

Da die vordringenden Schuttströme die Stadien III zum größten Teil entfernt oder auf die Unterseite von schützenden Altlandschaften beschränkt haben, wo es noch teilweise fortschrittliche Grenzen gibt, muß man also auf eine Übersättigung seit mehreren Dezennien schließen.

Die Naturwissenschaft sucht in allen Naturtatsachen etwas Gewordenes. Alles aber, was sich entwickelt hat, ändert sich auch weiterhin und die wirklichen Konstanten dürften sich auf das Gebiet der theoretischen Physik beschränken. Alle Gleichgewichtszustände sind nur scheinbar konstant, verschieben sich in Wirklichkeit in bestimmte Richtungen und selbst in diesen Verschiebungen läßt sich keine konstante Größe finden, vielmehr haben wir es mit Pendelungen um eine wiederum langsam veränderliche Mittellage zu tun. Da in jüngster Zeit für das letzte Jahrhundert mehrfach die Existenz säkularer Veränderungen des Klimas nachgewiesen wurden, sind auch klimatisch verursachte säkulare Schwankungen der Vegetation wenigstens dort zu erwarten, wo das Klima der ausschlaggebende Faktor ist.

Limnologische Untersuchungen im Gebiete der Turracher Höhe.

Von Ingo Findenegg und Fritz Turnowsky.

(Mit vier Bildern und einer Figurentafel.)

Allgemeine Charakteristik des Gebietes.

An der kärntnerisch-steirischen Grenze, in den Norischen Alpen, liegt der Paß der Turracher Höhe. Er wird wegen seiner landschaftlichen Reize und der Eignung der umgebenden Bergänge als Skigebiet in steigendem Maße von Sommerfrischlern und Wintersportlern besucht, ist aber auch vom rein naturkundlichen Standpunkte sehr anziehend, wobei insbesondere Geologen und Botaniker auf ihre Rechnung kommen. In Hinsicht auf diese Gebiete der Naturkunde ist die Turracher Höhe auch verhältnismäßig gut bearbeitet. Von vielleicht nachhaltigstem Reiz auch schon für den Laien sind indessen die Gewässer unseres Gebietes. Außer zahlreichen Quellen, Wasserläufen, Almtümpeln und Mooren trägt die Paßhöhe auch drei kleine Seen, die zweifellos den Höhepunkt landschaftlicher Schönheit des Gebietes

bilden: den Turracher, Grün- und Schwarzsee. Ihnen vor allem galten unsere vorliegenden Untersuchungen, nur nebenher wurden auch die Zuflüsse, Almtümpel und angrenzenden Moore berücksichtigt. Die Untersuchungen dauerten vom Juli 1933 bis Juli 1935, umfaßten also zwei Jahreszyklen. Aus technischen Gründen wurde vor allem der Sommerzustand der Gewässer erforscht, doch gaben stichprobenartig unternommene Exkursionen auch zu anderen Jahreszeiten einen gewissen Überblick über die jahreszeitlichen Unterschiede.

Die Umgebung des Seengebietes zeigt das typische Landschaftsbild der Nockberge: trotz bedeutender Höhe (bis über 2400 m) weiche, runde Bergformen mit fast geschlossener Pflanzendecke, selten unterbrochen und belebt durch Felspartien, manchenorts mit Spuren ehemaliger Vergletscherung: Kare, Moränenwälle, kleine Bergseen und Moore. Im großen herrscht eine gewisse Einförmigkeit, im kleinen dagegen außerordentliche Mannigfaltigkeit. So auch schon im Gebirgsbau: nach den Aufnahmen von Schwinner beteiligen sich von den drei „Stockwerken“ oder Gesteinskomplexen, die die Norischen Alpen bilden, am Aufbau unseres Gebietes nur die zwei oberen. Das unterste, das Altkristallin, tritt nirgends zu Tage. Die Gipfel um die Turracher Höhe bestehen aus Phylliten und Tonschiefern des „zweiten Stockwerkes“ (Gurktaler Phyllit und sogen. Eisenhutschiefer). Zwischen ihnen findet man in geringerer Ausdehnung einerseits Grünschiefer — vermutlich vulkanischer Herkunft — und anderseits magnesitführende Dolomite. Besonders letztere sind von Bedeutung und Interesse, teils wegen der darin vorkommenden Magnesit- und Spateisensteinlager, gelegentlich auch Quecksilbergehaltes (Karalm), teils weil sie recht charakteristische Kalkpflanzengesellschaften tragen, die sehr scharf von jenen des Nachbargesteins geschieden sind. Die aus ihnen entspringenden Quellen tragen ebenfalls etwas abweichenden Charakter. Außer den Phylliten und Tonschiefern des zweiten Stockwerkes, aus denen im wesentlichen die Torsäulen unseres Passes, Schoberriegel und Rinsennock, bestehen, tritt im Gebiete der Paßhöhe selbst noch ein dunkles, weißes Quarzgeröll führendes Konglomerat auf, das dem dritten Stockwerke angehört und an manchen Punkten auch anthrazitführende Stellen und karbonische Versteinerungen enthält. Es bildet einen plateauartigen Komplex, auf dem der Schwarzsee liegt und dessen Steilabfall das Ostufer des Turracher Sees bildet.

Gurktaler Phyllit (Schoberriegel) und Eisenhutschiefer (Rinsennock-Osthang) sind nach Schwinner Schichtgesteine, die im älteren Paläozoikum in der Gurktalmulde aus dem Ab-

baumaterial des damals bestehenden Grundgebirges gebildet wurden. Im mittleren Karbon wurden diese Schichten in Ost—West streichende Falten gelegt (variszische Gebirgsbildung). Dieses neue Gebirge wurde bis zum Oberkarbon wieder abgetragen, sein Geröll bildet heute in einer Mächtigkeit bis zu 400 m als Konglomerat und Standstein das „dritte Stockwerk“. Die kleinen darin enthaltenen Kohlenlager sind als Moorreste des Oberkarbons zu deuten.

Bei der Bildung der heutigen Alpen war nach Schwiner die Bewegung nicht stark genug, die mächtigen Konglomeratbänke zu falten. Sie wurden vielmehr als einheitliche Massen über die darunterliegenden, diesmal in Nord—Süd verlaufende Faltenzüge gepreßten Schiefer hinweg nach Westen geschoben, wodurch sie zum „Stockwerk 3“ wurden. Später wirkten nur mehr die Eiszeit und Bergstürze auf die Geländegestaltung unseres Gebietes ein und bewirkten hiedurch insbesondere einige hydrographische Eigentümlichkeiten.

Das ganze Gebiet um die Seen ist mit schönen Lärchen-Zirben-Mischwäldern bestanden, die offenbar zu Weidezwecken stark gelichtet wurden. Die Strauchschicht wird größtenteils von *Rhododendron ferrugineum*, *Juniperus nana* und *Vaccinium*-Arten (*Myrtillus*, — *vitis idaea*, — *oxycoccus*) gebildet. In den etwas länger mit Schnee bedeckten Mulden herrscht der Bürstlingrasen (*Nardetum*) und an feuchten und schattigen Stellen (Westufer von Grünsee und Turracher See) finden wir eine üppige Hochstaudengesellschaft, dazwischen reichlich *Alnus viridis*. Der Schwarzsee ist rings von Sumpfwiesen und Mooren umgeben, das Hochmoor an seinem Südenende trägt, ebenso wie jene am Ursprung der Zuflüsse des Turracher Sees am Rinsennock, *Betula nana*, *Drosera rotundifolia*, *intermedia*, *Trichophorum austriacum* u. a. m. In den Schlenken findet sich eine sehr reiche Desmidiaceenflora, in einer einzigen, flüchtig entnommenen Probe schon rund 50 Arten.

Das Klima unseres Gebietes ist sehr niederschlagsreich und, wie für eine Paßhöhe eigentlich selbstverständlich, windig. Der Meereshöhe von 1760 m entsprechend fällt zuweilen bis in den Sommer hinein Neuschnee. Früh und reichlich beginnen die Schneefälle auch im Herbst. Sechs bis sieben Monate lang liegt eine geschlossene Schneedecke, deren Dicke nicht selten über 2 m beträgt, fast ebenso lange liegen die Seen unter Eis; 1934/1935 z. B. betrug die Eisdauer sechs Monate. Das niederschlagsreiche Klima begünstigt sehr die Moorbildung. Insbesondere die Nordhänge des Rinsennocks und das Konglomeratplateau im Nordosten des Turracher Passes sind mit zahlreichen kleinen

Hochmooren übersät. Der Wind hingegen wirkt anderseits wieder stark austrocknend, so daß eine ganze Reihe von Almtümpeln fast jeden Sommer austrocknet.

Hydrographie des Gebietes.

Der Turracher See, das weitaus bedeutendste Gewässer unseres Gebietes, liegt in 1763 *m* Meereshöhe und nimmt einen sehr beträchtlichen Teil der über 1 *km* langen Paßhöhe ein. Seine Oberfläche beträgt annähernd 0.183 *km*², die Maximaltiefe 33 *m*, die Länge nicht ganz 800 *m*, die größte Breite rund 500 *m*. Die Gestalt ist etwa die eines Dreieckes, dessen kürzeste Seite nach Süden gerichtet ist, während in der nach Westen gerichteten Seite ungefähr in der Mitte eine felsige Halbinsel ziemlich weit in den See vorspringt. Wir haben den See — unseres Wissens erstmalig — ausgelotet und nach den Profilen eine Iso bathenkarte entworfen, die diesem Hefte beigelegt ist (Fig. 2). Wie man daraus ersieht, besitzt der See zwei Achsen: eine NW—SO verlaufende Hauptrinne, welche die größte Tiefe aufweist, und eine nahe dem Südende dieser Achse etwa senkrecht auf diese nach WSW ziehende Nebenachse, die jedoch wesentlich seichter bleibt. Die Maximaltiefe mit etwas über 33 *m* fanden wir relativ nahe am Ostufer, ungefähr an der kärntnerisch-steirischen Grenze, südlich des Gasthofes „Jägerwirt“. Nach Nordwesten zu wird die Hauptrinne des Sees in der Enge zwischen Halbinsel und „Jägerwirt“ zwar seichter, sinkt aber dann im nördlichen Teile wieder zu einem zweiten Tief, etwa 27 *m*, ab. Außer durch die Halbinsel an der Westseite wird das Seeufer noch im Süden durch einige vorspringende Felsrippen in mehrere Buchten gegliedert; verhältnismäßig einförmig ist das Nordostufer. Dieses wird durch den Steilabfall des Konglomeratplateaus gebildet, während Süd- und Westufer in der Hauptsache aus Eisenhutschiefer, unterbrochen von Dolomitbänken, bestehen. Die Hauptrinne oder -achse des Sees fällt haarscharf mit der Grenze zwischen Schiefer- und Konglomeratdecke zusammen. Auch die Nebenachse weist deutliche Beziehungen zur Konglomeratüberschiebung auf. Wir werden daher nicht fehlgehen, in ihr eine tektonisch bedingte Furche zu sehen. Gegen Norden ist die Furche durch den Sandkegel des am Rinsennock-Nordhang entspringenden heutigen Hauptzuflusses des Sees abgedämmt. Wir sehen somit, daß der Turracher See einen Stausee darstellt, der eine tektonisch entstandene Furche ausfüllt und dessen Entstehung wohl höchstens indirekt mit der Eiszeit in Verbindung gebracht werden kann. Es seien nur noch kurz



Phot. Findenegg.

Abb. 1. Die Paßhöhe mit dem Turracher See.



Phot. Findenegg.

Abb. 2. Turracher See und Schwarzsee vom Rinsennock-Hang. Im Hintergrunde der Eisenhut und Wintertaler Nock.



Phot. Findenegg.

Abb. 3. Der Schwarzsee vom Süden. Im Vordergrund ein Teil des Hochmoores.



Phot. Findenegg.

Abb. 4. Ein Almtümpel im Rinsennock-Kar.

die auf unserer etwas rohen Grundlage berechneten bathymetrischen Verhältnisse angeben:

Volumen	0—10 m Tiefe	1,460.000 m ³
	10—20 „ „	770.000 „
	20—30 „ „	290.000 „
	unter 30 „ „	60.000 „
	Gesamtvolumen	<u>2,580.000 m³</u>

Das Epilimnion umfaßt also etwa 57% der gesamten Wassermasse.

Der Turracher See besitzt zwei Zuflüsse von Bedeutung. (Vergl. Figur 1.) Der kleinere bildet im Unterlauf die Grenze zwischen Steiermark und Kärnten. Er entspringt aus Hochmoorflächen am Rinsennock-Nordhang, erhält aber sehr starke Zuflüsse aus Quellen, die u. a. auch aus dem Gebiete von dolomitischen Gesteinen stammen, also relativ kalkreich sind, so daß der ursprüngliche Moorcharakter des Bächleins bald verlorengeht. Aus den westlicher gelegenen Teilen der Rinsennock-Hochmoore entspringt der zweite Zufluß, der unmittelbar am Nordende des Sees, nur einige Schritte vom Ausflusse entfernt, in den See mündet. Da er in viel höherem Maße durch Moorgebiete fließt, bringt er dem See viel Moorwasser zu, woraus sich ein derartiger Einschlag des Turracher Sees erklärt. Der heutige Abfluß des Sees ist künstlich vertieft — ein durch eine Moorwiese gezogener, rund 150 m langer Graben — und wird durch eine Schleuse geregelt, wobei auf den Betrieb eines Elektrizitätswerkes Rücksicht genommen werden muß. Der Wasserstand des Sees schwankt daher sehr stark, zwischen Hochstand nach der Schneeschmelze (Mai—Juni) und dem Tiefstand (Februar—März) bis zu 3 m.

Etwa 50 m höher, ganz im Gebiete des Konglomeratplateaus, liegt der Schwarzsee, fast rings umgeben von Hochmoorflächen. Er hat ovalen Umriß, ist nur etwa 300 m lang und kaum 150 m breit, dabei äußerst seicht, wurden von uns doch nie größere Tiefen als 3 m angetroffen. Sein Zufluß ist, von einigen Sickerquellen am Fuße des Schoberriegels abgesehen, ein kleines Moorbächlein, das aus den westlich von ihm liegenden Hochmooren herabfließt. Der Abfluß entspringt an dem etwas verjüngten Nordende und fällt gegen den Turracher Bach.

Handelt es sich beim Schwarzsee somit um eine sehr seichte Bodenmulde, so ist der noch wesentlich kleinere Grünsee verhältnismäßig tief; ergaben doch die rohen Lotungen vom

Schlauchboot aus 12 *m* Maximaltiefe. Er liegt nicht mehr im Bereiche der eigentlichen Paßhöhe und ist daher den hier herrschenden Winden schon etwas entrückt. Das Grünseebecken stellt einen schmalen Graben dar, der an der Grenze zwischen einer aus Phylliten gebildeten Kuppe und dem mächtigen Bergsturzgebiete eingeschlossen wird, das dem Steilabfall des Schoberriegels im Südwesten vorgelagert ist. Das Südende dieses Grabens ist durch Sturzmaterial verschüttet, so daß sich dahinter das Wasser staute. Der Lage am Südrande des Bergsturzgebietes, aus dem sehr starke Quellen hervorbrechen, verdankt der See seine starke Durchflutung. Der Hauptzufluß ist ein ziemlich starker Quellbach, der aus einer ausgedehnten Sumpffläche in Form mehrerer benachbarten Sickerquellen (Helokrenen) entspringt und nach etwa 100 *m* langem Laufe in den See mündet. Es ist indessen kaum zu bezweifeln, daß der See auch noch sublakustre Zuflüsse aufnimmt, wie aus der ganzen Beschaffenheit des Ostufers sowie auch aus unseren thermischen und chemischen Untersuchungen der Seetiefe geschlossen werden kann. Der sehr seichte Abfluß am Südende des Sees stellt eine Art Überlauf dar, der nur bei hohem Seespiegelstande Wasser führt, in schönen Sommern aber häufig ganz trocken liegt. Wohl aber sickert das Wasser unterirdisch durch den aus losem Schutte bestehenden Staudamm und bricht unterhalb desselben aus einer starken Quelle hervor, deren hohe Sommertemperatur (bei 15° C) sofort ihre Herkunft anzeigt. Ganz im Gegensatze dazu besitzen die unmittelbar daneben befindlichen und nur wenige Meter höher gelegenen Quellen, die aus dem Gehängeschutt des Schoberriegels kommen, im Sommer 4·5—5° C, wodurch ihre bei flüchtiger Betrachtung sich förmlich aufdrängende Beziehung zum See sich als Täuschung erweist.

Thermik.

Hinsichtlich der Temperaturverhältnisse läßt sich für die drei so verschiedenen Seen keine einheitliche Charakteristik geben. Weitans die größten Temperaturschwankungen im Laufe des Jahres weist wegen seiner geringen Tiefe der Schwarzsee auf. Seine Temperaturen steigen im Sommer bei schönem Wetter bis auf 20° C an der Oberfläche und 17° über dem Grunde, wobei die verhältnismäßig starke Windexposition auch an schönen Sommertagen das Aufkommen stärkerer Temperaturdifferenzen innerhalb der nur 3 *m* dicken Wasserschicht verhindert. Als mittlere Julitemperatur kann man etwa 16 bis 17° C angeben. Am Morgen pflegt der See im Sommer homotherm zu sein bei

Temperaturen, die oft 2 bis 3° tiefer liegen als jene der Oberfläche am Nachmittage des Vortages. Während der kalten Jahreszeit friert der See fast bis zum Grunde durch, oder besser gesagt, die immer mehr anwachsende Schneemasse drückt im Laufe des Winters die primär gebildete Eisschicht bis zum Grunde hinab, wobei sie sich selbst mit Wasser vollsaugt und ein schichtweise hartgefrorenes Schnee-Eis bildet, das mit dazwischenliegenden Schneebreilagen abwechselt.

Wesentlich tiefer bleiben im Sommer die Temperaturen des Grünsees, einerseits wegen der größeren Tiefe, anderseits wegen der starken Quellzuflüsse, die nur 4 bis 5° aufweisen, und schließlich wohl auch wegen der relativ starken Beschattung der kleinen Seefläche durch die steil ansteigenden Ufer besonders im Westen. Immerhin erreicht er im Sommer 15° Oberflächentemperatur, als Mittelwert 13 bis 14° für Juli, während die Tiefentemperaturen mit 8 bis 9° C sich nur wenig über jene der Hauptzuflüsse erheben. Im Winter herrschen unter der Eisdecke schon bei 5 m Tiefe 4° C, die tiefsten Schichten weisen sogar 4·1 bis 4·2° auf, was auf eine stärkere Beeinflussung durch unterseeische Quellen hindeutet. Da der See wenig windexponiert liegt, wird seine Temperaturverteilung weniger durch den Wind als durch die Durchflutung bestimmt. Die Eisschicht wird aus ähnlichen Gründen wie am Schwarzsee recht mächtig.

Am ausführlichsten haben wir die Temperaturverhältnisse des großen Turracher Sees studiert. Mit seinen 33 m Maximaltiefe zeigt der See deutlich die Schichtung in eine warme Ober-schicht (Epilimnion), thermische Sprungschicht (Metalimnion) und kalte Tiefenschicht (Hypolimnion). Freilich ist die homotherme Schicht im Sommer recht seicht, meist nur 2 bis 3 m dick. Bei anhaltenderem Schönwetter beginnt die Sprungschicht sozusagen schon an der Oberfläche. In Figur 3 sind die Temperaturkurven der drei Sommer und zwei Winter zusammengestellt, woraus zu sehen ist, daß die einzelnen Jahre nur wenig Unterschiede aufweisen. Die untere Grenze der Sprungschicht liegt bei 10 m. Hier betragen die Temperaturen im Sommer nur mehr zwischen 5 und 6° C. Ein stufenweiser Aufbau der Sprungschicht wurde nie beobachtet. Stets war die Sprungschicht einheitlich, die Unterschiede von Meter zu Meter überschritten nur selten 1·5°. Im Winter kühlt sich der See normalerweise nur bis etwa 5 m wesentlich unter 4° C ab. Die Schwankungen der Tiefentemperaturen betragen in der Beobachtungszeit jedenfalls nie mehr als 0·5 bis 0·6° C.

Zusammenfassend kommt man also zu der Vorstellung, daß der See, trotz seiner Lage auf einer windigen Paßhöhe, nur sehr

wenig der Windeinwirkung unterliegt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Seefläche einerseits durch die steil abfallenden Uferpartien sowie durch die vorspringende Halbinsel gegen die Windeinwirkung verhältnismäßig gut geschützt ist, andererseits die Erwärmung des Sees im Frühjahr wie auch das Frieren im Winter sehr rasch vor sich geht, so daß die Zeit geringer Schichtungsstabilität im Herbst und Frühjahr nur sehr kurz dauert. Durch nahezu sechs Monate, von Ende November bis in die zweite Hälfte Mai, ist der See mit Eis bedeckt. Zu letzterem Zeitpunkte ist die Sonnenstrahlung bereits sehr kräftig und die Erwärmung der Oberflächenschicht erfolgt daher sehr rasch, ohne daß der Wind viel Gelegenheit hätte, die Wärme nach der Tiefe zu verarbeiten. Dies zeigt z. B. eine Beobachtung am 3. Juni 1935, 48 Stunden nach dem Schwinden der letzten Eisflächen auf dem See. 0 *m* und 1 *m* = 5·8°, 10 *m* = 4·2°, 20 *m* = 4·1°, 30 *m* = 4·0°. Auch das Zufrieren dürfte sehr rasch erfolgen, da der See nach Abkühlung aller Schichten auf 4° C im November schon unter dem Einflusse starker Kälte und ausgiebiger Schneefälle steht, so daß sich sehr prompt eine Eisdecke bildet, die zumindest teilweise den See von Windeinwirkung abschließt. Auch hier liegt eine Beobachtung vom 10. November 1933 vor, wonach die Bildung der Eisdecke bereits rund 50% der Seefläche erfaßt hatte, während die Wassertemperaturen zwischen 0 und 1 *m* Tiefe noch bei 3·5° C lagen.

Sehr schön läßt sich im Sommer das Phänomen des Windstaues beobachten. Bei steifem Südwind fanden wir zwischen 17 und 18 Uhr am 28. Juli 1933 in der Längsachse des Sees, also auf einer Linie von nicht ganz 800 *m* Länge, folgende Temperaturserien:

	Südufer	Seemitte	50 <i>m</i> vom Nordende	Nordende
0 <i>m</i>	17·6	18·1	18·7	19·2
1 <i>m</i>	17·1	17·8	18·4	18·6
2 <i>m</i>		16·1	14·9	15·0
3 <i>m</i>		14·9	14·4	
4 <i>m</i>		14·3	14·1	
5 <i>m</i>		12·4	13·5	

Durch den Südwind wurde das tagsüber bei relativer Windstille an der Oberfläche erwärmte Wasser in der Nordbucht angestaut und erreichte daher an der Oberfläche fast um 2° höhere Werte als am Süden. Wegen der verhältnismäßig hohen Sta-

bilität der Sommerschichtung haben derartige Windstauvorgänge indessen nur geringe Wirkung nach der Tiefe zu, so daß der See, wie in dem folgenden Abschnitt gezeigt werden soll, in manchen Frühjahren keine Vollumschichtung erfährt, mithin einen Grenzfall zwischen den volldurchmischten (holomiktischen) Seen und jenen mit Teilumschichtung (meromiktischen) darstellt, worauf an anderer Stelle noch näher eingegangen werden soll.

Optisches und chemisches Verhalten.

Selten wird man auf so kleinem Raum drei Seen von so verschiedenem Gepräge beisammen finden, wie dies in unserem Gebiete der Fall ist. Selbst dem Laien fällt der Unterschied sofort auf und die Namengebung geht auf diese Unterschiede zurück. Am meisten weicht der Schwarzsee vom Typus des normalen Bergsees ab. Er ist ein ausgesprochenes Moorgewässer, dessen Wasserfarbe wir nach der Forel-Ule-Skala mit etwa 16 im Mittel bestimmt haben. Die geringe Tiefe von maximal 3 m und die verhältnismäßig große Transparenz des Wassers bewirken, daß man fast auf der ganzen Fläche die düsterbraune Farbe des Seebodens durchscheinen sieht, wodurch der See einen schwärzlich-düsteren Eindruck macht. Versuche mit der Sicht-Tiefenscheibe ergaben, daß diese selbst in Tiefen von über 2 m noch sehr gut sichtbar war. Da fast das ganze in den See einziehende Wasser aus Hochmoorgebieten kommt, ist die saure Reaktion des Seewassers verständlich. Wir fanden stets Werte zwischen $pH = 6.0$ und 6.7 , wobei die höheren der Sommerszeit, die tieferen dem Winter entsprechen (Bestimmung nach der Methode Czerny, die sich für saure Werte ausgezeichnet bewährt). Ähnliche Werte fanden wir auch für den Zufließbach, dessen pH je nach Wasserführung zwischen 5.8 und 6.4 schwankt. Ähnlich gering ist auch die Alkalinität, die im Zufluß zwischen 0.1 und 0.4 , im See selbst 0.1 — 0.2 beträgt. Mit ihr geht eine hochgradige Nährstoffarmut parallel. Es fehlt vor allem N , wie aus der unten folgenden Übersichtstabelle über die chemische Konstitution der kleineren Gewässer des Turracher Sattels hervorgeht. Tatsächlich ist die Produktion des Sees an Plankton und Makrophyten minimal, wie im biologischen Abschnitte zu ersehen ist. Die leichten O_2 -Übersättigungen, die man an schönen Sommertagen feststellen kann, sind wohl mehr eine Folge der raschen Erwärmung der oberen Schichten als einer nennenswerten Assimilation holophytischer Organismen des Sees. Im Winter beträgt die O_2 -Sättigung unter Eis höchstens noch 60% , sofern überhaupt noch liquides Wasser vorhanden ist.

Der Grünsee steht auch in chemischer Hinsicht stark unter dem Einflusse seiner vergleichsweise starken Durchflutung, stimmt er doch in seiner Wasserbeschaffenheit in manchen Punkten weitgehend mit jener der ihn speisenden Quellen, besonders des nördlich des Sees gelegenen Helokrenengebietes überein. So beträgt z. B. die Alkalinität dieser im Mittel 1·8—2·0, jene des Sees 1·6—1·8. Diese verhältnismäßig hohen Werte (vgl. die Tabelle der Kleingewässer!) sind offenbar darauf zurückzuführen, daß die Dolomitzüge, welche nach Osten unter das Bergsturzgebiet des Schoberriegels untertauchen, sich darunter noch ein gutes Stück fortsetzen, so daß ihr Karbonatgehalt die unter dem Bergsturzgebiete hervortretenden Quellen noch deutlich beeinflußt. Andererseits spiegelt die chemische Schichtung im Grünsee den Einfluß der bedeutenden submersen Flora wider. So ist der hohe Nitratgehalt der Zuflüsse (im Mittel 0·4 mg/l) in den oberen Seeschichten auf die Hälfte im Juni (0·18 mg/l) und auf ein Viertel (0·1 mg/l) im Juli herabgesetzt, ebenso der SiO_2 -Gehalt. Als Folge der starken Assimilation der Bodenflora ist das Ansteigen des pH im Sommer auf 8·2 bis 8·5 von etwa 7·5 im Winter aufzufassen, ebenso auch die sommerliche Übersättigung mit O_2 der oberen Schichten (am 21. Juli 1933 in 0—2 m 114%, in 5 m 106%). Im Gegensatze hiezu sinkt im Winter infolge starker O_2 -Zehrung durch Abbauprozesse der O_2 -Gehalt auf rund 80% an der Oberfläche und auf 10—20% in der Tiefe von 10 m (Dezember 1933). Da im Winter auch die Durchflutung stark abnimmt oder fast völlig fehlt, beherrschen sicherlich die Reduktionsprozesse im späteren Winter den Chemismus vollständig. Die Sichttiefe des Sees wurde am 21. Juli 1933 mit über 6 m, am 13. September mit 5·5 m bestimmt. Die Wasserfarbe ist grün, etwa Nr. 9 der Forel-Ule-Skala.

Der Turracher See nimmt durch seine Lage an der Waldgrenze etwa eine Mittelstellung zwischen einem Hochalpen- und einem Waldsee ein und erhält durch den Umstand, daß seine Zuflüsse z. T. aus Mooregebieten stammen und daß der See in den meisten Frühjahren nicht vollständig zirkuliert, eine ganz spezifische Note. Die Wasserfarbe ist grün bis bräunlichgrün, keineswegs immer gleich, und entspricht etwa den Stufen 10 bis 12 der Skala. Ebenso schwanken die Sichttiefen sehr stark, von 3 bis 11 m. Am geringsten sind sie nach der Schneeschmelze im Juni, was einerseits durch die starke Zufuhr von Schwebstoffen durch die angeschwollenen Zuflüsse, z. T. aber sicherlich auch auf die starke Entfaltung des Planktons um diese Zeit zurückzuführen ist (vgl. Fig. 5). Die größte be-

obachtete Sichttiefe fällt in den August, zu welcher Zeit die Zuflüsse ziemlich wasserarm sind und auch die Planktonproduktion abgenommen hat, da die vorhandenen Nährstoffe des Epilimnions während der Hochproduktion im Juni und Juli bereits verbraucht wurden. Dies läßt sich durch die Stickstoffschichtung recht gut beweisen:

	8. März 1935		13. Juli 1935	
<i>mg/l</i>	Nitrat <i>N</i>	Ammon- <i>N</i>	Nitrat- <i>N</i>	Ammon- <i>N</i>
1 <i>m</i>	0·12	0·08	0·00	0·00
10 <i>m</i>	0·22	0·02	0·12	0·02
20 <i>m</i>	0·23	0·07	0·28	0·04
30 <i>m</i>	0·25	0·08	0·40	0·10

Sowohl der Nitrat-N wie der Ammon-N sind im Laufe des Frühjahres völlig aufgebraucht worden, die stickstofffreien Schichten verarmen damit an Plankton, während in den tieferen Schichten, bei 10 m, noch eine Hochproduktion von Plankton stattfindet (im Juli 1935 rund 3000 Individuen von *Synedra nana* im cm^3 !). Hand in Hand damit geht eine Verminderung des SiO_2 -Gehaltes im Epilimnion von 2·5 mg/l nach der vorwinterlichen Zirkulation (Dezember) auf 0·3 bis 0·5 im Juli, während in der Tiefe ein Anstieg bis zu 5 l mg als Folge der hier herrschenden Abbauprozesse stattfindet. Die übrigen Pflanzennährstoffe zeigen nur eine ganz schwache Schichtung nach längerer Dauer der Sommerstagnation. So steigt der Eisengehalt von 0·01 l mg an der Oberfläche nur auf 0·03 in 30 m Tiefe an. Der im Minimum vorhandene P (0·001 l mg) scheint fast gleichförmig verteilt. Auch die Alkalinität nimmt nur von 0·7 auf 0·8 bis 0·85 über dem Grunde zu. Diese niedrigen Werte sind der Ausdruck des geringen Karbonatgehaltes der Wässer des Einzugesgebietes. So hat der südliche Zufluß im Mittel nur eine Alkalinität von 0·8 bis 0·9, der nördliche von 0·6 bis 0·7. Das pH des Turracher Sees verrät ebenfalls den Einfluß der benachbarten Moorgebiete, beträgt es doch im Mittel kaum wesentlich mehr als 7, in der Seetiefe sogar nur 6·6 bis 6·9. An der Oberfläche kann der pH allerdings unter dem Einfluß intensiver Assimilation durch das Phytoplankton bis auf 7·6 oder 7·7 ansteigen.

Recht interessant verhalten sich die jahreszeitlichen Sauerstoffschwankungen, wie sie in Figur 4 kurvenmäßig dargestellt sind. Die Linie vom Juli 1933 zeigt von der Oberfläche bis zu 5 m Tiefe einen leichten O_2 -Anstieg an, der durch die Assimila-

tion des Phytoplanktons hervorgerufen wird. Von da ab sinken die Werte indessen bedeutend, eine Folge der O_2 -Zehrung durch die in der Tiefe vor sich gehenden Verwesungsvorgänge der abgestorbenen Phytoplankter. Die Kurve vom September zeigt die Fortdauer im zweiten Teil des Sommers. Erst mit dem Verschwinden der Temperaturunterschiede im Herbst beginnt die Durchmischung der gesamten Wassermasse des Sees, so daß die Kurve vom November 1933 bis in die Tiefe fast ausgeglichenen O_2 -Gehalt anzeigt.

Die zu Beginn des Sommers im Hypolimnion vorhandenen O_2 -Mengen sind indes keineswegs immer so bedeutend wie 1933. Dies ergibt sich aus einer Zusammenstellung der in den verschiedenen Tiefen gefundenen O_2 -Werte verschiedener Jahre. (Die Zahlen bedeuten *l mg O₂*.)

Tiefe: 22. 7. 33: 9. 6. 34: 11. 7. 34: 8. 3. 35: 3. 6. 35: 13. 7. 35:

1 m	8.19	9.44	8.10	9.31	9.05	8.60
5 m	8.61	9.74	8.77	8.18	—	13.57
10 m	9.82	9.72	10.75	7.64	8.79	8.37
15 m	7.10	—	5.18	—	—	6.22
20 m	6.42	5.44	4.34	—	5.65	5.74
30 m	5.35	5.00	2.67	2.51	4.90	3.25

Wir ersehen daraus, daß ganz im Gegensatz zur Herbsttemperaturgleiche zur Zeit der Frühlingshomothermie keine vollständige Durchmischung aller Wasserschichten eingetreten ist. In der Tiefe ist die Winterstagnation ohne wesentliche Unterbrechung direkt in die Sommerstagnation übergegangen; denn die Juniwerte von 1934 sind niedriger als die Juliwerte des Vorjahres. Wie wenig O_2 durch Mischungsvorgänge, den sogenannten „Austausch“, in die Seetiefen zur Zeit der Frühjahrshomothermie gelangt, läßt sich auch schön aus der Zahlenreihe vom 3. Juni 1935 ersehen, welche nur wenige Tage nach dem Zustand der Temperaturgleiche gewonnen wurde, zu einer Zeit also, zu der die ganze Wassermasse bis nahezu zur Sättigung hätte mit O_2 versehen sein müssen, wenn wirklich eine Vollzirkulation stattgefunden hätte. Aus dem Gesagten dürfte hinreichend deutlich geworden sein, daß im Turracher See wohl eine herbstliche, in der Regel aber keine Frühjahrsvollzirkulation stattfindet. Die O_2 -Versorgung der tieferen Seeteile ist daher ziemlich dürftig. Dies hat zur Folge, daß an den tieferen Bodenregionen Faulschlammabildung einsetzt, so daß sich die Bodenfauna nur sehr dürftig oder gar nicht entwickeln kann.

Wir geben auf Seite 46 noch eine kleine Zusammenstellung über die wesentlichsten physiko-chemischen Eigenschaften einiger Kleingewässer unseres Gebietes, zum Vergleich sind auch die Seen und ihre Zuflüsse herangezogen.

Der Turracher See.

a) Plankton. Das Plankton des Turracher Sees haben wir fortlaufend, wenn auch nicht immer in regelmäßigen Abständen, während aller Jahreszeiten studiert. Wiewohl das Plankton im Frühsommer recht imponierende Entwicklung zeigt, kann man den See doch nicht recht eutroph nennen, weil die Vegetationszeit verhältnismäßig kurz dauert — der See liegt sechs Monate unter dicht verschneiter Eisschicht —, die Stoffumsätze innerhalb eines Jahres daher doch nicht jene Höhe erreichen, wie es bei einem Tieflandsee unter ähnlichen Verhältnissen der Fall wäre. Auch sind die in der trophogenen Schicht vorhandenen Stickstoffmengen, wie oben schon gezeigt, nicht sehr hoch, da der See im Spätfrühling sehr viel nährstoffarmes Schmelzwasser erhält, das den Gehalt des Sees an Salzen verdünnt. Einen gewissen Ersatz dafür dürfte allerdings in den letzten Jahren die zunehmende Uferbesiedlung bilden.

Weitaus an erster Stelle steht unter dem Phytoplankton die sonst seltene *Synedra nana*, auf deren Vorkommen im Turracher See wir in dieser Zeitschrift schon im Vorjahr aufmerksam gemacht haben. Ihre Entwicklung beginnt schon in den Tagen der Eisschmelze zunächst an der Oberfläche und verlagert sich bei Erwärmung dieser Schicht zusehends nach unten. Die optimale Temperatur dürfte bei 5—6° C liegen, so daß wir unsere Art im Juli besonders gegen 10 m Tiefe finden. An zweiter Stelle steht eine winzige *Cyclotella*, vermutlich *comta*, die im Juni—Juli in etwas tieferen Schichten Volkszahlen von über 200.000 im Liter erreicht. Zeitweise gleichfalls sehr häufig tritt *Cyclotella operculata* auf. (Det. Dr. Legler.) Von den Diatomeen, die das Feld ja ganz überwiegend beherrschen, trafen wir gelegentlich noch *Cyclotella bodanica*, *Cyclotella quadrijuncta*, *Fragilaria undata* (wohl aus dem Litoral), *Tabellaria flocculosa* und *T. fenestrata*, *Asterionella formosa*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon.*, *Pinnularia major* und *Surirelle spiralis*, ferner *Gomphonema longiceps*, *Cymbella ventricosa*, *Amphora ovalis*. Die letzteren Arten sind jedoch keine echten Plankter, sondern stammen aus dem Litoral bzw. Aufwuchs.

Von den anderen Algen seien für den Sommer 1934 ein *Raphidium* (*Ankistrodesmus*) als recht zahlreich erwähnt, das

Juli 1934		Temperatur		O ₂	Sättigung in O ₂	pH	Alkalinität	Si O ₂	Fe	Nitrat-N	Ammon-N
Gewässer		°C	mg/l	%							
Helokrene des Grünseezuflusses		4.2	9.82	94	7.5	2.07	4.0	0.00	0.40	0.0	0.0
Grünsee (1 m Tiefe)		13.8	9.50	114	8.2	1.80	2.5	0.00	0.1	0.0	0.0
Quellen des Bergsturzgebietes südlich des Grünsees .		4.5	9.01	87	7.4	2.20	5.0	0.00	0.3	0.0	0.0
Zufließbach des Schwarzsees am Westufer		9.2	7.01	76	6.2	0.36	1.5	0.50	0.0	0.05	0.05
Schwarzsee (1 m Tiefe)		17.0	7.98	103	6.6	0.18	0.6	0.03	0.0	0.0	0.0
Südlicher Zufluß des Turracher Sees		11.0	8.42	96	7.6	1.20	2.8	0.01	0.05	0.25	0.16
Nördlicher Zufluß des Turracher Sees		13.5	8.12	98	7.2	0.72	2.0	0.03	0.15	0.0	0.0
Turracher See (1 m Tiefe)		13.0	8.05	95	7.6	0.75	0.8	0.01	0.0	0.0	0.0
Quelle am Rinsennock-Osthang (Wasserleitungsausrüstung von Siegel-Leeb)		3.5	9.78	85	7.8	1.30	3.0	0.00	0.10	0.0	0.0
Quellbrunnen der Diktalm (Rinsennock-Osthang) . .		9.4	9.11	98	6.8	0.99	3.5	0.005	0.20	0.0	0.0
Karbach des Rinsennocks auf der Diktalm		12.0	—	—	7.8	1.35	4.0	0.002	0.02	0.0	0.0
Abntümpel im Rinsennock-Kar		—	—	—	5.8	0.20	0.0	0.80	0.0	0.3	0.08
Abntümpel nördlich vom Schoberriegel		22.5	6.40	92	6.6	0.27	0.2	0.60	0.0	0.0	0.0
Abntümpel zwischen Turracher und Grünsee		20.5	5.97	82	—	—	—	—	—	—	—
Abntümpel am Wege Grünsee—Schwarzsee		18.0	—	—	5.9	0.24	0.0	1.5	0.0	0.0	0.3

dem *A. lacustris* nahesteht, nach einer brieflichen Mitteilung Ruttners aber sicher nicht zu dieser Art gehört, ferner aus denselben Proben eine *Schroederia* sp., die sich auch nicht genauer bestimmen ließ, mehrere *Staurastrum*-Arten, ein *Rhodomonas*, ein *Cryptomonas* und im Sommer 1935 eine *Ocystis* sp.

Um eine ungefähre Vorstellung von dem durchschnittlichen Gehalt des Sees an Plankton zu geben, ist die Tabelle auf Seite 48 eingeschaltet. Es wurde darin der mittlere Algengehalt im Liter der trophogenen Schicht, also zwischen 0 und 10 m Tiefe, zusammengestellt. Die angeführten Zahlen geben also Individuen an, die in einer Wassersäule von 10 m Tiefe und einem Liter Volumen enthalten sind. Im unteren Teil der Tabelle sind auch die Rotatorien angeführt, die in der gleichen Weise gezählt wurden, da der Gehalt an Rädertieren in den tieferen Schichten des Turracher Sees so gering ist, daß er ohne großen Fehler vernachlässigt werden kann.

Während der winterlichen Eisbedeckung erlischt somit, wie ja kaum anders zu erwarten, die Vegetation des Phytoplanktons so gut wie vollkommen.

Aus dem unteren Teil der Tab. S. 48 dürfte hervorgehen, daß man den Turracher See als recht arm an Rädertieren wird bezeichnen können. In krassem Gegensatz hiezu steht der Gehalt an Plankton-Krebsen, der geradezu phantastisch hoch genannt werden muß, wenn man andere kleinere Kärntner Seen zum Vergleich heranzieht. Besonders *Bosmina longirostris*, der weitest häufigste Zooplankter*), erreicht Rekordichten. So fanden wir am 12. Juli 1935 in 10 m Tiefe in einem Liter 920 Individuen, eine Zahl, welche selbst die Volksdichte von Cladoceren in Almtümpeln, die gleichfalls sehr groß ist, bei weitem in den Schatten stellt. Die Tabelle auf Seite 49, die einen Überblick über die zu den verschiedenen Jahreszeiten ermittelten Werte geben soll, wurde wie folgt berechnet: es wurde von 0—30 m Tiefe von Meter zu Meter je ein Liter Wasser entnommen, durch ein Planktonnetz (Nr. 15) filtriert und der Rückstand durchgezählt. Jede Zahl gibt also den Inhalt einer Wassersäule von 0—30 m Tiefe und 30 Liter Volumen. Während der kalten Jahreszeit wurde mit einem kleinen Wasserschöpfer von nur einem halben Liter Inhalt gearbeitet, die so gefundene

*) Pesta führt in seiner Aufzählung für den Turracher See fast ausschließlich Litoralformen (*Acroperus harpae*, *Alona affinis*, *Chydorus sphaericus*) an, so daß man nach dieser Beschreibung eine ganz andere Vorstellung erhält. Vermutlich erklärt sich dieser Widerspruch so, daß Pesta vom Ufer aus gefangen hat, die echten Plankter also gar nicht ins Netz gerieten.

Im Liter	Juli 1933	November 1933	18. Dez. 1933	14. April 1934	Juni 1934	10. Juli 1934	8. März 1935	12. Juli 1935
<i>Synedra nana</i>	400.000	50	10 (abgest.)	0	600.000	1,000.000	50	1,000.000
<i>Cyclotella (comta?)</i>	140.000	20	50 (abgest.)	10	100.000	30.000	0	2.000
<i>Tabellaria</i> (Kolonien)	—	2	—	—	—	—	—	—
<i>Asterionella formosa</i>	—	1	2	—	—	—	—	—
<i>Peridinium</i> sp.	2	70	—	—	—	3	—	5
<i>Gymnodinium</i> sp.	150	—	—	—	—	50	—	—
<i>Rhodomonas</i> sp.	—	200	—	—	—	—	—	—
<i>Anurea cochlearis</i>	3	—	—	—	1	1	—	2
<i>Anurea aculeata</i>	1	2	—	—	—	—	—	—
<i>Polyarthra platyptera</i>	1	11	—	—	5	40	1	10
<i>Triarthra longiseta</i>	2	1	—	—	1	9	—	2
<i>Conochilus volvox</i>	20	—	—	—	—	—	—	5

Zahl wurde der Vergleichbarkeit halber dann mit 2 multipliziert. In einem Fall (im Winter) war die Serie lückenhaft; wir haben uns entschlossen, sie durch ungefähre Schätzung zu ergänzen.

	Juli 1933	10. Nov. 1933	9. Juni 1934	10. Juli 1934	8. März 1935	12. Juli 1935
<i>Heterocope saliens</i> ♂♂	0	—	0	2	2	1
<i>Heterocope saliens</i> ♀♀	0	1	2	8	1	17
<i>Nauplius Heterocope</i> .	—	—	—	2	—	7
<i>Cyclops strenuus</i> ♂♂ .	20	37	0	7	8	7
<i>Cyclops strenuus</i> ♀♀ .	301	41	32	247	17	89
<i>Cyclopid</i>	—	12	68	20	20	11
<i>Nauplius Cyclops</i> . .	23	33	142	8	404	128
<i>Daphnia longispina</i> { ♂♂♂♂ } 75♀	35♀ + 9♂	6♀	43♀	0	25♀	
<i>Bosmina longirostris</i> . .	736	1	118	476	0	564
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> .	80	0	9	66	0	2

Wie aus der Tabelle zu ersehen, geht das Krusterplankton über den Winter zwar stark zurück, verschwindet aber keineswegs ganz, ja es bereitet sich vielmehr (März 1935!) gerade zu Winterende der neue Anstieg des *Cyclops strenuus* mit 404 Nauplien vor. Auch *Heterocope saliens*, die meist nur spärlich anzutreffen ist, hält den Winter durch. Die Maxima für beide Copepoden-Arten fallen in den Sommer, doch unterscheiden sich die einzelnen Jahre voneinander nicht unbedeutend. Auf die wärmere Jahreszeit beschränkt sind die Cladoceren, die sich durchaus monozyklisch entwickeln. Auf die Vertikalverteilung des Zooplanktons können wir wegen Platzmangels nicht weiter eingehen, es sei nur kurz angedeutet, daß besonders *Bosmina longirostris* bei Tag die Schicht von 5—10 m bevorzugt, bei Nacht aber gegen die Oberfläche aufsteigt. Ein charakteristisches Schichtungsbild an einem klaren Sommertag (Juli 1934) sei in folgender Tabelle zur ungefähren Orientierung beigebracht. (Die Zahlen für die einzelnen Stufen geben die

in je 5 Litern — zwischen 20 und 30 m Tiefe in 10 Litern —
enthaltene Anzahl von Individuen an.)

	0—5 m	5—10 m	10—15 m	15—20 m	20—30 m
<i>Cyclops strenuus</i> ♂♂	1	1	0	0	5
" " ♀♀	7	16	54	47	126
Cyclopidstadien	1	0	0	3	16
Nauplien	0	0	4	4	0
<i>Heterocope saliens</i> ♂♂	1	1	0	0	0
" " ♀♀	3	1	1	1	2
Nauplien	0	1	1	0	0
<i>Bosmina longirostris</i>	46	400	26	7	2
<i>Daphnia longispina</i>	21	19	2	0	1
<i>Ceriodaphnia pulch.</i>	58	8	0	0	0

b) Litoral und Benthos.

Die Seeufer bestehen ganz überwiegend aus anstehendem Fels oder Blockhalden. Im Osten handelt es sich um den steil abfallenden Rand der Konglomeratplatte, deren dunkle, weiße Quarzgeschiebe enthaltende Blöcke eine imposante, sich weit unter den Seespiegel fortsetzende Halde bilden, während im Westen und Süden Felskuppen und Blockhalden aus Schiefer und Dolomiten an ihre Stelle treten. Diese zumeist steil einfallenden Uferpartien lassen nur selten Andeutungen einer Schar erkennen und bieten nirgends Gelegenheit zur Entfaltung eines Makrophytengürtels. Nur wo durch die Sandanschweimung der beiden Zuflüsse ehemalige Seeflächen verlandeten, trifft man spärliche Ansätze hiezu, wie in der Strecke südlich der Halbinsel und in der Nordbucht des Sees, die ja durchwegs sehr seicht ist: am Ufer, zum Teil noch im Inundationsgürtel, findet man Bestände von *Juncus filiformis*, gelegentlich auch *Carex Goodenovii*. An sie schließt sich etwas tiefer im See *Potamogeton alpinus* und spärlich *Myriophyllum*. Innerhalb dieser Bestände ist die Bodenfauna relativ reichhaltig. Die Fels- und Blockufer des Sees sind mit meist nur dünnen Algenkrusten überzogen, an deren Bildung neben Diatomeen und Cyanophyceen besonders *Bulbochaete* und *Spyrogyra* beteiligt sind. Diese Algenrasen werden manchenorts von geradezu unglaublich großen Mengen von *Radix peregra* — bis zu 10 Individuen auf den m² — abgeweidet.

Zwischen 2 und 5 m — am steilen Ostufer wohl auch noch tiefer — geht das Felsufer in ein grobkiesiges bis sandiges Sediment über, das stellenweise reichlich mit modernden Ästen, Nadeln und Detritus durchsetzt ist und das allmählich in den eigentlichen Seeschlamm überleitet, der den größten Teil der Bodenfläche bedeckt. Dieser ist ein grauer, vorwiegend minero-gener Schlick, der stellenweise durch Eisenhydroxyd-Flockung einen Stich ins Rostfarbige zeigt. Er ist in Hinsicht auf den Gehalt an Organismen eher steril zu nennen, nur dort, wo er reichlicher mit organischem Detritus durchsetzt ist, wie in manchen Buchten, oder wo er *Potamogeton*-Bestände aufweist, bietet er der Bodenfauna bessere Existenzmöglichkeiten. Hier finden wir, besonders in Ufernähe, zahlreiche *Sialis*-Larven, in etwas größerer Entfernung aber die gelben Larven von *Trichotanypus pectinatus* sowie die blutroten des *Chironomus bathophilus*. Von Mollusken ist *Pisidium cinereum* recht häufig, während die Würmer *Polycelis tenuis* und *Glossosiphonia complanata* besonders auch auf dem Steinufer anzutreffen sind. In etwas tieferen Lagen tritt der Strudelwurm *Otomesostoma auditivum* reichlicher auf. Die *Potamogeton*-Bestände beherbergen neben mehreren Arten von Chironomiden sehr reichlich *Alona quadrangularis*.

Mit zunehmender Tiefe werden die Schlammproben immer ärmer an Lebewesen. Schon ab 8—10 m Tiefe kommen keine *Trichotanypus*- und *Bathophilus*-Larven mehr vor, viel mehr werden sie hier durch hellrote, sehr bewegliche *Chironomus*-Larven vertreten, die wir nicht näher bestimmen konnten. Sie sind die häufigsten Organismen mittlerer Tiefen und reichen vereinzelt noch bis 25 m nach unten. Neben ihnen kommt noch spärlich *Pisidium cinereum* und *Otomesostoma auditivum* vor, bemerkenswerterweise aber kein *Tubifex*. Die Schlammabsätze der tiefsten Seeteile sind abiotisch. Der Schlamm ist durch Eisensulfid schwarz gefärbt, riecht leicht nach H_2S , es sind offenbar die O_2 -Mengen des Wassers über diesen Stellen den größten Teil des Jahres hindurch so gering, daß sie zum Ausfaulen der hier zum Absatz kommenden organogenen Teilchen nicht mehr ausreichen, sehr wesentlich eine Folge des Ausbleibens der Frühlingszirkulation.

Zusammenfassend sei noch bemerkt, daß die Sedimentbildung im Turracher See in erster Linie durch eingeschwemmtes mineralisches Material vor sich geht, das zur Zeit der Schneeschmelze und nach Regengüssen von den Zuflüssen eingeschwemmt wird. Der allochthone und planktogene Detritus spielt daneben nur eine unbedeutendere Rolle.

Es sei uns endlich noch gestattet, kurz auf den Fischbestand des Sees zu verweisen. Wir haben unsere persönlichen Beobachtungen durch Nachfrage bei den Fischereiberechtigten ergänzt, aus welchem Anlasse wir den Herren Brandstätter und Siegel für die Auskunft zu danken haben. Als ursprüngliche Bewohner des Sees sind neben den auch in unserem See heimischen Pfrillen (*Phoxinus laevis*) und Koppen (*Cottus gobio*, im Mündungsbereich der Zuflüsse) wohl nur die Bachforellen (*Trutta fario*) anzusehen, die mit den schon im vorigen Jahrhundert eingesetzten Lachsforellen (*Trutta lacustris*) sich stark verbastardiert hat, so daß reine Exemplare beider Formen kaum mehr vorkommen. Die „Lachse“ erreichen in seltenen Fällen 4—5 kg, bleiben aber meist erheblich kleiner. Auch Seesaiblinge (*Salmo salvelinus*) sind bereits im vorigen Jahrhundert eingesetzt worden, die bis zu 40 dkg anwuchsen. Im Jahre 1932 wurden etwa 500 amerikanische Saiblinge (*Salmo fontinalis*) als Jährlinge eingesetzt, die sehr rasch wuchsen, schon 1934 bis zu 1 kg aufwiesen. Da sie sehr gut bissen, wurden sie bereits alle ausgefischt. Nach Ansicht der Fischer hätten sich inzwischen die beiden Saiblingsarten gekreuzt (?). 1932 wie auch 1934 wurden Forellenblendlinge (erst 3500, dann 10.000) und Regenbogenforellen eingesetzt. Letztere wachsen im See nicht besonders gut und werden auch wenig gefangen. Infolge der starken Vermehrung der Zahl der Raubfische ist begreiflicherweise die Menge der Pfrillen, die ja die einzigen Futterfische darstellen, rapid gesunken, so daß sich in Zukunft zweifellos Ernährungsschwierigkeiten für die Salmoniden ergeben werden.

Der Grünsee (Kleinsee).

Das Plankton des Grünsees ist — wohl wegen seiner starken Durchflutung — ziemlich dürftig entwickelt. Von Algen treten *Cyclotella melosiroides* und *Synedra nana* bis zu je 60.000 Individuen im Liter auf. Beide Formen dürften ein Maximum Anfang Juli und ein zweites im Herbst haben. Vereinzelt finden wir noch *Fragilaria crotonensis*, *Dinobryon divergens* (Juni 1934), Staurastren und eine *Peridinium* sp. Reichlicher ist verhältnismäßig das Rotatorienplankton. Am häufigsten ist das ganze Jahr hindurch *Polyarthra platyptera*, die im Juni das Maximum mit etwa 80 im Liter erreicht. Daneben ist meist noch *Anurea cochlearis* (f. *micracantha*), *Anapus testudo*, *Notholca longispina* in einer Form ohne oder mit nur sehr kurzem Dorn am Hinterende und manchmal eine kleine *Synchaeta* sp.

vertreten. Von Krustern gibt es sehr spärlich *Heterocope saliens*, etwas mehr *Cyclops strenuus* und sehr selten *Daphnia longispina*.

Ganz im Gegensatz zu den beiden anderen Seen des Gebietes weist der Grünsee eine sehr reich entwickelte submerse Flora auf. Die überall, besonders aber an den beiden Seeenden hervortretende Schar ist mit einem an der Oberfläche bräunlichen, nach der Tiefe zu aber schwarz werdenden Schlamm bedeckt, der zum größten Teil aus organischem Detritus besteht. Dazwischen liegen faulende Stämme von in den See gestürzten Bäumen. Am Rand der Halde zieht sich ein Gürtel von *Myriophyllum*, der stellenweise auch auf die Schar übergreift und stark veralgelt ist, auf diesen folgt meist eine Zone von *Potamogeton alpinus*. Diese geht schließlich in einen fast vollständig geschlossenen, nur einige Zentimeter hohen *Chara*-Rasen über, der sich anscheinend ziemlich tief hinabzieht und der bei dem klaren Wasser nicht wenig zum Zustandekommen der charakteristischen Farbe des „Grünsees“ beiträgt. Diese reiche submerse Flora ist die Ursache der schon im vorigen Abschnitt erwähnten hohen O_2 -Übersättigung im Sommer (stellenweise bis 120%), aber auch der intensiven O_2 -Zehrung im Winter (einen Monat nach dem Zufrieren nur mehr 16% in 10 m Tiefe). Unter diesen Umständen konnten wir von einer Untersuchung der Bodenfauna nicht viel erwarten. Auffallend groß ist die Zahl der Köcherfliegenlarven, die die Schar bevölkern. Wir trafen neben einer Anzahl nicht bestimmbarer Limnophiliden, darunter *Stenophylax*-Arten, vor allem *Halesus digitatus*. Von der Mikrofauna zeigten sich vor allem eurytherme Ubiquisten, wie die Phyllopoden *Alona quadrangularis* und *Chydorus sphaericus*, die Strudelwürmer *Stenostomum leucops*, *Castrella truncata*, *Castrada* sp., das Rotator *Metopidia lepadella* und Chironomidenlarven.

Das Sediment des Grünsees ist zum Großteil organogen und besteht neben Detritus allochthoner Herkunft (Äste und Blätter) vor allem aus den Resten der submersen Flora. Der Schlamm ist an allen tieferen Stellen fast ganz schwarz, vom stechenden Geruch der *Chara* und beherbergt fast keine Organismen.

Der Schwarzsee.

In ungleich stärkerem Maße als im Turracher See macht sich im Schwarzsee der Einfluß der Moorumgebung bemerkbar. Schon die ausgesprochen braune Wasserfarbe kennzeichnet ihn

als Moorsee. Das niedere *pH*, die starken Temperaturschwankungen im Laufe des Jahres, die wegen der geringen Tiefe hier bis zum Grunde reichen, und endlich das fast völlige Durchfrieren im Winter wirken sich auf das Leben im See sehr ungünstig aus.

Die Seichtigkeit des Sees macht eine Abgrenzung von Plankton und Litoral einigermaßen schwierig. Wir fanden bei unseren Wasserentnahmen nicht selten auch in großer Menge Schlammformen, wie *Cosmarium moniliforme*, *Micrasterias truncata*, Closterien u. dgl., dazwischen massenhaft Moordetritus. Die Planktondichte ist im Schwarzsee eigentlich sehr gering. Als wesentlichste Phytoplankter sind *Gloeococcus Schröteri*, *Bohrjococcus Braunii* und *Ankistrodesmus Pfitzeri* (letztere von der typischen Form indessen durch leichte Krümmung der Zellen unterschieden) anzusehen. Daneben treten Cyclotellen (*C. comta* und *melosiroides*), Nadeln einer *Fragilaria* sp., *Asterionella formosa*, *Melosira* sp. (beide im Winter), Staurastron, vereinzelt auch *Dinobryon divergens* und eine *Euglena* auf.

Von Rotatorien spielen nur *Anurea aculeata* und *Polyarthra platyptera* und zeitweise die Gallertkugeln von *Conochilus volvox* eine bescheidene Rolle. Die Copepoden sind vorwiegend durch *Heterocope saliens* vertreten, einige junge *Cyclops* ließen sich nicht bestimmen. *Daphnia longispina* kommt ebenfalls vor, wenn auch seltener (die Dauereier werden schon im August gebildet!), daneben im Litoral *Alona quadrangularis*, *Chydorus sphaericus* und *Streblocerus serricaudatus*.

Die Ufer des Sees werden meist von Carexbeständen, Sphagnumblüten (mit *Trichophorum austriacum*) und vereinzelt Steinplatten und -blöcken gebildet und fallen sehr flach ein. Konglomeratplatten, Sand und mineralischer Schlamm bilden auch den Seeboden, allerdings stark durchsetzt mit Baumstämmen und Holzstücken, wobei der mineralische Untergrund stellenweise durch eine braun bis rostfarbig gefärbte Schicht aus organischem Detritus überdeckt wird. An manchen Punkten wuchert, ganz am Ufer, *Batrachospermum vagum*, auch vereinzelt *Myriophyllum*-Bestände kommen vor. Die fehlende Makrophytenflora wird im Schwarzsee gewissermaßen durch einen beträchtlichen Gehalt des Schlammes an Algen kompensiert, unter denen besonders Desmidiaceen und Cyanophyceen vertreten sind. (Besonders *Cosmarium moniliforme*, *Merismopedia glauca* u. a.) Die Uferfauna setzt sich besonders aus Köcherfliegenlarven von *Limnophilus lunatus*, *Halesus tessellatus* (det. Dr. Krawany), Libellenlarven und Egeln zusammen (*Glossosi-*

phonia complanata, *Herpobdella atomaria*, *Haemopsis sanguisuga*). Unter den Steinplatten trifft man sehr häufig *Polycelis tenuis*. Der Uferschlamm beherbergt zahlreiche Arten von Mückenlarven, darunter besonders Tanypodinen der Sectio *Micropelopiae* und Larven von *Chironomus genuinus*, darunter die Gattung *Cladopelma*. Von Mollusken fanden wir nur *Pisidium cinereum* etwas häufiger. Recht reichhaltig ist hingegen, dem niedrigen *pH* zum Trotz, die Strudelwurmfauna des Schlammes, worunter besonders die Gattung *Castrada* gut vertreten ist (*C. stagnorum*, *C. intermedia*, *C. neocomiensis*), ferner *Stenostomum leucops*, *Otomesostoma auditivum*, das hier im Sommer bei Temperaturen von mindestens 12—15° C lebt. Auch Nematoden sind zahlreich vertreten. — Von Wirbeltieren trifft man *Molge alpestris* und die Kaulquappe von *Rana temporaria*, wodurch der See eine gewisse Ähnlichkeit mit den im folgenden Abschnitt besprochenen Almtümpeln erhält.

Die Almtümpel.

Die Lebewelt dieser Biocoenen wurde von uns nur flüchtig untersucht, und zwar in der Regel nur nach Wurfnetzfangen. Entsprechend der Einförmigkeit des Milieus, starken Temperaturschwankungen und niedrigem *pH*, geringer Alkalinität, hohen Eisengehaltes und starker organischer Verunreinigung (viel Ammoniumverbindungen, siehe obige Tabelle!) wiesen die Fänge ein meist ziemlich übereinstimmendes Bild auf. Nur hinsichtlich des Gehaltes an *Diaptomus tatricus* ergaben sich stärkere Unterschiede innerhalb der einzelnen Kleingewässer. Am zahlreichsten war *Diaptomus tatricus* in dem Almtümpel nördlich des Schoberriegels (etwas abseits des Weges vom Schwarzsee gegen die Lattersteighöhe), während er in den übrigen teils ganz fehlte, teils gegenüber anderen Formen zurücktrat. Da besonders dieser Almtümpel in warmen Sommern zuweilen austrocknet, um sich bei Wetterstürzen aufs neue zu füllen, ist der Gehalt an Krustern hier sehr ungleich hoch. Die unten angegebenen Zahlen beziehen sich auf den vergleichsweise feuchten Sommer 1934.

Daphnia pulex, var. *obtusa* kommt in allen Almtümpeln des Gebietes vor und ist zumeist der häufigste Planktonkrebs. Die Art ist hier vorwiegend polyzyklisch, nur in sehr günstigen Lagen monozyklisch. In diesem Falle werden die Dauereier ab Ende Juli gebildet. Um eine Vorstellung über die meist sehr beträchtlichen Volksdichten zu erhalten, wie sie in solchen Almtümpeln auftreten, haben wir auch vereinzelt quantitative Proben

entnommen. So waren in den letzten Julitagen des Jahres 1934 in je einem Liter enthalten:

Daphnia obtusa: *Diapt. tatr.*: Nauplien:

Almtümpel am Weg			
Grünsee—Schwarzsee	130	28	41
Almtümpel nördlich des			
Schoberriegels . .	5	150	12
Almtümpel im Rinsen-			
nockkar	80	12	0

Ganz vereinzelt kommen auch andere Formen, wie sie sonst im Litoral der Seen auftreten, ins Netz, wie *Peracantha truncata* und *Chydorus sphaericus*. Von den Rotatorien spielt eigentlich nur *Anurea aculeata* eine Rolle, nur in einigen Fällen trafen wir noch *Conochilus volvox* und eine kleine *Synchaeta* sp. an.

★

Es sei uns am Schlusse noch gestattet, der Sektion Klagenfurt des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines für die Widmung eines Druckkostenbeitrages zu der vorliegenden Arbeit öffentlich unseren Dank abzustatten. Ebenso danken wir einer Reihe von Fachleuten, die uns bei der Bestimmung unseres Materials unterstützt haben. Es sind dies die Herren Dr. V. Brehm (Eger), Dr. Krawany (St. Pölten), Dr. Legler (Prag), Prof. Dr. Ruttner (Lunz), Prof. Dr. Thienemann (Plön) und Prof. Dr. F. Widder (Graz). Herrn Dr. Puschnig (Klagenfurt) verdanken wir Einsichtnahme in seine seinerzeit verfaßten Fundprotokolle. Endlich fühlen wir uns auch den Herren Brandstätter („Seewirt“) und Siegel („Jägerwirt“) für erteilte Auskünfte und ihr Entgegenkommen bei den im Winter durchgeführten Arbeiten verpflichtet.

Schriftenverzeichnis.

- Czensny, R., Ein vereinfachtes Stufenkolorimeter für Wasseruntersuchung. Vom Wasser. Berlin 1932.
 Findenegg, I., Alpengseen ohne Vollzirkulation. Intern. Revue. 1933.
 Findenegg, I., und Turnowsky, F., *Synedra nana*, eine für Kärnten neue Diatomee. Carinthia II 1934.
 Findenegg, I., Limnologische Untersuchungen im Kärntner Seengebiet. Ein Beitrag zur Kenntnis des Stoffhaushaltes in Alpengseen. Internat. Revue, im Druck.

- Pesta, O., Hydrobiologische Studien über Ostalpenseen. Archiv f. Hydrobiologie. Suppl., Bd. III, 1923/24.
- Ruttner, F., Das Plankton des Lunzer Untersees. Internat. Revue 1930.
- Ruttner, F., Hydrographische und hydrochemische Beobachtungen auf Java, Sumatra und Bali. Archiv f. Hydrobiol. Suppl., Bd. 8, 1931.
- Ruttner, F., Untersuchungen über die biochemische Schichtung in einigen Ostalpenseen. Geograph. Jahresbericht aus Österreich 1933.
- Scharfetter, R., Die Vegetation der Turracher Höhe. österr. Botan. Zeitschrift 1921.
- Schwinner, R., Geologische Karte und Profile der Umgebung von Turrach. Graz 1931.

Eospiriferen aus dem Devon der Ostalpen.

Von F. Heritsch (Graz) und H. Wolsegger (Klagenfurt).

Eospirifer secans Barr. ist schon seit langer Zeit aus dem Devon von Bad Vellach in den Karawanken bekannt. Neuestens wurde die Art aus dem Steinbruch Fiefenmühle bei Graz gefunden. Nun scheint es zweckmäßig zu sein, diese Versteinerungen zu beschreiben, weil auf diesem Wege eine Feinstratigraphie angestrebt und erreicht werden kann.

Wichtigstes Schrifttum.

- Abmann, P., Die Fauna der Erbslochgrauwacke bei Densberg im Kellerwald. Jahrbuch d. Preußisch. Geol. Landesanstalt, 31. Bd., 1910.
- Barrande, J., Über die Brachiopoden der silurischen Schichten aus Böhmen. Haidingers Naturwissenschaftl. Abhandlungen, II. Bd., 1848.
- Barrande, J., Systèmes Siluriens de la Bohême, Bd. V, 1878.
- Barrois, Ch., Faune du calcaire d'Erbray. Mémoires de la Société du Nord, Lille, Bd. III, 1889.
- Gortani, M., Contribuzione allo studio del Paleozoico Carnico. II. Faune devoniane. Palaeontographia Italica, Bd. XIII, 1907.
- Heritsch, F., Untersuchungen zur Geologie des Paläozoikums von Graz. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1915, 1917. I. Teil — Bd. 92, 1915; II. Teil — Bd. 94, 1917; III. Teil — Bd. 94, 1917.
- Herrmann, F., Das hercynische Unterdevon bei Marburg an der Lahn. Jahrbuch d. Preußisch. Geol. Landesanstalt, Bd. 33, 1912.
- Kayser, E., Die Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes. Abhandlungen zur geol. Spezialkarte von Preußen, Bd. II, Heft 4, 1878.
- Le Maitre, D., Etudes sur la faune des calcaires dévoniens du Bassin d'Anceins. Mémoires de la Société géologique du Nord, Lille, Bd. XIII, 1934.
- Nalivkin, D., Matériaux pour l'étude du Paléozoïque de l'Oural. Bulletin du Comité géol. Leningrad, Bd. 44, Nr. 9, 1925.
- Nalivkin, D., Brachiopods from the Upper and Middle Devonian of the Turkestan. Mémoires du Comité géol. Leningrad. Neue Serie, Nr. 180, 1930.

Findenegg u. Turnowsky: „Turracher Seengebiet.“

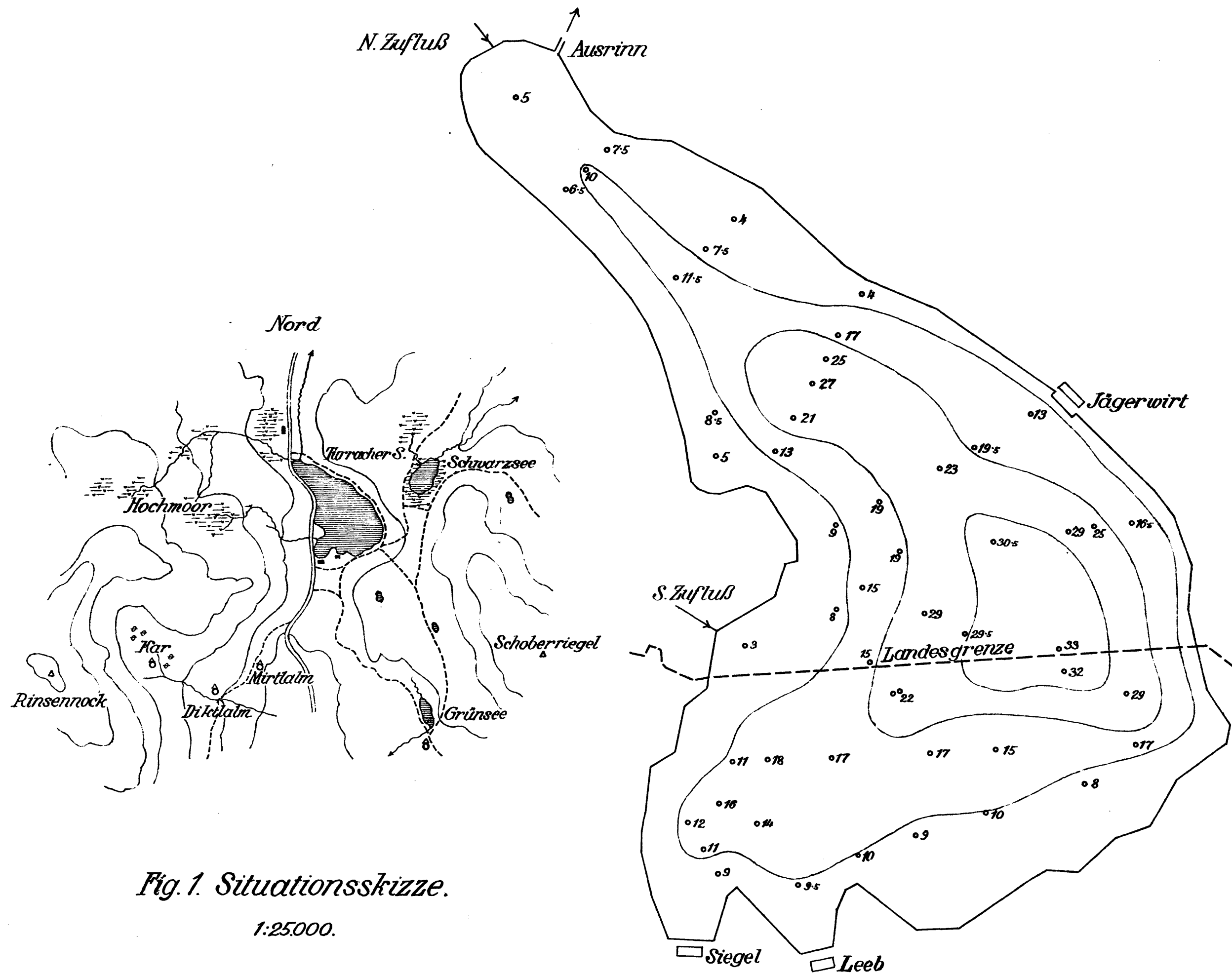


Fig. 1. Situationsskizze.

1:25000.

Fig. 2. Tiefenkarte des Turracher Sees.

1:2880.

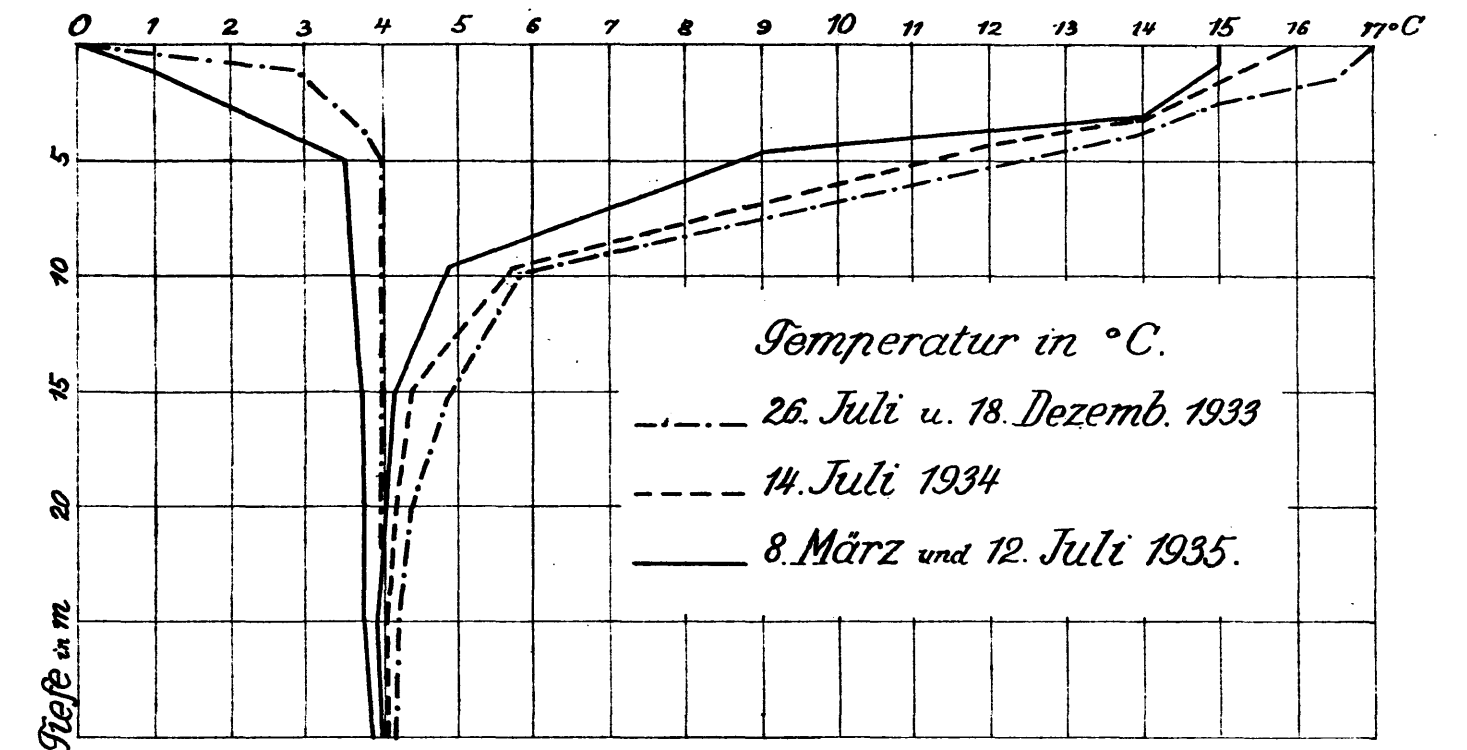


Fig. 3. Temperaturen des Turracher Sees.

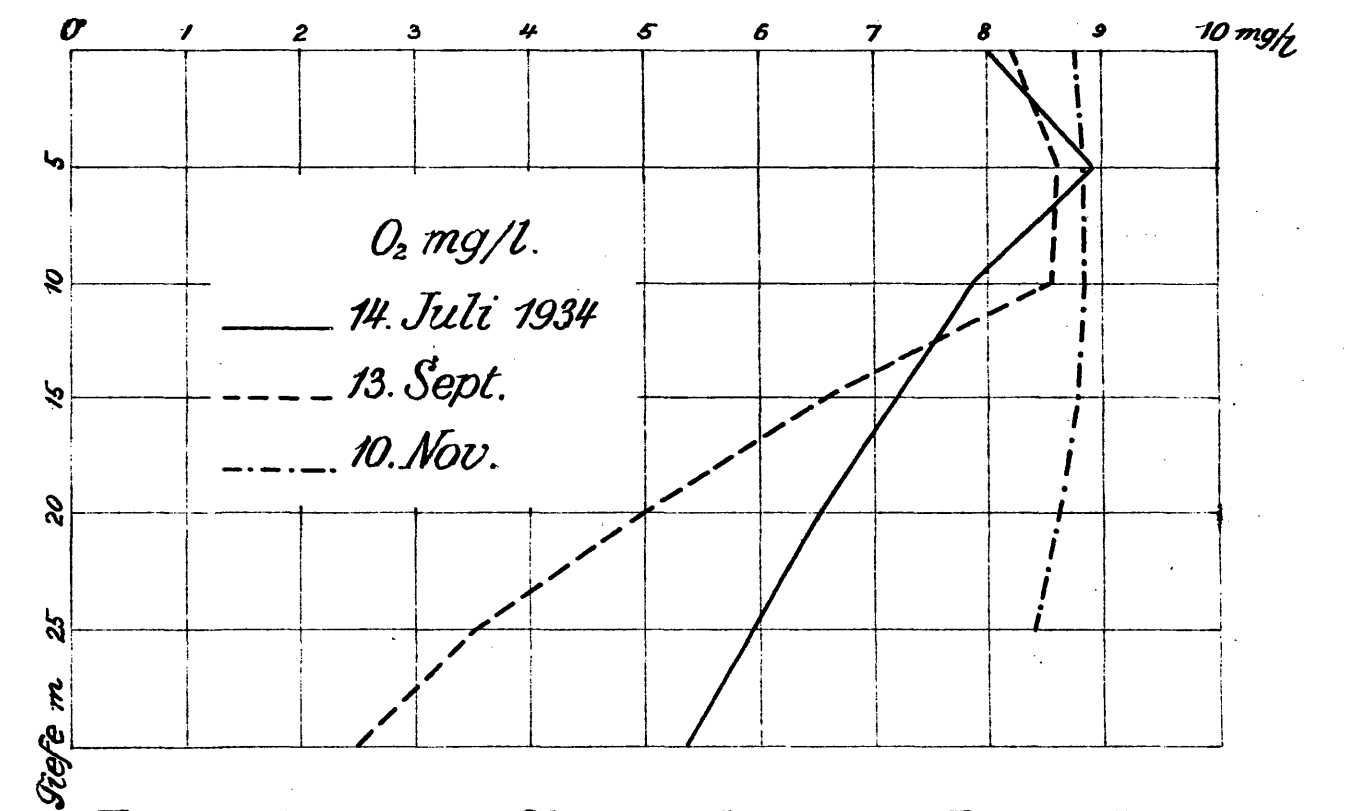


Fig. 4. Sauerstoffverteilung im Turracher See.

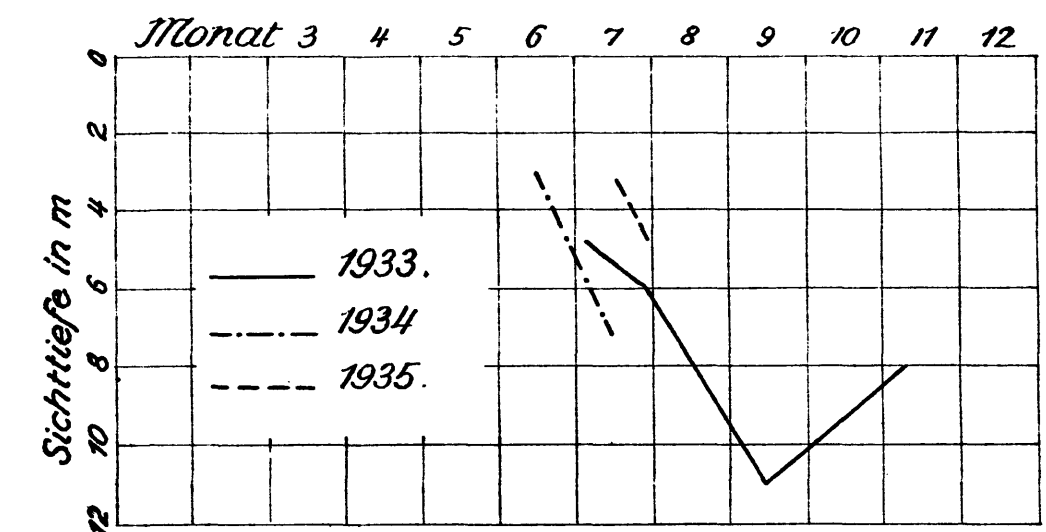


Fig. 5. Sichttiefen des Turracher Sees.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1935

Band/Volume: [125_45](#)

Autor(en)/Author(s): Turnowsky Fritz, Findenegg Ingo

Artikel/Article: [Limnologische Untersuchungen im Gebiete der Turracher Höhe \(Mit 4 Bildern und einer Figurentafel\) 33-57](#)