

508,2
M21
Bd. 1
Teil 5-6 und
Bd. 1

I. SECTION.

TEMPERATURVERHÄLTNISSE DES BALATON-WASSERS

VON

DR. JOHANN SÁRINGER,
GYMNASIAL-PROFESSOR.

MIT 27 TABELLEN UND 15 TEXTFIGUREN.

272024

EINLEITUNG.

Die Erforschung der Temperaturverhältnisse der grösseren fliessenden und stehenden Gewässer besitzt nicht nur practischen, sondern auch rein wissenschaftlichen Wert. Zu detaillieren, welch' grosse Rolle dem Wasser im Haushalte der Natur und im Leben der Organismen zukommt, ist wohl unnöthig, gleichwie es auch keines besonderen Hinweises bedarf, dass eine wenigstens annähernd genaue Kenntniss der Sommertemperatur, des Beginnes, der Dauer und des Schwindens der Eisdecke — vom Standpunkte der Balneologie oder bei grösseren Gewässern vom Standpunkte des allgemeinen Verkehrs betrachtet — von grösster Wichtigkeit ist. Vom Gesichtspunkte der Wissenschaft aus ist es interessant und bedeutungsvoll zu wissen: welche Wirkungen die zukommende Wärmemenge im Wasser und welche sie in der Luft hervorruft; inwieferne die Erwärmung oder Abkühlung des Wasserspiegels die Temperatur der gesammten Wassermenge, oder des näheren die Temperatur des Grundwassers beeinflusst; welche Temperaturverhältnisse das unter dem Wasserspiegel liegende Erdreich aufweist; in welchem Verhältnisse die erwähnten Theile des Wassergebietes zur Zeit der maximalen und minimalen Temperaturverhältnisse, sodann in der Übergangsperiode, d. i. in den Frühlings- und Herbstmonaten, zu einander stehen; welche Extreme in den Temperaturverhältnissen des betreffenden Wassergebietes vorkommen und in welchem Zusammenhange dieselben mit den analogen Temperaturverhältnissen der Luft stehen; inwieferne die Verhältnisse der unter der Wasseroberfläche liegenden Bodentheile den Temperaturverhältnissen des in verschiedenen Tiefen untersuchten Trockenlandes entsprechen; welches der Jahres- und Tagesgang der Temperaturverhältnisse der Wasseroberfläche ist und inwieferne diese in allen erwähnten Fragen mit den ähnlichen Temperaturverhältnissen der Luft correspondieren; welchen Tages-Schwankungen die Wassermenge ausgesetzt ist, d. i. wie gross die Veränderlichkeit, beziehentlich die maximalen Werthe dieser Veränderlichkeit sind; welcher Grad der Abkühlung zum Einfrieren notwendig, auf welche Weise sich Wasser- und Lufttemperatur unter der Eisdecke verhalten; welche Dimensionen das Eis in puncto Dicke anzunehmen pflegt und endlich wie lange es andauert?

All das sind der Lösung harrende Fragen und Thesen, deren Wichtigkeit rasch in's Auge fällt und deren practische Kenntniss die Aufmerksamkeit des Menschen schon seit Alters her wachrief, deren eingehendere, auf wissenschaftlichem Wege versuchte Lösung jedoch eine Errungenschaft der Neuzeit ist. Um die Temperatur-

verhältnisse von den oben aufgeführten Standpunkten aus erschöpfend zu erforschen, bedarf es eben der Anwendung von geeigneten Apparaten und entsprechender materieller Opfer. Es ist nicht mein Ziel, auch halte ich es nicht für zeitgemäss, die nach dieser Richtung hin angestellten älteren Untersuchungen hier anzuführen, sondern verweise bloss auf ADOLF FÖRSTER's Werk: «Die Temperatur fliessender Gewässer Mitteleuropas», in welchem die hieher bezüglichen Daten aufgefunden werden können.

Systematische, wissenschaftlich angestellte Aufzeichnungen und Bearbeitungen der Daten gehören allesammt der neueren Zeit an, und will ich an dieser Stelle bloss die wichtigsten anführen:

1. E. RICHTER: Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen, Ein Vortrag, gehalten auf dem IX. deutschen Geographentage in Wien im Jahre 1891.

2. F. A. FOREL: La congélation des lacs Suisses et Savoyards dans l'hiver 1891; Archives des sciences physiques et naturelles. Troisième période, tome XXVII. Nr. 1.

3. K. GRISSINGER: Untersuchungen über die Tiefen- und Temperaturverhältnisse des Weissensees in Kärnten; PETERMANN's Mittheilungen, 1892.

4. SEELAND: Temperaturen und Eisverhältnisse des Wörthersees; Meteorologische Zeitschrift 1892, S. 272 etc.

5. A. E. FORSTER: Die Temperatur fliessender Gewässer Mitteleuropas; PENCK's Geographische Abhandlungen, Band V, Heft 4. Wien, 1894.

6. F. A. FOREL: Le Léman; Tome II. Lausanne, 1895.

7. E. RICHTER: Seestudien; PENCK's Geographische Abhandlungen, Band VI, Heft 2. Wien, 1897.

8. X. ARNET: Das Gefrieren der Seen in der Zentralschweiz; Mittheilungen der Naturforsch. Gesellschaft in Luzern, I. Heft, Jahrg. 1895/96, Luzern, 1897.

9. X. ARNET: Die Durchsichtigkeit des Wassers, die Temperatur der Wasseroberfläche etc.; Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Luzern, II. Heft, Jahrgang 1896/97, Luzern, 1898.

10. PAUL WAGNER: Die Seen des Böhmerwaldes; Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, IV. Band, Leipzig, 1899.

Gleichwie in allen anderen Beziehungen, haben sich auch um die Untersuchung der Temperaturverhältnisse besonders FOREL und RICHTER grosse Verdienste erworben, welche die schweizerischen Seen zum Gegenstande ihrer Untersuchungen machten und denen wir heute auch bei der Erforschung der ähnlichen Verhältnisse kleinerer Seen nachzufolgen bestrebt sind.

I. CAPITEL.

AUF DIE TEMPERATURVERHÄLTNISSE DES BALATONWASSERS
BEZÜGLICHE AUFZEICHNUNGEN.

1. Die Aufzeichnungen VAS JÁNOS' in der Kereked-Bucht am Wasserrande des Csopak-Kövesder Balaton-Gebietes vom Februar 1897—1900. Derselbe misst die Temperaturen nach der unten zu beschreibenden Methode auf der Oberfläche des Wassers, am Grunde und im Boden. Seine Aufzeichnungen sind für die genannte ganze Zeit ziemlich vollständig. Nur hie und da fehlen einige Aufzeichnungen, besonders aus 1899. Die Aufzeichnungen sind verlässlich und genau.

2. Aufzeichnungen des Riedmeisters KOZMA JÁNOS in Siófok, gleichfalls am Wasserrande. Seine Aufzeichnungen erstrecken sich vom 1. Juni 1898 bis zum 31. Dezember desselben Jahres. Es fehlen bloss einige Aufzeichnungen aus den Monaten März und April desselben Jahres; ferner macht er auch einige Angaben über die Eisdecke im Monate Januar d. J. 1899 und im allgemeinen über die Gefrierungsverhältnisse des Sees in diesem Monate. Er misst die Temperatur der Wasseroberfläche und des Seegrundes. Schade, dass sich seine Aufzeichnungen bloss auf eine so kurze Zeit erstrecken. Die Mangelhaftigkeit der Siófoker Aufzeichnungen rührt daher, dass der Eisdruck das an eine Holzsäule befestigte KAPPELLER'sche Bodenthermometer zweimal zertrümmerte.

3. KISS LÁSZLÓ, Kapitän des Dampfers «Kelen», mass die Temperatur der Wasseroberfläche in der Mitte des Wassers vom 7. Juni 1894 bis zum 30. September und vom 8. April 1895 bis zum 30. November. Ich konnte seiner Angaben umso leichter entbehren, als ich über die Temperaturen in der Seemitte in den folgenden viel erschöpfendere und auf mehrere Jahre erstreckende Angaben besitze.

4. AMANCSICS ANTAL, von den Dampfern «Baross» und «Helka», misst die Temperaturverhältnisse der Wasserfläche in der Mitte des Sees mit Orts- und Zeit-Angabe. Seine Aufzeichnungen sind die folgenden: vom 27. Juli bis 31. Oktober 1892, vom 19. Mai bis 10. November 1893, vom 14. April bis zum 3. Dezember 1894, vom 2. Mai bis 30. November 1895, vom 1. Mai bis 30. November 1896, und vom 11. Mai bis 14. Dezember 1897. Die Aufzeichnungen überspringen hie und da einige Tage, sind jedoch genügend brauchbar.

Dr. ÓVÁRY FERENCZ, Reichstagsabgeordneter, mass die Temperatur in Almádi bloss in der Badesaison. Seine Daten sind deshalb wichtig, da er die Temperatur der Wasseroberfläche und der Luft täglich dreimal misst (7^{am}, 2^{pm} és 7^{pm}). Seine Aufzeichnungen erstrecken sich: vom 3. Juni bis 3. September 1894, vom 1. Juni bis 12. September 1898, und vom 16. Juni bis 12. September 1899. Ich benütze bloss die Angaben über die beiden letzten Jahre, da nur diese gleichmässig gewonnen wurden. An und für sich sind diese Daten zu wissenschaftlichen Zwecken weniger geeignet, da der Beobachter die Zehntelgrade der Temperatur des öfteren vernachlässigt, als Vergleichungsmateriale sind sie jedoch gut verwendbar.

6. Die Aufzeichnungen GYAPAY NÁNDOR's, Director des Stefánia-Yacht-Vereines, über die Gefrierungsverhältnisse des Balaton bei Balaton-Füred vom 15. Dezember bis zum 3. April 1894,5, vom 2. Dezember bis 1. Mai 1895/6, vom 30. November

1896/7, vom 22. Dezember bis 28. Februar 1897/8, und vom 23. Dezember bis 28. Februar 1897/8, und vom 23. Dezember bis 22. März 1898/9. Erschöpfende, überaus genaue Angaben.

Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, dass ich noch zwei andere, sich auf kürzere Zeiträume erstreckende Aufzeichnungslisten zu Händen hatte, die beide bloss die Temperatur der Wasseroberfläche massen, die eine vom 13. Juli bis 31. August 1896, die andere vom 20. Juli bis 4. August, und vom 27. August bis 23. September 1894. Da dieselben geringe Zeiträume umfassen, dabei neben den anderweitigen Daten nichts Neues enthalten, kann ich derselben durchaus entbehren.

II. CAPITEL.

JAHRESGANG DER WASSERTEMPERATUR.

Bei Verhandlung des Jahresganges der Temperatur stelle ich vor allem die Temperatur des Wassers an der Oberfläche, am Boden und die Temperatur des Erdreichs im Schlamme einander gegenüber, dieselben zugleich mit dem Jahresgange der Lufttemperatur vergleichend. Sodann mache ich einige Vergleiche zwischen den Temperaturen des Wassers an der Oberfläche, am Ufer und der Seemitte.

A) Aufzeichnungen in der Bucht Kereked.

Die Temperatur des Wassers wurde an der Oberfläche, am Boden und im Schlamme der Bucht Kereked gemessen und zwar vom 1. Februar 1897 bis einschliesslich Dezember 1899. von einem Flosse aus, das in der Mitte der Bucht Kereked, zwischen Csopak und Arács, von letzterem nicht ganz 2 Kilometer entfernt, verankert lag. Gemessen wurde beinahe ohne Ausnahme in den Morgenstunden (um Sommeraufgang herum). Im Sommer lag das Floss in der Mitte der Bucht, vom Ufer in einer Entfernung von 200—300 m.; im Winter, d. i. vom November bis März, wurde dasselbe in der westlichen Ecke der Bucht an das Ufer gezogen.

Die Wassertiefe beträgt bei dem in der Bucht Kereked verankerten Flosse 1·60—1·80 Meter, in welcher Tiefe daher auch die Messung der Temperatur des Grundwassers ausgeführt wurde.

Die Messung der Bodentemperatur erfolgte ebenfalls hier im Schlamme, in einer Tiefe von ungefähr 0·15—0·20 Meter.

Ausserdem besitzen wir noch Daten aus Siófok; gleichfalls auf Grund von zu einer Zeit und an einem Orte angestellten Beobachtungen der Oberflächen- und der Bodentemperatur, und zwar aus den Monaten Juni bis inclusive Dezember d. J. 1898, ferner einige weitere Aufzeichnungen aus den Monaten März und April d. J. 1899. Die Aufzeichnungen wurden Vorm. zwischen 7 und 9 vorgenommen. Die Aufzeichnungsmethode ist gänzlich identisch mit der in Kereked befolgten.

Tabelle 1. Jahresgang der Wasser- und Bodentemperatur verglichen mit dem Jahresgange der Lufttemperatur.

Monate	1897						1898						1899					
	Luft		Wasser		Luft		Wasser		Luft		Wasser		Luft		Wasser			
	Mittel 7am	Tages- mittel	Oberfl.	Boden	Schlamm	Mittel 7am	Tages- mittel	Oberfl.	Boden	Schlamm	Mittel 7am	Tages- mittel	Oberfl.	Boden	Schlamm			
Januar	—	—	—	—	—	-1.8	-0.1	—	1.7	2.7	1.2	2.6	0.7	1.2	1.6			
Februar	2.6	4.7	1.7	1.7	2.3	0.8	2.3	—	1.9	2.2	0.0	2.7	—	1.8	2.1			
März	6.1	8.5	4.2	4.18	5.8	3.8	6.1	—	5.4	5.2	1.7	4.5	—	4.4	4.3			
April	9.3	11.5	10.2	10.3	10.5	9.8	11.7	—	11.7	10.5	8.3	11.2	—	10.5	8.7			
Mai	12.2	13.8	16.8	16.7	14.5	13.7	15.2	—	18.0	16.3	12.5	14.5	17.6	16.6	14.1			
Juni	17.9	19.8	20.7	20.5	17.7	16.2	18.1	20.6	20.4	18.6	15.2	17.4	20.6	20.3	17.4			
Juli	19.1	21.3	23.1	22.8	21.4	17.3	19.2	20.0	20.1	19.0	18.2	20.3	23.0	22.7	21.2			
August	18.8	21.1	21.8	21.7	20.8	18.8	21.6	22.4	22.3	20.7	17.4	19.8	20.6	20.4	20.0			
September	14.4	17.1	18.6	18.34	18.29	13.3	16.5	—	17.5	17.8	13.6	15.9	17.7	17.5	17.5			
Oktober	7.3	9.5	—	11.4	12.5	9.6	12.1	—	15.2	15.0	6.7	10.1	13.2	13.1	13.6			
November	0.9	2.5	—	3.1	5.3	5.7	7.2	—	10.3	11.2	4.8	6.4	—	6.3	8.0			
Dezember	-2.1	-1.2	—	0.4	2.1	0.8	2.4	3.6	3.8	4.7	-4.0	-2.9	0.4	1.4	3.8			

Die Lufttemperatur blieb in Kereked ungemessen, weshalb ich die diesbezüglichen Angaben dem Vergleich zu Liebe den unmittelbaren Aufzeichnungen des nahe gelegenen Arácsér «Liebeshauses» entnahm. Für Siófok benützte ich die Angaben von Siófok.

Die Temperatur der Wasseroberfläche der Seemitte wurde von den oben genannten Schiffskapitänen zur angegebenen Zeit und zwischen den später anzugebenden Orten gemessen und zwar auf die Art, dass sie in ein Blechgeschirr Seewasser schöpften und gleich nach dem Herausheben der Messung unterzogen.

Die im Balaton unternommenen Daten über die Bodentemperatur vergleiche ich auch mit den zur selben Zeit gewonnenen Bodentemperaturangaben der Ó-Gyallaer Sternwarte.

Tabelle 2. Die Jahres-Mitteltemperatur.

Jahr	Luft		Wasser		
	7 ^{am}	Tagesmittel	Oberfl.	Boden	Schlamm
1897.	21·2	22·5	—	22·4	19·3
1898.	20·6	21·7	—	20·6	18·0
1899.	22·2	23·2	22·6	21·3	19·6

Wie aus der ersten Tabelle ersichtlich ist (S. Fig. 1, 2 und 3), befolgen die Temperaturverhältnisse des Wassers auf der Oberfläche, am Boden und im Schlamm durchaus den Jahresgang der Lufttemperatur, In allen drei Jahren fällt das Maximum, beziehentlich das Minimum des Wassers und des Bodens auf denselben Monat, wie die Extreme der Luft. Das Maximum fällt in den Monat Juli oder August, das Minimum in den Dezember oder Juli. Vom Maximum zum Minimum ist ein stetiges Sinken, vice-versa ein stetiges Ansteigen bemerkbar. 1897 und 1899 fällt das Maximum in den Juli, 1898 in den August. Das grösste ist das Maximum des Jahres 1897.

Die Schwankung der Oberflächentemperatur fällt ungefähr mit der Jahresschwankung der mittleren Tagestemperatur der Luft zusammen; die Jahresschwankung des Grundwassers ist kleiner als die Jahresschwankung der mittleren Tagestemperatur der Luft, jedoch grösser als die mittlere Schwankung der Morgentemperatur der Luft (7^{am}); die Jahresschwankung der Schlammtemperatur ist noch kleiner als die der beiden vorigen.

Die jährliche absolute Schwankung der Schlammtemperatur ist die geringste, die der Luft überall die grösste.

Interessant ist es, auf Grund der ersten Tabelle die steigende und sinkende Temperatur des Wassers und des Schlammes mit der Lufttemperatur zu vergleichen. In den Monaten Februar und März 1897 ist die Temperatur des Wassers und des Bodens kleiner als diejenige der Luft; im April 7^{am} ist schon diejenige der Luft kleiner, im Tagesmittel jedoch noch immer höher als die Temperatur des

Wassers und des Bodens; vom Mai bis inclusive Januar 1898 ist die Wassertemperatur höher als diejenige der Luft, während die Bodentemperatur innerhalb desselben Zeitraumes in einem Monate, d. i. im Juni, niedriger als die Lufttemperatur ist; vom Februar 1898 bis einschliesslich Dezember 1899 ist die Lufttemperatur

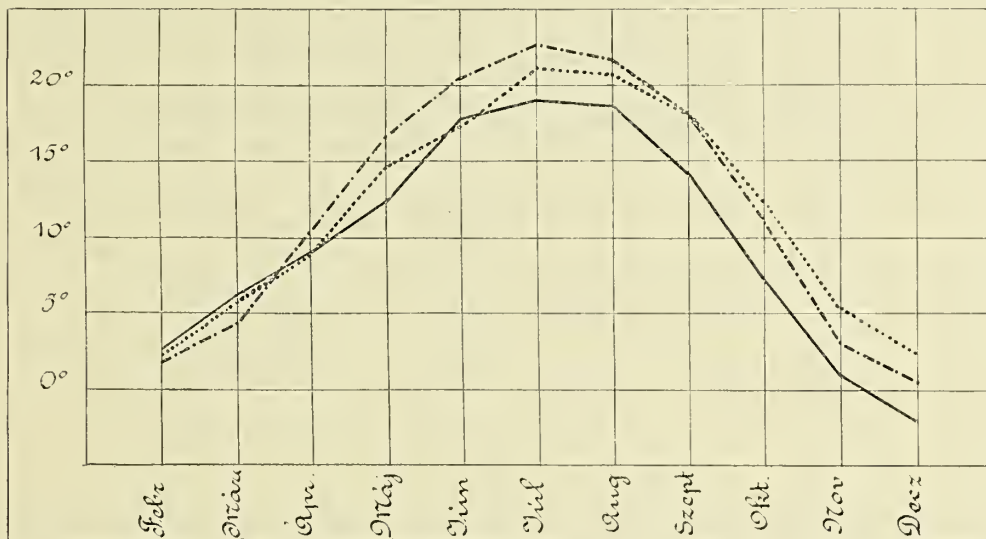


Fig. 1. Jahresgang der 1897-er Temperaturen 7am — Luft, — . . . — Wasser am Boden und Schlamm.

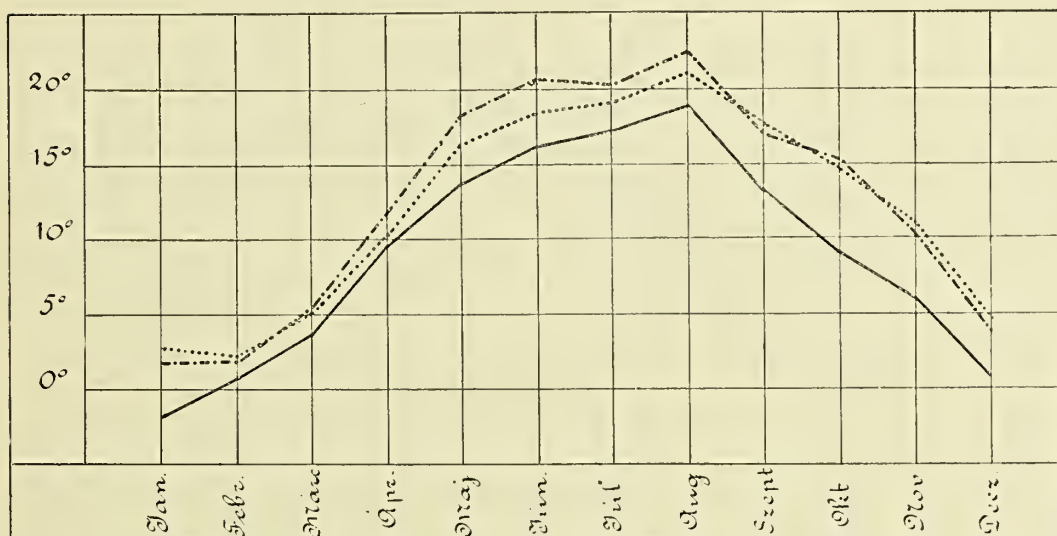


Fig. 2. Jahresgang der 1898-er Temperatur 7am — Luft, — . . . — Wasser am Boden und Schlamm.

7am immer niedriger als die des Wassers, im Tagesmittel jedoch 1898 bloss von Februar—April, im übrigen ist die Lufttemperatur niedriger als die des Wassers und des Bodens. Dieses hier beschriebene gegenseitige Verhältniss von Luft-, Wasser- und Bodentemperatur findet darin seine Erklärung, dass sich die Luft schnell erwärmt, jedoch auch schnell abkühlt. Am langsamsten geht natürlicherweise die Bodenerwärmung vor sich, dem entsprechend jedoch auch die Abkühlung.

Daher kommt es denn auch, dass in denjenigen Jahren, in welchen die Lufttemperatur innerhalb eines Monats energisch steigt, die Bodentemperatur stark zurückbleibt. So beträgt z. B. im Juni 1897 das Steigen der Lufttemperatur im Vergleiche zum vorgehenden Monate 6 Grad, während das Steigen der Bodentemperatur bloss

Tabelle 3. Die absolute Jahresschwankung.

Jahr	Luft		Wasser		
	7am	Tagesmittel	Oberfl.	Boden	Schlamm
1897	33.4	35.6	—	26.9	23.1
1898	34.4	33.1	—	25.5	22.4
1899	38.6	38.4	27.2	27.0	24.2

2.8° beträgt. In den beiden anderen Jahren findet sich kein derartiger grosser Sprung, weshalb auch das Aufsteigen der Bodentemperatur demjenigen der Luft überall nahesteht.

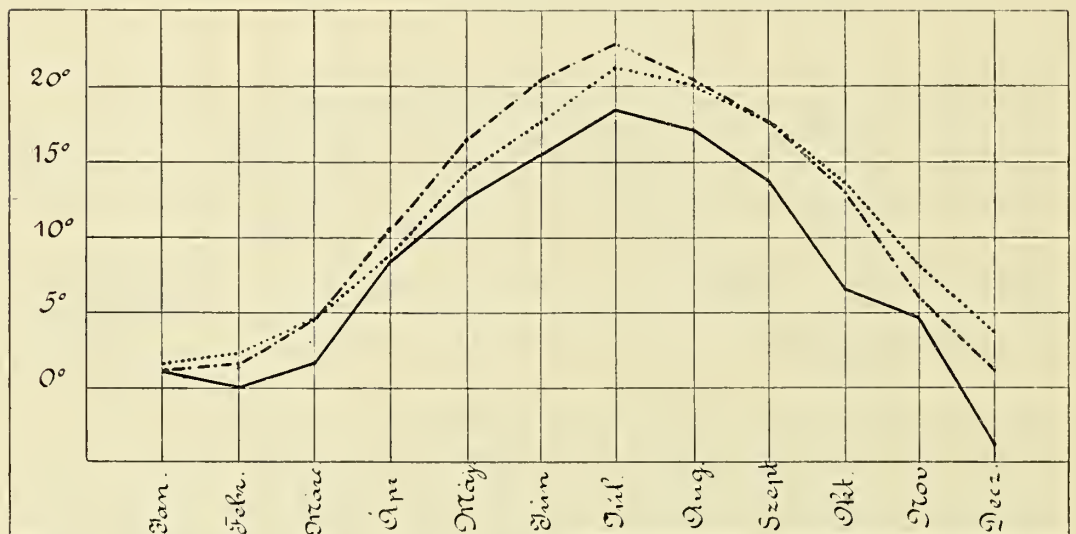


Fig. 3. Jahresgang der 1899-er Temperaturen 7am — Luft, - - - - Wasser am Boden und Schlamm.

Hier muss ich hervorheben, dass ich obige Vergleiche zwischen den Temperaturen der Luft und des Wassers, besonders aber der Luft und des Bodens bloss deshalb versuchte, um den Jahresgang derselben nebeneinander zu stellen und auf diese Art die Differenzen, beziehentlich die Übereinstimmungen auch in den Monatsmitteln darzulegen, nicht als ob ich zwischen denselben einen causalen Zusammenhang gesucht hätte, da ja beide auf eine und dieselbe Ursache, d. i.

auf die Insolation, oder überhaupt auf die Sommerwärme, zurückzuführen sind, da diese die Luft von unten nach oben, das Wasser von oben nach unten durchwärmt.

Ein enger Zusammenhang besteht noch zwischen den Temperaturen des Oberflächen- und des Bodenwassers, ferner der Schlammtemperatur, was schon in den Monatsmitteln schön hervortritt, mit voller Genauigkeit jedoch erst aus dem Nacheinander der Aufzeichnungen constatiert werden kann.

In Seen von grosser Tiefe ist die Bodenwassertemperatur das ganze Jahr hindurch nur geringen Schwankungen unterworfen, während sich das Wasser an der Oberfläche im Sommer rapid erwärmt, und im Winter unter unserem Klima zugefriert.

In Seen von so geringer Tiefe, wie es der Balaton ist, theilt sich die von der Oberfläche aus überkommene Temperatur alsbald auch den untersten Schichten mit, weshalb sich sowohl bei der Temperatur des Oberflächen- und des Bodenwassers in den Monatsmitteln bloss geringe Differenzen finden. Im Durchschnitt ist die Temperatur im Dezember und Januar an der Oberfläche kleiner als am Grunde; im Februar März, April und November schwanken die Temperaturen, bald ist die eine, bald die andere kleiner; in den übrigen Monaten sind dieselben im Durchschnitt immerdar an der Oberfläche höher als am Boden. Der Unterschied in den beiden Temperaturen ist jedoch in Monatsdurchschnitten derart klein, dass er zumeist bloss ein-zwei Zehntelgrad C, nie aber einen ganzen Grad beträgt.

Besser schon tritt dieser Unterschied — auch in den monatlichen Mitteln — in den Temperaturen des Bodenwassers und des Schlammes auf. Vom November bis Februar, also vier Monate hindurch, ist die Schlammtemperatur immer höher als die des Bodenwassers. Vom Mai bis August, also wiederum während vier Monate, ist die Temperatur des Bodenwassers höher als die des Schlammes. Im März, April, September und Oktober gewinnt bald die eine, bald die andere die Oberhand. In diesen Monaten lässt sich über die Unterschiede zwischen den Temperaturen des Bodenwassers und des Schlammes nur dann ein wahres Bild erhalten, wenn man das Nacheinander der Aufzeichnungen betrachtet. Zu diesem Behufe will ich hier Reihen der ursprünglichen Aufzeichnungen anführen, je eine aus den Frühlings- und Herbstmonaten, ferner je eine aus der Zeit des Maximums und des Minimums.

Vom 2. Mai angefangen ist die Schlammtemperatur ohne Ausnahme andauernd niedriger als die Temperatur des Bodenwassers.

Bezüglich der oben mitgetheilten Originalaufzeichnungen, wie auch der später mitzutheilenden, muss ich vom Neuen hervorheben, dass die Aufzeichnungen der Wasser- und Bodenwärme zur Sonnenaufgangszeit vorgenommen wurden. Dieser Umstand erklärt das Fact, dass die Schlammtemperatur schon am 28. März um beinahe vier Grade C. höher als die des Wassers war, da um diese Zeit bei Tage die Insolation schon stark ist, und die energische Aufwärmung das Wasser schon bis auf den Boden durchströmt; während jedoch die Temperatur des Wassers in Folge der nächtlichen Abkühlung sinkt, behält der Schlamm die einmal aufgenommene Temperatur besser bei.

In dieser mitgetheilten Beobachtungsreihe ist die Schlammtemperatur grösstentheils höher als die des Wassers. In zwei Fällen jedoch, d. i. vom 3. bis 6. April und am 23. April, tritt ein umgekehrtes Verhältniss ein, da die den bezeichneten Tagen vorangehende einige Tage andauernde grössere Wärme ihre

Einwirkung auf die unmittelbar der Sonne ausgesetzte Oberfläche und das Bodenwasser viel stärker auszuüben vermochte. Die sogar im Tagesmittel recht gut ersichtliche, stetig fluctuierende Lufttemperatur lässt sich an der Wassertemperatur, besonders an derjenigen des Bodenwassers und des Schlammes, kaum erkennen.

Tabelle 4. Temperaturverhältnisse vom 28. März bis 1. Mai 1897.

		L u f t	W a s s e r		
		Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamm
März	28.	11·0	4·1	4·2	8·0
	29.	12·7	4·1	4·2	8·5
	30.	10·1	4·4	4·3	8·6
	31.	13·7	5·0	4·9	8·8
April	1.	13·3	8·0	7·6	9·0
	3.	8·9	9·1	9·0	8·8
	4.	7·8	9·1	9·0	8·5
	6.	8·7	9·2	9·2	9·2
	7.	11·0	9·4	9·4	9·7
	8.	11·0	9·4	9·4	9·7
	9.	10·9	9·4	9·4	9·7
	10.	10·7	9·4	9·4	9·7
	11.	11·5	9·2	9·3	9·7
	12.	10·5	9·3	9·3	9·5
	13.	13·0	9·3	9·4	9·6
	14.	13·3	9·5	9·4	9·6
	15.	15·6	9·4	9·4	9·7
	16.	8·1	9·4	9·4	9·7
	17.	10·1	9·5	9·5	9·8
	18.	12·6	9·5	9·5	10·2
	20.	11·8	9·8	9·8	10·2
	21.	10·4	10·6	9·9	10·8
	22.	12·3	9·8	9·8	10·4
	23.	8·7	11·4	11·4	10·9
24.	8·5	12·0	11·8	12·2	
25.	11·5	11·4	11·3	12·0	
26.	11·7	11·6	11·6	12·4	
27.	14·2	12·1	12·1	12·8	
28.	15·4	12·1	12·1	13·0	
29.	18·5	12·2	12·1	13·5	
30.	19·1	15·4	15·3	14·7	
Mai	1.	18·2	15·4	15·4	14·7

Bezüglich der in der Temperatur des Bodenwassers und des Schlammes im Frühlinge auftretenden Veränderungen will ich ein noch besseres Beispiel anführen, die Monate März und April des Jahres 1898, in denen auch das Wetter viel abwechselungsreicher als im Jahre 1897 war.

Im Wesentlichen durch die gleiche Ursache hervorgerufene Änderungen sind noch, dass infolge des kälteren Frühlings 1898 die Schlammtemperatur um ein Beträchtliches niedriger als im Jahre 1897 ist und daher das einige Tage andauernde wärmere Wetter resultiert, dass die Temperatur des Bodenwassers viel höher als die des Schlammes ist, demgegenüber wiederum die höhere Schlamm- und niedrigere Bodenwassertemperatur das Resultat einer mehrere Tage andauernden Abkühlung ist.

Tabelle 5. Temperaturverhältnisse vom 12. März bis 13. April 1898.

		L u f t	W a s s e r	
		Tagesmittel	am Boden	im Schlamm
März	12.	3·2	3·4	4·0
	15.	8·7	5·4	4·8
	16.	7·1	6·0	5·8
	17.	7·0	7·6	7·0
	18.	7·7	8·6	7·5
	20.	11·7	8·4	7·4
	22.	4·5	7·6	7·5
	23.	2·7	6·9	7·4
	24.	4·7	7·8	7·3
	25.	9·7	7·8	7·0
	26.	7·7	7·6	7·2
	29.	9·7	6·8	6·0
	30.	9·7	5·4	5·0
	31.	10·3	7·4	7·1
April	1.	12·5	7·4	7·0
	2.	13·4	7·6	7·2
	3.	5·7	5·2	7·0
	5.	7·9	6·8	7·5
	7.	8·9	7·6	8·0
	8.	14·4	8·2	8·0
	9.	14·0	9·0	8·6
	10.	12·7	10·6	9·0
	11.	12·3	7·2	8·8
	12.	11·7	8·3	9·0
	13.	7·0	8·8	9·0

Für die Temperaturänderungen des Schlamm- und Bodenwassers bietet noch der März des Jahres 1898 ein interessantes Beispiel, da sich die Schwankung zwischen beiden auf eine viel kürzere Zeit als in den vorhergehenden Jahren erstreckte und zur Zeit dieses Schwankens an der Oberfläche des Balaton auf ein-zwei Tage eine Eiskruste bildete.

Tabelle 6. Temperaturverhältnisse vom 10. bis 31. März 1899.

		L u f t	W a s s e r	
		Tagesmittel	am Boden	im Schlamm
März	10.	9·1	4·0	3·5
	13.	12·5	7·1	6·1
	16.	12·6	9·1	6·7
	19.	2·5	6·4	6·0
	21.	— 1·1	5·0	5·8
	22.	— 3·5	3·2	4·2
	23.	— 2·6	2·4	3·5
	25.	— 2·9	1·4	2·6
	26.	— 1·0	1·2	3·0
	31.	7·3	7·2	4·6

Am niedrigsten stand die Temperatur des Bodenwassers beim Verschwinden der Eisdecke. Vom 31. März ab blieb die Temperatur des Schlammes beständig niedriger als die Temperatur des Bodenwassers.

Den Gegensatz des hier skizzierten Bildes finden wir in den Herbstmonaten, in welchen die Temperatur der schneller abkühlenden Wasseroberfläche, beziehentlich des Bodenwassers bald niedriger, bald höher als die Schlammtemperatur steht, bis sie endlich ständig höher als die Schlammtemperatur bleibt. Behufs Vergleichung will ich die Herbst-Variationen aller drei Jahre hier beifügen.

Tabelle 7. Temperaturverhältnisse vom 5. September bis 4. Oktober 1897.

		L u f t	W a s s e r			
		Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamme	
September	5.	14.1	22.6	22.6	20.6	
	6.	16.9	18.4	18.4	19.6	
	7.	13.9	18.4	18.4	19.2	
	8.	13.3	18.2	18.3	19.1	
	9.	16.9	18.0	18.2	19.9	
	10.	18.0	17.8	18.0	18.8	
	11.	13.9	17.8	17.8	18.4	
	12.	16.1	17.6	17.6	18.2	
	13.	17.5	18.8	18.8	18.5	
	14.	17.2	18.2	18.6	18.4	
	15.	16.6	17.4	17.6	18.0	
	16.	12.7	17.0	17.2	18.0	
	17.	13.2	15.8	16.0	17.8	
	18.	15.5	15.8	15.8	17.4	
	19.	17.5	15.9	16.0	17.2	
	20.	16.5	17.6	17.4	17.4	
	21.	13.3	16.6	16.8	17.0	
	22.	12.8	14.4	15.0	16.6	
	23.	15.7	14.8	14.8	16.6	
	24.	17.1	15.5	15.4	16.2	
	25.	17.8	17.0	17.2	16.4	
	26.	18.4	18.6	18.4	16.6	
	27.	19.1	18.8	18.6	16.8	
	28.	19.8	18.2	18.8	17.6	
	29.	17.9	19.2	19.4	18.0	
	30.	18.5	20.6	20.3	18.4	
	Oktober	1.	19.3	20.6	20.2	18.4
		2.	18.7	20.4	20.0	16.2
		3.	13.7	18.6	18.8	18.0
		4.	9.1	16.0	16.6	17.4

Zwischen den Temperaturen der Luft, des Wassers und des Schlammes finden wir dasselbe Verhältniss, wie im Frühjahr. Die Temperaturveränderung macht sich jedesmal zuerst in der Luft bemerkbar, der sodann die Temperaturveränderungen der Wasseroberfläche, des Bodenwassers und allmählich auch des Schlammes langsamer nachfolgen.

Vom 4. Oktober an ist die Schlammtemperatur ständig höher als die des Bodenwassers.

Vom 14. September bis 3. Oktober und vom 11. bis 28. Oktober ist die Schlammtemperatur eine beständig höhere als die des Bodenwassers, desgleichen auch vom 3. November ab.

Tabelle 8 Temperaturverhältnisse vom Ende August bis Ende Oktober 1898.

		L u f t	W a s s e r	
		Tagesmittel	am Boden	im Schlamm
August	29.	15·5	22·8	21·2
	30.	18·1	19·1	20·4
September	4.	18·1	18·1	18·5
	5.	17·3	18·0	18·4
	6.	18·8	18·1	18·4
	7.	19·3	17·4	18·0
	8.	18·7	17·0	18·0
	10.	20·2	18·8	18·4
	11.	20·5	20·0	19·3
	12.	21·2	22·1	20·2
	13.	20·4	22·2	20·2
	14.	17·5	18·2	19·0
Oktober	3.	16·3	15·2	15·5
	4.	15·8	16·4	16·1
	5.	15·6	17·2	17·0
	6.	15·9	17·6	17·1
	7.	14·9	17·6	17·0
	8.	9·4	17·5	17·0
	9.	9·5	17·6	17·1
	10.	8·1	17·4	17·0
	11.	8·4	17·0	16·9
	28.	11·3	13·4	12·8
November	29.	10·0	13·3	13·0
	30.	11·6	13·4	13·0
	31.	12·9	13·4	13·2
	1.	13·5	13·4	13·2
	2.	11·5	13·3	13·3
	3.	10·4	13·2	13·3

Vom 7. Oktober an ist die Schlammtemperatur beständig höher als die Temperatur des Bodenwassers.

Tabelle 9 Temperaturverhältnisse vom 10. September bis 8. Oktober 1899.

		L u f t	W a s s e r		
		Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamm
September	10.	16·2	20·4	20·1	19·0
	11.	10·3	16·4	16·2	18·8
	12.	9·8	15·9	15·8	18·0
	13.	10·5	15·5	15·1	17·2
	14.	12·4	15·4	15·2	17·2
	15.	15·0	15·3	15·2	17·2
	16.	15·4	15·5	15·3	17·0
	17.	15·1	16·0	15·8	16·8
	18.	15·7	16·2	16·0	16·5
	19.	16·5	16·6	16·2	16·8
	20.	17·7	16·9	16·6	16·8
	21.	11·6	16·7	16·5	16·8

		L u f t	W a s s e r		
		Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamm
September	22.	13·6	16·5	16·3	16·7
	23.	12·5	16·4	16·3	16·5
	24.	12·5	16·5	16·2	16·2
	25.	13·3	16·7	16·4	16·3
	26.	14·3	16·8	16·6	16·4
	27.	14·9	17·6	17·0	16·6
	28.	16·9	18·4	18·1	16·7
	29.	14·9	18·8	18·7	16·8
	30.	17·0	18·9	18·8	16·9
	Oktober	1.	18·7	18·6	18·4
2.		19·3	18·6	18·4	16·8
3.		17·0	18·6	18·2	16·4
4.		15·4	18·3	17·3	16·3
5.		14·7	17·6	17·0	16·2
6.		14·8	16·4	16·2	16·2
7.		13·0	16·1	16·0	16·1
8.		7·0	15·2	15·2	16·1

Die obere Aufzeichnungsreihe ist vielleicht das treffendste Beispiel dafür, auf welche Art und Weise die beständig wirkende Insolation und das andauernde Aufwärmen auf die Oberfläche des Wassers, auf den Seeboden und den Schlamm einwirken.

Die bislang angeführten Original-Aufzeichnungen können uns davon überzeugen, dass sich das seichte Wasser des Balaton schnell der Energie der auf dasselbe einwirkenden Wärmequelle anbequemt; dass die Anbequemung der Wasseroberfläche der Luftdurchwärmung auf der Spur folgt — in jedem Falle nach ein-zwei Tagen — worauf die Oberflächentemperatur alsbald bis auf den Boden hinabdringt, welchen Temperatur-Schwankungen im geringeren Maasse auch die Schlammtemperatur nachfolgt, solange nicht die Einwirkung der Hitzeenergie eine derart niedrige wird, dass sie nicht mehr im Stande ist, die Wassermenge bis zur Temperatur des gleichfalls stetig abkühlenden Bodens zu erwärmen.

Durch die Vorführung der Kerekeder Original-Aufzeichnungen will ich mich noch auf zwei Fälle erstrecken: auf das Verhalten der Wassertemperatur zur Zeit der maximalen Temperatur; zweitens: beim Eintritte der Minimaltemperatur.

Tabelle 10. Eintritt der Maximaltemperatur zwischen dem 1. und 21. Juli 1897

		L u f t	W a s s e r		
		Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamm
Juli	1.	27·0	25·2	23·2	22·4
	2.	26·2	26·6	26·4	22·6
	3.	28·4	27·4	26·8	22·6
	4.	23·9	27·4	26·9	22·7
	5.	17·3	24·8	24·8	22·8
	6.	20·5	23·4	23·0	22·8
	7.	24·2	24·6	24·4	23·0
	8.	24·6	25·4	25·0	23·7
	9.	22·8	25·4	25·0	23·6
	10.	24·3	24·6	24·6	23·0

		L u f t	W a s s e r		
		Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamme
Juli	11.	23·3	24·0	24·0	22·2
	12.	17·5	23·4	23·4	22·0
	15.	20·8	21·2	21·1	20·9
	16.	20·3	22·0	22·0	21·0
	17.	19·7	22·0	21·8	21·1
	18.	21·1	21·4	21·2	20·3
	19.	24·0	20·4	20·4	20·5
	20.	23·8	21·0	20·8	21·0
	21.	23·9	22·0	21·4	21·0

Zwischen dem 15. und 30. August 1898.

August	15.	24·5	21·9	21·8	20·5
	16.	24·0	25·8	25·8	20·8
	17.	24·2	25·9	25·9	20·5
	18.	24·9	25·7	25·7	20·7
	19.	26·7	25·5	25·4	21·5
	20.	22·1	25·4	25·5	22·8
	21.	23·3	25·5	25·5	22·8
	22.	22·4	25·6	25·6	23·2
	23.	22·8	25·6	25·6	23·3
	24.	21·6	25·6	25·5	23·3
	26.	21·1	25·6	25·6	22·2
	27.	20·6	23·8	23·6	22·2
	28.	21·9	23·0	22·8	22·0
29.	15·5	22·8	22·8	21·2	
30.	18·1	19·1	19·1	20·4	

Zwischen dem 19. und 30. Juli 1899.

Juli	19.	21·9	24·8	23·8	21·4
	23.	24·9	27·2	27·0	22·2
	24.	23·1	26·1	25·0	23·2
	25.	20·6	25·6	25·2	23·0
	28.	19·1	23·5	23·0	23·0
	30.	19·7	21·9	21·8	22·0

Aus diesen von drei Jahren vorgebrachten Beispielen geht, bezüglich des Maximal-Werthes der Temperatur im Wasser und Schlamme hervor, dass diesem Maximalwert in allen Fällen der maximale Temperaturgrad der Luft, und eine einige Tage andauernde hohe Lufttemperatur vorangeht, wonach Oberflächen- und Bodenwasser beinahe zu gleicher Zeit ihr Maximum erreichen, während die maximale Schlammtemperatur erst einige Tage nach letzterem eintritt. Das Jahr 1898 scheint mit diesem Factum in Widerspruch zu gerathen, insoferne die grösste Oberflächen- und Bodentemperatur am 17. August noiert wurde. Dieser Widerspruch ist jedoch bloss ein scheinbarer, da der maximale Temperaturgrad sowohl der Wasseroberfläche als auch des Bodenwassers durch die andauernd hohe Wassertemperatur zwischen dem 22. und 26. August repräsentiert ist, an welchen Tagen auch das Maximum der Schlammtemperatur eintraf.

Bei allen drei Jahren sehen wir, dass früher oder später nach dem Eintritte der Maximal-Temperatur der Fall eintritt, dass die Schlammtemperatur die Boden-

wassertemperatur übersteigt. Besonders schnell tritt dieser Fall im Jahre 1898 ein, in welchem das Maximum sozusagen verspätet in die zweite Augushälfte fällt; demgegenüber tritt dieser Fall am spätesten im Juli 1897 auf, in welchem nämlich das Maximum schon in der ersten Julihälfte eintrat.

Bei Untersuchung der Wassertemperatur verbreite ich mich bezüglich des Minimums bloss auf den Winter 1897/98, in welchem einerseits der Balaton am längsten zugefroren war, und andererseits die veränderlichsten Formen des Aufthauens und vom Neuen Zugefrierens gefunden werden können. Bei der Vergleichung mit der Lufttemperatur will ich mich hier nicht bloss auf das Tagesmittel beschränken, sondern erstrecke mich auch auf die um 7^{am} erfolgten Aufzeichnungen, um die Morgenabkühlung besser vor Augen führen zu können. — Ich erstrecke meine Untersuchungen auf die Monate November und Dezember d. J. 1897, ferner auf die Monate Januar und Februar 1898, da das stärkere oder schwächere Zufrieren und Aufthauen des Balatons sich auf diesen ganzen Zeitraum erstreckte.

Tabelle 11. Temperaturverhältnisse im Winter 1897/98.

			L u f t		W a s s e r		
			7 ^{am}	Tagesmittel	am Boden	im Schlamme	
1897.	November	9.	— 1·4	2·0	4·6	5·4	
		10.	— 1·4	— 1·4	3·4	3·8	
		11.	— 9·0	— 6·2	0·0	0·6	
		12.	— 7·8	— 3·6	0·0	1·0	
		13.	— 7·6	— 3·3	0·0	2·0	
		14.	— 1·4	2·1	0·6	3·1	
		16.	1·0	7·5	2·4	4·0	
			25.	1·0	— 0·2	2·0	4·9
			26.	— 4·8	— 3·2	1·5	4·7
			28.	— 3·0	— 1·6	0·8	4·2
			30.	3·0	2·4	0·8	4·0
	Dezember	1.	— 2·0	— 0·1	0·6	3·8	
		2.	— 2·8	— 0·7	0·5	3·4	
		3.	— 3·0	— 2·1	0·4	3·0	
4.		— 1·2	0·7	0·4	2·5		
5.		1·0	2·3	0·5	2·6		
7.		— 2·4	0·5	0·0	1·6		
8.		0·4	0·0	0·4	1·3		
9.		— 0·2	— 0·5	0·4	1·2		
10.		— 0·2	0·9	0·4	1·2		
12.		— 2·2	1·3	0·6	1·9		
14.		— 1·6	0·0	0·6	1·8		
15.		1·2	3·1	0·2	1·6		
16.		0·0	2·5	0·4	1·8		
17.		0·6	1·1	0·8	1·9		
19.	0·0	1·6	1·1	2·0			
21.	— 1·0	— 3·3	0·8	1·8			
22.	— 9·0	— 7·2	0·0	1·4			
23.	— 4·4	— 2·9	0·1	2·2			
25.	— 3·4	— 4·1	0·1	2·2			
26.	— 6·6	— 5·3	0·2	2·2			
28.	— 5·8	— 5·6	0·2	2·2			
30.	— 6·2	— 5·6	0·2	2·2			

Zugefroren.

		L u f t		W a s s e r		
		7am	Tagesmittel	am Boden	im Schlamme	
1898. Januar	1.	-6.0	-3.2	0.3	2.2	} Zugefroren.
	3.	-0.4	1.7	0.1	2.1	
	4.	-1.0	-1.1	0.1	2.1	
	5.	-3.0	-1.4	1.1	2.2	
	6.	-1.0	0.9	1.2	2.2	
	7.	-1.0	1.5	1.4	2.3	
	8.	0.6	3.4	1.9	2.7	
	9.	-0.2	1.1	1.9	2.7	
	11.	1.0	1.5	1.5	2.6	
	12.	1.0	2.9	1.8	2.7	
	13.	2.4	3.5	2.1	2.8	
	14.	-1.4	0.7	2.3	3.0	
	16.	-3.2	-3.2	2.4	3.2	
	17.	-4.0	-3.3	2.4	3.3	
19.	-4.4	-4.3	3.0	3.4		
20.	-5.0	-4.8	3.0	3.2		
	30.	3.4	6.0	1.8	2.7	} Aufgethaut.
	31.	4.4	6.6	1.7	2.6	
Februar	1.	3.2	6.2	1.6	2.4	} Zugefroren.
	2.	4.8	5.8	1.4	2.3	
	4.	-1.0	1.2	1.2	2.3	
	5.	1.6	1.0	1.8	2.0	
	10.	-0.8	0.1	1.3	1.7	
	11.	-2.0	-1.8	0.4	0.9	
	12.	-2.8	-1.6	0.5	1.0	
	13.	-4.2	-1.3	0.6	1.0	
14.	-2.6	-0.1	1.4	1.4		
15.	2.6	3.3	1.6	1.9	} Aufgethaut.	
16.	1.8	3.1	1.4	2.0		

Bezüglich der Abkühlung des Wassers irgend eines Sees lautet die ältere Theorie: Im Herbst kühlt sich der ganze See infolge der auf- und absteigenden Strömungen ab, insofern das auf der Oberfläche befindliche Wasser als das schwerere sinkt, das tiefer liegende wärmere Wasser als leichteres in die Höhe steigt. Hat nun die Wassertemperatur $+ 4.0^{\circ}$ C. erreicht, so hören diese Strömungen auf, weil dann die ganze Wassermenge eine und dieselbe Dichtigkeit besitzt und zwar die für das Wasser erreichbare maximale Dichtigkeit. Hält die Abkühlung der Wasseroberfläche länger an, so bleibt das an der Oberfläche befindliche kältere Wasser oben, da es leichter als das der weiter unten befindlichen Schichten ist. Nach dieser Theorie müsste ein Zustand erfolgen, in welchem sich die gesammte Wassermenge des Sees zu einer Zeit auf $+ 4.0^{\circ}$ C. befindet, auch müsste beim Zufrieren das unter der zugefrorenen Schichte lagernde Wasser eine Temperatur von 4° C. aufweisen.

Dieser von FOREL klassisch genannten Theorie widersprechen jedoch die Thatsachen. Die Untersuchungen FOREL's und RICHTER's der Alpenseen führten zu dem Resultate, dass sich das Wasser um ein Beträchtliches unter vier Grade abkühlt und sich unter der zugefrorenen Oberfläche plus 4 Grade bloss in einer Tiefe von 50–60–100 Metern auffinden lassen.

Zu demselben Resultate führen auch die oben mitgetheilten Aufzeichnungen vom Balaton. Bei einem derart seichten See, wie es der Balaton ist, muss ausser der auf- und absteigenden Strömung auf die Wassertemperatur, beziehentlich auf die Temperaturveränderung, auch die Leitung der Wärme von grossem Einflusse sein, die, obwohl sie bei dem Wasser bekanntermassen sehr gering ist, bei einer zwei bis drei Meter dichten Wasserschichte innerhalb ein-zwei Tagen dennoch ein beobachtbares Resultat ergeben kann. Dazu kommt noch der Umstand, dass die durch den Wind verursachten Wasserbewegungen bei einem so seichten See gleichfalls im hohen Grade dazu beitragen, dass die Temperatur des Oberflächen-Wassers mit der Temperatur des ganzen Wassers ausgetauscht werde.

Diese beiden Ursachen bringen sodann jenes, aus obigen Aufzeichnungen ersichtbare Factum zu Stande, dass dem Sinken der Wasseroberflächen-Temperatur unter 4° C. alsbald auch die niedere Bodentemperatur nachfolgt, und auch die Schlammtemperatur selber unter vier Grade hinabsinkt, da auch der Schlamm mit Wasser durchtränkt ist.

Leider sind wir bei den oben mitgetheilten Beobachtungen in der Lage, die Temperaturverhältnisse der Wasseroberfläche entbehren zu müssen. Es liesse sich hieraus ein reines Bild dessen erhalten, auf welche Art und in welcher Zeit die Temperatur des Grundwassers derjenigen der Oberfläche nachfolgt. Nimmt man jedoch auch das uns schon aus dem Vorhergehenden bekannte Factum in Betracht, dass der auf der Oberfläche des Balaton ein-zwei Tage andauernden Temperaturveränderung alsbald auch die Temperatur des Bodenwassers nachfolgt, so lässt sich auch in Ermangelung einschlägiger Aufzeichnungen der Schluss ziehen, dass dem auch bei der Herbst- und Winterabkühlung nicht anders ist. Übersieht man dazu noch die Reihen der oben mitgetheilten Original-Aufzeichnungen, so fällt sogleich in die Augen, dass, sobald die Lufttemperatur für zwei Tage unter Zero fällt, am dritten Tage auch die Temperatur des Bodenwassers entweder auf zero (siehe den 11. November 1897) oder aber nahe dazu herabfällt (s. den 28. November, 22. Dezember 1897, und 11. Februar 1898!). Dieselbe Ursache, welche die Luft abkühlte, kühlt auch — wenngleich etwas langsamer — die Oberfläche des Wassers ab, was in ein-zwei Tagen auch an der Temperatur des Bodenwassers gut ersichtlich ist.

Wie schnell und wie consequent übrigens die Temperaturen des Bodenwassers, ja sogar des Schlammes den Temperaturveränderungen der Oberfläche nachfolgen, darüber stehen uns aus den Monaten Dezember 1898 und Januar 1899 die in Tabelle 12 gegebenen Daten zur Verfügung.

Den ganzen Winter 1898/99 kam es nämlich am Balaton nirgends zur Bildung einer dicken und ständigen Eisdecke, und wurde selber nur von Zeit zu Zeit strichweise von einer dünnen, ein-zwei Tage andauernden Eiskruste überzogen. Es war daher auch die Beobachtung der Oberfläche ständig ermöglicht. Aus obiger Aufzeichnungsreihe geht nun hervor, dass seit dem 23. Dezember 1898 die Temperatur der Wasseroberfläche sich ständig um Null herum bewegte und den zu derselben Zeit ziemlich starken Schwankungen der Lufttemperatur nicht folgte. Der Grund hiervon ist, dass die Wärmemenge, welche die Lufttemperatur des öfteren um drei- vier Grade in die Höhe schnellte, vom Wasser zum Aufthauen des Eispanzers verwendet wurde.

Tabelle 12. Temperaturverhältnisse in den Monaten Dezember 1898 und Januar 1899.

		L u f t		W a s s e r		
		7 ^{am}	Tagesmittel	Oberfl.	am Boden	im Schlamme
1898. Dezember	19.	5.2	6.9	3.0	3.2	4.0
	20.	6.0	4.7	1.7	2.0	3.4
	21.	— 1.8	— 0.9	1.0	1.4	3.0
	23.	— 3.4	— 2.5	0.2	0.4	3.2
	25.	— 4.0	— 1.9	0.6	1.0	3.3
	27.	— 7.0	— 5.1	0.4	1.0	2.0
	28.	— 6.0	0.0	0.2	0.2	1.5
	29.	4.8	3.4	0.2	0.2	2.0
	30.	— 0.4	1.1	1.0	1.0	2.3
	1899. Januar	2.	2.4	5.2	1.0	1.4
4.		1.0	0.5	0.0	0.1	0.5
5.		— 3.6	— 0.8	0.0	0.0	0.3
6.		3.0	3.3	0.0	0.1	0.3
7.		0.0	0.7	0.0	0.2	0.6
8.		— 3.4	— 2.9	0.1	0.3	0.6
9.		— 2.0	— 1.4	0.1	0.3	0.8
10.		— 1.6	— 0.1	0.1	0.4	1.0
11.		0.6	2.2	0.1	0.8	1.4
12.		1.5	3.0	0.2	1.2	2.0

Die Constatierung dieses Factums führt uns vom Neuen zur vorigen Tabelle zurück, bei der wir untersuchen werden, wie sich unter der andauernden Eisdecke die Temperatur des Bodenwassers und des Schlammes verhalten.

Am 11. November 1897 trat eine derartige Kälte ein, welche die Lufttemperatur zum vorhergegangenen Tage 7^{am} beinahe um 8 im Tagesmittel um 5° hinabtrieb. Infolge dieser plötzlichen Abkühlung sank die Temperatur des Wassers bis zum Boden auf den Gefrierpunkt herab und machte auch die Schlammtemperatur auf 0.6° C. hinabsteigen. Die Temperatur des Bodenwassers blieb drei Tage auf dem Gefrierpunkte stehen, während die Schlammtemperatur am ersten Tage um 0.4, am zweiten und dritten Tage um je einen Grad stieg. Die Ursache dieser Facta liegt in dem Umstande, dass sich die Seefläche infolge der raschen Abkühlung mit einem dünnen Eispanser bedeckte, was zur Folge hatte, dass die Temperatur des unter Eis befindlichen Wassers unverändert blieb, während die Temperatur des anfangs gleichfalls stark abgekühlten Schlammes durch die Bodenwärme erhöht wurde.

Im Monate Dezember des Jahres 1897 schwankte die Temperatur bis zum 22. des Monates um den Gefrierpunkt herum, ohne dass jedoch der See zugefroren wäre. Aus demselben Grunde schwankte auch die Temperatur des Bodenwassers während dieses ganzen Zeit zwischen 1.0° und 0.2° C., während der Schlamm, dessen Wärme durch die Bodenhitze besser aufrechterhalten wurde, sich nur ganz allmählich von 5 auf 4, sodann auf 3, 2 und endlich auf 1.4° C. abkühlte. Sowie jedoch auf den Morgen des 22. der See plötzlich zufror, stieg die Temperatur des Bodenwassers rasch auf den Gefrierpunkt, und die des Schlammes auf die oben erwähnten 1.4° C. herab. Das Eis des Sees verdickte sich auch an den nächstfolgenden Tagen, sodass, wie später ersichtlich sein wird, die Eisdecke eine Mächtigkeit

von 16 cm. erreichte. Diese je nach dem Wetter bald dickere, bald dünnere Eisdecke dauerte ununterbrochen bis zum 30. Januar 1898 an. Zu dieser Zeit hatten ihr die Temperatur und der Wind schon arg zugesetzt. Von der Zeit angefangen (22. Dezember), als sich der andauernd gebliebene Eispanzer bildete, schwankte die Temperatur des Bodenwassers bis zum 5. Januar — also während 13 Tage — zwischen 0.1° und 0.3° C. und ebenso beständig blieb auch die Temperatur des Schlammes auf 2.2° C. Als sich jedoch in den ersten Tagen des Januars die Temperatur während des Tages stärker hob, war die Einwirkung auch durch den Eispanzer hindurch fühlbar¹ und zwar zuerst am Bodenwasser, dessen Temperatur sich am 5. Januar auf 1.1° C. und sodann continuirlich bis zum 20. Januar auf 3.0° C. stieg; zwei Tage später beginnt auch die Schlammtemperatur zu steigen, sodass die zuvor sozusagen ständigen 2.2° C. am 7. Januar auf 2.3° C., später bis zum 20. Januar auf 3.2° C. stiegen.

Sobald jedoch mit dem 28. Januar das Eis rasch zu schmelzen beginnt und am 30. hie und da auch das Wasser durchbricht, sinkt die Temperatur des Bodenwassers urplötzlich auf 1.8° C., ja auch die des Schlammes auf 2.7° C. herab, als ob nicht nur die von obenher erhaltene Wärmemenge gänzlich zum Aufthauen aufgebraucht worden wäre, sondern auch die unter Eis befindliche Wassermenge und der Schlamm einen Theil ihrer Temperatur zu demselben Zwecke hergeliehen hätten.

Auf den 2. Februar verschwand das Eis gänzlich und beginnt jetzt schon in Folge der niedrigeren Temperatur sowohl die Temperatur des Bodenwassers als auch des Schlammes vom Neuen um ein Geringes zu sinken und zwar um den 11. Februar herum auf 1° C., um sodann nach dem schnellen Wegschmelzen der dünnen Eisschichte vom 14. Februar an, stetig zu steigen.

Aus dem Bisherigen gelangen wir also in Kürze zu folgendem Resultate. Der oberflächlichen Abkühlung des Wassers folgt, wenn die Abkühlung einige Tage hindurch andauert, alsbald auch die Abkühlung des Bodenwassers und des Schlammes. Wenn sich in Folge Abkühlens nur eine dünne Eisrinde bildet, die bald aufthaut und ebenso schnell wieder zusammenschießt, — wie im Januar 1898 — so bleibt sowohl die Temperatur des Bodenwassers als auch die des Schlammes zwischen fortwährenden Schwankungen ständig niedrig. Bildet sich jedoch eine starke und andauernde Eisdecke wie im Dezember 1897 und Januar 1898, so hält sich die Temperatur des Bodenwassers mehrere Tage um den Gefrierpunkt herum, während der Schlamm durch die Bodenwärme in einer höheren Temperatur erhalten wird; dauert dieser Eispanzer 3—4 Wochen hindurch an, so wärmt sich durch den Eispanzer hindurch die unter demselben befindliche Wasserschichte und der Schlamm schon zu Ende der zweiten, beziehentlich Anfang der dritten Woche auf, vorausgesetzt natürlich, dass inzwischen tagsüber einigemal höhere Temperaturen herrschten.

¹ E. RICHTER: Seestudien etc. Pag. 54

B) Aufzeichnungen in Siófok.

Wie ich schon oben erwähnte, wurden die Aufzeichnungen aus Siófok ohne Unterbrechung in einer Tour nur vom Juni bis einschliesslich Dezember 1898 fortgesetzt und erstrecken sich dieselben auf die Temperatur der Wasseroberfläche und des Bodens. Die Aufzeichnungen wurden um 7 Uhr Morgens vollzogen, zu welcher Zeit derselbe Beobachter auch die Lufttemperatur notierte. — Ich theile die Siófoker Angaben nicht bloss der Vollständigkeit zu Liebe sondern auch deswegen mit, damit wir auch aus anderwärts, wenn auch bloss 2—3 Monate hindurch vorgenommenen Beobachtungen erschen, dass die aus den Aufzeichnungen von Kereked abgeleiteten Resultate das Verhältniss der Temperatur der Wasserfläche und des Bodens zueinander betreffend, ständig dieselben sind.

Tabelle 13. Temperatur der Luft, der Wasseroberfläche und des Bodens in Siófok 1898.

M o n a t	L u f t		W a s s e r	
	7am	Tages- mittel	Oberfl.	Boden
Juni	18·4	19·4	20·0	18·0
Juli	19·5	20·4	21·4	19·0
August	20·7	22·2	22·4	20·7
September	14·3	17·1	18·2	18·0
Oktober	9·2	12·4	13·3	14·3
November	5·2	7·3	8·1	9·6
Dezember	1·0	2·5	3·0	5·4

An eine Vergleichung beider Aufzeichnungen kann nur von diesem Standpunkte aus gedacht werden, keineswegs aber von dem, die Temperaturen zweier verschiedener Seeorte mit einander zu vergleichen, da ja die Notierungszeiten nicht unter einander correspondieren.

Die Temperatur der Wasseroberfläche ist in Übereinstimmung mit der ersten Tabelle überall höher als die Lufttemperatur, einerlei ob um 7^{am}, oder im Tagesmittel betrachtet. — Die Bodentemperatur ist vom September bis zum Dezember höher als die der Luft, vom Juni bis August niedriger, wenigstens kleiner als das Tagesmittel der Lufttemperatur. Mit der Temperatur um 7^{am} ist sie gleich oder niedriger als dieselbe.

Die Bodentemperatur ist vom Juni bis einschliesslich Dezember kleiner als die Oberflächentemperatur; vom Oktober bis inclusive Dezember jedoch grösser.

Das Verhältniss zwischen der Luft- und Wassertemperatur, ferner zwischen der Oberflächen- und Bodentemperatur ist also dasselbe wie in Kereked.

C) Wasser-Temperatur in der Seemitte.

Tabelle 14. In den Mittagsstunden einen halben Meter unter der Oberfläche gemessen.

Monate	1892.		1893.		1894.		1895.		1896.		1897.		Durchschnitt	
	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser
Mai	—	—	—	—	20.0	19.8	20.4	18.1	19.5	16.9	—	—	20.0	18.3
Juni	—	—	—	—	21.1	19.8	22.8	22.4	23.9	22.9	23.7	23.1*	22.9	22.0
Juli	—	—	25.2	23.9	28.4	24.6	26.1	24.6	25.2	24.1	25.3	25.0*	26.0	24.4
August . .	28.2	23.8	25.0	22.6	25.5	23.2	25.0	23.9	22.2	23.2	—	—	25.2	23.3
Septemb. .	—	—	21.1	18.9	19.3	18.6	23.5	22.1	20.6	19.5	—	—	21.1	19.8
Oktober .	—	—	16.9	15.0	14.8	14.7	13.8	14.7	17.8	16.6	—	—	15.8	15.2
November	—	—	—	—	8.0	10.0	—	—	—	—	—	—	8.0	10.0

Bezüglich der Tabelle 14 (s. Fig. 4, 5 und 6) muss ich Folgendes bemerken. Die Aufzeichnungen wurden zur Zeit der Schifffahrten von den zwischen Balaton-Füred, Siófok, Almádi und Kénese verkehrenden Schiffen aus, auf die schon oben angeführte Art vorgenommen. Daher kommt es denn auch, dass die Aufzeichnungen nur vom Mai bis Oktober, beziehentlich November lauten, je nach der Dauer des

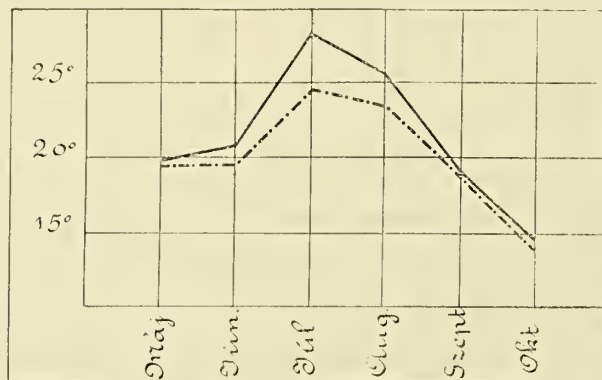


Fig. 4. Jahresgang der Luft- — und Wasserflächen- - - - - Temperatur 2pm 1894.

Schiffsverkehrs. Die Beobachtungszeit fällt abwechselnd entweder in die späten Vormittags-, oder in die frühen Nachmittagsstunden, so dass ich aus diesem Grunde, um meine Daten wenigstens annähernd mit den im Liebeshause zu Balaton-Füred aufgezeichneten Beobachtungen vergleichen zu können, bloss die um 12 Uhr vorgenommenen Aufzeichnungen annehmen konnte, das heisst, es lässt sich als

Wassertemperatur, da die vormittägigen und nachmittägigen Aufzeichnungen der Anzahl und der Zeitdauer nach so ziemlich parallel vor sich giengen, entgegen der Mittagsstunde das monatliche Mittagmittel, als die Temperatur um 12 Uhr Mittags annehmen. Demnach zeigen also die obigen Daten an den nördlichen Theilen des Balaton, an dem Theile zwischen Tihany und Kenese die Mittagstem-

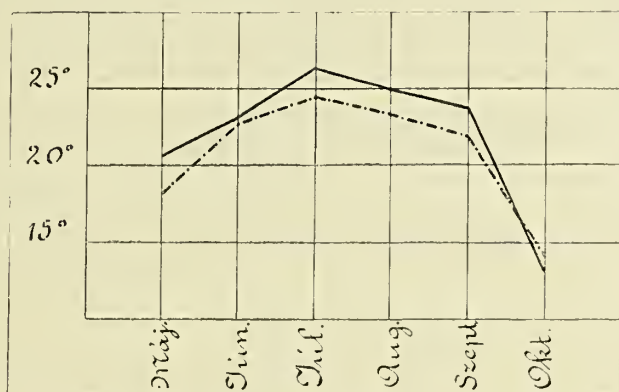


Fig. 5. Jahresgang der Luft- — und Wasserflächen- - - - - Temperatur 2pm 1895.

peratur der Seemitte auch über die Theile des Balaton zwischen Tihany—Keszthely, beziehentlich bloss zwischen Boglár—Révfülöp besitzen wir aus den Jahren 1894 und 1895 einige Aufzeichnungen, doch können diese weder als Vergleichsmaterialie, noch für sich verwendet werden, da die Aufzeichnungsstunden nirgends bemerkt sind.

In Tabelle 14 bezeichnete ich die Daten aus dem Juni und Juli 1897 mit *, da ich von diesen Monaten bloss 15—20 sporadische Aufzeichnungen besitze.

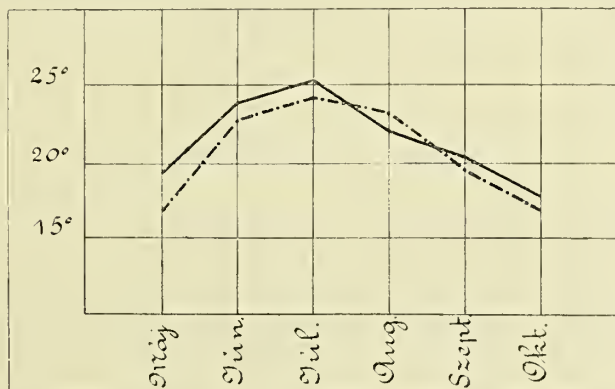


Fig. 6. Jahresgang der Luft- — und Wasserflächen- - - - - Temperatur 2pm 1896.

Eine nähere Besichtigung der 14. Tabelle überzeugt uns davon, dass die Wassertemperatur in der Balaton-Seemitte in den Mittagsstunden vom Mai bis inclusive Oktober niedriger als die Lufttemperatur ist. In drei Monaten jedoch, nämlich im August 1896 und Oktober 1894 und 1895, standen die beiden einander entweder sehr nahe oder war gar die Wassertemperatur die höhere. Im ersten Falle macht die im Auguste gefallene grosse Regenmenge (147^{mm} in Balaton-Füred), in den beiden anderen Fällen die aussergewöhnlich hohe September- und die

zu anderen Jahren verglichene ungewöhnlich niedrige Temperatur des darauffolgenden Oktobers die Lufttemperatur der 12. Mittagsstunde so tief herabsinken. Ein längeres Andauern der die Luft beeinflussenden meteorologischen Factoren, als da sind, — Niederschläge, Bewölkung, Windrichtungen wirken nämlich auf die Lufttemperatur viel stärker ein als auf die Wassertemperatur. Der Gegensatz zu diesem Wetter, nämlich das dauernde Anhalten reiner, heiterer Tage verursacht wieder, dass die mittlere Monatstemperatur der Luft manchmal über das gewöhnliche Maass steigt, wie z. B. im August 1892 oder Juli 1894, so dass dann die Differenz zwischen Luft- und Wassertemperatur auf 3·8—4·4 C° springt.

Ich möchte mich jedoch an dieser Stelle nicht in eine detaillierte Abhandlung über die Unterschiede zwischen Luft- und Wassertemperatur einlassen, da meine zweierlei Angaben nicht von einem Orte und genau aus derselben Beobachtungszeit herrühren. Zu derartigen Vergleichen wird sich mir bezüglich einiger Sommermonat-Temperaturen in einem späteren Capitel Gelegenheit bieten, wo ich die Tagesschwankung der Temperatur auf Grund der aus Almádi erhaltenen Daten behandle, und also beide Aufzeichnungsreihen von einem Orte und einer Zeit herrühren.

Jedenfalls ist es schade, dass bezüglich der übrigen Monate, übrigens aus leicht verständlichen Gründen, keine Aufzeichnungen vorliegen. Für den Monat November finden sich zwar aus mehreren Jahren einzelne zerstreute Angaben. Vollständig sind jedoch bloss die vom November 1894, aus denen hervorgeht, dass die Wassertemperatur höher als die Lufttemperatur ist.

Das Maximum der Wassertemperatur fällt in jedem Jahre in den Monat Juli, ihm nach steht der Monat August, sodann folgen Juni und September. In der Reihenfolge derselben Monate ordnet sich auch die maximale Lufttemperatur an, welcher Umstand vom Neuen beweist, dass die Wassertemperatur eines so seichten und verhältnissmässig ausgedehnten Sees, dem in Monatmitteln ausgedrückten Gange der Lufttemperatur auf dem Fusse nachfolgt.

D) Extreme und Schwankungen.

In diesem Theile befasse ich mich in erster Reihe mit den absoluten Extremen und Schwankungen und führe sodann, obgleich sich die Aufzeichnungen bloss auf einige Jahre erstrecken, die Temperatur-Schwankungen vor. Ich verhandle dieselben von zwei Orten und von zwei Tageszeiten: aus Aufzeichnungen, die in den Morgenstunden bei Kereked am Seestrande und in den Mittagsstunden in der Seemitte gewonnen wurden. Ich kann also vorausschicken, dass die vorerwähnten auf Grund von sich auf drei Jahre erstreckenden Aufnahmen von Monat zu Monat vorhanden sind, und die letzteren aus jenen Monaten aufliegen, in denen ein Schiffsverkehr bestand, d. i. vom Mai bis einschliesslich Oktober.

Auch dehne ich aus den Kerekeder Aufzeichnungen die Darstellung der Extreme auf die Temperaturen der Wasseroberfläche des Bodenwassers und des Schlammes aus, damit die dazwischen liegenden Unterschiede auch hier in die Augen fallen. Von den in der Seemitte vorgenommenen Aufzeichnungen nehme ich nur jene Jahre und innerhalb derselben bloss jene Monate an, bei denen mir über mehrere Monate und aus diesen continüierliche Aufzeichnungen zur Verfügung stehen.

Die Vergleichung mit der Luft stelle ich in einer besonderen Tabelle zusammen. — Die Vergleichung stelle ich bloss bei den Aufzeichnungen von Kereked an, da die in Balaton-Füred 7^{am} vorgenommenen Aufzeichnungen ungefähr diesen entsprechen.

Beim Anblicke von Tabelle 15 (siehe Fig. 7—10) kommt man zu der Überzeugung, dass die Temperatur-Extreme der Wasseroberfläche und des Bodenwassers, einerlei, ob man die Maxima oder die Minima betrachtet, voneinander kaum differieren, wie sie sich auch in den mittleren Monatstemperaturen voneinander nur sehr schwach unterscheiden. Am öftesten findet sich, dass das Extrem der Wasseroberfläche höher als dasjenige des Bodenwassers ist; doch finden sich auch Beispiele für den entgegengesetzten Fall.

Die grösste Temperatur wurde an der Oberfläche im Juli 1897 mit 27·4 C^o; die kleinste mit 4·4 C^o gemessen.

Tabelle 15. Monatliche absolute Extreme und Schwankungen der Wassertemperatur.

Kereked in den Morgenstunden.

Jahr	Monate	Maximum			Minimum			Schwankung		
		Oberfl.	Boden	Schlamm	Oberfl.	Boden	Schlamm	Oberfl.	Boden	Schlamm
1897.	Januar	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Februar	4·2	4·0	4·6	0·9	1·1	1·3	3·3	2·9	3·3
	März	5·0	4·9	8·8	4·1	4·0	4·4	0·9	0·9	4·4
	April	15·4	15·3	14·7	8·0	7·6	8·5	7·4	7·7	6·2
	Mai	20·8	20·3	17·4	14·6	14·4	11·9	6·2	5·9	5·5
	Juni	22·2	21·8	18·6	20·0	20·0	16·4	2·2	1·8	2·2
	Juli	27·4	26·9	23·7	20·4	20·4	17·8	7·0	6·5	5·9
	August	24·8	24·2	22·6	19·7	19·6	18·2	5·1	4·6	4·4
	September	22·8	22·6	20·8	14·4	14·8	16·2	8·4	7·8	4·6
	Oktober	—	20·2	18·4	—	6·8	8·5	—	13·4	9·9
	November	—	8·0	10·1	—	0·0	0·6	—	8·0	9·5
	Dezember	—	0·8	3·8	—	0·0	1·2	—	0·8	2·6

Jahr	Monate	Maximum			Minimum			Schwankung		
		Oberfl.	Boden	Schlamm	Oberfl.	Boden	Schlamm	Oberfl.	Boden	Schlamm
1898.	Januar	—	3·0	3·3	—	0·1	2·1	—	2·9	1·2
	Februar	—	3·4	3·1	—	0·4	0·9	—	3·0	2·2
	März	—	8·6	7·5	—	3·0	3·0	—	5·6	4·5
	April	—	18·7	15·0	—	5·2	7·0	—	13·5	8·0
	Mai	—	21·1	18·6	—	14·2	14·5	—	6·9	4·1
	Juni	—	25·2	21·0	—	17·9	17·4	—	7·3	3·6
	Juli	22·8	22·8	21·0	16·0	16·0	17·1	6·8	6·8	3·9
	August	25·9	25·9	23·3	15·8	15·8	17·4	10·1	10·1	5·9
	September	—	22·2	20·2	—	13·6	15·2	—	8·6	5·0
	Oktober	—	17·6	17·1	—	12·4	12·5	—	5·2	4·6
	November	—	13·4	13·4	—	7·4	8·2	—	6·0	5·2
	Dezember	7·2	7·4	8·0	0·2	0·2	1·5	7·0	7·2	6·5
1899.	Januar	—	3·6	3·6	—	0·0	0·3	—	3·6	3·3
	Februar	—	5·2	5·2	—	0·1	0·4	—	5·1	4·8
	März	—	9·1	6·7	—	1·2	2·3	—	7·9	4·4
	April	—	15·0	11·6	—	7·6	5·6	—	7·4	6·0
	Mai	—	20·8	16·8	—	11·2	11·4	—	9·8	5·4
	Juni	22·8	22·4	18·7	18·2	18·2	16·8	4·6	4·2	1·9
	Juli	27·2	27·0	23·2	20·8	20·6	18·6	6·4	6·4	4·6
	August	25·6	26·2	24·5	18·3	18·2	18·3	7·3	8·0	6·2
	September	21·8	21·4	19·9	15·3	15·1	16·2	6·5	6·3	3·7
	Oktober	—	18·6	16·9	—	8·7	9·7	—	9·9	7·2
	November	—	9·5	10·1	—	3·7	5·8	—	5·8	4·3
	Dezember	1·2	3·1	5·6	0·0	0·2	2·1	1·2	2·9	3·5

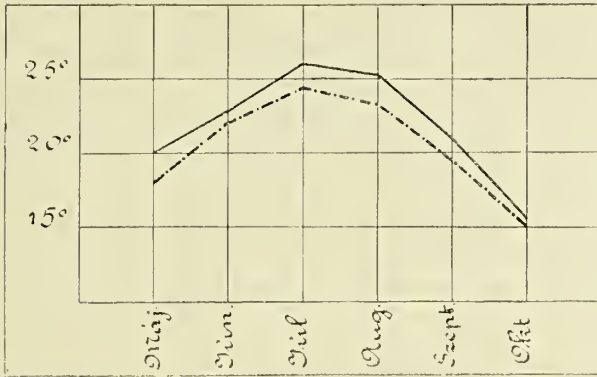


Fig. 7. Mittlerer Jahrestemperaturgang der Luft — und der Wasseroberfläche - - - - - 2fm.

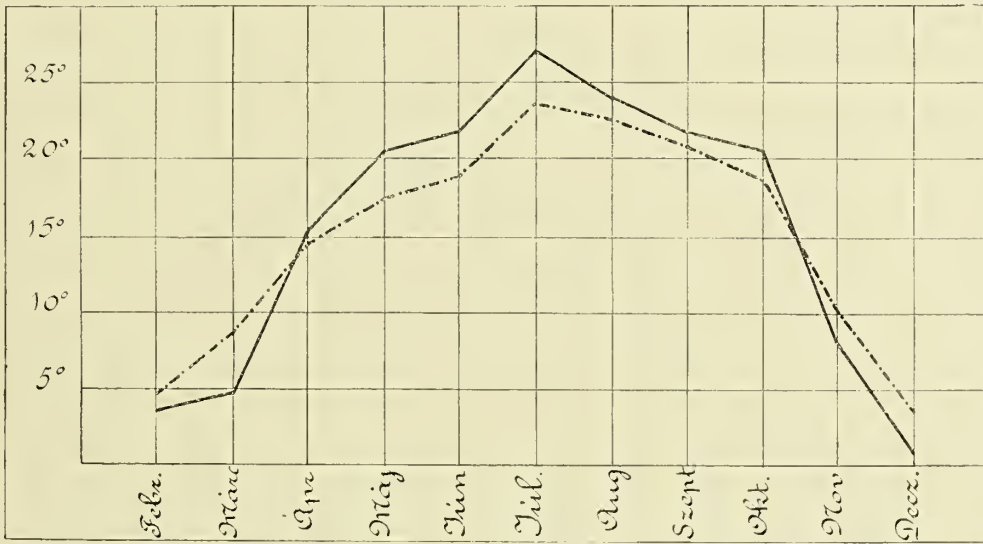


Fig. 8. Absolute Maxima im Bodenwasser — und im Schlamm - - - - - 7am. Kereked, 1897.

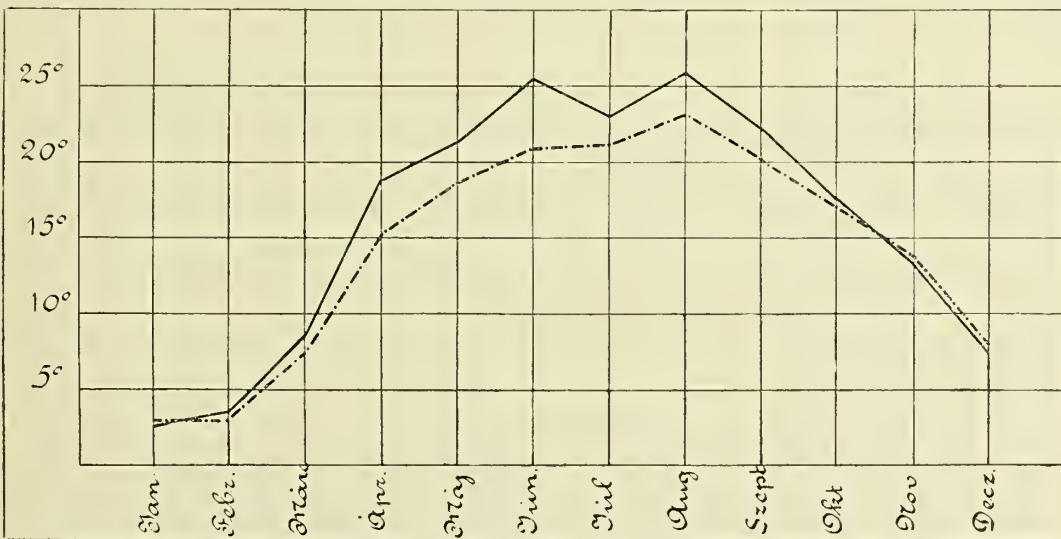


Fig. 9. Absolute Maxima im Bodenwasser — und im Schlamm - - - - - 7am. Kereked, 1898.

Das Maximum der Schlammtemperatur ist vom April bis einschliesslich Oktober immer niedriger als dasjenige des Bodenwassers. Vom November bis März ist das Schlamm-Maximum zumeist höher als dasjenige des Bodenwassers, stimmt jedoch in einigen Fällen damit überein, manchmal, wie im Februar und März 1898, ferner im März 1899, ist die Schlammtemperatur kleiner als die des Bodenwassers.

Betrachtet man das Minimum, so wird man gewahr, dass das Schlamm-Minimum bloss von Mai bis September 1897, im Juni 1898 und in den Monaten April, Juni und Juli niedriger als das Minimum des Bodenwassers, in den übrigen Monaten jedoch während aller drei Jahre höher ist. Es erscheint also der Fall, dass das Minimum der Bodentemperatur höher als dasjenige des Bodenwassers ist, als Regel zu bestehen. Nur in einigen solchen Monaten finden sich Fälle für das entgegengesetzte Vorkommen, wenn nämlich den ganzen Monat hindurch reines, ruhiges Wetter andauerte.

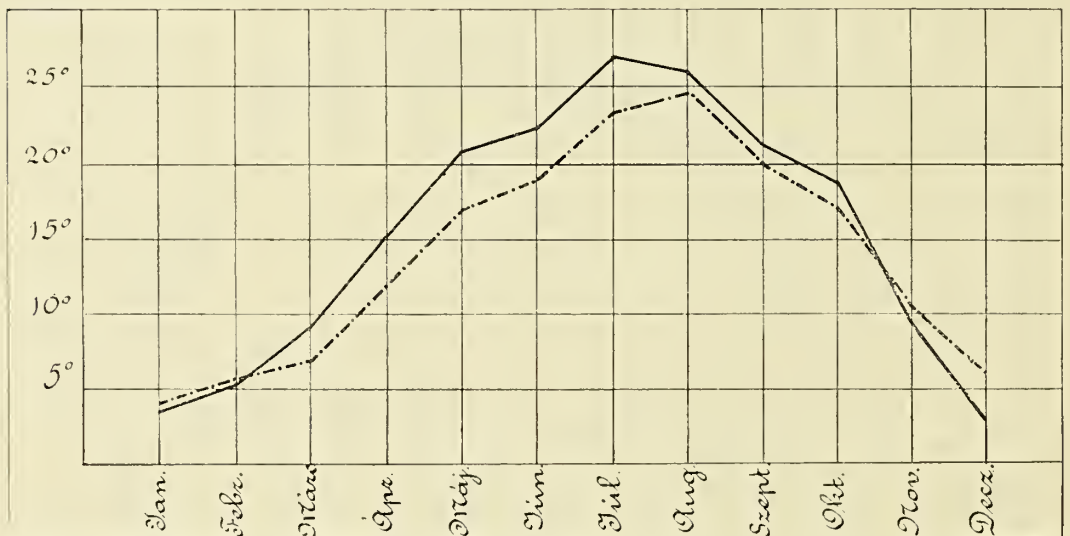


Fig. 10. Absolute Maxima im Bodenwasser — und im Boden — 7m in Kereked, 1899.

Für die Schwankung hält es schwer, eine Regel aufzustellen, wenn — sowohl auf der Oberfläche als auch auf dem Boden — das Maximum fällt. Bei der starken Variation der Schwankung lässt sich von diesem Gesichtspunkte aus bloss soviel sagen, dass es nie auf die Wintermonate, sondern zumeist auf einen der Herbst- oder Frühlingsmonate (besonders in den Oktober) fällt.

Vergleicht man die Schwankungen der Oberfläche und des Bodenwassers, so findet sich, dass dieselben an der Oberfläche zumeist grösser als am Boden sind, manchmal jedoch, wie im Monat April 1897, im Dezember 1898 und im August 1899, tritt auch der umgekehrte Fall ein.

Die Schwankung der Schlammtemperatur ist noch um ein Beträchtliches kleiner sowohl als diejenige der Oberfläche als auch des Schlammes. Doch finden sich deswegen, besonders in den Wintermonaten, auch für das Entgegengesetzte Beispiele, so in den Monaten Februar, März und Dezember 1897 und im Dezember 1899.

Tabelle 16. Absolute Extreme der Lufttemperatur und deren monatliche Schwankung.

Von den Balaton-füeder 7^{am} Aufzeichnungen.

M o n a t e	Maximum			Minimum			Schwankung		
	1897.	1898.	1899.	1897.	1898.	1899.	1897.	1898.	1899.
Januar	4·8	4·4	8·0	—5·0	—9·4	—3·6	9·8	13·7	11·6
Februar	8·6	6·2	6·6	—5·6	—4·2	—7·8	14·2	10·4	14·4
März	11·6	12·0	8·6	2·6	—4·0	—7·0	9·0	16·0	15·6
April	16·8	15·0	14·4	4·0	2·4	2·2	12·8	12·6	12·2
Mai	18·4	17·8	17·4	4·8	8·8	5·4	13·6	9·0	12·0
Juni	22·8	21·4	20·4	11·4	10·6	10·2	11·4	10·8	10·2
Juli	24·6	22·6	23·8	12·6	12·8	10·6	12·0	9·8	13·2
August	22·8	25·0	22·6	14·4	13·0	12·0	8·4	12·0	10·6
September	22·0	17·4	20·0	10·0	7·0	9·0	12·0	10·4	11·0
Oktober	16·2	14·6	15·0	1·4	4·0	0·0	14·8	10·6	15·0
November	8·8	12·0	10·6	—9·0	—3·2	—2·4	17·8	15·2	13·0
Dezember	1·2	9·0	5·0	—9·0	—7·0	—14·8	10·2	16·0	19·8

Vergleicht man Tabelle 16 mit der vorhergehenden, so findet sich, dass die maximalen Extreme der Wassertemperatur im Jahre 1897 im Mai, ferner vom Juli bis Oktober, im Jahre 1898 vom April bis November, im Jahre 1899 vom März bis einschliesslich Juli und im September höher als die Extreme der Lufttemperatur stehen und zwar sowohl an der Oberfläche wie auch am Boden.

Die minimalen Extreme der Bodentemperatur sind in jedem Jahre durch drei Monate hindurch — im Jahre 1897 vom Oktober bis Dezember, in den Jahren 1898 und 1899 vom September bis einschliesslich November — höher als die Extreme der Luft.

Bezüglich der minimalen Extreme findet man, dass die Extreme der Lufttemperatur immer um ein Beträchtliches niedriger ist als die des Wassers, was unsomehr hervorzuheben ist, als man die Lufttemperatur das ganze Jahr hindurch pünktlich um 7 Uhr Morgens ablas, die Messung der Wassertemperatur im Sommer zumeist früher, im Winter später vornahm.

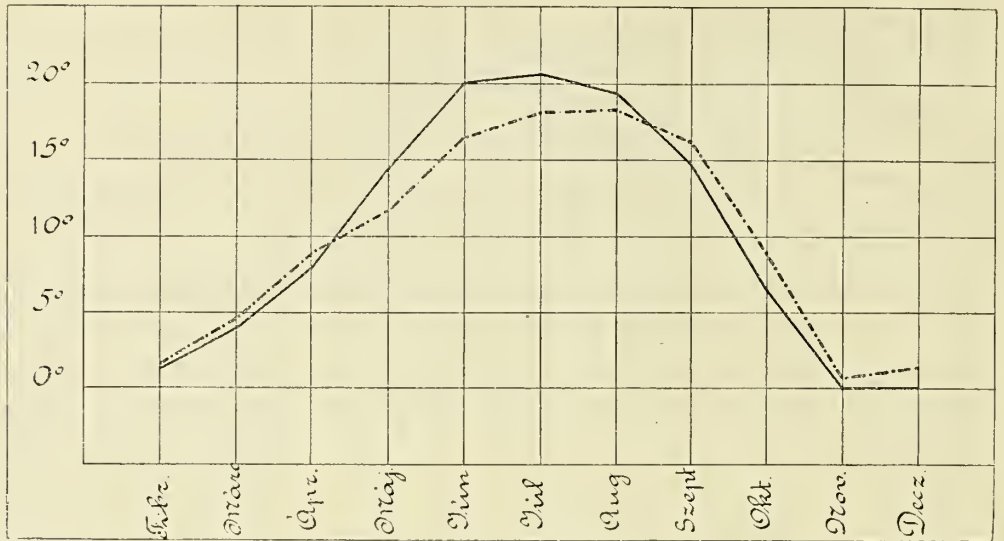


Fig. 11. Absolute Minima im Bodenwasser — und im Boden — . . . — 7m in Kereked, 1897.

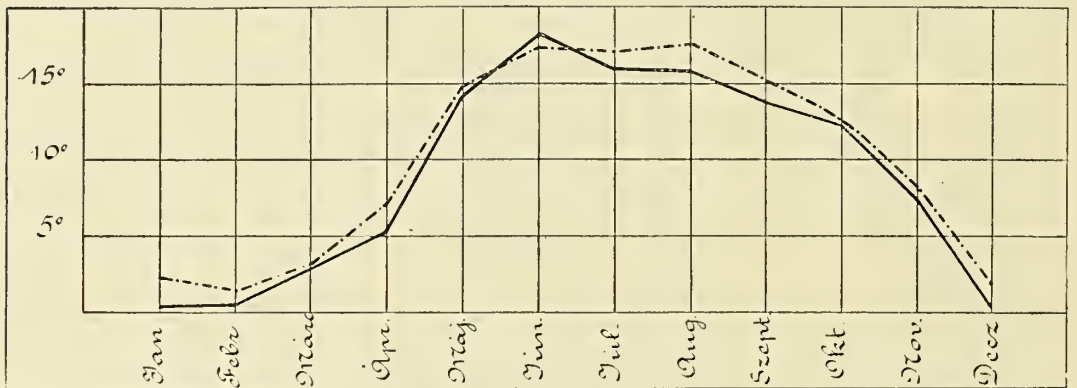


Fig. 12. Absolute Maxima im Bodenwasser — und im Boden — . . . — 7m in Kereked, 1898.

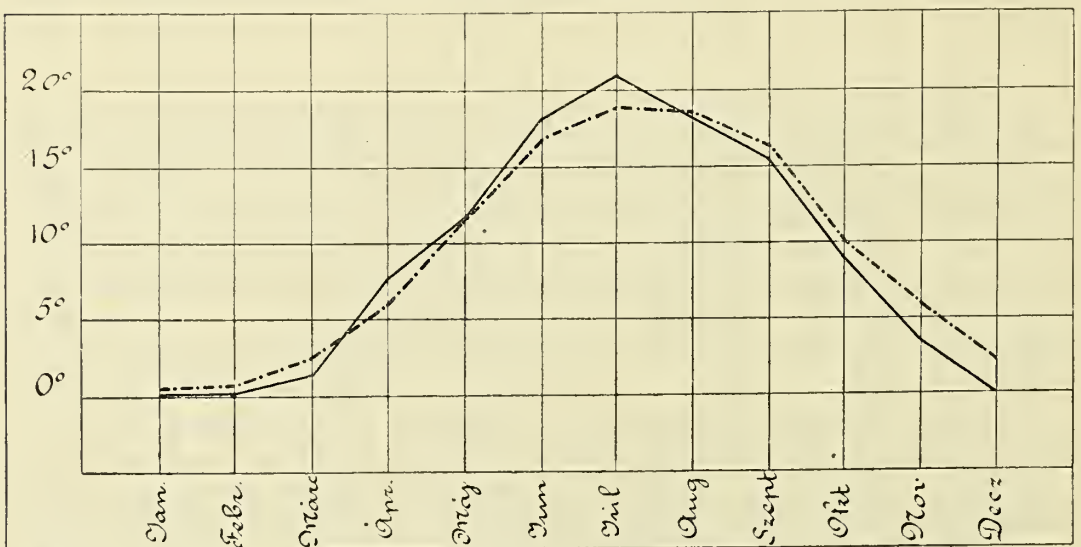


Fig. 13. Absolute Minima im Bodenwasser — und im Boden — . . . — 7m in Kereked, 1899.

Die absolute Schwankung der Lufttemperatur vertheilt sich übrigens ebenso-
wohl wie die der Wassertemperatur ganz unregelmässig sowohl in den einzelnen
Jahren, als auch im ganzen Jahre in den einzelnen Monaten: doch fällt hier die
grösste Schwankung dennoch auf die späten Herbstmonate.

Im Folgenden führe ich in Kürze die absoluten Extreme und Schwankungen
der Wassertemperatur an, die von Jahr zu Jahr und von Monat zu Monat in der
Seemitte in den Mittagsstunden aufgenommen wurde.

Tabelle 17. Absolute Exrteme der Wassertemperatur und deren monatliche
Schwankung.

In den Mittagsstunden in der Seemitte.

J a h r	1893.			1894.			1895.			1896.		
	Abs. Extr.		Schwank.	Abs. Extr.		Schwank.	Abs. Extr.		Schwank.	Abs. Extr.		Schwank.
	Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.		Max.	Min.	
Mai	—	—	—	23·2	16·4	6·8	21·0	14·0	7·0	21·9	13·6	8·3
Juni	—	—	—	22·4	16·9	5·5	26·2	18·8	7·4	26·0	21·2	4·8
Juli	26·5	22·0	4·5	27·2	20·2	7·0	28·5	20·1	8·4	28·9	19·6	9·3
August	26·4	19·0	7·4	28·7	18·3	10·4	26·9	21·2	5·7	26·5	18·2	8·3
September	22·3	16·4	5·9	24·0	15·4	8·6	26·4	17·4	9·0	22·8	15·2	7·6
Oktober	21·1	10·1	11·0	19·9	12·0	7·9	19·1	7·9	11·2	18·7	14·1	4·6

Nach Tabelle 16 gab es (im Monat Mai immer Temperaturen über 20 C⁰,
die kleinste war 13·6 C⁰; im Juni war die niedrigste Temperatur 16·9 C⁰; die
höchsten Temperaturen fallen auf den Juli mit Ausnahme des Jahres 1894, in wel-
chem Jahre die höchste Temperatur im August vorkam. Im Juli wurde nur einmal
ein Temperatur unter 20 C⁰ gemessen. Demgegenüber steht im August das abso-
lute Minimum nur ein einzigesmal über 20 C⁰; im September steht das absolute
Maximum in jedem Jahre über 20 C⁰, im Oktober schon nur mehr im Jahre 1893.
Die niedrigste Septembertemperatur war 15·2 C⁰, die des Oktobers 7·9 C⁰.

Die Schwankung bietet auch hier ein sehr wechselndes Bild. Am besten fällt
noch der Monat Oktober auf, mit seiner in den meisten Fällen maximalen Schwankung.
In einem Falle jedoch (1896) zeigt eben dieser Monat die geringsten Schwankungen.

In die Tabelle 18 (siehe Fig. 14 und 15) habe ich die mittleren Extreme
der Oberflächentemperatur deswegen nicht aufgenommen, da die Aufzeichnungen
über mehrere Monate fehlen; übrigens haben wir aus den auf Grund der vorhandenen
Aufzeichnungen schon früher mitgetheilten absoluten Extremen ohnedies ersehen,
dass dieselben von den Temperaturangaben des Bodenwassers kaum differieren.

Tabelle 18. Mittel-Extreme der Wasser- und Lufttemperatur und deren Schwankung.

Kereked und Balaton-Füred. In den Morgenstunden, resp. 7^{am}.

M o n a t e	Maximum			Minimum			Schwankung		
	Boden- wasser	Boden	Luft	Boden- wasser	Boden	Luft	Boden- wasser	Boden	Luft
Januar	3·3	3·4	5·7	0·0	1·2	—6·0	3·3	2·2	11·7
Februar	4·2	4·3	7·1	0·5	0·9	—5·9	3·7	3·4	13·0
März	7·5	7·7	10·7	2·7	3·2	—2·8	4·8	4·4	13·5
April	16·3	13·8	15·4	6·8	7·0	2·9	9·5	6·8	12·5
Mai	20·7	17·6	17·9	13·3	12·5	6·3	7·4	5·1	11·6
Juni	23·1	19·4	21·5	18·7	16·9	10·7	4·4	2·5	10·8
Juli	25·6	22·6	23·7	19·0	17·8	12·0	6·6	4·8	11·7
August	25·4	23·5	23·5	17·9	18·0	13·1	7·5	5·5	10·4
September	22·1	20·3	19·8	14·5	15·9	8·7	7·6	4·4	11·1
Oktober	18·8	17·5	15·3	9·3	10·2	1·8	9·5	7·3	13·5
November	10·3	11·2	10·5	3·7	4·9	—4·9	6·6	6·3	15·5
Dezember	3·8	5·8	5·1	0·1	1·6	—10·3	3·7	4·2	15·4

Die Besichtigung der 18. Tabelle führt zu folgenden Resultaten.

Das mittlere Maximum der Bodentemperatur ist vom Januar—März und im November—Dezember höher als das mittlere Maximum der Bodenwasser-Temperatur; zu den übrigen Zeiten ist es tiefer. Das mittlere Maximum der Bodentemperatur ist vom Januar bis Juli grösser, von hier an ist es in den übrigen Monaten mit demselben entweder gleich oder kleiner als das mittlere Luftmaximum.

Die mittleren Maxima des Bodenwassers, des Bodens und der Luft einzeln betrachtet, wird ersichtlich, dass die Angaben von über 20 C° im Bodenwasser vom Mai bis September, im Boden vom Juli bis September, in der Luft vom Juni bis August vorkommen. Der Maximalwerth fällt bei der Luft und beim Bodenwasser in den Juli, beim Schlamm in den August. Der Minimalwerth fällt mit Ausnahme der Luft überall in den Januar; bei der Luft in den Dezember.

Das mittlere Minimum ist beim Schlamm nur vom Mai bis Juli niedriger als beim Bodenwasser, sonst höher. Das mittlere Luftminimum ist für alle Monate geringer, sowohl als dasjenige der Schlamm- als auch der Bodenwassertemperatur.

Das mittlere Minimum übersteigt 15 C° im Bodenwasser im Juni, Juli und August, im Schlamme in denselben Monaten und auch im September. In der Luft nie.

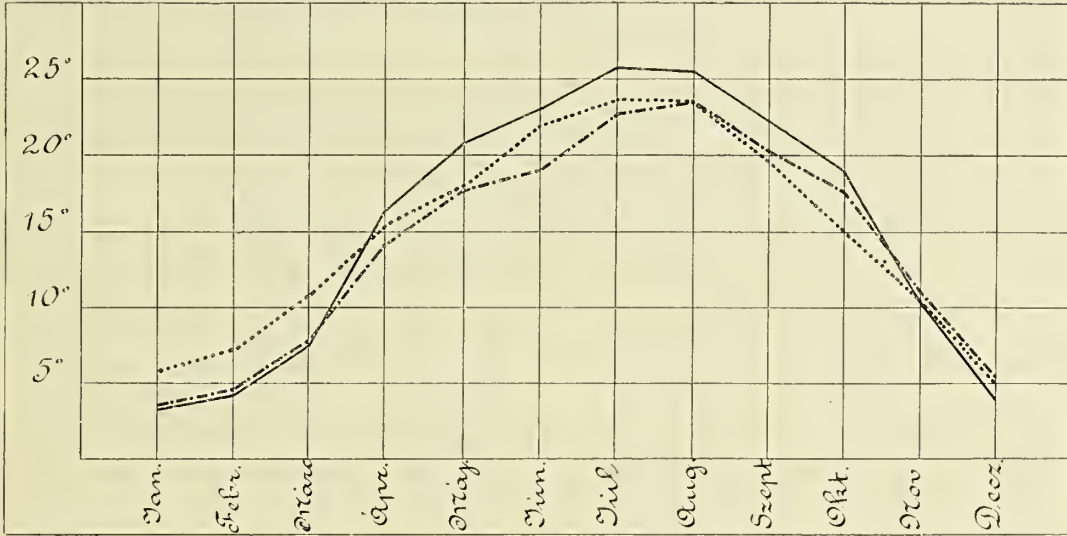


Fig. 14. Mittlere Maxima im Bodenwasser —, im Boden — . — . — und in der Luft in Kereked 7-am.

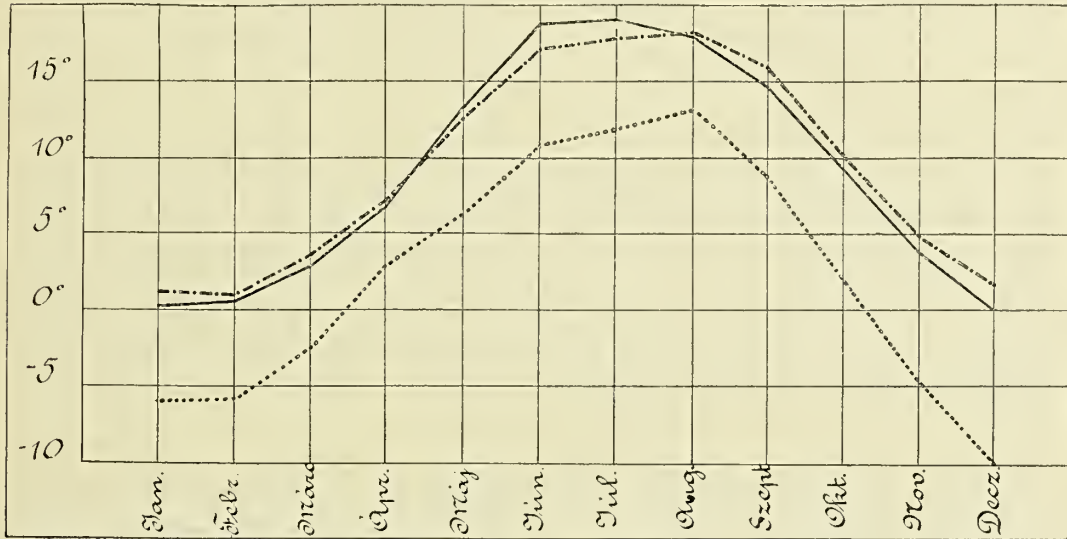


Fig. 15. Mittlere Maxima im Bodenwasser —, im Boden — . — . — und in der Luft in Kereked 7-am.

Am grössten ist das mittlere Minimum im Bodenwasser im Juli und in der Luft im August. Am kleinsten ist es im Bodenwasser im Januar, im Boden im Februar, in der Luft im Dezember.

Die mittlere Schwankung ist mit Ausnahme des einen Dezembers im Bodenwasser überall grösser als im Boden; die mittlere Schwankung der Luft aber in jedem Monat um ein Beträchtliches grösser als diejenige des Bodenwassers oder des Bodens.

Das Maximum der Schwankungen fällt für das Bodenwasser und den Schlamm in die Monate April und Oktober, für die Luft in den März, Oktober, November und Dezember, d. i. in jedem Falle auf einen Frühjahrs- oder Herbstmonat. Das Minimum der Schwankungen fällt im Bodenwasser und im Boden im Allgemeinen in die Wintermonate, besonders aber in den Januar, für die Luft in die Sommermonate.

Tabelle 19. Mittlere Extreme und Schwankungen der Wassertemperatur.
In den Mittagsstunden in der Seemitte.

M o n a t e	Maximum	Minimum	Schwan- kung
Mai	22·0	14·7	7·3
Juni	24·9	19·0	5·9
Juli	27·8	20·5	7·3
August	27·1	19·2	7·9
September	23·9	16·1	7·8
Oktober	19·7	11·0	8·7

Bei diesen mittleren Extremen, die aus, in den Mittagsstunden vorgenommenen, Aufzeichnungen herausgesucht wurden, steht das Maximum vom Mai bis einschliesslich September ausschliesslich über 20 C°, im Juli und August auch über 25 C°. Das Minimum steht im September über 15 C° und streift auch im Mai nahe an 15 C°. Die Schwankung ist am grössten im Oktober, am kleinsten im Juni; im Übrigen entsprechen Verlauf und Charakter der für die mittleren Schwankungen in obiger Tabelle mitgetheilten Monate.

E) Temperaturverhältnisse des Bodenwassers, Schlammes und der Luft von Kereked verglichen mit der Boden- und Lufttemperatur in Ó-Gyalla.

Behufs Vergleichung theile ich über dieselben Jahre, aus welchen ich für Kereked Aufzeichnungen besitze, auch die Resultate der Ó-Gyallaer Aufzeichnungen mit. In Ó-Gyalla wird die Luft und Bodentemperatur, letztere bei einer Tiefe von 0·0 und 0·5 Metern, täglich dreimal, 7^{am}, 2^{pm} und 9^{pm}, die Bodentemperatur in einer Tiefe von 1 und 2 Metern täglich einmal 2^{pm} gemessen. Von ersteren Aufzeichnungen nehme ich bloss die Daten 7^{am} in Betracht, die der Zeit nach den Kerekeder Aufzeichnungen am besten entsprechen, jedoch benütze ich jedoch

die letzteren Daten, da in der Tiefe eines Meters die Tagesschwankung kaum in Betracht gezogen werden kann. Diese Daten darf ich übrigens umsomehr meiner Aufmerksamkeit würdigen, da ich, aus der Natur der Sache erfließend, nicht nach allen Richtungen hin sich erstreckende Vergleichen anstellen will, sondern mich bloss über den Jahresgang der Temperatur verbreite.

Bei Betrachtung der 20. Tabelle müssen wir vor Allem im Auge halten, dass in Ó-Gyalla die Hitzemenge auf trockenen Boden fiel, der nach innen zu immer über eine grössere eigene Wärme verfügt, die von aussen einwirkende Hitzemenge jedoch nur langsam übernimmt, d. i. umso langsamer, je tiefer sich eine Schichte befindet; im Gegensatze hiezu kühlt wieder dieser, weil durch eine länger andauernde Wärmeeinwirkung erwärmt, überaus langsam in direct entgegengesetzter Richtung ab. In der Kerekeder Bucht des Balaton haben wir es mit einer Wasseroberfläche zu thun, die in einer Schichte von 1–2 Metern Dicke, — wie unter Theil A) dieses Capitels ersichtlich war — sich alsbald in ihrem ganzen Umfange durchwärmt, so dass zwischen der Temperatur der Oberfläche und des Bodenwassers nur sehr geringe Unterschiede existiren. Es wurde sodann unter dieser durchwärmten oder abkühlten Wasserschichte in einer Tiefe von 0.15–0.20 Metern die Bodentemperatur gemessen; auch muss in Berechnung gezogen werden, dass der Boden, dessen Temperatur derartig gemessen wurde, vollständig mit

Tabelle 20. Temperaturverhältnisse in Kereked und Ó-Gyalla.

Jahr	Monate	Ó-G y a l l a					K e r e k e d			
		Luft	B o d e n				Luft	Bodenwasser	Boden	
			7am	7am		2pm				
				0.0m.	0.5m.	1.0m.				2.0m.
1897.	Februar	—1.5	—0.1	1.4	3.4	6.8	2.6	1.7	2.3	
	März	4.0	4.8	5.6	5.5	6.9	6.1	4.2	5.8	
	April	7.1	8.2	9.3	8.4	8.2	9.3	10.3	10.5	
	Mai	11.4	12.5	13.2	11.5	9.8	12.2	16.7	14.5	
	Juni	16.0	16.9	17.3	14.8	11.8	17.9	20.5	17.7	
	Juli	17.3	18.7	19.2	17.0	13.5	19.1	22.8	21.4	
	August	16.9	17.8	18.3	16.8	14.4	18.8	21.7	20.8	
	September	12.6	14.7	16.1	15.7	14.6	14.4	18.3	18.3	
	Oktober	5.3	8.7	11.2	12.2	13.4	7.3	11.4	12.5	
	November	—0.3	2.3	5.1	7.9	11.1	0.9	3.1	5.3	
	Dezember	—2.9	—0.2	2.3	5.1	8.9	—2.1	0.4	2.1	

Jahr	M o n a t e	Ó - G y a l l a					K e r e k e d			
		Luft	B o d e n				Luft	Boden- wasser	Boden	
			7am	7am		2pm				
				0·0m.	0·5m.	1·0m.				2·0m.
1898.	Januar	—1·8	—0·5	1·3	3·7	7·5	—1·8	1·7	2·7	
	Februar	—0·6	0·7	2·0	3·5	6·6	0·8	1·9	2·2	
	März	1·7	3·3	4·7	5·1	6·7	3·8	5·4	5·2	
	April	8·9	9·2	9·8	8·5	8·0	9·8	11·7	10·5	
	Mai	12·5	14·0	14·5	12·6	10·3	13·7	18·0	16·3	
	Juni	15·1	16·1	16·4	14·1	11·8	16·2	20·4	18·6	
	Juli	15·3	16·8	17·8	15·7	13·0	17·3	20·1	19·0	
	August.	15·9	17·6	18·3	16·6	14·7	18·8	22·3	20·7	
	September	10·1	13·5	15·3	15·1	13·9	13·3	17·5	17·8	
	Oktober	8·1	10·8	12·3	12·9	13·4	9·6	15·2	15·0	
	November	5·0	6·9	9·0	10·5	12·3	5·7	10·3	11·2	
	Dezember	0·1	2·4	4·8	7·4	10·4	0·8	3·8	4·7	
1899.	Januar	0·2	1·1	2·8	4·9	8·5	1·2	1·2	1·6	
	Februar	—2·1	0·9	2·9	4·6	7·6	0·0	1·8	2·1	
	März	—0·9	1·5	3·3	4·6	7·1	1·7	4·4	4·3	
	April	7·1	8·0	8·7	7·7	7·9	8·3	10·5	8·7	
	Mai	12·2	13·2	13·7	11·9	10·1	12·5	16·6	14·1	
	Juni	14·0	15·3	16·2	14·2	11·7	15·2	20·3	17·4	
	Juli	16·9	17·8	18·1	16·1	12·9	18·2	22·7	21·2	
	August.	14·7	16·5	17·7	16·5	14·1	17·4	20·4	20·0	
	September	12·0	14·0	15·4	15·0	14·0	13·6	17·5	17·5	
	Oktober	4·2	7·8	10·7	12·1	13·1	6·7	13·1	13·6	
	November	3·0	5·1	7·6	9·4	11·9	4·8	6·3	8·0	
	Dezember.	—4·8	—1·2	2·6	6·0	9·7	—4·0	1·4	3·8	

Wasser durchtränkt ist, so dass er eigentlich nur Schlamm ist, und so erhalten wir auch allsogleich den Grund, warum keine so grossen Unterschiede zwischen Bodenwasser- und Schlammtemperatur vorkommen, wie sie bei den Bodenmessungen auf trockenem Lande zwischen den mittleren Temperaturen der einzelnen Tiefen vorkommen.

Bezüglich des Jahresganges der Temperatur findet sich Folgendes. — Morgens 7^{am} ist in Ó-Hyalla die Bodentemperatur in einer Tiefe von 0·0 und 0·5 Meter in allen Fällen, d. i. in allen Monaten, höher als die Lufttemperatur, ebenso wie die Temperatur des Bodenwassers und Schlammes in Kereked. Die Temperatur ist in einer Tiefe von 0·5 m. in jedem Monat höher als an der Oberfläche. In der Tiefe von ein und zwei Metern findet sich vom Juni bis August beziehentlich vom Mai bis inclusive August eine niedrige Temperatur als in der Luft, in den übrigen Monaten jedoch eine beträchtlich höhere. Die Bodentemperatur ist in einer Tiefe von 1 Meter in allen drei Jahren vom Oktober bis März höher als in einer Tiefe von 0·5 Metern, sonst niedriger. Ebenso verhält sich die Temperatur von 2 Meter Tiefe zu der von einem Meter. Die Schlammtemperatur hingegen ist 1897 vom September bis April, 1898 vom September bis Februar höher als die des Bodenwassers. Lässt man ausser Rechnung, dass die Differenzen hier viel geringere als beim Boden sind, so zeigt schon das Factum, dass das Verhältniss zwischen Schlamm- und Bodenwassertemperatur in den einzelnen Jahren nicht so streng an die Zeit gebunden ist, wie beim Boden, dass die letztere den Temperaturveränderungen viel besser ausgesetzt ist.

Das Temperaturmaximum fällt im Bodenwasser immer auf denselben Monat, auf welchen das Luftmaximum fällt, d. i. in den Juli oder August, während die Bodentemperatur bis zur Tiefe von 1 Meter regelmässig auf denselben fällt.

Sowie die mittlere Jahresschwankung im Schlamme kleiner als im Bodenwasser ist, so wird auch im Boden, je tiefer man hinuntersteigt, die Schwankung eine umso geringere.

III. CAPITEL.

DER TAGESGANG DER TEMPERATUR.

Über das Tagesspiel der Temperatur besitze ich bloss von einem einzigen Orte Angaben, wo um 7^{am}, 2^{pm} und 7^{pm} zu gleicher Zeit die Wasser- und die Lufttemperatur gemessen wurde. Dieselben wurden nämlich in Almádi, zur Badesaison in den Jahren 1894, 1898 und 1899 vom Juni bis einschliesslich September, aufgezeichnet. Nach Durchforschung der Daten musste ich die Aufzeichnungen aus dem Jahre 1894 negligieren und kann ich bei Verhandlung des Tagesganges der Temperatur nur über zwei Jahre und je vier Monate referieren.

Bezüglich der Angaben von Tabelle 21 muss ich bemerken, dass in den Jahren 1898 und 1899 im September bloss vom ersten bis zwölften und im Jahre 1899 im Monat Juni nur vom sechszehnten angefangen notiert wurde und stammen denn auch die in der Tabelle enthaltenen Angaben aus diesen mangelhaften Serien. Derart können sie also durchaus nicht als factische Mittel der betreffenden Monate angesehen werden, jedoch bei der Tagesschwankung, zur nächsten Vergleichung untereinander benützt werden können.

Tabelle 21. Tagesgang der Temperatur.

Luft- und Wassertemperatur mit einander verglichen. Almádi.

Jahre	1898.						1899.					
	Luft			Wasser			Luft			Wasser		
	7am	2pm	7pm	7am	2pm	7pm	7am	2pm	7pm	7pm	2pm	7am
Juni	17.6	23.8	18.9	19.1	20.8	20.8	17.0	22.6	19.5	18.9	20.5	20.5
Juli	18.2	21.9	19.0	19.3	20.3	20.5	19.8	26.1	21.1	21.1	22.5	22.3
August	20.9	27.8	21.0	20.2	23.4	21.9	19.5	24.8	19.9	19.8	21.2	21.3
September.	16.3	24.8	18.7	17.1	19.5	19.4	17.7	21.8	17.6	19.2	20.4	20.5

Um die 21. Tabelle anschaulicher, möchte sagen, lesbarer zu machen stelle ich die Differenzen zwischen den Luft- und Wassertemperaturen der einzelnen Aufzeichnungsstunden in besonderen Tabellen zusammen, d. i. die eigentliche Tagesschwankung, endlich die grösste Abweichung von einer Aufzeichnungsstunde zur anderen in — und + Richtung.

Tabelle 22. Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur in den einzelnen Aufzeichnungs-Stunden.

Die Luft als Vergleichsbasis.

Jahr	1898.			1899.		
	7am	2pm	7pm	7am	2pm	7pm
Juni	1.5	—3.0	0.9	1.9	—2.1	1.0
Juli	1.1	—2.6	1.5	1.3	—3.6	1.2
August	—0.7	—4.4	0.9	0.3	—3.6	1.4
September	0.8	—5.3	0.7	1.5	—1.4	2.9

Nach Tabelle 22 ist die Wassertemperatur 2^{pm} immer kleiner, 7^{am} immer grösser als die der Luft. Um 7^{pm} ist gewöhnlich die Wassertemperatur höher, jedoch im August 1898 um — 0.7 C⁰ niedriger als die Lufttemperatur. Ursache dieses scheinbaren Widerspruches ist, dass in diesem Monate das Wetter unverhältnissmässig warm und genügend anhaltend war. Die mittleren Differenzen zwischen der Wasser- und Lufttemperatur sind infolge der energischen Luftdurchwärmung

um 2^{pm} am höchsten. Um 7^{am} existieren viel geringere Differenzen, als auf welche man nach dem, was in Capitel II verhandelt wurde und aus den dort mitgetheilten Daten folgern könnte, wovon der Grund darin steckt, dass in Almádi die Aufzeichnungen der Lufttemperatur unmittelbar neben dem Wasser vorgenommen wurden und die erwärmende Einwirkung des Wassers stark zur Geltung kam. Auch um 7^{pm} sind die Differenzen genügend niedrig, da die Aufzeichnungen verhältnissmässig früh vor sich giengen. Die Grösse der Differenzen ist in den einzelnen Aufzeichnungsstunden nach den einzelnen Monaten überaus abwechselnd.

Tabelle 23. Mittlere Abweichungen zwischen den Temperaturen der einzelnen Aufzeichnungsstunden.

J a h r	1898.						1899.					
	L u f t			W a s s e r			L u f t			W a s s e r		
	7 ^p —7 ^a	7—2	2—7	7—7	7—2	2—7	7—7	7—2	2—7	7—7	7—2	2 ^p —7 ^p
Juni . .	—1·3	6·2	—4·9	—1·7	1·7	0·0	—2·5	5·6	—3·1	—1·6	1·6	0·0
Juli . .	—0·8	3·7	—2·9	—1·2	1·0	0·2	—1·3	6·3	—5·0	—1·2	1·4	—0·2
August .	—0·1	6·9	—6·8	—1·7	3·2	—1·5	—0·4	5·3	—4·9	—1·5	1·4	0·1
Septemb.	—2·4	8·5	—6·1	—2·3	2·4	—0·1	0·1	4·1	—4·2	—1·3	1·2	0·1

Nach Tabelle 23 ist die Lufttemperatur im monatlichen Mittel 7^{am} immer kleiner als 7^{pm}, ausgenommen September 1899, wo dieselbe um 0·1 C^o höher steht; um 2^{pm} ist sie immer grösser als 7^{am} oder 7^{pm}. Die Wassertemperatur ist um 7^{am} immer kleiner als 7^{pm}; um 2^{pm} immer höher als um 7^{am}, um 7^{pm} für gewöhnlich um etwas grösser als 2^{pm}. In drei Fällen finden wir das 2^{pm} grösser als 7^{am} ist, nämlich im August und September 1898 und im Juli 1899; alle drei Monate gehören zu den verhältnissmässig wärmsten.

Überall fällt stark auf, dass die mittlere Tagesschwankung der Lufttemperatur die mittlere Tagesschwankung der Wassertemperatur um ein Beträchtliches übertrifft. Diese Schwankungen in einer besonderen Tabelle zusammenzustellen halte ich für überflüssig, da sie auch aus der 23. Tabelle allsogleich ersichtlich sind, soviel will ich jedoch dazu bemerken, dass beim Wasser die grösste Schwankung im Mittel 4·9 C^o, bei der Luft die kleinste 4·0 C^o beträgt. Hierauf folgt jedoch sofort 5·7 C^o, die grösste ist 14·6 C^o.

Es ist jedenfalls schade, dass uns bezüglich der übrigen Monate keine Daten zur Verfügung stehen; und können wir in Ermangelung solcher bloss so viel bemerken, dass in jedem Falle das mittlere Schwankungsmaximum der Lufttemperatur in die Sommermonate fällt, wie dies aus meiner über die «Klimatischen Verhältnisse der Balatongegend» geschriebenen Arbeit (Wissensch. Result. der Erf. des Balatons Bd. I., Theil 4, Abschnitt 1.) ganz klar hervorgeht, und lässt sich auf diese Weise folgern, dass das mittlere Schwankungsmaximum der Wassertem-

peratur auch auf diese Monate fällt und den ähnlichen Verhältnissen der Luft entsprechend im Winter am kleinsten ist.

In Tabelle 24 ist je ein Fall der grössten Differenz angeführt, welche in diesen zwei Beobachtungsjahren zwischen den Temperaturen der aufeinander folgenden Beobachtungsstunden vorkamen. Beginnt man, dieselben an und für sich von Monat zu Monat aus dem Ganzen herauszureissen, so scheint es, als ob denselben wenig charakterisierende Kraft zukommen würde; obwohl dieselben ein sehr gutes Bild dessen liefern, welcher Einfluss einzelnen extremen Wetterumschlägen auf die Luft- und Wassertemperatur zukommt. Es ist uns aus Erfahrung und aus den Daten der Tabelle 23 bekannt, dass die Temperatur 7^{am} zumeist kleiner als 7^{pm} ist. Um 2^{pm} ist sie gewöhnlich höher als zu den übrigen Tageszeiten, ausgenommen beim Wasser, wo dieselbe um 7^{pm} manchmal grösser als um 2^{pm} ist. Doch ist es fraglich, ob auch entgegengesetzte Fälle vorkommen und wie gross

Tabelle 24. Grösste Differenz zwischen den absoluten Temperaturen der einzelnen Aufzeichnungsstunden in + Richtung.

J a h r	1898.						1899.					
	L u f t			W a s s e r			L u f t			W a s s e r		
	7 ^p —7 ^a	7—2	2—7	7—7	7—2	2—7	7—7	7—2	2—7	7—7	7—2	2 ^p —7 ^p
Juni . .	4·0	14·0	2·0	1·0	9·0	3·0	—	14·0	1·0	—	4·5	1·0
Juli . .	4·0	12·0	2·0	1·0	4·0	1·5	7·0	11·5	—	1·0	3·0	1·5
August .	5·0	14·0	1·0	3·0	4·5	1·0	5·0	11·0	1·0	0·5	6·0	1·0
Septemb.	1·0	14·0	—	—	5·5	1·0	3·0	10·2	—	—	3·0	1·0

das Extrem ist? Bei der Luft kamen um 7^{am} mit Ausnahme eines einzigen Falles (Juni 1899) immerdar Fälle vor, dass die Temperatur um 7^{am} höher war als am vorhergegangenen Tage 7^{pm}; das grösste Extrem im Monate Juli 1899 7·0 C^o. Auch beim Wasser kamen mit Ausnahme von drei Monaten derartige Fälle vor, aber mit sehr kleinen Differenzen. Die grösste war im Monat August 1898 3·0 C^o. Derartige Fälle, obwohl sie, wie wir sahen, ganz unbedeutend sind, können besonders zur Sommerszeit vorkommen, wenn sich z. B. der Himmel Nachmittags bewölkt und nur Morgens nach Sonnenaufgang aushellt, ohne dass Regen gefallen wäre. Die Ausdünstung ist in solchen Fällen ungemein erschwert, 7^{am} aber wird die Aufwärmung fühlbar. Um 7^{pm} zeigt sich bei der Luft in drei Fällen überhaupt keine, in den anderen Fällen aber nur eine ganz geringe Temperaturerhöhung zu 2^{pm} verglichen. Die grösste ist 2 C^o; beim Wasser hingegen kamen dafür in jedem Monate Fälle vor, ja, wie dies aus der vorigen Tabelle ersichtlich war, gab es sogar Fälle, wo sich dieser Fall, obgleich schwach, auch in den Mittelwerthen kundgibt.

Um 2^{pm} sind die absoluten Differenzen entgegen der Temperatur des vorher-

gegangenen Termins sowohl bei der Luft, als auch beim Wasser am grössten, bei letzterem jedoch viel geringer als bei der Luft.

Aus Tabelle 25 müssen wir im Allgemeinen verkehrte Resultate erhalten wie aus der vorigen. Um 7^{pm} können sowohl beim Wasser wie auch bei der Luft in jedem Monate beträchtlich kleinere Temperaturen vorkommen, natürlich bei der Luft grössere als beim Wasser. Bei der Luft kamen bloss in vier und beim Wasser bloss in zwei Monaten Fälle vor, dass die Temperatur 2^{pm} kleiner als um 7^{am} war.

Tabelle 25. Grösste Differenzen zwischen den absoluten Temperatureu der einzelnen Aufzeichnungsstunden in — Richtung.

J a h r	1898.						1899.					
	L u f t			W a s s e r			L u f t			W a s s e r		
	7 ^p —7 ^a	7—2	2—7	7—7	7—2	2—7	7—7	7—2	2—7	7—7	7—2	2 ^p —7
Juni . .	8·0	2·0	15·0	7·0	1·5	4·5	5·5	—	8·0	2·5	—	1·0
Juli . .	9·0	3·0	10·0	3·5	—	0·5	9·0	2·0	11·5	3·0	—	1·0
August .	9·0	—	11·0	3·5	—	4·5	6·0	—	10·0	6·0	—	0·5
Septemb.	5·0	—	10·0	6·0	—	1·0	9·2	4·0	12·0	2·5	0·5	0·5

Fälle, dass 7^{pm} die Temperatur niedriger war als um 2^{pm}, kommen monatlich genug vor, d. h., es ist dies bei der Luft ein gewöhnlicher, beim Wasser ein genügend häufiger Fall, wie aus den Resultaten der Tabelle 24 ersichtlich war; während jedoch bei dem Wasser die Daten dieser extremen Fälle nur klein sind, sind sie bei der Luft gross.

IV. CAPITEL.

VERÄNDERLICHKEIT DER TEMPERATUR.

Unter der Veränderlichkeit der Temperatur versteht man die aus den Differenzen der mittleren Temperatur zweier aufeinanderfolgenden Tage gewonnenen monatlichen Mittel, derart, dass man bei den aus den Tagesmitteln der zwei aufeinanderfolgenden Tage gebildeten Differenzen das Vorzeichen ausser Betracht lässt. Dies ist die gewöhnliche Art, die Veränderlichkeit zu definieren. Nachdem mir jedoch keine solchen für ein ganzes Jahr oder mehrere Jahre lautende Aufzeichnungen zu Gebote standen, auf Grund deren ich die Veränderlichkeit auf diese Weise vorführen könnte und nachdem ich die Temperaturverhältnisse des Balaton doch auch von dieser überaus wichtigen Seite vorführen wollte, war ich gezwungen, mich vom Neuen an die Kerekeder Aufzeichnungen zu wenden, die in den Morgenstunden genug nahe zu einander von Tag zu Tag und durch drei Jahre hindurch vorgenommen wurden. Jedoch auch hier ist die Veränderlichkeit

das Mittel aus den Differenzen der Morgentemperaturen zweier aufeinanderfolgenden Tage, ohne Rücksicht auf das Vorzeichen. Jene Monate, bei welchen hie und da einzelne Anmerkungen fehlten, konnte ich auch hier nicht aufnehmen, da dies zu falschen Resultaten geführt hätte. Dies ist auch der Grund, weshalb ich hier bloss die Jahre 1897 und 1898 aufgenommen habe, denn obwohl die Daten aus 1899 im übrigen recht brauchbar sind, musste ich derselben dennoch entbehren, da vom März bis inclusive April, und sporadisch auch im Dezember, mehrere Tage hindurch die Aufzeichnungen unterblieben und daher infolge Mangels des tagtäglichen Hintereinanders zur Bildung der Veränderlichkeit unbrauchbar sind.

Tabelle 26. Veränderlichkeit der Wassertemperatur.

M o n a t e	1897		1898	
	Boden- wasser	Boden	Boden- wasser	Boden
Januar	0·4	0·44	0·2	0·1
Februar	0·2	0·2	0·3	0·26
März	0·04	0·16	0·6	0·5
April	0·5	0·4	0·7	0·3
Mai	0·3	0·4	0·7	0·4
Juni	0·2	0·4	0·8	0·3
Juli	0·88	0·5	0·6	0·3
August	0·7	0·5	1·0	0·6
September	0·7	0·3	0·8	0·4
Oktober	0·8	0·6	0·4	0·3
November	0·7	0·6	0·4	0·3
Dezember	0·2	0·2	0·5	0·3

Die Veränderlichkeit erstreckte ich auch auf das Bodenwasser und auf den Boden, während ich die Wasseroberfläche unbearbeitet lasse, da die Aufzeichnungen aus vielen Monaten mangelhaft sind. Auf Grund meiner Berechnungen habe ich mich übrigens davon überzeugt, dass sie beinahe vollständig mit der Veränderlichkeit der Bodenwasser-Temperatur übereinstimmen; bloss im Allgemeinen um ein Kleines höher sind.

Die aus dem Januar 1897 fehlenden Daten habe ich aus den vollständigen Aufzeichnungen des Januars 1899 ersetzt, damit wir aus zwei ganzen Jahren Daten erhalten.

Nach Tabelle 26 ist die Veränderlichkeit der Wassertemperatur im Allgemeinen gering; auf 1 C^o erhebt sie sich nur einzigesmal, bleibt jedoch recht oft 0.5 C^o. Dieselbe ist in den Wintermonaten am kleinsten; auch vertheilt sie sich im Übrigen recht unregelmässig.

Die Veränderlichkeit der Bodentemperatur ist zumeist kleiner als diejenige des Bodenwassers, jedoch ist sie in ein-zwei Fällen in der ersten Hälfte des Jahres 1897 entweder gleich oder gar im Boden höher.

Tabelle 27. Monatliche absolut grösste Veränderlichkeit.

Monate	1897		1898	
	Bodenwasser	Boden	Bodenwasser	Boden
Januar	1.6	2.1	1.0	0.4
Februar	0.8	0.8	0.8	0.8
März	0.6	1.0	2.0	2.1
April	3.2	1.7	3.4	0.8
Mai	1.8	1.4	3.2	1.1
Juni	0.8	2.1	5.6	1.8
Juli	3.2	3.8	5.8	2.6
August	4.4	2.7	4.6	1.6
September	4.2	1.4	4.0	1.2
Oktober	5.0	3.5	1.9	1.4
November	3.4	3.2	1.8	1.0
Dezember	0.8	1.0	1.2	1.3

Die in den Beobachtungsjahren vorgekommenen grössten Veränderlichkeiten fallen beim Bodenwasser zumeist in die Sommer-, beim Boden mehr in die Herbstmonate. Die kleinsten fallen in den Winter. Die grösste Veränderlichkeit zeigte 1899 im Monate Juli das Bodenwasser mit 5.8 C^o. Veränderlichkeiten über fünf Grade kamen ausser in dem schon erwähnten Falle beim Bodenwasser noch zweimal vor; solche über vier Grade auch bloss viermal, während in fünf Fällen die absolute grösste Veränderlichkeit unter 1 C^o bleibt. Bei der Bodentemperatur kam eine viergradige Veränderlichkeit in keinem einzigen Falle, eine solche über 3 Grade auch nur dreimal vor. Mit einigen Ausnahmen ist die absolute grösste Veränderlichkeit beim Bodenwasser höher als beim Boden.

V. CAPITEL.

D A S Z U F R I E R E N .

Das «Balaton-Comité» verfolgte die Umstände, unter welchen der Balaton zugefroren, schon vom Winter 1892/93 an mit Aufmerksamkeit; jedoch konnte es über zwei Jahre keine regelmässig geführten Aufzeichnungen über die Wassertemperatur erhalten. Auch aus den Jahren 1892/93 und 1893/94 stehen einzig einige unterwegs gemachte Notizen LUDWIG v. LÓCZY's zur Verfügung.

Wie sich die Wassertemperatur vor dem Zufrieren, wie während desselben, sowohl unter der ständigen wie unter der partiellen, stetig wechselnden Eisschichte, sodann wie während des Aufthauens und nach demselben verhält, und wieso der Abkühlung der Luft alsbald die Abkühlung des Wassers und das Zufrieren nachfolgt: über all das habe ich in Punkt *A* des Capitels III schon eingehend gesprochen und beschränke mich an dieser Stelle rein darauf, auf Grund der sich auf zwei Jahre erstreckenden Aufzeichnungen LUDWIG v. LÓCZY's und der fünf Jahre hindurch vorgenommenen Aufzeichnungen HERRN FERDINAND GYAPAY's erst von Jahr zu Jahr, sodann zusammenfassend die factischen Gefrierungsverhältnisse des Balaton zu schildern.

Um zugleich mit der Eisbildung auch die Lufttemperatur verfolgen zu können, gebe ich nach den einzelnen Daten in Klammer die Lufttemperatur von B.-Füred um 7^{am} der Aufzeichnungsstunde bei. Ich bezeichne der Kürze halber einfach mit einem *L*, dass die in der Klammer stehende Zahl die Lufttemperatur bedeutet.

Winter 1892/93.

Am 13. Dezember ist der ganze See mit Eis bedeckt; in der Enge von Szántód—Tihany schon seit dem 25—26. November. Der ständige Eispanzer vergeht am 27. Februar. Am 13. Januar hat das Eis bei Kenese eine Dicke von 28—32 cm.; am 15. Januar in der Nähe der Tihanyer Fähre 28 cm., an der Szántóder Küste 40 cm. Die Wassertemperatur beträgt auf dem 10 m. tiefen Wassergrunde zur selben Zeit $+ 2.6^{\circ}$, der Wärmegrad des Schlammes war $+ 5.6^{\circ}$ C^o. Luft (*L*. — 9.0) Nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr. Am 16. Januar Eisdicke in der Seemitte zwischen Rév-Fülöp und Boglár auf dem Mittelwasser 35—40 cm.; die Schlammtemperatur unter 3.5 m. hohem Wasser $+ 3.5^{\circ}$ (*L*. — 11.5). Am 14. Februar 4^{pm} zwischen Balaton-Füred und Tihany Eisdicke **46 cm.**, Wassertemperatur unmittelbar unter dem Eise $+ 2.3^{\circ}$ C^o, die des tiefen Bodenwassers $+ 4.0^{\circ}$ C^o (*L*. $+ 3.5$). Dies war am Balaton seit 10 Jahren der kälteste Winter.

Winter 1893/94.

Ein verhältnissmässig lauer Winter, der auf dem Balaton kein hartes, sog. stählernes Eis mit sich brachte; in Folge des Zufrierens des abgeschmolzenen Schneewassers entstand hie und da auch doppeltes Eis, das an den breiteren Theilen des Sees öfters aufbrach. Nach den Mittheilungen des gewesenen Tihanyer Fischereipächters JOHANN ROSENBERGER war jedoch der See in der Enge von Szántód—Tihany vom 20. November bis 19. März ständig zugefroren.

Winter 1894 95.

Auf den Morgen des 15. Dezembers (L. — 2·0) wurde der Balaton mit einer dünnen Eiskruste überzogen, die Mitte blieb jedoch frei. Tagsüber wurde das Eis durch den Wind zerstückelt und aufgeschmolzen. Am 16. (L. 2·6) und 17. (L. 0·4) kein Frost. — Am 18. (L. — 2·6), am Morgen Frost, jedoch wurde das Eis noch am selben Morgen durch einen starken Orkan zertrümmert. Tagsüber friert es an den Rändern zu. Frost am 19. (L. — 1·0) morgens. Das Wasser bleibt am Morgen stehen, und es bildet sich eine dünne Eistrinde, auf die in der folgenden Nacht 15 cm. hoher Schnee fiel. Dieser Schnee vermischte sich mit dem Eise zu einem Brei, welcher am 21. morgens (L. — 3·4) am ganzen Balaton zugefroren war. Von da an friert es zum 27. nachts; Fröste, tagsüber Thauwetter; am 27. (L. 1·6), starker Frost, um 10 Uhr eine grosse Eisspalte, die der Wind stark verbreitert. Tagsüber Schmelzen, nachts Fröste wechseln derart bis zum 1. Jänner 1895 (L. — 11·0) ab; an diesem Tage starker Frost, so dass am 2. (L. — 2·8) das Eis 6 cm. dick wird. Am 3. (L. — 2·6) ist das Eis 8 cm., am 4. (L. — 4·2) 13 cm., am 15. (L. 1·4) 20 cm. dick. In der Nacht vom 15—16. und den darauffolgenden Tag schmilzt das Eis, verliert die Stählernheit, fällt ab, so dass es am 19. nur mehr 16 cm. dick ist. Vom 20. an (L. — 5·8) beginnt das Eis zu wachsen, wird schon am 23. (L. — 1·6) stählern und erreicht am 28. (L. — 5·8) eine Dicke von 21 cm. Am 31. (L. — 3·2) und am 1. Februar (L. — 2·0) bei Tag Schmelzen, an letzterem Tage eine grosse Eisspalte. Am 15. hat das Eis eine Dicke von 19 cm. Von da an starker Frost und bilden sich am 7. bis Siófok zwei grössere Spalten. Des Frost dauert ständig an, so dass am 10. das Eis 26 cm. dick ist. Unterdessen treibt am 8. und 9. der Nordwind den auf dem starken Eise liegenden Schnee auf die Somogyer Seite, und es entstehen grosse Schneeverwehungen. Auf den 19. Februar erreicht das Eis eine Dicke von **36 cm.**, die hier diesen Winter die maximale Dicke ist. Von da an schmilzt das Eis tagsüber mehr, als des Nachts zugefroren, so dass es am 27. nur mehr 15 cm. dick ist; am 4. März erreicht es jedoch mit dem inzwischen daraufgefallenen und angefrorenen Schnee eine Dicke von 28 cm. Das Eis bleibt nun bis zum 13. März in demselben Zustande (L. 1·8). Von da an das Schmelzen Tag und Nacht andauernd, so dass sich der Schnee vom Eis abtrennt und das Eis auf eine Dicke von 24 cm. zurückgeht. Infolge des andauernden, jedoch ständigen Schmelzens beginnt das Eis auf den 20. brüchig und breiig zu werden und ist am 21. an der Küste schon Wasser zu sehen. Am 25. März zertrümmert ein Westwind das Eis, das nun in grossen Tafeln herumschwimmt. Am 26. und 27. treibt ein Nordwind das Eis der Somogyer Küste zu. Am 1. April ist von Balaton-Füred aus kein Eis zu sehen. Der Beobachter wollte am 2. mit einem Benzin-Schiffchen nach Siófok gehen, wo jedoch 1 Km. von Siófok entfernt der See bis zum Ufer bei der Tókőzpusta derart mit Eis bedeckt war, dass er nicht hinüber konnte. Auf den nächsten Tag war das Eis gänzlich verschwunden.

Am 6. Februar Eisdicke zwischen Balaton-Füred und Tihany 29 cm.; am 25. Februar östlich von Tihany **38 cm.**, in der Enge von Szántód—Tihany bloss 19 cm. (v. Lóczy).

Winter 1895/96.

Am 2. Dezember 1895 auf dem See eine dünne Eisschichte, die Tags darauf durch den Nordwind zerbröckelt und ans Ufer geworfen wird. Am 28. Dezember (L. — 5·6) den Ufern entlang ein starker Frost; Eisdicke 1 cm.; in der Seemitte schwimmt Eis. Am 29. (L. — 9·6) ist der Balaton zugefroren. Am 30. (L. — 8·0) ist das Eis 6·5 cm., am 31. (L. — 9·0) 9 cm. dick. Weitere Dicken: 1896 am 1. Januar (L. — 10·2) Eis 10·5 cm., am 3. (L. — 13·0) Eis 13·5 cm.; am 4. (L. — 5·2) Eis 15 cm.; am 7. (L. — 6·7) 16·8 cm.; am 9. (L. — 2·8) 18 cm., am 11. (L. — 9·2) 20 cm., am 13. (L. — 12·4) Eis 22 cm dick. — Am 16. werden mehrere grosse Spalten sichtbar. Am 17. (L. — 2·4) Eisdicke, zugleich Maximaldicke des Jahres, **24 cm.** Bis in den Februar ständiges Winterwetter; in den ersten Februartagen ein kleines Thauwetter, am 10. ist das Eis 22 cm. dick; vom 10—17. laues, öfters regnerisches Thauwetter. Am 17. (L. — 5·2) trug den Beobachter das Eis nicht mehr. Am 20. (L. — 4·4) ist das Eis an der Küste schon geschmolzen, an den Tihanyer und Somogyer Ufern wird noch gefischt; des Nachts Fröste, bei Tag Thauwetter. So dauert es bis zum 25. an, an welchem Tage ein mit Schnee vermischter Regenfall eintrat. Gegen die Balatonmitte zu werden Spalte sichtbar. Am 26. und 27. nimmt das offene Wasser immer mehr und mehr zu, Beobachter sah jedoch auch am 1. März mit dem Fernrohre Eis an der Somogyer Küste, das jedoch schnell zu Grunde gieng.

Winter 1896/97.

Am 30. November, 1. und 2. Dezember (L. — 5·2, — 1·4, — 1·8) bildet sich am Balaton Eis, jedoch äusserst dünnes, das der Wind zerbröckelt. Am 3. (L. — 7·4) hält das Eis schon besser an, am 4. (L. — 11·6) friert es stark, am 5. (L. — 9·0) **10 cm.** dickes Eis. Frost und Thauwetter wechseln bis zum 17. (L. — 3·6), an welchem Tage das Eis 9 cm. breit ist. Vom 17. bis 28. laues, inzwischen regnerisches Wetter, so dass auf den 28. das Eis aufbrach, der Nordwind dasselbe auf die Somogyer Küste hinüberführte und des Balaton eisfrei wurde. Am 30. und 31. Dezember (L. — 3·2, — 6·0) vom Neuen eine dünne Eisrinde, die der Wind am 1. Januar 1897 (L. — 1·4) zerbröckelt, so dass der Balaton am 2., 3. und 4. (L. — 4·8, — 1·4, — 0·4) eisfrei bleibt. Am 9., 10. und 11. vom Neuen kaltes Wetter (L. — 5·0, — 1·0, — 1·8), der Balaton gefriert zu, am 11. ist das Eis 4·5 cm. dick. Von da an befindet sich die Temperatur fortwährend über 0, das Eis schmilzt, so dass der Balaton am 17. schon eisfrei ist. Eine neuere Abkühlung (L. — 3·4) überzieht den Balaton nochmals mit einem Eispanzer, welcher jedoch auf den 25. gänzlich verschwindet. Am 26. und 27. Januar (L. — 3·4, — 3·2) bleibt der Balaton vom Neuen stehen, 28. (L. — 3·0) ist das Eis 2·5 cm. dick; der leichte Frost dauert bis zum 2. Februar (L. — 0·0), worauf wieder Thauwetter eintritt und das Eis bis zum 4. schmilzt. Der Balaton bleibt bis zum 9. (L. — 5·6) offen, fror am 10. (L. — 5·6) zu, jedoch bloss an den Rändern; das wenige Eis thaut jedoch bald auf. In diesem Jahre bildete sich am 19. Februar (L. — 1·2) nochmals ein dünnes Eishütchen, das jedoch alsbald endgiltig verschwindet.

Winter 1897/98.

Am 22. Dezember 1897 (L. — 9.0) friert der See zu. Eisdicke 2.3 cm. Am 23. (L. — 4.4) verstärkt sich das Eis, zu 5 cm. Dicke. Am 27. (L. — 5.0) hat es 7 cm.; am 30. (L. — 6.2) Eisdicke 13 cm.; am 5. (L. — 3.0) **16 cm.** Am 6. fuhr der Beobachter bei ruhigem, sonnigem Wetter auf einem Eissegler nach Siófok, wobei er 5 Eisspalten sah, deren breiteste 2 m. war. Das an diesem Tage beginnende Thauwetter hält an, so dass am 12. (L. 1.0) an der Küste schon Wasser zu sehen war. Vom 14—17. vom Neuen Frost (L. — 1.4, — 3.0, — 3.2, — 4.0), so dass am 17. das Eis schon 5 cm. dick ist. Das Zufrieren hält weiter an. Am 24. ist das Eis 10 cm. dick. In den letzten Januartagen (29., 30., 31. Luft 3.8, 3.4, 4.4) beginnt das Eis stark zu Grunde zu gehen und am 1. Februar wird dasselbe durch einen nördlichen Orkan zertrümmert und nach der Somogy hinübergetragen. Am 7. Februar (L. — 3.0) bildet sich vom Neuen eine dünne Eisdecke, die am 13. (L. 4.2) eine Dicke von 2 cm. annimmt, jedoch schon am 15. (L. 2.6) stark schmilzt, und durch den Wind zertrümmert wird, worauf das Eis am 17. vollständig verschwindet. Von da an gab es keine solche Kälte, dass der Balaton zufrieren hätte können.

Winter 1898/99.

Am 24. Dezember 1898 (L. — 3.4) überzog den Balaton eine dünne Eisschichte. Bis zum 27. verdickt sich das Eis bei andauernd niedriger Temperatur und wird **7 cm.** dick. — Am 29., 30. (L. 4.8, — 0.4) bei lauem, bewölktem Wetter geht das Eis zu Grunde und bleibt an letzterem Tage bloss am Ufer erhalten. Auf den 2. Januar morgens friert der Balaton ganz dünn zu. Am Tage nach dem 5. Januar (L. — 3.6) bildet sich vom Neuen eine Eisrinde, jedoch bloss am Wasserrande, und ebenso am 9. Januar (L. — 2.0). Im Übrigen blieb der Balaton den ganzen Januar hindurch eisfrei. Am 5. Februar (L. — 4.2) friert der See theilweise zu, das Eis bleibt jedoch schwach und wird schon am 8. breiig, um am 11. ganz zu verschwinden. In diesem Jahre frohr der Balaton noch zweimal zu. Am 6. März (L. — 6.4) und am 22. d. M. (L. — 7.0), in beiden Fällen jedoch bloss dünn, und hielt das Eis nur kurze Zeit an.

Winter 1899/1900.

Am 9. Dezember 1899 beginnt der See an den Rändern einzufrieren. Am 12. ist schon der ganze Balaton mit einer Eisrinde bedeckt, die an den Ufern 5, innen 3 cm. dick ist, so dass man am 14. am Eise schon fischt. Inzwischen, am 13. wird das Eis mit 15 cm. hohem Schnee bedeckt, das jedoch in den Tagen vom 15—18. zum Theil mit dem Eise schmilzt. Am 19. friert der See vom Neuen zu, am 20. wird 10 cm. dickes Eis in die Eisgruben befördert. Die Eisdicke beträgt am 22. 18, am 23. 20 cm. Am 27. ist das Eis **27 cm.** dick, die Maximal-Dicke für diesen Winter. Von da an schmilzt bei Tage mehr als des Nachts zufriert. Am 31. ist der Eispanzer 25 cm, am 2. Jannar 1900 nur 23 cm. dick. Am 4. und den folgenden Tagen schmilzt er stark, so dass am 7. das Eis stellenweise zerbricht. Am 8. regnet es Tag und Nacht, das Eis wird faserig, verliert

seine Stählernheit und wird durch Wasser bedeckt. Das stark angegriffene Eis friert am 10. Januar vom Neuen zusammen und wird am 12. durch eine 15 cm. hohe Schneeschichte bedeckt.

Hierauf folgt andauerndes Wetter bis zum 19., an welchem Tage das 20 cm. dicke Eis durch eine 5 cm. dicke Wasserschichte bedeckt ist. Dabei wird jedoch am Eise gefischt und mit Segelschlitten gefahren. Auf den 20. froh das auf dem Eis befindliche Wasser mit dem Eise zusammen. Vom 23. an beginnt das Eis zu schmelzen, ist jedoch am 27. noch 20 cm. dick, am 30. befindet sich an den Ufern schon Wasser. Am 31. friert der See vom Neuen zu, jedoch schon am 3. Februar ist der Seestrand eisfrei; an den folgenden Tagen vergrössert sich der Wasserspiegel immer mehr und mehr, am 8. steuert das Eis dem Somogyer Strande zu, am 14. ist es von dem Zalaer Strande gänzlich verschwunden und nach Kenese gezogen.

Sehen wir nunmehr auf das detaillirte Bild zurück, welches wir über die Zufrierungsverhältnisse des Balaton durch 8 Jahre hindurch ausgemalen haben, so lässt sich im Allgemeinen behaupten, dass sobald das Wasser des Balaton auf 0 Grad oder wenigstens nahe dazu abgekühlt ist, die Abkühlung der Luft unter 2—4° unter 0 durchaus genügend ist, dass sich am Balaton wenigstens theilweise eine dünne Eisrinde bilde; doch genügt auch eine Erwärmung von 1—2 Grad, um das Eis verschwinden zu machen. Dauert jedoch nach dem Einfrieren die Kälte dauernd an und wächst dabei, so verdickt sich auch das Eis, das bei andauernder Kälte eine ziemliche Dicke erreichen kann, wie z. B. 1894/95 eine solche von 36 cm. In solchen Fällen geht es jedoch auch mit dem Aufthauen langsam vor sich; schönes Wetter von einigen Tagen macht das Eis bloss breiig, brüchig, (kerzig). Dasselbe verliert jedoch wenig an seiner Dicke, und ein neuerliches Abkühlen macht es in diesem Zustande bald leicht vom Neuen festgefrieren, und zu stählernem Eise werden. Das von der Temperatur mitgenommene, angefressene, gebrochene Eis fängt sodann der Wind zu verwüsten an, der dasselbe zerbröckelt, in Tafeln zerstückt, und an die dem Winde ausgesetzte Seite treibt, so dass es vorkommt, dass während die Zalader Seite vollkommen eisfrei ist, an der Somogyer Seite die Eistafeln noch dicht nebeneinander schwimmen, und nur nach ein-zwei Tagen vollkommen verschwinden.

Die Zufrierungsverhältnisse in den einzelnen Jahren sind überaus verschieden. In den oben beschriebenen 8 Monaten war der See zwar immer mit einem Eispanzer bedeckt, während jedoch in den Jahren 1892/93, 1894/95 und 1895/96 der See mit einer dicken und andauernden Eisdecke eingehüllt war, war die Eisdecke von 1893/94 schwach, aufthauend. In den letzten vier Jahren wurde derselbe bloss zeitweilig mit einer kurze Zeit anwährenden, dünnen Eisrinde überzogen.

Im Winter 1892/93 war der Balaton vom 13. Dezember, beziehentlich vom 25. November bis zum 27. Februar ständig unter Eis, das die am Balaton unter diesen acht Jahren gemessene grösste Dicke von 46 cm. aufwies. Dies war der härteste Winter der ganzen Periode.

1893/94 stand die Eisdecke in der Szántód—Tihanyer Enge vom 20. November bis 19. März. Die breiteren Theile wurden mit weichem, öfters aufbrechenden, mit Schneewasser überdeckten und vom Neuen eingefrorenen Eis bedeckt,

Im Winter 1894/95 wurde der See vom 19. Dezember bis 25 März mit einer andauernden Eisschichte von maximalen 36 cm. bedeckt.

Im Winter 1895/96 dauerte das Eis mit einer maximalen Dicke von 24 cm. vom 29. Dezember bis 25. Februar.

In den Wintern von 1896/97, 1897/98. und 1898/99 frohr der See fünf-sechsmal zu, doch verhältnissmässig dünn — im Jahre 1896/97 mit einer 10 cm. starken maximalen Tiefe — welches Eis jedoch bloss ein-zwei Tage andauerte. Im letzten Winter war der See zwar längere Zeit zugefroren, jedoch verhältnissmässig schwach.

Auf dem Rücken des stark zugefrorenen Balaton entwickelt sich nun ein eigenthümliches Leben und wird unsere ganze Aufinerksamkeit, die Univ. Prof. LUDWIG v. LÓCZY in seinem Berichte über die Thätigkeit des Balaton-Comités der Ung. Geogr. Gesellschaft in den Jahren 1892 und 1893¹ unübertrefflich schön und treu beschrieben hat. Ich citiere daher seine Worte, die zugleich eine wissenschaftliche Erklärung der Eisspalten des Balatons geben, ganz wortgetreu.

«Im Winter 1892/93 unternahm ich zu drei Malen grössere Ausflüge auf dem hart zugefrorenen Balaton. Ewig unvergesslich wird mir jedoch die Schlittensfahrt bleiben, die ich zwischen dem 14—17. Januar 1893 machte. Von Kenese bis Keszthely bereisten wir das Eis des Sees bei einer Kälte von — 9—14⁰ und zwar in die Kreuz und Quer. Wir erlebten einen Windsturm, der unseren Schlitten erst im Kreise drehte, sodann umschlug; ein nebeliger Abend war unser zweites Erlebniss, doch erfreuten wir uns auch am Sonnenglanze, der den Balaton um diese Zeit vielleicht noch schöner vergoldet als im Sommer. Um diese Zeit legt der See sein melancholisch träumerisches Gewand ab, in dem er sich uns im Sommer zeigt, wo ausser den seltenen Localdampfern auf dem Spiegel desselben Schiffe und Segel nur selten zu sehen sind. Auf dem hart gefrorenen Eisboden wird es lebendig, Wagenkarawanen beginnen über den See zu fahren; es beginnt die Erntezeit des Fischervolkes, das sich weithin sichtbaren schwarzen Punkten gleich, in dichten Schaaren darauf hin- und herbewegt. Die Fischercompagnien der Dörfer, verstärkt mit Helfern, die keine gelernten Fischer sind, befinden sich draussen in der Seemitte. Oft kommt es vor, dass sich den Balaton entlang, in verschwindend kleinen Fleckchen mehr als tausend Menschen zugleich auf dem Eise draussen befinden. Die sommerliche Stille unterbricht das rythmische Gegacke der ungeheueren Mengen von Wildgänsen, das diese gefiederten Thiere, des Morgens, wenn sie auf die Saatenfelder hinauseilen, hoch über unseren Häuptern, bei Nebel, in der Dämmerung und des Nachts auf einem Fusse auf dem Eise stehend — von sich geben; bald unterhaltend, bald uns im Dunklen vertrauensvoll begleitend.»

«Ich unternahm diesen Ausflug behufs Studium der Eisspalten. Klaffende Eisspalten sah ich nur wenige und auch diese nur in der Seemitte zwischen Szántód und Badaacsony-Tomaj; in den 5—7 cm. breiten Eisspalten schlug das offene Wasser an die Wände; auch fielen mir einige derartige 40—60 cm. breite Spalte in den Weg, die mit hellerem Eise frisch zugefroren waren. Diese offenen Spalten standen senkrecht zur Längsachse des Sees.»

¹ Siehe: Földrajzi Közlemények. Bd. XXII, III. Heft. Pag. 139—141. Deutscher Auszug im «Abrégé du Bull. de la Soc. hongr. de Géographie.» XXII. Année p. 34—35. Ausführlicher wird hievon im folgenden Absatze, wie auch im 3. Theile von Bd. III die Rede sein.

«Viel interessanter erkannte ich die aufeinander geschobenen Eisspalten. Diese entstehen nahe zu den Ufern und parallel zu denselben, und erstrecken sich vor die Bucht von einem Gebirgsvorsprunge oder Cap zum anderen in erstaunlich regelmässigen Curven verlaufend. Diese übereinandergeschobenen Eisspalten sind Folgen der Ausdehnung des Eises. Manchmal, wenn die Sonne das Eis stark bescheint, dehnt sich dasselbe aus, es entsteht in demselben nahe zu den Ufern, wo der Gegendruck des Bodens oder des Promontoriums am stärksten wirkt, ein wagrechter Druck, die Eisdecke biegt sich in Antiklinalen nicht unähnlichen Gewölben auf, die Eisdecke zerspringt und die bei Seite fallenden Eistafeln schieben sich auf- und untereinander. Vor Balaton-Füred schätzte ich im Februar 1893 jene Ausdehnung des Eises, welche zu der dem Ufer am nächsten liegenden Eisspalte gehörte, wenigstens 2—3 m. breit. Nachdem die klaffenden Eisspalten Resultate der Abkühlung des Eises unter 0° sind, frieren dieselben wieder schnell zusammen. Indem dieselben senkrecht zur Längsachse der Sees stehen, verhindern sie den Verkehr und die Circulation auf dem Eise nur in beschränkterem Maasse als die aufeinandergeschobenen Eisspalten, die den Ufern parallel laufende Eisbarikaden darstellen. In letzteren wird das Eis nicht mehr fest und befindet sich zwischen denselben zumeist offenes Wasser, so dass man sich auch dann der grössten Vorsicht befleissen muss, wenn man solche Eisspalten zu Fuss überschreitet. Im Jahre 1893 sah ich die Barikaden der meisten und grössten Eisspalten in der Nähe der Nordküste; entlang der Südküste gab es nur wenige durch dieses übereinandergeschobenen Eise charakterisierte Spalten. Möglich, dass dies der Umstand verursachte, dass das erste, zusammengebrochene Novembereis der Nordwind dem Südufer zu trieb. Vor Siófok waren 5—6 cm. dicke Eistafeln, auf ihre Kanten gestellt, mit einander zugefroren, gleich dem Packeis an den Ufern der Polarmeere, und war nach meinen Erkundigungen das Eis bei Siófok über 2 Meter dick . . .»

Über den Balaton hinüber tragen die herrschenden Nordwinde von dem nördlichen Ufern und der Obergegend des Balaton Staub, Humus, ja erbsen- und nussgrosses Gerölle an das Südufer hinüber. Es ist ein überaus interessanter Anblick, wenn auf dem Rücken des glatten, grünlichgrauen durchsichtigen Eises in einer geraden Linie all der vom Wind getriebene Staub, Steinchen und Gerümpel mit Schnellzugsgeschwindigkeit an das entgegengesetzte Ufer fliegt. Auch den Schnee treibt der Wind an das Südufer; wo er erst grosse Schneerücken aufwirft, sodann aus der Vereinigung mehrerer solcher auf die Windrichtung senkrechte Hügel aufwerfend, derartig Barkhane errichtet, wie solche beim Flugsande zu Stande kommen.»

«Das Balaton-Eis erträgt langandauernde Wärme, bevor es aufbricht; am 14. Februar 1893 beobachtete ich das 47 cm. dicke Eis, das ich bis zu einer Tiefe von 15—20 cm weich und bröckelig fand; der obere Theil des Eises krachte unter den Füßen und wurde zu einem Eisbrei zermalmt, der untere Theil war jedoch noch fest. Am 26. Februar war das Eis zwischen Tihany und Szántód schon derart morsch, dass man den Axtstiel mit wenig Anstrengung durch das 24 cm. dicke Eis hindurch stecken konnte.»

Die ständige Eisdecke des langen Winters von 1892/93 öffnete sich zuerst an der engsten und tiefsten Stelle des Balaton, zwischen Tihany und Szántód; am 26. Februar war bloss eine Strecke von einem Quadrat-Kilometer eisfrei und konnte man zu Fuss, mit einem kleinen Umwege zwischen den beiden Häfen noch ganz sicher verkehren, das Wasser frass jedoch am Mündungsrande das Eis ganz

augensichtlich. Am anderen Tage, am 27. Februar, brach ein entstehender starker Nordwind das Eis innerhalb weniger Stunden auf und trieb es an die Südküste.»

«An den dem Winde entgegenschauenden Küsten pflegt der Sturm die von dem Eispanzer des Sees losgerissenen Eistafeln in haushohe Barrikaden anzuhäufen. Die Fergen, Fischer und Badhausbesitzer fürchten das Anhäufen des aufbrechenden Eises auf ihrem Ufer, da bei starkem Winde dem Drucke desselben keinerlei im Wasser stehende Gebäude widerstehen können.»

Das Eis des Balatons zertheilt sich beim Schmelzen in dünne Prismen (*es verkerzt* sich, sagen die Balaton-Fischer), welche senkrecht zur Fläche der Eistafel stehen und wird dann das Eis seiner ganzen Dicke nach von langen, Zündhölzchen ähnlichen Splintern gebildet. Die an der Sonne liegenden Deckel der Eislöcher verfallen beim ersten Fusstritt in unzählige 1—2 cm. dicke lange Eisstäbchen.

Noch möchte ich die Beschreibung einer interessanten Brandungs-Eisspalte beifügen.¹

«Am 17. und 18. Januar 1887 hatten wir nebeliges, düsteres Wetter. Das Eis verdickte sich auf 19 cm., ohne sich zu bewegen. Am 19. Januar herrschte schönes Wetter; es war merklich warm und Vormittags 11 Uhr, als wir durch einen furchtbaren Knall aufgeschreckt wurden und auf der bis dahin glatten Eistafel vom Ufer in einer Entfernung von 100—200 m. und mit diesem parallel sich das Eis übereinander thürmte; es entstand keine klaffende Spalte, sondern das Eis schob sich der Form nach einander auf den Rücken, derart, dass die Aufeinanderschiebung auf einmal 60 cm. erreichte

Folgende Nacht wurde es kalt; an der Spalte bildete sich ein 5 cm. dickes Eis; das Wasser nämlich, welches den Tag vorher während dem Zusammenschieben über Eis gelangte, fror in dieser Dicke zu.

Nachdem der 20. Januar gleichfalls ein schöner sonnenklarer Tag war, begann sich das Eis um 11¹/₂ Uhr mit dumpfem Geräusche wiederum über einander zu thürmen, wobei es den gestrigen Spuren folgte. Jetzt machte jedoch die Aufeinanderschiebung bloss 30 cm. aus, so das dieselbe zusammen mit der ersten zu 90 cm. anwuchs.

«Des anderen Tages nebeliges Wetter. Das Eis bewegte sich nicht. Am 22. wurde es wieder warm und Mittags 12 Uhr rückte die obere Eistafel wieder 30 cm. weit vor. Am 23. fieng es an zu schmelzen und das Eis blieb unbeweglich.»

Diese anschauliche Beschreibung einer Aufeinanderschiebungs-Spalte stammt vom Balaton bei Keszthely (ANTON HENCZ).

¹ Természettudományi Közlöny, 1888. Pag. 30.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Wassertemperatur des Balaton stimmt im Jahresgange mit der Lufttemperatur insoferne überein, als die maximale und minimale Temperatur immer auf denselben Monat fällt wie bei der Luft. Verfolgt man die einzelnen Aufzeichnungen der Reihe nach, so ergibt sich, dass das Maximum der Wassertemperatur ein-zwei Tage nach demjenigen der Lufttemperatur eintritt. Im monatlichen Mittel ist die Temperatur im Juni, Juli und August immer höher als 20 C°.

Die Differenz zwischen der Temperatur des Oberflächen- und des Bodenwassers ist zu allen Jahreszeiten überaus klein, grösser sind die Unterschiede zwischen Bodenwasser- und Bodentemperatur, vom Herbst bis in den Sommer ist die Bodentemperatur die höhere, im Sommer die Bodenwassertemperatur.

Im Winter kühlt sich vor Eintritt des Zufrierens das Wasser des Sees in seinem ganzen Umfange auf 0° oder nahe dazu ab; sogar der Schlamm selber pflegt sich um ein Beträchtliches abzukühlen, bis auf 1°, manchmal sogar unter denselben, besonders dann, wenn die Temperatur des Wassers und der Luft längere Zeit um den 0 Punkt herum schwankt, ohne dass wirklicher Frost eintreten würde. Nach dem Zufrieren heben sich die Temperaturen des Bodenwassers und des Schlammes allsogleich um 1—2 Zehntel-Grade; unter einem längere Zeit andauernden Eispanzer ist diese Erhebung langsam aber ständig. Während des Aufthauens sinkt sowohl die Temperatur des Bodenwassers als auch des Bodens, um jedoch gleich darauf etwas zu steigen.

Die mittlere und absolute Tages-Schwankung der Wassertemperatur ist überaus gering, und bewegt sich in den Sommermonaten zwischen 2·5 — 4·5°.

Die mittlere Tagesschwankung der Temperatur erreichte nur in einem Falle 1°, und ist auch sonst um vieles kleiner.

Sowie sich das Seewasser auf 0° oder nahe dazu abkühlt, genügen 2—3 Grad Kälte und die Eisbildung beginnt. Der Zeitpunkt des Zufrierens ist von Jahr zu Jahr ein anderer; manchmal dauert die Eisdecke 2—3 Monate an und wird der See von einem beinahe einen halben Meter dicken Eispanzer bedeckt. In anderen Jahren wieder wird der See kaum ein-zwei Tage — jedoch öfters — von einer dünnen Eisrinde bedeckt.

INHALTSVERZEICHNISS.

	Pag.
Einleitung	3
I. CAPITEL: Auf die Temperaturverhältnisse des Balaton-Wassers bezügliche Aufzeichnungen	5
II. CAPITEL: Jahresgang der Wassertemperatur	6
<i>A)</i> Jahresgang der Oberflächen- und Bodentemperatur, verglichen mit dem Jahresgange der Lufttemperatur, Kereked	6
<i>B)</i> Aufzeichnungen in Siófok	23
<i>C)</i> Die Wassertemperatur in der Seemitte	24
<i>D)</i> Extreme und Schwankungen	26
<i>E)</i> Temperaturverhältnisse des Bodenwassers, des Schlammes und der Luft von Kereked verglichen mit der Boden- und Lufttemperatur in Ó-Gyalla .	36
III. CAPITEL: Tagesgang der Temperatur	39
IV. CAPITEL: Veränderlichkeit der Temperatur	43
V. CAPITEL: Zugefrieren	46
Zusammenfassung	54

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [1_5](#)

Autor(en)/Author(s): Saringer Johannes Candidus

Artikel/Article: [I. Section. Temperaturverhältnisse des Balaton-Wassers 1-54](#)