

Kärntner Stationen nachgewiesen wurden.<sup>5)</sup> Es liegen da jedenfalls langjährige Klimaänderungen vor, die sich in kürzere Perioden aufteilen. Bei der starken Abhängigkeit des Haushaltes der Gletscher vom Klima müssen auch deren Oszillationen eine freilich durch andere Faktoren verschleierte Periodizität aufweisen. Vorläufig wird es nur gelingen, die kleineren Perioden zu entschleiern, wenn eine im Vergleich zur bedeutenden Streuung der Einzelwerte hinreichend lang dauernde Beobachtungsreihe vorliegt. Bei der Pasterze machen sich diesbezüglich mehrere Lücken in den Anfangsjahren der Beobachtungen sowie während und nach den Jahren des ersten Weltkrieges sehr störend bemerkbar. Infolge der gegebenen Verhältnisse konnten auch im Sommer 1945 die Nachmessungen nicht durchgeführt werden, doch ist zu hoffen, daß der Ausfall sich auf das eine Jahr beschränken wird.

## Der Afritzer- und Brennsee.

Eine limnologische Untersuchung.

Von Ingo Findenegg.

(Mit drei Abbildungen im Text.)

Der Afritzer- und der Brennsee (Feldsee) liegen nur etwa ein und einhalb Kilometer von einander entfernt in jener tief eingeschnittenen Talfurche, welche von Radenthein in südöstlicher Richtung gegen das Westende des Ossiacher Sees zieht und nordöstlich von den Höhen der Wöllaner Nockgruppe, im Südwesten vom Mirnock und der Tragenwinkler Alm begleitet wird. Beide Berg Rücken erreichen Meereshöhen über 2100 m und bestehen aus kristallinen Schiefen. Die bewaldeten Hänge fallen verhältnismäßig steil zum Seetal ab und sind wegen der tiefgründigen Verwitterung des Bodens recht fruchtbar, wofür die hoch bis ins Waldgebiet hinaufreichenden Streusiedlungen zeugen. Die beiden Seen sind durch eine flache Talwasserscheide von einander getrennt, derart, daß der Afritzer See nach SO gegen den Abfluß des Ossiacher Sees entwässert wird (Afritzer Bach), während der Abfluß des Brennsees, der Feldbach, sich nach NW richtet und nach der Vereinigung mit dem Kaningbach unter dem Namen „Rieger-

<sup>5)</sup> V. Paschinger, Nehmen die Sommerniederschläge in Kärnten ab? Meteor. Z. 1931. F. Steinhauser, Wie ändert sich unser Klima? Meteor. Z. 1935.

bach“ bei Döbriach in den Millstätter See mündet. Der in einem etwas breiteren Talabschnitt liegende Brennsee ist kürzer und breiter als der zwischen den Hängen eingeklemmte schmale und lange Afritzer See. Es bestehen hinsichtlich der Lage und Beckenabmessungen zwischen den beiden Seegeschwistern folgende Unterschiede:

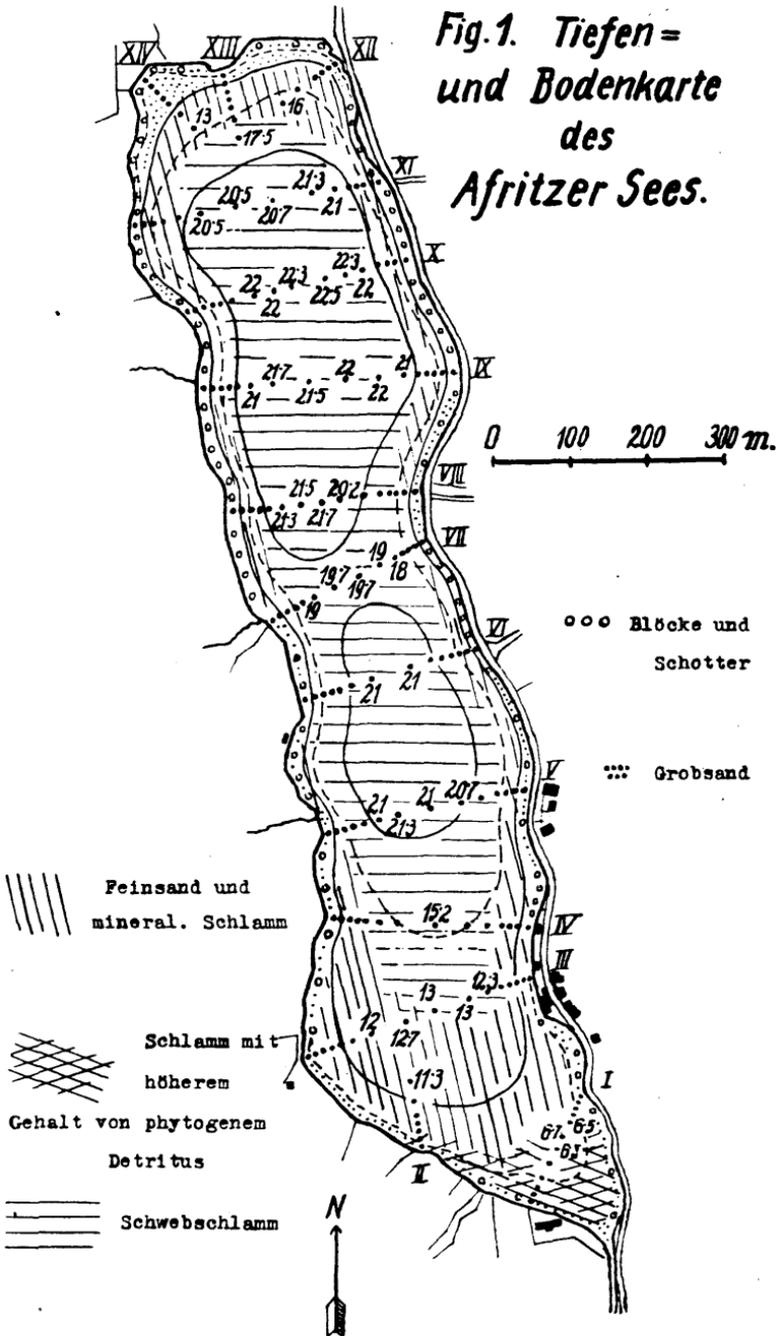
	Afritzer See	Brennsee
Meereshöhe	752 m	739 m
Länge	1600 m	1200 m
größte Breite	340 m	450 m
mittlere Breite	300 m	340 m
Oberfläche	0,487 km <sup>2</sup>	0,412 km <sup>2</sup>
größte Tiefe	22,5 m	26,3 m
mittlere Tiefe	14,72 m	15,86 m
Volumen	7,159.000 m <sup>3</sup>	6,535.555 m <sup>3</sup>

Ich untersuchte die beiden Seen im Laufe der Jahre 1933 bis 1936 bei mehreren Exkursionen zu verschiedenen Jahreszeiten nach thermischen, optischen, biochemischen und biologischen Gesichtspunkten. Im Juli des letzten Untersuchungsjahres habe ich anlässlich eines längeren Aufenthaltes am Afritzer See beide Gewässer ausgelotet und Bodenkarten aufgenommen, sowie die Fauna des Seegrundes flüchtig untersucht. Über die erzielten Ergebnisse sei im folgenden berichtet.

### Der Afritzer See.

Der Afritzer See wurde unmittelbar unterhalb des Südabfalles der oben erwähnten Talwasserscheide durch einen ausgebreiteten Schuttkegel angestaut, der nächst der Ortschaft Afritz durch die vom Hang der Tragenwinkler Alm herabkommenden Bächlein aufgebaut wurde. Er hat sich ursprünglich wohl noch etwas weiter nach SO ausgedehnt, verlandete hier aber rasch durch die Vermurungen der oben genannten Bäche, was auch aus den geringen Tiefen der südöstlichen Seeteile auf der Tiefen- und Bodenkarte (Abb. 1) zu ersehen ist. Sonst fallen die Ufer überall verhältnismäßig steil in den See ein, so daß schon in 20 m Entfernung vom Ufer die Seetiefen meist 10 m überschreiten und der Böschungswinkel im Mittel etwa 25 Grad beträgt. Nur das nördliche Wannende ist etwas flacher. Sanft geneigte Mooswiesen bilden hier das Ufer und es entwickelt sich ein schmaler Röhrichtstreifen, der in etwas breiterer Ausdehnung auch am Süden des Sees zu finden ist, wo sich ein kleines Wiesenmoor entwickelt hat, das von dem Abfluß des Sees durchflossen wird. Im Westen fällt der bewaldete

**Fig. 1. Tiefen-  
und Bodenkarte  
des  
Afritzer Sees.**



Mirnock-Hang steil zum See ab. Blöcke und Schotter bilden hier das Ufer in der ganzen Länge. Im Osten begleitet die Straße das Seeufer, an der mehrere Gehöfte und kleine Häuschen liegen.

Die Form des Seebeckens, wie sie sich aus meinen Lotungen in zehn Quer- und vier Teilprofilen darstellt, ist die einer langgestreckten, schlichten Wanne von durchschnittlich 20 m Tiefe. Eine ganz seichte Bodenschwelle, die die Fortsetzung eines schwachen Ufervorsprunges am Ostufer bildet, deutet eine Scheidung in ein nördliches und südliches Becken an, von denen das erstere um etwa 1 m tiefer ist. Im letzteren macht sich bis in das Profil V der Einfluß der Verlandung von SW her geltend. In der Fig. 1. sind die Tiefenschichtenlinien von 5 zu 5 m eingetragen, die 10-m- und 20-m-Isobathe als ausgezogene Linie, jene von 5 und 15 m gestrichelt, doch konnte erstere nur an den beiden Seeenden eingezeichnet werden, an den Längsseiten liegt sie zu nahe der Uferlinie. Wegen der starken Verkleinerung der Karte konnten auch nicht alle geloteten Tiefen in die Profile eingetragen werden, ich habe mich auf die Angabe der uferfernen Punkte beschränkt.

Die Planimetrierung der Isobathenflächen im Originalmaßstab (1 : 2880) ergab folgende Isobathenflächen:

Oberfläche	486.870 m <sup>2</sup>
5-m-Isobathe	441.280 m <sup>2</sup>
10-m-Isobathe	370.980 m <sup>2</sup>
15-m-Isobathe	263.370 m <sup>2</sup>
20-m-Isobathe	150.130 m <sup>2</sup>

Aus den daraus berechneten Schichtvolumina ergibt sich ein Gesamtvolumen von 7,159.000 m<sup>3</sup> und eine mittlere Tiefe von 14,72 m. Die mittlere Breite der Seefläche beträgt etwa 300 m. Neben den Tiefen enthält unsere Karte auch noch Angaben über die Bodenbeschaffenheit, also über die Art der sich am Grund des Sees absetzenden Sedimente. Wiewohl die Zuflüsse des Afritzer Sees nur kleine Bächlein sind, verläuft die Sedimentbildung doch zum großen Teil aus allochthonem Stoff, da jene zur Zeit der Schneeschmelze und nach anhaltendem Regenwetter stark anschwellen und vermöge ihres Gefälles verhältnismäßig viel Material mit sich führen. Dazu kommt noch der Zuschub an Blättern, Nadeln und Ästen aus den angrenzenden Wäldern, doch tritt dieser gegenüber jenem aus anorganischem Material in den Hintergrund. Der Boden des Sees besteht daher in Ufernähe aus Felsblöcken, Schotter und grobem Sand. Eine flache Uferbank (Schar) ist fast nirgends entwickelt, die Ufer fallen an den meisten Stellen ziemlich unvermittelt zur Seehalde ab, auf der besonders am Westufer auch noch

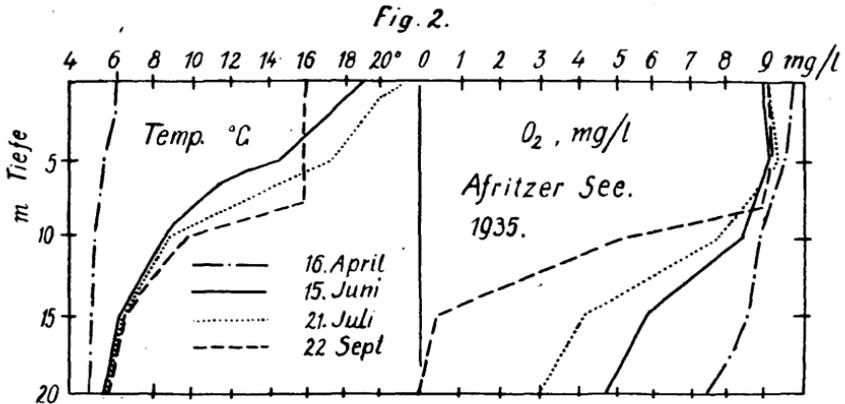
Äste und Wurzeln von Bäumen liegen. Erst in Tiefen von 5 bis 10 m nimmt die Korngröße der Sedimente so weit ab, daß man mit dem Bodengreifer arbeiten kann. Der tiefere Teil der Seehalde, unter etwa 10 m, besteht aus Feinsand und tonigem Schlamm, in dem auch reichlicher organischer Detritus enthalten ist. Eine eigentliche Unterwasser-Makrophytenflora ist nur stellenweise, besonders an den beiden Enden der Seewanne, vorhanden. Sie besteht fast ausschließlich aus *Myriophyllum spicatum*.

Der tiefere Seeboden besteht aus einem pelagisch gebildeten, sehr feinkörnigen Schweb, der graugrün bis schwärzlich gefärbt und aus tonigem Material zusammengesetzt ist, in dem man makroskopisch Reste von Erlenfrüchten, Blättern und Holz, mikroskopisch Diatomeenschalen, Chitinreste und Pollen findet. Er ist auch von den Fäden einer schlammbewohnenden *Oscillatoria*art durchsetzt. Die organische Substanz macht nur 5—10 Prozent des Trockengewichtes aus. Da das Tiefenwasser des Sees während des größten Teiles des Jahres ausreichend mit gelöstem Sauerstoff versorgt ist, kommt es offenbar zu einer raschen Mineralisierung des abgesetzten organischen Materiales.

Was die Thermik des Seewassers betrifft, so werden die Verhältnisse einerseits bestimmt durch die Lage des Sees in über 700 m Meereshöhe und den Bergschatten des Mirnockes im Süden und Westen, anderseits durch die in der Talfurche wehenden, verhältnismäßig starken Luftbewegungen, welche den See in seiner Längsrichtung treffen und daher relativ stark durchmischen. Im Winter ist der See stets mehrere Monate mit Eis bedeckt. Ende März oder Anfang April taut er auf und wird nun durch den Wind bis in seine Tiefe durchmischt, so daß sich sogar das Tiefenwasser bis gegen 6° C erwärmt. Nach dem Eintritt einer stabilen Sommerschichtung erwärmen sich die obersten Wasserschichten weiter, doch erreicht die Warmwasserschicht selten mehr als 18—19° C im Mittel, selbst die Oberflächentemperaturen im offenen See steigen nur selten über 21° C, sind also keineswegs höher als jene des um 200 m höher gelegenen Weißensees. Ende September hat die Oberflächenschicht nur mehr 16 Grad oder weniger. Die Temperaturentwicklung unserer Sees ist für das Jahr 1935 in der Fig. 2 graphisch dargestellt. Im linken Teil der Figur sind von oben nach unten die Seetiefen, von links nach rechts die Temperaturgrade aufgetragen. An den vier eingezeichneten Kurven können die in jeder Tiefe zum angegebenen Zeitpunkt gemessenen Wassertemperaturen abgelesen werden.

Während das Wasser des Afritzer Sees im Spätherbst und in den meisten Fällen wohl auch im Frühling völlig durchmischt wird („holomiktischer See“) und daher zu diesen Zeiten bis in die Tiefe

mit gelöstem Sauerstoff ( $O_2$ ) annähernd gesättigt ist, nimmt der  $O_2$ -gehalt der Tiefe während der Sommerstagnation doch weitgehend ab, so daß er bis zum Spätherbst auf Null sinken kann. Der rechte Teil der Abb. 2 möge eine Vorstellung von der  $O_2$ -schichtung im See zu verschiedenen Jahreszeiten geben.



Hinsichtlich der übrigen biochemischen Charakteristika sei auf die folgende Zusammenstellung verwiesen, in der auch die optischen Eigenschaften des Afritzer Sees mit jenen des im zweiten Teile dieser Arbeit genauer behandelten Brennsees zusammengestellt sind:

	Afritzer See:		Brennsee:	
	Mittel	Minim.-Maxim. (Oberfl.-Tiefe)	Mittel	Minim.-Maxim. (Oberfl.-Tiefe)
Alkalinität	1,50	1,36—1,70	0,90	0,71—1,10
Härte (Deutsche Grade)	4,2		2,5	
pH		8,66—6,80		8,60—6,60
Nitrat-Stickstoff	0,22	0,00—0,38 mg/l	0,31	0,00—0,45 mg
Ammon-Stickstoff		0,01—0,50 mg/l		0,00—0,90 mg
Eisen		0,01—1,00 mg/l		0,01—2,00 mg
SiO <sub>2</sub>		0,7 —6,5 mg/l		1,00—7,00 mg
Sichttiefe	5 m	3,8 —5,5 m	4,7 m	3—5,7 m
Wasserfarbe	olivgrün (12—13 F. U. Sk.)		olivgrün (11—12 F. U. Sk.)	

Daraus ergibt sich, daß der Afritzer See mit einem den Stufen 12—13 der Forel-Ule-Skala entsprechendem olivgrünen Farbton einen mäßig eutrophen See darstellt, mit welcher Tatsache auch die übrigen Eigenschaften in guter Übereinstimmung stehen. Die Sichttiefen schwanken nicht stark und scheinen in erster Linie durch Wind oder anhaltenden Regen beeinflusst zu sein, was bei der ge-

ringen Breite des Sees von vornherein zu erwarten ist. Der Wasserstoffexponent (pH) beträgt bei einer mittleren Alkalinität von 1,50 nach dem Auftauen etwa 7,2, um im Laufe des Sommers in der Oberschicht auf über 8,5 zu steigen, während er in der Tiefe auf 6,8 zurückgeht. Der Nitrat-N-gehalt von etwa 0,25 mg/l nach dem Auftauen sinkt im Epilimnion bis zum Herbst fast auf Null, im Sommer stehen aber der pflanzlichen Produktion noch immer ausreichende Mengen von gelöstem Nitrat zur Verfügung. Fast stets lassen sich im Wasser geringe Ammon-N-mengen nachweisen, die auf Verunreinigung von den benachbarten Viehweiden oder den menschlichen Siedlungen hinweisen. Nicht unbeträchtlich ist auch der Gehalt an Eisenverbindungen, der im April 1935 selbst in der oberen Wasserschicht 0,1 mg/l betrug, um dann bis zum Juni auf 0,02 mg zu fallen. Während dieser Zeit trat in allen Wasserschichten, besonders aber in der Tiefe, die Eisenbakterie *Leptothrix pseudovacuolata* auf. Der hohe Fe-gehalt des Wassers ist auch die Ursache der Eisenausfällungen am Seegrund, welche dem an sich grauen Schlamm der tieferen Seehalde einen Stich ins Rötliche verleiht. Im tiefen Wasser selbst steigt der Fe-gehalt im Herbst bis auf 1 mg/l.

Das Phytoplankton unseres Sees ist keineswegs so reich entwickelt, wie es seinem Nährstoffgehalt für die Pflanzen entsprechen würde. Wahrscheinlich wirkt sich die eher starke Durchflutung des Sees ungünstig für die Produktion an Algen aus. Eine genauere, quantitative Aufstellung der Produktion im Laufe des Jahres kann ich nicht geben, da die Untersuchungen für diesen Zweck zu wenig häufig sind. Immerhin kann ich wenigstens für das Jahr 1935 einen qualitativen Überblick über die jahreszeitlichen Aspekte des Planktons geben. Für das Phytoplankton gestaltete sich die Entwicklung etwa folgendermaßen: Im Winterplankton treten die Diatomeen stark hervor, besonders (wie im Ossiacher See) *Asterionella gracilima* in dem von Ruttner als *hypolimnica* bezeichneten Ökotypus, daneben noch *Cyclotella quadrijuncta* und auch *Fragilaria crotonensis*. Außer den Diatomeen spielen noch ein *Malomonas*, einige Cyanophyceen und in der Tiefe *Trachelomonas volvocina* eine gewisse Rolle, deren Vorliebe für stärkeren Eisengehalt des Wassers sich hierin kundgibt. Auch das Massenaufreten von *Leptothrix pseudovacuolata* fällt teilweise noch in den Winter, die gleichfalls zwischen 15 und 20 m Tiefe die größte Häufigkeit aufwies.

Das Frühjahrsplankton ist, wie an den meisten Kärntner Seen, vornehmlich durch *Dinobryon divergens* gekennzeichnet, im Zentrifugenplankton erreichen *Cryptomonas erosa* und *Rhodomonas lacustris* ihr jahreszeitliches Maximum, daneben treten sehr zahl-

reich die Diatomeen *Stephanodiscus astraea* und *Cyclotella glomerata* auf. Anfangs Juni waren in 15—20 m Tiefe noch immer *Trachelomonas volvocina* herrschend, während von *Leptothrix* nur mehr die letzten Exemplare zu finden waren. In den späteren Juni fiel auch, wie an allen Kärntner Talseen, der gewaltige Anstieg der *Cyclotella melosiroides* und von *Ceratium hirundinella* im Epilimnion, während gleichzeitig *Peridinium willei* ein bescheidenes Maximum in etwa 10 m Tiefe bildete. Vereinzelt fand ich auch Kolonien von *Uroglena volvox*.

Der Monat Juli leitet von dem Maximum der Cyclotellen (*C. melosiroides* und *C. bodanica*) zu dem Cyanophyteenmaximum über, das im August oder Anfang September erreicht wird. Er bringt einen starken Anstieg von *Gomphosphaeria lacustris*, doch herrschen zunächst zahlenmäßig noch immer die Cyclotellen, zu denen sich *Synedra acus delicatissima* gesellt, während volumsmäßig *Ceratium hirundinella* die erste Rolle spielt. In 10 m Tiefe fand sich ein Maximum des *Mallomonas acaroides*. Das Herbstplankton des Afritzer Sees wird beherrscht von *Gomphosphaeria lacustris*, *Microcystis aeruginosa* und, weniger häufig, *Anabaena flos aquae*. Die beiden letzteren bilden manchmal leichte Wasserblüten. Hingegen ist *Dactylococcopsis smithi*, die in anderen Seen um diese Zeit so verbreitet ist, offenbar wegen der zu niedrigen Wassertemperaturen im Afritzer See nur vereinzelt anzutreffen. *Ceratium hirundinella* ist auch im Herbst noch zahlreich, desgleichen *Mallomonas* und *Bothryococcus brauni*, wie auch *Tabelaria flocculosa*.

Das Zooplankton weist wenig Besonderheiten gegenüber anderen Kärntner Talseen auf. Fast alle bekannten Rotatorien sind vorhanden, wie *Synchaeta pectinata* (Winter), *Synchaeta tremula* (erstes Frühjahr), *Polyarthra platyptera* (ganzes Jahr), *Rattulus capucinus* (Sommer, wenig zahlreich), *Ascomorpha saltans* (selten), *Anapus testudo* (Sommer), *Anurea aculeata* (selten, meist im Frühjahr), *Anurea cochlearis* (ganzes Jahr, bes. Frühjahr), *Notholca longispina* (Maximum im Juni), *Gastropus styliifer* (selten), *Asplanchna priodonta* (vornehmlich in der kühlen Jahreszeit), *Triarthra longiseta* (bes. Frühjahr) und *Pedalion mirum*, letztere Art sehr selten, da unser See für diese Sommerform etwas zu kühl ist. Unter den Planktonkrebsen sind die Copepoden durch *Diaptomus gracilis* und *Cyclops strenuus* vertreten, von denen erster an fast allen Untersuchungstagen zahlenmäßig überwog. *Cyclops strenuus* ist im Frühjahr anscheinend wesentlich seltener als im Herbst, während der Bestand an *Diaptomus* sich das ganze Jahr hindurch ungefähr auf der gleichen Höhe hält. Die Cladoceren sind durch *Daphnia longispina hyalina* und *Bosmina coregoni* das

ganze Jahr über vertreten, wobei *Daphnia* das Maximum im Sommer erreicht, während *Bosmina* kein ausgeprägtes Maximum erkennen läßt. In Ufernähe tritt im Sommer auch *Bosmina longirostris* hervor. *Diaphanosoma brachyurum* und *Leptodora kindtii* sind als Wärmeformen auf den Sommer beschränkt, erstere mit einem Maximum im Spät-, letztere im Frühsommer.

Die Fischfauna des Sees enthält als praktisch wertvollsten Bestandteil den Hecht, daneben kommen noch Barsche, vereinzelt auch Welse vor. An karpfenartigen Fischen weist der See vor allem Aitel (*Squalius cephalus*), weniger zahlreich Plötzen (*Leuciscus rutilus*) und Lauben (*Alburnus lucidus*) auf. Auch Schleien und sogar Brachsen sollen vereinzelt vorkommen. Vor dem ersten Weltkrieg wurden auch Forellen (*Trutta lacustris*) und Zander (*Lucioperca sandra*) eingesetzt, doch scheint ihre Einbürgerung mißlungen zu sein.

Die Tierwelt des Seebodens ist in den verschiedenen Tiefen, entsprechend den unterschiedlichen Lebensbedingungen natürlich keineswegs gleichartig und umfaßt eine große Menge von Arten der verschiedensten Tierstämme. Zu einer eingehenden Untersuchung der Bodenfauna langte die Zeit nicht. Im folgenden seien vor allem einige besonders auffällige oder bekannte Formen hervorgehoben. An sandigeren Stellen der Uferzone leben in größeren Mengen die Teichmuschel und zwei Arten der Schlamm- und Sumpfschnecke (*Limnaea stagnalis* und *L. auricularia*) und die lebend gebärende Sumpfschnecke. In der Nähe des Ausrinnes und einigen anderen Stellen sitzen an den unter Wasser befindlichen Pflanzenteilen gewaltige Massen eines Süßwasserpolyphen (*Hydra oligactis*). Von Würmern fand ich den Ringelwurm *Stylaria lacustris* in Mengen und den Egel *Helobdella stagnalis* sowie etwa ein Dutzend Arten von Strudelwürmern. In den Myriophyllumbeständen lebt in Schwärmen der Wasserfloh *Sida cristallina*, ein winziges Krebschen. Auch der große Verwandte, der Flußkreb, ist im See ziemlich zahlreich. Im oberen Bereich der Seehalde fallen durch Häufigkeit die Larven der Wasserflorfliege (*Sialis*) auf. Zu ihr gesellen sich die Schnecke *Valvata piscinalis* und die Mückenlarven von *Trichotanytus pectinatus* und solche der Gattungen *Microtendipes* und *Stictochironomus*. In etwa 5 m Tiefe treten auch schon die ersten Exemplare der charakteristischen Mückenlarve *Chironomus bathophilus* auf, die ihre größte Verbreitung aber erst in etwa 10 m Tiefe aufweist. Hier gesellen sich noch hinzu der Ringelwurm *Tubifex*, der Strudelwurm *Otomesostoma auditivum* und manches schlammbewohnendes Krebschen, wie *Alona quadrangularis* und andere. Der feine Schweschlamm des Tiefseebodens wird hauptsächlich von den Larven der Mücke *Corethra plumicornis* (durch-

schnittlich 2—3 Exemplare je dm<sup>2</sup>) und wesentlich spärlicher von *Tubifex* bewohnt, zu denen in den seichteren Teilen noch *Chironomus bathophilus* tritt, also durchaus Arten, die in einer sehr sauerstoffarmen Umgebung leben können. An den tiefsten Seestellen sind am Grunde nur mehr sehr wenig tierische Besiedler anzutreffen.

### Der Brennsee (Feldsee).

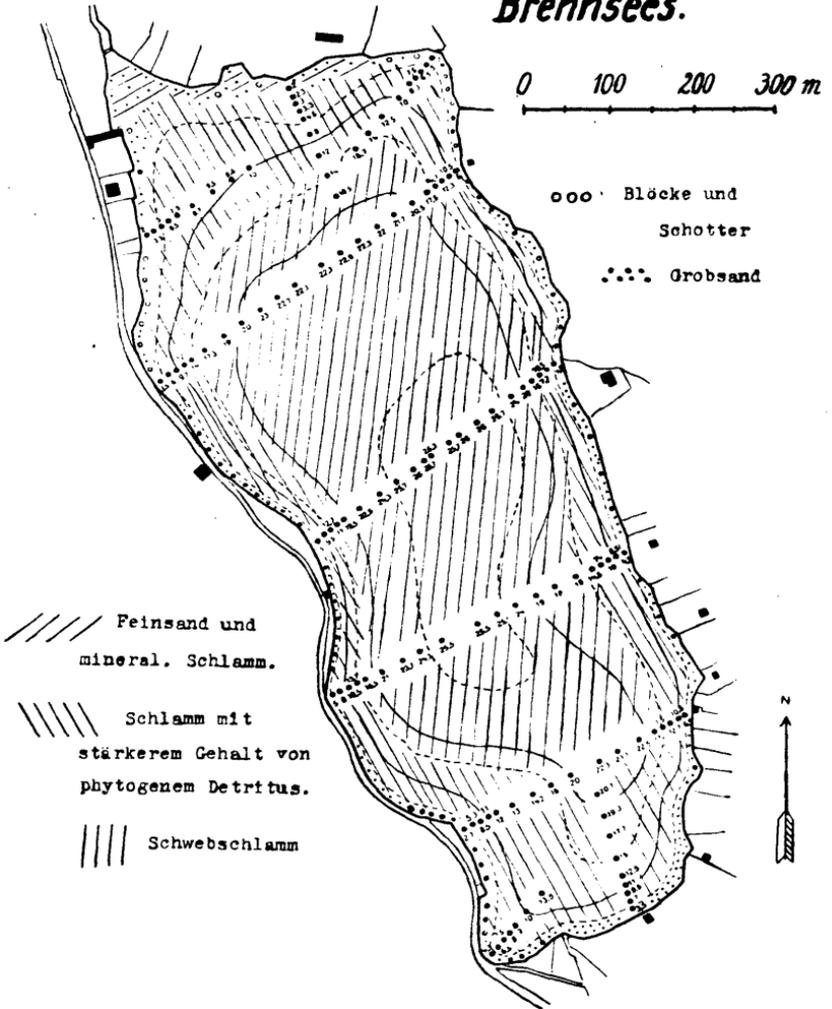
Der Brennsee ist um etwa 70.000 m<sup>2</sup> kleiner als der Afritzer See, dabei aber um 5 m tiefer, trotzdem bleibt sein Volumen hinter jenem des Schwestersees zurück. Ich habe den See in 4 Quer- und 5 Teilprofilen ausgelotet, die gemessenen Tiefen sind in der Karte (Abb. 3) eingetragen. Die danach interpolierten Isobathenflächen verraten auch hier eine große Einfachheit der Beckengestalt, nur ist die Seewanne kürzer und breiter. Die die Längsseiten begleitenden Berghänge sind etwas weniger steil, auch reicht der Wald nicht so weit an die Ufer heran. Da der Brennsee nach Norden entwässert wird, liegen die Seichtufer am nördlichen Wannende. Sie sind von einem Röhrichtgürtel bestanden und laufen in ein Wiesenmoor aus, während das Südufer von mäßig geböschten feuchten Wiesen gebildet wird. Im übrigen sind die Verhältnisse sehr ähnlich jenen, wie sie oben für den Afritzer See beschrieben wurden. Die Planimetrierung der Isobathenflächen im Originalmaßstabe 1 : 2880 ergab:

0 m	411.930 m <sup>2</sup>
5 m	360.780 m <sup>2</sup>
10 m	304.820 m <sup>2</sup>
15 m	235.930 m <sup>2</sup>
20 m	169.610 m <sup>2</sup>
25 m	46.000 m <sup>2</sup>

Aus den berechneten Schichtvolumina ergibt sich als Gesamtvolumen die Zahl von 6,535.000 m<sup>3</sup>. Die mittlere Tiefe beträgt dann 15,86 m. Ich verweise im übrigen auf die Zusammenstellung der wesentlichsten Charakteristika der beiden Seen auf der ersten Seite.

Die Sedimente weisen eine weitgehende Ähnlichkeit mit jenen des Afritzer Sees auf. (Abb. 3.) Wie dort sind auch hier die Uferstreifen der beiden Längsseiten von Steinen und grobem Kies bedeckt, das flachere Südufer wird von Kies und Grobsand gebildet, nur das Nordufer ist von einem Sediment bedeckt, das aus feinerem Sand mit stärkerer Beimischung pflanzlicher Substanz besteht. Zwischen 5 und 15 m Tiefe, im Bereich der eigentlichen Seehalde, besteht der Boden des Sees aus Feinsand und mineralischem Schlamm, die noch tieferen Bodenpartien sind vom Schweb-

**Fig. 3. Tiefen- und Bodenkarte des Brennsees.**



schlamm bedeckt. In der submersen Makrophytenvegetation besteht insofern ein kleiner Unterschied, als die Myriophyllumbestände im Brennsee noch seltener sind, dafür tritt an manchen Stellen, vornehmlich in Tiefen um 10 m, ein bescheidener Bewuchs von Fontinalis, einer Moosart, auf. Wiederum sind es die roten Mückenlarven von Chironomus bathophilus, die dieser Zone das faunistische Gepräge geben, während im Schweb die Larven von Corethra plumicornis und der Ringelwurm Tubifex leben.

In thermischer Hinsicht erscheint bemerkenswert, daß an allen Tagen, an denen in beiden Seen Temperaturserien gemessen wurden, die Temperaturen des Brennsees von 15 m Tiefe abwärts um einige Zehntelgrade niedriger liegen als jene des Afritzer Sees. Folgende Zusammenstellung zeigt den Unterschied:

Tiefe:	17. 9. 1933		14. 10. 1934		21. 7. 1936	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.
1 m	16,0	16,2	13,8	13,4	21,0	19,9
5 m	16,0	16,0	13,8	13,4	16,5	16,8
10 m	9,9	9,5	9,5	9,8	7,1	8,0
15 m	6,7	6,6 (—0,1)	5,7	5,0 (—0,7)	6,1	5,8 (—0,3)
20 m	6,4	6,1 (—0,3)	5,3	4,7 (—0,6)	5,8	5,3 (—0,5)
25 m		5,8		4,7		5,1

Die geringere Erwärmung des Brennsees in den tieferen Schichten zeigt deutlich, daß die Wirkung des Windes auf ihn geringer sein muß als beim Afritzer See, denn nur durch die Kraft des Windes kann das erwärmte, spezifisch leichtere Oberflächenwasser in die Tiefe gedrückt und zur Mischung mit dem kalten, schwereren Tiefenwasser gebracht werden, wodurch der Temperaturanstieg in der Seetiefe entsteht. Die kürzere, rundlichere Gestalt der Brennsee-Oberfläche bietet dem Wind offenbar weniger Gelegenheit zur Erzeugung von Wasserströmungen als die lange und schmale des Afritzer Sees. Im übrigen, also in den oberen Schichten, dürften sich die Temperaturen der beiden Seen nicht wesentlich unterscheiden, der auffallende Unterschied in 1 m Tiefe am 21. Juli 1936 beruht nur darauf, daß am Brennsee die Temperaturlotung in den Vormittags-, am Afritzer See in den ersten Nachmittagsstunden durchgeführt wurde.

Hinsichtlich der optischen und biochemischen Eigenschaften verweise ich auf die oben gegebene Gegenüberstellung der beiden Seen. Die mittlere Sichttiefe ist nahezu die gleiche wie beim Afritzer See, nur sind die Schwankungen anscheinend etwas größer. Auch

die Wasserfarbe stimmt nahezu überein. Hingegen ist der Brennsee in chemischer Hinsicht wesentlich ärmer an Karbonat (Alkalinität 0,90 gegenüber 1,50 im Mittel), enthält dafür wieder mehr gelöste Stickstoffverbindungen, vor allem um 50% mehr Nitrat und auch der Ammon-N-gehalt in der Tiefe ist höher. Das gleiche gilt für die Eisenverbindungen. Da der Brennsee etwas tiefer ist als der Afritzer See und außerdem, wie oben an den Tiefentemperaturen gezeigt wurde, in der Tiefe weniger durch Zirkulationsströmungen beeinflusst wird, müßte man erwarten, daß die O<sub>2</sub>-Versorgung für seine Tierwelt in der Tiefe ungünstiger sein würde als bei diesem. Daß dies keineswegs der Fall ist, kann man aus der Gegenüberstellung einiger Zahlen aus zwei Herbstserien (1933 und 1934) und einer Sommerserie (1936) ersehen. Es sind die gleichen Untersuchungstage, für die oben der Temperaturvergleich durchgeführt wurde. Die angeführten Werte bedeuten Milligramm je Liter Sauerstoff:

Tiefe:	17. 11. 1933		14. 10. 1934		21. 7. 1936	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.
1 m	9,13	9,25	9,55	9,35	9,22	9,27
5 m	9,12	9,47	9,30	—	—	—
10 m	5,64	6,25	2,10	4,54	7,83	—
15 m	0,38	2,03	0,13	1,95	—	—
20 m	0,10	0,58	0,00	0,14	2,70	2,38
25 m		0,18		0,00		1,84

Man sieht, daß die Werte aus 15 und 20 m im Afritzer See ungefähr jenen in 20 bzw. 25 m Tiefe im Brennsee entsprechen. Dies wird erklärlich, wenn man bedenkt, daß der O<sub>2</sub>-Verlust in der Seetiefe durch Verwesungsprozesse hervorgerufen wird, die während der Sommerstagnation durch das Absinken toter Planktonorganismen zustande kommen. Die Produktion dieser planktischen Substanz vollzieht sich nur in der noch hinreichend von der Sonne beleuchteten Oberschicht des Sees. Man kann die Mächtigkeit dieser epilimnischen Schicht mit rund 10 Meter annehmen. Da im Afritzer See das Epilimnion etwa 61% des Gesamtvolumens, im Brennsee aber nur rund 55% von diesem ausmacht, ist die „Fäulnisdichte“ im Tiefenwasser des letzteren geringer als beim Afritzer See, so daß das Gesamtergebnis in ungefähr gleichem Gehalt an Sauerstoff in der Tiefe sich ausdrückt.

Bei der großen Übereinstimmung der physikalischen und biochemischen Merkmale der beiden Seen ist es nicht verwunderlich,

wenn sowohl im Plankton wie auch in der Bodenfauna der Brennsee ein sehr ähnliches Gepräge aufweist wie der Afritzer See. Dies soll allerdings nicht bedeuten, daß das Plankton der beiden Seen am gleichen Untersuchungstage auf alle Fälle genau das gleiche Bild bietet. Im Gegenteil fand ich bei einer Paralleluntersuchung am 20. Juli 1936, daß der Brennsee noch im Zeichen des *Cyclotella-melosiroides-Maximums* stand, während dieses im Afritzer See schon viel weitergehend abgeklungen war und *Gomphosphaeria lacustris* die volkreichste Alge des Sees darstellte. Vielleicht spielen bei derartigen Unterschieden die windklimatischen Verhältnisse eine Rolle, die sich ja, wie oben erwähnt, im See temperaturklimatisch auswirken. Vielleicht auch handelt es sich um Einflüsse des Lichtklimas, da der Brennsee vermutlich etwas mehr direkte Sonnenstrahlung empfängt. Bei der geringen Zahl von Paralleluntersuchungen, die ich durchzuführen in der Lage war, läßt sich jedenfalls nichts Sicheres sagen.

Keißler erwähnt in seinen im August 1903 durchgeführten Planktonfängen vor allem *Ceratium hirundinella* und *Asterionella gracillima*. *Dinobryon*, *Fragilaria* und *Cyclotella* fehlten nach seinen Angaben völlig.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, am Schlusse nochmals der Akademie der Wissenschaften in Wien meinen Dank für die finanzielle Unterstützung auszusprechen, die sie mir 1936 gewährte. Diese versetzte mich in die Lage, die beiden Seen nicht nur kurz, auf Exkursionen, kennenzulernen, sondern sie auch auszuloten und die Bodenkarten zu entwerfen. Auch meiner Frau möchte ich für die dabei geleistete Hilfe herzlich danken.

#### Literaturverzeichnis:

- Findenegg I.: Limnologische Untersuchungen im Kärntner Seengebiete. Intern. Revue d. Hydrob. 1935.
- Findenegg I.: Tiefen- und Bodenkarten des Afritzer- und Brennsees in Kärnten. Mitt. Geograph. Gesellsch. Bd. 80. (1937.)
- Findenegg I.: Untersuchungen über die Ökologie und die Produktionsverhältnisse des Planktons im Kärntner Seengebiete. Intern. Revue 1943. (Ruttner Festband.)
- Keißler K. v.: Einige Planktonfänge aus dem Brennsee bei Feld in Kärnten. Österr. botan. Zeitschr. 1904.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ingo Findenegg, Klagenfurt, Tarviser Straße 46.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1946

Band/Volume: [135\\_55](#)

Autor(en)/Author(s): Findenegg Ingo

Artikel/Article: [Der Afritzer- und Brennsee \(Eine limnologische Untersuchung\) mit 3 Abbildungen imText 26-39](#)