen nach Richter das Entstehen der „Sprungschichte“ veranlassen.

Zur Lösung der Frage der Sprungschicht, deren Lage, Form und Grösse im Traunsee gewiss ein besonderes Verhalten zeigen dürfte, müssen ad hoc zahlreiche und subtile Messungen vorgenommen werden. Vielleicht ergeben sich dann verschieden situierte Sprungschichten, oder auch mehrere untereinander<sup>1)</sup>, wie man beinahe aus Simony's Temperaturbeobachtungen vom Jahre 1848 vermuthen könnte.

Da hier vorherrschend nur die Wintertemperaturen des Traunsees besprochen werden sollen, so kann auf die von Prof. Richter so sorgfältig studirte schmale „Sprungschichte“, welche sich im Hochsommer und Herbst durch so grelle Temperatursprünge auszeichnet, nicht weiter eingegangen werden.

Wie jedoch Richter (a. a. O. S. 193) gebührend hervorhebt, hat eigentlich schon Simony diese von ihm (Richter) benannte „Sprungschicht“ deutlicher erkannt, als z. B. Geistbeck. Hiefür sprechen nicht nur die Tabellen Simony's, sondern meines Erachtens auch textliche Aeusserungen.

---

<sup>1)</sup> Vergleiche hierüber auch die bemerkenswerthe Abhandlung von Dr. W. Ule über: „Die Temperaturverhältnisse der Baltischen Seen“ in den „Verh. d. X. Deutsch. Geogr.-Tages“ zu Stuttgart. Berlin 1893, p. 105—115.

#### IV. Die dem Zufrieren eines Sees und speciell der Schliessung des Traunsees vorausgehenden Umstände.

Ueber die dem Zufrieren der Alpenseen, und speciell der Schliessung des Traunsees, vorausgehenden Umstände hat sich Prof. Simony wiederholt ausführlich geäußert. Er hebt in seiner Abhandlung „über die Alpenseen“ auf S. 557 hervor, dass „gegen das Ende des Sommers, also zu einer Zeit, wo eine möglichst durchgreifende Erwärmung des Wassers in allen seinen Schichten stattgefunden hat“, allgemein „die Wärme von der Oberfläche nach abwärts bis zu einer gewissen Tiefe, zwar in einem **wechselnden** Verhältnisse, jedoch stetig abnimmt, endlich aber bis zu einem gewissen, relativ niedrigen Grade vermindert, keine weitere Abnahme mehr erleidet.“ Man trifft also je nach der Grösse und den besonderen Verhältnissen eines Sees, oft erst von 120 bis 125 *m*, manchmal von 60 bis 80 *m* und ausnahmsweise sogar von 20 bis 25 *m* an, eine vollkommen gleiche Temperatur an, die nicht über + 6° C und nicht unter + 4° C beträgt.

Prof. Simony constatirte im Traunsee nachfolgende Temperaturen für die tiefsten Schichten des Sommers, Herbstes und Frühjahrs.

In der Tiefe von circa		Simony's Beobachtungen in Graden nach Celsius, am:			Celsius-Grade	In der Tiefe von Metern
Wiener Fuss	Metern	30. August 1848	25. September 1874	10. April 1875	am 7. Oct. 1878	
200	63·2	+ 5·0	+ 5·5	+ 3·85	+ 5·5	61·0
400	126·1	4·5	4·63	3·90	4·65	121·9
450	142·2	4·5	4·63	3·90	4·62	152·4
500	158·0	4·37	4·63	3·95		
550	173·8	4·37	4·63	3·95	4·62	189·6
604	190·9	4·37	4·63	3·95	4·62	190·9

Diese relativ constante Temperatur der Tiefenschichten zeigt, von einem Jahr zum andern, Schwankungen um mehrere Zehntelgrade, wie auch die Mächtigkeit der relativ constant temperirten Wasserschichte nach Simony innerhalb eines Jahres wechselt. Bemerkenswerth ist die Messung vom 10. April 1875, welche in

den letzten 33 m über dem Seegrund eine etwas höhere Temperatur ergab, nämlich  $+ 3.95^{\circ}$  (was Simony als Temperatur der grössten Dichte annimmt), als die darüber liegenden Schichten besaßen, welche von  $3.9^{\circ}$  C in 142.2 m Tiefe bis auf  $3.8^{\circ}$  C zwischen 63.2 und 47.4 m Tiefe herabgingen, um wieder nach oben hin, bis zur Oberflächentemperatur von  $3.5^{\circ}$  in 06 m Tiefe, allerlei Schwankungen zu zeigen. (Vergleiche die frühere Tabelle.)

Ausserdem hat Simony in seiner citirten Arbeit vom Jahre 1875 auf S. 435 noch eine Zusammenstellung der Temperaturen der tiefsten Schichten des Gmundener- und Traunsees für den Herbst der Jahre 1868—1874 gegeben und folgende Zahlen gefunden:

für den:	6. Oct. 1868	1. Oct. 1869	26. Sept. 1870	3. Oct. 1872	5. Oct. 1873	25. Sept. 1874	10. April 1875
eine Temperatur von:	$4.70^{\circ}$ C	$4.75^{\circ}$ C	$4.55^{\circ}$ C	$4.45^{\circ}$ C	$4.75^{\circ}$ C	$4.63^{\circ}$ C	$3.95^{\circ}$ C

Prof. Simony bezeichnet  $0.8$  bis  $1.0^{\circ}$  C als „den Spielraum der Temperatur am tiefsten Grunde des Gmundnersees und nimmt die Temperaturen von  $4.75$  bis  $4.8^{\circ}$  und  $3.95$  bis  $3.8^{\circ}$  C als „die äussersten Variationsgrenzen“ an. Für die Wintertemperaturen kommen aber nach Zehdens Beobachtungen ganz andere Werthe in Betracht, wie ein Blick auf die vergleichende Tabelle lehrt. Wichtig bleibt für die Eisbildung in einem See immer der Zeitpunkt, an welchem die Abkühlung der ganzen Wassermasse bis auf  $+ 4^{\circ}$  C gediehen ist. Nach dieser unerlässlichen Vorbedingung können aber noch viele Tage, ja auch Wochen vergehen, bis eine geschlossene Eiskecke den ganzen See überspannt — oder während welcher Zeit die bereits begonnene Eisbildung wieder unterbrochen oder gar zerstört wird.

Da das Wasser bei  $+ 4^{\circ}$  C seine grösste Dichte besitzt, so wird Wasser von  $3$ ,  $2$  und  $1^{\circ}$  C Wärme, und endlich auch das Eis, sozusagen auf den specifisch schwereren Wasserschichten von  $4^{\circ}$  obenauf schwimmen.

Im Herbste verlieren die obersten Wasserschichten eines Sees, welcher zudem noch wie der Traunsee von gewaltigen, abgekühlten Massen des Traunwassers durchfluthet wird, ausser-

ordentlich viel von ihrer Wärme durch Ausstrahlung<sup>1)</sup> an die kühlere Luft.

Sie werden dadurch specifisch schwerer und sinken so lange in die Tiefe, bis sie auf eine Wasserschichte von gleicher Dichte und Temperatur stossen. Hierbei tritt auch eine Mischung mit der unter der erkalteten Oberfläche lagernden wärmeren Wasserschichte ein.

Diesem Prozesse des Niedersinkens und Mischens sind auch die aus geringer Tiefe an die Oberfläche steigenden wärmeren Wassertheilchen so lange unterworfen, bis die ganze Wassermasse des Sees in allen Tiefen die Temperatur der grössten Dichte, oder  $+ 4^{\circ}$  C angenommen hat.

Nach Capitän Zehden's Beobachtungen wurde heuer am 9. Jänner 1895 dieses Stadium im Gmundner- oder Traunsee erreicht, dessen ganze Wassermasse an diesem Tage  $+ 4^{\circ}$  C zeigte. (Siehe die Tabelle.)

Von diesem Zeitpunkte an muss das Sinken der zu oberst liegenden Wasserschichte, bei andauernder Kälte, möglichster Windstille und fortgesetzter Wärmeabgabe an die kalte Luft aufhören, weil jede weitere Abkühlung des Wassers von  $4^{\circ}$  auf  $3^{\circ}$ ,  $2^{\circ}$  und  $1^{\circ}$  bis  $0^{\circ}$  mit einem Leichterwerden desselben verbunden ist. Das kälteste Wasser schwimmt jetzt, verkehrt geschichtet, oben auf, wie es thatsächlich erst am 20. Februar 1885 der Fall war.

An diesem Tage reichte die durch oberflächliche Abkühlung herabgeminderte Temperatur von  $1.2^{\circ}$  C bis zur Tiefe von 22 m. In 50 m Tiefe betrug sie  $3.8^{\circ}$  und von 60 m bis auf den Seegrund herrschte eine Temperatur von  $4.2^{\circ}$  C, die man vielleicht als ein Emporrücken (?) der stets um ein paar Zehntelgrade höheren Temperatur des Seebodens ansehen könnte. Bis zum 7. März d. J. machte die Abkühlung weitere Fortschritte. Die Schichte von  $1.2^{\circ}$  reichte bis zur Tiefe von 40 m und erst von 100 m Tiefe an herrschte bis auf den Seegrund eine Temperatur von  $4.0$  bis  $4.2^{\circ}$  C.

Nach Simony's Messungen wird im Traunsee zur Herbstzeit jene Wasserschichte, welche eine relativ constante Temperatur von  $4.5$  bis  $4.6^{\circ}$  C besitzt, erst in einer Tiefe von rund 150 m angetroffen. Es erreicht demnach diese, nach

---

<sup>1)</sup> Die nächtliche Ausstrahlung macht sich beim Traunsee schon im Spätsommer sehr fühlbar.

Simony etwa 50 m und nach Zehden, welcher eine grössere Tiefe gelothet hat, fast 90 m mächtige unterste Wasserschichte des Sees im Herbst nahezu die Temperatur der grössten Dichte. (+ 4° C.)

Unter allen Umständen gehört daher aus diesem Grunde allein schon ein sehr strenger und langer Winter dazu, bis sich die ganze darüberlagernde Wassermasse des Traunsees überhaupt auf + 4° C und dann noch weiter bis auf 0° abkühlt, damit endlich ein Zufrieren des Sees ermöglicht werden kann. Nach den bis heute gemachten Erfahrungen erfolgt die vollkommene Schliessung des Traunsees durch eine zusammenhängende Eisdecke immer erst im Spätwinter.

Seen, deren Beckenränder flach auslaufen, deren Tiefe gering und deren relativ constante Temperaturschichte höher liegt als im Traunsee, werden auch leichter, rascher und früher zufrieren.

Ueber den Temperaturgang des Wörthersees und das Gefrieren desselben, besitzen wir sehr schöne Beobachtungen und präzise Angaben von Prof. E. Richter. Ende November 1889 war z. B. im Wörthersee die „Sprungschichte“ sammt der warmen Oberschichte verschwunden. Die „abkühlende Circulation“ greift, wie Richter hervorhebt, „von der Oberfläche immer tiefer.“ Am 5. December 1889 hatten die obersten 25 m des Wörthersees ganz gleichmässig 6·2° u. s. w.

„Am 26. December 1889 und am 16. December 1890 wurde bei nächtlichen Lutttemperaturen von - 7·5 und - 15·8° die Oberflächentemperatur von + 4° C. erreicht.“

Nach Zehden's Beobachtungen besass der Traunsee erst am 9. Jänner 1895 in seiner ganzen Wassermasse eine Temperatur von + 4° C. Auf den vorhergehenden Tag, den 8. Jänner, fiel im ganzen Monat die mindeste Temperatur von - 11·8° C

Die Morgentemperaturen von 1. bis 16. Jänner d. J. betragen :

Tag des Jänner 1895	1	2	3	4	5	6	7	8
Grade in Celsius	0	- 1	- 4	- 4	- 5	- 3	- 8	- 11·8
Tag des Jänner 1895	9	10	11	12	13	14	15	16
Grade in Celsius	- 8	- 5	- 3	- 5	- 10	- 3	- 2	0

Am 1. Jänner herrschte Westwind; vom 2. bis 6. Jänner Windstille bei bedecktem Himmel mit Schneefall; am 7. und 8. Jänner Ostwind mit Nebel; am 9. Jänner Windstille bei Nebel und Schneefall.

Es ist nun nicht ohne Interesse zu vernehmen, wie Professor E. Richter, vom Zeitpunkt der erreichten oberflächlichen Abkühlung des Wassers auf  $+ 4^{\circ}$  C., den Process der Eisbildung im Wörthersee schildert. Er sagt an citirter Stelle auf S. 196: „In diesem Momente sollte, der „Theorie“ nach, erstens der ganze See gleichmässig auf  $4^{\circ}$  abgekühlt sein, und zweitens könnte „sofort“ die Eisbildung beginnen, da ja die noch weiter abgekühlten Schichten, als leichter, auf der Oberfläche schwimmen bleiben und sich rasch noch weiter abkühlen können, ohne von den tieferen beeinflusst zu werden. Beides trifft aber in Wirklichkeit nicht zu. Einmal findet man in den grössten Tiefen <sup>1)</sup> zwischen 50 m und dem Grunde das ganze Jahr hindurch Temperaturen zwischen  $4.2$  und  $4.5^{\circ}$ , wie überhaupt die unmittelbar auf dem Grund ruhende Schicht stets um einige Zehntel wärmer ist, als die um einige Meter höhere, was auch Simony stets beobachtet hat. Erdwärme und Fäulniswärme <sup>2)</sup> der unten lagern den Organismen sind als Ursachen dieser Erscheinung schon länger bekannt. Mit dem Frieren aber hat es noch gute Wege. Erst kühlt sich die ganze Wassermasse bis etwa 35 m Tiefe noch um einen weiteren Grad, die Oberfläche aber auf  $2^{\circ}$  ab, bis sich der Eisspiegel bildet. Bei etwa  $2^{\circ}$  Oberflächentemperatur „scheint“ erst der Moment gekommen, wo eine günstige Nacht

<sup>1)</sup> Der Wörthersee besitzt 21 km<sup>2</sup> Flächeninhalt 17 km Länge, und fasst etwa 800 Millionen Kubikmeter Wasser. Er besteht nach Simony's sorgfältigen Untersuchungen aus zwei gesonderten Becken von 73 und 84 m Maximaltiefe, die durch ein seichteres, stark gegliedertes Mittelstück miteinander verbunden sind.

<sup>2)</sup> Ueber die aus dem Uferschlamm des Gmundner-Sees aufsteigenden Gasblasen, welche sich bei der Zersetzung von pflanzlichen Organismen entwickeln und 6.03% Kohlensäure, 78.39% Sumpfgas und 15.58% Stickstoff enthalten, hat mein hochverehrtester Lehrer, Freund und späterer Amtscollage, der jüngst verstorbene Prof. Dr. Jos. Böhm, im 71. Band der Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, Wien 1875, S. 483 berichtet.

Dass bei der Verwesung der zahlreichen, auf dem Grunde des Sees angehäuften thierischen Organismen, gleichfalls Wärme frei wird, liegt auf der Hand. Besonders hoch darf aber der Einfluss der »Fäulniswärme« auf die zu unterst liegenden Wasserschichten keineswegs taxirt werden. Erdwärme und aufsteigende Quellen kommen hiefür in erster Linie in Betracht.

eine ganz feine Schicht auf  $0^{\circ}$  abzukühlen vermag; absolute Luft-ruhe ist Voraussetzung. Die vorhergehende Ufereisbildung ist unbedeutend — mit einem Schläge überzieht sich die Seefläche von einem Ufer zum andern; am Wörthersee übrigens gewöhnlich in zwei, durch einige Tage getrennten Absätzen; zuerst das seichtere Mittelstück von Maria Wörth bis Pörtschach, dann erst die beiden tieferen Becken. Am dritten Tage ist die Eisdecke tragfähig . . . . Nun ist, wie auch schon Forel hervorgehoben hat, die weitere Wärmeabgabe unterbrochen. Im Jänner, Februar und März 1890 sowie im Jänner 1891 betrug bei jeder Messung die Mitteltemperatur des ganzen Seebeckens gleichmässig  $3.8^{\circ}$  C.; vom Jänner an hat ein weiterer Wärmeverlust nicht mehr stattgefunden. Je länger der See z. B. wegen windigem Wetter, oder eine Stelle wegen eines Bacheinlaufes offen bleibt, desto kälter wird die ganze Wassermenge. Am 3. Februar 1890 war in Velden, wo der See noch offen war, die mittlere Temperatur der Wassersäule nur  $3.4^{\circ}$  gegen  $3.8^{\circ}$  im gefrorenen Theile.

Die Wiedererwärmung des Sees beginnt mit Anfang März, noch lange bevor die Eisdecke verschwunden ist. Am 14. März 1890 fand ich unmittelbar unter dem Eise eine Temperatur von  $4.2^{\circ}$  . . . . Die Sonnenstrahlen erwärmen das Wasser also durch das Eis hindurch!“

Dass diese, schon von Simony beobachtete und bei der hohen Diathermanität des Eises selbstverständliche Thatsache mit einem Ausrufungszeichen (!) bedacht wurde, darf wohl nur auf Kosten des Setzers geschrieben werden!

Auf S. 197 erörtert sodann Richter die nun rasch vor sich gehende „Erwärmung“ des Wassers sowohl von oben her, als auch „vom Grunde“ empor.

Diese von Richter geschilderten Verhältnisse des Zufrierens vom Wörthersee, der individuell ganz anders geartet ist, als der viel tiefere Traunsee, lassen sich keineswegs in Bausch und Bogen auf den letzteren übertragen. Ueberdies sagt ja Richter am Schlusse seiner interessanten Arbeit, dass die „Messungen selbst noch nicht abgeschlossen“ sind und „manches noch im weiteren Verlaufe ein anderes Ansehen gewinnen“ mag.

Zur Charakterisirung der Verhältnisse, welche heuer dem Gefrieren des Traunsees vorausgingen, stehen derzeit nur die von Capitän Zehden im „Gmundner Wochenblatte“ veröffentlichten Daten zur Verfügung. Weitere Mittheilungen über Zehden's

höchst verdienstliche Temperaturmessungen stehen ja gewiss von ihm noch in Aussicht.

Wenn man von den nicht verwendbaren, metaphysischen Speculationen absieht, mit welchen Zehden seinen Aufsatz vom 12. März d. J. über „die Temperaturverhältnisse des Traunsees im Winter 1894/95“ einleitete und abschloss, so erhält man doch unter Benützung der sonstigen Mittheilungen und Notizen, ein kleines Bild über das Zufrieren des Traunsees, welches sich naturgemäss etwas anders gestalten muss, als die Skizze über die Schliessung des Wörthersees.

Nach Capitän Zehden's Mittheilungen hatte also am 9. Jänner 1895 die ganze Wassermasse des Traunsees + 4° C. Er bediente sich bei seinen Messungen eines fehlerlosen Umkehrthermometers von Negretti-Zambra und erwähnt nicht, dass er an dem genannten Tage unmittelbar über dem Seegrund, eine um einige Zehntelgrade höhere Temperatur angetroffen hat. Simony hat meines Erinnerns auf dem Grunde des Traunsees diese paar Zehntelgrade auch nur einmal gefunden. Er brachte sie wenigstens nur bei seiner Temperaturbeobachtung vom 10. April 1875 zum Ausdruck. Wohl aber erwähnt Simony diese Thatsache ganz ausführlich bei der Veröffentlichung seiner i. J. 1848 im Hallstättersee etc. gemachten Beobachtungen und bringt sie mit dem Einfluss der Erdwärme und anderen Umständen in Verbindung.<sup>1)</sup>

Die Temperatur von + 4° C., welche Richter am 26. December 1889 und 16. December 1890 nur als „Oberflächentemperatur“ im Wörthersee nachgewiesen hat, besass demnach der Traunsee am 9. Jänner 1895 in seiner ganzen Wassermasse. Es scheint sich also die „Theorie“, welche beim Wörthersee angeblich nicht Stich hielt, für den Gmundnersee nach Zehden's Messungen dennoch bewährt zu haben. Aber es wird wohl kaum eine Theorie geben, nach welcher man den, auch nur oberflächlich bis auf + 4° abgekühlten, riesigen Wassermassen des Wörthersees zumuthen dürfte, dass, wie Richter S. 196 sagt, „die Eisbildung sofort beginnen“ könnte.

<sup>1)</sup> Vielleicht üben auch die, an einigen Punkten des grossen Längsbruches: Hallstättersee — Traunfurche — Mitterndorfer-Einsenkung auftretenden Thermalwässer, welche z. B. im Hallstättersee und bei Grubegg — Mitterndorf entspringen (+ 25° C.) einen kleinen Einfluss aus. Ueber die höheren Temperaturen auf dem Grunde der Seen äussert sich auch Simony in dem citirten Aufsatze: „Ueber Alpengseen“. Wien 1879, S. 560, 561 und 563.

Mir scheint auch bei „etwa 2° Oberflächentemperatur“ noch nicht, wie Richter glauben will, der „Moment“ gekommen zu sein, wo selbst bei absoluter Luftruhe sich in einer einzigen günstigen Nacht eine ganz feine Schichte bis auf 0° abkühlen könnte.

Im Traunsee vollzog sich bei seiner individuellen Verschiedenheit der Process der Eisbildung wahrscheinlich der Zeit nach nur etwas langsamer, aber in physikalischer Hinsicht gewiss nicht anders als beim Wörthersee.

Die in der zweiten Januarhälfte häufiger auftretenden Südwestwinde arbeiteten der fortschreitenden Abkühlung des Wassers, trotz der zur Eisbildung günstigen, wiederholten Schneefälle, entgegen. Die durchwegs kalten Nächte und niedrigen, bis auf  $-7^{\circ}$  und  $-11^{\circ}$  (am 31. Jänner) gehenden Morgentemperaturen, wurden zum Theil durch die oft mehrere Grad über Null erreichenden Mittags- und Abendtemperaturen paralytirt.

Der Februar war mit seiner Mitteltemperatur von  $-10^{\circ}$  C., seiner relativen Windstille und den Schneefällen, für die weitere Abkühlung der obersten Wasserschichten, sowie für die vom Ufer her gegen die grössten Tiefenstellen der Seemitte fortschreitende Eisbildung im höchsten Grade günstig, wie die meteorologischen Beobachtungen zeigen, welche auf der nächstfolgenden Tabelle reproducirt werden sollen.

Sonntag den 17. Februar lag, wie schon oben erwähnt wurde, von Gmunden aus betrachtet, der See als eine „beschnittene Eisfläche“ da. Gänzlich war er noch nicht geschlossen.

Am 20. Februar erhob sodann Capitän Zehden „die Temperaturen der ganzen Wassermasse des Traunsee's in allen Tiefen“ und berichtete darüber im „Gmundener Wochenblatt“ vom 26. Februar.

Die Oberflächen-Temperatur betrug	+ 1·2° C;
bis 22 m Tiefe herrschte . . . .	+ 1·2° C;
bei 25 m „ „ . . . .	+ 2·0° C;
„ 30 m „ „ . . . .	+ 2·8° C;
„ 40 m „ „ . . . .	+ 3·7° C;
„ 50 m „ „ . . . .	+ 3·8° C;
„ 60 m „ „ . . . .	+ 4·2° C;
„ 80 m „ „ . . . .	+ 4·2° C;
„ 100 m „ „ . . . .	+ 4·2° C;
„ 200 m „ „ . . . .	+ 4·2° C.

### Meteorologische Beobachtungen vom 29. Jänner bis 18. März 1895.

Datum	7 Uhr Früh					12 Uhr Mittag					5 Uhr Nachmittag					
	Luftdruck mm + 700	Windrich- tung und Stärke 1-8	Himmel	Temperat. Celsius	Feuchtig- keit	Luftdruck mm + 700	Windrich- tung und Stärke 1-8	Himmel	Temperat. Celsius	Feuchtig- keit	Nieder- schlag mm in 24 Stnd.	Luftdruck mm + 700	Windrich- tung und Stärke 1-8	Himmel	Temperat. Celsius	Feuchtig- keit
29. Jän.	28	1 O.	$\frac{1}{1}$ bed.	- 7	76	29	—	$\frac{1}{1}$ bed.	- 8	65	1.6	28	—	$\frac{1}{1}$ bed.	- 8	70
30. "	22	—	Schnee	9	70	21	—	$\frac{1}{2}$ bed.	- 8	66	3.8	22	1 O.	$\frac{1}{1}$ heiter	10	70
31. "	20	—	"	11	72	21	—	$\frac{1}{1}$ heiter	7	68	—	20	—	Nebel	6	70
1. Feb	20	—	$\frac{1}{1}$ bed.	3	71	22	—	$\frac{1}{1}$ bed.	6	70	—	22	—	$\frac{1}{1}$ bed.	6	70
2. "	25	—	$\frac{1}{2}$ bed.	13	74	25	—	$\frac{1}{4}$ bed.	7	72	—	25	—	Nebel	8	78
3. "	25	—	Nebel	13	75	24	—	$\frac{1}{1}$ heiter	7	70	—	23	—	$\frac{1}{4}$ bed.	7	72
4. "	21	1 SW.	$\frac{1}{1}$ bed.	2	70	21 $\frac{1}{2}$	—	Schnee	3	75	—	20	—	$\frac{1}{1}$ bed.	3	70
5. "	20	—	Schnee	- 5	75	20	—	—	- 4	70	2.3	19	1 O.	$\frac{1}{4}$ bed.	- 6	60
6. "	15	1 O.	$\frac{1}{1}$ bed.	19	70	14 $\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{1}$ heiter	12	70	—	14	1 N.	—	12	64
7. "	15	1 NO.	$\frac{3}{4}$ bed.	13	71	16	—	"	9	65	—	16	—	$\frac{1}{1}$ bed.	8	70
8. "	18	—	Nebel	8	70	19	—	$\frac{1}{2}$ bed.	5	65	—	18	1 O.	$\frac{1}{1}$ heiter	8	63
9. "	19	1 O	"	10	70	24	1 W.	Schnee	4	70	—	26	—	$\frac{1}{1}$ bed.	4	65
10. "	24	—	$\frac{3}{4}$ bed.	12	68	22 $\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$ bed.	7	69	—	20	—	$\frac{1}{2}$ bed.	8	70
11. "	14	—	$\frac{1}{1}$ bed.	8	70	12	—	$\frac{1}{1}$ bed.	6	70	—	10	—	$\frac{1}{1}$ bed.	4	68
12. "	10	2 W.	Schnee	- 2	82	13	—	"	+ 2	68	2.1	15	—	Schnee	- 1	72
13. "	25	1 W.	"	8	74	26	—	—	- 5	67	—	25	—	$\frac{3}{4}$ bed.	5	65
14. "	26	—	"	5	72	27	—	Schnee	4	69	—	26	—	—	5	68
15. "	26	1 O.	$\frac{1}{1}$ bed.	9	70	26	—	$\frac{1}{4}$ bed.	5	65	3.2	25	—	$\frac{1}{2}$ bed.	8	70
16. "	28	—	Nebel	7	72	29	—	$\frac{3}{4}$ bed.	3	52	—	29	1 O.	$\frac{3}{4}$ bed.	3	55
17. "	26	—	Schnee	7	70	27	—	Schnee	6	70	—	27	—	Schnee	5	70
18. "	27	—	—	7	70	27	—	—	4	69	4.9	26	1 S.	$\frac{1}{2}$ bed.	3	69
19. "	26 $\frac{1}{2}$	1 SW.	$\frac{1}{1}$ bed.	- 4	79	27	—	$\frac{1}{4}$ bed.	- 2	65	—	27 $\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{1}$ heiter	- 5	72-
20. "	29	1 S.	$\frac{1}{1}$ heiter	8	75	30 $\frac{1}{2}$	—	"	3	68	—	30	—	"	2	60
21. "	29 $\frac{1}{2}$	—	—	7	78	29 $\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{1}$ heiter	3	70	—	28	—	"	3	60
22. "	25 $\frac{1}{2}$	1 SW.	Schnee	0	70	26	—	Schnee	+ 2	68	1	26	—	Schnee	+ 2	75

23.	"	28	"	0	75	29	1 W.	"	0	62	2·1	28 <sup>1/2</sup>	—	"	0	72	
24.	"	25	1/1 heiter	5	78	24	—	Dunst	0	70	—	22	—	1/1 heiter	1	69	
25.	"	18	Dunst	6	70	17 <sup>1/2</sup>	—	1/2 bed.	0	62	—	17	—	1/1 bed.	1	60	
26.	"	18	1/1 bed.	— 2	70	18	—	1/1 bed.	+ 0	65	—	14	—	1/4 bed.	—	68	
27.	"	11	3/4 bed.	4	78	11	—	"	2	56	—	11	—	1/1 bed.	0	65	
28.	"	16	Schnee	0	70	18	—	"	0	68	—	21	2 W	Schnee	0	69	
1. März		26	2 W	1	75	26	—	1/4 bed.	2	54	—	22	—	1/1 heiter	+ 2	45	
2.	"	19	1 SW.	1/4 bed.	1	68	17 <sup>1/2</sup>	3 S.	1/1 bed.	6	48	—	14 <sup>1/2</sup>	—	1/4 bed.	3	60
3.	"	9	1 W.	Schnee	0	80	8	—	Schnee	2	81	—	9	1 W.	Schnee	1	75
4.	"	10	—	3/4 bed.	3	70	12	—	—	— 2	70	6·5	13	—	—	— 2	74
5.	"	18	—	1/4 bed.	— 7	72	20	—	1/4 bed.	— 1	62	—	19	—	1/1 bed.	— 3	68
6.	"	19	—	Schnee	4	78	20	1 W.	Schnee	3	78	3·2	21	1 W.	Schnee	3	79
7.	"	24	1 W.	"	3	75	24	"	"	1	70	2·8	25	—	"	1	70
8.	"	25 <sup>1/2</sup>	—	1/1 heiter	8	70	25	—	1/1 heiter	2	68	—	23	—	1/1 heiter	+ 2	65
9.	"	23 <sup>1/2</sup>	—	Nebel	8	80	24	—	—	3	75	—	22	—	"	— 2	62
10.	"	20	1 NW.	1/4 bed.	7	74	21	—	1/4 bed.	+ 1	68	—	18	—	1/2 bed.	+ 2	84
11.	"	16 <sup>1/2</sup>	—	Nebel	4	80	17	—	Nebel	0	80	—	16	—	1/4 bed.	— 4	72
12.	"	15	—	"	— 3	80	14	—	1/1 bed.	+ 3	78	—	12	—	"	+ 7	65
13.	"	14	—	"	+ 1	78	15	—	1/1 heiter	5	70	—	16 <sup>1/2</sup>	—	1/1 heiter	— 5	70
14.	"	24	—	"	4	78	27	—	Nebel	4	75	—	29 <sup>1/2</sup>	—	Nebel	3	70
15.	"	33	—	Schnee	2	70	34	—	1/1 bed.	5	65	—	34	—	1/1 bed.	4	70
16.	"	34	—	1/1 bed.	2	76	33 <sup>1/2</sup>	—	—	4	68	—	33	—	1/2 bed.	+ 4	72
17.	"	32	—	"	0	78	33	—	1/1 heiter	4	60	—	52	—	1/1 heiter	5	70
18.	"	30	—	1/1 heiter	— 2	79	30	—	"	7	55	—	29	—	"	9	48

Wenn Zehden bei seiner Messung am 9. Jänner 1895, welche eine Gesamttemperatur von  $+ 4^{\circ}$  C. in allen Tiefen ergab, bis auf die Zehntel genau abgelesen hat, woran absolut nicht zu zweifeln ist, dann müsste sich am 20. Februar zwischen 50 und 60 *m* Tiefe eine Wasserschichte der grössten Dichte befunden haben, oder mit anderen Worten: Die winterliche Abkühlung der oberflächlichen Wasserschichten hat an diesem Tage nicht tiefer eingegriffen, als bis auf 60 *m* Tiefe. Dagegen hätte die mächtige Wassermasse zwischen dem, nach Zehden mehr als 200 *m* tiefen Seegrunde und der Schichte in 60 *m* Tiefe eine geringe Erwärmung um zwei Zehntelgrade erfahren, welche von unten her erfolgt sein müsste, was erst noch näher zu erweisen und zu begründen wäre.

Zwischen den etwas höheren Tiefen-Temperaturen des Sommers und Herbstes 1848, 1874 und 1878 nach Simony's Messungen<sup>1)</sup> steht die Beobachtung Zehden's vom 9. Jänner 1895 in einer interessanten Mitte.

Höchst beachtenswerth und geradezu neu für den Traunsee sind Zehden's mühsame Winter-Beobachtungen und Temperaturmessungen vom 20. Februar, 3., 4. und 7. März 1895, welche der Eisbildung vorausgingen. Von Simony's Beobachtungen nähert sich denselben, dem Zeitpunkte nach, nur die am 10. April 1875 ausgeführte Temperaturmessung.

Aus Zehden's Messungen geht evident hervor, dass die Abkühlung der oberflächlichen Wasserschichten über der dichtesten Schicht von  $+ 4^{\circ}$  durchaus nicht so schnell vor sich geht, wie man nach den citirten Auseinandersetzungen von Richter beinahe glauben könnte. Weiters zeigt es sich deutlich, dass die specifisch leichteren Wasserschichten von  $3.8^{\circ}$ ,  $3.7^{\circ}$ ,  $2.8^{\circ}$ ,  $2.0^{\circ}$  und  $1.2^{\circ}$  auf der relativ dichtesten Wasserschichte von  $+ 4^{\circ}$  C von unten nach oben, d. h. von ca. 55 *m* an mit abnehmender Temperatur gelagert sind, wie es die „Theorie“ verlangt.

Endlich schreitet auch die winterliche Abkühlung beinahe etwas sprungweise vor, denn am 20. Februar d. J. hielt die Temperatur von  $1.2^{\circ}$  bis zum 22. Meter an, und beim 25. Meter betrug sie schon  $+ 2.0^{\circ}$ . Die Temperatur nimmt also in diesen 3 *m* um  $0.8^{\circ}$  C, oder pro Meter um mehr als  $\frac{1}{4}^{\circ}$  C. zu.

<sup>1)</sup> Die kleinen Differenzen lassen sich vielleicht auch zum Theil mit der Verschiedenheit der Mess-Instrumente erklären.

Zur Zeit, als Zehden diese Messung am 20. Februar vornahm, war der See noch nicht gänzlich zugefroren. Es waren wohl schon sämtliche Buchten, ferner die ganze Seepartie zwischen dem „steinernen Löwen“, dem gegenüberliegenden Ufer und Ebensee, sowie die Seepartie von Gmunden bis zur Villa des Generals v. Hartmann und zur „Seewies“ bei Altmünster mit einer zum Theil schon 10 cm dicken Eisschichte überzogen.

Der Vollständigkeit halber lasse ich nun eine Reihe von kurzen Mittheilungen folgen, welche mir direct aus der Stadt Gmunden zugegangen sind und das Bild der am Westfuss des Traunsteins gemachten meteorologischen Beobachtungen ergänzen, weil sie uns einige, wenn auch lückenhafte Anhaltspunkte zur Beurtheilung der am Nordende des Traunsee's herrschenden Verhältnisse geben. Die Temperatur-Ablesungen wurden etwa 10 m über dem Seespiegel in einer Entfernung von 30 m vom See, gewöhnlich um 7<sup>h</sup> Früh und zwischen 4—5<sup>h</sup> Nachmittag gemacht.

### Temperaturen in Gmunden:

Tag des Jänner 1895	8.	10.	12.	15.	17.	19.
Morgentemperatur	— 12·5	— 6	— 8	?	?	— 6
Nachmittags-Temperatur in Celsius-Graden	— 10 um 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> h	— 4·5	— 5	+ 12 Mittags im Schatten	?	— 3 Nebel

Tag des Jänner 1895	20.	22.	27.	28.	30.
Morgentemperatur	— 3·5	? Regen	?	?	?
Nachmittags-Temperatur in Celsius-Graden	— 3 Nebel	? Wind Schneefall	— 6	— 6	— 12·5 um 5 <sup>h</sup>

Die Morgen- und Nachmittags-Temperaturen in Gmunden waren gewöhnlich um 1—3° C. niedriger, als am „Traunsteinfuss“. In der 7<sup>3</sup>/<sub>4</sub> km nördlich von Gmunden am rechten Traunufer in

397 m Meereshöhe gelegenen „Steyrermühl“, wies die Temperatur im Vergleich zu Gmunden einen gleichgrossen Rückgang oder eine intensivere Kälte auf. Das am 16. Jänner in der meteorologischen Station Traunsteinfuss Nachmittags um 5<sup>h</sup> beobachtete Temperatur-Maximum von + 8° C. wurde am 15. Jänner Mittags in Gmunden, welches der Besonnung viel stärker ausgesetzt ist, mit seinen + 12° C um volle 4° übertroffen.

Solche Tage, wie der 15., 16., 17. und 18. Jänner, waren mit ihren relativ hohen Temperaturen, den Süd- und Südwestwinden nebst etwas Regenfall, der weiteren Abkühlung und dem Gefrieren des See's nicht günstig.

Erst vom 27. Jänner Mittag an traten bessere Verhältnisse für das Zufrieren des Sees ein. Die Uebersichtstabelle der meteorologischen Beobachtungen Zehden's habe ich daher vom 29. Jänner an reproducirt.

Zur Ergänzung lasse ich nun die mir aus Gmunden in Intervallen übermittelten brieflichen Mittheilungen folgen, welche rein zufällig allgemeine Andeutungen über Witterungs- und Temperatur-Verhältnisse enthielten. Es dachte ja Niemand daran, dass sich heuer der See schliessen wird.

#### Allgemeine Beobachtungen in Gmunden im Februar und März 1895.

Tag im Februar	Morgen-Temperatur in Celsius-Graden	Nachmittags-Temperatur	Tag im Februar	Morgen-Temperatur in Celsius-Graden	Nachmittags-Temperatur
2. u. 3.	— 15 bis — 18	— 15 (Abds.)	22.	0°	0° <sup>10)</sup>
5.	?	? <sup>1)</sup>	23.	0	0 <sup>11)</sup>
6.	— 25	— 12·5 (4h) <sup>2)</sup>	24.	— 8·5	? <sup>12)</sup>
7.	— 14	— 10	25.	— 8·5	? <sup>13)</sup>
8.	— 11	— 8·5	27.	— 4	— 3 <sup>14)</sup>
9.	— 16	— 12·5 <sup>3)</sup>	März		
11.	— 11	— 5	2.	— 5	? <sup>15)</sup>
12.	— 4	— 3 <sup>4)</sup>	4.	— 6·5	— 5 <sup>16)</sup>
15.	— 13	? <sup>5)</sup>	6.	— 6	— 5 <sup>17)</sup>
16.	— 12·5	? <sup>6)</sup>	10.	— 10	
17.	?	— 8 (2h) <sup>7)</sup> — 10 (4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> h) <sup>7)</sup>	12.	— 6	? <sup>18)</sup>
18.	?	— 6·5 (5h) <sup>8)</sup>	15.	+ (?)	+ (?) <sup>19)</sup>
20.	— 15	— 12 <sup>9)</sup>	17.	— 3	? <sup>20)</sup>
			20.	+ (?)	+ (?) <sup>21)</sup>

1) Mässige Kälte. Gute Schlittenbahn. Schneefall.

2) Um 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>h Früh in der Steyrmühl noch — 20° C. trotz Sonne.

## V. Die vollständige Schliessung des Traunsees am 7. März 1895.

Es wurde bereits wiederholt betont, dass die Eisbildung auf der ganzen Seefläche, für welche nach den Temperaturmessungen Zehden's vom 20. Februar günstige Vorbedingungen durch die bis auf  $+ 1.2^{\circ}$  C. gehende Abkühlung der Wasserschichte bis zur

- 
- 3) Schwacher Schneefall.
- 4) In der Nacht vom 11. auf den 12. frischer Schneefall.
- 5) Am 13. und 14. reichlicher Schneefall. Am 14. Abends  $- 10^{\circ}$  C. — Am 15. Wetter hell, Nordwind, sonst hätte sich auf dem See eine Eisdecke gebildet.
- 6) Z. Th. Sonniger Tag. Neigung zu mildem Wetter.
- 7) Früh 6h zeigte der See eine weisse Decke. Als es hell wurde, konnte man die Eisdecke wahrnehmen. Am Ufer unter dem Traunstein und über Ebenzweier hinaus ist der See noch offen. Bedeckter Himmel. Dabei Schneefall. Man erwartet die Schliessung des See's.
- 8) Die Eisdecke auf dem See schiebt sich zusammen, reicht bis über Schloss Orth. Weiter südlich See offen. Es schneit nicht mehr.
- 9) Schneidiger Südwind. In der Steyermühl  $- 20^{\circ}$  C. Ohne Südwind wäre heute der grösste Theil des See's unter Eis. Von Ebensee bis zum „steinernen Löwen“, vom Schloss Orth bis zum Traunausfluss steht die Eisdecke fest und wird fleissig begangen. Gestern verkehrte zum Wochenmarkt kein Dampfschiff. Am Landungsplatz liegt ein Dampfschiff eingefroren.
- 10) Gestern Abend nach sonnigem Tag  $- 7.5^{\circ}$ . Heute 3h Früh starker Südwest, bei  $0^{\circ}$ . Himmel bedeckt, Schneefall. Der See ist vom Traunausfluss bis zum Wimmer und der Bucht von Altmünster fest gefroren. Alt und Jung tummelt sich auf der weissen Eisdecke. Im Hintergrund sieht man den offenen See.
- 11) In der Nacht vom 22 auf 23. ansehnlicher Schneefall. Eisdecke intact, viel besucht.
- 12) Schönster heiterer Wintertag. Flottes Leben auf dem See, der über seinen tiefsten Stellen noch offen ist.
- 13) In Steyermühl Früh  $- 15^{\circ}$  C.
- 14) Eisdecke bleibt fest, wird fleissig nach allen Richtungen befahren, begangen und „beschoben“.
- 15) Eis auf dem See noch fest; wird noch begangen, obwohl eine Schneedecke darauf liegt.
- 16) Am 3. März fiel viel nasser Schnee. Temperatur nahe bei Null Grad. Passage auf dem See hörte in Folge dessen auf. Am 4. Früh schneidiger Südwest. Schneefall. Der See bei Ebensee mit Eis bedeckt. Seit 3. März Ankunft vieler Staare (*Sturnus vulgaris*) in Gmunden, die sich zahlreich zur Fütterung auf dem Balkon einfinden.
- 17) Seit gestern neuer Schneefall.
- 18) Unter Tags warm. Eisdecke auf dem See noch fest.
- 19) Seit 14. März Früh Thauwetter.
- 20) Die heutige Kälte gab der Eisdecke neuen Halt. Wird nach wie vor fleissig begangen. Heiter.
- 21) Es stürmt und regnet u. s. w.

Tiefe von 22 m geschaffen waren, immer wieder hinausgerückt wurde. Ein scharfer Wind oder eine kleine Temperaturerhöhung wirkte hemmend auf die Eisbildung über den tiefsten Seestellen ein. Der schneidige Südwind des 20. Februar, bei  $-8^{\circ}$  am Traunsteinfuss und  $-15^{\circ}$  C. in Gmunden, der Südwestwind vom 22. und 23. Februar bei Null Grad, unterbrach immer wieder die vom Ufer gegen die tiefste Seemitte hin fortschreitende Eisbildung.

Mit dem 24. Februar besserten sich die Verhältnisse. Es folgte eine Reihe von windstillen Tagen mit Temperaturrückgang und zeitweisigen Schneefall. Trotz der neuerdings zwischen dem 1. und 3. März auftretenden Westwinde und der Temperaturen über Null machte bei zeitweisigem Schneefall dennoch die Abkühlung der obersten Wasserschichten und die Eisbildung weitere Fortschritte.

Die am Sonntag den 3. März vorgenommene Messung Zehden's ergab, dass die obersten Wasserschichten, welche am 20. Februar noch  $+1.2^{\circ}$  besaßen, bereits auf  $+0.5^{\circ}$  C. abgekühlt waren. Während am 20. Februar die Temperatur von  $+1.2^{\circ}$  nur 22 m tief hinabreichte, war die Abkühlung bis auf  $1.2^{\circ}$  am 3. März bereits vertikal um weitere 13 m, d. h. bis auf 35 m Tiefe hinabgerückt.

Infolge dieser oberflächlichen Abkühlung und unter dem, von Simony so oft betonten günstigen Einfluss eines starken Schneefalles für die Eisbildung, hatte sich am 3. März bei  $7^{\circ}$  Kälte und Windstille, die noch offene Seemitte mit Jungeis und sogenanntem „Schneebrod“ — ähnlich wie im Jahre 1824 — überzogen.

Capitän Zehden berichtet nun weiter: „Ein Weststurm bei dem abnormal tiefen Barometerstand von (local) 707.5 mm, zerrümmerte jedoch diese Eisdecke in der Mitte des Sees.“ Der übrige See blieb natürlich unter Eisbedeckung.

Am 4., 5. und 6. März trat Windstille mit Schneefall und Kälte bis zu  $-7^{\circ}$  ein, welch' letztere bis zum 12. März anhielt, am 8. März in „Traunsteinfuss“ ein Maximum von  $-8^{\circ}$  und in Gmunden ein solches von  $-10^{\circ}$  am 10. März erreichte.

Am 7. März unternahm Zehden eine neuerliche, voraussichtlich aber nicht die letzte seiner wirklich mühsamen Temperaturmessungen. Er berichtet darüber gleichfalls im „Gmundner Wochenblatt“ vom 12. März 1895 und sagt dabei: „Infolge der andauernd hohen Kältegrade der Luft und starker Schneefälle“

ergaben die Messungen am 7. März „ein verblüffendes Fortschreiten der Abkühlung des Sees“. Die Resultate sind folgende:

Oberflächentemperatur . . . . .	0·3 <sup>0</sup> C.
In 10 m Tiefe . . . . .	0·8 <sup>0</sup> C.
„ 30 m „ . . . . .	1·0 <sup>0</sup> C.
„ 40 m „ . . . . .	1·2 <sup>0</sup> C.
„ 50 m „ . . . . .	2·9 <sup>0</sup> C.
„ 60 m „ . . . . .	3·8 <sup>0</sup> C.
„ 80 m „ . . . . .	3·9 <sup>0</sup> C.
„ 100 m „ . . . . .	und abwärts 4·0 <sup>0</sup> bis 4·2 <sup>0</sup> C.

„Diesen Umständen zufolge ist heute der See auch über seiner grössten Tiefe in der Mitte zugefroren und ist, obwohl die Decke dort heute noch schwach ist, auch von stürmischen Winden, welche aber nicht voraussichtlich sind, eine Zertrümmerung der Eisdecke nicht mehr zu erwarten.“

Das Ereigniss der completen Schliessung des Traunsees hat sich wieder einmal eingestellt und zwar in dem kürzesten Zeitintervall von 15 Jahren, das man seit dem Jahre 1477 beobachten konnte

Stellt man die Messungen Zehden's einander nach der am 9. Jänner mit 4<sup>0</sup> C. erreichten grössten Dichte des ganzen Seewassers in allen seinen Tiefen gegenüber, so ergibt sich:

Eine Oberflächentemperatur von	Am 20. Februar	3. März	4. März	7. März 1895
in 10 m Tiefe . . . . .	1·2 <sup>0</sup> C.	0·5 <sup>0</sup> C.	0·3 <sup>0</sup> C.	0·3 <sup>0</sup> C.
„ 22 m „ . . . . .	1·2 <sup>0</sup> C.	—	—	0·8 <sup>0</sup> C.
„ 25 m „ . . . . .	1·2 <sup>0</sup> C.	—	—	— C.
„ 25 m „ . . . . .	2·0 <sup>0</sup> C.	—	—	— C.
„ 30 m „ . . . . .	2·8 <sup>0</sup> C.	—	—	1·0 <sup>0</sup> C.
„ 35 m „ . . . . .	—	1·2 <sup>0</sup> C.	—	— C.
„ 40 m „ . . . . .	3·7 <sup>0</sup> C.	—	—	1·2 <sup>0</sup> C.
„ 50 m „ . . . . .	3·8 <sup>0</sup> C.	—	—	2·9 <sup>0</sup> C.
„ 60 m „ . . . . .	4·2 <sup>0</sup> C.	—	—	3·8 <sup>0</sup> C.
„ 80 m „ . . . . .	4·2 <sup>0</sup> C.	—	—	3·9 <sup>0</sup> C.
„ 100 m „ . . . . .	4·2 <sup>0</sup> C.	—	—	4·0 bis 4·2 <sup>0</sup> C.
„ 200 m (Seegrund)	4·2 <sup>0</sup> C.	—	—	„

Die Schicht von  $1\cdot2^{\circ}$  rückte bis 7. März von 22 *m* im Februar bis auf 40 *m* herab, d. h. die zwischen 22 und 40 *m* Tiefe liegenden Wasserschichten würden von  $3\cdot7$  und  $2^{\circ}$  bis auf  $1\cdot2$  und etwa  $0\cdot9^{\circ}$  abgekühlt. Ueber ihnen lagen oder schwammen die specifisch leichtesten Wasserschichten von  $0\cdot8$  und  $0\cdot3^{\circ}$  C. Diese oberste Schichte von  $+ 0\cdot3^{\circ}$  C., welche schon am 4. März diese Temperatur besass, konnte endlich einmal in der „günstigen“ Nacht vom 6. auf den 7. März, trotz des Westwindes, in Anbetracht der am 7. März herrschenden grossen Kälte und des Schneefalles vom 6. März, soweit abgekühlt werden, dass es zur Bildung und Schliessung der letzten Eisdecke über der bis dahin noch eisfreien und tiefsten Seemitte kam.

Nach verschiedenen Störungen und Hemmungen, kam endlich doch unter Erfüllung aller für die Eisbildung auf dem Gmundnersee günstigen Vorbedingungen, die schon der Altmeister Prof. Fr. Simony als ältester und erster Erforscher unserer herrlichen Alpenseen zu würdigen verstand, die Schliessung des Traunsees am 7. März d. J. zu Stande. Der Zeitpunkt der grössten Abkühlung der oberflächlichen Wasserschichten des Sees, die vom 4. bis zum 7. März nur eine Temperatur von  $+ 0\cdot3$  C. ablesen liessen, fällt aber auch zusammen mit dem am 5. März 1895 erreichten tiefsten Wasserstande des Sees. Es wurde schon früher gezeigt, dass am genannten Tage der Traunpegel am Ausflusse des Sees in Gmunden 27 *cm* unter Null stand.

Der Quantität und Temperatur der bei Ebensee in den Traunsee einflussenden Wassermassen des Traunflusses, fällt jedenfalls auch eine wichtige Rolle bei der relativ langsam vor sich gehenden Abkühlung des Seewassers und demgemäss auch bei der Eisbildung auf dem See zu.

Aus den von mir zusammengestellten Temperaturtabellen lässt sich viel herauslesen. Und leicht könnte Mancher vielleicht versucht werden, eine schöne Theorie oder Hypothese aufzustellen, wenn er ein Freund von kurzlebigen Scheinerfolgen ist.

Erst, wenn Capitän Zehden alle seine heurigen Wintermessungen veröffentlicht oder bearbeitet hat, dann werden sich gewiss auch noch weitere interessante Anhaltspunkte für die Beurtheilung der gewaltigen Abkühlung ergeben, welche sich während eines so strengen und langen Winters bis auf Schichten erstreckt, die nahezu in der Tiefe von 100 *m* liegen, oder die Hälfte der gesammten Wassermassen des ganzen Traunsees umfassen.

Ein rühmliches Verdienst Zehden's bleibt es aber für alle Zeiten, dass er sich aufopfernd den keineswegs angenehmen Temperaturmessungen gerade in einem Winter unterzogen hat, gegen dessen Ende das seltene Phänomen der Schliessung des Traunsees durch eine vollständige Eisdecke erfolgte.

Der kurzen Andauer des Eisspiegels und seiner Zerstörung zu Beginn der letzten Märzwoche, habe ich bereits am Anfange meiner Auseinandersetzungen gedacht, welche diesmal nicht das Gepräge einer selbstständigen Arbeit tragen konnten, sondern Beobachtungen verwerthen mussten, die wir jenen emsigen Forschern verdanken, welche in dem heimatlichen Traunsee ein dankbares Object für ihre aufopfernden Studien gefunden haben.

## VI. Nachtrag.

Während der Drucklegung wurde mir aus G m u n d e n Nr. 16 des „Gmundner Wochenblattes“ vom 16. April 1895 zugeschickt, in welchem noch die nachfolgende Notiz enthalten war:

„Tiefentemperatur - Messungen. Der Universitäts-Professor in Graz, Herr Dr. Ed. Richter, welcher das Centrale für diese Messungen leitet, richtete am 5. d. M. (April) an Herrn Capitän Zehden ein Schreiben, worin er seiner Freude über die Resultate der Winterbeobachtungen Ausdruck gibt.“

Er bemerkt hiebei unter Anderem: „Die Resultate Ihrer Beobachtungen sind sehr interessant und merkwürdig; die Abkühlung reicht überraschend tief. Für die nächste Zukunft ist eine Zunahme der Temperatur von oben u n d von unten (Erdwärme) zu erwarten. Es wäre daher besonders wichtig, zu sehen, wo sich die Kälte am längsten hält, ich vermthe etwa bei 150—100 m. Die Temperaturzunahme von unten ist viel schwerer zu ermitteln und zu begreifen als die von oben, die ja selbstverständlich ist; ich würde jener daher mein Augenmerk zuwenden.“

Wie das „Gmundner Wochenblatt“ weiter mittheilt, so löste eine Messung des Herrn Capitän Zehden vom 10. April d. J. diese Frage. Zehden fand nämlich folgende Temperaturen in verschiedenen Tiefen, denen ich die fast am gleichen Tage vor 20 Jahren von Professor Dr. F. Simony erhobenen Werthe anreihe.

„Oberflächen-Temperatur . . . . .	4·2 <sup>0</sup> C.
50 <i>m</i> Tiefe . . . . .	4·0 <sup>0</sup> C.
100 <i>m</i> „ . . . . .	3·8 <sup>0</sup> C.
120 <i>m</i> „ . . . . .	3·8 <sup>0</sup> C.
140 <i>m</i> „ . . . . .	3·9 <sup>0</sup> C.
150 <i>m</i> „ . . . . .	3·98 <sup>0</sup> C.
160 <i>m</i> „ . . . . .	4·0 <sup>0</sup> C.
200 <i>m</i> „ . . . . .	4·2 <sup>0</sup> C.“

Vergleicht man diese Temperatur-Messungen Zehden's vom 10. April 1895 mit denen von Hofrath Professor Dr. Simony vom 11. April 1895, welche ich hier auszugsweise reproducire:

In 0·6 <i>m</i> Tiefe . . . . .	3·60 <sup>0</sup> C.
„ 3·2 <i>m</i> „ . . . . .	3·55 <sup>0</sup> C.
„ 6·3 <i>m</i> „ . . . . .	3·55 <sup>0</sup> C.
„ 12·6 <i>m</i> „ . . . . .	<b>3·50<sup>0</sup></b> C.
„ 19·0 <i>m</i> „ . . . . .	<b>3·50<sup>0</sup></b> C.
„ 25·3 <i>m</i> „ . . . . .	3·55 <sup>0</sup> C.
„ 31·6 <i>m</i> „ . . . . .	3·55 <sup>0</sup> C.
„ <b>47·4</b> <i>m</i> „ . . . . .	<b>3·60<sup>0</sup></b> C.
„ 63·2 <i>m</i> „ . . . . .	3·60 <sup>0</sup> C.
„ 94·8 <i>m</i> „ . . . . .	<b>3·65<sup>0</sup></b> C.
„ 126·4 <i>m</i> „ . . . . .	3·70 <sup>0</sup> C.
„ <b>170·7</b> <i>m</i> „ . . . . .	<b>3·70<sup>0</sup></b> C.

so ergibt sich eine auffallende Uebereinstimmung zwischen beiden Messungen insofern, als scheinbar zu oberst und zu unterst die am höchsten temperirten Wasserschichten angetroffen werden. Weiters lag nach dem wärmeren Winter 1874/75 die geringste Temperatur von 3·5<sup>0</sup> C. schon zwischen 12·6 und 19 *m* Tiefe, während nach dem harten, langen Winter 1894/95 die Wasserschichte der niedersten Temperatur von 3·8<sup>0</sup> C. zwischen 100 und 120 *m* schwebte.

Immerhin finden wir aber, sowohl am 11. April 1875, als auch am 10. April 1895, eine ziemlich grosse Gleichmässigkeit der Temperatur innerhalb der Wassermasse des Traunsees über seiner tiefsten Stelle. Es schwankte die Temperatur des Wassers von der Oberfläche bis auf den Seegrund am genannten Tage (1875) nur zwischen 3·5<sup>0</sup> und 3·7<sup>0</sup> C., oder (1895) zwischen 3·8<sup>0</sup> und 4·2<sup>0</sup> C.

An anderen Stellen des Traunsees wurden jedoch von Professor Dr. F. Simony am 12. April 1875 auffallende Temperaturdifferenzen an verschiedenen Punkten constatirt, über welche er sich auf S. 436 seiner citirten Abhandlung in den „Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften“ zu Wien 1875 ausführlich geäußert hat. Die am 12. April 1875 westlich vom „Gschliefeck“ in 140 *m* Tiefe beobachtete Temperatur von 3·9° C. ist um zwei Zehntelgrade höher, als die weiter südlich über der grossen Seetiefe constatirte Temperatur von 3·7° C.

Es liessen sich hiefür an der Hand der, von mir im Bereiche des Gschliefegrabens und des Nordabfalles vom Traunstein über Ansuchen des h. k. k. Ackerbau-Ministeriums ausgeführten geologischen Detailstudien, welche in einem vom 20. November 1892 datirten amtlichen Gutachten zu einem vorläufigen Abschlusse gekommen sind, mancherlei geologische Belege erbringen.

Hingegen schrieb Simony die, etwa 400 *m* von der Trauneinmündung in 107 *m* Tiefe mit 4·25° C., und an anderen Stellen in gleicher Tiefe mit 3·95° bis 4° C. abgelesenen Temperaturen, welche um 3 bis 6 Zehntelgrade höher ausfielen, dem erwärmenden Einflusse der Wassermasse der Traun zu, deren Temperatur damals in der Zeit vom 9. bis 12. April 1875 zwischen 4·3° und 8·3° C. geschwankt hatte. Die eigentliche Oberflächen-Temperatur des Seewassers betrug nach Simony in den Nachmittagstunden nächst der Eisenau in der Seemitte 5·0° bis 5·5° C. in 0·2 *m* Tiefe.

In der Bucht von Stein zeigte, gegen Traunkirchen hinab, das Thermometer oberflächlich sogar 7° bis 10° C.

Der Einfluss der Sonnenwärme, sowie die Wirkung der gewaltigen, durch den See ziehenden Traunwassermengen, kam also am 11. April 1875 neben der immer in Action stehenden Beeinflussung durch aufsteigende Thermalwässer etc. verschieden und ungleich an verschiedenen Punkten des Sees in Geltung. Mit Recht hat Prof. Simony den Einfluss der „Erdwärme“ niemals so hoch taxirt, als ihn nach meiner Ansicht Capitän Zehden anzuschlagen scheint. Würde sich die Erdwärme in jenem Masse geltend machen, als man nach den bisher über die Temperaturmessungen veröffentlichten Erläuterungen im „Gmundener Wochenblatt“ vermuthen könnte, so müsste sich die Erdwärme auch zur Sommerszeit oder im Herbste

in einer ganz anderen, und zwar intensiveren Weise bemerkbar machen.

Das ist nun keineswegs der Fall, wie ein flüchtiger Blick auf irgend eine der von Hofrath Prof. Simony veröffentlichten Temperaturtabellen lehrt, die er auf Grund seiner langjährigen Temperaturmessungen im Sommer oder Herbst angefertigt hat.

Aus einer Serie von Temperaturmessungen, die z. B. an einer und derselben Stelle über der grössten Seetiefe vorgenommen wurden, gewinnt man vorzügliche Anhaltspunkte über den Temperaturgang, der sich in den Wasserschichten über dieser tiefsten Stelle des Sees im Verlaufe einer bestimmten Zeit verfolgen lässt. Um jedoch ein Bild über die Temperaturbewegung des ganzen Sees zu erhalten, müssten, wie schon aus Simony's Untersuchungen hervorgeht, und wie mit Rücksicht auf die ganz besondere Individualität des Traunsees auch nicht anders erwartet werden kann, an verschiedenen Punkten des Sees Temperaturmessungen vorgenommen werden, die sich von der Oberfläche bis zum Seegrund erstrecken und alle Jahreszeiten und Monate umfassen.

Recapitulirt man die Hauptergebnisse der bis jetzt publicirten Messungen von Capitän Zehden, so zeigt sich, dass vom 9. Jänner 1895 an, also jenem Tage, an welchem die ganze Wassermasse des Traunsees, von der Oberfläche bis zum Grunde sich bei  $+4^{\circ}$  C. im Stadium der grössten Dichte befand, die successive Abkühlung der obersten Wasserschichten nur langsam vor sich ging, aber immer tiefer hinab sich fortpflanzte.

Am 20. Februar betrug die Oberflächentemperatur  $1.2^{\circ}$  C., und diese Temperatur herrschte bis auf 22 m Tiefe. In 25 m waren  $2^{\circ}$ , in 30 m  $2.8^{\circ}$ , in 40 m  $3.7^{\circ}$ , in 50 m  $3.8^{\circ}$  und 60 m  $4.2^{\circ}$  C., welche von hier bis auf den Grund anhielten. Zwischen 50 und 60 m befand sich also die Schichte von  $+4^{\circ}$  C. Die Abkühlung war von der Oberfläche vertikal abwärts bis auf circa 55 m vorgerückt.

Am 3. März zeigte die Seeoberfläche eine Temperatur von  $0.5^{\circ}$  C.; die Schichte von 1.2 m stand schon in 35 m Tiefe, d. h. die Abkühlung des Sees hat weitere Fortschritte gemacht.

Am 7. März war die oberflächliche Abkühlung des sich auch in der Seemitte vollständig mit Eis überziehenden Wassers im Traunsee bis auf  $0.3^{\circ}$  C. gediehen. In 10 m Tiefe herrschte eine Temperatur von  $0.8^{\circ}$  C., in 30 m  $1^{\circ}$ , in 40 m  $1.2^{\circ}$  C.,

in 50 *m* 2·9°, in 60 *m* 3·8°, in 80 *m* 3·9° und in 100 *m* 4° C. Von hier an blieb die Temperatur bis auf den Seegrund zwischen 4 bis 4·2° C. Die von oben her vertikal nach abwärts einwirkende winterliche Abkühlung hatte beiläufig die Hälfte (100 *m*) der Seetiefe und der gesammten Wassermasse erreicht. Bis zum Wettersturze vom 20. und 21. März und wahrscheinlich noch darüber hinaus, hat die Abkühlung ganz entschieden noch weitere Fortschritte nach der Tiefe gemacht.

Wir finden nämlich nach Zehden's allerletzten Messungen vom 10. April 1895, dass in 200 *m* Tiefe 4·2° C. beobachtet wurden, die im Vergleich zu der am 9. Jänner d. J. gemachten Ablesung vielleicht auf Kosten der „Erdwärme“ zu setzen wären. In 160 *m* herrschten 4·0°, in 150 *m* 3·98°, in 140 *m* 3·9°, in 120—100 *m* 3·8°, in 50 *m* 4·0° und an der Oberfläche wieder 4·2° C.

Am 7. März besass bei einer von der Oberfläche bis zum Seegrund nachweisbaren constanten Temperaturzunahme, welche von 0·3° bis auf 3·9° und 4·0° anstieg, die in 100 *m* Tiefe befindliche Wasserschichte noch + 4° C. Am 10. April jedoch lag diese Schichte von 4° C. in 160 *m* Tiefe, weil die Abkühlung noch in vertikalem Sinne nach abwärts vorrückte. Es lag an diesem Tage über dem um 2 Zehntel Grade wärmeren Seegrundwasser von 4·2°, in 160 *m* Tiefe die specifisch schwerste Schichte von + 4·0° C. Ueber ihr folgten dann die specifisch leichteren und stark abgekühlten Schichten von 3·98°, 3·9° und 3·8° C., welche jetzt zwischen 150 und 100 *m* ausgebreitet sind, während sie am 7. März noch zwischen circa 90 und 60 *m* Tiefe schwebten.

Die kälteste Schichte lag somit am 10. April zwischen 100 und 120 *m* Tiefe. Ueber ihr lagen dann wieder wärmere Schichten, nämlich die specifisch schwerste von 4·0° C. in 50 *m* Tiefe und die specifisch leichteste Schichte von 4·2° C., welche von Zehden oberflächlich angetroffen wurde. Während die Schichte zwischen 100 und 120 *m*, als die kälteste Schichte, mit den unter ihr lagernden Wasserschichten bis auf circa 100 *m* noch gänzlich unter dem Einflusse des heurigen strengen Winters stand, so haben die über der Schichte von 100 *m* schwebenden Wasserschichten, infolge der Besonnung und jedenfalls auch unter Einfluss des wärmeren Traunwassers eine auffallende Erwärmung erfahren. Diese Schichten werden von jetzt an den grössten Temperaturbewegungen und vertikalen Strömungen ausgesetzt sein,

bis sich allmählig wieder die durch Simony's Messungen bekannt gewordenen Temperaturverhältnisse des Sees einstellen.

Der Gmundnersee stand also am 10. April 1895 in seinen tiefsten Schichten noch stark unter der Nachwirkung der heuer im Winter und Nachwinter überaus tief eingreifenden Abkühlung der obersten Wasserschichten. Ausserdem aber machte sich in den obersten Wasserschichten, von der Oberfläche bis zur Tiefe von „60 m“, wie Zehden ganz richtig bemerkt, der „erwärmende Einfluss der Lufttemperatur siegreich“ fühlbar. Jedenfalls wirkt aber auch das Traunwasser ganz gewaltig mit. Die Bildung der „Sprungschichte nahe der Oberfläche“ dürfte übrigens noch nicht so rasch im Entstehen begriffen sein, als Capitän Zehden glaubt. Auch halte ich dessen Ansicht, dass „noch Wochen vergehen werden, ehe sich die Erdwärme zum Auftriebe gekräftigt haben wird“, für nicht ganz stichhältig. Mit Ausnahme der, gleichfalls unter dem Einflusse der Erdwärme stehenden und auch im Gmundnersee zweifellos aufsteigenden Thermalwässer — über welche allerdings noch wenige Erhebungen vorliegen — möchte ich der Wirkung der „Erdwärme“ auf die Wassermassen des Sees aus einer ganzen Reihe von Gründen keinen bedeutenden oder nachhaltigen Einfluss zuschreiben. Jedenfalls aber soll man der Erdwärme im Gmundnersee, schon mit Rücksicht auf die denselben durchströmende, wasserreiche Traun, nicht mehr zumuthen, als es z. B. Hofrath Prof. Dr. Simony immer bei der Durchforschung der alpinen Seen gethan hat. Ob nun Capitän Zehden auf Anregung von Prof. E. Richter in Graz, wie aus der letzten Publikation und einer mir gegenüber inzwischen durch Herrn Prof. Dr. C. Zehden gemachten Aeusserung hervorzugehen scheint, oder auf eigene Initiative hin die Temperaturmessungen während des letzten Winters ausgeführt hat, bleibt sich insoferne gleich, als sich Capitän Zehden durch seine mühevollen Arbeiten bleibende Verdienste um die Erforschung des Gmundnersees erworben hat, die neben Simony's unübertroffenen Leistungen den schönsten Platz verdienen.