

Paper-ID: VGI\_195510



## Die Tiefenmessung 1955 im Zellersee (Salzburg)

Karl Ulbrich

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **43** (3, 4), S. 81–86, 104–112

1955

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Ulbrich_VGI_195510,  
Title = {Die Tiefenmessung 1955 im Zellersee (Salzburg)},  
Author = {Ulbrich, Karl},  
Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {81--86, 104--112},  
Number = {3, 4},  
Year = {1955},  
Volume = {43}  
}
```



## Die Tiefenmessung 1955 im Zellersee (Salzburg)

Von ORdVD, Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Ulbrich

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

### 1. Allgemeine Seedaten

Die größte Länge des Sees beträgt rund 3900 m, und zwar in der Hauptstreckungsrichtung Nord-Süd. Eine Schmalstelle liegt ungefähr in der Seemitte und ist rund 850 m breit; der See wird hiedurch in einen kleineren Nordteil und einen größeren Südteil unterteilt. Der Nordteil hat eine größte Breite von rund 1300 m, der Südteil von rund 1550 m, beidemal in der Ost-West-Richtung gemessen.

Das Nordufer und besonders das Südufer ist stark versumpft und im Sommer deshalb nicht begehbar, worauf bei der Profilanlage Rücksicht genommen werden mußte.

Im Westen mündet innerhalb der Stadt der *Schmillenbach*, im Osten der *Thumersbach* und im Südosten der *Erlbach*. Alle drei Bäche vergrößern alljährlich ihre Schuttkegel in den See hinein, so daß dieser allmählich verlandet. Es ist dies eine bekannte Erscheinung, die bei den meisten Alpenseen auftritt.

Auf Grund der Katastralvermessung hatte der See im Jahre 1896 eine Fläche von 476 ha und auf Grund einer Luftbildaufnahme im Jahre 1954 von 455 ha. Im Südteil befinden sich ungefähr 6 ha Sumpfgebiet, dessen Zugehörigkeit zum See oder zum Landgebiet je nach Wasserstand wechselt. Die Anlandung von 21 ha der letzten 58 Jahre beträgt bei der Thumersbachmündung ungefähr 2 ha, am Nordufer 4 ha, am Südufer 14 ha und an sonstigen Stellen 1 ha.

Die *mittlere* Seetiefe beträgt auf Grund der neuen Lotung 36,6 m; die *größte* Seetiefe 68,4 m und das Seevolumen auf Grund der planimetrierten Isobathen 178,2 Millionen m<sup>3</sup>, wobei diese Daten auf das langjährige Mittelwasser, das ist der Pegelstand + 173 cm (Kote 749,46 m), bezogen wurden.

### 2. Höhengrundlagen

Zur einwandfreien Auswertung einer Lotung ist es unbedingt erforderlich, sie auf das *langjährige* Mittelwasser des betreffenden Gewässers zu beziehen.

In Zell am See besteht erfreulicherweise seit 1896 eine Pegelstation mit einem Einzugsgebiet von 54,2 km. Auf Grund des Beobachtungsmaterials der zuständigen Hydrographischen Landesabteilung Salzburg entspricht das mehr als 50jährige Mittelwasser einem Pegelstand von + 173 cm.

Die Pegelstation wurde nun an das durch Zell am See führende Österreichische Präzisionsnivellement angeschlossen. Als Ausgangshöhen dienten die Höhenmarke am Bahnhof Zell am See (754,866 m) und der Turmbolzen in der Pfarrkirche Zell am See (761,042 m). Für den Pegelnullpunkt ergab

sich eine Höhe von 747,729 m. Das Mittelwasser des Zellersees hat also die Kote 749,46 m. Alle Lotungen wurden auf diese Mittelwasserhöhe reduziert und sind somit einwandfrei fundiert.

Das Anschlußnivellement wurde wegen des Höhenanschlusses der an den Seeufern liegenden Triangulierungspunkte rund um den See geführt. Hierbei wurden verteilt an 11 Stellen Wasserspiegelnivellements durchgeführt, um einen etwaigen Windstau feststellen zu können. Die Höhenabweichungen betragen aber nur 1 bis 2 cm, und einmal maximal 3 cm, und liegen somit noch immer innerhalb der Ablesegenauigkeit für die Höhenmessungen an einer bewegten Wasseroberfläche. Es konnte also *kein* Windstau festgestellt werden.

Kulturhistorisch bemerkenswert ist ein Zellersee-Nivellement aus der 2. Hälfte des 18. Jh., das im Salzburger Landesarchiv (Sign. 0—22) erliegt. Darnach wäre das Südende des Sees um  $1\frac{1}{2}$  Salzburger Schuh (0,44 m) niedriger als das Nordende!

### 3. Festlegung der Profile

Da daran gedacht ist, den Zellersee als Eichbasis für künftige Lotungen zu verwenden, mußten die Profilenpunkte dauerhaft stabilisiert und deren Lage koordinatenmäßig bestimmt werden.

Rund um den See befanden sich bereits 12 gegebene Triangulierungspunkte, von denen 7 direkt als Profilenpunkte verwendet werden konnten. Weitere 36 Profilenpunkte wurden durch einbetonierte 35 cm lange Eisenrohre dauerhaft stabilisiert. Deren koordinatenmäßige Lage wurde durch ein sehr dichtes Detailnetz bestimmt, was infolge der vielen gegebenen Triangulierungspunkte relativ leicht war.

Infolge der Nord-Süderstreckung des Sees war es vorteilhaft, die Hauptprofile für die Seelotung in der kürzeren Ost-West-Richtung anzuordnen. Insgesamt wurden 21 Ost-West-Profile (1—21) mit zusammen 24,4 km Länge gelegt, auf denen später 463 Lotungen durchgeführt wurden.

Um einen Zusammenhang mit der vorhergehenden Lotung von Schjerning (LV. 11) aus dem Jahre 1892 herzustellen, der seinerzeit 14 Profile lotete, wurde versucht, diese 14 Altprofile (1 A — 14 A) in ungefähr der gleichen Seegegend zu rekonstruieren. Da die Schjerningkarte aber stark verzeichnet ist, war dies nur annähernd möglich. Diese rekonstruierten 14 Altprofile hatten zusammen eine Länge von 17,0 km, wobei 302 Punkte gelotet wurden. Auch diese Altprofile gehen von stabilisierten Endpunkten aus.

Ferner wurden zur Ergänzung unklarer Stellen zusätzlich 8 Hilfsprofile (22—29) von zusammen 1,6 km Länge abgesteckt, die 37 Lotpunkte aufwiesen.

Insgesamt wurden also 43 Profile mit zusammen 43 km Länge abgesteckt, wobei 802 Lotpunkte bestimmt wurden. (Abb. 1.) Die Punktdichte beträgt also 176 Punkte je km<sup>2</sup>.

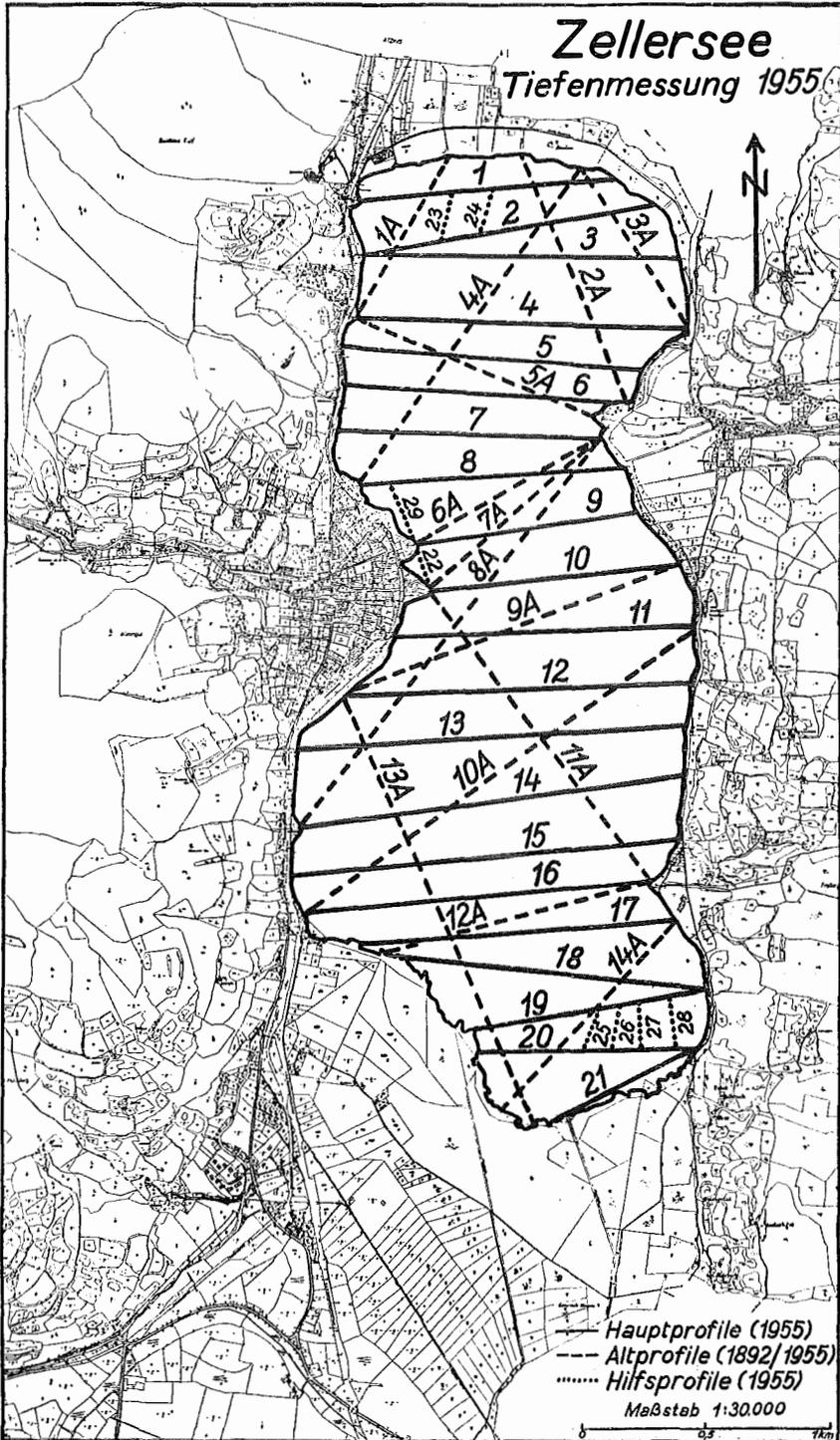


Abb. 1

Als wichtiges Erfahrungsergebnis zeigte sich, daß die Vorbereitungsarbeiten im Ufergebiet für die einwandfreie Lage- und Höhenbestimmung wesentlich umfangreicher sind als die eigentliche Lotungsarbeit.

#### 4. Durchführung der Drahtlotung

Verwendet wurde eine Hand-Winde (Modell 3031) der Fa. Friedinger (Luzern) mit 200 m langem Stahl Drahtseil von 2 mm Durchmesser. Die Zähltrommel ist auf Dezimeter ablesbar. Es wurde streng darauf geachtet, daß auch beim Aufkurbeln des Senkels bei Erreichung der Wasseroberfläche die Zähltrommel wieder in die Nullstellung kam.

Auf Grund mehrmaliger Komparierung wurde festgestellt, daß je 10 m Tiefe um 60 mm zu kurz angezeigt wurde, weshalb alle Lotungsergebnisse auf Grund dieser Apparatkonstanten entsprechend korrigiert wurden.

Als Lotgewicht wurde in der Regel ein 2 kg-Senkel und zur Kontrolle in einigen Fällen ein 3½ kg-Senkel verwendet. Es zeigte sich, daß für die vorhandenen Tiefen von maximal 70 m der leichte Senkel völlig genügte, und daß das Aufsitzen auf Grund sicher feststellbar war.

Da der Seegrund eine Schlammsschichte von 1 bis 3 dm Tiefe aufweist und von der Bundesanstalt für Wasserbiologie besonderer Wert darauf gelegt wurde, daß als geltende Tiefe die *Grenzzone* zwischen Wasser und Schlamm gemessen werde, wurde in dieser Anstalt ein Speziallot entwickelt. Dieses öffnet sich mittels eines längs des Lotdrahtes absinkenden Fallgewichtes (Falldauer ungefähr 1 m/sek.) fallschirmartig auf 80 cm Durchmesser und sitzt dann auf der Schlammsschichte auf, während sich das Senkellot etwas in den Schlamm eingräbt.

Die zahlreichen Vergleichslotungen ergaben in den steilen, harten Ufergebieten keine Differenz; in den Schlammgebieten des flachen Seebodens wurde im allgemeinen ein Einsinken des Senkels in den Schlamm von 1—2 dm festgestellt. Für topographische Zwecke ist diese Differenz praktisch völlig belanglos.

#### 5. Tiefenmessung vom Wasserspiegel

Von der Wasseroberfläche aus können verschiedene Lotmethoden angewendet werden, von denen nachstehend einige angeführt werden. Weitere Einzelheiten über Lotungs- und Ortungsmethoden siehe bei Lichte (LV. 7) und Merkel (LV. 8).

- a) Bei sehr kleinen Gewässern mit rundum begeharen Ufern kann die Lotung ohne Boot mit Hilfe eines darüber gespannten Seiles und darauf verschiebbarem Lotgerät ausgeführt werden (LV. 3).
- b) Ferner könnte die Lotung bei sehr kleinen Gewässern ohne Boot von einem bemannten Fahrkorb aus durchgeführt werden, der auf einem gespannten Drahtseil läuft.
- c) Bei mittelgroßen Gewässern muß die Lotung von einem Boot aus erfolgen, wobei die Stationierung längs eines gespannten und mit Entfernungsmarken versehenen Seiles durchgeführt werden kann.

- d) Bei größeren Gewässern muß die Lotung von einem Boot aus geschehen, wobei die Lage der Lotungsorte durch Einschneiden von Uferstationen aus geschehen muß.
- e) Lotung von einem Boot aus und Ortung mittels Sondiertachygraphen.
- f) Bei sehr großen Gewässern wird die Lagebestimmung außer durch Einschneiden auch durch Sextantenmessung vom Schiff aus durchgeführt, was aber relativ ungenau ist.

Für den Zellersee käme das Einschneideverfahren laut d) in Betracht, da wegen der Schifffahrt kein Seil gespannt werden kann, die Methode c) also ausfällt. Im November 1954 wurden deshalb am Zellersee einige Profile probeweise auf diese Art gelotet, wobei die Verständigung optisch durch Lichtsignale erfolgte. Es zeigte sich, daß bei sichtigem Wetter diese Methode durchaus anwendbar ist. Zweifellos ist diese Art aber doch etwas zu umständlich und kostspielig.

Zu empfehlen wäre daher die auf der Donau seit Jahrzehnten bewährte Methode e), und zwar der Tiefenmessung mittels des Sondiertachygraphen der Fa. G a n s e r (Wien). Der Arbeitsbereich dieses Instrumentes reicht bei 3 m-Zielscheibenentfernung bis 600 m und bei 6 m-Zielscheibenentfernung bis 1200 m. Nähere Beschreibung der Methode siehe bei L e v a s e u r (LV. 6).

Im Juni 1955 wurden im Zellersee Versuchsmessungen mit dem Sondiertachygraphen gemacht, die *ausgezeichnete* Ergebnisse zeitigten. 6 Profile mit  $3\frac{1}{2}$  km Länge wurden innerhalb von 2 Stunden mit dem Echographen gelotet und *gleichzeitig* mit dem Sondiertachygraphen aufgetragen. Die Eintragung der Tiefenwerte zu den speziell gekennzeichneten Sondenpunkten erforderte  $\frac{1}{2}$  Stunde. Die Verständigung zwischen Uferstation (Sondiertachygraph) und Boot (Echograph) geschah optisch.

### 6. Tiefenmessung von der Eisdecke

Die eigentliche Lotung des Zellersees wurde im Februar/März 1955 von der 20 bis 30 cm dicken Eisdecke des Sees aus durch die Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung (Wien) durchgeführt.

Diese Methode hat den Vorteil, daß die Stationierung der Lotungsorte absolut sicher ist und der gefürchtete Einfluß der Lotdrahtausbiegung infolge Abtreibens des Bootes wegfällt, die Lotung also absolut verlässlich ist. Es ist ja bekannt, daß ein Teil älterer Lotungen infolge Abtreibens des Bootes und Ausbauchung der Lotschnur zu *große* Tiefen aufweist, so daß ein unmittelbarer einwandfreier Vergleich mit neuen verlässlichen und fast immer kleinere Werte ergebenden Lotungen nicht immer möglich ist.

Außerdem ist bei alten Lotungen die Lagebestimmung des Lotpunktes oft nicht verlässlich. Häufig erfolgte die Lagebestimmung nur mittels Kompaß und der Anzahl der Ruderschläge des fahrenden Bootes (LV. 9 Seite 10 und LV. 11, Seite 379).

Die Lotung von der Eisdecke aus vermeidet diese Nachteile, so daß sie für einen verlässlichen Vergleich mit späteren Lotungen *absolut* geeignet ist.

Der Lotapparat wurde auf einen Schlitten montiert. Die Eislöcher von ungefähr 10 cm Durchmesser wurden von einem vorausarbeitenden Mann mit einem einfachen Handbohrgerät erzeugt, was je Bohrloch ungefähr 5 Minuten Arbeitszeit erforderte.

Die Arbeit der Absteckmeßpartie, die vorarbeiten mußte, und welche die Lotpunkte durch nummerierte Holzpflocke kennzeichnete, war nicht ungefährlich, da es im Zellersee in den seichteren Gebieten mehr als 100 sogenannte „Brunnlöcher“ gibt (LV. 11). Diese waren oft nur oberflächlich zugefroren und durch Schneeüberwehung fast unkenntlich gemacht. Zweimal brachen Meßgehilfen völlig ein, konnten sich aber glücklicherweise retten (LV. 10).

Diese Brunnlöcher entstehen nicht durch aufsteigendes wärmeres Wasser, wie der Name vermuten läßt, sondern durch Sumpfgas, welches auf dem Seegrund entsteht, aufsteigt und die Eisbildung verhindert. Übrigens konnte mitunter an solchen Stellen beim Lochschlagen das aufsteigende Gas entzündet werden. Diese Gasbildung ist ein Zeichen stärkerer Verunreinigung des Sees (LV. 10).

Insgesamt wurden an 17 Arbeitstagen 802 Drahtlotungen durchgeführt, die zusammen 26,0 km Tiefe aufwiesen.

(Fortsetzung folgt.)

## Ein besonderer Zusammenhang von Vorwärts- und Rückwärts-einschnitt im kombinierten Einschnelden

Von Dipl.-Ing. Ludwig Starkl

Unter dem gleichen Titel ist im Heft Nr. 1, XLI. Jg., Februar 1953, ein Aufsatz von Dipl.-Ing. Dr. Kovarik erschienen, in welchem die Frage nach dem Zusammenhang der einerseits getrennt nach Außenrichtungen, bzw. Innenrichtungen ausgeglichenen Punkte  $P_V$ , bzw.  $P_R$  und des andererseits kombiniert ausgeglichenen Punktes  $P_K$  erörtert wurde. In der Arbeit wurde nachgewiesen, daß je zwei korrespondierende Gleichungen der zu  $P_V$ , bzw.  $P_R$  führenden Normalgleichungssysteme parallel sein müßten, wenn  $P_K$  in der Verbindung  $P_R$  und  $P_V$  liegen soll.

Es läßt sich zeigen, daß diese Bedingung zwar hinreichend, aber nicht notwendig ist und nur den Sonderfall einer allgemeineren Bedingung darstellt.

Ausgehend von den zu den Punkten  $P_V$ ,  $P_R$ ,  $P_K$  führenden Normalgleichungssystemen (1), (2), (3)

$$\begin{array}{l} 1 \quad [aa] dx_V + [ab] dy_V + [aw] = 0 \\ 2 \quad [ab] dx_V + [bb] dy_V + [bw] = 0 \end{array} \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$\begin{array}{l} 3 \quad [AA] dx_R + [AB] dy_R + [AW] = 0 \\ 4 \quad [AB] dx_R + [BB] dy_R + [BW] = 0 \end{array} \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

Von den Gln. (8) und (9) kann man auch mit Verwendung der Wurzelfaktoren zu den Gln. (8''') und (9''') gelangen. Dieser viel umständlichere Weg wurde im Zuge dieser Arbeit ursprünglich beschritten und erst später der obige „triviale“ Weg gefunden.

Zur Aufsuchung mehrfacher Wurzeln einer algebraischen Gl. ist es bekanntlich notwendig, zu zwei algebraischen Gln., deren Gradzahl sich um eins unterscheidet, die gemeinsame Wurzel zu bestimmen. Es sei daran erinnert, daß die Berechnung des gemeinsamen Teilers höchster Gradzahl mit Hilfe der Kettendivision erfolgt. Für unsere Aufgabe würde die Anwendung dieses Verfahrens jedoch dann auf Schwierigkeiten stoßen, wenn die beiden Gln. zwei nicht völlig gleiche Lösungen aufweisen. Dies ist aber gerade bei den ins Auge gefaßten, durch Messungen erreichten Überbestimmungen immer der Fall.

(Fortsetzung folgt)

## Die Tiefenmessung 1955 im Zellersee (Salzburg)

Von ORdVD. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl U l b r i c h

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

(Schluß)

### 7. Echololmessung

Am 18. und 19. Februar 1955 konnte vom Bundesstrombauamt (Wien) der „Atlas Echograph Typ 646“ der *Allaswerke* (Bremen) versuchsweise eingesetzt werden, wobei 4 Profile (Nr. 9—12) mit 72 Einzellotpunkten durchgemessen wurden, deren Tiefe jeweils kurz vorher mittels Drahtlotung bestimmt worden war.

Das relativ schwere Gerät, das mit den Batterien ca. 300 kg wog, wurde auf einen Pferdeschlitten montiert.

Die Temperatur des Wassers zeigte je nach der Tiefe folgenden Verlauf:

Oberfläche	0,2 ° C
1 m Tiefe	1,9 ° C
5 m Tiefe	2,5 ° C
10 m Tiefe	3,0 ° C
20 m Tiefe	3,6 ° C
60 m Tiefe	3,92° C
67 m Tiefe	4,08° C

Der Salzgehalt betrug 180 mg je Liter, also ca. 0,2 ‰. Der Echo-graph wurde auf Grund dieser beiden Werte auf 1420 m/sek. Schallgeschwindigkeit eingestellt.

In der Regel wurde der Grundmeßbereich 0—40 m und der Schwinger 1 m unter Wasser eingestellt.

*Profil Nr. 9* (Vergleich zwischen Drahtlot und Echolot)

Punkt Nr.	Distanz vom Ufer	Seetiefe		Drahtlot — Echolot	
		Echolot	Drahtlot	+	-
Westufer	Ø	—	—	—	—
174	18 m	10,2 m	12,2 m	2,0 m	—
175	38	20,1	22,6	2,5	—
176	58	29,3	33,5	4,2	—
177	98	47,8	51,8	4,0	—
178	138	57,6	57,7	0,1	—
179	218	61,9	62,3	0,4	—
180	298	64,7	64,6	—	0,1 m
181	378	65,3	65,3	—	—
182	458	65,5	65,4	—	0,1
183	538	64,7	64,7	—	—
184	618	61,1	61,2	0,1	—
185	698	58,3	58,5	0,2	—
186	778	38,0	40,4	2,4	—
187	818	21,1	23,2	2,1	—
188	838	13,3	13,9	0,6	—
189	858	4,0	3,7	—	0,3
190	878	1,5	1,2	—	0,3
Ostufer	896	—	—	—	—

*Profil Nr. 10* (Vergleich zwischen Drahtlot und Echolot)

Punkt Nr.	Distanz vom Ufer	Seetiefe		Drahtlot — Echolot	
		Echolot	Drahtlot	+	-
Ostufer	Ø m	—	—	—	—
191	19	2,2 m	1,9 m	—	0,3 m
192	39	7,8	7,4	—	0,4
193	59	13,7	14,0	0,3 m	—
194	99	27,1	28,7	1,6	—
195	139	39,4	42,3	2,9	—
196	219	55,1	55,2	0,1	—
197	299	60,9	61,0	0,1	—
198	379	63,4	63,3	—	0,1
199	459	66,1	66,3	0,2	—
200	539	67,0	66,9	—	0,1
201	619	66,9	66,9	—	—
201 A	110 m südl.	67,6	67,6	—	—
202	699	66,6	66,7	0,1	—
203	779	65,9	65,8	—	0,1
204	859	61,9	62,1	0,2	—
205	899	53,1	56,8	3,7	—
206	939	36,1	39,7	3,6	—
207	959	26,7	29,3	2,6	—
208	979	16,4	18,5	2,1	—
209	999	6,2	6,2	—	—
Westufer	1008	—	—	—	—

*Profil Nr. 11* (Vergleich zwischen Drahtlot und Echolot)

Punkt Nr.	Distanz vom Ufer	Seetiefe		Drahtlot — Echolot	
		Echolot	Drahtlot	+	—
Westufer	0 m	—	—	—	—
210	10	5,2 m	5,6 m	0,4 m	—
211	30	15,2	16,6	1,4	—
212	50	21,2	24,2	3,0	—
213	150	—	54,2	—	—
214	190	56,9	56,9	—	—
215	230	60,1	60,3	0,2	—
216	310	63,5	63,6	0,1	—
217	390	67,0	66,6	—	0,4 m
218	470	67,6	67,6	—	—
219	550	67,8	67,8	—	—
220	630	68,0	67,9	—	0,1
221	710	68,0	67,7	—	0,3
222	790	67,7	67,7	—	—
223	870	66,7	66,7	—	—
224	950	64,7	64,7	—	—
225	1030	59,7	60,1	0,4	—
226	1070	58,7	58,6	—	0,1
227	1110	51,0	55,7	4,7	—
228	1140	38,0	41,3	3,3	—
229	1170	22,6	26,5	3,9	—
230	1190	10,9	13,3	2,4	—
230 A	1200	5,2	6,2	1,0	—
Ostufer	1210	—	—	—	—

*Profil Nr. 12* (Vergleich zwischen Drahtlot und Echolot)

Punkt Nr.	Distanz vom Ufer	Seetiefe		Drahtlot — Echolot	
		Echolot	Drahtlot	+	—
Ostufer	0 m	—	—	—	—
231	18	5,3 m	5,7 m	0,4 m	—
232	38	17,1	21,6	4,5	—
233	78	42,5	47,8	5,3	—
234	118	58,9	61,5	2,6	—
235	198	65,7	65,5	—	0,2 m
236	278	67,1	66,9	—	0,2
237	358	67,7	67,6	—	0,1
238	438	67,8	67,8	—	—
239	518	67,9	67,8	—	0,1
240	598	68,1	67,9	—	0,2
241	678	68,0	67,9	—	0,1
242	758	67,9	67,8	—	0,1
243	838	67,6	67,4	—	0,2
244	918	66,4	66,2	—	0,2

In den abgebildeten 4 Tabellen wurden die aus der Drahtlotung stammenden jeweiligen Tiefenwerte, die als Sollwerte bezeichnet werden können, denen der Echolotmessung gegenübergestellt. Es zeigte sich hiebei die schon von B e r t s c h m a n n (LV. 1) veröffentlichte Tatsache, daß in relativ ebenen Gebieten die beiden Methoden gut übereinstimmen und in Steilgebieten die Echolotwerte bis 5,3 m zu *klein* sind.

Für die Schifffahrt stellt dieses Verhalten des Echographen allerdings einen Sicherheitsfaktor dar, da die angezeigte Wassertiefe also auf jeden Fall vorhanden ist und die tatsächliche Wassertiefe eher größer, aber nicht kleiner ist.

Die Ursache liegt darin, daß stets das *erste* einlangende Echo registriert wird und das Gerät infolge viel zu geringer Bündelung der Schallwellen, die Echos vom *näheren* seitlich gelegenen Uferhange früher registriert als von der lotrecht unter dem Schwinger liegenden Stelle.

Es ist also zu vermuten, daß die *Einhüllende* aller Lotkreise (theoretisch Lotkugeln) *genauere* Profile liefern würde als die bisherige vertikale Auftragung der einzelnen Tiefenwerte nach unten. Bei 6 geloteten Uferhängen wurde dieser Versuch gemacht. Die sicheren Werte auf Grund der Drahtlotung wurden als *Sollprofile* (voll) gezeichnet. Tatsächlich zeigt sich in Abbildung 2 und 3, daß die (punktierter) Einhüllende wesentlich richtigere Werte ergeben würde.

Andererseits ist es aber bekannt, daß der Zellersee durchaus noch nicht zu den abgründigsten Alpenseen gehört. Zweifellos ist also z. B. der *Achensee* in Tirol und der *Traunsee* im Salzkammergut infolge der abfallenden Felswände noch viel weniger für Echolotgeräte geeignet. Ferner ist zu gewärtigen, daß formen- und detailreiche Seewannen, wie z. B. der *Wolfgangsee* im Salzkammergut (Österr. Karte 1:25.000, Blatt 65/3), durch dieses Gerät mit zu geringer Tiefe und unzulässig generalisiert aufgenommen werden würden.

Versuchsweise wurde der Schwinger in Ufernähe, also in der unsicheren Zone, in verschiedener extremer Haltung geneigt im Wasser in Betrieb gesetzt, um die Bündelung in die verschiedenen Richtungen zu lenken. Der Echograph zeigte hiebei *keinerlei* Änderung der Tiefe an, so daß die Bündelung bei diesem Gerät offenbar nicht eng, sondern sehr weitwinkelig ist. Damit scheint aber der Gebrauch dieses Gerätes bei Alpenseen in Ufernähe *nicht ratsam* zu sein.

In einer neuerlichen Versuchsmessung versucht B e r t s c h m a n n (LV. 2) diesem Übel durch gleichzeitigen Betrieb von 2 Schwingern mit verschiedener Bündelung beizukommen. Vermutlich dürfte diese Anordnung die Güte der Lotung etwas erhöhen. Für wasserbautechnische Zwecke ist diese Methode gerade in den empfindlichen ufernahen Gebieten noch immer nicht geeignet.

Ferner wurden am Zellersee Versuche gemacht, durch die Eisdecke hindurch, also ohne Eislöcher, das Echolotgerät zu verwenden. Um den

Schwinger wurde ein Schneewall gelegt und die Höhlung mit Wasser ausgefüllt, so daß sich der Schwinger *auf* der Eisdecke in einem kleinen Wasserbecken befand. Hierbei konnte keinerlei Echoaufzeichnung erzielt werden; offensichtlich war die Eisdecke doch zu stark. Dies ist sehr bedauerlich, da das Ausbrechen der Eislöcher für den 45 cm breiten Schwinger eine

Zellersee Tiefenmessung 1955

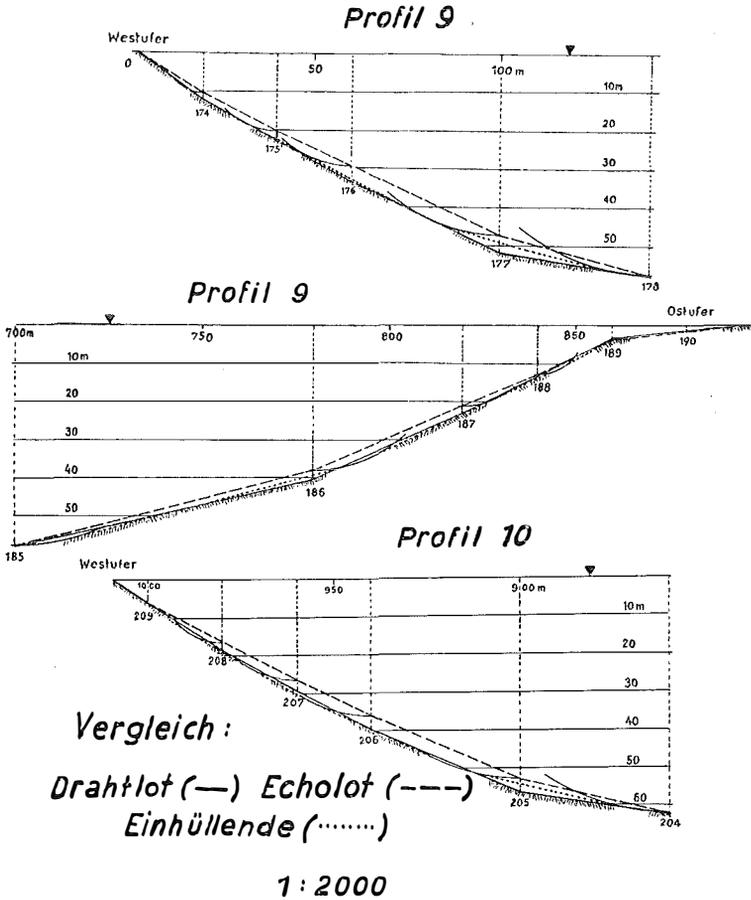


Abb. 2

eigene Arbeitspartie von 2 Mann erforderte und auch dann den Fortschritt der Arbeit noch sehr verzögerte.

Versuchsweise wurde auch der Senkel des Drahtlotes, dessen jeweilige Tiefe an der Zählrolle abgelesen werden konnte, bis in Tiefen von 65 m mittels Echolotes registriert, wobei sich eine ausgezeichnete Übereinstimmung ergab.

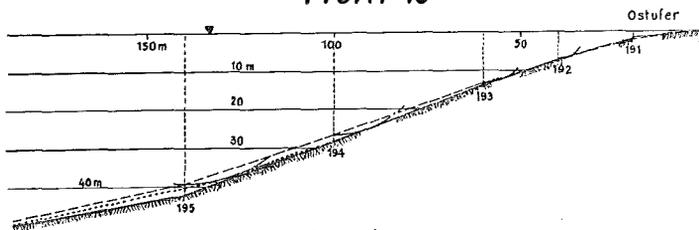
Bemerkt sei, daß das Echolot mittels des Drahtlotes geeicht wurde,

wobei festgestellt werden konnte, daß für je 10 m Tiefe das Echolot um 70 mm zu wenig anzeigte.

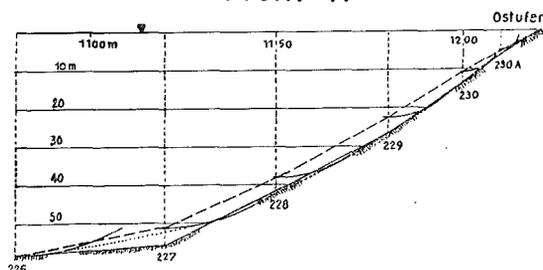
In den 4 Tabellen sind bereits die entsprechenden korrigierten Werte ausgewiesen; die gleichmäßige Verteilung der Differenzwerte — wobei die Uferpartien ausscheiden — zeigt, daß die Eichung relativ gut gelungen ist.

## Zellersee Tiefenmessung 1955

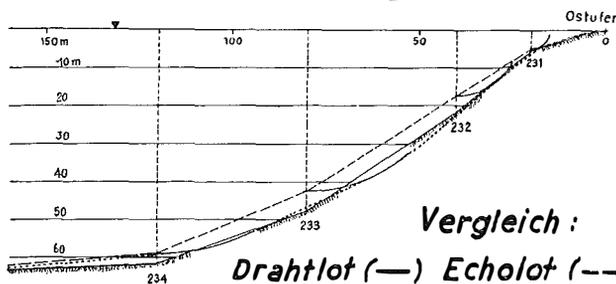
### Profil 10



### Profil 11



### Profil 12



**Vergleich :**

**Drahtlot (—) Echolot (---)**

**Einhüllende (.....)**

**1 : 2000**

Abb. 3

Ein großer Vorteil des Echographen besteht darin, daß die Seeprofile vom fahrenden Boot aus *kontinuierlich* erfaßt werden können und nicht punktwise wie durch die Drahtlotung. Daß gerade die wichtigen ufernahen Gebiete mit so großer Unsicherheit aufgenommen werden, ist zweifellos ein wesentlicher Nachteil der Echolotmethode, da Gebiete mit einer stärkeren Hangneigung als 1 : 3 wegen der störenden Seitenechos bereits mit Unsicherheit registriert werden.

### 8. Vergleich mit der Lotung vom Jahre 1866

Diese Lotung fand am 26. und 27. April 1866 durch den Forstmeister Scheirl statt und wurde von Fugger (LV. 3, Tafel III) 1890 veröffentlicht.

Scheirl lotete 1 Längsprofil (Nord-Süd) und 3 Querprofile (Ost-West) mit zusammen 39 Lotungen und erhielt hiebei eine größte Tiefe von 77 m (heute 68,4 m).

Bemerkt sei, daß eine Verlandung des Sees um 8,6 m seit 1866 als sehr unwahrscheinlich erscheint. Vermutlich dürften Scheirl die bei früheren Lotungen oft feststellbaren Lotungsfehler unterlaufen sein.

Die von Fugger auf Grund der Lotung von Scheirl konstruierten Isobathen sind infolge der geringen Zahl der Lotpunkte und infolge der Mängel der Messung praktisch unbrauchbar.

### 9. Vergleich mit der Lotung vom Jahre 1892

Diese Lotung wurde von Schjerning im August/September 1892 durchgeführt (LV. 11).

Schjerning lotete unter Benützung eines  $\frac{3}{4}$  kg schweren Senkels 14 Profile (1 A—14 A) mit zusammen 124 Lotpunkten und ermittelte eine größte Tiefe von 69,5 m (heute 68,4 m). Der See ist also in 63 Jahren um 1,1 m seichter geworden, was durchaus glaubhaft erscheint.

Die Lagegenauigkeit der Lotpunkte dürfte allerdings eine wesentlich geringere Güte aufweisen, da diese nach der Anzahl der Rüberschläge und mittels Kompaß, also nur annähernd bestimmt wurden (LV. 11, Seite 379).

Schjerning konstruierte auf Grund seiner Lotungen eine Tiefenkarte des Zellersees im Maßstab 1:15.000 (LV. 11), die, wenn man von einigen Verzerrungen in Ufernähe absieht, die Form der Seewanne annähernd erfaßte.

Schjernings Arbeit ist auch deshalb beachtlich, weil er seine Messung an das damalige Präzisionsnivellement des Militärgeographischen Instituts angeschlossen hat, wobei die Schienenkopfhöhe (752,5 m) im Bahnhof Zell am See als Anschlußkote diente. Das Anschlußnivellement vom Jahre 1954 ergab hiefür 752,52 m, so daß praktisch die gleiche Ausgangshöhe besteht. Schjerning nahm 749,6 m als Mittelwasserhöhe an, also um 0,1 m höher als es tatsächlich richtig wäre. Immerhin ist Schjernings angenommene Mittelwasserhöhe erstaunlich gut, wenn man bedenkt, daß damals noch keine stabile Pegelstation bestand.

Praktisch sind also die Tiefenangaben von Schjerning, die er übrigens auf halbe Meter abgerundet hatte, mit den neuen Lotungen *direkt* vergleichbar.

### 10. Tiefenkarte des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Als Endergebnis der Tiefenmessung im Zellersee wurde vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen die beiliegende Tiefenkarte des Zellersees im Dreifarbendruck im Maßstab 1:10.000 herausgegeben.

Als Grundlage diente die für die Waldbestandsaufnahme auf den Maßstab 1:10.000 verkleinerte Neuvermessungs-Katastralmappe. Da diese Neuvermessung im Jahre 1908 nach der Polygonalmethode durchgeführt und *fortgeführt* wurde, entspricht sie den neuzeitlichen Genauigkeitsanforderungen. Die Uferlinien wurden auf Grund entzerrter Luftbildaufnahmen aus dem Jahre 1954 eingezeichnet.

Die Isobathen wurden in 5-m-Abstand konstruiert. Außerdem wurde noch eine 2-m-Isobathe zusätzlich eingetragen, um den nördlichen und südlichen Flachteil des Sees zu begrenzen.

In der flachen Seemitte wurde ferner die 67-m-Isobathe eingetragen, um den Vergleich mit der vorhergehenden Schjeringkarte zu ermöglichen, die ebenfalls diese Isobathe enthält.

### 11. *Schlußbemerkungen*

Da die Form der Seewanne durch die Überflutung nicht sichtbar ist, ist zu gewärtigen, daß die topographischen Formenlinien (Höhenlinien, Tiefenlinien, Geländebrüche, Muldenpunkte usw.) unter Wasser nicht immer sicher erfaßt werden können. Trotz der großen Punktezahl von 176 Punkten je km<sup>2</sup> besteht noch immer eine gewisse Unsicherheit in der Isobathenführung. Eine weitere Steigerung der Profilanzahl hätte die Arbeit aber wesentlich verteuert. Es gibt laut Müller (LV. 8, Seite 13) etliche österr. Seelotungen, allerdings sehr kleiner Seen, die eine größere Punktdichte erreichen (z. B. Hinterer Gosausee 219 Punkte je km<sup>2</sup>). Die größeren österreichischen Seen weisen aber eine wesentlich geringere Punktdichte auf (z. B. Hallstättersee 55 Punkte je km<sup>2</sup>). Für den Bodensee ist nach Merkel (LV. 8) eine Punktdichte von 20 Punkten je km<sup>2</sup> vorgesehen, die dem Berichterstatter zu gering erscheint.

Für die zahlreichen *kleinen* Seen Österreichs dürfte es sich auf Grund der gewonnenen Erfahrung empfehlen, gewöhnliche Drahtlotungen, allenfalls von einem Schlauchboot aus, anzuwenden und die Ortung mittels Sondiertachygraphen durchzuführen.

Versuchsmessungen im Zellersee, die im Juni 1955 durchgeführt wurden, ergaben, daß sich auch eine Ortung mittels Meßtisch und reduzierender Kippregel ebenfalls bewähren wird.

Auf den *mittelgroßen* Seen, auf denen Motorboote usw. vorhanden sind und wo das Aufwinden von z. B. 100 m Lotdraht erhebliche Zeit beanspruchen würde, wäre der Echograph, für die Ortung der Sondiertachygraph und eine optische Verständigung zu verwenden.

Zur Ausmessung der großen Seen wäre mit Vorteil der Echograph in Verbindung mit der Einschneidemethode anzuwenden. In diesem Falle wäre eine Sprechfunkverbindung unbedingt notwendig.

Da die Tiefenmessung im Zeller See gleichzeitig als wissenschaftliche Vorarbeit für die künftige Vermessung der großen österreichischen Seen wie Attersee, Traunsee und besonders des Bodensees dienen sollte, wurde

sie als Gemeinschaftsarbeit der Technischen Hochschule Wien, Institut für Allgemeine Geodäsie, Vorstand o. Prof. Dr. F. Hauer, des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien, der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen, und des Bundesstrombauamtes Wien durchgeführt.

#### *Literaturverzeichnis*

- (1) Bertschmann S.: „Seetiefenmessungen mit einem Echolot-Apparat und ihre Ergebnisse“, Veröffentlichung der Deutschen Geodät. Kommission, Reihe B, Heft 10, München 1953.
- (2) Bertschmann S.: „Seetiefenmessungen mit einem Echolot, Versuchsmessungen Thunersee, August 1954“, Schweizerische Zeitschrift f. Vermessung, 53. Jg., Heft 3, Seite 59–63, Winterthur 1955.
- (3) Fugger Eberhard: „Salzburgs Seen“, Mitt. d. Ges. f. Salzburger Landeskunde, Salzburg 1890 (Seite 135–153).
- (4) Heid: „Tiefenmessungen im Bodensee“, Zeitschrift f. Vermessungswesen, Jg. 1889, Seite 289–294.
- (5) Keller Karl: „Über Seetiefenmessungen, speziell die Tiefenmessungen an den Schweizer Seen“, Zeitschr. f. Vermessungswesen, Jg. 1885, Seite 65–72.
- (6) Levasseur Karl: „Stromgrundaufnahmen auf tachygraphometrischem Wege“, Zeitschr. „Die Wasservirtschaft“, Jg. 1931, Heft 11, 17/08, 21, Wien 1931.
- (7) Lichte: „Überblick über die gegenwärtigen Verfahren der Seevermessung und Vorschläge zur Durchführung der neuen Bodenseemessung“, Veröffentl. des Geod. Inst. d. Techn. Hochschule Karlsruhe (Abgeschlossen November 1954). Dortselbst weitere Literaturangaben.
- (8) Merkel H.: „Tiefenmessungen im Bodensee“, Zeitschr. f. Vermessungswesen, 80. Jg. 1955, Heft 3, Seite 77–81.
- (9) Müllner Johann: „Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun.“ (Erläuterungen zur ersten Lieferung des österreichischen Seeatlasses.) Geographische Abhandlungen, Band VI, Heft 1, Wien 1896.
- (10) Salzburger Nachrichten: „Der Zeller-See brannte“, Salzburg 16. März 1955.
- (11) Schjernering Wilhelm: „Der Zeller-See im Pinzgau“, Zeitschr. der Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Band XXVIII, Jg. 1893, Seite 367–392.
- (12) Hauer Friedrich: „Buchbesprechung von LV. 1“. Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen, 43. Jg., 1955, Heft 2, Seite 57.

## **Das arithmetische Mittel als allgemeinstes Ausgleichungsprinzip**

Von Dipl.-Ing. Ludwig Starkl

Alle Ausgleichungsaufgaben lassen sich bekanntlich auf eine einzige Grundaufgabe zurückführen. Diese ist gegeben, wenn folgende  $r$ -Gleichungen mit  $n$ -Unbekannten vorliegen:

$$\sum_{k=1}^n c_{ik} x_k + c_{i, n+1} = 0 \quad (1)$$

$(i = 1, \dots, r)$

Die Anzahl  $r$  der Gleichungen (1) ist immer größer als die Anzahl  $n$  der darin vorkommenden Unbekannten  $x_k$ , somit  $r > n$ .