

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Tschechoslowakei in der Politik Mittel- und Südosteuropas, speziell des Donauraumes, eine sehr beachtenswerte und wichtige Rolle spielt und sich hiebei auf eine starke, wohlgerüstete Wehrmacht stützen kann.

Tiefen- und Bodenkarten des Afritzer- und Brennsees in Kärnten.

Von **Ingo Findenegg.**

(Mit 2 Karten auf Tafel III.)

Im Laufe der Untersuchungen an den Kärntner Seen, welche der Verfasser seit einer Reihe von Jahren durchführt, ergab sich die Notwendigkeit, auch den Afritzer- und den Brennsee im Kärntner Nockgebiete genauer zu studieren. Da von diesen beiden Seen bisher keine Tiefenkarten existierten, wurden sie im Laufe des Sommers 1936 ausgelotet und eine entsprechende Anzahl von Bodenproben aus ihnen untersucht. Dies wurde mir durch die Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien ermöglicht, wofür dieser der herzlichste Dank ausgesprochen sei. Herr Ministerialrat Dr. Neresheimer hatte die Liebenswürdigkeit, mich durch Beistellung eines Bootes und Arbeitsraumes zu fördern. Es sei im folgenden kurz über die wesentlichsten Ergebnisse meiner Untersuchungen berichtet, soweit sie vom geographischen Standpunkt von Interesse erscheinen.

Die Lotungen wurden mit einer Zählradwinde unter Verwendung eines biegsamen Drahtseiles ausgeführt, wobei die Entfernung der einzelnen Lotpunkte vom Ufer durch Spannen einer mit Korkschwimmern versehenen und von 10 zu 10 m markierten Schnur in den einzelnen Profilen sehr genau festgehalten wurde. In Ufernähe erfolgte die Lotung in Abständen von 10 zu 10 m, in der Seemitte nur mehr in 20 m, 30 m oder 50 m Abstand, je nach der Notwendigkeit. Profile und Lotpunkte wurden in einen vom Bezirksvermessungsamte Villach bezogenen Lageplan im Maßstabe 1:2880 eingetragen und darnach die Isobathen gezogen. Die Entnahme der Bodenproben erfolgte mit Hilfe eines Birge-Ekmanschen Bodengreifers, wo das Material zu grob war mit einer einfachen Dredge. Die Fassung von Wasserproben für die chemisch-biologische Untersuchung geschah mit einem Ruttnerschen Wasserschöpfer. Die Wassertemperaturen wurden mit einem Richterschen Kippthermometer gemessen.

Der Afritzersee, der in erster Linie untersucht wurde, liegt in einem ungefähr NNW—SSO ziehenden Abschnitt jener tief eingeschnittenen Talfurche, welche von Radenthein in etwa südöstlicher Richtung

zwischen dem Zuge des Mirnocks und jenem des Wöllanernocks sich erstreckt. Er besitzt eine Länge von etwa 1400 m bei einer größten Breite von 280 m und einer mittleren Breite von 230 m, die Oberfläche berechnete Verfasser mit 0'487 km², die Maximaltiefe wurde im nördlichen Abschnitt mit 22'5 m gelotet. Der See ist durch einen ausgedehnten Schuttkegel, der nächst der Ortschaft Afritz von Westen her das Tal abriegelt, gestaut worden und hat sich ursprünglich wohl noch weiter nach Süden ausgedehnt, verlandete hier aber rasch durch Vermurungen kleiner Bäche, die vom Mirnockabhang in das Tal strömen. Der genannte Berghang, der das Westufer des Sees bildet, ist zum größten Teil bewaldet und fällt zumeist recht steil zum See ab. Am Ostufer zieht die Straße am See entlang, an der mehrere Gehöfte liegen. Nord- und Südufer werden von Mooswiesen und Flachmooren gebildet. Hier treten auch Schilfbestände auf, die an den beiden Längsufern fast völlig fehlen. Die Uferlinie verläuft verhältnismäßig gerade und ist nur im Westen durch Schuttkegel und Felspartien etwas stärker gegliedert. Dementsprechend ist auch das Relief des Seebodens schlicht zu nennen. Das Seebecken ist eine schmale und langgestreckte Wanne mit einer durchschnittlichen Tiefe von 20 m, deren Längswände verhältnismäßig steil einfallen. Schon in 20 m Entfernung vom Ufer überschreiten die Tiefen fast durchwegs 10 m, so daß die Böschungswinkel 25° und darüber betragen. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch am oberen Wannende, während der südwestliche Teil etwas seichter ist. Hier zeigt sich deutlich der Einfluß der von Südwesten her vorrückenden Verlandung. Er läßt sich bis über das Profil IV hinaus nach Norden verfolgen. Im Profil VII quert eine sehr seichte Bodenschwelle das Seebecken, welche wahrscheinlich auch durch den Einfluß eines im Westen einmündenden Bächleins entstanden ist.

Die planimetrische Auswertung der Isobathenflächen ergab folgende Resultate:

Oberfläche .	486.870 m ²
5 m-Isobathe	441.280 m ²
10 m- „	370.980 m ²
15 m- „	263.370 m ²
20 m- „	150.130 m ²

Daraus folgen die Schichtvolumina:

0— 5 m .	2,320.000 m ³
5—10 m .	2,031.000 m ³
10—15 m .	1,586.000 m ³
15—20 m .	1,034.000 m ³
unter 20 m .	188.000 m ³
Gesamtvolumen .	<u>7,159.000 m³</u>

Daraus berechnet sich die mittlere Tiefe mit ungefähr 14'72 m. Das Epilimnion umfaßt mit rund 4,351.000 m³ 61 % des Gesamtvolumens. Die berechneten Zahlen beziehen sich auf einen mittleren Wasserstand, der ungefähr dem Pegelstande von 60 cm entspricht. Der Pegel wurde von der hydrographischen Landesabteilung seinerzeit installiert und sein Nullpunkt mit 752'21 m über dem Meeresspiegel eingemessen.

Die Zuflüsse des Sees sind zwar nur kleine Bäche, schwellen jedoch zur Zeit der Schneeschmelze stärker an und besitzen ziemlich starkes Gefälle, so daß sie dem See ziemlich viel Sand zuführen. Obwohl genauere Daten nicht vorliegen, kann man schließen, daß der See verhältnismäßig stark durchflutet wird. Den Abfluß des Sees bildet der Afritzerbach, der, am Rand von Wiesenmooren fließend, das Gebiet nach Süden hin entwässert.

Die Sedimentbildung im See erfolgt zum großen Teil durch allochthone Stoffe, denen gegenüber die planktogenen und durch Unterwasserpflanzen erzeugten Substanzen ganz zurücktreten. Eine Schar oder Uferbank konnte sich wegen der Steilheit des Geländes fast nirgends entwickeln, der Seeboden fällt vielmehr rasch in größere Tiefen ab, so daß die Unterwasserflora nur eine bescheidene Rolle spielt. Das Material der Seehalde besteht aus Steinblöcken, Kies und Grobsand, welche durch Erdbeben, Vermurung und die normalen Zuflüsse in den See gelangt sind, reichlich vermischt mit Ästen, Stämmen und Wurzelwerk von Bäumen. Erst in einiger Entfernung vom Ufer, in Tiefen zwischen 5 und 10 m, nimmt das Korn der Sedimente soweit ab, daß sie mit dem Bodengreifer gefaßt werden können. Der tiefere Teil der Seehalde ist mit feinsandigen bis schlammigen Böden bedeckt, welche zwar unter dem Mikroskop noch immer ein starkes Vorwiegen der mineralischen Komponente (Quarz und Glimmer) erkennen lassen, daneben aber auch eine mit der Tiefe zunehmende Beimischung von organischem Detritus aufweisen. Letzterer besteht ganz überwiegend aus Resten von Nadeln, Erlen- und Buchenblättern. Die Zunahme der organischen Substanz nach der Tiefe zu gestattet auch eine stärkere Besiedlung durch Mückenlarven, welche zum größten Teil dem *Chironomus bathophilus* angehören. Im nördlichsten, ganz besonders aber im südlichen Teile erhält der Schlamm auch durch Schilfteile und durch Überreste von *Myriophyllum spicatum*, der einzigen Unterwasserpflanze des Sees, einen höheren organischen Gehalt. Die Farbe dieses Grobschlammes ist grau, doch herrscht sehr oft ein deutlicher Stich ins Rotbraune vor, der durch Beimischung von Eisenverbindungen zustande kommt. Diese Eisenausfällungen sind zwar auch in anderen Kärntner Seen zu treffen, treten aber im Afritzersee ganz besonders stark hervor. Es erklärt sich dies aus dem zeitweise sehr bedeutenden Gehalt des Seewassers an gelösten Fe-

Salzen. So wies der See am 16. April 1935 in den oberen Schichten einen Fe-Gehalt von 0·1 mg/l auf, der sich nach der Tiefe zu bis auf 0·3 mg/l steigerte. Gleichzeitig traten in allen Wasserschichten, besonders aber in der Tiefe große Massen von *Leptothrix pseudovacuolata* auf, einer Eisenbakterie, die bisher nur im Sarkowersee und bei Leningrad beobachtet wurde. Bis zum Sommerbeginn war der Fe-Gehalt in den oberen Schichten auf 0·02 mg/l gefallen und damit auch die Eisenbakterien verschwunden.

Das größte Areal des Seebodens wird von dem in der Karte mit schrägen Schraffen angedeuteten Schweb eingenommen. Es handelt sich um ein pelagisch gebildetes, sehr feinkörniges Sediment, das sulzig fließt und graugrün bis schwarz gefärbt ist. Es enthält stellenweise gröbere Einschlüsse, namentlich Blattreste, Erlenfrüchte und Holz. Unter dem Mikroskop läßt es ein starkes Überwiegen der feinsten pflanzlichen Zerreibsel erkennen, enthält auch viel Diatomeenschalen, vereinzelte Fäden einer schlammbewohnenden *Oscillatoria* sp., Chitinreste und Pollen. Gewichtsanalytisch ergibt die organische Substanz etwa 5 bis 10% des Trockengewichtes. Diese relativ bescheidenen Werte fallen insofern auf, als der See nicht nur sehr reichlich allochthones organisches Material absetzt, sondern auch eine beträchtliche eigene Produktion an Plankton aufweist. Dies geht schon aus der grünlichen Wasserfarbe (Stufe 12 der F. U.-Skala) und der geringen Sichttiefe (meist zwischen 4 und 6 m) hervor. Das Plankton setzt sich in der kühlen Jahreszeit meist aus Diatomeen, im Sommer aus Zyanophyzeen zusammen. Wenn der Schweb des Sees also trotzdem arm an organischer Substanz ist, so hat dies seinen Grund darin, daß der See bis zum Grund ausreichend mit O₂ versorgt ist. Im Gegensatz zu anderen Kärntner Seen erfährt der Afritzersee zumindest im Spätherbst eine vollständige Umschichtung seiner Wassermassen, er gehört also dem holomiktischen Seetypus an. Die Ursache dieses holomiktischen Verhaltens dürfte neben der geringen mittleren Seetiefe in der verhältnismäßig starken Windeinwirkung zu suchen sein, der unser See ausgesetzt ist. Die recht beträchtliche Beeinflussung der tieferen Seeschichten durch windbedingte Turbulenz drückt sich selbst im Sommer durch verhältnismäßig hohes Ansteigen der Tiefentemperaturen aus. Es sei in folgender Tabelle für die letzten vier Jahre die Temperaturschichtung des Sees im Spätsommer (1936 Ende Juli) zusammengestellt (in Celsiusgraden).

Tiefe	17. IX. 1933	14. X. 1934	22. IX. 1935	21. VII. 1936
1 m	16·0	13·8	15·8	21·0
5 m	16·0	13·8	15·6	16·5
10 m	9·9	9·5	9·8	7·1
15 m	6·7	5·7	6·9	6·1
20 m	6·4	5·3	6·6	5·8

Man erkennt in dieser Tabelle deutlich die ungleiche Stärke der Windeinwirkung in den einzelnen Jahren, besonders fällt der geringe Temperaturanstieg in dem durch ein warmes und windstilles Frühjahr ausgezeichneten Jahre 1934 auf.

Zu Winterbeginn tritt dann durch thermische Konvektion und windbedingte Zirkulation die Vollumschichtung ein, die den im Laufe der Sommerstagnation durch Fäulnis verbrauchten O_2 -Vorrat der Seetiefe wieder ergänzt. Ob auch eine Frühjahrsvollzirkulation besteht, konnte mangels hinreichend häufiger O_2 -Untersuchungen nicht festgestellt werden, doch scheint es wahrscheinlich, daß sie unterbleibt. Immerhin ist der O_2 -Gehalt der tieferen Schichten auch im Frühjahr bedeutend, wie aus folgender Zusammenstellung ersehen werden kann (O_2 -Gehalt in mg/l):

Tiefe	14. X. 1934	16. IV. 1935	11. VI. 1935	22. X. 1935
1 m	9'55	9'72	9'01	9'42
5 m	9'30	9'44	9'23	9'48
10 m	2'10	8'89	8'55	6'13
15 m	0'13	8'60	5'87	0'45
20 m	0'00	7'44	4'84	0'12

Die kräftige O_2 -Zufuhr während der kalten Jahreszeit ermöglicht also eine aerobe Zersetzung und Mineralisation der organischen Substanz im Tiefenschlamm, was seinen geringen Gehalt an organischen Stoffen erklärt. Auch die Besiedlung des Schwebs mit tierischen Organismen ist dementsprechend gering, doch ist dies vielleicht weniger eine Folge des geringen Nährstoffgehaltes als vielmehr des starken O_2 -Schwundes in den tieferen Wasserschichten, der im Laufe des Sommers eintritt. Wir finden im Schweb nämlich nur Formen mit sehr geringem O_2 -Bedürfnis, wie die Gattung Tubifex und besonders die Larven von Corethra, welche letztere auch in völlig O_2 -freiem Wasser leben können.

Der Brenn- oder Feldsee liegt in derselben Talfurche wie der Afritzersee, etwa 1 km nordwestlich von letzterem und durch eine sehr flache Talwasserscheide von ihm getrennt. Er ist etwas kleiner und weniger langgestreckt, aber um etwa 5 m tiefer. Im übrigen sind die Verhältnisse sehr ähnlich, insbesondere was die Gesteinsbeschaffenheit des Einzugsgebietes, die Ufergestaltung und die Vegetation des anschließenden Geländes betrifft. Der See mißt in der Länge etwa 1200 m, die größte Breite beträgt 440 m, die mittlere 370 m. Die Oberfläche nimmt 0'412 km² ein, die größte gemessene Tiefe ergab 26'3 m. Die Festlegung des Wasserspiegels zur Zeit der Auslotung begegnete leider insofern gewissen Schwierigkeiten, als der von der hydrographischen Landesabteilung Klagenfurt seinerzeit eingemessene Pegel inzwischen aufgelassen und entfernt wurde. Die geloteten Tiefen beziehen sich auf einen mittleren Wasserstand, dessen Höhe ungefähr 739 m über dem Meeresspiegel be-

tragen dürfte. Es wurden vier Quer- und fünf Teilprofile gelotet. Die Planimetrierung der Isobathenflächen im Maßstabe 1 : 2880 ergab folgende Zahlen:

0 m	411.930 m ²
5 m	360.780 m ²
10 m	304.820 m ²
15 m	235.930 m ²
20 m	169.610 m ²
25 m	46.000 m ²

Daraus berechnen sich die Schichtvolumina:

0—5 m	1,932.000 m ³
5—10 m	1,664.000 m ³
10—15 m	1,352.000 m ³
15—20 m	1,014.000 m ³
20—25 m	539.000 m ³
unter 25 m	34.000 m ³
Gesamtvolumen	<u>6,535.000 m³</u>

Der Brennsee besitzt somit ein Volumen von 6,535.000 m³, was einer mittleren Tiefe von 15'86 m entspricht. Das Epilimnion umfaßt rund 3,596.000 m³, das sind 55% des Volumens.

Die Sedimente weisen eine große Ähnlichkeit mit jenen des Afritzersees auf. Die Ufer fallen nicht weniger steil unter dem Wasserspiegel ab und sind bis in mehrere Meter Tiefe mit Steinen und Grobsand bedeckt. Ein Schilfgürtel ist nur am Nordufer entwickelt, der ihm vorgelagerte verhältnismäßig seichte Seeteil weist bis in eine Entfernung von 50 m vom Ufer gröberen Sand auf, der stellenweise stark mit Zweigen, Erlenblättern und Schilfresten durchsetzt ist.

In 5 bis 8 m Tiefe geht das grobe Ufersediment in feinen Sand über, der spärliche Fontinalisbestände trägt und noch immer Blattreste und Zweige einschließt. Wieder ist der häufigste Bodenbewohner dieser Zone die Larve von *Chironomus bathophilus*. In rund 15 m Tiefe beginnt auch hier der feinkörnige Schweb aufzutreten, der dieselbe Zusammensetzung wie im Afritzersee aufweist. Auch hier treffen wir verhältnismäßig häufig *Tubifex* und die Larven von *Corethra*.

Entsprechend seiner größeren Tiefe sollten die O₂-Verhältnisse der untersten Wasserschichten wesentlich ungünstiger liegen als beim Afritzersee. Dem ist jedoch keineswegs so. Es seien in folgender Tabelle einige O₂-Zahlen genannt, welche einen guten Vergleich mit jenen des Afritzersees gewähren, da die Untersuchungen stets am selben Tage ausgeführt wurden (O₂ in mg/l).

Tiefe	17. IX. 1933	14. X. 1934	21. VII. 1936
1 m	9'25	9'53	9'27
5 m	9'47	—	—
10 m	6'25	4'54	—
15 m	2'03	1'95	—
20 m	0'58	0'14	2'38
25 m	0'18	0'00	1'84

Es wirkt sich beim Brennsee eben das im Verhältnis zum Gesamtvolumen geringere Volumen des Epilimnions aus, indem sich die im Epilimnion produzierten Substanzen auf eine größere Wassermasse in der Tiefe verteilen, die Fäulnisdichte also etwas geringer ist. Immerhin ist der nicht geringere O₂-Gehalt des Brennsees gegenüber dem Afritzersee bemerkenswert, weil ersterer sicherlich nicht weniger, sondern eher mehr organische Substanz produziert und dazu noch weniger durch Windeinwirkung beeinflusst wird. Dies kann man wenigstens aus den vorliegenden Temperaturmessungen schließen, aus denen sich durchwegs ergibt, daß sich der Brennsee in größeren Tiefen im Laufe des Sommers weniger erwärmt als der Afritzersee. Dies kann aus einem Vergleich der oben angeführten Temperaturtabelle des Afritzersees mit der nun folgenden des Brennsees ersehen werden. Die Temperaturunterschiede gegenüber gleichen Tiefen im Afritzersee sind in Klammer beigefügt (in Celsiusgraden).

Tiefe	17. IX. 1933	14. X. 1934	21. VII. 1936
1 m	16'2	13'4	19'9
5 m	16'0	13'4	16'8
10 m	9'5	9'8	8'0
15 m	6'6 (— 0'1)	5'0 (— 0'7)	5'8 (— 0'3)
20 m	6'1 (— 0'3)	4'7 (— 0'6)	5'3 (— 0'5)
25 m	5'8	4'7	5'1

Diese geringere Erwärmung des Brennsees in der Tiefe kann wohl nur als ein Zeichen schwächeren Temperatúraustausches während der Sommerstagnation aufgefaßt werden. Die Ursache liegt offenbar in der mehr runden Form der Seeoberfläche, welche den durch das Tal streichenden Winden keine so große Angriffsfläche bietet als der lange und schmale Afritzersee. Abschließend sei noch bemerkt, daß der Eisen-gehalt des Brennsees ebenfalls recht hoch ist und auch hier die braunen Fe-Ausfällungen im Bodenschlamm zu beobachten sind, wenn auch etwas schwächer als im Afritzersee. Hingegen ist die Wasserhärte des Brennseewassers mit nur 2'2 deutschen Graden kleiner als im Afritzersee, dessen Härte etwa 4 Grade beträgt. Die Sichttiefen im Brennsee bleiben in der Regel etwas hinter jenen des Afritzersees zurück.

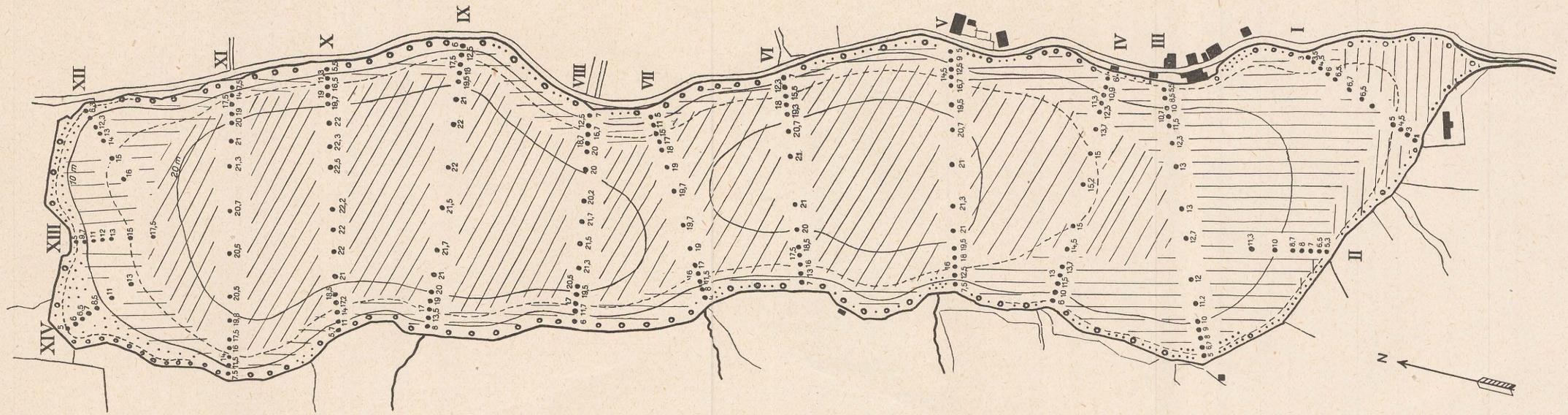


Abb. 1. Tiefen- und Bodenkarte des Ahrntalersees in Kärnten. 1 : 6500.

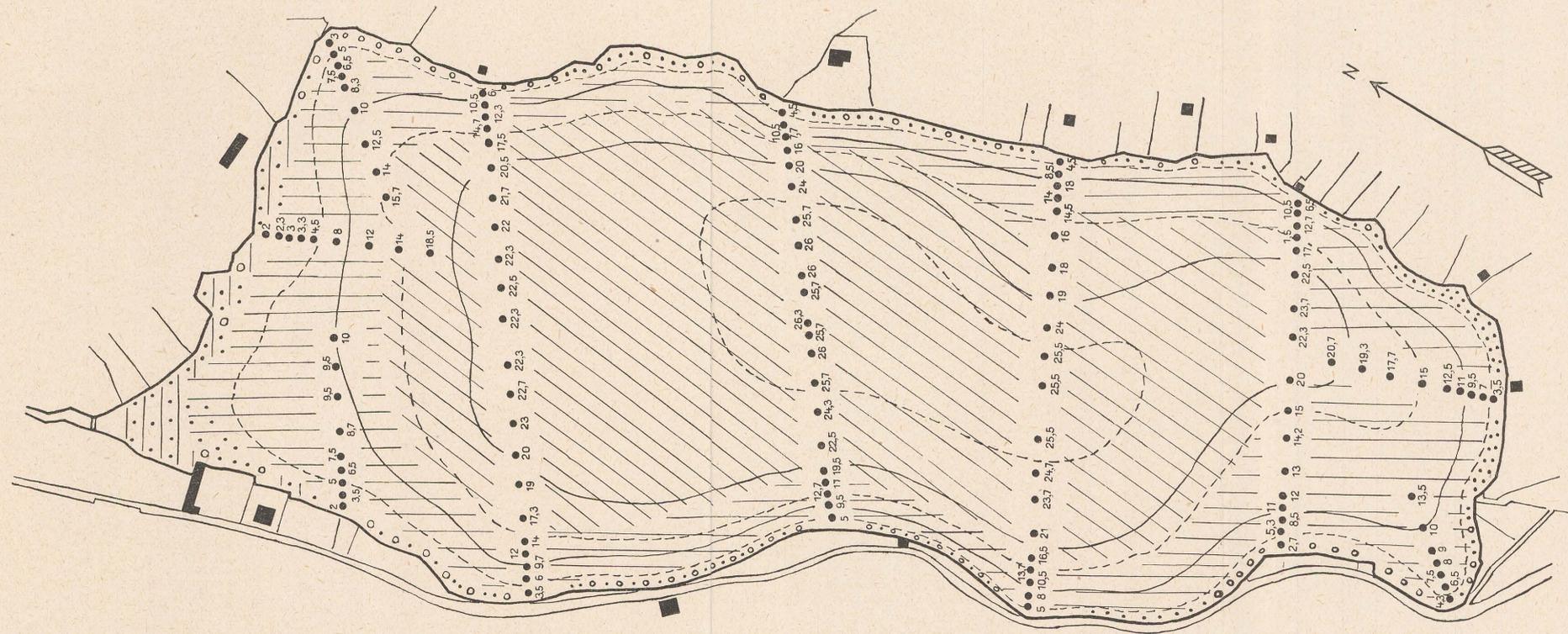


Abb. 2. Tiefen- und Bodenkarte des Brennersees. 1 : 5400.

○○○ Schotter und Blöcke
 ●●● Grobsand
 === Feinsand und mineralischer Schlamm
 ||| Schlamm mit stärkerer Beimischung von Detritus (phytogen)
 /// Schweschlamm