IV

Über Quellen- und Seen-Temperaturen in der Hohen Tátra.

Von *Karl Kolbenheyer*.

(Fortsetzung.)

In den beiden letzten Sommern habe ich mich bemüht, das im VII. Bande dieser Jahrbücher gebrachte Material an Quellen- und Seen-Temperaturen zu vervollständigen, um so die hierbei zu Tag tretenden Gesetze richtiger ergründen zu können. Wohl weiss ich, dass es für eine oder zwei Kräfte zu viel ist, diesen Stoff bewältigen zu wollen, und dass gerade bei diesem Gegenstande eine Theilung der Arbeit am angezeigtesten wäre, allein der Ausführung stellen sich ungeheure Schwierigkeiten in den Weg. Es wäre nämlich nöthig, dass mehrere Forscher gleichzeitig die Temperatur verschiedener Quellen messen, und zwar nicht bloß einmal, sondern wenigstens dreimal in demselben Jahre, im Frühling, Sommer und Herbst, um so gleichzeitige Angaben zu gewinnen, die am leichtesten und auch zugleich am sichersten Aufschluss geben würden sowohl über die absolute Temperatur der einzelnen Quellen und über ihr Verhältniss zu einander, als auch über die Abnahme derselben mit zunehmender Höhe und über die Zunahme gegen den Herbst hin. Zur Feststellung des Maximums wären übrigens im Herbste allein mehrere Messungen nöthig, doch könnte davon am ehesten abgesehen werden. Zu solchen Messungen wären passend gelegene Quellen auf beiden Seiten des Gebirges auszusuchen, etwa in folgender Weise *): 1) die Quelle in der Nähe des Kościelisker Forsthauses und der Obere Grützkocher, 2) die Bystre-Quelle bei Zakopane und die Rainer-Quelle bei Schmecks, 3) die Quelle nördlich vom Fischsee und die Sprudelquelle im Mengsdorfer Thale, 4) die Quelle unter der Goryczkowa und die im Botzdorfer Loche, endlich 5) die Kol-

*) Ich stelle hier je 2 Quellen von möglichst gleicher Seehöhe in entsprechenden vertikalen Abständen zusammen.

benheyer-Quelle im Širokathale und die Quelle in der Nähe des Steinbacher Feuersteines. Wenn sich auch bei den vier ersten infolge ihrer Nähe bei menschlichen Wohnungen die erforderlichen Messungen an zuvor fest bestimmten Tagen leicht ausführen liessen, so zweifle ich doch daran, dass sich die erforderliche Zahl opferwilliger Seelen finden würde, welche bereit wären, die Temperatur der oben angeführten Quellen — und es würden ihrer eher mehr als weniger nöthig sein — dreimal zur gleichen Zeit zu messen. So lange das nicht geschehen ist, bleibt nichts Anderes übrig, als die einzeln gewonnenen Daten zu sammeln und dann durch Kombination zu verwerthen. Allerdings lässt sich hierbei nur konstatieren, dass die Quellentemperatur z. B. gegen den Herbst hin zunimmt, nicht aber die Grösse dieser Zunahme. Dem eben angedeuteten Zwecke sollen auch die nachstehenden Messungen dienen, welche theils in dem schon früher mitgetheilten Verzeichnisse enthaltene Quellen betreffen, theils neue, vorher noch nicht gemessene. Etwa die Hälfte aller Beobachtungen rührt von meinem geehrten Freunde M. Róth her, dem hiermit für die bereitwillige Mittheilung derselben der herzlichste Dank ausgesprochen sei. Zu bemerken habe ich nur noch, dass, wie früher, die auf der Nordseite gelegenen Quellen mit †) bezeichnet sind und ich bei den von mir selbst gemessenen Quellen stets auch die Seehöhe meinen Messungen entnommen habe, die der übrigen aber von Prof. M. Róth angegeben wurde.

Name und Lage der Quelle	Seehöhe in Metern	der Beobachtung		Quellentemperatur in Graden Celsius	Gleichzeitige Lufttemperatur in Celsius	Autor	Theoretisches Jahresmittel	Differenz der Beobachtung	Geologische Beschaffenheit der Umgebung.
		Jahr	Datum						
1) Zweites Wasserbeken in der Béler Höhle.	853	1881	24/8	2.5	11.25	Róth	5.06	-2.56	Kalk
2) Erstes Wasserbeken ebenda-selbst	864	1881	24/8	5.8	10.88	„	5.02	+0.02	Kalk
3) Oberer Grützkocher	874	1881	20/7	7.1	20.6	Kolb.	4.98	+2.12	Granit
4) Quellen neben dem Forsthouse in Kościelisko †)	930	1881	20/8	6.0	16.0	„	4.45	+1.55	Nummulithenkalk

Name und Lage der Quelle	Seehöhe in Metern	Der Beobachtung		Quellentemperatur in Graden Celsius	Gleichzeitige Lufttemperatur in Graden Cels.	Autor	Theoretisches Jahresmittel	Differenz der Beobachtung	Geologische Beschaffenheit der Umgebung
		Jahr	Datum						
5) Quelle bei Pod Bansko	952	1881	22/7	7.88	18.75	Róth.	4.65	+3.23	Sandstein
6. Eisquelle in Kościelisko †)	971	1880 1881	22/8	4.50	12.40	Kolb.	4.25	+0.00	Alluvium. unten Trias Dolomit
			18/8	4.40	14.40				
Mittel				4.45					
7) Petrarca-Quelle, Neuschmecks	974	1881	8/12	6.20	-8.50	Szontagh	4.64	+1.56	Granit
8) Johannes-Quelle, Neuschmecks	982	1880	"	6.20	-8.00	"	4.52	+1.68	Granit
9) Quelle Cieplica †)	987	1881	30/7	5.30	17.40	Kolb.	4.17	+1.13	Trias Dolom. unten Aluv.
10) Szontagh-Quelle. Neuschmecks	998	1881	8/12	6.20	-8.00	Szontagh	4.51	+1.69	Granit
11) Bade-Quelle, Neuschmecks	1005	1881	"	5.00	-8.00	"	4.43	+0.57	Granit
12) Kurhallen-Quelle, Neuschmecks	1007	1881	"	5.20	-8.00	"	4.43	+0.77	Granit
13) Pisana in Kościelisko †)	1015	1880 1881	22/8	6.70	15.30	Kolb.	4.05	+2.95	Jura-Kalk
			18/8	7.30	13.30				
14) Quelle gegenüber †)	1015	1881	18/8	5.10	13.30	"	4.05	+1.05	Jura-Kalk
15) Široka-Quelle †)	1154	1880	29/7	5.60	15.00	"	3.43	+2.17	Kalk
16) Kressbrunnen	1188	1880	25/7	6.60	16.50	"	3.67	+2.93	Granit
17) Quelle bei der Kosahütte	1250	1880 1881	29/8	5.63	7.50	Róth	3.42	+2.34	Granit
			7/12	5.80	-6.00				
			Mittel	5.76		Szontagh			
18) Quelle im Kopravathale	1263	1881	21/7	7.25	17.50	Róth	3.36	+3.89	Gneiss

Name und Lage der Quelle	Seehöhe in Metern	Der Beobachtung		Quellentemperatur in Graden Celsius	Gleichzeitige Lufttemperatur in Graden Cels	Autor	Theoretisches Jahresmittel	Differenz der Beobachtung	Geologische Beschaffenheit der Umgebung
		Jahr	Datum						
19) Quelle unter dem Böhmischem See †)	1319	1880	$\frac{30}{7}$	6.50	16.10	Kolb.	2.71	+3.79	Granit
20) Sprudel-Quelle	1408	1880	$\frac{22}{8}$	5.38	15.00	Róth	2.76	+2.62	Granit
21) Wasserfall in der Alabaster-Höhle	1413	1880	$\frac{21}{7}$	4.40	7.30	Kolb.	2.74	+1.66	Kalk
22) Quelle im Hlinathale	1470	1881	$\frac{20}{7}$	4.50	19.75	Róth.	2.51	+1.99	Gneiss
23) Quelle am Grunik Krivan	1472	1881	$\frac{15}{7}$	5.38	22.50	"	2.51	+2.77	Granit
24) Quelle im Kamenisthale	1500	1881	$\frac{20}{7}$	3.75	15.88	"	2.38	+1.37	Gneiss
25) Geyer-Quelle	1510	1880	$\frac{22}{8}$	4.38	13.13	"	2.33	+2.05	Granit
26) Quelle im Kamenisthale	1532	1881	$\frac{20}{7}$	5.00	16.88	"	2.21	+2.79	Gneiss
27) Quelle im Hlinskathale	1538	1880	$\frac{30}{8}$	3.60	3.30	Kolb.	2.22	+1.38	Gneiss
28) Quelle unterhalb des Klein-Kolbacher Feuersteines	1580	1880	$\frac{20}{8}$	3.75	5.00	Róth	2.05	+1.50	Granit
		1881	$\frac{7}{12}$	3.80	-7.20	Szont.			
		1882	$\frac{5}{1}$	3.12	-2.00	Dénes			
		Mittel		3.55					
29) Quelle unter der Czub nad Zakosy †)	1612	1880	$\frac{20}{8}$	3.00	3.00	Kolb.	1.41	+1.59	Granit
30) Quelle im Kamenisthale	1668	1881	$\frac{20}{7}$	3.88	15.63	"	1.68	+2.20	Gneiss
31) Quelle nördlich vom Smrečiner See	1684	1881	$\frac{21}{7}$	3.88	20.0	Kolb.	1.62	+2.26	Granit
32) Quelle beim Steinbacher Feuerstein	1727	1880	$\frac{25}{7}$	4.2	15.0	"	1.44	+2.76	Granit

Name und Lage der Quelle	Seehöhe in Metern	Der Beobachtung		Quellentemperatur in Graden Celsius	Gleichzeitige Lufttemperatur in Graden Cels.	Autor	Theoretische Jahresmittel	Differenz der Beobachtung	Geologische Beschaffenheit der Umgebung
		Jahr	Datum						
33) Kolbenheyer-Quelle †)	1770	1880	$\frac{20}{7}$	2.1	15.0	Kolb.	0.71	+1.39	Kalk
		1881	$\frac{28}{8}$	2.1	17.4	"			
34) Quelle unter dem Javoriner Grünen See †)	1790	1881	$\frac{28}{8}$	4.0	16.5	"	0.62	+3.38	Granit u. Kalk
35) Quelle unterhalb des Teriansko-Sees	1893	1881	$\frac{18}{7}$	3.75	13.75	Kóth	0.75	+3.00	Granit
36) Quelle unter dem Koprova-Pass	1948	1880	$\frac{30}{8}$	2.8	7.2	Kolb.	0.52	+2.28	Gneiss
		1880	$\frac{20}{8}$	5.25	7.5	Kóth			
37) Herabrinendes Wasser am Fusse des Nordtrabant.	2029	1880	$\frac{20}{8}$	5.25	7.5	Kóth	0.18	+4.07	Granit
38) Quelle oberhalb der Fünf-Seen gegen die Grüne-see-Spitze zu	2079	1880	$\frac{20}{8}$	5.0	7.5	"	0.02	+5.02	Granit

Von den vorstehend angeführten 38 Quellen sind zehn bereits in meinem früheren Verzeichnisse Band VII pag. 118 ff. enthalten, nämlich die Eisquelle, Cieplica, Pisana, Široka-Quelle, der Kressbrunnen, die Quelle bei der Rosahütte, die Sprudel-Quelle, Geyer-Quelle, die Quelle beim Klein-Kohlbacher Feuerstein und die von dem Redakteur dieser Jahrbücher so benannte Kolbenheyer-Quelle. Fast alle zeigen mit den von mir entwickelten Gesetzen die beste Übereinstimmung; wo die Beobachtung in eine frühere Zeit hineinfällt, ist auch die Temperatur niedriger, so bei Cieplica, Kressbrunnen, u. s. w. Am schönsten zeigt sich dies bei der Quelle neben der Rosahütte. Einzig die Kolbenheyer-Quelle macht eine auffallende Ausnahme, dieselbe, welche ich bereits früher (l. c. p. 127) als solche hingestellt hatte, diesmal jedoch in entgegengesetzter Richtung. Prof. Róth hatte nämlich für sie am 18. Aug. 1879 eine Temperatur von 5.6° Cels. bei 10.6° Lufttemperatur gefunden, was gegen das theoretische Jahresmittel um $+4.78^{\circ}$

abwich, eine Erscheinung, die bei keiner anderen im Kalk entspringenden Quelle sich zeigte, da diese im Durchschnitt nur eine Differenz vom $+1.39^{\circ}$ nachwiesen. Es stieg daher in mir der Wunsch auf, diese merkwürdige Quelle selbst zu untersuchen, und es möge mir hier gestattet sein, das Resultat ausführlicher mitzutheilen. Ich besuchte dieselbe zweimal, am 29. Juli 1880 und am 28. Aug. 1881 und fand beidemale die Temperatur ganz gleich zu 2.1° Cels. Mein Thermometer war vollkommen richtig, denn einige Tage vor dem ersten und einige nach dem zweiten Besuche hatte ich den Nullpunkt in schmelzendem Schnee im Eiskeller neben der Alabasterhöhle und im Furkoter Thale geprüft und richtig gefunden. Während nun die Messung meines Freundes Róth auffallend hoch war, blieb namentlich meine zweite zurück, da sie, obwohl Ende August gemacht, von der Ende Juli vorgenommenen nicht abwich. Diese Erscheinung lege ich nun keineswegs so aus, als ob bei dieser Quelle keine Zunahme gegen den Herbst hin stattfände, sondern ich glaube bestimmt, dass dies auch bei ihr der Fall ist, nur dürfte die Zunahme infolge der bedeutenden Seehöhe an und für sich nicht gross sein und wird sich im Sommer 1881 erst später geltend gemacht haben. Zu dieser Annahme bestimmt mich die Vergleichung der 2Uhr-Temperaturmittel in Poronin, der nächsten meteorologischen Beobachtungsstation. Während diese nämlich im Jahre 1880 im Mai 12.9, Juni 17.3, Juli 21.0, August 16.9 betragen, zeigen dieselben Monate im Jahre 1881 folgende Mittel: Mai 13.2, Juni 16.0, Juli 18.9, August 19.4 $^{\circ}$ Celsius. Es war also der Sommer 1881 an und für sich kühler, als der des Vorjahres, in welchem die Temperatur im Juli ihr Maximum erreichte, während dieses im letzten Sommer erst im August eintrat, sich also bei dem langsamen Eindringen der Wärme ins Innere der Erdoberfläche erst später bemerkbar machen konnte. Was nun den Unterschied von $+3.5^{\circ}$ zwischen der Beobachtung Prof. Róth's und meiner eigenen betrifft, einen Unterschied, der bedeutender ist, als bei irgend einer andern Quelle, von der mehrere Beobachtungen vorliegen (das Maximum hatte die Geyer-Quelle im Mengsdorferthale mit 2.5° gezeigt), so glaube ich ganz bestimmt, dass derselbe von dem Orte abhängt, an welchem die Messung gemacht worden ist. Die Kolbenheyer-Quelle hat nämlich keinen einheitlichen Quellenmund, sondern bricht an zahlreichen Stellen, die mindestens 50 Quadratmeter einnehmen, zwischen kleinen Steinen hervor, am stärksten am unteren Ende, an einer Stelle, die durch einen grösseren Felsen leicht kenntlich ist. Hier habe ich beidemale meine Messungen mit der grössten Sorgfalt ge-

macht, Kollege Róth die seine aber vermuthlich an einer höher gelegenen, seichteren, wo das Thermometer sich nicht genug der Wassertemperatur akkommodieren konnte. (So war es. Red.) In nächster Nahe jenem Punkte vereinigen sich sämmtliche Wasseradern zu einem kleinen Bache, der etwa 100 Schritte weit fließt, dann aber in einem trichterförmigen Bassin von etwa 3 Quadratmetern sich sammelt und im Kalke verschwindet, um unten im Thale wieder als Široka-Quelle ans Tageslicht zu treten. Die Temperatur des Wassers im Bassin habe ich bloß 1881 gemessen und nur unmerklich höher gefunden, als die der Quelle selbst. In den beiden letzten Sommern war im ganzen Širokathale keine Spur von Schnee zu sehen, der die Quellentemperatur hätte herabdrücken können, sie dürfte daher normal gewesen sein. Zu dieser Annahme bestimmt mich vor Allem die Vergleichung mit den andern, im Kalke gelegenen Quellen, welche, wie schon erwähnt, im Durchschnitt sämmtlicher vorliegenden Messungen gegen das theoretische Jahresmittel eine Differenz von $+1.39^{\circ}$ zeigen, genau so viel, wie unsere Quelle. Hiermit dürfte die Band VII pag. 127 gemachte Bemerkung über dieselbe erledigt sein.

Für die zweite von mir aufgestellte Behauptung, dass gleich hoch gelegene Quellen, wenn sie tief genug sind, gleiche Temperatur zeigen, finden wir in obiger Tabelle mehrere Belege, die umso höher anzuschlagen sind, als die Messungen beinahe gleichzeitig gemacht worden sind, z. B. bei No. 30 und 31. Dasselbe gilt auch von No. 24 und 26, welche trotz der Verschiedenheit der Beobachtungsjahre, fast gleiche Temperatur und ganz gleiche Differenzen gegen das theoretische Jahresmittel zeigen. Andere Quellen machen freilich Ausnahmen, welche bei den beiden im Kamenistathale am auffälligsten wird, wo die höher gelegene die wärmere ist.

In obiger Aufzählung finden wir auch drei unterirdische Wässer, nämlich zwei Wasserbecken in der Béler Höhle und den Wasserfall in der Alabasterhöhle. Diese letzte Höhle steigt nach innen, der Ursprung des Wassers kann nicht sehr tief unter der Erdoberfläche liegen, und zeigt daher so ziemlich die gleiche Differenz gegen das theoretische Jahresmittel, wie die übrigen im Kalke gelegenen Quellen. Die Béler Höhle dagegen fällt nach innen um etwa 120 Meter, weshalb ihre Temperatur nach hinten zu abnimmt und namentlich das 2-te Wasserbecken auffallend kalt ist.

Schliesslich sei in Betreff der Quellentemperatur noch Folgendes erwähnt. In den Alpen ist die Beobachtung gemacht worden, dass in einer Höhe von 1000—1100 Metern konstant eine höhere Temperatur herrscht, als zwischen 800 und 900

Metern, und dass infolge dessen auch die Quelltemperatur in jener Höhe durchschnittlich eine höhere ist. Ob nun auch in der Tatra sich diese Erscheinung geltend macht, lässt sich gegenwärtig bei dem Mangel an meteorologischen Beobachtungen in der fraglichen Region nicht behaupten, und bloß aus der allerdings etwas höheren Temperatur zweier Quellen (Nr. 7 und 8 in Band VII. pag. 119) darauf schliessen zu wollen, erscheint mir denn doch etwas zu gewagt. Das dritte, hieher gehörige Wasser (die Pisana) ist, wie ich schon früher erklärte, keine Quelle, sondern Bachwasser, welches eine kurze Strecke unterirdisch fließt und sich dabei etwas abkühlt. Würde die höhere Temperatur ihres Wassers von einer konstant höheren Lufttemperatur herrühren, so wäre es doch sehr natürlich, dass auch andere, in ihrer Nähe gelegene Quellen demselben Einflusse unterworfen wären. Dies ist aber entschieden nicht der Fall, denn eine der Pisana fast genau gegenüberliegende Quelle*) am linken Ufer des Kościelisker Baches, von jener nur 10 Schritte entfernt, die ungemein stark ist, zeigte am 18. August 1881 zu derselben Zeit, wo das Wasser unter der Pisana 7.3° , das im Bache aber 8.0° hatte, nur 5.1° Cels., also gegen das theoretische Jahresmittel eine Differenz von nur $+1.05^{\circ}$.

So viel in Bezug auf die Quelltemperatur.

An Seen hat Freund Róth und ich folgende gemessen.

Name des Sees	Seehöhe in Metern	der Beobachtung		Seentem- peratur in Gra- den Celsus.	Lufttempe- ratur in Gra- den Celsus	Autor	Theoreti- sches Som- mermittel in Graden Cels.
		Jahr	Datum				
1) Toporowy stawek	1090	1881	27/8	19.4	19.8	Kolb.	10.27
2) Csorber See	1376	18-0	22/8	15.2	12.5	Róth	13.33
		1881	23/7	18.75	12.5	"	
3) Popper-See	1516	1880	22/8	9.5	13.13	"	12.59
		"	30/8	10.5	10.4	Kolb.	
4) Grüner See, Kes- marker	1536	1880	25/7	4.0	14.2	Kolb.	12.57
5) Weisser See, Kes- marker	1610	"	25/7	14.5	15.8	"	12.14
6) Böhmischer See Česki staw	1617	1880	30/7	9.4	16.2	"	7.42

*) Es ist dies wahrscheinlich jene Quelle, von welcher Fr. Fuchs in seinem Buche „Die Centralkarpathen“ pag. 304 spricht; nach dem Wortlaute seiner Bemerkung hatte ich dieselbe früher stets oberhalb der Pisana und daher vergeblich gesucht, und erst im Sommer 1881 gelang es mir sie zu finden.

Name des Sees	Seehöhe in Metern	Der Beobachtung		Seentempe- ratur in Gra- den Cels.	Lufttempera- tur in Gra- den Cels.	Autor	Theoreti- sches Som- mermittel in Graden Cels
		Jahr	Datum				
7) Unterer Furkotter See	1637	1881	6/9	7.2	14.0	Kolb.	12.02
8) Unterer Smrečiner See.	1633	1880	20/8	10.5	7.4	" Róth	11.88
		1881	21/7	17.13	20.0		
9) Oberer Furkotter See	1687	1881	6/9	7.0	8.2	Kolb.	11.87
10) Stiller See.	1711	1880	20/7	14.5	14.0	" "	6.91
		1881	28/8	19.5	19.4		
11) Oberer Smrečiner See	1735	1881	21/7	11.25	19.75	Róth	11.56
12) Steinbach-See	1757	1881	25/7	9.9	16.0	Kolb.	11.54
13) Eisse unter der Tátra-Spitze.	1771	1880	30/7	7.8	17.0	"	6.59
14) Grüner See, Javo- riner	1802	1881	28/8	14.5	17.1	"	6.42
15) Rother See, Kes- marker	1807	1880	25/7	6.8	13.3	"	11.21
16) Teriansko-See	1947 △	1881	18/7	7.5	15.0	Róth	10.56
17) Grosser Hinzen- See	1966	1880	30/8	11.3	10.6	Kolb.	10.47
18) Grüner See unter dem Krivan	2016 △	1881	18/7	7.13	12.0	Róth	10.24
19) Fünf-Seen, (Kohl- bacher) zweiter kleinster, oberster	2019 —	1880	20/8	7.5	7.5	" "	10.22
		1880	20/8	7.25	7.5		
20) Unterer Wahlen- berg-See	2064	1881	6/9	7.1	8.3	Kolb.	10.01
21) Oberer Wahlen- berg-See	2154	1881	6/9	7.1	8.5	"	9.58

Die Höhenlagen all dieser Seen habe ich — mit zwei bezeichneten Ausnahmen — sämtlich selbst in den letzten beiden Sommern gemessen, und bilden diese Angaben daher eine Ergänzung zu denen, die im dritten Bande dieser Jahrbücher in den von H. Pfarrer Hradsky zusammengestellten Seenverzeichniss enthalten sind.