

Neue Lotungen und Temperaturmessungen im südlichen Teile des Achensees.

Von **Walter Hacker.**

(Mit einer Tiefenkarte auf Tafel 1.)

Als man nach dem Weltkrieg in Österreich die vorhandenen Wasserkräfte in höherem Maße der bedrängten heimischen Wirtschaft nutzbar zu machen begann, wurde das Projekt eines Achenseekraftwerkes wieder aufgenommen und auch ausgeführt.

Der Achensee ist der größte und tiefste See Nordtirols und erfüllt den südlichen Teil einer tiefen Quertalung, die das Karwendelgebirge im W vom Sonnwendgebirge im O trennt. Obgleich vom Inntal nur 5 km Luftlinie entfernt, besitzt er doch keinen Abfluß zum Inn, sondern wird durch den Achenbach zur Isar entwässert. Seine Länge beträgt wenig über 9 km, seine Breite nur an der Krümmung bei Pertisau über 1 km, an der tiefsten Stelle peilte Geistbeck¹⁾ 133 m, die mittlere Tiefe beträgt nach Müllner²⁾ 71 m, die Fläche 7'34 km² und das Volumen 518'3 Millionen Kubikmeter. Der Spiegel des Sees liegt mit einer Meereshöhe von 929 m gerade 400 m höher als die Sohle des benachbarten Inntales bei Jenbach, und so lag es bei der verhältnismäßig kurzen Entfernung davon nahe, den See als natürliches Staubecken zur Speisung eines im Inntal zu errichtenden Kraftwerkes zu nützen.

Der Bau einer solchen Kraftanlage wurde 1924 von der Tiroler Wasserkraftwerke A. G. begonnen. Am Nordende des Sees wurde eine Stauanlage aufgeführt, während die Wasserentnahme im südwestlichen Teil des Seebeckens erfolgt. Um eine weitgehende Absenkung des Seespiegels zu ermöglichen, mußte wegen der geringen Tiefe im südlichen Teile das Einlaufbauwerk über 1 km vom Südende abgerückt werden, wo geeignete Böschungsverhältnisse vorgefunden wurden. Der flache, sanft

¹⁾ A. Geistbeck, Die Seen der deutschen Alpen, *Mitteil. d. Ver. f. Erdk.* Leipzig 1884. Dasselbst auch Angaben über frühere Tiefenmessungen.

²⁾ J. Müllner, Die Vereisung der österreichischen Alpenseen. *Pencks Geogr. Abhdlg. VII.* Heft 2.

gegen die Wasserscheide im S, den „Achenseedamm“, der sich an der niedrigsten Stelle mit 943 m nur 14 m über den Seespiegel erhebt, ansteigende und in Zeiten hohen Wasserstandes auf weite Strecken versumpfte Talböden findet unter dem Seespiegel seine Fortsetzung, bis er in etwa 700 m Entfernung vom Süden in eine steile Halde übergeht. Der geologische Aufbau des Achenscedammes, ein mächtiger diluvialer Komplex von Schottern und Moränen, sowie bautechnische Erwägungen zwingen dazu, den Wasserstollen durch die triassischen Kalkschichten des südwestlich sich erhebenden Grundgebirges zu führen. Von der Entnahmestelle führt der Stollen mit geringstem Gefälleverlust zum Wasserschloß, in 911 m am Nordhange des Inn-ales oberhalb Jenbach und von hier aus zum Krafthaus mit einem Gefälle von 380 m.

Aufschluß über die Tiefenverhältnisse des Sees und die Form des Seebeckens konnte annähernd die von Geistbeck auf Grund eigener Lotungengezeichnete Tiefenkarte des Achensees geben. Geistbeck hat in 11 Querprofilen zusammen 69 Punkte gelotet, die Lage derselben in die österreichische Originalaufnahme 1:25.000 (Sektion 5047/2) eingetragen und die Isobathen in äquidistanten Kurven von 10 m zu 10 m eingetragen. Schon auf seiner Karte kommt die Seichtheit des südlichen Teiles zum Ausdruck. Über die Beckenform im allgemeinen schreibt er (S. 287) „Mit kräftiger Neigung senken sich die Ufer zur Bodenfläche herab, die ursprünglich durch große Abgeglichenheit ausgezeichnet ist. Die einzige Unregelmäßigkeit des Beckengrundes erzeugen die mitunter weit in das Seebett vorgeschobenen Schuttkegel der Wildwässer, welche nicht bloß die Gehänge allmählich verflachen, sondern auch merkliche Erhöhungen der Talsohle bewirken, wodurch sukzessive das ganze Becken in mehrere, nach Größe und Tiefe verschieden beanlagte Stücke zerschnitten wird, ja unter Umständen eine vollkommene Ablösung einzelner Teile statthaben kann. Am Achensee erkennt man deutlich die ersten leichten Ansätze dieses Zuschüttungsprozesses, indem durch den Sturzbach, dessen schmale, zerklüftete Talreue von der Geißalp bis zum Grat des Seebergs emporzieht, die im Mittel etwa 130 m tiefe pelagiale Zone des Sees um volle 9 m erhöht und das Becken in ein nördliches und südliches zerlegt wird.“ Auf den vom Verfasser aufgenommenen Teil, vom Süden des Sees bis zum Querprofil Fischerhaus

(„Prälatenhaus“)—Percherhaus (Hubers Jausenstation), entfallen von Geistbecks Lotungen 3 Profile mit zusammen 16 Punkten, die wegen des angewendeten großen Maßstabes der Karte nicht berücksichtigt werden konnten.

Zahlreichere und sehr genaue Angaben gibt Professor Dr. F. Machatschek in einem 1908 abgegebenen, nicht im Druck erschienenen Gutachten „Über den Einfluß einer Spannung, beziehungsweise Absenkung des Seespiegels auf die Uferpartien“. Professor Machatschek lotete zum Zwecke seines Gutachtens insgesamt 50 Uferprofile, mit je 10 bis 20 Punkten in einem festen Abstande von 5 m. Die Lotpunkte waren durch Marken an dem Seil, an welchem das Boot vom Ufer hinausfuhr, gekennzeichnet; die Lotungsergebnisse wurden in Querschnitten zur Darstellung gebracht. In den neu aufgenommenen Abschnitt entfallen davon 9 Profile, deren Tiefenangaben sich in die Karte zwanglos einfügen lassen. Dieses Material wurde seitens der Bauleitung bei Inangriffnahme des Baues noch durch eine Reihe von Lotungen ergänzt.

War auch die Örtlichkeit des Einlaufwerkes auf Grund des vorhandenen Materials bereits festgelegt, so ergab sich doch die Notwendigkeit, ein möglichst genaues Bild von den Einzelheiten der Seebeckenform, vor allem in der Umgebung der Entnahmestelle und des höher gelegenen südlichen Seebodens zu erhalten. Sollte ja die Höhe des Seespiegels, die bisher nur geringe Schwankungen aufwies, mit der Inbetriebsetzung des Werkes bedeutenden Änderungen unterworfen werden; inwieweit derartige Spannungen und Absenkungen in morphologischer Hinsicht zu Veränderungen an den Uferpartien, zu Unterwaschungen und Rutschungen führen können, hat bereits Professor Machatschek in seinem Gutachten ausführlich dargelegt. Aber auch im Landschaftsbild werden diese Schwankungen eine weitgehende Umgestaltung hervorrufen und im südlichen Teile zur Trockenlegung, beziehungsweise Überflutung großer Flächen führen, wodurch wieder die der Schifffahrt und dem Fremdenverkehr dienenden Anlagen und Bauten in Mitleidenschaft gezogen werden. Das Ausmaß dieser Umgestaltung sollte durch eine genaue Tiefenkarte ersichtlich gemacht werden und insbesondere der Verlauf der Uferlinie bei einer als Maximum festgesetzten Tieferlegung des Seespiegels um 10 m zur Darstellung kommen. Weiters sollte die Karte die Beantwortung der Frage

ermöglichen, inwieweit die Form des Seebeckens zu Wanderungen des Bodenschlammes Anlaß geben könne und ob ungünstige Böschungsverhältnisse in der Umgebung des Einlaufwerkes eine Gefährdung desselben bewirken können. Und endlich sollte sie die Grundlage bilden, um gelegentlich späterer Messungen Veränderungen im Seebett und angenähert deren Beträge feststellen zu können.

Einer Aufforderung seines verehrten Lehrers, Hofrates Professor Dr. E. Brückner, folgend, hat der Verfasser von der Tiroler Wasserkraftwerke A. G. die Aufgabe übernommen, im südlichen Teil des Achensees ein enges Netz möglichst genauer Tiefenmessungen aufzunehmen und in einer Karte großen Maßstabes niederzulegen. Am 4. August 1926 wurde mit den Vermessungen begonnen und am 10. September der Bauleitung die fertige Karte mit einem technischen Bericht übergeben. Außerdem wurden während dieser Zeit bei der Dampferhütte am Secufer nördlich des „Prälatenhauses“ Uferprofile mit zusammen 42 Lotpunkten aufgenommen und darüber eine Kartenskizze im Maßstab 1 : 500 mit 1m Schichtenlinien gezeichnet, von deren Wiedergabe hier Raummangels halber abgesehen wird. Über die Ergebnisse von anschließend durchgeführten Temperaturbeobachtungen und Bestimmungen des im Wasser gelösten Sauerstoffes wird Seite 107 f. berichtet.

Der Verfasser erfüllt gerne die Pflicht, an dieser Stelle der Direktion der „Tiwag“ für die Erlaubnis der Veröffentlichung der Karte zu danken und ebenso seinem Freunde stud. techn. O. Nedbal, der ihn bei der oft mühsamen Arbeit und Ausfertigung der Karte unterstützte.

Da eine Lotung vom Eise aus, welche Art der Seelotung allen andern überlegen ist und zweifellos die genauesten Ergebnisse erzielen läßt, am Achensee unter den gegebenen Verhältnissen nicht durchführbar war, so wurde die Methode der Bestimmung der einzelnen Lotpunkte auf trigonometrischem Wege angewendet, welche bei geübten Hilfskräften der erstgenannten nur wenig nachsteht, wobei durch Einfügen einiger kurzer Uferprofile an fester Schnur die Genauigkeit der Messungen noch erhöht werden kann. Am Ufer werden zwei Theodoliten an geeigneten Punkten in bekannter Entfernung voneinander aufgestellt, um während des Abfahrens eines Profiles bei jeder durch ein

Signal bekanntgegebenen Lotung die Winkel messen zu lassen, unter denen das Boot erscheint.

Da für diese Methode einerseits eine genaue Lagebestimmung der Aufstellungspunkte der Theodoliten, die gleichzeitig Ausgangs- und Endpunkte von Lotprofilen sind, notwendige Voraussetzung ist, andererseits der Maßstab der Originalaufnahmen zu klein ist und die Katastralpläne 1 : 2880 nicht die genügende Genauigkeit besitzen, um diese Punkte einzeichnen zu können, so mußte auch am Achensee der eigentlichen See-
lotung eine Triangulation der Seeufer vorausgehen.

Erleichtert wurde diese Uferaufnahme durch eine für den Stollenbau bereits durchgeführte Triangulation, die an das Hauptnivelement im Inntal angeschlossen war. Zwei von den in Koordinaten gegebenen Fixpunkten konnten im Gelände einwandfrei als solche erkannt werden und boten als Endpunkte der Basis die Grundlage für die Neuaufnahme. Es sind die Dreieckspunkte $Pr1$ und E mit den Horizontalkoordinaten $Pr1$ ($x = -195'27$; $y = 47'22$) E ($x = 1219'53$; $y = -15'17$), die Länge der Basis daraus: 1416'19 m. $Pr1$ ist der Fußpunkt der Turmspitze des Fischerhauses, am Dalfatzerbach nördlich von Buchau gelegen, E ist ungefähr in der halben Länge des Steindammes beim Boothaus Seespitz im Gelände durch einen oben blau bemalten, wenig über den Boden emporragenden Holzpflöck mit Nagel markiert; am gemauerten Ufer befindet sich ein roter Strich ungefähr in der Visur nach dem Percherhaus mit beigeseztem Buchstaben E .

An diese Basis wurde nun ein Netz von 6 weiteren Hauptpunkten angeschlossen und ihre Entfernungen voneinander mit möglichster Genauigkeit gerechnet. Es sind folgende, sämtlich mit bezeichneten Pflöcken und Nagel markierten Punkte: A , auf einer kleinen Erhöhung in der Wiese diesseits des Dalfatzerbaches; B , beim Landungssteg Buchau; C , bei der Bootshöhe von Buchau; D , auf einem erhabenen Rasenfleck in den Sumpfwiesen an der Mündung des Eckerbaches; F , beim Forsthaus auf der Straße nach Pertisau, im abgeäuerten Anger seewärts; G , am Landvorsprung beim Percherhaus, knapp am Ufer. Der vielleicht überflüssig erscheinende Punkt B wurde eingeschaltet, da eine Bodenwelle eine Visur von F nach C und umgekehrt verhinderte. Die in Aussicht genommenen Profilendpunkte und Aufstellungspunkte der Theodoliten wurden nun ebenfalls ein-

gepflocht und in 5 Polygonzügen zwischen diese Hauptpunkte eingeschaltet. Die Entfernungen wurden mit einem Stahlmeßband und durch Tachymetrieren bestimmt. Der Verlauf des Ufers wurde durch Kroquis mit Hilfe des Meßbandes und an unzugänglichen Stellen durch Einschneiden von Uferpunkten festgestellt; so wurden die Punkte 21 bis 30 durch Winkelmessung von *D* und *E* aus ermittelt.

Für die Messung der Winkel wurden verwendet: ein Universalinstrument, Starke & Kameron (alte, 360° Teilung); ein Nivellierinstrument, Miller, Innsbruck (neue, 400° Teilung); ferner ein Repetitionstheodolit, Zeiss, Jena (neue Teilung). In den Tabellen und für die Konstruktion wurden sämtliche Winkel in alte Teilung verwandelt.

Die Aufnahme der Ufer mußte zwar der Zeichnung der Karte, nicht aber dem Loten selbst zeitlich notwendigerweise vorausgehen und richtete sich nach der herrschenden Witterung. So wurden windstille Tage gleich zu Beginn der Tätigkeit der Seelotung vorbehalten und die Uferaufnahme gelegentlich nachgeholt. Auch die Vermessung in den Sumpfwiesen bei Buchau und am Südende konnte erst durchgeführt werden, bis der anfangs hohe Wasserstand zurückgegangen war.

Für die Durchführung der Lotungen wurden zur Erhöhung der Stabilität zwei Flachboote längsseits durch Querbalken vorn und rückwärts miteinander verbunden, wobei zwischen beiden genügend Raum für die Handhabung eines Ruders gelassen wurde. Auf dem rückwärtigen Verbindungsbalken wurde eine 3 m hohe Meßplatte aufgestellt und an ihrem Fuß nahe am Bootrand die Lotmaschine angebracht. An Stelle der Meßplatte hätte zum Anvisieren ein einfacher Mast genügt, doch war anfangs geplant, den Schiffsort nicht durch Einschneiden, sondern tachymetrisch mit Hilfe nur eines Theodolits zu bestimmen, welche Methode sich jedoch nur bei vollkommener Windstille als durchführbar herausstellte und wovon später gänzlich Abstand genommen wurde. Bei klarem Wetter konnte statt der Meßplatte die Lotmaschine und selbst das Zählrad im Fernrohr anvisiert werden.

Obgleich eine Lotmaschine mit elektrischer Signalauslösung zur Verfügung stand, so erwies sich doch die handliche, nach eigenen Angaben angefertigte, die der Verfasser bereits bei Untersuchungen von Hochgebirgsseen mit Erfolg verwendet

hatte, auch für vorliegenden Zweck am geeignetsten. Diese besteht aus einer 12 cm Durchmesser besitzenden Blechtrommel, die auf einem aus 3×15 mm starkem Bandeisen verfertigten, zusammenlegbaren Lagergestell montiert wird, das mit Schrauben auf einer Unterlage befestigt werden kann, oder bei Lotungen vom Eise aus auf zwei Schienen über dem Eisloch zur Aufstellung gelangt. Eine Reihe in die seitliche Trommelscheibe gestanzter Löcher, durch welche ein Eisenstift gesteckt werden kann, ermöglicht das Anhalten des Lotes in jeder Tiefenlage. Als Lot wurde eine runde, etwa 3 kg wiegende Eisenplatte mit einschraubbarer Spitze verwendet, wodurch bei steileren Böschungen ein Abgleiten verhindert wurde. Als Lotleine diente ein 1 mm starker Klaviersaitendraht, doch ist verzinnertes geflochtenes Drahtseil jedenfalls vorzuziehen. Die Tiefen wurden an einem Zählwerk, das an einen Ausleger aufgehängt wurde, abgelesen und konnten auf 0.1 m mit ziemlicher Sicherheit angegeben werden. Im seichteren Teile wurden die Peilungen mit einer 4 m langen, geteilten und an einem Ende beschwerten Latte vorgenommen. Die Fortbewegung des Bootpaares erfolgte in der Regel durch zwei Ruderer, die je einen Riemen bedienten.

Mit dem Abfahren der Lotprofile wurde am Südende begonnen und gegen Norden fortgeschritten. Von den beiden Theodoliten gelangte der eine womöglich an einem Endpunkte des zu lotenden Querprofils, der andere an einem geeigneten, keine schleifenden Schnitte ergebenden Polygonpunkt zur Aufstellung; auch ein Visieren gegen die Sonne konnte meist vermieden werden. Um die Profilrichtung einhalten zu können, wurden am Ausgangs- und Endpunkt des Lotprofiles je zwei Latten hintereinander aufgestellt, wodurch es möglich war, sich vom freifahrenden Boot aus einzuvisieren. Um Zeit zu ersparen, wurden schon im voraus die Latten für das nächste Profil aufgestellt.

Der Vorgang, der bei der Durchführung der Lotungen beobachtet wurde, war kurz folgender: Vorerst wurden an Hand des Katastralplanes das abzufahrende Profil und die Aufstellungsorte der Theodoliten festgelegt. Die drei Arbeitsgruppen begaben sich nun an Ort und Stelle, die Theodoliten und Visurlatten wurden aufgestellt. Während vom Boote aus einige ufer-

nahe Punkte mit Latte und Meßband aufgenommen wurden, visierten die Leute an den Instrumenten einen Hauptpunkt, den anderen, beziehungsweise beide Endpunkte des zu lotenden Profils und den Standpunkt des anderen Instruments ein. Waren diese Vorbereitungen beendet, so gab jede Gruppe das vereinbarte Fahnsignal „Fertig“. Ständig wurde nun das fahrende Boot von den Beobachtern im Blickfeld des Fernrohrs gehalten. Sollte eine Lotung durchgeführt werden, bei Windstille etwa alle 5 Ruderschläge, so wurde das Boot angehalten; nach erfolgter Peilung wurde sogleich vom Boot aus das Signal „Gelotet“ gegeben, worauf an den Instrumenten die Winkel abgelesen wurden. Zu jeder Tiefenkote wurde angemerkt, ob sich das Boot in der Profilrichtung befand oder nach rechts oder links abgewichen war, was eine einfache und für die Konstruktion der Karte sehr brauchbare Kontrolle ergab. Einige Grashalme, die an der Lotstelle ins Wasser geworfen wurden, erleichterten bei der Weiterfahrt die Abschätzung der Entfernung vom letzten Punkt. Anfangs wurde erst dann weitergefahren, bis von jedem Beobachter nach Eintragung der Messungen wieder das Signal „Fertig“ gegeben worden war, doch stellte sich bald ein gewisser Arbeitsrhythmus ein, so daß davon abgesehen werden konnte. Nach je 10 Punkten war von den Beobachtern ein weiteres Signal zu geben, das vom Boote aus bestätigt werden mußte; ergab sich keine Übereinstimmung, so wurden die Lotungen vom letzten Kontrollpunkt an wiederholt. Das gleiche galt, wenn beim Aufholen der Lotplatte an die Oberfläche, was ebenfalls nach je 10 Lotungen erfolgte, der Zeiger des Zählwerkes um mehr als 0,2 m vom Nullpunkt abwich; geringere Fehler wurden auf die letzten Koten aufgeteilt. Zu den vorgenannten kamen noch zwei weitere Signale hinzu, nämlich eines für „kurze Unterbrechung“, etwa wegen Vorbeifahrt des Dampfers oder Behinderung eines Beobachters, und ein letztes für „Abbruch der Vermessung“.

Plötzlich einsetzender starker Wind war oft die Ursache für dieses Signal. Nur in den frühen Morgenstunden herrschte in der Regel Windstille, welche Zeit auch vor allem der Lotarbeit vorbehalten war. In den Vormittagsstunden stellte sich dann meist ein mäßig starker Südwind ein, der nach kurzer Pause zeitlich am Nachmittag von einem kräftigen Nordwind abge-

löst wurde. So flott die Arbeit bei ruhigem Wetter vonstatten ging, so erschwert wurde sie durch Einsetzen eines Windes auch nur mittlerer Stärke. Fortbewegung und Steuerung des schweren, dem Wind eine große Widerstandsfläche bietenden Fahrzeuges war nicht leicht und stellte auch an die Ausdauer der Ruderer große Anforderungen. Während der Lotung konnte nicht angehalten, sondern mußte gegen den Wind aufgerudert werden, um halbwegs im Profil zu bleiben; auf eine lotrechte Lage der Lotleine wurde stets geachtet. Litt auch, wie es sich durch Vergleichsmessungen ergab, unter diesen Umständen die Genauigkeit der Tiefenangaben nur unwesentlich, so wurde doch später wegen der zu großen Mühe und der unregelmäßigen Verteilung der Lotpunkte von einer Lotung bei stärkerem Wind möglichst Abstand genommen.

Insgesamt wurden auf diese Weise vom Süden des Sees bis zur Linie Fischerhaus—Percherhaus, etwa der siebente Teil des Achensees, 28 durchgehende Querprofile mit 1864 Punkten gelotet. Die Abstände der einzelnen Profillinien voneinander betragen im Mittel ungefähr 40 m und sind nur im südlichsten Teil weiter genommen. Die Profile, deren Länge zwischen 400 und 800 m schwankt, enthalten durchschnittlich 70 Lotpunkte. Unter günstigen Verhältnissen konnte die Auslotung eines Profiles in weniger als zwei Stunden durchgeführt werden.

Im Anschluß daran wurden in der Umgebung des Einlaufbauwerkes und gegenüber, an der steilen Böschung des Dalfatzerbachschwemmkegels, Uferprofile an fester Schnur eingeschaltet. Zu diesem Zwecke wurde eine am Ufer befestigte und in Abständen von 5 m mit Marken gekennzeichnete Leine, die, um ein Untersinken zu verhindern, mit Holzschwimmern versehen war, durch ein Boot in einer festgelegten Richtung gespannt gehalten. Ausgangspunkt und Richtung der Profile wurden mit Meßband und Theodolit aufgenommen. Die Lotung erfolgte von einem zweiten an der Leine entlang fahrenden Boot aus alle 5 m; die Länge der Profile betrug 120, beziehungsweise 100 m. Auf diese Weise wurden in 19 Profilen an weiteren 336 Punkten die Tiefen gelotet.

Diese Messungen ergaben das Material für die Konstruktion der Tiefenkarte im Maßstabe 1:1000. Sämtliche Tiefenkoten wurden mit Hilfe des täglich abgelesenen Pegelstandes in Metern über dem Meeresspiegel angegeben; der Null-

punkt des beim Einlaufbauwerk aufgestellten Seepegels liegt in 928'85 m Meereshöhe. Das Auftragen der Lotpunkte — in der Karte bezeichnet der Dezimalpunkt der Kote die Lotstelle — erfolgte mittels der Tangentenmethode, die Schichtenlinien wurden mittels Raster aus Pauspapier konstruiert. Als Uferisohypse wurde die Linie von 929'35 (Pegel + 50) eingezeichnet, welche dem mittleren Wasserstand am ehesten entspricht und im Gelände deutlich ausgeprägt erscheint. Im tieferen, nördlichen Teile wurden nur die 5-m-Schichtenlinien gezogen, obgleich an den meisten Stellen auch hier die Anzahl der geloteten Punkte die Konstruktion von 1-m-Linien mit genügender Genauigkeit erlaubt hätte, was im Bedarfsfalle ja nachgeholt werden kann, im seichteren Süden wurden auch die 1-m-Linien eingezeichnet. Weiters wurden die Linien einer Absenkung des Seepegels um 5 m (923'85 m) und der maximalen Absenkung von 10 m (918'85) in die Karte eingetragen. Zur besseren Orientierung und zum leichteren nachträglichen Auffinden der Punkte des Vermessungsnetzes und der Profildpunkte wurden wichtigere Objekte am Ufer ebenfalls in die Karte aufgenommen.

Beiliegende Karte im Maßstabe 1 : 6000 ist eine auf photochemischem Wege hergestellte Verkleinerung einer Kopie der Originalkarte. Diese selbst befindet sich im Besitze der „Tiwag“, Innsbruck, Abzüge davon besitzen das Geographische Institut der Universität Wien und der Verfasser. Da diese Karten jederzeit eingesehen werden können, wurde von einer Wiedergabe der Skizze der triangulierten Hauptpunkte im Maßstab 1 : 5000 mit beigetzten Angaben der errechneten Entfernungen sowie einer Tabelle der Winkel zwischen den Dreiecksseiten abgesehen. Obgleich es vielleicht von Interesse gewesen wäre, die Lotpunkte — die dazugehörigen Koten eventuell in Tabellen — wiederzugeben, um deren bei der durchgeführten Methode sich ergebende Verteilung überblicken zu können, so mußte doch davon Abstand genommen werden, um das verkleinerte Kartenbild nicht zu überlasten. Aus dem gleichen Grunde wurden die beiden Absenkungslinien und die Längenangaben und Winkelmaße in den Polygonzügen weggelassen.

Temperaturmessungen und Bestimmungen des im Wasser gelösten Sauerstoffes.

Im Anschluß an die Seelotung wurden an der in der Karte bezeichneten Stelle am 7. September eine Temperaturserie aufgenommen und Wasserproben entnommen. Die Messung der Wassertemperaturen erfolgte mittels eines Kippthermometers von C. Richter in Berlin, zur Gewinnung der Wasserproben diente ein Richardscher Wasserschöpfer, an welchem das Thermometer befestigt wurde; die Lufttemperaturen wurden mit einem Schleuderthermometer gemessen. Die Sauerstoffbestimmungen wurden nach der Winklerschen Methode (titrimetrisch) durchgeführt, für welchen Zweck ein in einer Holzkassette untergebrachtes Reiselaboratorium³⁾ diente; zur Aufnahme der Wasserproben dienten 10 ungefähr 130 cm³ fassende Flaschen, die neben den zwei Reagenzienflaschen und den dazugehörigen Pipetten in einer zweiten Kassette untergebracht waren. Manganchlorid, Kaliumjodid und Natriumhydroxyd wurde den Proben sofort nach der Entnahme noch im Boot zugegeben, Ansäuerung der Lösung und Titration erfolgte dann später im Quartier. Sämtliche Instrumente wurden vom Geographischen Institut der Universität Wien zur Verfügung gestellt.

In den nachstehenden zwei Tabellen sind die Ergebnisse der Beobachtungen mitgeteilt. In der Tabelle I erscheinen neben den eigenen auch die früheren Messungen von A. Geistbeck⁴⁾ und F. Richter⁵⁾ zum Vergleiche angeführt, und zwar in Kolonne A die beobachteten Temperaturen in Grad Celsius, in Kolonne B die Temperaturdifferenzen für ein Meter. In der Tabelle II enthält die Kolonne O den gefundenen Sauerstoff in Kubikzentimetern pro Liter (ohne Temperatur- und Barometerreduktion), die Kolonne S den der beobachteten Temperatur entsprechenden Sättigungswert des Wassers für Sauerstoff; die Kolonne D die Differenzen, gebildet aus den Werten von O und S und die letzte Kolonne den relativen Sauerstoffgehalt, an der zugehörigen Sättigung gemessen, in Prozenten ausgedrückt.

³⁾ Das Laboratorium wurde nach Angaben des Herrn Assistenten an der Hochschule für Bodenkultur Wien, Dr. Friedrich K. Reinsch, angefertigt. Dem so früh Verstorbenen ist Verfasser für sein Entgegenkommen und seine wertvollen Ratschläge zu besonderem Danke verpflichtet. ⁴⁾ A. a. O., p. 348.

⁵⁾ E. Richter, Seestudien. Penks Geogr. Abhdlg., VI/2, p. 65.

Tabelle I.

Beobachter	Geistbeck		Richter		Verfasser	
Datum	7. Sept. 1881		22. Sept. 1891		7. Sept. 1926	
Stunde					9 ^h	
Bewölkung					3 ¹	
Wind					SE 2	
Tiefe in m	A	B	A	B	A	B
Luft					14.4	
0	13.8		14.5		16.75	— 2.35
1	13.8	0.0	14.5	0.0	16.84	— 0.09
2	13.7	0.1			16.83	0.01
3	13.4	0.3	14.5	0.0	16.77	0.06
4	13.3	0.1			16.65	0.12
5	13.3	0.0	14.5	0.0	16.39	0.26
6	13.3	0.0			15.98	0.41
8			14.5	0.0	14.98	0.50
10					14.29	0.35
12	12.7	0.1	14.3	0.05		
12.5					13.19	0.44
15			13.6	0.23	11.37	0.73
17.5					10.05	0.53
18	8.0	0.78				
20			9.2	0.88	7.79	0.90
24	6.6	2.23				
25			6.9	0.46	6.36	0.29
30	5.1	0.25	5.4	0.3	5.74	0.12
40	4.5	0.06	4.7	0.07	5.37	0.04
50	4.2	0.03			5.21	0.02
60	4.2	0.0	4.4	0.02	5.12	0.01
70	4.2	0.0			5.04 ¹⁾	0.01
80	4.2	0.0	4.4	0.0		
100	4.2	0.0	4.3	0.01		
tiefste Stelle	4.2 ²⁾	0.0	4.3 ³⁾	0.0	4.83 ⁴⁾	
Stunde					11 ^h	
Bewölkung					5 ¹	
Wind					SE 4	
Luft					18.0	
0 m					16.94	1.06

¹⁾ In 72 m, etwa 1 m über dem Grund.
²⁾ In 133 m. ³⁾ In 134 m.
⁴⁾ Bezieht sich auf eine am folgenden Tag vorgenommene Messung in 132.5 m, etwa 1 m über dem Grund.

Tabelle II.

Tiefe in m	Temperatur °C	O	S	D	%
0	16·94	6·33	6·69	— 0·36	94·7
5	16·39	6·42	6·76	— 0·34	94·9
10	14·29	6·81	7·07	— 0·26	96·3
15	11·37	7·42	7·54	— 0·12	98·5
20	7·79	8·09	8·16	— 0·05	99·2
25	6·36	8·06	8·42	— 0·36	95·8
30	5·74	7·85	8·53	— 0·68	92·1
40	5·37	7·77	8·61	— 0·84	90·3
60	5·12	7·69	8·66	— 0·97	88·9
72	5·04	7·67	8·68	— 1·01	88·4

Wie bereits aus Tabelle I ersichtlich, wurden die 1. und 2. Temperaturserie an demselben Montag aufgenommen, die Serie von Richter zwei Wochen später.

Vergleichen wir vorerst die Tiefentemperaturen, so weisen die 1. und 2. Serie nur geringe Abweichungen voneinander auf: in 30 m Tiefe beträgt der Unterschied $0\text{'}3^{\circ}\text{C}$, am Boden fand Richter eine nur um $0\text{'}1^{\circ}$ höhere Temperatur als Geistbeck. Durchwegs höhere Temperaturen im Hypolimnion enthält hingegen die 3. Serie: der Unterschied gegenüber den beiden anderen Serien beträgt in 30 m: $0\text{'}64^{\circ}$, beziehungsweise $0\text{'}34^{\circ}$; in 50 m: $1\text{'}01^{\circ}$, beziehungsweise $0\text{'}66^{\circ}$; am Boden: $0\text{'}63^{\circ}$, beziehungsweise $0\text{'}53^{\circ}$. Die relativ hohe Temperatur von $4\text{'}83^{\circ}$, die an der tiefsten Stelle beobachtet wurde, beweist, daß auch die Werte bis 70 m Tiefe, die im südlichen Seeteil gewonnen wurden, nicht örtlich bedingt sind, sondern das Hypolimnion allgemein in dem betreffenden Jahr eine stärkere Erwärmung aufweist. Es ergibt sich daraus, daß die Tiefentemperaturen eines tiefen Sees keineswegs Jahr für Jahr konstant sind, wie auch bereits Halbfuß⁶⁾ betont und für eine Reihe von Seen belegt hat. Für den Achensee gibt Halbfuß unter Benützung der Werte bei Richter und einer Bodentemperatur von $4\text{'}8^{\circ}$ vom 23. Juli 1900⁷⁾ eine Amplitude von $0\text{'}5^{\circ}$ an, die sich bei Berücksichtigung der Serien Geistbecks und des Verfassers sogar auf $0\text{'}63^{\circ}$ erhöht.

⁶⁾ Halbfuß W., Grundzüge einer vergleichenden Seenkunde, Berlin 1923, p. 211f.

⁷⁾ Daselbst Tabelle 5, p. 212, ohne nähere Angabe der Quelle.

Bezüglich der Tiefenlage der Sprungschichte weisen die Serien 2 und 3 weitgehende Übereinstimmung auf, in Serie 1 liegt die Sprungschichte etwas höher. So befindet sich die Thermokline, jener Punkt, in welchem der Quotient der sehr kleinen Temperatur- und Tiefenänderung $\frac{dt}{dm}$ ein numerisches Maximum aufweist, in Serie 1 zwischen 12 und 18 m, in Serie 2 zwischen 15 und 20 m und in Serie 3 zwischen 17.5 und 20 m; das maximale Temperaturgefälle pro Meter ist bei Serie 1 jedenfalls größer als 0.78°, bei Serie 2 größer als 0.88°, bei Serie 3 größer als 0.90°

Ein Vergleich der Oberflächentemperaturen ist nur in beschränktem Maße möglich, da von Geistbeck und Richter weder die Beobachtungsstunde noch die herrschende Witterung angegeben wird. Die Beobachtungen vom September 1926 weisen in den obersten 4 bis 5 m eine um rund 3° höhere Temperatur auf als die vom Jahre 1881 und eine um 2.5 bis 2° höhere als 1891. Die schwach ausgebildete Sprungschichte in 3 m Tiefe (Serie 1) ist wohl der täglichen Wärmeschwankung zuzurechnen, die darüber lagernde homotherme Schicht entstand entweder durch Konvektionsströmungen infolge oberflächlicher Abkühlung oder Einwirken eines mäßig starken Windes. Zu der Ausbildung des homothermen Epilimnions in der 2. Serie kann das Herrschen eines starken und andauernden Windes geführt haben. Ohne den Wärmegehalt der gesamten über der Sprungschicht lagernden Wassermasse wesentlich zu ändern, würde infolge der Durchmischung durch den Wind eine Abkühlung der obersten Schichten und eine gleichzeitige Erwärmung der nahe über der Thermokline liegenden Schichten hervorgerufen.⁸⁾ Vor dem Aufkommen dieses angenommenen Windes würde also die Temperaturkurve im Epilimnion ganz ähnlich wie in der auch zeitlich früher fallenden Beobachtungsserie 3 verlaufen sein; in den obersten 3 m weist Serie 3 um 2.3° höhere, in 15 m Tiefe hingegen um 2.2° und in 20 m um 1.4° niedrigere Temperatur auf. Allerdings kann die in Serie 2 zum Ausdruck kommende Schichtung, bei schon bestehender höherer Temperierung der Sprungschichte, auch durch Einsetzen der herbstlichen Abkühlung entstanden sein. Endlich sei noch auf das verkehrte Tem-

⁸⁾ Merz A., Die Sprungschichte der Seen. Mitteil. des Ver. der Geographen, Leipzig 1911.

peraturgefälle in der obersten Wasserschichte zur Zeit des Beobachtungsbeginnes (Serie 3) hingewiesen, welches die niedrige Lufttemperatur zur Ursache hat und sich bei der geringen Windstärke erhalten konnte.

Bezüglich des Sauerstoffgehaltes gehört der Achensee dem Typus I (subalpiner Seetypus) der von Thienemann⁹⁾ aufgestellten biologischen Seetypen an. Statt subalpin gebraucht Thienemann später die Bezeichnung oligotropher Seetypus, indem er betont, daß für diese Einteilung ökologische und nicht geographische Gesichtspunkte maßgebend sind. Da dem Verfasser die genauere Kenntnis der Lebensvorgänge in einem See, die zur Erklärung der Sauerstoffverteilung notwendig ist, mangelt und damit auch der Rahmen geographischer Untersuchungen überschritten würde, sei hier bloß auf die einschlägige Literatur hingewiesen¹⁰⁾ und die spezifischen Eigentümlichkeiten der Sauerstoffverteilung dieses Typus nach Thienemann (l. c. 1914, p. 289) angeführt: „... ist die Sauerstoffsättigung zu allen Jahreszeiten bis in die größten Tiefen eine sehr weitgehende. Sie nimmt zwar fast stets mit der Tiefe ab, doch ist die Abnahme selbst im Sommer eine sehr geringe.“ — Sauerstoffsättigung des Tiefenwassers bis 70 (—60) % herabgehend. Keine oder minimale Fäulnisprozesse im Tiefenschlamm. — „Die Abnahme von der Oberfläche nach der Tiefe ist ferner eine stetige und steht auch bei scharfer thermischer Stratifikation in keinerlei Beziehung zur Sprungschicht. Der absolute Sauerstoffgehalt der Tiefenschichten (in cm³ pro Liter) kann dabei im Sommer, wenn die oberflächlichen Wassermassen stark erwärmt sind und ihr Sauerstofflösungsvermögen daher gering ist, sogar höher sein als der der Oberfläche.“ Auch im Achensee finden die geringen Sauerstoffmengen im Epilimnion vor allem in den hier herrschenden höheren Temperaturen ihre Erklärung, doch übersteigen sie, wie aus den Sättigungswerten der letzten Kolonne ersichtlich ist, das hiedurch bedingte Maß, denn nicht nur der absolute Sauerstoffgehalt nimmt von der Sprungschichte, wo er

⁹⁾ Thienemann A., *Physikalische und chemische Untersuchungen in den Mooren der Eifel*. Verhandl. naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande und Westfalens 70, 1913, Teil I, 71, 1914, Teil II. — Derselbe, *Biologische Seetypen usw.* Archiv für Hydrobiologie, Stuttgart 1920.

¹⁰⁾ Vgl. auch Halbfuß, a. a. O.; insbesondere Minder L., *Studien über den Sauerstoffgehalt des Zürichsees*. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. Band III, 1923.

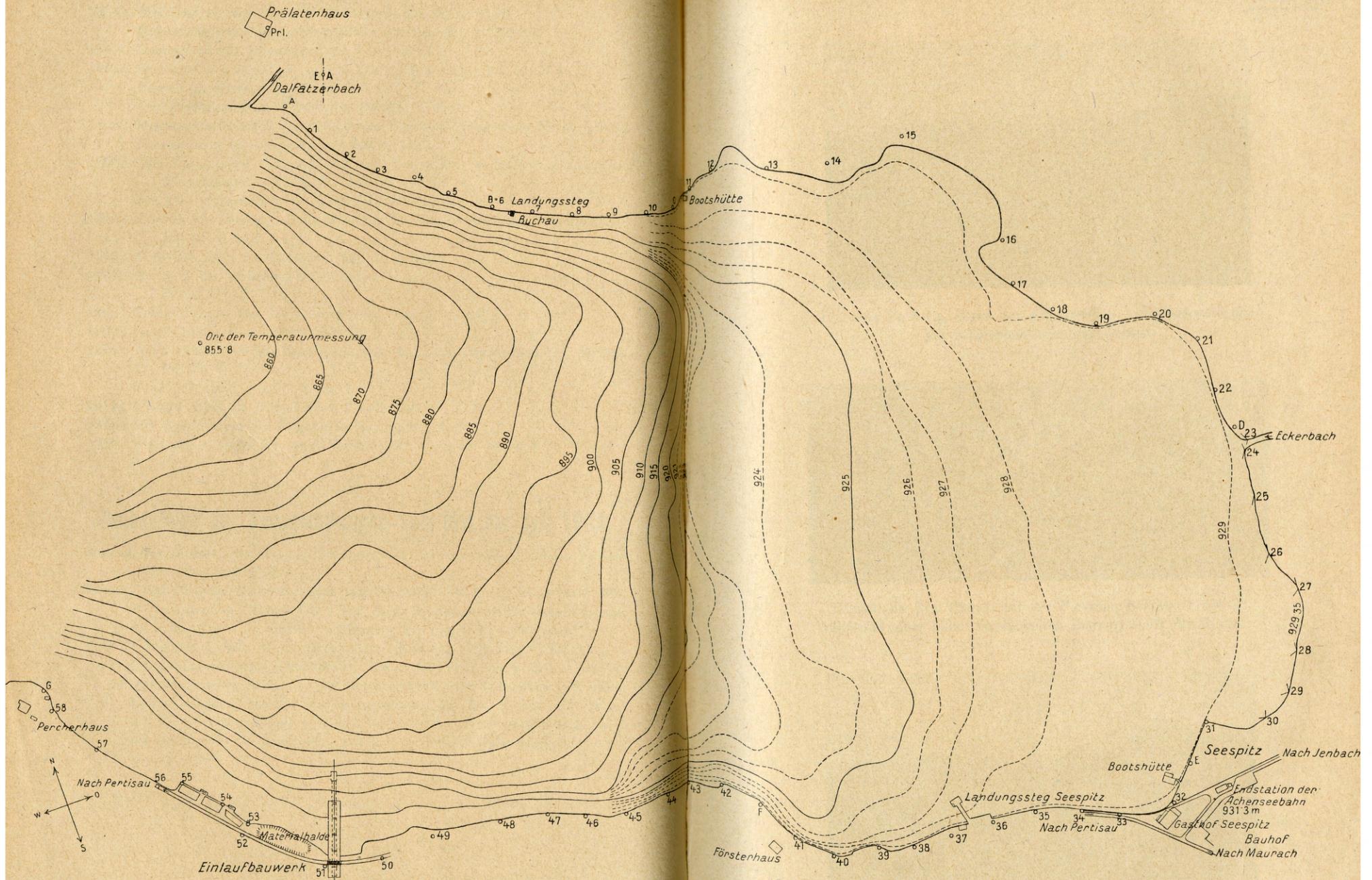
ein Maximum erreicht, gegen die Oberfläche hin ab, sondern auch die Sättigungswerte sind, gegen die Oberfläche hin stetig abnehmend, für das Epilimnion geringer als für die Sprungschichte, wenn auch durchwegs höher als die Werte für das Hypolimnion. Da zur Erklärung des Sauerstoffdefizits die Annahme einer bereits erfolgten oberflächlichen Abkühlung (in einem Betrag von 3°, um den Sättigungswert der Sprungschichte zu erreichen!) wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, werden wohl biologische Faktoren hiefür bestimmend sein.

Die Almwirtschaft in Karpathorußland.

Von Dr. J. Král, Prag.

(Mit 3 Abbildungen auf Tafel 2.)

Die Nutzung der Alpenwiesen auf den Kämmen und Gipfeln der Hochgebirge als Weide- und Viehzuchtgebiete läßt sich seit den ältesten Zeiten in den verschiedensten Teilen Europas verfolgen. Ihre größte Verbreitung und Bedeutung erlangte diese Wirtschaftsform auf der Balkanhalbinsel. Hier wurde die romanische Bevölkerung ebenso wie die romanisierten Thraker — später Vlachen oder Walachen genannt — von den einwandernden Slawen in das Gebirge gedrängt und so zu dieser Wirtschaftsform gezwungen, die sich übrigens schon bei den Illyrern und Thrakern findet und dann auch bei den Balkan-slaven Eingang fand. Aus ihrem ursprünglichen Gebiet, dem Rhodopegebirge, verbreiteten sich diese walachischen Wanderhirten, ein sehr bewegliches Element, später auch gegen Norden. Zu Beginn des 13. Jahrhunderts überschritten sie die Donau und mit ihnen kam die von den Gepflogenheiten der eingeborenen Bevölkerung abweichende Wirtschaftsform des sommerlichen Weidebetriebes auf den Gebirgsweiden: im Sommer wanderten sie mit ihren Herden im Bereich der Hochgebirgs-, aber auch der tiefer gelegenen Weiden, zum Überwintern stiegen sie in das Tiefland hinab. So gelangten sie zunächst nach Siebenbürgen, zu Beginn des 14. Jahrhunderts auch in die Marmarosch. Hier erstreckte sich ihr Wandergebiet bald auf den ganzen östlichen Abschnitt der Ostkarpathen einschließlich des karpathischen Berglandes im ehemaligen Ostgalizien und in der Bukowina.



Tiefenkarte des Achensees (südlicher Teil), aufgenommen und gezeichnet von Walter Hacker auf Grund von 2200 in 28 Quer- und 19 Uferprofilen geloteten Punkten.

- o G Triangulationspunkt
- o 17 Profilendpunkt und Punkt des Polygonzuges
- 955,8 Meereshöhen
- Uferisohypse in 929,35 m ü. d. M.
- 10 m-Isohypse
- - - 1 m-Isohypse

6000.