

# Die Formen der Seebecken der Hohen Tatra.

Zugleich Erläuterungen zum Atlas der Seen der Hohen Tatra.

## I.

Von Josef Schaffer.

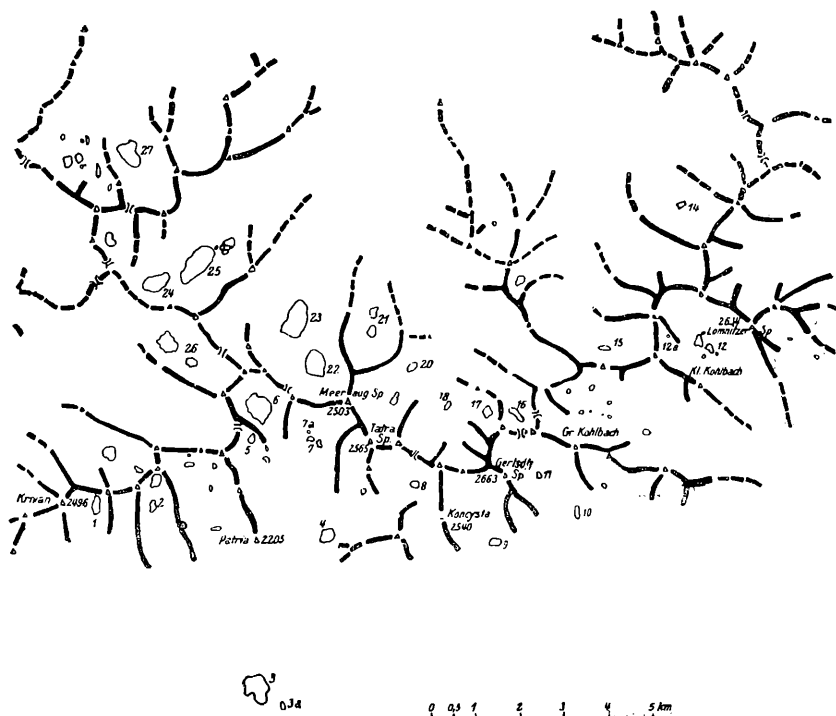
### Vorwort.

Der vom Geographischen Institut der Deutschen Universität in Prag veröffentlichte Atlas der Seen der Hohen Tatra (76), enthält Karten dieser Seen auf Grund neuer kartographischer Aufnahme und engmaschiger Auslotung. Von den vorgesehenen drei Teilen ist einer erschienen. Der zweite wird in Kürze folgen, für den dritten sind die Arbeiten im Felde bereits nahezu abgeschlossen. Der Atlas wird ergänzt durch eine Abhandlung, welche die Karten morphometrisch auswertet und die gewonnenen Werte zur vergleichenden Betrachtung und zur morphologischen Untersuchung benützt. Die morphologische Behandlung erfolgt naturgemäß nach Abschluß der morphometrischen Berechnungen. Der vorliegende erste Teil dieser Abhandlung ergänzt den ersten des Atlases.

Die Arbeit wurde durchgeführt mit Unterstützung des Ministeriums für Schulwesen und Volkskultur und der Deutschen Gesellschaft der Wissenschaften und Künste für die Tschechoslowakische Republik. Beiden sei an dieser Stelle ehrerbietigst gedankt. Zu ganz besonderem Danke fühle ich mich verpflichtet Herrn Prof. Dr. B. Brandt, Vorstand des Geographischen Institutes der Deutschen Universität in Prag, der mir mit Rat und Tat jederzeit hilfreich zu Seite stand. Fernerhin sage ich herzlichsten Dank Herrn Dr. K. Ad. Sedlmeyer, Assistent des hiesigen Geographischen Instituts, dessen Mitwirkung und Förderung der Arbeit ich mich stets zu erfreuen hatte. Für die freundliche Überlassung der Instrumente bin ich Herrn Prof. Dr. A. Haerpfer, Vorstand der geodätischen Lehrkanzel der Deutschen Technischen Hochschule in Prag, zu großem Danke verpflichtet. Außerdem danke ich dem Karpatenverein in Kesmark, den Pächtern des Poppersee-Schutzhauses, Herrn Drápal und Herrn K. Ossko und dem Besitzer des Hotels am Neu-Csorber See, Herrn Móry für mancherlei wertvolle Unterstützungen im Felde.

## Allgemeines.

Zu den landschaftlich bemerkenswertesten Erscheinungen der Hohen Tatra gehören die sogenannten „Meeraugen“, kleine Bergseen, insgesamt 107 Becken. Sie sind keineswegs in dem Maße erforscht, als man bei ihrer Eigenart erwarten sollte. Als erster, der sich der Erforschung dieser Seen auf ungarischer Seite widmete, findet sich *Dionis v. Dezsö* (8), der im Jahre 1875 den Csorber See, den Poppersee und den Felker See auslotete. Auf der galizischen Seite erfolgten die ersten Lotungen in den Jahren 1878—80 durch *E. Dziewulsky* (9) und zwar der Fünf polnischen Seen, des Meerauges (1584 m S. H.<sup>1)</sup>, des Fischsees (1393 m) und des Schwarzen Sees (Czarnystaw, 1620 m).



Übersichtskarte der Hohen Tatra.

1. Grüner See unter dem Krivan. 2. Wahlenberg-Seeen. 3. Csorber See. 3a. Neu-Csorber See. 4. Poppersee. 5. Kleiner Hinzensee. 6. Großer Hinzensee. 7. Großer und Kleiner Froschsee im Mengsdorfer

<sup>1)</sup> Diese Meereshöhen der Seen sind entnommen aus dem vom k. k. militärgeographischen Institut in Wien herausgegebenen „Topographischen Detailkarte des Tatragebietes in 2 Blättern 1:25.000“ nach der in den Jahren 1896—97 erfolgten Neuaufnahme.

Tal. 7a. Kleiner See, unter dem Ochsenrücken. 8. Eissee im Mengsdorfer Trümmertal. 9. Botzdorfer See. 10. Felker See. 11. Langer See im Felker Tal. 12. Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlachtal. 12a. Blaues Seechen. 13. Grüner See im Weißwassertal. 14. Kolove-See. 15. Krotensee. 16. Gefrorener See unter dem polnischen Kamm. 17. Litvorovy-See. 18. Grüner See im Entental. 19. Eissee im Böhmischeseeal. 20. Böhmischer See. 21. Froschseen im Poduplaskital. 22. Meerauge. 23. Fischsee. 24. Schwarzer See (Czarnystaw, 1724 m). 25. Wielki staw. 26. Smreczyner Seen. 27. Czarnystaw pod Kozielcem.

Dann folgt K. Grissinger (25), der i. J. 1886 Tiefenmessungen am Fischsee (1393 m) und Temperaturmessungen von einigen anderen Seen der Hohen Tatra vornahm. Im Jahre 1903 hat W. Halbfäß (30) besonders im Poduplaskital auf der Nordseite des Gebirges Lotungen, Bestimmung der Wärme- und Durchsichtigkeitsverhältnisse an folgenden Seen ausgeführt. Beide Froschseen (1676 m bzw. 1702 m), Českestaw (Böhmischer See, 1612 m), Zöldtő (Grüner See, 1577 m), Litvorovystaw (Litvorovy-See, 1859 m). In neuerer Zeit, 1909, war es L. Sawicki (70), der sich um die Erforschung der Tatraseen verdient machte. Seine Arbeit — die umfassendste, die bisher unternommen worden ist — erstreckte sich nicht nur auf die Auslösung, sondern auch auf optische und thermische Untersuchungen. Es wurden folgende Seen von ihm bearbeitet: Meerauge (1584 m), Fischsee (1393 m), Schwarzer See (Czarnystaw, 1620 m), Csorber See (1350 m), Großer Hinzensee (1965 m), Poppersee (1513 m), Zmarzlystaw pod Polskim Grzebienem (Gefrorener See unter dem polnischen Kamm), Staw Toporowy, Staw Smreczyński (Smreczynere See). Gleichzeitig hat S. Minkiewicz (70) diese Seen im Zusammenhang mit Sawicki's Arbeiten biologisch erforscht. Im Jahre 1910 hat B. Székány (87) eine kleine Monographie vom Csorber See geliefert.

An gedruckten Karten liegen vor:

1. D. v. Dezső: Csorber See, (1 : 5000), das Tiefenverhältnis wird durch zwei Formlinien näher angedeutet (8).

2. E. Dziewulsky: Fünf polnische Seen, Meerauge (1584 m), Fischsee (1393 m), Schwarzer See (Czarnystaw, 1620 m), im Maßstab 1 : 5000, Isobathenkarten (9).

3. B. Székány: Csorber See, (1 : 5000), Isobathenkarte mit Tiefenlinien im Abstände von 2 m (87).

Handschriftliche Karten mit Tiefenangaben sind mir nicht bekannt; hingegen findet sich Material für die von Sawicki bearbeiteten Seen, welche die Zeichnung von Tiefenkarten ermöglichen, bei diesem Autor (70). Eine Zusammenstellung der Literatur bis zum Jahre 1918 hat W. Halbfäß (31) in „Die Seen der Erde“ gegeben, wo im allgemeinen Seen unter 1 km<sup>2</sup> Größe nur dann berücksichtigt sind, wenn sie eine Maximaltiefe von mindestens 30 m besitzen. Jene unter dieser Grenze stehenden Seen hat derselbe Verfasser an einer anderen Stelle veröffentlicht (29). Einen Überblick über die Seenforschung in diesem Gebiete hat Karl A. Sedlmeyer (77) in seinem Aufsatz „Die Seenforschung in der Hohen Tatra“ gegeben. Alles in allem ist die Erforschung der Tatraseen noch sehr im Rückstande. Der Grund der Vernachlässigung ihrer

wissenschaftlichen Erforschung ist einerseits in der großen Anzahl der Seen, in ihrer großen Höhenlage, andererseits in ihrer Abgelegenheit von Siedlungen und vor allem in dem Mangel an Fahrzeugen zu suchen.

Den Anstoß zur Einleitung meiner Forschungen, deren erstes Ergebnis in Petermann's Geographischen Mitteilungen (75) bereits veröffentlicht wurde,<sup>2)</sup> gab eine unter Führung von Prof. Dr. B. Brandt unternommene Exkursion des Geographischen Instituts der Deutschen Universität in Prag in die Hohe Tatra im Juni/Juli 1926. Meine Arbeit im Juli 1927 erstreckte sich auf die Auslotung des Poppersees im Mengsdorfer Tal, des Neu-Csorber Sees beim Hotel Móry und des Grünen Sees im Weißwassertal. Im Jahre 1928 konnte die Auslotung auf 12 weitere Seen der Hohen Tatra ausgedehnt werden. Folgende Seen wurden mit Ausnahme des Felker Sees zum erstenmal ausgelotet: Grüner See unter dem Krivan (2026 m), Oberer Wahlenberg-See im Furkotatal (2154 m), Kleiner Hinzensee (1942 m) und die beiden Froschseen im Mengsdorfer Tal (1920 m), der Eisse im Mengsdorfer Trümmertal (1935 m), Botzdorfer See im Botzdorfer Tal (1898 m), Felker See im Felker Tal (1641 m) und die Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlachtal. Da von diesen angeführten Seen etwa die Hälfte über 2000 m liegen, die übrigen nur wenige Meter unter dieser Grenze, so konnte die Auslotung nur mittels eines leicht transportablen Fahrzeuges ausgeführt werden. Dieses bestand in einem Floßboot, das heißt eines Gummiringbootes, das mittels eines Blasebalges aufgepumpt werden konnte. Wegen seiner stabilen Lage im Wasser, welches ein ruhiges und bequemes Arbeiten gestattete, ist das Floßboot für hydrographische Untersuchungen dem Faltboot bei weitem überlegen. Infolge seines geringen Gewichtes — eine Rucksacklast von etwa 20 kg — konnte es verhältnismäßig leicht in die höheren Regionen und von einem See zum anderen geschafft werden. Den Deutschen Floßbootwerken in Lübben, welche uns das Floßboot freundlichst zur Verfügung stellten, sei an dieser Stelle bestens gedankt. Die Technik der Auslotung war wie gesagt genau dieselbe wie die im Jahre 1927 (75), nur wurden mangels einer genauen kartographischen Unterlage die Seen neu aufgenommen. Im Zusammenhang mit den Lotungsarbeiten hat der Assistent des hiesigen Geographischen Instituts Dr. Karl Ad. Sedlmeyer die Bestimmung der Durchsichtigkeits- und Wärmeverhältnisse an den meisten oben erwähnten Seen vorgenommen (78). Der physikalischen Untersuchung hat sich dann die biologische angeschlossen (35). Bei der Auslotung unterstützten mich mein Freund Franz Stummer und Dr. W. Nowak, denen ich für ihre äußerst bereitwillige

<sup>2)</sup> Auf diese Arbeit sei bezüglich der technischen Durchführung der Lotungen und der Konstruktion der Tiefenkarten verwiesen.

Mithilfe zu großem Danke verpflichtet bin. Im Folgenden sollen nun die im Juli und August 1928 aufgenommenen Seen morphographisch beschrieben werden; sie sind, wie eingangs bemerkt, veröffentlicht in dem von Josef Schaffer und Franz Stummer herausgegebenen Atlas der Seen der Hohen Tatra I., Prag 1929. Auf die dort gleichzeitig angegebenen Profile wird im Text Bezug genommen.

Die morphometrische <sup>3)</sup> Bearbeitung der Tatraseen, deren Ergebnisse im folgenden angeführt sind, hatte nicht nur die zahlenmäßige Charakteristik der Becken zum Ziele, die an sich ein Interesse beanspruchen darf; vgl. F e l s (21), H a l b f a ß (28), P e n c k (61), P e u c k e r (66). Sie dient vielmehr auch besonderen Zwecken, nämlich der physikalischen und biologischen Untersuchung der Seen, die sich meinen Arbeiten angeschlossen haben. Vgl. S e d l m e y e r (78) und K a l m u s (35). Das erklärt auch die Wahl der von mir ermittelten Werte. Bisher liegen morphometrische Werte von seiten K. K o l b e n h e y e r (39) und J. H r a d s z k y (34) vor und zwar Höhenangaben und Arealzahlen, die beide Autoren auf Grund von Katasteraufnahmen mitteilen. Ferner hat W. H a l b f a ß (29) morphometrische Werte von Tatraseen berechnet. B. S z é k á n y hat den Csorber See (1350 m) in jeder Richtung hin eingehender untersucht (87).

Die Katasterkarte, die ich bei der Bearbeitung des Grünen Sees im Weißwassertal zu benutzen gedachte, erwies sich sowohl als Grundlage für die Lotungen, als auch für die Arealmessung als unbrauchbar, weil der Seeumriß in geraden Strecken aufgeteilt war, so daß das Areal meist zu klein wird und übrigens auch die Werte verschiedener Seen nicht vergleichbar sind. Aus beiden Gründen habe ich auf die Katasterkarten verzichtet und die Seen neu aufgenommen. Unter diesen Umständen dürfen die Werte der genannten Autoren mit Kritik zu gebrauchen sein. Übrigens weichen sie in einzelnen Fällen stark voneinander ab.

Name des Sees:	Hradszky (34)	Kolbenheyer (39)
Poppersee	2.129 ha	6.88 ha
Grüner See unter dem Krivan	5.45 ha	2.13 ha

#### Grüner See unter dem Krivan. <sup>4)</sup>

Der Grüne See unter dem Krivan liegt im Handeltale auf der Südseite der Hohen Tatra in 2026 m Meereshöhe. Er wird

<sup>3)</sup> Sämtliche morphometrische Werte sind aus den von mir gezeichneten Isobathenkarten (1 : 2000) gewonnen, welche im „Atlas der Seen der Hohen Tatra“ I., Prag 1929, veröffentlicht sind.

<sup>4)</sup> Bei der Beschreibung dieses Sees sind zugleich alle notwendigen methodischen Fragen eingehend erörtert. Sie gelten auch für die weiteren Seen.

im Westen von dem weit nach Süden hinabreichenden Bergrücken des Krivan begrenzt, im Norden zieht der Hauptgrat des Gebirges mit der Sparascharte und im Osten umgeben die Kratka (2370 m) und deren südlichen Ausläufer das Seebecken. Gegen Süden öffnet sich das Becken gegen das Handeltal. Der langgestreckte See mißt an der breitesten Stelle nur etwa 140 m und ist in seinen Umrissen im Vergleich mit anderen Tatraseen stark gegliedert. Aus dem See erheben sich unmittelbar besonders am östlichen Ufer die steilen Schutthalden der Kratka, so daß an manchen Stellen 20 m vom Ufer entfernt, 12 m Tiefe gelotet wurde. Im Westen greift eine wenig geneigte Schutthalde des Krivanrückens weit in das Seebecken vor und schnürt so eine seichte Bucht ab, in der an keiner Stelle 2 m Tiefe erlotet wurde. Einen sichtbaren Zufluß besitzt der See nicht, wohl dürfte er aber von unterirdischen Schuttquellen gespeist werden. Außerdem erhält er zeitweilig Zufluß durch Schmelzwässer. Aber auch einen offenen Abfluß habe ich vermißt. Das Wasser des Grünen Sees wird durch einen Felsriegel angestaut. In der südwestlichen Ecke des Sees findet sich durch Gesteinstrümmer vom großen Becken getrennt, eine kleine Wasseransammlung mit einer Tiefe von ca. 3 m; sie hat offenbar früher mit dem See in Zusammenhang gestanden.

Die Tiefenkarte veranschaulicht das unterseeische Bodenrelief. Der Spiegel lag 40 cm vertikal unter der höchsten Strandlinie.

Es seien hier einige Bemerkungen über die Lage des Seespiegels gemacht, die auch für die übrigen Seen Geltung haben. Morphologisch wäre freilich der Bezug der Niveaulinien auf den Meeresspiegel (also auf den Nullpunkt der tschechoslowakischen Kartenwerke, d. i. der Seespiegel der Adria) erwünscht. Vgl. Halbfäß (27), Penck bzw. Richter (63). Für die morphometrische Auswertung und die hydrographische Untersuchung ist indessen der Bezug auf den Seespiegel vorzuziehen, einmal wegen der einfacheren Zahlen und zweitens wegen der Schwierigkeit des Bezuges der einzelnen Seespiegel auf das Meeresniveau. Vgl. Halbfäß (28), Müllner (56), Ule (88). Der Anschluß der Spiegelhöhen der bearbeiteten Tatraseen an die nächsten Höhenpunkte und somit auf den Meeresspiegel ist als spätere Aufgabe in Aussicht genommen. Die Festlegung der Seespiegel knüpft sich einstweilen an feste, jederzeit auffindbare Marken, erstens an Bauwerke (Steg bzw. Steindamm am Grünen See im Weißwassertal, Landungsbrücke beim Poppersee, vgl. Lit. Nr. 75), zweitens an höhere Strandlinien und zwar stets an die deutlichste.

Es wurden mit 18 Querprofilen von Westen nach Osten und einem Längsprofil von Norden bis zu jener vorgeschobenen Schutthalde 209 Lotpunkte in die Karte eingetragen. Der Lotabstand innerhalb der Profile betrug hier wie auch bei den übrigen Seen durchwegs 10 m. Die Lotungen wurden immer auf 10 cm abgerundet; denn auf dem steinigen Grund sah man das schlanke

Lotgewicht<sup>5)</sup> noch bei 6 m Tiefe zwischen die Steine in den Schuttboden eindringen, wo dann oft noch größere Differenzen in der Ablesung der Tiefe nicht zu umgehen waren. Vgl. Sedlmeyer (78). Die Tiefenkarte zeigt zwei durch eine Rinne verbundene Becken. Eine Anzahl kleiner Mulden und Untiefen sind über das ganze Becken verstreut. Im Norden wurde mit 23'1 m die größte Tiefe des ganzen Sees erlotet. Sie befindet sich etwa 60 m vom nördlichen Uferrand entfernt. Der Grüne See unter dem Krivan ist somit um rund 4 m tiefer als der etwa fünfmal größere Csorber See (1350 m). Er ist der zweitiefste See auf der Südseite der Hohen Tatra.

### Areale.

Alle Areale sind hier wie bei allen folgenden Seen mit einem Polarplanimeter ausgeführt worden.<sup>6)</sup> Das Oberflächenareal des Grünen Sees beträgt nach meiner Messung unabgerundet 43209 m<sup>2</sup>. Folgende Zusammenstellung zeigt meinen abgerundeten Wert im Vergleiche mit den früheren Autoren:

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradsky (34)	Katasteraufnahme	545	
Kolbenheyer (39)	"	213	
Schaffer	Eigene Aufnahme	1 2.000 432	} mittels Planimetrierung
Kontroll- messungen	{ Meßtischblatt	1 : 25.000 437 <sup>7)</sup>	
		1 : 25.000 420	
			} mittels mm-Papier

Die große Differenz zwischen Hradsky und Kolbenheyer, die doch beide Katasterkarten verwendeten und die Abweichung von der Wirklichkeit in verschiedener Richtung — einmal zu groß, einmal zu klein — ist nicht zu erklären. Aber auch die geringe Differenz meiner drei Werte darf nicht ohne weiteres hingenommen werden. Die Übereinstimmung der weniger zuverlässigen, weil auf unzulänglicher Kartengrundlage beruhenden Kontrollwerte, muß als zufällig angesehen werden. Vermutlich bewegen sich die auf der Papierverzerrung und den unvermeidlichen Meßfehlern sich ergebenden Abweichungen in günstiger Richtung. Bei anderen Seen ist die Differenz größer (siehe unten). Das Areal zwischen zwei auf den Spiegel projizierten Isobathen (Isobathenzonen) und das der Isobathenflächen ist mit gleichzeitiger Angabe des Prozentanteils am Gesamtareal in folgender Tabelle mitgeteilt:

<sup>5)</sup> Es wurde das im Sommer 1927 verwendete Lot (75) durch ein zylindrisches, kegelförmig zugespitztes Lot (Uhrgewicht) ersetzt.

<sup>6)</sup> Polarplanimeter Nr. 48877 von Neuhöfer & Sohn, Wien V

<sup>7)</sup> Wiederholt konnte ich bei den Seen auf dem Meßtischblatt die treue Wiedergabe, sowohl des Seeumrisses als auch der Flächenausdehnung feststellen. Vgl. hierzu Partsch (59), Dénes (7).

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen (Isobathenzonen) in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—2	8583	19.9	0	43209	100
2—4	6674	15.5	2	34626	80.1
4—6	4994	11.6	4	27952	64.6
6—8	6239	14.4	6	22958	53
8—10	4969	11.5	8	16719	38.6
10—12	6144	14.2	10	11750	27.1
12—14	1398	3.2	12	5606	12.9
14—16	875	2	14	4208	9.7
16—18	917	2.1	16	3333	7.7
18—20	750	1.8	18	2416	5.6
20—22	1166	2.7	20	1666	3.8
22—23.1	500	1.1	22	500	1.1
0—23.1 m	43209 m <sup>2</sup>	100%			

Die Isobathenzonen bis zum tiefsten Punkt von 0—23.1 m müssen bei richtiger Rechnung wieder das Gesamtareal des Sees ergeben. Die Flächenanteile derselben nehmen ziemlich stetig ab. Die Zone 4—6 m ist ausnehmend klein, wegen der verhältnismäßig steilen Böschung, die von 10—12 m fällt aus der Reihe heraus, weil der Boden des südlichen Teils des Sees in dieser Tiefenstufe liegt. Innerhalb der Zonen 12—20 m sind die Areale wegen der sehr steilen Böschung ausnehmend klein. (Vgl. im Gegensatz hierzu 2. und 3. See der Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlachtal.) Da der Grüne See keinen offenen oberflächlichen Zufluß zeigt, ist das unterseeische Bodenrelief noch vollkommen unausgeglichen. Unterirdische Zuflüsse führen reines Wasser, setzen höchstens unbedeutende Alluvionen im See ab und kommen daher für eine Auffüllung des Seebeckens gar nicht in Frage. Deutlicher werden noch alle diese Verhältnisse durch die Profile und die Böschungswerte des Sees veranschaulicht (s. unten).

### U m f a n g u n d U f e r e n t w i c k l u n g .

Der Umfang des Grünen Sees beträgt 1080 m.<sup>8)</sup> Die Uferentwicklung (U), welche angibt, um wieviel der gemessene Umfang eines Sees größer ist, als der kleinstmögliche, d. h. der eines flächengleichen Kreises, ergibt sich aus der Formel

$$U = \frac{L}{2\sqrt{F}} \pi \quad \text{worin } L \text{ die gemessene Uferlänge und } F \text{ die}$$

Arealfäche des Sees bedeutet.<sup>9)</sup>

<sup>8)</sup> Alle Umfänge wurden mit Kurvimeter gemessen.

<sup>9)</sup> Zur Begriffsbestimmung und Kritik vgl. außer den älteren Autoren K e b e r (36), S t e i n h a u s e r (79), R e u s c h l e (68), R o h r b a c h (69), die neueren H a l b f a ß (26), P e u c k e r (66), P e n c k (62), S. 64.



Wir erhalten für den Grünen See unter dem Krivan den Wert aus der obigen Formel 146. Dieser Wert ist der höchste bei den von mir gemessenen Tatraseen.

### Volumen und mittlere Tiefe.

Das Volumen eines Seebeckens kann man nach mehreren Methoden berechnen.<sup>10)</sup> Ich habe mich auf folgende drei beschränkt:

#### a) Methode der Mittelbildung.<sup>11)</sup>

Bei dieser Methode werden die Volumwerte der einzelnen als Prismen gedachte Schichten, zwischen 2 Isobathen summiert. Die tiefste Schicht wird als Kegel oder Pyramide aufgefaßt. Die Formel hiefür lautet:

$$V = \frac{f_0 + f_1}{2} h + \frac{f_1 + f_2}{2} h + \dots + \frac{1}{3} f_n h_n$$

$f_0$  bedeutet das Seearéal,  $f_1$  das von der 2m Isobathe eingeschlossene Areal u. s. w.  $h = 2$  m,  $h_n = 1.1$  m.

Diese Methode ergibt für den Grünen See ein Volumen von 305.688 m<sup>3</sup>.<sup>12)</sup> Die mittlere Tiefe berechnet  $\left(\frac{\text{Volumen}}{\text{Fläche}}\right)$  nach diesem Volumen beträgt 7 m.

#### b) Bestimmung nach der Simpson'schen Formel.<sup>13)</sup>

Sie lautet:

$$V = \frac{h}{3} \left[ f_0 + f_{2n} + \frac{4}{2} (f_1 + f_3 + \dots + f_{2n-1}) + \frac{2}{2} (f_2 + f_4 + \dots + f_{2n-2}) \right]$$

$f_0$  bedeutet die Seefläche,  $f_{2n}$  für den Grünen See (2026 m) das von der 20 m Isobathe eingeschlossene Areal,  $h = 2$  m. Die tiefste Schicht wird wieder als Kegel aufgefaßt und zur Summe hinzugezählt. Darnach beträgt das Volumen des Grünen Sees  $V = 305.372$  m<sup>3</sup> und hieraus die mittlere Tiefe  $T_m = 7$  m.

<sup>10)</sup> Zur Kritik der einzelnen Methoden vgl. neben den älteren Autoren Neumann (57), Heiderich (32), Elfert (16), Böhm (4), Führnkranz (24), die neueren Holle (33), Halbfäß (29), Penck (62).

<sup>11)</sup> Halbfäß (28), Fels (19).

<sup>12)</sup> Etwaige Untiefen und Mulden müssen bei der Berechnung abgezogen bzw. hinzugefügt werden. Ein See mit sehr unruhigem Bodenrelief wie der Obere Wahlenberg-See, gestaltet daher die Berechnung langwierig.

<sup>13)</sup> Vgl. A. Penck (62) S. 75.

## c) Hypsographische (bathymetrische) Kurve.

Die hypsographische Kurve gleichzeitig aufgestellt von J. Neumann (58) und A. Penck (32) ist eine graphische Methode zur Ermittlung des Volumens. Die Kurven sind für alle Seen konstruiert. (Vgl. S. 232.) Nach ihrer Auswertung ergibt sich das Volumen des Grünen Sees  $V = 304.364 \text{ m}^3$  und die mittlere Tiefe  $\bar{m} = 7 \text{ m}$ . Schon die Kurve ergibt, daß der Seeboden bis 12 m allmählich, dann aber rasch sich senkt. Das Becken stellt also einen typischen Trichter dar.

Es ergeben sich je nach der Methode folgende Volumina:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 305.688 \text{ m}^3$	$\bar{m} = 7 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 305.372 \text{ m}^3$	$\bar{m} = 7 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 304.364 \text{ m}^3$	$\bar{m} = 7 \text{ m}$
<hr/>		
Mittel <sup>14)</sup> :	$V = 305.141 \text{ m}^3$	$\bar{m} = 7 \text{ m}$

Mittlerer Böschungswinkel.<sup>15)</sup>

Die Formel von Finsterwalder (22) und Peucker (64, 65) ermittelt ihn folgendermaßen:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h \cdot L}{F}$$

$h$  ist der Vertikalabstand der Isobathen,  $L$  die Länge aller Isobathen vermindert um den halben Wert der höchstgelegenen,<sup>16)</sup>  $F$  die Seefläche. Danach beträgt der mittlere Böschungswinkel des Grünen Sees  $\alpha = 16^\circ 33'$ .

Ich habe auch den Böschungswinkel zwischen je 2 Isobathen bestimmt, da er für die Morphologie und auch für die Biologie von Bedeutung ist. Er wird nach der von Penck (62) aufgestellten Formel berechnet:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{f} \cdot \frac{l_1 + l_2}{2}, \text{ worin } h \text{ wieder}$$

den Vertikalabstand der beiden Isobathen bedeutet,  $f$  das von ihnen eingeschlossene Areal des Seespiegels,  $\frac{l_1 + l_2}{2}$  das arith-

metrische Mittel aus ihren Längen. Folgende Tabelle bringt nächst den Isobathenlängen und den bereits aus der ersten Tabelle hervorgehenden Areale der Isobathenzonen sämtliche ermittelte Böschungswinkel:

<sup>14)</sup> Die Volumwerte in der Übersichtstabelle geben hier sowie bei allen übrigen Seen dieses Mittel an.

<sup>15)</sup> Vgl. die älteren Darstellungen von Kurowski (41), Bruch (3) und Beneš (1).

<sup>16)</sup> Vgl. Fels (19) S. 49.

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen (Isobathenzonen) in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und '
0	1080	0—4	15257	15° 23' 16° 33'
2	1020			
4	1020	4—8	11233	19° 3' Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: 40° 2' in der Tiefenstufe 3'4—11'8 m.
6	840			
8	920	8—12	11113	12° 46'
10	880			
12	340	12—16	2273	26° 14'
14	240			
16	220	16—20	1667	23° 21'
18	180			
20	140	20—23	1638	8° 20'
22	80			

Die Tiefenstufe zwischen 12—16 m zeigt den größten mittleren Böschungswinkel mit 26° 14'; auch die abwärts folgende Böschung erweist einen nahezu ebenso großen Wert. Dies stimmt überein mit der ersten Tabelle und bestätigt wiederum die Trichternatur des Beckens.

#### Örtlicher Böschungswinkel.<sup>17)</sup>

Darunter ist die wirkliche örtliche Böschung zu verstehen. Sie wechselt von einem Profil zum andern und auch innerhalb des Profiles. Die in den Profilen angegebenen Werte der Böschungswinkel sind meist mittlere örtliche Böschungswinkel. Sie beziehen sich auf die gesamte Böschung vom Ufer bis zu diesem Punkte. Vgl. E. F e l s (19). Sie sind trigonometrisch berechnet aus der Tiefe des Punktes und der entsprechenden Isobathenzonenbreite am nicht übertieften Profil. Daher stimmen sie nicht überein mit den Böschungen der übertieften Profile in den Karten.

Der maximale örtliche Böschungswinkel des Grünen Sees ergab sich mit 40° 2' (im Profil A—A<sub>1</sub> im Osten, in der Tiefenstufe 3'4 m bis 11'8 m).

In den Profilen ist ferner versucht worden, die Ungleichheit der Böschungen auch graphisch zu erhärten. Dem dienen die gezeichneten vertikalen Vergleichslinien. In den Profilen A—A<sub>1</sub> und E—E<sub>1</sub> liegen diese Linien in demselben Abstände vom westlichen Ufer wie der Fußpunkt der örtlichen Böschung vom östlichen Ufer. Ihr Enden in geringer Tiefe weist die sanftere Neigung der westlichen Seeböschung nach. In den Profilen C—C<sub>1</sub> und D—D<sub>1</sub> enden die gerissenen Linien in derselben Tiefe, wie die Fußpunkte der berechneten Böschungsstrecken (25°, 23°) am östlichen Ufer. Die flachere Neigung der Westböschung wird durch den größeren Abstand der Linie vom Ufer angegeben.

<sup>17)</sup> F. A. Forel (23) S. 41.

Profilzeichnung, Böschungsberechnung und Vergleichslinien zeigen, daß beim Becken des Grünen Sees im Norden und Westen eine annähernde Symmetrie besteht. Der südliche Abschnitt ist in west-östlicher Richtung unsymmetrisch geböscht, das ganze Becken in nordsüdlicher.

#### Verhältnis von mittlerer Tiefe zur größten Tiefe.<sup>18)</sup>

Die mittlere Tiefe ( $\bar{T}_m$ ) wurde oben berechnet, die größte ( $T$ ) ergibt die Karte. Der Wert ( $\bar{T}_m / T$ ) charakterisiert zahlenmäßig die Beckenform (Kessel — Trichter). Kessel haben im Verhältnis zur größten Tiefe große mittlere Tiefen (über 45 % der größten Tiefe), Trichter eine kleine mittlere Tiefe (unter 45 % der größten Tiefe); vgl. hierzu Halbfäß (27). Für den Grünen See erhalten wir das Verhältnis:

$$\bar{T}_m / T = 1 : 3,3 \text{ d. i. } 30,3\% \text{ der größten Tiefe.}$$

Es geht daraus hervor, daß der Grüne See einen ausgesprochenen Trichter darstellt.

#### Verhältnis der größten Tiefe zu $\sqrt{\text{Areal}}$ .<sup>19)</sup>

Dieser Wert gibt Aufschluß über das Verhältnis der Tiefe zur horizontalen Ausdehnung eines Sees. Er gibt an, um wieviel die Seite eines dem Seearéal flächengleichen Quadrates größer ist, als die größte Tiefe. Je kleiner dieser Wert, um so flacher ist das Seebecken. Für den Grünen See (2026 m) ergibt sich das Verhältnis:

$$T / \sqrt{\text{Areal}} = 1 : 8,9$$

Daraus geht hervor, daß der Grüne See tief in seine Umgebung eingesenkt ist.

#### Lotungsdichte.

Zahl der Lotungen überhaupt: 209.

Zahl der Lotungen auf 1 km<sup>2</sup>: 4830.<sup>20)</sup>

Bei kleinen Seen wird man eine relativ größere Zahl von Lotungen vornehmen müssen als bei großen Seen. Freilich läßt sich auch hier nicht einer bestimmten Flächengröße eine entsprechende Lotungszahl zugrunde legen. Es ist vielmehr die Anzahl der Lotungen, die man an einem Seebecken vornimmt, von der Beschaffenheit des unterseeischen Bodenreliefs in hohem Maße abhängig und wird für jeden Einzelfall verschieden sein.<sup>21)</sup>

<sup>18)</sup> F. A. Forel (23) S. 39.

<sup>19)</sup> Vgl. F. A. Forel (23) S. 39.

<sup>20)</sup> Für die vergleichende Betrachtung sei auch bei diesen relativ kleinen Seen diese Bezugzahl (1 km<sup>2</sup>) beibehalten.

<sup>21)</sup> E. Richter (67).

### Oberer Wahlenberg-See im Furkotatal.

Der Obere Wahlenberg-See (2154 m) liegt im Furkotatal im westlichen Teil der Hohen Tatra. Da das Furkotatal von Touristen nur selten aufgesucht wird, sind hier die Wege sehr schlecht und nur unter großen physischen Anstrengungen konnte das Floßboot in diese Höhen gebracht werden. Der Obere Wahlenberg-See mit 2154 m Meereshöhe ist das höchstgelegene Meer-auge der Hohen Tatra. Seine Grenzen bilden im Westen die N—S laufende Wand der Ostra, die steile Schutthalden in den See hinabwirft und das Furkotajoch (2277 m), welches den Übergang zwischen dem Furkotatal und dem Neftzertal vermittelt. Im Osten erhebt sich der gezackte Kamm des Solisko, der spitzwinkelig mit der Ostrawand sich in der Furkotaspitze (2405 m) vereinigt. Im Süden begrenzt eine steile mit mächtigen Felsblöcken bedeckte Seewand das Becken, das ebenfalls wie der Grüne See unter dem Krivan ein echtes Felsbecken darstellt.

Die Ufer sind infolge der zahlreichen Gesteinsblöcke und Felstrümmer nur schwer zu begehen und gestalten die Aufnahme des Seeumrisses äußerst schwierig. Im Nordwesten reichte ein Schneefeld (ca. 80 m<sup>2</sup> groß) bis über die Uferlinie des Sees und unsichtbar rauschte unter den Schneemassen das Schmelzwasser in das Seebecken. Ganz im Südwesten findet man verstreut im See Felsblöcke aus dem Wasser ragen und darunter eine ganz kleine Insel. (Auf der Karte weggelassen, da Umrisse schwanken.) Gegenwärtig etwa 1 m über dem Wasserspiegel emporragend, ist sie mit einer dünnen Humusschichte überzogen und zeigt einen spärlichen Graswuchs. Dieser höchstgelegene See mit seiner immerhin beträchtlichen Größe (ca. 5 ha) füllt den Talkessel vollständig aus und ist in seinen Umrissen nur wenig gegliedert. Weder einen oberflächlichen Zufluß noch Abfluß konnte ich feststellen. Unter deutlichem Murmeln des Wassers verrät sich ein unsichtbarer Abfluß, der unter dem Geröllschutt die Seewand hinabstürzt und in den kleinsten Wahlenberg-See mündet. Dieser See wird entwässert zum Unteren Wahlenberg-See (2060 m). Auf 14 Querprofilen und einem Längsprofil wurde an nicht weniger als 217 Stellen die Tiefe gemessen; das unruhige Bodenrelief verlangte das. Die Tiefenkarte dieses Hochsees zeigt von den hier 12 ausgeloteten Seen das verwickelteste Bodenrelief. Zur Zeit der Lotung lag der Seespiegel 36 cm senkrecht unterhalb der höchsten Strandlinie. Eine Menge von Mulden und Untiefen heben sich in der Isobathenzeichnung heraus. Fast mitten im See steigt der Seeboden bis zu 8'6 m empor (vgl. Profil C—C<sub>1</sub>). Der Seegrund ist noch völlig unausgeglichen. Die tiefste Stelle wurde mit 21'1 m gelotet und ist an einer Stelle gelegen, wo man sie vielleicht nicht vermutet hätte. (Profil B—B<sub>1</sub> geht durch die größte Tiefe; vgl. hier die nahezu symmetrische Böschung der beiden

Seeufer.) Mit dieser Maximaltiefe übertrifft der Obere Wahlenberg-See immer noch den Csorber See um mehr als 2 m und ist somit der dritttiefste See auf der Südseite des Tatragebirges.

Das Areal des Oberen Wahlenberg-Sees beträgt nach meiner Messung 49626 m<sup>2</sup>. Vergleichen wir es mit den Angaben H r a d s z k y's und K o l b e n h e y e r's

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
H r a d s z k y	Katasteraufnahme	506	
K o l b e n h e y e r	„	509	
S c h a f f e r	Eigene Aufnahme	1 : 2.000	496
	Kontroll- messungen {	Meßtischblatt	1 : 25.000 527
			1 : 25.000 478
			} mittels Planimeter mittels mm-Papier

Meine Angabe zu 496 a weicht also nicht wesentlich ab von den Werten der beiden früheren Autoren. Die Differenz der weniger verlässlichen Kontrollwerte ist hier viel bedeutender als beim Grünen See (2026).

Folgende Tabelle bringt das Areal zwischen zwei Isobathen und das der Isobathenflächen:

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0— 2	5914	11·9	0	49626	100
2— 4	6400	12·8	2	43712	88·1
4— 6	6704	13·5	4	37312	75·3
6— 8	3608	7·2	6	30608	61·8
8—10	5200	10·5	8	27000	54·6
10—12	7785	15·6	10	21800	44·1
12—14	6225	12·5	12	14015	28·5
14—16	3499	7·5	14	7790	16
16—18	2791	5·6	16	4291	8·5
18—20	917	1·8	18	1500	2·9
20—21·1	583	1·1	20	583	1·1
0—21·1 m	49626 m <sup>2</sup>	100%			

Schon das unruhige Terrainverhältnis des Oberen Wahlenberg-Sees ließ eine ungleichmäßige Verteilung der Flächenanteile der einzelnen Isobathenzonen erwarten. Besonders auffallend klein ist das Areal zwischen 6—8 m mit 3608 m<sup>2</sup> d. i. nur 7·2 % des Gesamtareals. Mehr als das doppelte Areal dieser Stufe entfällt wegen der geringen Neigung auf die Isobathenzone zwischen 10—12 m. Die große Untiefe zwischen der 12—14 m Isobathe hat wesentlich dazu beigetragen. Auch die Tiefenstufe zwischen 12—14 m zeigt wegen ihrer sanften Böschung noch einen hohen Prozentanteil (12·5 %). Die Areale der nächst tieferen Isobathenzonen zeigen durchwegs bedeutend kleinere Werte.

Den Umfang des Oberen Wahlenberg-Sees ermittelte ich zu 940 m; die Uferentwicklung beträgt 1·19.

Für das Volumen ergab sich je nach der Methode:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 420.158 \text{ m}^3$	$\overline{T}m = 8.4 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 418.451 \text{ m}^3$	$\overline{T}m = 8.4 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 423.806 \text{ m}^3$	$\overline{T}m' = 8.5 \text{ m}$
<hr/> Mittel: $V = 420.805 \text{ m}^3$		$\overline{T}m = 8.4 \text{ m}$

Die bathymetrische Kurve des Sees hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der des Grünen Sees unter dem Krivan; vgl. S. 232. Auch hier kommt der trichterförmige Charakter des Beckens zum Ausdruck, wenn auch nicht so typisch wie beim Grünen See. Die mittlere Tiefe ( $\overline{T}m$ ) berechnet sich zu 8.4 m und ist bedeutend größer als beim Grünen See. Obwohl dieser eine um 2 m größere Maximaltiefe besitzt, bleibt seine mittlere Tiefe um mehr als 1 m hinter der des Oberen Wahlenberg-Sees zurück. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß beim letzteren die tieferen Tiefenstufen ein viel größeres Areal einnehmen als beim Grünen See, wo dieselben sich nur auf den nördlichen Teil des Beckens beschränken. Vgl. die Tiefenstufen zwischen 12—14 m! Dieser Fall zeigt, daß der Maximaltiefe morphologisch keine größere Bedeutung zukommt, wohl aber der mittleren Tiefe. Diese vermittelt eine Vorstellung über die Eigenart des Beckens, während die Maximaltiefe räumlich beschränkt sein kann (Ule, s. Lit. Nr. 89). Noch viel deutlicher kommt dies beim Kleinen Froschsee zum Ausdruck.

Der mittlere Böschungswinkel erreicht den hohen Wert von  $15^\circ 12'$  und steht dem mittleren Böschungswinkel des Grünen Sees nicht viel nach ( $16^\circ 33'$ ).

Die Isobathenlängen und alle berechneten Böschungswinkel zeigt nachstehende Tabelle:

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	940	0—4	12314	$17^\circ 19'$ $15^\circ 12'$
2	910			
4	980			
6	860	4—8	10312	$18^\circ 38'$ Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: $46^\circ 24'$ in der Tiefenstufe 5.3—15.8 m.
8	760			
10	940	8—12	12985	$13^\circ 30'$ $13^\circ 12'$
12	800			
14	440	12—16	9724	$13^\circ 12'$ $13^\circ 21'$
16	340			
18	140	16—20	3708	$13^\circ 21'$ $6^\circ 22'$
20	100			

Der See besitzt eine steil einfallende Uferzone, der bis zur 20 m Isobathe ein immerhin noch stark geböschtes Terrain folgt (durchschnittliche Böschung =  $13^\circ$ ). Die Tiefenstufe zwischen

12—16 m zeigt eine mittlere Böschung von  $13^{\circ} 12'$  im Gegensatz zum Grünen See, wo dieselbe Tiefenstufe einen mittleren Böschungswinkel von  $26^{\circ} 14'$  aufweist (von den hier ermittelten Böschungswinkel der jeweiligen Tiefenstufen der größte Wert).

Die Lotungsprofile veranschaulichen die örtlichen Böschungsverhältnisse. Das Profil A—A<sub>1</sub> zeigt in 10 m Entfernung vom östlichen Ufer eine Tiefe von 5'3 m; 10 m von dieser Lotung entfernt, sank das Lotgewicht bereits auf 15'8 m. Der Tiefenunterschied zwischen diesen beiden Lotungen ist größer als ihre horizontale Entfernung. Dies entspricht mit  $46^{\circ} 24'$  dem größten Böschungswinkel des ganzen Beckens. Innerhalb des Lotungsprofils C—C<sub>1</sub> erkennt man ein deutliches Schwanken der Tiefen. Beim nächsten Profil (D—D<sub>1</sub>) senkt sich der Seeboden am westlichen Ufer allmählich bis zu 5 m Tiefe und erhebt sich dann wieder auf 3.5 m; von hier überspringt plötzlich die Tiefe auf 13 m. Das ganze Becken ist in west-östlicher Richtung unsymmetrisch geböscht.

$$\frac{T_m}{T} = 1 \quad 2.5 \text{ d. i. } 39.8\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\frac{T}{\sqrt{A_{\text{real}}}} = 1 \quad 10.5$$

Beide Verhältniszahlen zeigen wiederum, daß der Obere Wahlenberg-See eine trichterförmige Wanne darstellt, die verhältnismäßig tief in seine Umgebung eingesenkt ist.

### Kleiner Hinzensee im Mengsdorfer Tal. (Abb. 1.)

Am oberen Ende des Mengsdorfer Tales liegt der Kessel der beiden Hinzeseen. Durch einen Geröllrücken vom Großen Hinzensee (1965 m) getrennt, befindet sich der Kleine Hinzensee (1942 m). Er wird im Westen begrenzt vom Hauptkamm des Gebirges mit dem Koprovajoch (2149 m), im Norden und Osten umschließt ein schmaler grasbedeckter Felsrücken den See. Im Süden wird er von einem Felsriegel abgedämmt. Der Kleine Hinzensee hat keinen sichtbaren Zufluß und auch sein Abfluß verschwindet bald in dem Schuttgeröll des Mengsdorfer Tales. Es konnten mit 14 Querprofilen von Westen nach Osten und einem Längsprofil von Norden nach Süden 118 Lotstationen in die Karte eingetragen werden.

Die Tiefenkarte zeigt das unterseeische Relief des Seebodens und besitzt im Westen und nahe dem Abfluß zwei kleine Mulden. Der Wasserspiegel wurde bei der Auslotung = 20 cm unterhalb einer gut erkennbaren Uferlinie bestimmt. Auffallend groß ist bei diesem See die Ausdehnung der fast ebenen Bodenfläche, die besonders im nordwestlichen Teil unvermittelt an die steilen Gehänge der Uferböschungen ansetzt. Die größte Tiefe wurde mit 6'1 m gemessen und ist ziemlich weit nach Süden vorgeschoben.



Die Fläche des Kleinen Hinzensees, planimetrisch gemessen, beträgt 22208 m<sup>2</sup>.

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
H r a d s z k y	Katasteraufnahme	279	
S c h a f f e r	Eigene Aufnahme	222	} mittels Planimeter. mm-Papier.
Kontroll- messungen	Meßtischblatt	240	
		218	

H r a d s z k y's Angabe mit fast 3 ha ist zu groß; beide Kontrollmessungen auf dem Meßtischblatt zeigen einen kleineren Wert. K o l b e n h e y e r gibt für den Kleinen Hinzensee keine Arealzahl an.

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—1	3040	13·7	0	22208	100
1—2	2668	12	1	19168	86·3
2—3	2168	9·8	2	16500	74·3
3—4	4208	18·9	3	14332	64·5
4—5	7392	33·3	4	10124	45·6
5—6	2700	12·16	5	2732	12·3
6—6·1	32	0·14	6	32	0·14
0—6·1 m	22208 m <sup>2</sup>	100%			

Das Areal der Isobathenzone zwischen 2—3 m besitzt den kleinsten (abgesehen von der letzten Tiefenstufe) Prozentanteil. Die Tiefenstufe zwischen 4—5 m nimmt 7392 m<sup>2</sup> ein, d. i. 33·3 % am Gesamtareal. Das ausgeglichene Bodenrelief macht sich hier geltend.

Die Messung mit einem Kurvimeter ergab einen U m f a n g = 640 m und eine U f e r e n t w i c k l u n g = 1·21.

Für das V o l u m e n erhielt ich folgende Werte:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 73.827 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 3·3 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 73.275 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 3·3 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 73.997 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 3·3 \text{ m}$
<b>Mittel: <math>V = 73.699 \text{ m}^3</math></b>		$\overline{m} = 3·3 \text{ m}$

Die hypsographische Kurve zeigt eine allmähliche Senkung des Seegrundes und läßt eine typische kesselförmige Wanne erkennen.

Nach der Finsterwalder-Peucker'schen Formel berechnet sich der mittlere Böschungswinkel mit 7° 23', noch um ein geringes kleiner als der halbe Wert des Oberen Wahlenberg-Sees (15° 12').

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	640	0—2	5708	12° 4' 7° 23'
1	620			
2	580	2—4	6376	9° 26' Größter Böschungs-
3	560			winkel des ganzen
4	480	4—6	10092	Beckens: 30° 6' in
5	300			der Tiefenstufe
6	20	6—6.1	32	1° 47' 0—5.8 m.

Die Böschungswinkel der einzelnen Isobathenzonen nehmen nach unten zu ab. Der Kleine Hinzensee besitzt verhältnismäßig steile Uferwandungen und eine ausgedehnte fast ebene Bodenfläche. Die Lotungsprofile zeigen die örtlichen Böschungsverhältnisse. Im Profil A—A<sub>1</sub> fällt das westliche Ufer steil ab; der größte Böschungswinkel des ganzen Beckens beträgt hier 30° 6', im Gegensatz zum östlichen Ufer, wo bei derselben Entfernung vom Ufer der Seeboden sich nur mit 14° Böschung senkt. Das nächste Profil (B—B<sub>1</sub>) zeigt das umgekehrte Verhältnis. Das Längsprofil (C—C<sub>1</sub>) geht mitten durch den See und läßt die breite Einebnung gut erkennen.

$$\frac{T_m}{T} = \frac{1}{\sqrt{\text{Areal}}} = 1.84 \text{ d. i. } 54\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\frac{T}{\sqrt{\text{Areal}}} = 1.24$$

Die Grundform des Kleinen Hinzensees ist ein typischer Kessel. Aus dem Verhältnis  $T \sqrt{\text{Areal}}$  folgt eine relativ flache Wanne.

### Kleiner Froschsee im Mengsdorfer Tal. (Abb. 3.)

Vom Becken des Großen Hinzensees (1965 m) gelangt man über die südliche Berglehne der Olgaspitze (2212 m) zum Kessel der beiden Froschseen (1920 m). Früher dürfte sich hier ein zusammenhängendes Seebecken ausgebreitet haben und erst im Laufe der Zeit erfolgte eine Trennung. Nur durch etwa ½ m hohen Schutt ist der Kleine Froschsee vom Großen getrennt.

Der Kleine Froschsee (1920 m) hat im Westen einen sichtbaren Abfluß, dessen Wasser über die hohe Seewand hinabstürzt und dem Hinzenbach — eines Nebenflusses der Popper — zueilt. Im Norden wird der See von einer steilen Südwand des Hauptkammes begrenzt. Etwa 100 m von der nördlichen Uferlinie entfernt, verschwinden in den Schutthalden dieser steilen Wand zwei Zuflüsse, welche einem ganz kleinen See unter dem Ochsenrücken entspringen und unsichtbar unter deutlichem Murmeln des Wassers in den Kleinen Froschsee münden. Im Osten umgeben riesige Felsblöcke den See, die zum Teil in das Wasser gestürzt

sind und die Fläche des Sees verkleinert haben. In der südöstlichen Ecke dürfte er ebenfalls wenigstens zur Zeit der Schneeschmelze vom Großen Froschsee her Zufluß erhalten. Das Meßtischblatt zeigt an dieser Stelle eine Verbindung zwischen beiden Seen. Das südliche Ufer ist flach und mit dichtem Gras bewachsen. Der Entstehung nach sind beide Froschseen typische Felsbeckenseen. Der Seeumriß auf der Karte 1 : 25.000 weicht etwas von den natürlichen Verhältnissen ab. Die Tiefenkarte 1 : 2000 bringt die nötige Korrektur. Es wurden 6 Profile von Norden nach Süden und ein Kreuzprofil von Westen nach Osten gelegt und in 10 m Abständen abgelotet. Mit 52 Lotpunkten konnte die Tiefenkarte des Sees gezeichnet werden. Die Höhe des Seespiegels lag zur Zeit der Lotung 20 cm vertikal unter der Strandlinie (über die Strandlinie vgl. S. 199). Die Karte zeigt ein einheitliches Becken ohne Schwellen und Mulden. Im Osten ganz flach, senkt es sich gegen Westen zu bis zu 12'8 m, eine Tiefe, die man dem Kleinen Froschsee nicht zumuten würde.

Die planimetrische Ausmessung ergab für den Kleinen Froschsee eine Fläche von 11252 m<sup>2</sup>. Von anderen Autoren existieren keine Flächenangaben. Die beiden Nachmessungen am Meßtischblatt ergaben:

Mittels Planimetrierung	1 : 25.000	119 a
mm-Papier	1 : 25.000	106 a

Die Differenz aller drei Werte ist minimal.

Folgende Tabelle bringt das Areal der Isobathenzonen und das der Isobathenflächen:

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—2	4128	36'7	0	11252	100
2—4	2792	24'8	2	7124	63'3
4—6	1976	17'6	4	4332	38'5
6—8	1268	11'3	6	2356	20'9
8—10	588	5'2	8	1088	9'6
10—12	408	3'6	10	500	4'4
12—12'8	92	0'8	12	92	0'8
0—12'8 m	11252 m <sup>2</sup>	100%			

Hieraus folgt eine gleichmäßige Verteilung der Flächen auf die einzelnen Tiefenstufen. Die flache Uferzone (0—2 m), namentlich im südöstlichen Teil des Beckens, beansprucht 36'7 % des Gesamtareals. Beim Oberen Wahlenberg-See nimmt diese Zone nur 11'9 % des Gesamtareals ein.

Der Umfang beträgt 440 m, die Uferentwicklung 1'17.

Das Volumen ergibt die Werte:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 44.168 \text{ m}^3$	$T_{m'} = 3.9 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 41.426 \text{ m}^3$	$T_m = 3.7 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 41.722 \text{ m}^3$	$T_m = 3.7 \text{ m}$
<hr/> Mittel: $V = 42.438 \text{ m}^3$		$T_m = 3.7 \text{ m}$

Die hypsographische Kurve besitzt eine in bezug auf die Abszissenachse konkave Wölbung und zeigt eine reine Trichterform. Der großen Maximaltiefe des Kleinen Froschsees (12.8 m) steht nur eine geringe mittlere Tiefe (3.7 m) zur Seite. Die Maximaltiefe ist räumlich sehr beschränkt und vermittelt nicht eine Vorstellung von der Gestaltung des Beckens. Sie hat morphologisch keine größere Bedeutung, wohl aber die mittlere Tiefe. (Vgl. diese Erörterungen beim Oberen Wahlenberg-See.)

Der mittlere Böschungswinkel berechnet sich zu  $12^\circ 9'$ , ein relativ hoher Wert. Die Werte sämtlicher Böschungswinkel und die Länge der einzelnen Isobathen sind aus nachstehender Tabelle zu ersehen:

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	440	0—4	6920	11° 26' 12° 9'
2	320			
4	260	4—8	3244	13° 11' Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: 29° 19' in der Tiefenstufe
6	180			
8	120	8—12	996	17° 23' 0—7.3 m.
10	76			
12	36	12—12.8	92	8° 53'

Die stete Zunahme der Böschung der einzelnen Tiefenstufen — die letzte kann hier kaum in Frage kommen — sprechen für ein typisches, trichterförmiges Becken, im völligen Gegensatz zum Kleinen Hinzensee, wo die Neigung der Tiefenstufen nach unten zu immer mehr abnimmt. Das Lotungsprofil A—A<sub>1</sub> zeigt ein östliches flaches Becken. Das Profil B—B<sub>1</sub> besitzt am nördlichen Ufer, wo die Schutthalden steil einfallen, schon bei 12 m Entfernung vom Ufer eine Tiefe von 7.3 m; dies entspricht der größten im See befindlichen Böschung (29° 19'). Die Schutthalden fallen hier mit einer Neigung von etwa 30° ein und setzen sich unterseisch fort. Das ganze Becken ist in nordsüdlicher Richtung unsymmetrisch, in westöstlicher Richtung nahezu symmetrisch geböscht.

$T_m : T = 1 : 3.46$  d. i. 28.8% der größten Tiefe.

Aus dem Verhältnis der mittleren zur größten Tiefe geht hervor, daß der Kleine Froschsee einen ausgesprochenen Trichter darstellt, wie nicht gleich ein anderes Seebecken.

$$T \sqrt{Areal} = 1 \quad 8.2$$

Der Grad der Einsenkung geht aus diesem Verhältnis wohl deutlich genug hervor. Beide Verhältniszahlen erinnern an die Werte des Grünen Sees unter dem Krivan, die hier ebenfalls ein typisches trichterförmiges Becken erkennen lassen.

### Großer Froschsee im Mengsdorfer Tal. (Abb. 3, 4.)

Der Große Froschsee (1920 m) wird im Westen begrenzt von einem mit Gesteinsblöcken bedecktem Felsbuckel, im Norden zieht der Hauptgrat des Gebirges mit dem Froschseeturm (2338 m) und dem Simonturm (2300 m). Östlich davon erhebt sich der breitmassige Gipfel der Meeraugspitze (2503 m). Im Nordosten liegt das ganz mit Geröll ausgefüllte Hunfalvy Tälchen. Unter den Gesteinstrümmern fließt hier das von den Schneemassen gespeiste Schmelzwasser das Tal hinunter und mündet unterirdisch in den Großen Froschsee. Im Osten begrenzen die Schutthalden des Kopkirückens das Seebecken. Einen oberflächlichen Abfluß besitzt der See nicht. Der ganze Talkessel ist mit Geröll angefüllt. Mitten im See befindet sich eine Felseninsel — nebenan eine kleine Schuttanhäufung — die sich offenbar vom Gebirgskamm losgelöst hat und in den See gestürzt ist.<sup>22)</sup> Mit 19 Querprofilen und 2 Längsprofilen wurden 142 Lotpunkte in die Karte eingetragen. Nach seinem Umriss und infolge der Inseln war gegenüber dem Kleinen Froschsee ein komplizierteres Bodenrelief zu erwarten. Es mußte daher eine relativ größere Zahl von Lotungen vorgenommen werden. Die Höhe des Wasserstandes wurde bei der Auslotung mit 50 cm unterhalb der Strandlinie gemessen. Die Tiefenkarte weist drei voneinander getrennte Becken auf. Das nordöstliche Becken zeigt zwei kleine Mulden von annähernd derselben Ausdehnung; bei beiden wurde mit 6'3 m die größte Tiefe dieses Beckens erlotet. Westlich von der Insel findet sich ein weiteres Becken. Hier wurde mit 6'9 m die größte Tiefe des Froschsees gelotet. Ganz dicht an der westlichen Seite der Insel wurde an zwei Stellen eine Tiefe von 2'5 m gemessen. Der besseren Übersicht halber habe ich in diesem Fall die 1 m und 2 m Isobathe nicht zusammenfallen lassen, sondern in die Karte mit eingezeichnet. Im südlichen Teil des Sees liegt das dritte Becken mit einer Maximaltiefe von 6'5 m. Nördlich davon ragen verstreut im See Felstrümmer aus dem Wasser; der Seeboden erhebt sich hier fast bis an die Oberfläche. Am östlichen Ufer greift eine ausge dehnte Bucht tief in den See ein. Das Becken ist hier ganz seicht

<sup>22)</sup> Dieselbe Erscheinung konnte ich beim Oberen Froschsee (1702 m) im Poduplaskital auf der Nordseite des Gebirges feststellen.

(zwei Probelotungen ergaben 0·8 m bzw. 0·7 m Tiefe) und durch Gesteinsmassen stark aufgefüllt.

Das Oberflächenareal des Großen Froschsees beträgt 22584 m<sup>2</sup>. Hradsky und Kolbenheyer geben keine Flächenangaben an. Die beiden Kontrollwerte zeigen einen kleineren Wert:

Mittels Planimetrierung	I	25.000	217 a
mm-Papier	I	25.000	200 a

Die hier einschlägigen Werte sind aus der folgenden Tabelle zu ersehen

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—1	5000	22	0	22584	100
1—2	3168	14	1	17584	78
2—3	3748	16·6	2	14416	64
3—4	3908	17·4	3	10668	47·4
4—5	3743	16·6	4	6760	30
5—6	2227	9·9	5	3017	13·4
6—6·9	790	3·5	6	790	3·5
0—6·9 m	22584 m <sup>2</sup>	100%			

Die Tiefenstufe zwischen 1—2 m zeigt relativ einen kleinen prozentualen Anteil am Gesamtareal, gegenüber der Tiefenstufe zwischen 3—4 m, wo das Seebecken sich anfängt zu teilen.

Die Größe des Umfanges = 750 m, die Uferentwicklung beträgt 1·4. Durch die am östlichen Ufer tief eingreifende Bucht besitzt der Große Froschsee von den hier besprochenen Seen die zweitgrößte Uferentwicklung.

Je nach der Methode ergeben sich folgende Volumina:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 63·992 \text{ m}^3$	$\bar{T}_m = 2·8 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 63·715 \text{ m}^3$	$\bar{T}_m = 2·8 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 60·254 \text{ m}^3$	$\bar{T}_{m'} = 2·7 \text{ m}$
Mittel: $V = 62·653 \text{ m}^3$		$\bar{T}_m = 2·8 \text{ m}$

Die bathymetrische Kurve hat nicht mehr diesen gleichmäßigen der Abszissenachse zugewendeten konkaven Verlauf, wie der Kleine Froschsee; ihr Gefälle ist geringer und die Trichternatur bei weitem nicht so ausgeprägt wie beim Kleinen Froschsee.

Der mittlere Böschungswinkel beträgt 10° 38', ein Wert, den man beim Großen Froschsee nicht erwartet hätte.<sup>23)</sup>

In nachstehender Tabelle sind die Isobathenlängen und alle errechneten Böschungswinkel mitgeteilt:

<sup>23)</sup> Bei der Berechnung des mittleren Böschungswinkels muß der Umfang der Inseln berücksichtigt werden. Vgl. Fels (20).

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	750			
1	800	0—2	8168	10° 32' 10° 38'
2	770			
3	700	2—4	7656	10° 34' Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: 22° 48' in der Tiefenstufe 0—4·2 m.
4	660			
5	460	4—6	5970	8° 23'
6	220	6—6·9	416	4° 56'

Die Böschungen der Tiefenstufen zeigen mittlere Werte.<sup>24)</sup> Das Lotungsprofil A—A<sub>1</sub> zeigt den stärkeren Abfall des Beckens am südwestlichen Ufer, wo bei 10 m Entfernung vom Ufer eine Tiefe von 4·2 m gelotet wurde. Dies entspricht dem größten Böschungswinkel des ganzen Beckens (22° 48'). Das nächste Profil (B—B<sub>1</sub>) zeigt inmitten eine Erhebung, die von den der Inseln vorgelagerten Gesteinstümmern herrührt. Östlich davon treffen wir auf eine Mulde mit einer größten Tiefe von 5·3 m.

$\frac{T_m}{T} = 1 : 2·46$  d. i. 40·5% der größten Tiefe.

$\frac{T}{\sqrt{\text{Areal}}} = 1 : 21·7$

Hienach ist die Beckenform des Großen Froschsees ein Trichter, bleibt aber bei weitem hinter dem des Kleinen Froschsees zurück. Aus der zweiten Verhältniszahl folgt eine relativ flache Trichterform.

### Eissee im Mengsdorfer Trümmertal. (Abb. 2.)

Das Trümmertal ist ein Nebental des Mengsdorfer Haupttales. Im nordöstlichen Teil des Trümmertales liegt der Kessel des Eissees.

Der Eissee (1935 m) besitzt im Westen in dem Gefrorenen Bach (Jegespatak) einen sichtbaren Abfluß. Er stürzt über die Stufen des Trümmertales, verschwindet eine Zeit lang unter den Gesteinstrümmern und mündet oberirdisch in den Poppersee (1513 m). Im Nordwesten breitet sich der Kessel des Drachensees (1961 m) aus und östlich davon der des Rumansees (2090 m). Im Norden wird der Eissee von dem halbkreisartig ziehenden Teil des Hauptkammes von der Marthaspitze (2433 m) bis zur Eissee-spitze (2400 m) umgeben. Im Osten begrenzt ein Seitenkamm des Gebirges mit dem höchsten Gipfel der Končista (2540 m) das Seebecken. Gegen Süden streicht ein Nebenkamm mit den größten Erhebungen der Tupa (2293 m) und Osterva (1984 m). Am östlichen Ufer hört man dem Auge unsichtbar Zuflußwasser in den See münden. Außerdem lassen deutliche Rinnsale des

<sup>24)</sup> Beim Areal der Tiefenstufe zwischen 6—6·9 m wurde nur das im tiefsten Becken (westlich von der Insel gelegen) berücksichtigt.

Schmelzwassers an den Gebirgshängen auf Zuflußwasser schließen. Der Eisse liegt in anstehendem Gestein und wird durch einen Felsriegel angestaut. Es wurden 10 Querprofile von Norden nach Süden und ein Längsprofil von Westen nach Osten mit 106 Lotpunkten durch den See gelegt. Die Tiefenkarte zeigt namentlich im Norden ein steil einfallendes Becken mit zwei Mulden. Die größte Tiefe wurde mit 10·2 m gemessen und liegt im östlichen Teil des Sees. (Spiegelhöhe: 5 cm unterhalb der Strandlinie.)

Das Areal des Eissees ergab eine Fläche von 21.084 m<sup>2</sup>.

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradsky	Katasteraufnahme	140	
Schaffer	Eigene Aufnahme	1: 2.000 210	} mittels Planimeter mm-Papier.
	Meßtischblatt	1: 25.000 260	
Kontroll- werte		1: 25.000 256	

Hradsky gibt die Fläche viel zu klein an. Nach der meinerseits erfolgten Neuaufnahme beträgt die Fläche des Eissees = 210 a. Die Nachmessungen auf dem Meßtischblatt liefern einen zu großen Wert. Kolbenheyer gibt keine Arealzahl an. Folgende Tabelle bringt das Areal der einzelnen Isobathenzonen und jenes der Isobathenflächen:

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—2	4868	23·1	0	21084	100
2—4	4799	22·8	2	16216	76·9
4—6	3959	18·8	4	11417	54·1
6—8	3250	15·4	6	7458	35·3
8—10	4112	19·5	8	4208	19·9
10—10·2	96	0·4	10	96	0·4
0—10·2 m	21084 m <sup>2</sup>	100%			

Die Verteilung der Flächen auf die einzelnen Tiefenstufen ist ziemlich gleichmäßig, bis auf die Tiefenstufe zwischen 8—10 m, die infolge des freilich nur wenig ausgeglichenen Seebodens immerhin 19·5 % des Gesamtareals einnimmt.

Für den Umfang des Eissees erhielt ich 620 m, für die Uferentwicklung 1·2, nahezu derselbe Wert wie beim Kleinen Hinzensee.

Das Volumen und die mittlere Tiefe berechneten sich je nach der Methode:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 99.424 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 4·7 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 97.795 \text{ m}^3$	$\overline{m}' = 4·6 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 99.263 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 4·7 \text{ m}$
<i>Mittel:</i> $V = 98.827 \text{ m}^3$		$\overline{m} = 4·7 \text{ m}$



Die hypsographische Kurve fällt allmählich und zeigt einen fast geradlinigen Verlauf bis zum tiefsten Punkt.

Der mittlere Böschungswinkel des Eissees =  $11^{\circ} 25'$ , ein etwas größerer Wert als der des Großen Froschsees.

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- stufen in ° und '	Mittlerer Böschungswinkel des ganzen Beckens in ° und '
0	620				$11^{\circ} 25'$
2	580	0—4	9667	$12^{\circ} 36'$	Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: $27^{\circ} 1'$ in der Tiefenstufe 0—5·1 m.
4	460	4—8	7209	$12^{\circ} 12'$	
6	400				
8	320	8—10	4112	$5^{\circ} 17'$	
10	60				

Das Becken fällt bis zur 8 m Isobathe mit einer durchschnittlichen Böschung von  $12^{\circ}$  gegen die Mitte zu ab. Weiter abwärts folgt eine zusammenhängende Fläche von sanfterer Böschung.

Die Lotungsprofile veranschaulichen die örtlichen Böschungsverhältnisse. Überall zeigen sie das allmähliche Einfallen des südlichen Ufers im Gegensatz zum nördlichen Ufer, wo bei dem Profil C—C<sub>1</sub> mit  $27^{\circ} 1'$  die größte Böschung des ganzen Beckens ermittelt wurde. Ein Knick in diesem Profil ist hier auffallend; von 5 m überspringt — nach einem Lotabstand von 10 m — die Tiefe auf 9 m. Das Profil B—B<sub>1</sub> geht durch die größte Tiefe und läßt auch die raschere Senkung des Bodens am nördlichen Ufer gut erkennen. Vgl. die in gleicher Entfernung vom Ufer berechneten Böschungsstrecken ( $9^{\circ}$  bzw.  $22^{\circ}$ ). Das ganze Becken ist in nordsüdlicher Richtung ungleichmäßig, in westöstlicher Richtung nahezu gleichmäßig geböscht.

$$\frac{\overline{m}}{\sqrt{\overline{Areal}}} = 1 \quad 2'17 \text{ d. i. } 46\% \text{ der größten Tiefe}$$

Der Eissees bildet eine Übergangsform zwischen Trichter und Kessel (mehr Kessel). In das ihn umgebende Gelände ist er verhältnismäßig tief eingesenkt.

### Botzdorfer See im Botzdorfer Tal. (Abb. 5.)

Den Botzdorfer See (1898 m) umgrenzen im Westen der langgestreckte nordsüdlich verlaufende Grat der Končista mit einer größten Erhebung von 2540 m. Die nördliche Umrandung dieses Gebirgskessels bilden mehrere Rundhöcker und dahinter zieht der Hauptkamm mit der Eisseespitze (2400 m), der Entental Spitze (2395 m), der scharf gezackten Botzdorferspitze (2458 m) und schließlich der 2630 m hohen Hinteren Gerlsdorfer Spitze. Im Osten reichen mächtige Schutthalden der Gerlsdorfer-

spitze bis an den See und im Süden wird das Becken von einem etwa 10 m hohen Felsriegel abgedämmt. Der Botzdorfer See ist also wie auch die vorher besprochenen Seen ein echtes, in anstehendem Gestein eingebettetes Felsbecken. In seinen Umrissen ist er nur wenig gegliedert und stimmt im großen und ganzen — mit Ausnahme der kleinen südlichen Bucht, die das Meßtischblatt fälschlich als Einbuchtung wiedergibt — mit der Karte 1:25.000 überein. Einen sichtbaren Zufluß hat der See nicht, nur die lang andauernden Schneemassen des oberen Talkessels führen ihm Wasser zu. Im Südosten besitzt das Becken einen offenen Abfluß, der sich in einem Fall hinabwirft und im sog. Botzdorfer Loch sich in zwei Teile teilt: in dem größeren östlichen Kaul (Kahul) und dem kleineren westlichen Trockenbach (Sucha voda); beide ergießen sich in die Popper. Auf 12 Profilen von Norden nach Süden und einem Längsprofil von Westen nach Osten wurde an 142 Stellen die Tiefe gemessen. Die Karte zeigt einen ruhigen Verlauf der Isobathen. Gelotet wurde bei einem Wasserstand = 28 cm unterhalb der höchsten Strandlinie. Auffallend ist eine kleine Mulde im Norden (Profil A—A<sub>1</sub>), wo das Lotgewicht bis auf 11·2 m hinuntersank, zugleich der größten Tiefe des ganzen Sees. Ich habe in der nächsten Umgebung noch an weiteren 3 Stellen gelotet, um die flächenhafte Ausdehnung dieser Mulde näher zu bestimmen.

Die Fläche des Botzdorfer Sees beträgt 27792 m<sup>2</sup>. Zum Vergleiche seien wieder angeführt.

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradsky	Katasteraufnahme	384	
Kolbenheyer	„	384	
Schaffer	Eigene Aufnahme 1:2.000	277	} Planimetrierung mm-Papier
	Kontrollwerte { Meßtischblatt	1:25.000 325	
		1:25.000 320	

Hradsky's Angabe mit 384 a, als auch die beiden Kontrollmessungen geben die Fläche zu groß an. Kolbenheyer hat scheinbar seine Zahl von Hradsky übernommen. Das Areal zwischen 2 Isobathen und das der Isobathenflächen wird in folgender Tabelle mitgeteilt.

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—2	4417	15·9	0	27792	100
2—4	3250	11·7	2	23375	84·1
4—6	4833	17·4	4	20125	72·4
6—8	8626	31	6	15292	55
8—10	6602	23·8	8	6666	24
10—11·2	64	0·2	10	64	0·2
0—11·2 m	27792 m <sup>2</sup>	100%			

Die Areale der ersten drei Tiefenstufen zeigen einen kleinen Prozentanteil am Gesamtareal und erst von der 6 m Isobathe angefangen treffen wir eine ausgedehnte Fläche infolge der sanfteren Böschung. Dies zeigt die Tiefenstufe zwischen 6—10 m, die mit 54·8 % über die Hälfte des Gesamtareals einnimmt. Die letzte Tiefenstufe (10—11·2 m) ist räumlich sehr beschränkt.

Der Umfang des Botzdorfer Sees ergibt sich mit 700 m. Die Uferentwicklung des mehr oder weniger ovalen Sees beträgt nur 1·08 und kommt der Einheit (Kreisform) schon ziemlich nahe. Es ist der kleinste Wert von den hier in diesem Rahmen behandelten Seen überhaupt.

Für das Volumen erhielt ich nachstehende Werte:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 158.798 \text{ m}^3$	$\bar{m} = 5·7 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 159.737 \text{ m}^3$	$\bar{m} = 5·7 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 162.082 \text{ m}^3$	$\bar{m}' = 5·8 \text{ m}$
Mittel: $V = 160.205 \text{ m}^3$		$\bar{m} = 5·7 \text{ m}$

Die hypsographische Kurve fällt anfangs ziemlich rasch und geht von der 6 m Isobathe angefangen nur in ein geringes Gefälle über; sie zeigt einen in bezug auf die Abszissenachse mehr konvexen Verlauf.

Der mittlere Böschungswinkel des Botzdorfer Sees berechnet sich mit 10° 2' und erinnert an den Großen Froschsee mit annähernd derselben mittleren Böschung. Nachstehende Tabelle bringt nebst den Isobathenlängen sämtliche ermittelte Böschungswinkel:

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- stufen in ° und	des ganzen Beckens in ° und '
0	700				10° 2'
2	630	0—4	7667	18° 28'	Größter Böschungs- winkel des ganzen Beckens: 47° 12' in der Tiefenstufe 0—5·4 m.
4	580	4—8	13459	7° 57'	
6	500				
8	360	8—10	6602	3° 27'	
10	40				

Hieraus folgt ein ausnehmend steiles Ufergehänge und ein flach geböschtes Terrain der weiter abwärts folgenden Tiefenstufen. Die größte im See befindliche Böschung mit 47° 12' (Profil B—B<sub>1</sub>) ist der größte örtliche Böschungswinkel überhaupt. Aus den Profilen erkennt man deutlich den schroffen Einfall des Beckens besonders im Nordwesten. Das Profil A—A<sub>1</sub> besitzt im Nordwesten schon bei 20 m Entfernung vom Ufer bereits eine Böschung von 29°, zum Unterschiede vom südlichen Ufer, wo wir bei derselben Uferentfernung einen Böschungswinkel von nur 17° antreffen. Noch ausgeprägter ist diese Unsymmetrie beim nächsten Profil (B—B<sub>1</sub>).

$$\frac{\overline{T}_m}{\overline{T}} = 1 \quad 1.96 \text{ d. i. } 50.8\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\frac{\overline{T}}{\sqrt{\overline{Areal}}} = 1 \quad 14.8$$

Die Grundform des Botzdorfer Sees ist ein Kessel mit einer verhältnismäßig tiefen Einsenkung in das ihn umgebende Gelände.

### Felker See im Felker Tal. (Abb. 6.)

Das westlich vom Botzdorfer Tal gelegene Felker Tal birgt in 1641 m Meereshöhe den Felker See. Er wird im Westen begrenzt von den mit Knieholz bewachsenen Schutthalden des Blumengartenturmes (2425 m), im Norden von der steilen Talstufe des Blumengartens (1821 m), eines ehemaligen Seebeckens. Die östliche Begrenzung bildet die Granatenwand und im Süden öffnet sich das Becken gegen das Felker Tal. Der schmale und langgestreckte See erhält Zufluß von einem Bach, der dem Langen See (1953 m) unter der Gerlsdorferspitze (2663 m) entspringt. Dieses Zuflußwasser verschwindet zirka 100 m vom Langen See entfernt in dem Geröll der obersten Stirnmoräne<sup>25)</sup> und kommt dann weiter unten wieder aus dem Schutt hervor. Es durchfließt dann den Blumengarten und stürzt in einem Wasserfall die Talstufe des Blumengartens zum Felker See hinab. Der offene Abfluß fließt als Felker Bach nach Süden, verschwindet zeitweilig unter den Gesteinstrümmern des Tales und mündet nach Aufnahme des Kaulbaches und des Stoßwassers bei Felka in die Popper. Der Felker See wird durch eine Moräne angestaut,<sup>26)</sup> in die sich der Felker Bach immer mehr einschneidet. Der Felker See ist der einzige Moränensee von den hier in dieser Arbeit behandelten Becken. Es wurden 8 Profile von Westen nach Osten und ein Längsprofil von Norden nach Süden mit 78 Lotpunkten in die Karte eingetragen. Sie zeigt ein einheitliches Becken ohne Schwellen und Mulden. Zur Zeit der Lotung wurde der Seespiegel = 20 cm unterhalb der untersten Strandlinie gemessen. Die größte Tiefe fand ich mit 4.8 m und liegt etwa 70 m nördlich vom Abfluß. Im Jahre 1875 hat D. v. D e z s ö (8) den Felker See ausgelotet und fand als Maximaltiefe 5.3 m. Ich konnte an keiner Stelle, zumal die Lotungen im tiefsten Becken ziemlich dicht sind, 5 m Tiefe erloten. Der See zeigt in seinen ganzen Umrissen eine breite Strandzone, die auf eine ehemalg größere Ausdehnung hinweist. Auch den in einer Spitze zusammenlaufenden Umriß im Süden des Sees, wie ihn das Meßtischblatt wiedergibt, kann man heute nicht mehr beobachten.

<sup>25)</sup> Nach Aussage von Herrn Prof. F. Dénes in Weszterheim.

<sup>26)</sup> Vgl. J. P a r t s c h (60) S. 86.

Die planimetrische Ausmessung des Felker Sees ergibt eine Fläche von 18126 m<sup>2</sup>. Diese Zahl, mit anderen Autoren verglichen, ergibt folgende Zusammenstellung:

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradsky	Katasteraufnahme	150	
Klöden (37)	?	433!	
Kolbenheyer	Katasteraufnahme	150	
Schaffer	Eigene Aufnahme	1: 2.000 181	} Planimetrierung mm-Papier.
Kontroll- messungen	{ Meßtischblatt	1:25.000 169	
		1:25.000 162	

Der Wert Hradsky's mit 150 a ist zu klein, Kolbenheyer scheint Hradsky's Zahl übernommen zu haben. In Klöden's „Seentabelle“ (37) fand ich für den Felker See 433 a! Diese Flächenangabe ist mehr als doppelt zu groß angegeben.

In der folgenden Tabelle ist eine Zusammenstellung aller hier noch in Frage kommenden Werte gegeben.

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—1	3710	20·6	0	18126	100
1—2	3083	17	1	14416	79·4
2—3	4183	23	2	11333	62·4
3—4	4484	24·7	3	7150	39·4
4—4·8	2666	14·7	4	2666	14·7
0—4·8 m	18126 m <sup>2</sup>	100%			

Die gleichmäßige Aufteilung der Flächenanteile der einzelnen Isobathenzonen spricht für ein nach allen Seiten sanft zur Mitte abfallendes Becken.

Der Umfang des Felker Sees beträgt 630 m, die Uferentwicklung = 1·32.

Das Volumen und die mittlere Tiefe ergeben folgende Werte:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 44.006 \text{ m}^3$	$\bar{T} m = 2·4 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 43.951 \text{ m}^3$	$\bar{T} m = 2·4 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 46.765 \text{ m}^3$	$\bar{T} m' = 2·5 \text{ m}$
<hr/> Mittel: $V = 44.907 \text{ m}^3$		$\bar{T} m = 2·4 \text{ m}$

Die bathymetrische Kurve zeigt in ihrem ganzen Verlauf ein gleichmäßiges Gefälle.

Der mittlere Böschungswinkel des Felker Sees berechnet sich mit 6° 20', der kleinsten mittleren Böschung von den hier behandelten Seen.

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	630	0—2	6793	9° 36' 6° 20'
1	560			
2	520			
3	400	2—4	8667	4° 52' Größter Böschungs- winkel des ganzen Beckens: 17° 45' in
4	220	4—4·5	2154	2° 4' der Tiefenstufe 1—4·2 m.

Der etwas stärker geneigten Uferzone folgt weiter abwärts ein sanft geböschtes Bodenrelief. Die Lotungsprofile lassen wieder die ungleichmäßige Böschung der Seeufer erkennen. Die maximale örtliche Böschung beträgt nur 17° 45' (Auf der Karte fälschlich bei Profil A—A<sub>1</sub> mit 23° angegeben.) Das Längsprofil (C—C<sub>1</sub>) zeigt in seiner ganzen Länge einen nur wenig geneigten Seeboden.

$$\frac{\overline{T_m}}{\overline{T}} = 1 \quad 2 \text{ d. i. } 50\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\frac{\overline{T}}{\sqrt{\overline{Areal}}} = 1 \quad 28$$

Der nur flach in seine Umgebung eingebettete Felker See hat den Charakter eines Kessels.

### Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlbachtal.

Halbkreisartig umschließt der hier aus mehreren steil ansteigenden Felsenspitzen bestehende Hauptkamm des Gebirges den Talkessel der Fünfseen. Er wird im Südwesten begrenzt von den sog. Jägerbreitenspitzen, die in nordwestlicher Richtung streichend gegen den Roten Turm (2466 m) hin ansteigen und hier mit dem Hauptkamm zusammenstoßen. Die weitere Umgrenzung bildet im Norden der Hauptgrat mit dem Kleinen Sattelpaß (2380 m), eines wichtigen Überganges vom Kleinkohlbachtal ins Javorovatal (Uhrngärtner Grund). Nördlich vom Kleinen Sattelpaß erhebt sich der Markasitturm (2611 m), mit einem bis zu den Fünfseen hinabreichenden Grat, der in der Pfinnaussicht (2121 m) endet. Die höchste Erhebung in diesem Teil des Hauptkammes bildet die nördlich vom Markasitturm gelegene Eistaler Spitze (2630 m). Im Norden umgeben die Schneespitze (2507 m), die Eistaler Scharte (2341 m) und die Grünseespitze (2536 m) den Talkessel des Fünfseenbeckens. Die östliche Umrandung bildet die Déry-Spitze (2481 m), der Schwalbenturm (2635 m) und die gewaltigen Wände der Lomnitzer Spitze (2634 m). Im Süden wird die Fünfseen-Gruppe von der etwa 400 m hohen obersten Talstufe abgeschlossen. Die folgenden Seen sind lauter im festen Gestein eingebettete Felsbecken.

## 1. See.

Dieses kleine Seebecken (2017 m) erhält Zuflußwasser von dem viel größeren nordwestlich davon gelegenen See (2019'3 m, auf der Karte als 2. See bezeichnet; vgl. auch die kleine Skizze der Fünfseen-Gruppe im Maßstabe 1 : 25.000). Der offene Abfluß stürzt als Kleiner Kohlbach die 400 m hohe Talstufe hinab und durch den Abfluß des tiefstgelegenen Sees (2006'4 m, auf der Karte als 5. See angegeben) verstärkt, fließt er in südöstlicher Richtung das Kleinkohlbachtal entlang. Vor der Vereinigung mit dem Großen Kohlbach beim Hotel „Gemse“ bildet er den „Künsterwasserfall“ und den großartigen „Riesensturz“. Der Große und Kleine Kohlbach fließen zusammen als Kohlbach bei Groß-Lomnitz in die Popper. An 8 Stellen wurde gelotet und 4'2 m als größte Tiefe gefunden. (Wasserstand: 5 cm unterhalb der deutlichsten Strandlinie.)

Das Areal dieses Sees ergab eine Fläche von 1167 m<sup>2</sup>.

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a
Hradsky	Katasteraufnahme	17
Schaffer	Eigene Aufnahme 1	2.000 11
„	Meßtischblatt 1	25.000 15
		mittels mm-Papier.

Alle drei Werte weichen unter Berücksichtigung der Kleinheit des Sees nicht allzu sehr voneinander ab. Eine Kontrollmessung auf dem Meßtischblatt mittels Planimeter wurde begreiflicherweise nicht ausgeführt.

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—1	626	53'6	0	1167	100
1—2	250	21'4	1	541	46'4
2—3	167	14'4	2	291	25
3—4	96	8'2	3	124	10'6
4—4'2	28	2'4	4	28	2'4
0—4'2 m	1167 m <sup>2</sup>	100%			

Die Tiefenstufe zwischen 0—1 m nimmt über die Hälfte des Gesamtareals (53'6 %) ein. Der prozentuale Anteil der nächstfolgenden Tiefenstufen nimmt nach unten zu immer mehr ab und spricht für ein typisches trichterförmiges Becken.

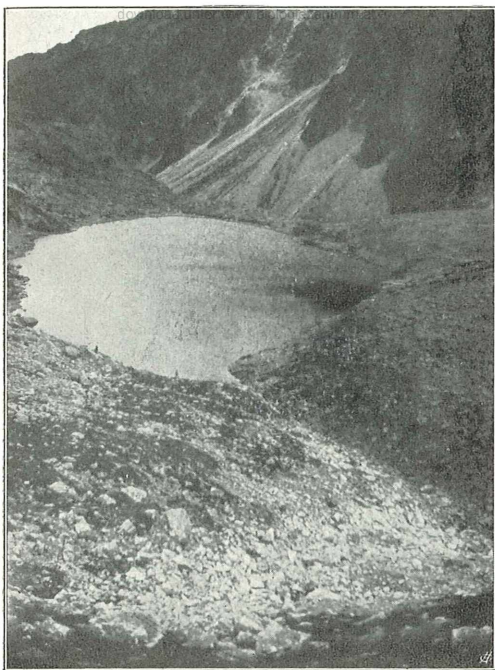
Für den Umfang erhielt ich 140 m, für die Uferentwicklung 116.

Das Volumen und daraus die mittlere Tiefe (+ m) Tiefe (Tm) berechneten sich je nach der Methode:

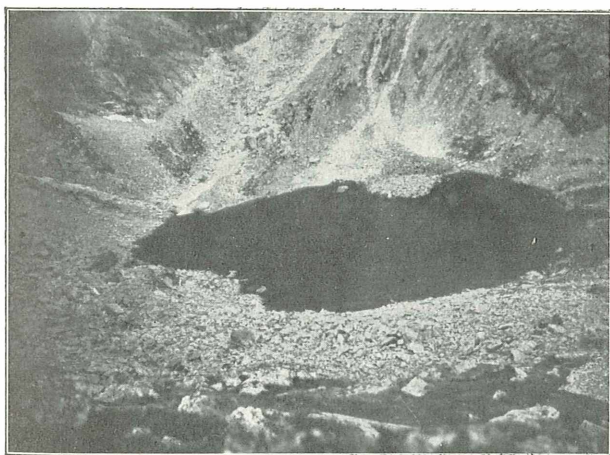
a) Mittelbildung:	$V_1 = 1554 \text{ m}^3$	$\overline{T} m = 1'3 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 1480 \text{ m}^3$	$\overline{T} m = 1'3 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 1457 \text{ m}^3$	$\overline{T} m' = 1'2 \text{ m}$

Mittel:  $V = 1497 \text{ m}^3$

$\overline{T} m = 1'3 \text{ m}$



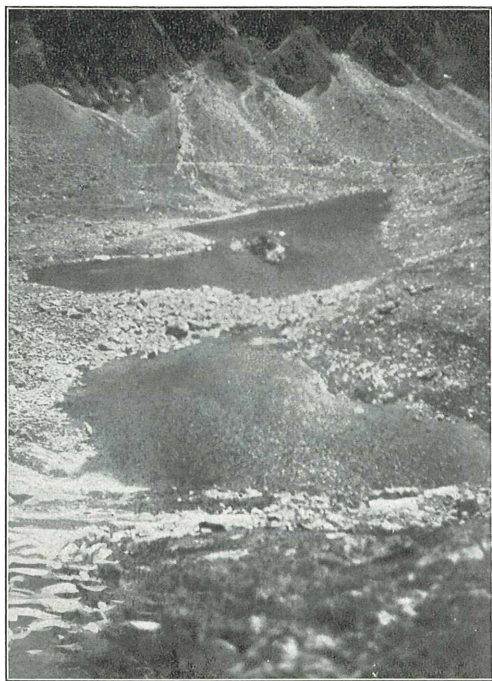
1.



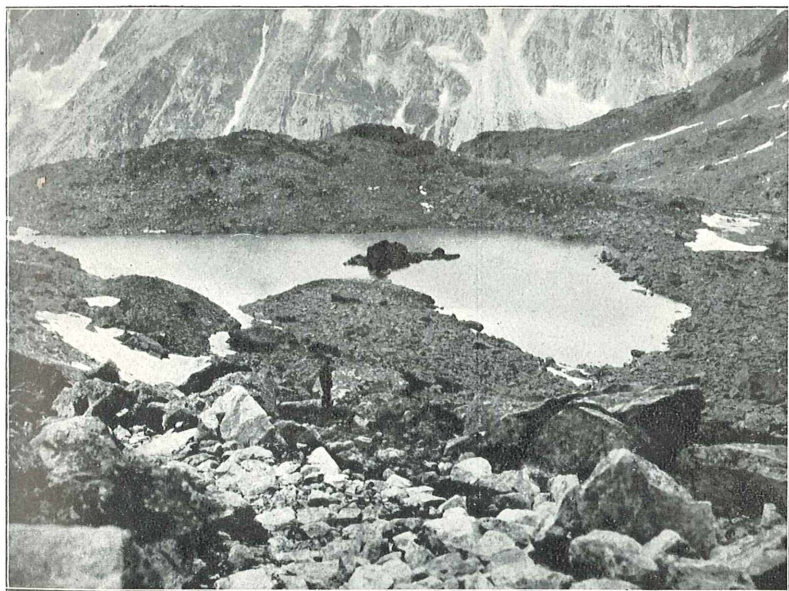
2.





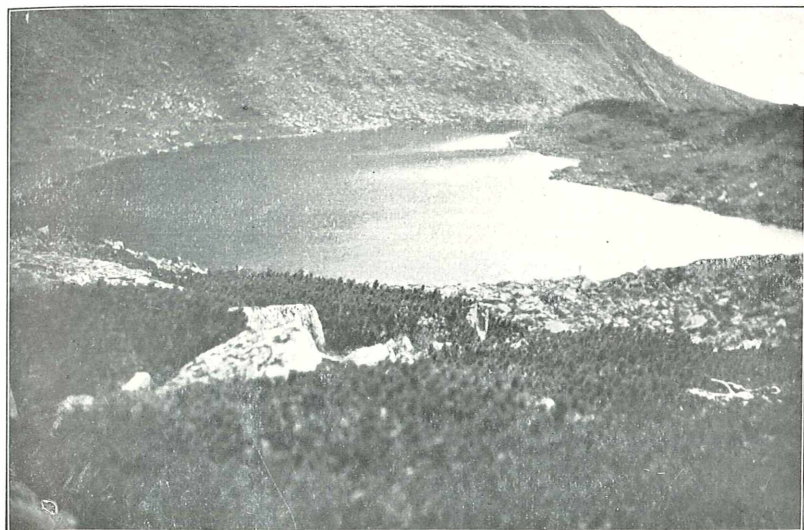


3.

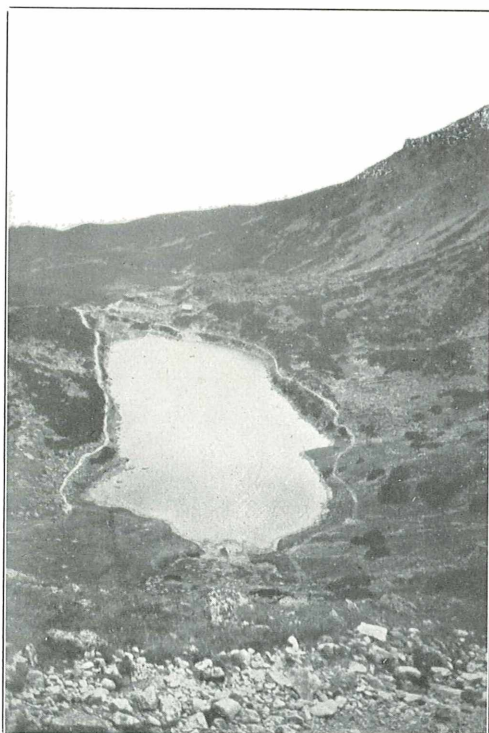


4.



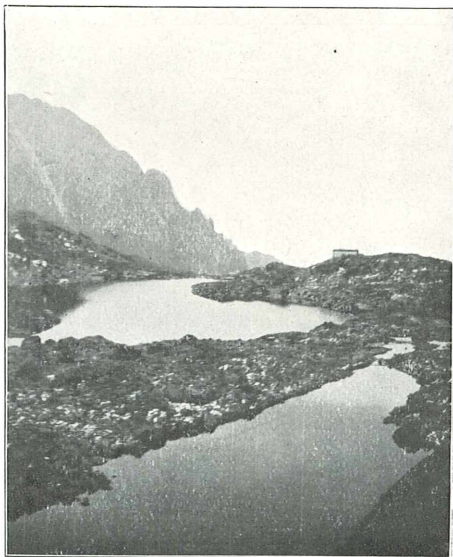


5

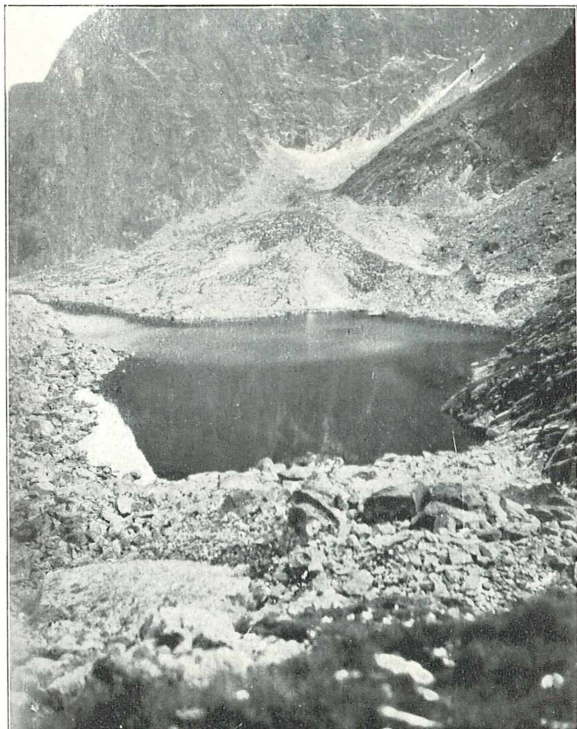


6





7



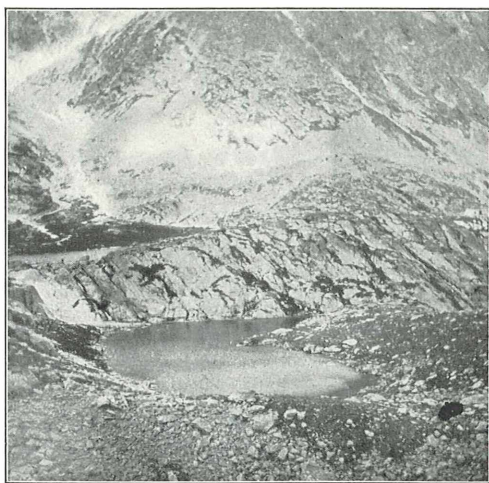
8.







9.



10.





Die hypsographische Kurve zeigt bis zur 1 m Tiefe ein sehr geringes Gefälle; von hier an fällt sie bedeutend rascher bis zum tiefsten Punkt. Die Kurve besitzt in ihrem ganzen Verlauf eine in bezug auf die Abszissenachse konkave Wölbung.

Der mittlere Böschungswinkel erreicht den hohen Wert von  $14^{\circ} 25'$ , des größten mittleren Böschungswinkels der Fünfseen-Gruppe. Die Werte der Böschungswinkel für die einzelnen Tiefenstufen und die Länge der Isobathen sind aus nachstehender Tabelle zu ersehen.

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- stufen in ° und '	des ganzen Beckens in ° und '
0	140	0—2	875	$12^{\circ} 52'$	$14^{\circ} 25'$
1	100				Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: $14^{\circ} 34'$ in der Tiefenstufe 0—1·3 m.
2	60	2—4	263	$16^{\circ} 55'$	
3	50				
4	20	4—4·2	28	$4^{\circ} 5'$	

Die hohe mittlere Böschung der ersten zwei Tiefenstufen (0—2 m, 2—4 m) läßt auf einen trichterförmigen Einfall des Beckens schließen. Das Lotungsprofil E—E<sub>1</sub> zeigt, daß der Seeboden im Nordosten sich viel rascher senkt als im Südwesten, wo der Zufluß das kleine Becken schon stark aufgefüllt hat.

$$T_m \quad T = 1 \quad 3 \cdot 23 \text{ d. i. } 30 \cdot 9\% \text{ der größten Tiefe}$$

$$T \sqrt{\text{Areal}} = 1 \quad 8 \cdot 09.$$

Hieraus ergibt sich eine typische Trichterform mit einer starken Einsenkung in das umgebende Terrain.

## 2. See. (Abb. 7, 9, 10.)

Nordwestlich vom 1. See (2017 m) liegt durch einen vorspringenden Felsbuckel getrennt, der 2. See (2019·3 m), dessen im Norden ganz ebenes mit dichtem Gras bewachsenes Vorland seinen einst größeren Umfang erweist. Ein Teil des östlichen Ufers wird von einer anstehenden Felswand gebildet, die unterseeisch ihre Fortsetzung hat. Von dem nordwestlich davon gelegenen größtem Becken der Fünfseen, erhält dieser 2. See einen Zufluß, der kurz vor seiner Einmündung sich in zwei Arme teilt. Das Becken selbst entwässert in den 1. See und in den beim Schutzhaus gelegenen See (2006·4 m). Aus dem Meßtischblatt ist die Verbindung dieser beiden Seen nicht ersichtlich. Mit 8 Querprofilen von Norden nach Süden und einem Längsprofil von Westen nach Osten konnte mit 86 Lotstationen das unterseeische Bodenrelief ermittelt werden. Die Tiefenkarte zeigt ein einfach gestaltetes Becken mit einem ausgedehnten fast ebenen Seeboden. Zur Zeit der Lotung lag der Wasserspiegel 5 cm unterhalb einer

gut erkennbaren Strandlinie. Als Maximaltiefe ergab sich an zwei Stellen 5'1 m.

Das Oberflächenareal dieses Sees beträgt 18208 m<sup>2</sup>. Verglichen mit anderen Werten ergibt sich:

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradszky	Katasteraufnahme	110	
Schaffer	Eigene Aufnahme	1:2.000 182	} mittels Planimeter mm-Papier.
Kontroll- werte	Meßtischblatt	1:25.000 200	
		1:25.000 206	

Hradszky's Angabe mit 110 a ist viel zu klein. Kolbenhoyer gibt keinen Wert an. Die Differenz meiner drei Werte ist unerheblich. Die hier einschlägigen Daten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—1	2208	12'1	0	18208	100
1—2	1708	9'4	1	16000	87'9
2—3	1709	9'4	2	14292	78'5
3—4	4292	23'6	3	12583	69'1
4—5	8083	44'4	4	8291	45'5
5—5'1	208	1'1	5	208	1'1
0—5'1 m	18208 m <sup>2</sup> ..	100%			

Der See besitzt zum Unterschiede vom 1. See ein steiles Ufergehänge, das bei der 4 m Isobathe in einen ausgebreiteten Flachboden übergeht. Während die drei ersten Stufen nur kleine Prozentanteile am Gesamtareal zeigen, nimmt die Tiefenstufe zwischen 4—5 m fast die Hälfte des Gesamtareals ein.

Der Umfang dieses Sees = 640 m, die Uferentwicklung = 1'33.

Für das Volumen und die mittlere Tiefe erhielt ich folgende Werte:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 60.381 \text{ m}^3$	$\overline{m}' = 3'3 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 59.512 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 3'2 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 59.066 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 3'2 \text{ m}$
<hr/> Mittel: $V = 59.653 \text{ m}^3$		$\overline{m} = 3'2 \text{ m}$

Die hypsographische Kurve fällt verhältnismäßig rasch bis zur 3 m Tiefe und nimmt dann von hier bis zum tiefsten Punkt einen fast gradlinigen Verlauf; sie läßt einen typischen Kessel erkennen.

Der mittlere Böschungswinkel beträgt 7° 48'. hat also fast dieselbe mittlere Böschung wie der Kleine Hinzensee (7° 23').

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	640	0—2	3916	16° 46' 7° 48'
1	580			
2	540	2—4	6001	9° 38' Größter Böschungs-
3	520			
4	480	4—5	8083	1° 54' Beckens: 37° 57' in
5	60			
				der Tiefenstufe
				0—3·9 m.

Einer steil geböschten Uferzone folgt nach der Tiefe zu ein ausgedehnter flacher Seeboden. Die größte örtliche Böschung wurde mit 37° 57' bestimmt (Profil B—B<sub>1</sub>).

$$\frac{T_m}{T} = 1 \quad 1.54 \text{ d. i. } 64.7\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\frac{T}{\sqrt{\text{Areal}}} = 1 \quad 26.4$$

Das nur flach in seine Umgebung eingesenkte Becken stellt einen ausgesprochenen Kessel dar. Die typische Kesselnatur kommt hier am deutlichsten zum Ausdruck.

#### 5. See. (Abb. 9.)

Westlich vom Schutzhaus liegt in einem abseits gelegenen Kessel ein weiteres Becken (2006'4 m) der Fünfseen. Es erhält Zufluß vom 2. See, durch einen häufig noch mit Schnee erfülltem Spalt. In der östlichen Ecke des Sees entweicht ihm Wasser, das mit dem Abfluß des 1. See sich vereinigt und als Kleiner Kohlbach nach Süden fließt. Mit 6 Profilen von Nordwesten nach Südosten wurde an 24 Stellen die Tiefe gemessen. Als größte Tiefe ergab sich 4'1 m; sie liegt exzentrisch im südlichen Teil des Beckens. Der Wasserspiegel wurde bei der Auslotung = 20 cm unterhalb einer deutlich sichtbaren Uferlinie bestimmt. Dies war der einzige See, wo infolge starken Windes die Auslotung zweimal unterbrochen werden mußte.

Die Fläche dieses Sees, planimetrisch gemessen, ergab 4792 m<sup>2</sup>

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradzky	Katasteraufnahme	62	
Schaffer	Eigene Aufnahme	1 2.000 47	} mittels Planimetrierung mittels mm-Papier.
	Meßtischblatt	1 25.000 45	
Kontroll- werte		1 25.000 43	

Das Areal Hradzky's mit 62 a ist zu groß angegeben. Die drei von mir ermittelten Werte sind bedeutend kleiner und weichen voneinander nur unerheblich ab.

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0—1	1834	38·2	0	4792	100
1—2	708	14·9	1	2958	61·8
2—3	917	19·1	2	2250	46·9
3—4	1257	26·2	3	1330	27·8
4—4·1	76	1·6	4	76	1·6
0—4·1 m	4792 m <sup>2</sup>	100%			

Der See besitzt — abgesehen vom südlichen Teil des Sees — flach einfallende Ufer. Die letzte Tiefenstufe (4—4·1 m) ist räumlich sehr eingengt.

Der Umfang beträgt 320 m, die Uferentwicklung = 1·3.

Das Volumen ergibt folgende Werte:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 8973 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 1·8 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 8841 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 1·8 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 8781 \text{ m}^3$	$\overline{m} = 1·8 \text{ m}$
<i>Mittel: V = 8865 m<sup>3</sup></i>		$\overline{m} = 1·8 \text{ m}$

Der mittlere Böschungswinkel = 10° 10'. Nachstehende Tabelle bringt neben den Isobathenlängen sämtliche ermittelte Böschungswinkel:

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- des ganzen Beckens stufen in ° und ' in ° und '
0	320	0—2	2542	10° 10'
1	260			Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: 29° 44' in der Tiefenstufe 0—4 m.
2	240	2—4	2174	7° 20'
3	160			
4	40	4—4·1	76	1° 30'

Zu dem relativ großen Böschungswinkel der ersten Tiefenstufe (0—2 m), hat die Stufe zwischen 1—2 m am meisten dazu beigetragen. Die größte im See befindliche Böschung beträgt 29° 44' (vgl. Profil C—C<sub>1</sub>).

$$\overline{m} = 1 \cdot 227 \text{ d. i. } 43·9\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\overline{m} = \sqrt{\overline{\text{Areal}}} = 1 \cdot 135$$

Dieses Seebecken bildet eine Übergangsform zwischen den trichterförmigen und kesselförmigen Wannen. Es hat mehr den Charakter eines Trichters.

## 3. See. (Abb. 7, 8.)

Nordwestlich vom 2. See liegt in 2039 m Meereshöhe das größte Becken der Fünfseen (auf der Karte als 3. See bezeichnet). Sein westliches Ufer wird zumeist von anstehendem Gestein gebildet, das mit steiler Böschung sich unterseisch fortsetzt. Die übrigen Ufer sind flach und können im Gegensatz zum westlichen, verhältnismäßig leicht begangen werden. Der Seeumriß auf der Detailkarte 1:25.000 entspricht im allgemeinen den natürlichen Verhältnissen. Der See empfängt keinen offenen Zufluß, Schneeschmelzwasser im Frühjahr und vermutlich unterirdische Schuttquellen regulieren den Wasserstand. Er entwässert zu dem südöstlich davon gelegenen See (2019'3 m). Es wurden 10 Querprofile von Westen nach Osten und ein Längsprofil in nordsüdlicher Richtung durch den See gelegt. Mit 112 Lotpunkten konnte die Tiefenkarte konstruiert werden. Sie zeigt ein einfach gestaltetes Becken und entspricht im allgemeinen der Geländeform der Seeumgebung. Gelotet wurde bei einem Wasserstand = 42 cm unterhalb der deutlichsten Strandlinie. Die größte Tiefe des Sees wurde an drei Stellen mit 9'6 m gefunden und ist somit das tiefste Becken der Fünfseen-Gruppe. Ganz im Norden wurde an zwei Stellen diese Maximaltiefe gelotet.

Die planimetrische Ausmessung ergab eine Fläche von 24336 m<sup>2</sup>

Autor:	Kartengrundlage:	Fläche in a:	
Hradzky	Katasteraufnahme	210	
Kolbenheyer	„	210	
Schaffer	Eigene Aufnahme	1: 2.000 243	} mittels Planimeter mm-Papier.
	Kontroll- werte { Meßtischblatt	1:25.000 214	
		1:25.000 262	

Hradzky's Wert mit 210 a ist etwas zu klein. Kolbenheyer hat anscheinend die gleiche Zahl von Hradzky übernommen.

In der folgenden Tabelle sind die übrigen Arealwerte angeführt:

Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals	Tiefe in m	Areal der Isobathen- flächen in m <sup>2</sup>	in % des Gesamtareals
0--2	4000	16·5	0	24336	100
2--4	3876	15·9	2	20336	83·5
4--6	3128	12·8	4	16460	67·6
6--8	4408	18·1	6	13332	54·8
8--9·6	8924	36·7	8	8924	36·7
0--9·6 m	24336 m <sup>2</sup>	100%			

Bis zur 8 m Isobathe zeigen die einzelnen Isobathenzonen infolge der starken Neigung kleine Flächenanteile am Gesamtareal; von hier treffen wir auf eine ausgedehnte fast ebene Bodenfläche.

Der Umfang, mit dem Kurvimeter gemessen, ergab 740 m, die Uferentwicklung beträgt 1'33.

Das Volumen und daraus die mittlere Tiefe berechneten sich je nach der Methode:

a) Mittelbildung:	$V_1 = 137.968 \text{ m}^3$	$\overline{T} m = 5'6 \text{ m}$
b) Simpson'sche Formel:	$V_2 = 138.420 \text{ m}^3$	$\overline{T} m = 5'6 \text{ m}$
c) Hypsographische Kurve:	$V_3 = 137.887 \text{ m}^3$	$\overline{T} m = 5'6 \text{ m}$
<hr/> Mittel: $V = 138.091 \text{ m}^3$		$\overline{T} m = 5'6 \text{ m}$

Der mittlere Böschungswinkel beträgt  $12^\circ 49'$ , beinahe der doppelte Wert des 2. Sees.

Tiefe in m	Länge der Isobathen in m	Tiefenstufe in m	Areal zwischen zwei Isobathen in $\text{m}^2$	Mittlerer Böschungswinkel der Tiefen- stufen in $^\circ$ und '	des ganzen Beckens in $^\circ$ und '
0	740				$12^\circ 49'$
2	720	0—4	7876	$19^\circ 3'$	Größter Böschungswinkel des ganzen Beckens: $45^\circ 34'$ in der Tiefenstufe 0—5'1 m.
4	620	4—8	7536	$16^\circ 33'$	
6	560	8—9	3050	$8^\circ 56'$	
8	500				

Der See besitzt eine ausnehmend steile Uferböschung (stärkste Uferböschung von den hier bearbeiteten Seen!), die ziemlich unvermittelt an das ausgeglichene Bodenrelief ansetzt. Die Lotungsprofile veranschaulichen die örtlichen Böschungsverhältnisse des Sees. Das Profil A—A<sub>1</sub> zeigt infolge der im Süden eingreifenden Bucht inmitten eine starke Erhebung des Seebodens. Aus dem nächsten Profil (B—B<sub>1</sub>) ersieht man am westlichen Ufer den steilen Abfall des Beckens. Die größte örtliche Böschung beträgt hier  $45^\circ 34'$ . Das Längsprofil (C—C<sub>1</sub>) geht mitten durch den See und bringt die breite Einebnung des Beckens deutlich zum Ausdruck.

$$\frac{\overline{T} m}{\overline{T}} = \frac{1}{\sqrt{\text{Areal}}} = 1 \quad 1'71 \text{ d. i. } 58'3\% \text{ der größten Tiefe.}$$

$$\frac{\overline{T} m}{\overline{T}} = 1 \quad 16'2$$

Hieraus folgt als Beckenform ein typischer Kessel.

Das am nördlichsten gelegene, zu den Fünfseen gehörige Becken ist nur ein kleiner Tümpel mit zirka 1 m Tiefe. Sämtliche Seen, in einer Tabelle zusammengefaßt, ergibt folgendes Bild:

Name des Sees	Meeres- höhe in m	Fläche in m <sup>2</sup>	Tiefe		Ver- hältnis beider	in ‰ der größten Tiefe
			größte in m	mittlere in m		
Grüner See unter dem Krivan	2026	43209	23·1	7·	1:3·3	30·3
Oberer Wahlenbergsee	2154	49626	21·1	8·4	1:2·51	39·8
Kleiner Hinzensee	1942	22208	6·1	3·3	1:1·84	54
Kleiner Froschsee	1920	11252	12·8	3·7	1:3·46	28·8
Großer Froschsee	1920	22584	6·9	2·8	1:2·46	40·5
Eissee im Mengsdorfer Trümmertal	1935	21084	10·2	4·7	1:2·17	46
Botzdorfer See	1898	27792	11·2	5·7	1:1·96	50·8
Felker See	1641	18126	4·8	2·4	1:2	50
1. See	2017	1167	4·2	1·3	1:3·23	30·9
2. See	2019·3	18208	5·1	3·2	1:1·54	64·7
5. See	2006·4	4792	4·1	1·8	1:2·27	43·9
3. See	2039	24336	9·6	5·6	1:1·71	58·3

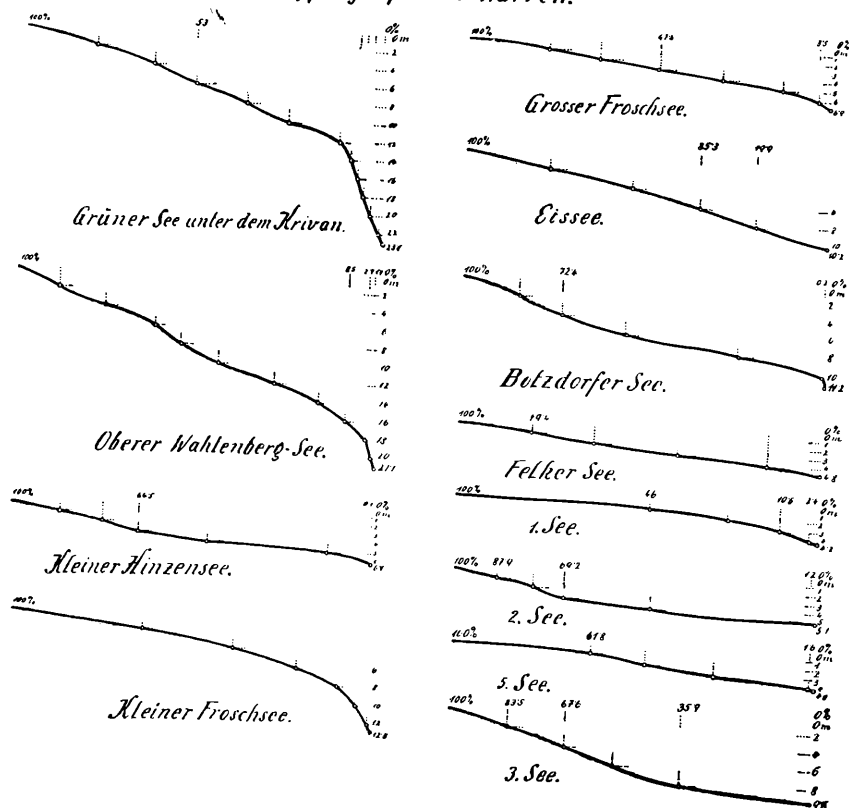


Gr. T.: √ Fläche	Volumen in m³	Umfang in m	Ufer- ent- wick- lung	Böschungswinkel mittlerer in ° u. '    größter in ° u. '	Zahl d. Lotungen über- haupt	Lotungen auf 1 km²	Becken- form
1:8:9	305141	1080	1:46	16° 33' 40° 2'	209	4830	Trichter
1:10:5	420805	940	1:19	15° 12' 46° 24'	217	4370	Trichter
1:24:6	73699	640	1:21	7° 23' 30° 6'	118	5310	Kessel
1:8:2	42438	440	1:17	12° 9' 29° 19'	52	4620	Trichter
1:21:7	62653	750	1:4	10° 38' 22° 48'	142	6280	Trichter
1:14:2	98827	620	1:2	11° 25' 27° 1'	106	5020	Kessel- Trichter
1:14:8	160205	700	1:08	10° 2' 47° 12'	142	5100	Kessel
1:2:8	44907	630	1:32	6° 20' 17° 45'	78	4300	Kessel
1:8:09	1497	140	1:16	14° 25' 14° 34'	8	6860	Trichter
1:26:4	59653	640	1:33	7° 48' 37° 57'	86	4720	Kessel
1:13:5	8865	320	1:3	10° 10' 29° 44'	24	5090	Trichter- Kessel
1:16:2	138091	740	1:33	12° 49' 45° 34'	112	4600	Kessel

## Übersichtstabelle.

Schaffner, Seebecken der Hohen Tatra

# Hypsographische Kurven.



Die größte mittlere Tiefe besitzt der Obere Wahlenberg-See; ihm folgen der Grüne See unter dem Krivan und der Botzdorfer See. Der Kleine Froschsee ist der drittiefste See, nach seiner mittleren Tiefe kommt er aber erst an sechster Stelle. Typische trichterförmige Wannen sind folgende Seen: Kleiner Froschsee, Grüner See unter dem Krivan, 1. See der Fünfseen-Gruppe, Oberer Wahlenberg-See und Großer Froschsee. Den Charakter eines Kessels haben: Der 2. und 3. See der Fünfseen-Gruppe, der Kleine Hinzensee, Botzdorfer- und Felker See. Übergangsformen bilden der Eisse (mehr Kessel) und der 5. See der Fünfseen-Gruppe (mehr Trichter). Am tiefsten in seine Umgebung eingesenkt ist der 1. See des Fünfseenbeckens, ihm folgen der Kleine Froschsee, Grüner See unter dem Krivan und der Obere Wahlenberg-See. Die stärkste Uferentwicklung hat der Grüne See (2026 m), an zweiter Stelle kommt der Große Froschsee und dann folgen drei Seen der Fünfseen-Gruppe (2., 3. und 5. See) mit annähernd der gleichen Gliederung. Am wenigsten durch

Buchten und Vorsprünge gegliedert ist der Botzdorfer See. Die Seen geordnet nach der größten mittleren Böschung ergibt folgende Reihe:

Grüner See ( $16^{\circ} 33'$ ), Oberer Wahlenberg-See ( $15^{\circ} 12'$ ), 1. See der Fünfseen-Gruppe ( $14^{\circ} 25'$ ), 3. See ( $12^{\circ} 49'$ ), Kleiner Froschsee ( $12^{\circ} 9'$ ). Die geringste mittlere Böschung hat der Felker See ( $6^{\circ} 20'$ ). Der Grüne See unter dem Krivan zeigt also einen ungefähr dreimal so großen mittleren Böschungswinkel als der Felker See. Den größten örtlichen Böschungswinkel besitzt der Botzdorfer See mit  $47^{\circ} 12'$  in der Tiefenstufe 0—5'4 m, etwa fünfmal so groß als er im Mittel beträgt ( $10^{\circ} 2'$ ). Im Durchschnitt kommen auf 1 km<sup>2</sup> Seefläche 5000 Lotungen, eine Zahl, die man wohl bei kleinen Seen verlangen darf.

### Literaturverzeichnis.<sup>27)</sup>

- (1) Beneš, J. Die wahre Oberfläche des Böhmerwaldes im Vergleiche zu ihrer Projektion. Ber. über d. XIV Vereinsjahr d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien, 1888.
- (2) Birkenmajer L. A. Die Temperaturverhältnisse der tiefen Tatra-seen in verschiedenen Tiefen und verschiedenen Jahreszeiten. Abh. d. Akad. d. Wiss. Krakau, math.-naturw. Kl., Ser. 2, Bd. 20, S. 208 ff. Nach Referat von W. Halbfäß, Globus, Bd. CX, 1906, S. 146.
- (3) Bruch J. Projekt einer neuen Berechnungsart der Flächeninhalte zum Zwecke der Grundbesteuerung. Wien, 1887.
- (4) Böhm, A. Über die Genauigkeit der Bestimmung von Gebirgsvolumen und mittlerer Massenerhebung. Verh. d. 8. Deutschen Geographentages. Berlin, 1889.
- (5) Daday, E. v. Übersicht der Diaptomusarten Ungarns. Természettudományi Füzetek. Budapest, Vol. 13, 1890.
- (6) Daday, E. v. Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna der Tatra-seen. Ibid. Vol. 20, 1897.
- (7) Dénes, F. Die neue Originalkarte der Hohen Tatra. Jahrb. d. Ung. Karp.-Ver. XXV 1898.
- (8) Dezsö, D. v. Die Meeräugen der Hohen Tatra. Ein Beitrag zur Erforschung ihrer Tiefenverhältnisse. Jahrb. d. Ung. Karp.-Ver. III, 1876, S. 21—55.
- (9) Dziewulski, E. Tiefenlotungen von sieben polnischen Gebirgseen. Karten 1 5000. Jahrb. d. Poln. Karp. Ver. IV 1879 bis VII. 1882.
- (10) Dziewulski, E. Czarny Staw Gąsienicowy Tatrach Polskich. Pamiętn. Fizjogr. Tom. II, 1882.
- (11) Dziewulski, E. Jeziora Rypińskie i Firlejowskie. Pamiętn. Fizjogr. T. I, 1881.

<sup>27)</sup> Das Literaturverzeichnis strebt danach das gesamte Schrifttum über die Tatrassen zu erfassen. Es wurden daher auch Arbeiten mit aufgenommen, die mir nur aus Zitaten bekannt sind und im Originale nicht zugänglich waren.

- (12) **Dziewulski, E.** Morskie Oko powyżej Rybiego Jeziora w Tatrach polskich. Pamiętn. Tow. Tatr. T. V. 1880.
- (13) **Dziewulski, E.** Ołowianka i jej użycie przy mierzeniu głębokości wód. Pamiętn. Tow. Tatr. T. VI. 1881.
- (14) **Dziewulski, E.** Pięć stawów w dolinie Roztoki w Tatrach Polskich., Pamiętn. Fizjogr. Tom. I. 1881.
- (15) **Dziewulski, E.** Rybie Jezioro w Tatrach Polskich. Pamiętn. Tow. Tatr. IV. 1879.
- (16) **Elfert, P.** Volumetrische Berechnung von Gebirgen mittels des Prismatoids. Pet. Mit. 1887. S. 245.
- (17) **Eljasz, W.** O nazwie Morskiego Oka w Tatrach. Pam. Tow. Tatr. 1884.
- (17a) **Eljasz, W.** Wycieczka do Zielonego Stawu Kiczmarskiego. Pamiętn. Tow. Tatr. T. V 1880.
- (18) **Emericzy, Der** Csorber See. Jahrb. d. Ung. Karp.-Ver. V. 1878.
- (19) **Fels, E.** Der Plansee. Eine geographische Seenstudie. Landeskundl. Forsch. d. Geogr. Ges. München. Heft 20. München, 1913.
- (20) **Fels, E.** Der heutige Stand der Kenntnisse über die bayerischen Seen. Mit. d. Geogr. Ges. in München 1914. IX. Heft 3. S. 385.
- (21) **Fels, E.** Morphologie und Vermessung des Walchenseebeckens. Archiv f. Hydrobiol. Bd. VI. 1928.
- (22) **Finsterwalder S.** Über den mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche. Sitzungsber. d. math. phys. Kl. d. bayer. Akad. d. Wiss. XX. 1890. S. 43.
- (23) **Forel, F. A.** Handbuch der Seenkunde. Stuttgart. 1901.
- (24) **Führnkranz, J.** Untersuchungen über die Genauigkeit der hypsographischen Kurve. Ber. über d. XIV Vereinsjahr d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien. 1888.
- (25) **Grissinger K.** Studien zur physischen Geographie der Tatra-Gruppe. Ber. über d. 18. Vereinsjahr d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien. 1893.
- (26) **Halbfaß, W.** Der Arendsee der Altmark. Pet. Mit. 1896. S. 173.
- (27) **Halbfaß, W.** Tiefen- und Temperaturverhältnisse der Eifelmaare. Pet. Mit. 1897. S. 149.
- (28) **Halbfaß, W.** Morphometrie des Genfer Sees. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin 1897. S. 219.
- (29) **Halbfaß, W.** Die Morphometrie der Europäischen Seen. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin. 1903. S. 592, 706, 784. und 1904. S. 204.
- (30) **Halbfaß, W.** Zur Kenntnis der Seen der Hohen Tatra. Mitteil. d. Geogr. Ges. (f. Thüringen) zu Jena. Bd. XXVIII. 1910.
- (31) **Halbfaß, W.** Die Seen der Erde. Pet. Mit. 1922. Erg.-Heft 185.
- (32) **Heiderich, F.** Die mittlere Höhe Afrikas. Pet. Mit. 1888. S. 209—219.
- (33) **Holle A.** Einteilung und Orometrie des Tatragebirges nebst einem Beitrag zur Wald- und Knieholzgrenze. Inaug.-Diss. d. Univ. Leipzig. Wien 1909. (Abh. d. K. K. Geogr. Ges. VIII. Nr. 2.)
- (34) **Hradszky, J.** Die Seen in den Central-Karpathen. Jahrb. d. Ung. Karp.-Ver. III. S. 89—121. Kesmark. 1876.
- (35) **Kalmus, H.** Untersuchung dreier Tatraseen in Bezug auf ihre Fauna und auf einige für das Leben wichtige physikalische Faktoren im Oktober und November 1928. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 1929. Bd. 22. Heft 1/2.

- (36) Keber. Flächeninhalt und Küstenlänge. Pet. Mit. 1863. S. 309.
- (37) Klöden, G. A. v. Handbuch der physischen Geographie. Berlin 1873. S. 595. Vgl. auch Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin 1884. S. 416.
- (38) Kolbenheyer, K. Über Quellen- und Seen-Temperaturen in der Hohen Tátra. Jahrb. d. Ung. Karp.-Ver. VII. IX. Kesmark 1880. 1882.
- (39) Kolbenheyer, K. Die Hohe Tátra. Teschen 1898.
- (40) Koncza, M. Les cirques des montagnes (Alpes Fribourgeoises et Tatra). Mém. de la soc. Fribourgeoise des sc. nat. XII. 1910.
- (41) Kurovski, L. Das reduzierte und wahre Areal der Ötztaler Gletscher. Ber. d. XIV Vereinsjahres d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien 1888.
- (42) Lencewicz, St. Le catalogue des lacs de la Pologne. Congrès international de Géographie Le Caire. Compte Rendu. 1925.
- (43) Lencewicz, St. Katalog jezior polskich. Księga pamiątkowa XII. Zjazdu Lekarzy i Przyrodników polskich. Warszawa, 1925.
- (44) Lencewicz, St. Badania jeziorne w Polsce. (Recherches limnologiques en Pologne) Nr. 5. Warszawa, 1926. (Mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)
- (45) Lityński, A. Revision der Cladocerenfauna der Tatraseen. I. Teil. Daphnidae Krakau 1913. Bulletin de l'Academie des sciences de Cracovie 1913.
- (46) Lityński, A. Zmarsłe stawy w Tatrach. Pamiętnik Towarz. Tatrzańsk. XXXIV 1913.
- (47) Lityński, A. O temperaturze stawów tatrzańskich. Pam. Tow. Tatr. XXXV. 1914.
- (48) Lityński, A. Jeziora Tatrzańskie i zamieszkująca je fauna wioślarek. Spraw. Kom. Fizyogr. I. LI. 1917.
- (49) Lityński, A. W sprawie badań nad jeziorami tatr. Kosmos 1918—19.
- (50) Lityński, A. Étude critique sur la répartition des Cladocères dans le Tatra, et appendice sur la présence de Branchinecta paludosa. Ann. de. Biol. lac, T. 11. Bruxelles 1923.
- (51) Minkiewicz, S. Przyczyńki do fauny jezior tatrzańskich. Pamiętn. Tow. Tatr. 1910.
- (52) Minkiewicz, S. Die Winterfauna dreier Tatraseen. Bull. de l'Academie Sc. Cracovie 1912.
- (53) Minkiewicz, S. Przegląd fauny jezior tatrzańskich. Spraw. Kom. fiz. Ac. Um. Cracovie 1914.
- (54) Minkiewicz, S. Skorupiaki jezior tatrzańskich. Rozpr. Ak. Um. Cracovie 1917.
- (55) Minkiewicz, S. Z powodu publikacji D-ra A. Lityńskiego p. t.: W sprawie badań nad jeziorami tatrzańskimi. Kosmos, 1918—19.
- (56) Müllner, J. Einige Erfahrungen und Wünsche auf dem Gebiete der Seenforschung. Jahresber. d. k. k. Maximiliangymnasiums in Wien 1902/03 (1903).
- (57) Neumann, L. Orometrie des Schwarzwaldes. Penk's Geogr. Abh., Wien 1886. S. 185.
- (58) Neumann, L. Orometrische Studien im Anschluß an die Untersuchung des Kaiserstuhlgebirges. Zeitschr. f. wiss. Geographie. 1888. VII.
- (59) Partsch, J. Die Hohe Tatra zur Eiszeit. Vortrag in der Leibniz-Sitzung der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. 14. XI. 1907. Berichte der philol.-histor. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. Leipzig LX.

- (60) Partsch, J. Die Hohe Tatra zur Eiszeit. Staatliche Forschungsinstitute in Leipzig. Erster Band, Leipzig 1923. S. 86. (Mit ausführl. Lit.)
- (61) Penck, A. Morphometrie des Bodensees. Jahresber. d. Geogr. Ges. zu München 1894.
- (62) Penck, A. Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894. I. S. 33—95.
- (63) Penck, A. und Richter, E. Atlas der österreichischen Alpenseen. 1. Lieferung: Die Seen des Salzkammergutes. 2. Lieferung: Seen von Kärnten, Krain und Südtirol. 1895/96.
- (64) Peucker, K. Beiträge zur orometrischen Methodenlehre. Diss. Breslau 1890.
- (65) Peucker, K. Der mittlere Neigungswinkel des Bodens. Mit. d. deutsch. u. österr. Alpenvereines 1890. S. 10.
- (66) Peucker, K. Morphometrie der Koppenteiche. Wanderer im Riesengebirge. Hirschberg 1896.
- (67) Richter, E. Seestudien. Penck's Geogr. Abh. Bd. VI. Heft 2. 1897.
- (68) Reuschle. Kritische Miscellen zur Geographie. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin IV 1869.
- (69) Rohrbach, P. Zur mathematischen Behandlung geographischer Probleme. Richthofen-Festschrift. Berlin 1893.
- (70) Sawicki, L. Minkiewicz, S. Sprawozdanie tymczasowe z badań jezior tatrzańskich. Okólnik Rybacki. Kraków. 1909. (Rapport préliminaire sur les travaux limnologiques dans les monts de la Haute Tatra en 1909)
- (71) Sawicki, L. Program badań jeziornych w Polsce. Spraw. Tow., Nauk. Warsz., 1909.
- (72) Sawicki, L. Jak głębokie są nasze stawy tatrzańskie. Pam. Tow. Tatr. 1910.
- (73) Sawicki, L. Badania jezior w Polsce. Wszechświat. 1911.
- (74) Sawicki, L. Limnologische Arbeiten in Polen. Atti del X. Congresso internazionale di geografia. Roma, 1913.
- (75) Schaffer, J. Seenforschung in der Hohen Tatra. Pet. Mit. 1928. S. 289.
- (76) Schaffer, J. und Stummer, F. Atlas der Seen der Hohen Tatra. I. Geographisches Institut der Deutschen Universität in Prag. 1929.
- (77) Sedlmeyer, K. Ad. Die Seenforschung in der Hohen Tatra. 54. Jahrb. d. Ung. Karp.-Ver. Kesmark 1928.
- (78) Sedlmeyer, K. Ad. Hydrographische Forschungen in den Seen der Hohen Tatra. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 1929. Bd. 21. Heft 5/6.
- (78a) Sedlmeyer, K. Ad. Die Seen des Mengsdorfer Tales und der Tschirmer See in der Hohen Tatra. Hydrographische Untersuchungen. 1928/29. Arb. d. Geogr. Inst. d. D. Univ. in Prag. Heft 10. Neue Folge.
- (79) Steinhauser. Über die Beziehungen zwischen Flächeninhalt und Grenzlänge der Länder. Pet. Mit. 1863. 406.
- 80) Świerż, L. Ciepłota źródeł i stawów tatrzańskich, mierzona w 1876. Pam. Tow. Tatr. T. II. 1877.
- 81) Świerż, L. Materiały do znajomości ciepłoty stawów tatrzańskich. Pamiętn. Tow. Tatr. VI. 1881.
- (82) Świerż, L. Pomiar ciepłoty stawów tatrzańskich w różnych warstwach głębokości. Pam. Tow. Tatr. X. 1885.
- (83) Świerż, L. Wycieczka do Morskiego Oka zimową porą. Pamiętn. Tow. Tatr. T. XIII. 1892.

- (84) Świerż, L. O stosunkach ciepłoty stawów tatrzańskich według pomiarów czynionych podczas pory letniej r. 1892 w różnych głębokościach. Pamiętn. Tow. Tatr. Tom. XIV r. 1893.
- (85) Świerż, L. Zapiski termometryczne niektórych stawów, źródeł i innych wód tatrzańskich. Pam. Tow. Tatr. XVIII. 1897.
- (86) Świerż, L. Zapiski termometryczne z Tatr. Pamiętn. Tow. Tatr. 1899.
- (87) Székány, B. A Szentiványi Csorba-tó. Földrajzi Közlemények. Budapest 1918. XLVI. Kötet. (Bd.) 3. Füzet.
- (88) Ule, W. Der Würmsee in Oberbayern. Eine limnologische Studie. Wiss. Veröff. d. Ver. f. Erdk. in Leipzig. Bd. V. Leipzig 1901. S. 38.
- (89) Ule, W. Physiogeographie des Süßwassers. Leipzig und Wien 1925. S. 90.
- (90) Wierzejski, A. O faunie jezior tatrzańskich. Pam. Tow. Tatr. VI. 1881.
- (91) Wierzejski, A. Materiały do fauny jezior tatrzańskich. Spraw. Kom. Fizyj. Ak. Um. XVI. 1882.
- (92) Wierzejski, A. Zarys fauny stawów tatrzańskich. Pamiętn. Tow. Tatr. VIII. 1883.
- (93) Wierzejski, A. Przegląd fauny skorupiaków galjejskich. Anz. d. Akad. d. Wiss. Krakau, Juni 1895.

### Druckfehlerberichtigung.

Bei der Reproduktion der hypsographischen Kurven sind durch Ausfall von Ziffern oder Teilen solcher einige Fehler entstanden.

Es ist zu ergänzen in der Kurve des Großen Froschsees 78 Prozent. Beim 2. See der Fünfseen-Gruppe heißt es

78'5 % statt 78 %,  
69'1 % statt 69'2 %,  
45'5 % statt 45'6 %,  
1'1 % statt 1'2 %.

Beim 3. See heißt es 36'7 % statt 35'9 %.

### Tafelerklärung.

Abb. 1. Kleiner Hinzensee (1942 m). Blick von Nordosten vom Weg zum Koprovasattel.

Abb. 2. Eisse (1935 m) im Mengsdorfer Trümmertal. Blick von Norden vom Rumankessel.

Abb. 3. Beide Froschseen (1920 m) im Mengsdorfer Tal. Blick von Nordwesten vom See unter dem Ochsenrücken.

Abb. 4. Großer Froschsee (1920 m) im Mengsdorfer Tal. Blick von Südosten auf dem Weg zur Meeraugspitze; rechts ein Teil des Kleinen Froschsees (1920 m).

Abb. 5. Botzdorfer See (1898 m). Blick von Nordwesten unterhalb der Končista; rechts der Felsriegel.

Abb. 6. Felker See (1641 m) mit Schlesierhaus. Blick von Norden Blumengarten.

Abb. 7. Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlbachtal. 2. und 3. See (2019'3 m bzw. 2039 m). Blick von Nordwesten. Im Hintergrund das Téry-Schutzhaus.

Abb. 8. Fünfseen-Gruppe Kleinkohlbachtal. 3. See (2039 m). Blick von Norden.

Abb. 9. Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlbachtal mit Téry-Schutzhaus. 2. und 5. See (2019'3 m bzw. 2006'4 m). Blick von Westen unterhalb des Gelben Turmes.

Abb. 10. Fünfseen-Gruppe im Kleinkohlbachtal mit Téry-Schutzhaus. 2. und 4. See (2019'3 m). Blick von Norden.