

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 6 (1949)

Artikel: Der Burgäschisee
Autor: Büren, G. von
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-319443>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

G. von Büren

Der Burgäschisee

mit zwei Bildtafeln, vier Kurventabellen, mehreren Zahlentabellen
und zwei Lageplänen

Ausgeführt mit Hilfe der „Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung an der bernischen Hochschule“

Vorwort

Die vorliegende Arbeit will einen weiteren Beitrag zur Kenntnis der kleinen Seen des schweizerischen Mittellandes bringen. Auch hier ist wiederum versucht worden, die physikalisch-chemischen und biologischen Verhältnisse möglichst gleichmässig zu erfassen. Ausserdem habe ich die Gelegenheit wahrgenommen, hinsichtlich der Ausbildung der thermischen Stratifikation vergleichende Beobachtungen im kleinen eutrophen und grossen oligotrophen See durchzuführen.

Monatlich wurde eine Terminuntersuchung durchgeführt, erstmals am 13. April 1943, die letzte am 28. März 1946; die hier niedergelegten Ausführungen stützen sich somit auf eine 3jährige Beobachtungszeit. Neben den Terminuntersuchungen besuchte ich wiederholt den See und seine Umgebung, besonders im Sommerhalbjahr, zur Erhebung der floristischen Verhältnisse.

Der Zeitpunkt für den Beginn der Untersuchung war vielleicht insofern ungünstig, als einen Monat später mit der Tieferlegung des Seespiegels begonnen wurde, ein Eingriff, der in einem gross angelegten Meliorationswerk in den Mösern der Seeumgebung eingebegriffen und vorgesehen war. Andererseits war dadurch die seltene Gelegenheit geboten, die Auswirkung dieses Eingriffes auf den Seekörper und seine unmittelbare Umgebung Schritt für Schritt in allen Einzelheiten zu verfolgen und zu studieren.

Bei den Arbeiten auf dem See (Terminuntersuchungen) hatte ich mich der tatkräftigen Mithilfe von Herrn Fritz Gyax, Lehrer in Herzogenbuchsee, zu erfreuen. Für seine hingebende Mitarbeit und seine wertvollen Auskünfte, die er als langjähriger Kenner und eifriger Schützer des Sees in der Lage war, mir zu erteilen, sei ihm

an dieser Stelle herzlichst gedankt. Die gemeinsamen Arbeitsstunden in einer schönen und friedlichen Natur haben uns viel geistige Erholung und ein glückliches Vergessen in einer sorgenschweren Zeit gebracht. Auch den weiteren Personen, die mich bei meinen Untersuchungen gefördert haben, sage ich meinen besten Dank, ebenfalls meiner lieben Frau, die die Reinschrift des Manuskriptes in sorgfältigster Weise besorgte.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier auch dem Stiftungsrat der „Stiftung zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung an der Bernischen Hochschule“ bestens für den finanziellen Beitrag zu danken, den er mir zur Durchführung dieser Untersuchung zugesprochen hat.

Physiographische Verhältnisse

Lage, Morphologie und Genesis des Burgäschisees

(vergleiche hierzu Blatt Nr. 126, Aeschi, des topographischen Atlases der Schweiz (Siegfriedblätter) 1 : 25 000).

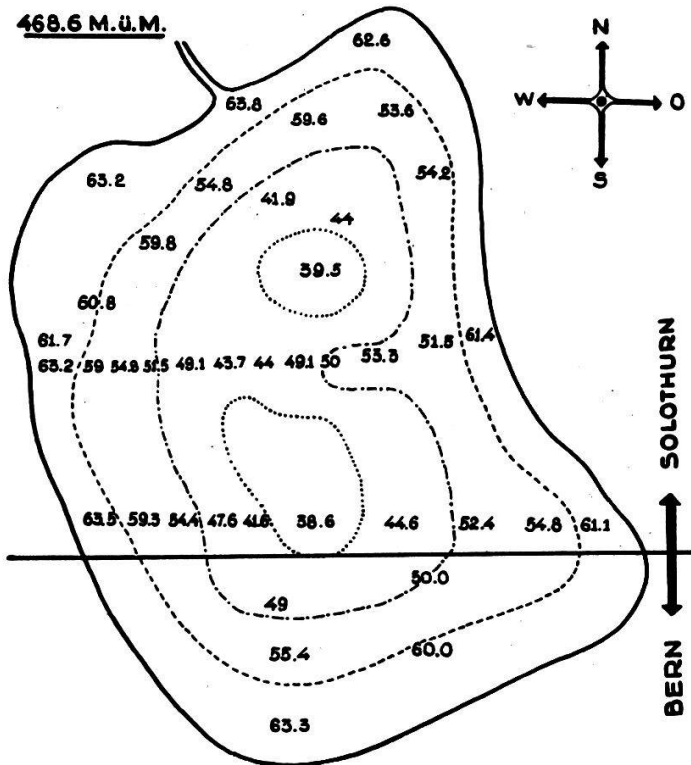
Der Burgäschisee,¹ zirka 3,5 km südwestlich von Herzogenbuchsee, liegt unter 47° 10' 10" nördlicher Breite und 5° 20' östlicher Länge von Paris, in einer Meereshöhe von 466,45 m nH, beim Weiler Burgätschi. Das Seebecken hat eine ausserordentlich regelmässige Form, mit einer grössten Länge von 603 m und einer grössten Breite von 385 m.

Bezüglich der Tiefenverhältnisse gliedert sich der Burgäschisee in zwei Becken, ein nördliches 29,1 m tiefes und ein südliches 32,0 m tiefes Becken. Die tiefsten Stellen dieser Becken liegen ziemlich genau auf der Linie, welche die beiden entferntesten Punkte auf der Längsachse des Sees verbindet. Siehe Lotungsplan Seite 3. Die im Verhältnis zur geringen Oberfläche relativ bedeutende Tiefe, sowie die steilen Uferböschungen (im Mittel 12,8°) sind für diesen See charakteristisch.

In den beifolgenden Tabellen sind alle wichtigen morphometrischen Werte, die den Burgäschisee betreffen, zusammengestellt. Sie sind von der eidgenössischen Landestopographie zu meinen Händen überarbeitet worden, wofür wir der Direktion dieser Anstalt hier bestens danken.

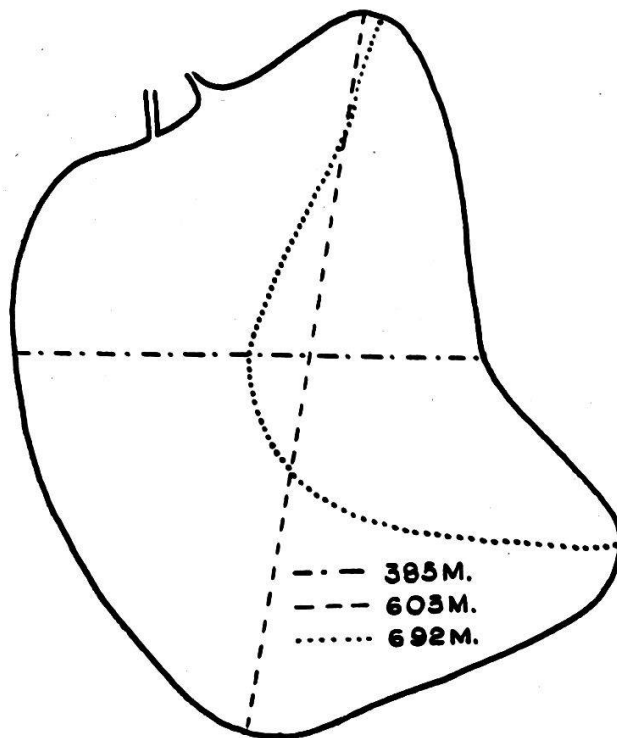
¹ Im Volksmund hat der See noch seinen ursprünglichen Namen „Burgsee“ (nach der heute verschwundenen Burg) behalten.

BURGÄSCHI-SEE



Lotungsplan des Burgäschisees

Reproduktion nach dem Original, das sich im Archiv der eidg. Landestopographie befindet.



Meereshöhe vor der Absenkung (a. H.)	. . . . .	468,6 m	
Meereshöhe nach der Absenkung (a. H.)	. . . . .	466,6 m*	
Oberfläche nach der Absenkung	. . . . .	191 600 m ²	
Grösste Tiefe nördliches Becken	. . . . .	29,1 m	
Grösste Tiefe südliches Becken	. . . . .	32,0 m	
Mittlere Tiefe im längsten Profil	. . . . .	18,2 m	
Mittlere Tiefe Volumen: Oberfläche	. . . . .	12,9 m	
Grösste Länge aus Mittellinie	. . . . .	692 m	} SEITLICH SEITLICH
Grösste Länge gradlinig	. . . . .	603 m	
Grösste Breite quer zur Mittellinie	. . . . .	385 m	
Mittlere Breite, Oberfläche: Länge	. . . . .	(692)	
		277 m	
		(603)	
Mittlere Breite, Oberfläche: Länge	. . . . .	318 m	
Uferumfang	. . . . .	1 715 m	
Uferentwicklung	. . . . .	1,1	
Gesamtvolumen	. . . . .	2 482 500 m ³	
Anzahl Lotungen (Jahr unbekannt)	. . . . .	40	

Seetiefe m	Meereshöhe m	Isobathen- flächen m ²	Tiefen- differenz m	Volumen in m ³		%	
				Teil- volumen	Total- volumen		
0	466,6	191 650					
2,5	464,1	172 800	2,5	455 500	—	18,4	—
5,0	461,6	151 700	2,5	406 400	861 900	16,4	34,8
7,5	459,1	129 150	2,5	351 000	1212 900	14,1	48,9
10,0	456,6	113 200	2,5	303 000	1515 900	12,2	61,1
12,5	454,1	96 550	2,5	262 300	1778 200	10,5	71,6
15,0	451,6	78 250	2,5	218 500	1996 700	8,8	80,4
17,5	449,1	58 100	2,5	170 500	2167 200	6,8	87,2
20,0	446,6	44 400	2,5	128 100	2295 300	5,1	92,3
22,5	444,1	30 400	2,5	93 500	2388 800	3,7	96,0
25,0	441,6	*10.850 | †6 250	2,5	59 400	2448 200	2,4	98,4
27,5	439,1	*3 300 | †1 250	2,5	27 100	2475 300	1,1	99,5
30,0	436,6	960 | —	2,5	6 300	2481 600	0,3	99,8
32,0	434,6	— | —	2,0	900	2482 500	0,0	

* 464,25 m bezogen auf den neuen Horizont, n. H., Pierre du Niton = 373,60 m, nach einer Bestimmung von Geometer G. Wenger in Herzogenbuchsee.

* betrifft das südliche Seebecken.

† betrifft das nördliche Seebecken.

Die geomorphologischen und geologischen Verhältnisse des in Frage stehenden Gebietes sind von Baumberger (3) und Nussbaum (20) sehr eingehend behandelt worden. In diesen Arbeiten findet sich auch die weitere einschlägige Literatur.

Der Burgäschisee, wie auch der Inkwilersee, der in einer späteren Arbeit zu behandeln sein wird, liegt innerhalb der randlichen und frontalen Moränenwälle, die der Rhonegletscher zur Zeit seines höchsten Eisstandes (Würm-Eiszeit) aufgeschüttet hat. Das Relief dieses alten Gletscherbodens ist durch drei in west-östlicher Richtung streichende Talzüge gekennzeichnet, die von Norden nach Süden stufenförmig übereinander gelagert sind und durch flache, mit Moränen überdeckte Molasserücken getrennt werden: Das Aaretal in 420 m Höhe bei Wangen, das Tal von Subigen-Inkwil in 465 m Höhe am Inkwilersee und ferner, im südlichsten Teil des Gebietes, das Tal mit dem Burgäschisee, in seinem Niveau von 470 m. Im Westen werden die beiden letztgenannten Talzüge durch die breite Schotterebene der Emme abgeschnitten. Diese Verhältnisse sind aus der geologischen Kartenskizze bei Nussbaum (20), p. 162, gut ersichtlich, während die Orographie des in Frage stehenden Gebietes auf der Spezialkarte des Jura, Blatt IV, 1 : 50 000 (herausgegeben vom Schweiz. Juraverein), besonders gut zum Ausdruck kommt.

Die örtlichen Verhältnisse weisen darauf hin, dass beim Rückzug des Gletschers jeder dieser Talzüge während relativ langer Zeit von einem Gletscherlappen eingenommen war. Während dieser Rückzugsphase mögen die beiden in Frage stehenden Seen, der Burgäschisee und der Inkwilersee, in den entsprechenden Tälern entstanden sein.

Bei ihrer Bildung war, neben der Ausschürfung durch das Eis, die Stauung des Schmelzwassers durch die Endmoräne der hauptsächlich wirkende Faktor. Auf jeden Fall ist die Mächtigkeit der Burgäschimoräne eine ganz bedeutende.

Sicher dürfte bei der Entstehung der kleinen Mittellandseen, insbesondere aber beim Burgäschisee, dem sogenannten Toteis eine gewisse Rolle zukommen, wenn auch das Ausmass und die Auswirkung dieses Faktors sich kaum je wird feststellen lassen.

Die Wirkung des Toteises hat man sich etwa folgendermassen vorzustellen: Zur Zeit des Gletscherrückzuges trennten sich zu-

weilen riesige Eisblöcke oder Eismassen vom Gletscherkörper ab, die in der Folgezeit durch Schmelzwasser von Schotter und Moränenmaterial um- und zum Teil auch überschüttet wurden. Diese toten Eismassen blieben oft lange erhalten, um nach ihrem endgültigen Abschmelzen entsprechende Mulden und Hohlformen zu hinterlassen, die sich mit Wasser füllten. Die Bedeutung, welche dem „Toteis“ bei der Entstehung der Moränenseen zukommt, ist in den interessanten Arbeiten von Wolff (36) und von Woldstedt (35) einlässlich erörtert.

In morphogenetischer Hinsicht sind somit der Burgäschisee und der Inkwilersee nach der Definition von O. Frey (11, p. 495/496) den sogenannten Moränenwannen zuzurechnen.

Seit ihrer Entstehung haben die beiden Seen durch die fortschreitende Verlandung wesentlich an Umfang eingebüsst, was aus den mächtigen Seekreideablagerungen unter den sie umgebenden Mooren hervorgeht.

Besitzesverhältnisse (von Fr. Gygax bearbeitet)

Der Burgäschisee² hat eine Gesamtfläche von 2 244 a. Davon entfallen 640 a auf den Kanton Bern und 1 604 a auf den Kanton Solothurn. Durch die im Jahre 1943 vorgenommene Absenkung ist die Seefläche allerdings auf 1 916 a zurückgegangen. Das entstandene Neuland von 328 a ist ausgemarct und gehört rechtlich zum Wasser. So ergibt sich die merkwürdige Tatsache, dass die meisten Landeigentümer, welche vor der Absenkung Seeanstösser waren, dies heute nicht mehr sind, weil der Neulandgürtel den Besitzern der Wasserfläche gehört.

² In einem Bericht vom Januar 1927 über das Fischereirecht im Burgäschisee schreibt der Staatsarchivar des Kantons Bern: „Eine sorgfältige Ausmessung und Bezeichnung der Landmarche zwischen den Kantonen Bern und Solothurn fand in den Sechzigerjahren des 18. Jahrhunderts statt und wurde 1771/72 von den beidseitigen Staatsbehörden genehmigt. Diese Urkunde bildet noch immer die Grundlage für die heutigen Verhältnisse. Aus dem erwähnten Landmarchbrief von 1771/72 erfahren wir, dass Stein Nr. 276 auf dem Seeberg-Moos unweit des Burgsees stehe, und dass von da die Marche östlich über den Burgsee 1862 Schuh weit an den Stein Nr. 277 unten am Seeknubel gehe.“ Als Seeknubel bezeichnet man die mächtige Moräne im Südosten des Sees. Hier gewinnt man heute noch Kies.

Der See ist kein öffentliches Gewässer. Eigentümerin des bernischen Teils ist die Ortsgemeinde Seeberg, Grundbuch des Amtes Wangen, Parzelle Nr. 1486. Für den solothurnischen Seeanteil von 1604 a ist zunächst im Grundbuch des Wasseramtes das Gesamtblatt Nr. 89 vorhanden. Die ganze Fläche Nr. 89 wurde in der Folge in 11 ungleich grosse Parzellen aufgeteilt und mit Nr. 90 bis 100 bezeichnet. Jeder dieser 11 Teile hat ein eigenes Grundbuchblatt. Aus uns unbekanntem Gründen wurde als Teiler die Zahl 144 gewählt.

Also:	Parzelle Nr.	90	$12/144 =$	133,67 a
	„	91	$12/144 =$	133,67 a
	„	92	$12/144 =$	133,67 a
	„	93	$6/144 =$	66,84 a
	„	94	$6/144 =$	66,84 a
	„	95	$30/144 =$	334,17 a
	„	96	$17/144 =$	189,36 a
	„	97	$17/144 =$	189,36 a
	„	98	$16/144 =$	178,20 a
	„	99	$8/144 =$	89,10 a
	„	100	$8/144 =$	89,10 a
			<hr/>	
			$144/144 =$	1 603,98 a

Neun von elf Parzellen wurden im Laufe der Zeit durch Verkauf, Erbgang oder Schenkung weiter zerstückelt. Unverteilt blieben nur die Nr. 93 und 94. Der Seeanteil Nr. 97 hat z. B. einen Halt von 189,36 a, das sind 11,805 % der gesamten solothurnischen Seefläche. Die 189,36 a verteilen sich auf die heutigen Besitzer A, B, C, D wie folgt:

A	$5/32$	oder	29,59 a	das sind	1,844 %	der solothurnischen Seefläche.
B	$3/8$	„	71,01 a	„	4,427 %	„
C	$3/8$	„	71,01 a	„	4,427 %	„
D	$3/32$	„	17,75 a	„	1,107 %	„
	$32/32$	„	189,36 a	„	11,805 %	„

Ein Seeanteil wird als Seerecht bezeichnet, denn die Parzelle ist ja nur im Katasterplan eingezeichnet, auf dem Wasser jedoch nicht ausgemacht. Die solothurnische Seefläche verteilt sich heute auf 34 Besitzer.

In einem Gutachten, das Herr Dr. jur. M. Brosi, Fürsprecher und Notar, Solothurn, 1931 im Auftrag der Abteilung Vogelschutz des Ornithologischen Vereins Herzogenbuchsee und Umgebung über die Eigentumsverhältnisse der solothurnischen Seefläche verfasste, lesen wir wörtlich: „Die Frage des Eigentumsverhältnisses gehört zweifellos zu den interessantesten. Ich muss vorausschicken, dass eine grundbuchrechtliche Behandlung, wie sie beim Burgäschisee vorliegt, sonst meines Wissens nicht zu finden ist und es sich hier um eine Sonderstellung handelt.“

Wasserhaushalt des Sees

Das Einzugsgebiet des Burgäschisees hat eine Fläche von 3,19 Quadratkilometer³ und ist somit um ein Vielfaches grösser als die Seeoberfläche. Die Speisung des Sees erfolgte früher, vor der Melioration, die in den Jahren 1942/43 ausgeführt wurde, durch zahlreiche Bäche und Gräben, welche namentlich auf der südlichen und westlichen Seite aus den Mösern dem See zuflossen. Heute sind es im wesentlichen vier Drainagekanäle, deren Sole an der Seemündung zirka 1 m unter der umgebenden Terrainoberfläche liegen.

Der Abfluss des Burgäschisees wird durch den sogenannten Seebach gebildet, der den See am Nordufer verlässt. Dieser Bach fliesst dann in einem zirka 3 km langen Lauf, in vorherrschend nordöstlicher Richtung über das Burghölzli gegen Fluhacker, wo er in ein System von Gräben mündet, das der Bewässerung der Wiesen in der Gegend von Niederönz dient. Der früher natürliche Bach, dessen Ufer von Erlen und Weiden umsäumt waren, und der in anmutigen Windungen zu Tale floss, ist heute in seinem oberen Teil in ein gerades, zwischen steilen Böschungen eingefasstes Rinnsal verwandelt.

In seinem Mittellauf ist der Bach in Röhren verlegt, wodurch die kleine, schluchtartige Partie am Nordwest-Rand des Burghölzli stark in ihrer landschaftlichen Schönheit beeinträchtigt wird.

Im April 1943, als ich meine regelmässigen Untersuchungen begann, befand sich der See in überstautem Zustand, da wegen der Bauarbeiten am neuen Abzugskanal der Abfluss zeitweise fast vollständig gesperrt war. Die eigentliche Seespiegel-Absenkung begann am 15 Mai 1943.

³ Wir verdanken diese Angabe dem Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

Wir geben hier unsere Beobachtungen über die einzelnen Etappen dieses Vorganges wieder.

Vom 15. Mai 1943 bis zum 19. Mai	sank der Seespiegel	17,5 cm
" 19. " " " " 30. " " " "		47,8 "
" 30. " " " " 5. Juni " " " "		35,8 "
" 5. Juni " " " " 11. " " " "		8,0 "
" 11. " " " " 19. " " " "		7,0 "
" 19. " " " " 10. Juli " " " "		73,0 "
" 10. Juli " " " " 19. " " " "		30,0 "
		219,1 cm

Die im Meliorationsprojekt vorgesehene Erniedrigung des Seespiegelniveaus vom Burgäschisee ist also im Zeitraum von zirka 56 Tagen zur Durchführung gelangt.

Was nun die Seespiegelschwankungen seit der Durchführung der Entsumpfungsarbeiten betrifft, so haben unsere Beobachtungen gezeigt, dass sie, abgesehen von Zufälligkeiten, recht gering sind. Im Jahre 1944, nachdem sich die neuen Verhältnisse etwas stabilisiert hatten, hat die Amplitude zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wasserstand 29,5 cm nicht überschritten. Im Jahr 1945 erreichte die Amplitude 31,5 cm. In der letzteren Ziffer ist eine ganz vorübergehende Aufstauung des Seespiegels im März 1945 allerdings nicht eingerechnet, die notwendig geworden war, um eine Dammrutschung auszubessern, die sich im November 1944 kurz oberhalb der Stelle, wo der Bach in die Rohrleitung mündet, ereignet hatte. Die gegenwärtigen Seespiegelschwankungen sind in ökologisch-biologischer Hinsicht durchaus belanglos.⁴

Anmerkung während der Niederschrift.

Während der lang anhaltenden Trockenheit und Dürre des Sommers 1947 erreichte der Seespiegel des Burgäschisees einen ausserordentlichen Tiefstand, indem er um zirka 40 cm unter den Normalstand fiel. Die in den See mündenden Wassergräben trockneten beinahe ganz aus, und der Seeausfluss versiegte sogar vollständig.

Dagegen musste bei einem solchen Ausmass der Tieferlegung des Seespiegels von vornherein erwartet werden, dass sie sich auf

⁴ Ueber die mutmasslichen prähistorischen Schwankungen des Seespiegels siehe die Pollenanalytisch-stratigraphische Untersuchung am Burgäschisee von Welten (34) speziell auch die Fig. 7 in dieser Publikation.

das Ufergelände und damit auch auf seine reiche Flora und Fauna ganz nachteilig auswirken würde. Das war denn leider auch in hohem Masse der Fall, wir werden im Kapitel über die Vegetation auf diese Angelegenheit zurückkommen. Immerhin möchte ich schon hier feststellen, dass die durch solche Eingriffe hervorgerufenen Schäden meist irreparabel sind, wenn auch die Natur ein erstaunlich grosses Anpassungs- und Regenartionsvermögen hat. Im Landschaftsbild gesehen sind oft die unmittelbaren Schäden solcher Eingriffe bald „vernarbt“, was dem Nichtsachkundigen vortäuscht, es sei alles gut überstanden und wieder in bester Ordnung. In Wirklichkeit sind aber die oekologischen Verhältnisse vollständig veränderte, unter deren Einfluss Floren- und Faunenbestandteile, die für die früheren Zustände charakteristisch waren, verschwinden. Nicht alle Arten reagieren gleich auf veränderte Umweltbedingungen. Es gibt solche, die sofort oder doch nach kurzer Zeit zugrunde gehen, während andere, und sie sind vielleicht die zahlreicheren, sich noch jahrelang, aber immer kümmerlicher werdend, halten, sozusagen vegetieren, bis auch sie schliesslich erlöschen. Unter diesen Gesichtspunkten hat auch die Beurteilung der Auswirkung der Seespiegelabsenkung auf die Umgebung des Burgäschisees zu geschehen.

Sichttiefe und Farbe des Seewassers

Da der Burgäschisee nicht von einem grösseren Bach durchflossen wird, also kein eigentlicher Durchfluss-See ist, so spielen dementsprechend die mineralischen Suspensionen hinsichtlich der Beeinflussung der Durchsichtigkeit des Seewassers nur eine äusserst geringe Rolle. Die Sichttiefe ist ganz vorherrschend planktogen bedingt, z. T. auch die Wasserfarbe.

Die in der Zahlentabelle eingetragenen Werte sind mit der Seccischeibe ermittelt worden. Von je sechs Beobachtungen bei einer Sichttiefenbestimmung, an der sich meist zwei Personen beteiligten, ist der Mittelwert eingetragen. Ausdrücklich sei gesagt, dass auch hier, wie in meinen früheren Untersuchungen, als äusserste Grenze der Sichtbarkeit jener Punkt angenommen wurde, in welchem der Scheibenrand noch deutlich sichtbar ist.

Sichttiefen im Burgäschisee

1943		1944		1945	
	m		m		m
		6. Januar	4,50	—. Januar	—
		—. Februar	—	—. Februar	—
13. April	2,10	26. März	2,10	11. März	2,40
15. Mai	6,10	22. April	1,40	14. April	1,00
5. Juni	6,25	20. Mai	3,45	12. Mai	2,60
19. Juni	4,00	18. Juni	1,25	9. Juni	3,50
19. Juli	3,90	25. Juli	1,35	17. Juli	0,95*
13. August	2,20	24. August	1,00	22. August	1,75
11. September	4,00	21. September	3,20	27. September	1,85
17. Oktober	2,85	15. Oktober	5,20	21. Oktober	3,25
21. November	3,75	22. November	4,00	25. November	3,55
15. Dezember	6,00	17. Dezember	2,40	31. Dezember	3,30

Zusammenfassung der Beobachtungsserien.

1943

Minimum 2,10 m im April Mittelwert 4,11 m
 Maximum 6,25 m im Juni

1944

Minimum 1,00 m im August Mittelwert 2,71 m
 Maximum 5,20 m im Oktober

1945

Minimum 0,95 m im Juli⁵ Mittelwert 2,68 m
 Maximum 3,55 m im Juni

Aus dieser Zusammenfassung der Gesamtbeobachtungen lässt sich keine Gesetzmässigkeit hinsichtlich des Auftretens der grössten und der geringsten Sichttiefe ableiten, wir müssen uns damit begnügen festzustellen, dass sie im allgemeinen gering ist und nur selten 4 m wesentlich übersteigen dürfte.

Es wird auffallen, dass im ersten Beobachtungsjahr 1943 die Durchsichtigkeit eine wesentlich grössere war, als in den beiden folgenden Jahren. Dies wird jedoch verständlich, wenn man be-

* *Microcystis*-Hochproduktion.⁵ *Microcystis* Hochproduktion.

denkt, dass durch die Seeabsenkung die obersten Wasserschichten, in welchen die intensivste Planktonproduktion stattfindet, samt ihrem Inhalt sukzessive abgebaut wurden. Die bedeutend grössere Wasserdurchsichtigkeit des Sees während seiner Spiegelabsenkung beweist nur, wie sehr diese von der Intensität der Planktonproduktion abhängig ist.

Vergleichen wir jetzt den Burgäschisee hinsichtlich seiner Sichttiefe mit jenen der anderen kleinen Mittellandseen, ohne die Messungen des ersten Beobachtungsjahres hier mit auszuwerten, so ergibt sich folgende Zusammenstellung:

	Maximum	Minimum	Mittel
Burgäschisee	5,20	0,95	2,70
Moosseedorfsee	2,70	0,40	1,34
Amsoldingensee	5,40	1,25	
Gerzensee	3,25	0,40	

Erwähnen wir beiläufig noch, um die extremen Verhältnisse zu beleuchten, die zwischen einem oligotrophen Klarwassersee und einem eutrophen Gewässer bestehen, dass ich im Jahre 1944 im Genfersee vergleichsweise maximale Sichttiefen

von 17 m am 21. Januar

von 18,5 m am 27. Februar

und von 16 m am 29. März

erheben konnte. Am 7. Mai war die Sichttiefe auf 6,50 m gefallen. Im Genfersee sind indessen die Trübungen nicht planktogener Natur, sondern sie sind durch mineralische Suspensionen verursacht, die dem See durch die Rhone, insbesondere während der Schneeschmelze, zugeführt werden. Selbst bei intensivster Trübung sah ich im Genfersee die Sichttiefe nie unter 4,50 m fallen, und dann auch nur sehr vorübergehend. Auch in den sehr seltenen Fällen, wo einmal im Genfersee eine „Wasserblüte“⁶ auftritt, „floraison du lac“ (Forel) oder auch „poussière d'eau“ (Chodat), bleibt die Durchsichtigkeit immer noch eine recht grosse. In der dritten Augustdekade 1941 trat z. B. im Genfersee eine solche Wasserblüte auf, die durch *Anabaena flos aquae* verursacht war. Im petit lac war die Erscheinung so intensiv, dass in der Uferzone

⁶ Wasserblüte = aus dem Plankton in das Oberflächenhäutchen aufsteigende Organismen, hauptsächlich Cyanophyceen, im Gegensatz zur Seebüte, fleur du lac = gelbe Fladen, die durch windverwehten Blütenstaub der Waldbäume verursacht werden „Anemopleuston“.

rahmartige Massen dieser Cyanophyceen angespült wurden. Vor Versoix beobachtete ich sogar im Pelagial wolkenartige Ansammlungen dieser Organismen unter und an der Wasseroberfläche, nichtsdestoweniger stellte ich damals (25. August 1941) eine Sichttiefe von 9,20 m fest.

Die Wasserfarbe des Burgäschisees, in der halben Sichttiefe über der weissen Seccischeibe beurteilt, ist meist gelblich-braun, punschfarbig. Zuweilen wird diese Färbung durch das intensive Auftreten gewisser Phytoplankter etwas nach grün hin verschoben. Die gelbbraune Färbung des Wassers wird hauptsächlich durch im Wasser gelöste Humusstoffe verursacht, die dem See aus den umgebenden Moorgebieten zugetragen werden.

Zur besseren Erfassung der Eigenfarbe des Seewassers bediente ich mich der von Ohle (21) angegebenen kolorimetrischen Methode⁷, vermittelt welcher auch ein Vergleich mit anderen Gewässern ermöglicht wird.

Für den Burgäschisee fanden wir für Wasserproben

von der Oberfläche	5 — 9 ⁸
aus 15 m Tiefe	7 — 10
aus 32 m Tiefe über dem Seegrund	7,5—12

Zur Zeit der Homothermie beträgt der ausgeglichene Methylorange-Wert 8—9. Die Werte über 10 wurden nur vorübergehend in der Seetiefe am Ende der Sommerstagnation erreicht. Die Methylorangewerte sind durchwegs etwas niedriger als im Moosseedorfsee.

Der Burgäschisee reiht sich hinsichtlich der Wasserfarbe vollständig in die Gruppe der eutrophen Seen.

In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, dass die im Wasser gelösten Gelbstoffe auf die Durchsichtigkeit keinen sehr wesentlichen Einfluss ausüben. Intensiv gelb-braun gefärbte Gewässer können mitunter eine erstaunlich hohe Durchsichtigkeit besitzen. Dagegen wissen wir, durch Messungen vermittelt photoelektrischer Apparate (Sauberer)⁹, dass die im Wasser gelösten Gelbstoffe stark absorbierend auf die ins Wasser eindringenden

⁷ Methode vgl. bei Ohle (21).

⁸ 5 bedeutet z. B., dass die Eigenfärbung des Seewassers der Farbenintensität einer Standardlösung entspricht, die $\frac{5}{100}$ mg pro Liter Methylorange gelöst enthält.

⁹ Internat. Reveu d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 39 1938.

Lichtstrahlen wirken, insbesondere macht sich dies im kurzwelligen Bereich des Spektrums bemerkbar.

Wollen wir nun auf Grund dieser Feststellungen und Durchsichtigkeitsmessungen das Lichtklima des Burgäschisees beurteilen, so können wir sagen, dass in 5—6 m Tiefe gerade noch eine genügende Lichtintensität herrscht, um einen normalen Verlauf der Assimilation zu gewährleisten, während dagegen das in 8 m Tiefe kaum mehr der Fall sein dürfte, worauf übrigens die Tiefenlage der Temperatursprungschicht, sowie auch die Sauerstoffverhältnisse hinweisen.

Thermik

Da die Temperatur zweifellos derjenige Faktor ist, der den gesamten Stoffhaushalt, und damit auch alle sich im See abspielenden Lebensvorgänge beherrscht, so war ich auch hier wiederum darauf bedacht, den Gang der Temperaturen des Seewassers im Jahresverlauf möglichst lückenlos zu erfassen, wie aus den folgenden Zahlen- und Kurventabellen hervorgeht.

Die Temperaturlotungen sind mit dem Friedinger'schen Kippthermometer in der üblichen Weise über der tiefsten Seestelle ausgeführt worden. Zur Zeit der ausgesprochenen Temperaturschichtung (Sommerstagnation und herbstliche Teilzirkulation) habe ich die Temperaturen im Tiefenraum von 0—10 m von Meter zu Meter gelotet. Im Tiefenraum zwischen 10 und 32 m legten wir die Lotabstände so, dass sie eine richtige Uebersicht des jeweiligen Temperaturzustandes gewährleisten.

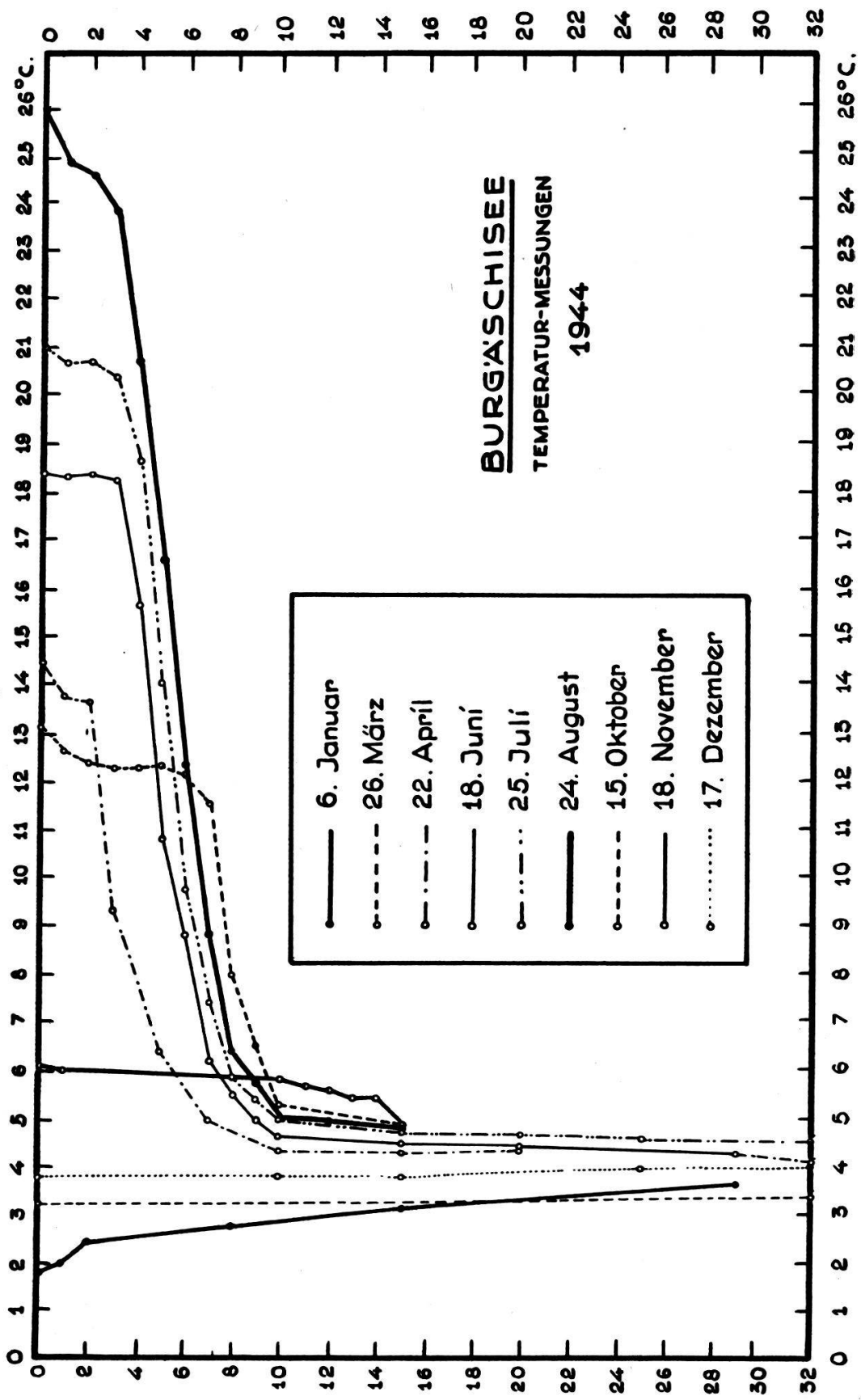
Im Burgäschisee haben wir zirka 380 Temperaturlotungen ausgeführt, wobei diejenigen, die zur Erfassung der Thermokline innerhalb der Temperatursprungschicht notwendig waren, nicht eingerechnet sind.

Ich glaube, auf die nähere Beschreibung der einzelnen thermischen Phasen; die der See im Laufe eines Jahres durchläuft, verzichten zu können, um so mehr, als das in meiner Arbeit über den Moosseedorfsee bereits einlässlich geschehen ist.

Nur sei darauf hingewiesen, dass entsprechend der Tatsache, dass sich die Wassertemperatur am Seegrund nur wenig über 4°C erhebt, die Homothermie am Ende der herbstlichen Vollzirkulation im Dezember mit der Gefrierbereitschaft des Sees zusammenfällt.

Temperaturmessungen im Burgäschisee aus dem Jahre 1943

Meter Tiefe	13. April	15. Mai	19. Juni	19. Juli	13. Aug.	11. Sept.	17. Okt.	21. Nov.	15. Dez.
	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C
0	10,2	19,6	18,0	24,2	23,6	22,0	14,2	5,8	3,6
1	9,6	19,0	17,2	23,2	22,5	20,8	13,8	5,5	—
2,5	8,8	14,2	17,2	22,0	22,3	20,4	13,8	—	—
3	—	—	16,6	18,0	22,1	20,0	—	—	—
4	—	12,0	15,4	14,2	19,6	19,2	13,8	—	—
5	7,0	9,0	10,8	10,4	12,6	15,3	13,8	5,5	3,6
6	—	—	9,2	—	—	11,3	13,6	—	—
7	—	—	—	7,8	—	8,8	10,2	—	—
8	6,8	7,0	7,6	—	7,3	7,2	8,4	—	—
9	—	—	6,6	6,4	—	6,4	6,6	—	—
10	5,9	6,2	6,2	5,6	6,7	5,8	6,0	5,5	3,6
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	5,4	5,3	—	—
13	—	5,2	—	—	5,0	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	4,6	4,8	5,0	4,8	4,8	5,0	5,0	5,5	3,6
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	4,4	4,4	4,6	4,6	4,6	4,8	5,0	5,4	3,6
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	5,2	3,6
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	4,4	4,4	4,6	4,6	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	4,8	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	4,9	3,9
33	—	—	4,4	—	—	—	4,8	—	—
34	4,2	4,4	—	—	—	—	—	—	—



Temperaturmessungen im Burgäschisee aus dem Jahre 1945

Meter Tiefe	11. März	14. April	12. Mai	9. Juni	17. Juli	22. Aug.	27. Sept.	21. Okt.	25. Nov.	31. Dez.
	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C	° C
0	4,3	15,4	21,4	22,0	23,0	19,6	17,2	11,8	5,8	2,0
1	4,3	14,6	19,2	22,0	23,0	19,6	17,3	11,8	5,9	3,0
2	—	11,4	14,6	22,0	23,0	19,6	17,3	11,7	5,9	—
3	—	10,4	13,0	20,0	23,0	19,6	17,3	11,7	5,8	—
4	—	9,3	11,7	16,5	19,2	18,9	17,3	11,7	—	—
5	4,0	6,8	10,5	11,9	15,2	17,7	17,2	11,6	5,8	3,2
6	—	4,9	7,5	8,5	10,3	13,8	15,0	11,6	—	—
7	—	4,3	5,4	6,8	7,3	10,8	11,2	11,4	—	—
8	—	4,2	4,9	5,8	6,3	7,4	8,7	9,4	—	—
9	—	—	—	4,8	5,2	6,2	6,8	6,8	—	—
10	4,0	4,1	4,3	4,3	4,6	4,8	5,4	5,8	5,8	3,4
11	—	4,0	—	—	—	—	4,7	4,9	5,8	—
12	—	—	3,9	—	4,2	4,1	4,4	—	5,0	—
13	—	3,9	—	—	—	—	—	—	4,5	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	3,6	3,8	3,8	3,8	4,0	4,0	4,2	4,3	4,3	3,6
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	4,0	—	—	—	—	3,9
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	3,4	—	3,7	—	—	—	4,2	4,2	4,2	4,2
21	—	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	3,4	3,6	—	3,6	—	—	—	4,1	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	4,1	—	—
30	—	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	3,6	3,6	3,7	—	—	—	4,2	4,2
33*	3,4	—	—	—	—	3,9	4,1	—	—	—

* Vor zirka 40 Jahren hat Stingelin (30) durch wiederholte Lotungen eine grösste Tiefe von 34,5 m festgestellt. Nach der Spiegelabsenkung um 2,20 m im Mai/Juli 1943 käme dem See noch eine Tiefe von 32,30 m zu. Ich fand aber bei meinen vielen Temperaturlotungen, selbst bei einem mittleren Wasserstand, des öfteren noch eine Tiefe von 33 m.

Im übrigen beschränken wir uns darauf, einige Eigenarten der Temperaturverhältnisse des Burgäschisees etwas eingehender zu besprechen, nämlich:

1. Die Temperaturen der Seetiefe.
2. Die Temperatursprungschicht.
3. Die Eisverhältnisse, nebst einigen Bemerkungen über besondere thermische Zustände, die im Lauf der dreijährigen Beobachtungsperiode im Burgäschisee erfasst werden konnten.

Temperaturen der Seetiefe

Beim Lesen der Zahlentabellen und Kurven werden die niedrigen Temperaturen auffallen, die den Seeraum von 10 m abwärts bis auf den Grund beherrschen.

Ueber dem Seegrund in 32 m Tiefe steigt im Burgäschisee die Wassertemperatur nur selten über $4,5^{\circ}\text{C}$,¹⁰ die Amplitude zwischen höchster und niedrigster Seetemperatur ist hier äusserst gering.¹¹ Im Jahre 1944 registrierte ich bei 32 m im Burgäschisee Temperaturen von $3,4\text{--}4,5^{\circ}\text{C}$, während ich im gleichen Jahr und in gleicher Tiefe im Genfersee Temperaturen von $5,0\text{--}9,5^{\circ}\text{C}$ feststellte. Hier betrug also die Temperaturamplitude $4,5^{\circ}\text{C}$, im Burgäschisee dagegen nur $1,1^{\circ}\text{C}$.

Die sommerliche Erwärmung dringt in erheblichem Mass nur bis in 10 m Tiefe vor, das sind aber immerhin 71,6 % des gesamten Seevolumens. Eine nennenswerte Erwärmung des übrigen Sees (28,2 %) findet nicht statt.

Diese Tatsache kommt wohl in der beifolgenden Zusammenstellung der registrierten Maximalschwankungen der Seewassertemperaturen für einzelne Tiefenstufen am besten zum Ausdruck.

Während des Jahres 1944 untersuchte ich vergleichend die Aus-

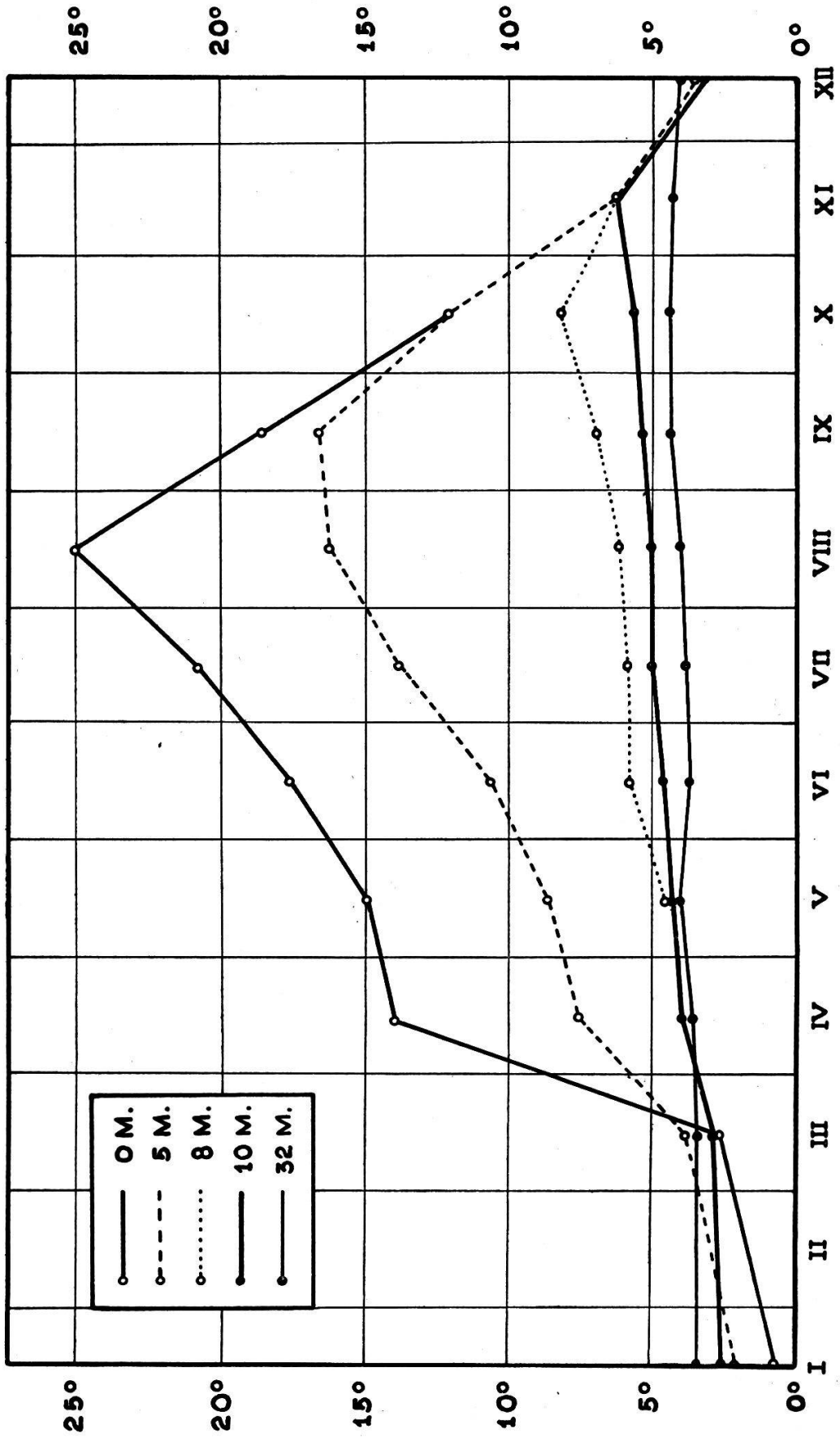
¹⁰ Ueber die Ursachen der von Jahr zu Jahr auftretenden geringen Temperaturschwankungen am Seegrund vergleiche meine Arbeit über den Moosseedorfsee (v. Büren 7).

¹¹ Weisen wir in diesem Zusammenhang noch kurz darauf hin, dass in Seen ähnlicher Tiefenordnung, aber ganz anderer geographischer Gebiete ebenfalls sehr niedrige Bodentemperaturen festgestellt worden sind. So hat Lotte Möller (18) im 35 m tiefen Sakrowersee bei Potsdam Temperaturen von $4\text{--}4,5^{\circ}\text{C}$ gefunden.

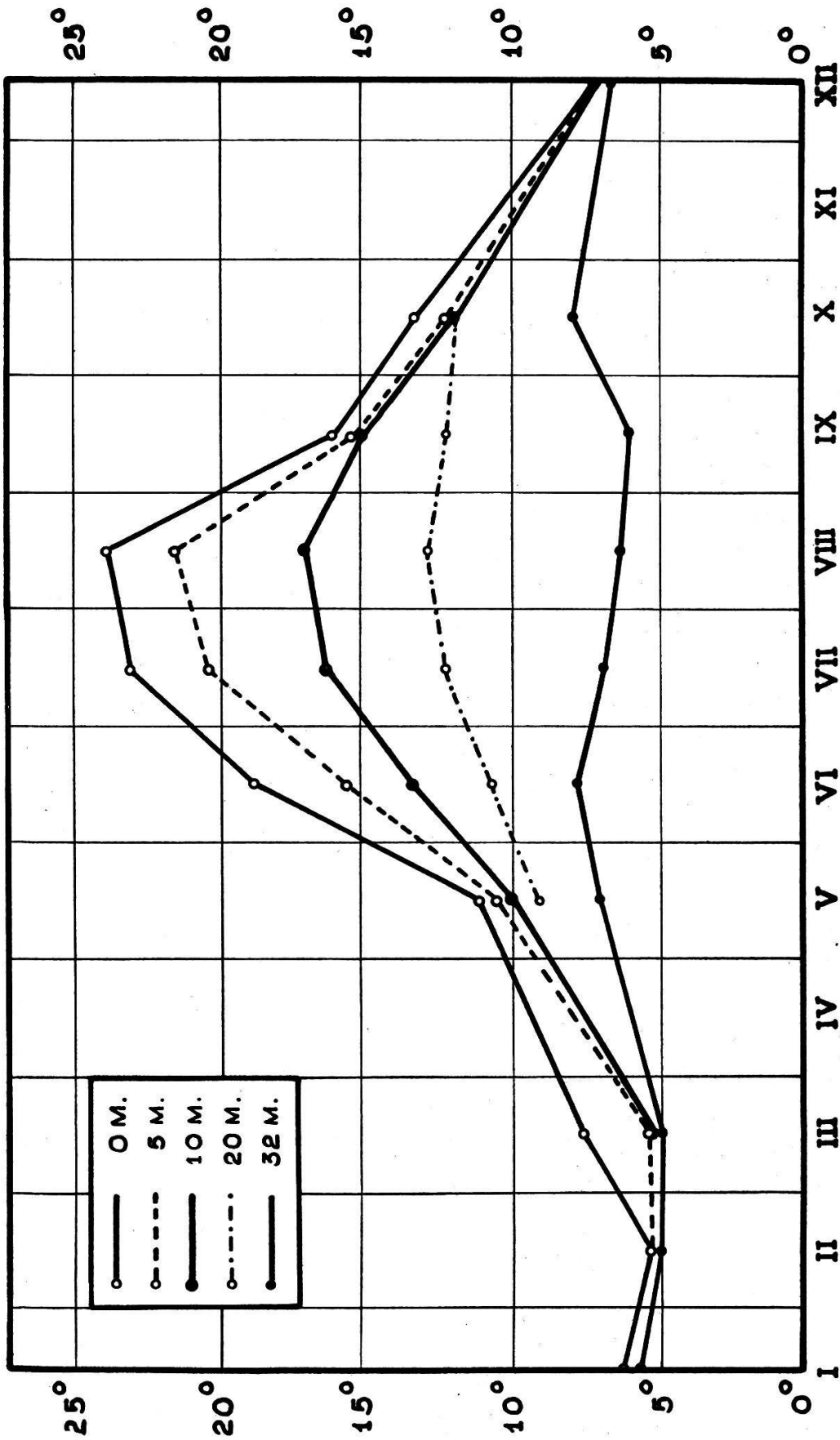
**Temperaturschwankungen in verschiedenen Tiefenstufen
Vergleich zwischen Burgäschisee und Genfersee**

Burgäschisee			Genfersee		
Jahr	Temperaturschwankungen in ° C	Amplitude °	Jahr	Temperaturschwankungen in ° C	Amplitude °
	<i>in 0 m Tiefe</i>			<i>in 0 m Tiefe</i>	
1943	3,6—24,2	20,6			
1944	1,8*—26*	24,2	1944	5,3—24	18,7
1945	2,0—23	21,0			
	<i>in 5 m Tiefe</i>			<i>in 5 m Tiefe</i>	
1943	3,6—15,3	11,7			
1944	3,2—17,2	14,0	1944	5,2—21,9	16,7
1945	3,2—17,7	14,5			
	<i>in 8 m Tiefe</i>			<i>in 8 m Tiefe</i>	
1943	3,6—8,4	4,8			
1944	2,4—8,0	5,6	1944	5,2—19,4	14,2
1945	3,2—9,4	6,2			
	<i>in 10 m Tiefe</i>			<i>in 10 m Tiefe</i>	
1943	3,6—6,7	3,1			
1944	3,2—5,9	2,7	1944	5,2—17,0	11,8
1945	3,4—5,8	2,4			
	<i>in 15 m Tiefe</i>			<i>in 15 m Tiefe</i>	
1943	3,6—5,0	1,4			
1944	3,2—4,8	1,6	1944	5,2—15,1	9,9
1945	3,6—4,3	0,7			
	<i>in 20 m Tiefe</i>			<i>in 20 m Tiefe</i>	
1943	3,6—5,4	1,8			
1944	3,3—4,8	1,5	1944	5,0—12,8	7,8
1945	3,4—4,2	0,8			
	<i>in 32 m Tiefe</i>			<i>in 32 m Tiefe</i>	
1943	3,9—4,9	1,0			
1944	3,4—4,5	1,1	1944	5,0—9,5	4,5
1945	3,4—4,2	0,8			

* Beeinflusst durch die Januar-Temperaturmessung.



Burgäschisee
 Temperaturgang in verschiedenen Seetiefen nach Messungen aus dem Jahre 1944



Genfersee
 Temperaturgang in verschiedenen Seetiefen nach Messungen aus dem Jahre 1944
 Ort der Messungen: ca. 1 km vor Cully

bildung der Temperaturschichtung in den entsprechenden Tiefenstufen eines grossen, oligothrophen Klarwassersees, nämlich des Genfersees.¹² Wir haben die Lotungstermine möglichst so gelegt, dass sie einen Abstand von wenigen Tagen von jenen im Burgäschisee hatten. In Anbetracht des Umstandes, dass diese Temperaturmessungen vom gleichen Beobachter mit dem gleichen Instrument und in einem relativ geringen Zeitabstand zur Durchführung gelangten, kommt diesen ein absoluter Vergleichswert zu. Durch zahlreiche Untersuchungen von Birge (4), Wedderburn, Schmidt u. a., wissen wir, dass die Wärmeverteilung in einem See ganz vorherrschend durch den Wind herbeigeführt wird. Durch die vom Wind verursachten Strömungen, die ihrerseits turbulente Wirbelbildungen auslösen, wird der Austausch der Wasserteilchen in vertikaler Richtung vermittelt und eine teilweise oder vollständige Durchmischung herbeigeführt. Diese Durchmischung ist um so vollkommener und in grössere Tiefen vordringend, je stärker der Wind ist und je kleiner die Dichteunterschiede im See. Da sich auf einer grossen, weiten Seefläche stärkere Luftströmungen auszubilden vermögen als auf einer kleinen, so wird durch das oben Ausgeführte auch gut verständlich, dass im Genfersee eine weit bessere und mehr in die Tiefe greifende Wasserdurchmischung und dementsprechende Erwärmung möglich ist, als im Burgäschisee, bei welchem das Verhältnis der kleinen Oberfläche zur relativ grossen Tiefe besonders auffallend ist.

Aus dem Vergleich der Temperaturprofile, die ich für den Burgäschisee und den Genfersee kurvenmässig zur Darstellung gebracht habe, sind diese Unterschiede der Erwärmung des Wassers nach der Tiefe hin deutlich ersichtlich. Aus den Kurven geht auch hervor, dass im Burgäschisee, die Erwärmung nach der Tiefe hin gegenüber dem Genfersee nicht nur geringer, sondern auch verzögert ist. So werden im Genfersee die Temperaturmaxima zwischen 0 und 20 m Tiefe im August erreicht, im Burgäschisee dagegen wird das Temperaturmaximum in 5 m Tiefe um einen Monat, in 10 m Tiefe sogar um drei Monate verzögert.

¹² Die einzelnen Monatsergebnisse meiner im Genfersee zwischen Oberfläche und 35 m Tiefe ausgeführten Temperaturlotungen stehn in sehr guter Uebereinstimmung mit jenen von Delebeque, Forel und Hörnlimann aus den Jahren 1879—1896. Vgl. Delebeque: Les Lacs Français, Paris 1898, p. 138—140).

Temperatursprungschicht

In fast allen Seen beobachtet man bekanntlich die Tatsache, dass von der Oberfläche nach der Tiefe hin die Temperaturabnahme nicht eine gleichmässige ist. In einer bestimmten Tiefe, die je nach den zeitlichen und örtlichen Verhältnissen eine sehr verschiedene sein kann, bemerkt man einen ziemlich unvermittelten Temperaturabfall. Es ist dieses die sogenannte Temperatursprungschicht; ihre Lage zeigt die Grenze der Ausbreitung der von der Oberfläche ausgehenden Austauschströme an.

Die Erscheinung der Temperatursprungschicht ist im Burgäschisee sehr gut ausgebildet, und wir haben deshalb auch die Gelegenheit wahrgenommen, sie von ihren ersten Anfängen an im Frühjahr, bis zu ihrem vollständigen Erlöschen im Herbst, messend zu verfolgen.

Im Sommer 1943 konnte sich eine eigentliche Sprungschicht erst dann ausbilden, nachdem sich der Seespiegel auf dem neuen Niveau etwas stabilisiert hatte; das war gegen Ende Juli der Fall.

Datum	Sprungschicht		Gradient von	Lage zwischen
	Lage	Breite		
19. Juli 1943	2 und 5 m	} 3 m	4°	2 und 3 m
13. August 1943	3 und 6 m		7°	4 und 5 m
11. September 1943	4 und 7 m		4°	5 und 6 m
17. Oktober 1943	6 und 9 m		3,4°	6 und 7 m

Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, betrug die Mächtigkeit der Sprungschicht 3 m.

Ein Gradient (d. h. der Temperaturunterschied innerhalb einer Schicht von 1 m Höhe) von 7° C, wie wir ihn am 13. August 1943 zwischen 4 und 5 m fanden, ist ausserordentlich hoch. In der Literatur finde ich einen ähnlich hohen Wert nur für das Ulmener Maar mit 6,85° C zwischen 3 und 4 m Tiefe, den Thienemann (32) im August 1911 registrierte. Ferner finde ich in meinem Protokollheft vom ersten Hydrobiologischen Demonstrations- und Exkursionskurs am Vierwaldstättersee vom 30. Juli bis 12. August 1911 eine Notiz, wonach wir im Rotsee bei Luzern eine Thermokline von 7,8° C in 3—4 m Tiefe fanden. Was den hohen Temperaturgradienten vom August 1943 im Burgäschisee betrifft, so muss

hervorgehoben werden, dass von Ende Juli bis Anfang August 1943 eine Hitzeperiode herrschte, im Verlauf welcher das Berner Observatorium Maximaltemperaturen von $29,6^{\circ}\text{C}$ am 31. Juli und $29,8^{\circ}\text{C}$ am 2. August registrierte. Die Tagestemperaturmittel erreichten an diesen Tagen $21,7^{\circ}\text{C}$, resp. $23,4^{\circ}\text{C}$.

Ob diese ausserordentlichen meteorologischen Verhältnisse allein an der Ausbildung dieses scharfen Gradienten schuld sind, oder ob möglicherweise die durch die Seespiegelabsenkung etwas gestörten Schichtungsverhältnisse mitschuldig sind, lässt sich schwer beurteilen.

Datum	Sprungschicht		Gradient	Lage des Gradienten zwischen
	Lage zwischen	Mächtigkeit in m		
1944				
22. April	2 und 3 m	1	$4,3^{\circ}$	2 und 3 m
20. Mai	3 und 5 m	2	$4,4^{\circ}$	4 und 5 m
18. Juni	3 und 6 m	3	$5,0^{\circ}$	4 und 5 m
25. Juli	4 und 7 m	3	$4,8^{\circ}$	4 und 5 m
24. August	4 und 8 m	4	$4,4^{\circ}$	5 und 6 m
21. September	5 und 8 m	3	$3,9^{\circ}$	6 und 7 m
15. Oktober	7 und 9 m	2	$3,6^{\circ}$	7 und 8 m
1945				
14. April	1 und 2 m	1	$3,2^{\circ}$	1 und 2 m
12. Mai	1 und 2 m	1	$4,6^{\circ}$	1 und 2 m
9. Juni	3 und 5 m	2	$4,6^{\circ}$	4 und 5 m
17. Juli	3 und 7 m	4	$4,9^{\circ}$	5 und 6 m
22. August	5 und 8 m	3	$3,8^{\circ}$	7 und 8 m
27. September	5 und 8 m	3	$4,0^{\circ}$	6 und 7 m
21. Oktober	7 und 9 m	2	$2,6^{\circ}$	8 und 9 m

Die Zahlen betreffend die Temperatursprungschicht des zweiten und dritten Beobachtungsjahres zeigen, dass sich die Sprungschicht normalerweise schon im April auszubilden beginnt, dann im Lauf des Sommers tiefer sinkt und endlich im Oktober in 7 bis 9 m Tiefe erlischt.

Zu Beginn ihrer Ausbildung hat die Sprungschicht zunächst eine geringe Mächtigkeit, um später auf 3—4 m anzuwachsen und sich

dann vor ihrem Erlöschen wieder zu verschmälern. Der Gradient scheint 5° nicht zu übersteigen.

Die Temperatursprungschicht ist nicht nur in mechanischer Hinsicht von Interesse, sondern es kommt ihr auch biologische Bedeutung zu, indem sie den See in zwei Teile teilt, die sich in Bezug auf den Stoffwechsel ganz verschieden verhalten.

Die obere Schicht, das Epilimnion, ist mit der Atmosphäre in Berührung. Hier sind dauernd durch den Wind ausgelöste turbulente Strömungen vorhanden. Jedes Wasserteilchen, und damit auch alle passiv im Wasser schwebenden Organismen, das sind insbesondere die Phytoplankter, haben die Möglichkeit, sich zwischen Oberfläche und Sprungschicht zu bewegen. In dieser Zone ist eine Schichtung nur vorübergehend möglich.

In der Tiefenschicht, dem Hypolimnion, und ebenso in der Zwischenschicht, oder Metalimnion, können vertikale Bewegungen nur innerhalb eines Niveaus stattfinden, und auch da nur in ganz bescheidenem Ausmass. Die Sprungschicht wirkt somit als Sperre nach oben hin, eine Sperre, die für die schwebenden Organismen ein unüberwindliches Hindernis darstellt.

Eisverhältnisse

Ueber die Termine des Zufrierens und des Wiederverschwindens der Eisdecke am Burgäschisee während der Jahre unserer Untersuchungen konnten die folgenden Daten beigebracht werden.

Im Dezember 1943 beobachtete Herr Gyga x am Weihnachtstage die erste Eisbildung im südlichen und südöstlichen Teil des Sees. Am Silvester und Neujahrstag war der See gefroren, dann taute er wieder auf und war am 4. und 5. Januar 1944 ganz eisfrei. Unmittelbar vor dem völligen Wiedereinfrieren am 6. Januar war es uns eben noch möglich, im Eis¹³ offen gebliebene Kanäle mit dem Boot zu befahren und über der tiefsten Stelle des östlichen Seebeckens eine Temperaturlotung vorzunehmen. (Ueber ihre Resultate vergleiche die Tabelle.) Im weiteren Verlauf des Winters soll

¹³ Schon eine Eisdicke von nur 5—8 mm, wie sie damals vorhanden war, bildet für ein Ruderboot einen fast unüberwindlichen Widerstand, abgesehen davon, dass sowohl die Boots aussenwände, wie auch namentlich die Ruder, durch die scharfen Eiskanten sehr stark mitgenommen werden.

der See vom 28. Januar bis zum 6. Februar, also während zirka zehn Tagen wiederum partiell eisfrei gewesen sein. Dagegen war ein relativ sehr spätes Datum des vollständigen Eisfreiwerdens in diesem Frühjahr zu registrieren, nämlich erst am 23. März 1944. Noch am 26. März, anlässlich einer Terminuntersuchung, beobachtete ich vormittags zwischen 9 und 10 Uhr an manchen Uferpartien einen zirka 50 cm breiten Streifen dünnen Eises, der sich in der vorangehenden Nacht neu gebildet hatte (Oberflächentemperatur $3,6^{\circ}\text{C}$.) So weit die Verhältnisse zu überblicken sind, war der See mit zwei kurzen Unterbrechungen etwas mehr als zwei Monate unter vollständigem Eisverschluss.

Der Gang der Vereisung entspricht durchaus den meteorologischen Verhältnissen des Winters 1943/44, indem nämlich der Januar in unserer Gegend bedeutend zu warm war, zirka $3,5^{\circ}\text{C}$ über dem Mittelwert. Im Februar und März dagegen blieben die Temperaturen beträchtlich hinter dem Normalbetrag zurück. Ebenso war die Sonnenscheindauer für beide Monate zu gering.

Im Winter 1944/45 befand sich der See vom 27. Dezember bis zum 27. Februar 1945, also zwei Monate kontinuierlich unter Eisverschluss.

Hierzu ist zu bemerken, dass sich der Januar 1945 durch ungewöhnlich niedrige Temperaturen auszeichnete. Die Abweichungen vom Normalwert erreichten $3,5\text{--}4^{\circ}\text{C}$! Laut dem monatlichen Witterungsbericht der meteorologischen Zentralanstalt sind die Januartemperaturen von 1945 mit den bisher tiefsten vergleichbar, nämlich denen der Jahre 1891 und 1893. Damit wird durchaus verständlich, dass eine entsprechend dauerhafte Eisdecke entstehen konnte.

In der Nacht vom 9. auf den 10. März bildete sich noch einmal eine dünne Eisschicht, die aber bereits gegen Mittag wieder verschwand.

Im Jahre 1945 begann die Eisbildung in den Uferpartien des Sees am 12. Dezember, nachdem am 8. des Monats scharfer Frost eingesetzt hatte. Am 13. Dezember war schon die ganze Seefläche von einer Eisdecke überzogen. Weiterhin änderte sich am 18. des Monats der Witterungscharakter vollständig, indem ein atlantisches Tiefdruckgebiet ganz Westeuropa zu beherrschen begann, was in der Schweiz eine Föhnlage herbei führte, die hinwiederum ein starkes Steigen der Temperaturen zur Folge hatte. Unter dem Einfluss

des Föhnsturmes wurde im Lauf des 28. Dezembers der Burgäschisee wieder vollständig eisfrei.

Diese erste Periode des Eisverschlusses hatte also 15—16 Tage gedauert.

Durch einen glücklichen Umstand war es möglich, am Silvester 1945 ein fahrbereites Boot zu bekommen und am gewohnten Arbeitsplatz über der tiefsten Stelle des Sees eine vollständige Temperaturlotung auszuführen. Diese Temperaturlotung ist eine der interessantesten aus der ganzen Serie und soll hier kurz besprochen werden.

Die ersten am 31. Dezember 1945 zwischen 9 Uhr und 9.30 Uhr erhobenen Oberflächentemperaturen betragen 2,2° C, um 9.45 Uhr 2,4° C.

Gegen 10 Uhr begann sich ein dichter Nebel über den See zu lagern, so dass während einer halben Stunde die Ufer von der Seemitte (Arbeitsplatz) aus unsichtbar blieben. Nachdem sich der Nebel gelichtet hatte, schien die Sonne und um 11.15 Uhr, kurz vor Schluss der Untersuchung, war das Oberflächenthermometer schon auf 3,2° C gestiegen.

Die Tiefentemperaturen (die Messungen sind in jeder Tiefenstufe zweimal ausgeführt worden) haben die folgenden Resultate ergeben:

Meter Tiefe	Grad Celsius
0,5	2,4
1	3,0
5	3,1
10	3,2
15	3,3
17,5	3,45
20	4,1
33	4,1

Der See befand sich also in einer ausgesprochen inversen Temperaturschichtung, wie man sie über offenem Wasser selten die Gelegenheit hat, festzustellen. Kälteres Wasser lag somit über schwererem, wärmerem. Die Tatsache, dass in 20 m Tiefe und darunter genau dieselben Temperaturen wie am 25. November 1945 registriert wurden, zeigt, dass sowohl in der Periode vor dem Zufrieren, als auch unmittelbar nach dem Wiederauftauen, ruhiges

Wetter herrschte. Eine Wasserdurchmischung bis auf den See-
grund konnte nicht stattfinden.

In der Folge überzog sich die Seefläche in der Nacht vom 3.
zum 4. Januar 1946 abermals mit einer Eisdecke, die schon wenige
Tage später so fest war, dass sich Schlittschuhläufer darauf tum-
meln konnten. Am 6. Februar begann der See aufzutauen, um am
9. vollständig eisfrei zu sein.

Die Eisbedeckung vor und nach Neujahr hatte insgesamt zirka
47 Tage gedauert.

Im Lauf des Februars bildeten sich auf dem See in kalten Näch-
ten wiederholt dünne Eisdecken, die aber meist schon mittags wie-
der verschwanden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Burgäschisee
in der Regel jeden Winter für $1\frac{1}{2}$ bis 2 Monate zufriert. Die
„congélation printanière“, wie Forel (10), Bd. II, p. 389 ff., die
Bildung dünner, sehr vergänglicher Eislamellen in den kalten Vor-
frühlingsnächten bezeichnet hat, scheint sich auch am Burgäschisee
recht häufig zu ereignen.

Wir haben diese Verhältnisse hier absichtlich etwas eingehender
erörtert, weil man über die „Seegfrörenen“ der kleinen, meist abge-
legenen Seen viel weniger gut unterrichtet ist, als über jene der
grösseren Seen, die sehr aufmerksam und fleissig registriert wer-
den.

Chemismus

Sämtliche zu Analysen verwendeten Wasserproben sind dem
See im Pelagial über der tiefsten Stelle, meist unmittelbar im An-
schluss an die Temperaturlotungen, entnommen worden.

Die Bestimmung des Trockenrückstandes, sowie der
dazugehörigen Werte wurde jeweilen im November an Wasserpro-
ben aus 15 m Tiefe vorgenommen, zu einer Zeit also, in welcher
die thermisch bedingte Wasserzirkulation schon ziemlich fortge-
schritten ist. Die Wassertemperatur betrug zirka 5°C .

Der Trockenrückstand setzt sich zusammen aus:

1. Der Summe der im Wasser gelösten Salze,
2. den im Wasser gelösten organischen Stoffen,

3. den im Wasser suspendierten Lebewesen, die durch das Filter gehen (Nannoplankton),
4. Schwebestoffen gleicher Grössenordnung.

Aus den verschiedenen Abdampfungen,¹⁴ die wir vorgenommen haben, ergibt sich ein Trockenrückstand von durchschnittlich 205,7 mg/l. Als extreme Werte fanden wir 196—214 mg/l.

Für den Glührückstand, also nach Verkohlung der organischen Substanzen, erhielten wir einen Durchschnittswert von 181,2 mg/l, die Extreme betragen 174—194 mg/l.

Der Glühverlust, d.h. Trockenrückstand minus Glührückstand, der im wesentlichen die Summe der gelösten und suspendierten organischen Stoffe sowie der flüchtigen Substanzen darstellt, ist immer mehr oder weniger ungenau. Für das Burgäschiseewasser beträgt er 24,5 mg/l, die Extreme sind 20—34 mg/l.

Verglichen mit den kleinen Mittellandseen, insbesondere dem Moosseedorfsee,¹⁵ sind die Werte für den Burgäschisee bedeutend niedriger, selbst die für den Burgäschisee gefundenen Maximalwerte für Trocken- und Glührückstand bleiben weit hinter jenen des Moosseedorfsees zurück. Dieser Unterschied dürfte vor allem, wie wir noch sehen werden, auf den geringen Kalkgehalt des Burgäschiseewassers zurückzuführen sein.

Oxydabilität

Vermittelst der Oxydabilität kann die Menge der im Wasser gelösten organischen Stoffe erfasst werden, ohne dass aber ihre Natur näher definiert werden könnte. Aus den zahlreichen Oxydabilitäts-Bestimmungen, die ich im Lauf der Untersuchung durchführte, ergibt sich für den Burgäschisee folgendes:

Die Oxydabilität erwies sich auch hier im Jahresverlauf als ein recht konstanter Faktor, sie schwankte zwischen 21,26 und 24,39 mg/l.

¹⁴ Zur Abdampfung gelangten jeweilen 200 cc Wasser. Wir überzeugten uns davon, dass bei sorgfältigem Arbeiten sowohl mit der Achatschale, als auch mit der Platinschale gute und übereinstimmende Resultate erhalten werden können.

¹⁵ Die Werte sind durchaus vergleichbar, weil die Wasserproben ebenfalls dem See im November entnommen worden sind.

Verbrauch von mg/l KMnO_4 In Klammer: der in die entsprechende O_2 -Menge umgerechnete Wert

Tiefe	19. Juni 1943	21. November 1943
0 m	22,18 (5,61)	22,27 (5,64)
15 m	22,18 (5,61)	— —
32 m	24,39 (5,97)	22,27 (5,64)

An der Oberfläche liessen sich nur ganz unbedeutende Veränderungen nachweisen, während dagegen in Wasserproben, die zur Zeit der Sommerstagnation über dem Seegrund entnommen wurden, meist eine Zunahme der Oxydabilität festzustellen ist. Diese Zunahme wird wahrscheinlich durch Stoffe bewirkt, die aus dem Grundschlamm in das Wasser überdiffundieren. Der ausgeglichene Permanganatwert dürfte etwa 22,27 mg/l betragen, d. h. also, dass 22,27 mg Kaliumpermanganat notwendig sind, um die im Burgäschiseewasser gelösten organischen Stoffe zu oxydieren. Die entsprechende O_2 -Menge ist 5,64 mg/l. Die Permanganat-Werte des Burgäschisees sind, verglichen¹⁶ mit jenen, die wir im Moosseedorfsee mit durchschnittlich 17,3 mg/l fanden, recht hoch.

Alkalinität

Dem Calcium-Bicarbonat-Gehalt eines Gewässers kommt eine hervorragende Bedeutung zu. Durch die Alkalinitätsbestimmung lassen sich die im Wasser vorhandenen kohlensauen Salze der Erdalkalien, vor allem aber die an CO_2 gebundenen Salze des Calciums und Magnesiums ermitteln. Die sogenannte Titrationsalkalinität ist diejenige Menge von $\frac{n}{10}$ HCl, die 100 cc des zu untersuchenden Wassers hinzugefügt werden muss, um den Farbumschlag des Indikators (Methylorange) von Orange nach Zwiebelrot herbei zu führen. Die so gefundenen Alkalinitätswerte für den Burgäschisee liegen zwischen 2,30 und 3,64. Die bei Homother-

¹⁶ Vergleichswerte sind bei der Bestimmung der Oxydabilität nur dann zu erhalten, wenn sie nach dem gleichen Verfahren und unter peinlichster Innehaltung der Vorschriften durchgeführt wird. Vgl. Schweiz. Lebensmittelbuch (29).

mie, also auch chemisch ausgeglichenen Verhältnissen (Dezember 1943 und März 1944) gefundene Alkalinität von 3,2 setzen wir als ausgeglichenen Alkalinitätswert ein.

Bei der Berechnung des CaCO_3 sowie der Karbonathärte (deutsche und französische Härtegrade) ist der Magnesiumgehalt des Seewassers nicht berücksichtigt worden.

Alkalinität	CaCO_3 mg/l	Karbonathärte	
		deutsche °	fran- zösische °
2,30 Minimalwert	115	6,4°	11,5°
3,32 Ausgeglicher Wert	166	9,2°	16,6°
3,64 Maximalwert	182	10,1°	18,2°

Zur Kontrolle habe ich wiederholt auch Härtebestimmungen mit dem Seifenverfahren von Boutron-Boudet ausgeführt und dabei mit jenen, aus den Alkalinitätswerten errechneten, recht gut befriedigende Ergebnisse erhalten. Hierfür ein Beispiel:

Wasserproben vom 18. Juni 1944

Tiefe	Alkalinität	aus der Alkalinität berechnet	mit Seifen- lösung gefunden
0 m	2,56	12,8 franz. °	13 franz. °
5 m	3,32	16,6 franz. °	16,5 franz. °
32 m	3,40	17,0 franz. °	17 franz. °

Aus der Zusammenstellung: Alkalinität- CaCO_3 -Karbonathärte, geht hervor, dass das Wasser des Burgäschisees nach der von Klut (15) gegebenen Einteilung zu den mittelharten Wässern gehört. Nur während der Sommerstagnationsperiode rücken die oberen Wasserschichten infolge eines noch zu erörternden biologischen Vorganges in den Bereich der sogenannten weichen Wässer (4° bis 8° deutsche Härtegrade). Sein Wasser hat, verglichen mit jenem vom Moosseedorfsee, durchschnittlich einen um 80 mg/l geringeren Gehalt an CaCO_3 . Wenn wir jetzt zunächst einmal die für das Jahr 1944 zusammengestellten Alkalinitätswerte betrachten, so

wird sofort auffallen, dass diese keineswegs konstant sind, sondern sich im Lauf des Seejahres ändern. Diese Veränderungen finden in dem Sinne statt, dass die Alkalinität zu Beginn der Sommerstagnation zunächst in den Oberflächenschichten 0—2,5 m, eventuell 3 m, abnimmt. Später greift dann diese Abnahme noch auf etwas tiefer liegende (5 m)¹⁷ Wasserschichten über. Am Seegrund dagegen ist eine deutliche Zunahme der Alkalinität vom Hochsommer bis gegen den Herbst hin festzustellen. Durch die Herbstteil- und Wintervollzirkulation werden dann diese Unterschiede wieder ausgeglichen und der ganze Wasserkörper von der Oberfläche bis zum Grund zeigt eine Alkalinität von 3,32.

Diese Schwankungen im Kalkgehalt des Seewassers, insbesondere der Oberflächenschichten (trophogene Zone), lassen sich auf biogene Lebensvorgänge zurückführen, nämlich die sogenannte biogene Entkalkung. Die obersten Wasserschichten sind bekanntlich jene, in welchen das Phytoplankton, die pflanzlichen Schweborganismen, ihre grösste Entfaltung erlangen. In diesen relativ gut durchleuchteten Wasserschichten findet eine intensive Assimilation statt, die bewirkt, dass dem Calcium-Karbonatmolekül Kohlensäure entrissen wird und so das Monokarbonat zur Auskristallisierung gelangt. Im Burgäschisee haben wir zwar diese Ausfällung nicht direkt beobachten können, wie das z. B. im Moosseedorfsee der Fall war, und wie es im Zürichsee beobachtet werden kann, wo dieser Vorgang erstmals durch Minder (17) bekannt geworden ist. Es ist aber anzunehmen, dass die biogene Entkalkung im Burgäschisee, schon wegen seines an und für sich geringen Gehaltes an CaCO_3 , nicht besonders intensiv in die Erscheinung tritt. Immerhin kommt das Vorhandensein dieses Vorganges durch die im Lauf des Seejahres erhobenen Alkalinitätswerte deutlich zum Ausdruck.

Unterwerfen wir jetzt noch die Zusammenstellung der im Jahre 1943 gefundenen Alkalinitätswerte einer kurzen Betrachtung, so fällt sofort, im Gegensatz zur Tabelle aus dem Jahre 1944, die Gleichförmigkeit der Oberflächenwerte auf. Es ist gerade so, als ob die oben beschriebene biogene Einwirkung ausgefallen wäre.

¹⁷ Ein Beweis übrigens auch dafür, dass in dieser Tiefenzone die Grenze erreicht wird, an welcher autotrophe Organismen noch zu gedeihen vermögen. Im Burgäschisee werden ja Sichttiefen von über 3—4 m nur ausnahmsweise und vorübergehend erreicht.

Erinnern wir uns im Zusammenhang mit dieser Feststellung, dass dem See vom 15. Mai bis zur ersten Augustwoche 1943 zeitweise kontinuierlich, und dann wieder etappenweise, zirka 4 000 000 m³ Wasser samt den darin enthaltenen Schwebeorganismen entzogen worden ist. Es betraf also gerade einen Teil jener durchleuchteten Oberflächenschichten, die den Hauptwohnraum des Phytoplanktons darstellen. Durch diese Umstände wird es durchaus verständlich, dass sich im Frühjahr und Vorsommer 1943 der Vorgang der biogenen Entkalkung im Burgäschisee keineswegs normal vollziehen konnte.

Alkalinität 1943

Tiefe m	April	Mai	Juni	Juli	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0	3,20	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,26	3,30
15	3,26	3,32	3,32	3,34	3,52	3,50	3,30	3,32
32	3,32	3,36	3,36	3,38	3,64	3,64	3,46	3,36

Alkalinität 1944

Tiefe m	März	April	Mai	Juni	Juli	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0	3,32	2,76	2,60	2,56	2,30	2,48	2,72	3,02	3,10
2,5	—	—	2,62	2,56	2,32	—	2,72	—	—
5	—	3,32	3,28	3,32	3,10	2,50	2,72	—	—
15	3,32	3,32	3,30	3,32	3,32	3,40	3,38	3,36	3,08
32	3,32	3,36	3,30	3,40	3,44	3,64	3,62	3,50	3,16

Wasserstoffionen-Konzentration (aktuelle Acidität)

Zur Zeit des thermischen Schichtungsausgleiches ist das pH (pondus hydrogenii) des Burgäschiseewassers bei 7,5. Aus der tabellarischen Zusammenstellung der im Lauf des Jahres in den verschiedenen Seetiefen erhobenen pH-Werte ist ersichtlich, dass die Reaktion des Wassers gewissen Veränderungen unterworfen ist. Die Ursache dieser Veränderungen ist auch hier wiederum biogen.

Das Phytoplankton benötigt nämlich ausser den im Wasser gelösten Nährsalzen zur Gewinnung des besonders wichtigen Koh-

Wasserstoffionenkonzentration 1944

Tiefe m	März	April	Mai	Juni	Juli	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0	8,0	8,2	8,4	8,4	8,1	8,1	8,1	7,75	7,5
2,5	—	—	8,4	8,4	8,1	—	8,0	—	—
5	—	7,75	7,7	7,5	7,6	7,9	8—7,9	—	—
10	—	7,7	7,65	7,4	—	—	—	—	—
15	7,7	7,6	7,3	7,4	7,4	7,3	7,3	7,5	7,5
32	7,6	7,6	7,3	7,3	7,3	7,25	7,3	7,4	7,5

lenstoffes noch ein gelöstes Gas, das Kohlendioxyd, CO_2 . Die Kohlensäure wird von der Pflanze in ihre beiden Bestandteile zerlegt, wobei der frei werdende Sauerstoff wieder ins Wasser abgeschieden wird.

Das Auftreten von Phytoplankton in den Oberflächenschichten (Epilimnion), hat also zur Folge, dass das Wasser an Nährsalzen und Kohlensäure ärmer wird, während der Sauerstoffgehalt zunimmt (siehe O_2 -Tabellen und Kurven). Hier interessiert uns speziell das Verhalten der Kohlensäure. Die Menge dieses im Epilimnion gelösten Gases ist im Vergleich zum starken Konsum, zumal in den Sommermonaten, in planktonreichen Seen gering. Für die pflanzlichen Organismen ist es daher von prinzipieller Bedeutung, dass im Seewasser durch den Zerfall von doppelkohlensaurem Kalk in einfachsauren Kalk und Kohlensäure Ersatz für den Verbrauch dieses Gases geschaffen werden kann. Dauert dieser Prozess längere Zeit fort, wird also immer mehr Bikarbonat in einfaches Karbonat übergeführt, so wird die Reaktion des Seewassers auch dementsprechend alkalischer.

Nun ist es bekanntlich allgemein üblich, die Reaktion des Wassers durch den negativen Logarithmus der in der Volumeinheit einer wässrigen Lösung vorhandenen freien Wasserstoffionen (H^+ -Ionen), als den Trägern der sauren Reaktion, anzugeben. Für eine Säure ist $\text{pH} = 0$, für eine Lauge $\text{pH} = 14$, während einer neutralen Reaktion, also weder sauer noch alkalisch, der pH -Wert von 7 entspricht. Die numerisch niedrigen Werte entsprechen einer hohen, die numerisch hohen Werte dagegen einer geringen Wasserstoffionenkonzentration.

In diesem Zusammenhang ist auch die „Alkalinität“ von Be-

deutung. Wir sehen denn auch im Lauf der Vegetationsperiode, wie in den Oberflächenschichten von 0—2,5 m, eventuell bis 3 m, in dem Mass als die Alkalinität abnimmt, das pH steigt, um im Burgäschisee einen Maximalwert von 8,4 zu erreichen (vergleiche die Tabellen der Alkalinität und des pH). Die pH-Werte weisen also ebenfalls darauf hin, dass eine normale Assimilation des Phytoplanktons in der Tiefenregion von zirka 5 m seine Grenze erreicht. Die hohen pH-Werte, die unsere Tabelle für die Monate September und Oktober in dieser Zone verzeichnet, sind nicht biogen bedingt, sondern der Ausdruck der einsetzenden Herbstteilzirkulation, die das kälter gewordene „alkalische“ Oberflächenwasser in die Tiefe sinken lässt. Die pH-Werte von 7,3—7,25, wie sie sich im Lauf der Stagnationsperiode am Seegrund herausbilden, deuten darauf hin, dass die Reaktion des Wassers dort durch die Zersetzungsprozesse organischer Substanzen, wobei CO_2 gebildet wurde, beeinflusst ist. Immerhin scheint auch hier keine Gefahr der Säuerung zu bestehen.

Ganz allgemein kann gesagt werden, dass die Pufferung des Burgäschiseewassers durch das Mono-Bikarbonat-System so gut ist, dass sich die Schwankungen der Reaktion in verhältnismässig engen Grenzen halten, die Einheit nur um ein Geringes überschreitend.

Sauerstoff

Den Sauerstoffgehalt des Seewassers haben wir in der üblichen Weise mit dem von Winkler angegebenen Verfahren bestimmt. Sämtliche für die O_2 -Analyse vorgesehenen Wasserproben sind sofort nach Entnahme aus dem See bromiert worden. (Ueber das Methodische vergleiche meine früheren Arbeiten.) Wir haben regelmässig in Tiefen von 0, 5, 10, 20 und 32 m den Sauerstoffgehalt des Wassers analysiert, während der Sommerstagnation wiederholt auch in 2,5 m Tiefe. Im ersten Jahr der Untersuchung (1943) hatten wir verschiedentlich auch Stichproben aus 8, 15 und 27 m Tiefe entnommen.

Der Besprechung über die Sauerstoffverhältnisse im Burgäschisee während des Jahresverlaufes legen wir die Analysenresultate der Jahre 1943 und 1944 zugrunde, weil aus diesen Jahren die

vollständigsten Analysenserien vorliegen. Die in den drei verschiedenen Untersuchungsjahren gewonnenen Resultate stehen im allgemeinen in guter Uebereinstimmung miteinander, wenn auch, wie dies nicht anders zu erwarten ist, da und dort die absoluten Zahlenwerte etwas abweichende sind.

Im Burgäschisee ist von April bis November eine mehr oder weniger ausgeprägte Sauerstoffschichtung festzustellen, die hauptsächlich durch biogene Vorgänge hervorgerufen wird. Einerseits durch die intensive assimilatorische Tätigkeit der pflanzlichen Planktonorganismen in den gut durchleuchteten oberen Wasserschichten, andererseits durch die Verwesung der in die Tiefe gesunkenen abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Organismen. Dazu kommen noch die temperaturbedingten Zirkulationsströmungen, die bei der Verteilung des Sauerstoffes im Seeraum das ihrige beitragen.

Im frühen Frühjahr, im März, zur Zeit der Homothermie, und noch im April, nachdem sich in den oberen Wasserschichten bereits eine Temperaturschichtung ausgebildet hat, herrschen im ganzen Seeraum noch sehr gute O_2 -Verhältnisse. Da zu dieser Jahreszeit meist auch die Planktonproduktion eine sehr intensive ist, so findet man an der Oberfläche mitunter entsprechend hohe Sauerstoffwerte. Wir stellten als Maximalwert 10,9 cc/l fest (22. 4. 1944), was bei der damals herrschenden Wassertemperatur einer Sättigung von 161 % entsprach, also eine ganz enorme Uebersättigung. Diese gelegentliche O_2 Uebersättigung der oberen Wasserschichten ist in den eutrophen Seen eine bekannte Erscheinung. Für den Moosseedorfsee vergleiche v. Büren (7), S. 156—157. Auch Schickendantz (27) fand im Sakrowersee, ebenfalls im April, an der Oberfläche einen ganz ähnlich hohen Sauerstoffwert, nämlich 10,89 cc/l. Dieser Havelsee hat bezüglich seiner O_2 Verhältnisse, als auch hinsichtlich seines jährlichen Temperaturganges, worauf schon im Kapitel über die Thermik hingewiesen wurde, eine grosse Aehnlichkeit mit dem Burgäschisee.

Die oberen Wasserschichten bis in 5 m Tiefe (Epilimnion) bleiben im Burgäschisee den ganzen Sommer hindurch mehr oder weniger sauerstoffreich, 80 % der Sättigung werden hier kaum unterschritten. Im Hypolimnion dagegen macht sich im Lauf der Sommerstagnation eine starke O_2 -Zehrung geltend, hier fällt die Sättigung mitunter bis gegen 18 %. Dabei ist aber nicht ausser acht

Burgäschisee: Sauerstoffverhältnisse im Jahre 1943

13. April 1943					15. Mai 1943				
T	Tp	O ₂	S	% S	T	Tp	O ₂	S	% S
0	10,2	8,53	7,55	112,58	0	19,6	5,86	6,15	95,28
5	7,0	8,10	8,13	100,00	5	9,0	8,15	8,46	93,94
10	5,9	7,30	8,33	85,23	10	6,2	4,51	8,24	53,50
15	4,6	4,52	8,55	52,86	15	4,8	2,08	8,46	24,58
20	4,4	4,46	8,77	50,85	20	4,4	1,70*	8,68	19,58
30	—	—	—	—	30	4,4	2,05	8,68	23,61
32	—	—	—	—	32	—	—	—	—
34,5	4,2	3,60	8,77	41,04	—	—	—	—	—
19. Juni 1943					19. Juli 1943				
T	Tp	O ₂	S	% S	T	Tp	O ₂	S	% S
0	18,0	6,50	6,34	102,52	0	24,2	5,96	5,43	109,94
5	10,8	6,40	7,40	86,48	5	10,4	6,81	7,39	92,15
10	6,2	3,28	8,33	39,37	10	—	—	—	—
15	5,0	3,08	8,55	36,02	15	4,8	3,77	8,37	45,04
20	4,6	2,15	8,77	24,51	20	4,6	3,90	8,37	46,59
27	4,5	2,10	8,77	23,94	27	4,6	2,08	8,37	24,85
30	—	—	—	—	30	4,6	1,52	8,37	18,16
32	4,4	2,35	8,77	26,79	32	—	—	—	—

T = Tiefe in Metern.

Tp = Temperatur in C°.

O₂ = Sauerstoff in cm³/l-Gehalt.

S = Sättigungswerte des Wassers mit Sauerstoff in cm³/l, berechnet nach den Absorptionskoeffizienten von Winkler bei der jeweiligen Wassertemperatur und dem jeweiligen Barometerstand am Burgäschisee.

% S = Sauerstoffgehalt in Prozenten der Sättigung.

* Die etwas eigenartigen O₂-Verhältnisse im Mai 1943, insbesondere die starke O₂-Zehrung in 15 und namentlich in 20 m Tiefe, dürften mit der Seespiegelabsenkung im Zusammenhang stehen. Eine Sprungschicht konnte sich damals erst Ende Juli ausbilden (vergleiche das darüber Gesagte im Kapitel Thermik). Infolgedessen bestand zwischen Epi- und Hypolimnion keine Schranke, was den absterbenden und verwesenden Planktonorganismen ermöglichte, ungehindert in tiefere Wasserschichten abzusinken. In die Zone des starken Temperaturgefälles und damit auch der zunehmenden inneren Reibung gelangt, wird ihre Sinkgeschwindigkeit vermindert. Hier werden also die verwesenden Massen längere Zeit aufgehalten, wodurch die sauerstoffzehrende Wirkung plötzlich stark in die Erscheinung tritt.

Burgäschisee: Sauerstoffverhältnisse im Jahre 1943

11. September 1943					17. Oktober 1943				
T	Tp	O ₂	S	% S	T	Tp	O ₂	S	% S
0	22,0	5,91	5,91	100,00	0	14,2	7,04	6,75	104,39
5	15,3	5,44	6,68	81,43	5	13,8	6,91	6,75	102,37
8	7,2	2,97	8,04	36,94	8	8,4	2,96	7,76	38,81
10	5,8	1,82	8,24	22,08	10	6,0	2,47	8,15	30,30
20	—	—	—	—	20	5,0	1,65	8,37	19,71
30	4,8	1,62	8,46	19,14	30	—	—	—	—
32	—	—	—	—	32	4,8	1,57	8,37	18,75
21. November 1943					15. Dezember 1943				
T	Tp	O ₂	S	% S	T	Tp	O ₂	S	% S
0	5,8	3,08	8,24	37,37	0	3,6	4,31	8,77	49,14
5	—	—	—	—	5	3,6	4,27	8,77	48,68
10	5,5	3,28	8,46	38,77	10	3,6	4,34	8,77	49,48
20	5,4	2,34	8,46	27,65	20	3,6	4,54	8,77	51,76
32	4,5	1,84	8,46	21,63	32	3,9	4,59	8,77	52,33

zu lassen, dass der Seeraum mit gutem bis genügendem Sauerstoffgehalt immerhin 49 % des gesamten Seevolumens ausmacht.

Die Verteilung des im Wasser gelösten Sauerstoffes wird sofort verständlich, wenn man die Temperaturkurven in Betracht zieht, aus welchen hervorgeht, dass im Burgäschisee während der Sommerstagnation eine wesentliche Erwärmung des Wassers nicht über 5—6 m Tiefe hinaus geht. Die in dieser Tiefenzone befindliche Temperatursprungschicht bildet eine Sperre für die Austauschströmungen zwischen Epi- und Hypolimnion, und damit wird auch verhindert, dass das O₂-reiche Wasser der trophogenen Schicht in das Hypolimnion gelangen kann.

Erst die fortgeschrittene Herbstteilzirkulation im November, und die Herbstvollzirkulation im Dezember führen wiederum zu einer gleichmässigen Verteilung des Sauerstoffes im ganzen Seeraum.

Beim Studium der Zahlentabellen und der Kurventabelle wird auffallen, dass unmittelbar nach der Herbstvollzirkulation am

15. 12. 1943 und auch wieder am 17. 12. 1944 aus der Wasserdurchmischung zwischen O_2 -reichem Epilimnion und O_2 -armem Hypolimnion im ganzen Seeraum ein relativ niedriger Sauerstoffwert resultiert. Der im Wasser gelöste Sauerstoff betrug im Mittel 4,4 cc/l im Dezember 1943, im Dezember 1944 bei etwas weniger fortgeschrittener Wasserdurchmischung 4,8 cc/l. Wir dürfen aber bei der Beurteilung der Verhältnisse die niedrigen Wassertemperaturen nicht ausser acht lassen. Wenn wir nämlich unter Berücksichtigung der physiologischen Sättigungswerte den sogenannten Respirationswert¹⁸ berechnen, so stellt sich heraus, dass hinsichtlich des im Wasser gelösten Sauerstoffes im ganzen Seeraum ein durchaus normaler Zustand besteht, indem wir 119 respektive 159,5 % finden.

Dagegen waren beispielsweise hinsichtlich des Respirationswertes die Verhältnisse im November 1943 ganz besonders ungünstige, insofern als damals im gesamten Seeraum die Norm von 100 % nicht erreicht wurde, selbst an der Oberfläche fanden wir einen Respirationswert von nur 81,6 %.

Kieselsäure, SiO_2

Für den Kieselsäure-Gehalt eines Gewässers sind hauptsächlich die petrographischen Verhältnisse seiner Umgebung, namentlich auch diejenigen seiner Zuflüsse, massgebend. Zur Zeit der Homothermie im Dezember und März fanden wir jeweilen im Seewasser des Burgäschisees, sowohl der oberen als auch der tieferen Schichten, eine Kieselsäure-Konzentration von 3—3,5 mg/l.

Biologisch interessant sind gewisse Schwankungen im Kieselsäure-Gehalt des Wassers, die mit der Diatomeen-Vegetation in Zusammenhang gebracht werden können, also biogen bedingt sind. So beobachteten wir in allen drei Jahren der Untersuchung, dass nach dem Massenauftreten der Bacillariaceen¹⁹ im März und April

¹⁸ Respirationswert (RW) = Quotient zwischen O_2 -Gehalt des Wassers und dem physiologischen O_2 -Sättigungswert mal 100.

Vergleiche hierzu auch Brehm und Ruttner (5), sowie das in meiner Arbeit über den Moosseedorfsee über dieses Thema Ausgeführte. v. Büren (7), p. 153—154.

¹⁹ Ausser den *Bacillariaceen* kommen als SiO_2 -Konsumenten auch die Mallomonadaceae in Frage, deren Hüllen aus Kieselshuppen bestehen.

die Kieselsäure-Konzentration im Tiefenraum von 0—3 m, zuweilen sogar bis 5 m, von 3,5 auf 2 mg/l fiel, einmal sogar bis auf 1,5 mg/l. Hier hatten also die Diatomeen während ihrer grossen Vermehrungsperiode die Kieselsäure teilweise aus dem Seewasser abgebaut. Eine vollständige Erholung der Oberflächenschichten hinsichtlich der Kieselsäure findet meist erst bei der herbstlichen Teil- und Vollzirkulation statt. Die entsprechende Zunahme des Kieselsäure-Gehaltes nach dem Abklingen der Diatomeen-Hochproduktion in der Tiefe erreicht hier 4—4,5, ausnahmsweise sogar 5 mg/l, und ist durch die auf den Seegrund niedersinkenden, abgestorbenen Diatomeen bedingt.

Zum besseren Verständnis des Kieselsäure-Kreislaufes sei noch folgendes gesagt: Nicht alle abgestorbenen Diatomeen erreichen den Seegrund, denn solche mit zarten Schalen fallen schon während des Sinkprozesses der Zerstörung anheim, so dass die Kieselsäure sofort wieder in den Stoffkreislauf gelangt. Nur die resistenten, festgebauten Formen gelangen in die Tiefe, wo auch nur ein Teil davon erhalten bleibt, während ein anderer ebenfalls der Auflösung unterliegt. Ein gewisser Teil der Kieselsäure wird also auch hier dem Kreislauf zurückgegeben.

Für die lebende Diatomeenzelle bildet die Kieselmembran eine feste, schützende Hülle, die keineswegs der Auflösung unterliegt. Bei abgestorbenen Zellen dagegen treten veränderte Bedingungen ein, indem die Zerfallstoffe der Protoplasten die Auflösung der in der Membran eingelagerten Kieselsäure herbeiführten.

Eisen

Im sauerstoffhaltigen Wasser des Epilimnions ist gelöstes Eisen nicht zu erwarten und konnte auch im Burgäschisee nicht nachgewiesen werden. Im Wasser gelöstes Eisen kommt meist als Ferro-Bikarbonat vor, das aber in Gegenwart von Sauerstoff sofort unter CO_2 -Abgabe in unlösliches Ferri-Hydroxyd übergeht.

Dagegen gelang der Nachweis von gelöstem Eisen im sauerstoffarmen Wasser in der Tiefe des Burgäschisees. Insbesondere fanden wir dort vom September bis November, also nach einer längeren Periode geringer Sauerstoffspannung, Eisen-Konzentrationen von 0,3—0,45 mg/l, ausnahmsweise einmal, im September

1943, sogar 0,5 mg/l. Im Dezember desselben Jahres hatte ich die Gelegenheit, Wasserproben aus 0,15 und 32 m Tiefe unmittelbar nach dem Einsetzen der Herbstvollzirkulation, hinsichtlich ihres Eisengehaltes zu untersuchen. Das im Wasser gelöste Eisen musste sich zu dieser Zeit auf die ganze Wassermasse des Sees verteilt haben, wie es auch tatsächlich der Fall war. Selbst die damals verhältnismässig niedrige Sauerstoffspannung von 4,3—4,5 cc/l hatte aber offenbar bereits genügt, um in kürzester Zeit das im Wasser gelöste Eisen in allen Schichten bis auf den geringen Betrag von 0,04 mg/l²⁰ verschwinden zu lassen, respektive in unlösliches Ferri-Hydroxyd überzuführen.

Die während der Sommerstagnation am Seegrund im Wasser gelösten Eisenoxydul-Verbindungen ermöglichen und begünstigen eine Eisenbakterien-Vegetation. Wir finden denn auch besonders im Herbst eine ausserordentlich intensive Produktion von Ockerbakterien, *Leptothrix ochracea* Kütz. Ueber die Morphologie, Physiologie (namentlich Eisenstoffwechsel) und Oekologie der Eisenorganismen vergleiche die Monographie von Choldny (8), woselbst auch ausgezeichnete Mikrophotographien reproduziert sind.

Ammoniak, NH₃

Im Epi- und Metalimnion ist in der Regel Ammoniak nicht, oder höchstens spurenweise, nachzuweisen. Dagegen kann vom Beginn bis zum Ende der Stagnationsperiode über dem Seeboden eine schrittweise Zunahme der NH₃-Konzentration festgestellt werden, und zwar in der Grössenordnung von 0,2—0,9 mg/l, in der halben Seetiefe um 15 m 0,1—0,15 mg/l am Ende der Stagnationsperiode.

Dieses Ammoniak wird durch Fäulnisprozesse pflanzlicher und tierischer Eiweisstoffe, die sich im und über dem Seeboden abspielen, frei. (Reduktive Vorgänge.)

Sobald diese sauerstoffarme, ammoniakhaltige über dem Seegrund liegende Wasserschicht von der thermisch bedingten Umschichtung, resp. Zirkulation, erfasst wird, gelangt sie auch mit

²⁰ Dieser Wert liegt schon beinahe an der Erfassungsgrenze der angewendeten Methode: Kaliumrhodanid unter Zuhilfenahme des Lunzer-Kolorimeter-Komparator.

sauerstoffreicherem Wasser in Berührung. Alsbald setzt dann die Nitrifikation ein, und das Ammonium wird über Nitrit, unter Mitwirkung von Mikro-Organismen, in Nitrate übergeführt, denen für die pflanzlichen Organismen ein grosser Wert als N-Quelle zukommt.

In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die grosse Bedeutung hingewiesen, die der thermischen Vollzirkulation für den Stoffkreislauf des Sees zukommt, nicht nur für den Stickstoff, sondern für sämtliche im Wasser gelösten Stoffe, insbesondere auch den sogenannten Minimum-Stoffen, wie z. B. die Phosphate u. a., die hier nicht näher untersucht und besprochen worden sind. Durch diesen Vorgang werden nämlich die in die Seetiefe abgesunkenen organischen Substanzen, welche dort durch bakteriellen Abbau in ihre anorganischen Bausteine zerlegt worden sind, als gelöste Nährstoffe wiederum in den Stoffkreislauf einbezogen. Auf diese Weise kann sich das durch die intensive Planktonproduktion im Lauf der Sommermonate an Nährstoffen stark verarmte Epilimnion (trophogene Schicht) wieder „erholen“.

So wird uns auch die enorme Phytoplankton-Produktion verständlich, die wir alljährlich schon im frühesten Frühjahr (März) in unseren kleinen Mittellandseen beobachten können, sobald die Lichtverhältnisse günstiger geworden sind.

Hinsichtlich des Stickstoffkreislaufes im Burgäschisee wäre noch zu bemerken, dass das Ammoniak offenbar sehr rasch oxydiert wird, denn schon kurz nach dem Einsetzen der Vollzirkulation fanden wir im freien Wasser Konzentrationen von höchstens 0,13 bis 0,15 mg/l, und selbst diese waren nach kürzester Zeit verschwunden.

Die Ergebnisse der physikalisch-chemischen, sowie der biologischen Untersuchungen, die im folgenden behandelt werden, zeigen, dass der Burgäschisee ein eutrophes* Gewässer ist.

* Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass es sich hier um eine natürliche, autogene Eutrophie handelt, im Gegensatz zu jenen Fällen, in welchen der eutrophe Zustand durch veränderte äussere Verhältnisse herbeigeführt wurde (allogen). Beispielsweise kann ein oligotrophes Gewässer (grosser Klarwassersee) durch überreiche Mengen von Nährstoffen (Abwässer) eutrophiert werden. In extremen Fällen erlangt die Eutrophierung Ausmasse, die vollständig veränderte biologisch-chemische Verhältnisse schaffen, wodurch der ursprünglich normale Stoffkreislauf derart gestört wird, dass man von einem „kranken“ See sprechen kann.

Biologische Verhältnisse

Das Plankton des Burgäschisees, nebst einigen Bemerkungen über die Morphologie und Biologie seiner Komponenten

Die Zusammensetzung des Planktons im Burgäschisee ist bis heute noch nicht in systematischer Weise bearbeitet worden und war also so gut wie unbekannt. Wir haben den pflanzlichen Schweborganismen unsere ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet, ohne selbstverständlich dabei die tierischen zu vernachlässigen. Unsere Ausführungen stützen sich auf ein Material, das durch Vertikal- und Horizontalzüge monatlich einmal während eines Zeitraumes von drei Jahren gewonnen wurde. Eine erste Durchsicht der Fänge erfolgte jeweilen im lebensfrischen Zustande möglichst bald nach der Probeentnahme. Eine weitere Bearbeitung wurde an dem mit Formalin-Holzessig 100 : 5 fixierten Material vorgenommen. Um die Kieselalgen, insbesondere die *Cyclotellen*, einer sorgfältigen Untersuchung und Bestimmung unterwerfen zu können, habe ich von jeder Fangprobe Styraxpräparate hergestellt und durchmikroskopiert.

In den Monaten Mai, Juni und Juli 1943 war der Planktonbestand sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht durch die Seeabsenkung stark beeinflusst (Verarmung), indem ein wesentlicher Teil der produktiven (trophogenen) Schicht dauernd im Abbau begriffen war.

Das Phytoplankton

Cyanophyceen

Die Cyanophyceen sind im Burgäschisee durch die folgenden Gattungen vertreten: *Microcystis*, *Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Anabaena* und *Oscillatoria*.

Microcystis aeruginosa Kg. — Das Auftreten dieser *Schizophyce* fiel in ganz auffälliger Weise mit dem Verschwinden von *Oscillatoria rubescens* zusammen. (Siehe weiter unten.) Im Juni und Juli 1944 nämlich war *Microcystis* zunächst schwach entwickelt, gelangte dann aber im August zur Dominanz, um hernach stark zurückzugehen und schliesslich im Dezember ganz aus dem Plankton zu verschwinden.

1945 erschien *Microcystis* abermals im Juni, dominierte während der Monate Juli und August und war zuletzt im November zu beobachten.

Chroococcus limneticus Lem. — war mehr oder weniger häufig von Mai bis August im Plankton zu finden.

Coelosphaerium Naegelianum Ung. — Mai bis November im Plankton des Burgäschisees vorhanden, von August bis Oktober oft sogar sehr häufig.

Gomphosphaeria lacustris Chodat — ist mitunter im Sommerplankton gesichtet worden.

Anabaena. — Die Gattung *Anabaena* konnten wir in den Planktonproben aus dem Burgäschisee nur einmal feststellen. Nämlich ein erstes spärliches Auftreten im August 1945, im September relativ häufig, dann ein gänzliches Erlöschen im Lauf des folgenden Monates.

Es handelt sich hier um eine Spezies, auf die, wie mir scheint, keine Diagnose unbedingt passt. Daher geben wir hier kurz ihre Hauptmerkmale: Zellen kurztonnenförmig, Trichome 4—5 μ breit, gegen das Ende leicht verjüngt. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, zylindrisch, mit glatter Membran, 24 μ lang, 13 μ breit.

Oscillatoria rubescens D.C., die Burgunderblutalge. — Zu Beginn unserer Untersuchungen im Frühjahr 1943 war diese Alge bereits im Plankton vorhanden, um in der Folgezeit immer häufiger zu werden. Von Juli hinweg war sie bis Januar 1944 der dominierende oder codominierende Planktonorganismus. Im Oktober verursachte sie sogar eine intensive Wasserblüte. Von März bis Mai 1944 war sie vorhanden, aber stark abnehmend,²¹ um von Juni an aus dem Burgäschisee-Plankton ganz zu verschwinden, ohne bis zum Abschluss unserer regelmässigen Beobachtungen wieder in Erscheinung zu treten. Das zeitweilige vollständige Verschwinden, auch in Gewässern mit intensiver *Oscillatoria*-Vegetation, ist eine bekannte Tatsache. Wir zitieren hier Rivier (25): „D'avril 1934 à juin 1935, à mon grand étonnement, cette algue paraissait avoir tout a fait abandonné le lac de Morat. En juillet, les pêches continrent soudain quelques filaments d'*Oscillatoria rubescens* dont le nombre augmenta avec l'été.“

²¹ Im Murtensee dagegen verursachte im April 1944 die Burgunderblutalge eine intensive Wasserblüte.

Nennen wir noch als fakultativen Plankter *Merismopelia glauca* (Ehrenberg) Näg.

Flagellaten

Chrysomonaden und *Dinoflagellaten*. (*Peridineen*.)

Die *Chrysomonaden* sind im Burgäschisee-Plankton durch die Gattungen *Mallomonas*, *Uroglena* und *Dinobryon* vertreten.

Mallomonas caudata Iwanoff — findet sich häufig bis sehr häufig im November und Dezember, hält sich im Winterplankton und ist meist noch im März, und sogar im April vorhanden.

Uroglena volvox Ehrenb. — Eine Massenentwicklung dieser Gattung trafen wir im Burgäschisee regelmässig im Oktober und November. Im Jahre 1944 kam es sogar schon im Juni zu einer vorübergehenden Massenentfaltung, wodurch das Wasser eine gelblich-braune Färbung erhielt.

Dinobryon. — Die Gattung *Dinobryon* ist im Burgäschisee hauptsächlich durch *D. divergens* Imhof und *D. sociale* var. *stipitatum* (Stein) Lemm. vertreten. Die Hauptart *D. sociale* Ehrenb. ist bedeutend seltener. Meist fanden sich *D. divergens* mit *D. sociale* var. *stipitatum* vergesellschaftet vor.

D. cylindricum Imhof dagegen haben wir nur einmal während unserer Untersuchung im Burgäschisee gesichtet, nämlich am 31. März 1943, als wir dort zum erstenmal Plankton fischten; der Organismus war damals dominierend.

Was das zeitliche Auftreten der beiden häufigsten Spezies dieser Gattung betrifft, so kann man sagen, dass sie, von kurzen Unterbrechungen abgesehen, eigentlich das ganze Jahr hindurch im Plankton vorhanden sind. Eigenartig ist ihr mehr oder weniger unvermitteltes Verschwinden auf einige Wochen, um dann ebenso rasch wieder zu erscheinen.

In dieser Hinsicht besonders frappant war das Verhalten im Sommer und Herbst 1944. Im Juli Dominanz von *D. sociale* typicum im Plankton, im August vollständiges Verschwinden, im September abermaliges intensives Auftreten, im Oktober keine Spur der Trichterbäumchen zu finden, dagegen im November und Dezember erscheint *D. sociale* var. *stipitatum*.

Cystenbildung ist mehrfach beobachtet worden, aber ohne dass dabei ein zeitlicher Rhythmus hätte festgestellt werden können.

Synura uvella Ehrenb. wurde in ganz vereinzelt Exemplaren im März 1943 und 1946 beobachtet.

Dinoflagellaten (Peridineen)

Im Burgäschisee sind die *Dinoflagellaten* durch die Gattungen *Gymnodinium*, *Glenodinium*, *Peridinium* und *Ceratium* vertreten.

Gymnodinium helveticum Penard, — diese merkwürdige membran- und farblose *Peridinee* mit heterotropher Ernährung, fand sich regelmässig im Winterplankton von November bis März, aber immer nur in vereinzelt Exemplaren. Es handelt sich hier offenbar um einen kälteliebenden Organismus. Am lebenden Objekt war der grosse, in der oberen Körperhälfte gelegene Zellkern meist prachtvoll sichtbar.

Gymnodinium mirabile var. *rufescens* Penard — erschien im September 1944 ziemlich häufig.

Glenodinium pulvisculus Stein — ist ebenfalls in nur ganz vereinzelt Individuen des Winterplanktons zu finden.

Peridinium cinctum Ehrenb. ist mehr oder weniger häufig das ganze Jahr hindurch im Plankton des Burgäschisees vorhanden.

Ceratium hirundinella O.F.M. — erscheint im März oder April im Plankton des Burgäschisees. In diesen ersten Monaten sind es meist nur vereinzelt Individuen, im Lauf des Sommers werden sie häufiger, während unserer 3jährigen Beobachtungszeit gelangten die *Cerastien* im August- und September-Plankton zur Dominanz oder Codominanz, um im November meist ganz zu verschwinden; im Jahre 1945 waren schon im Oktober keine mehr vorhanden. Sie erlangen also das Maximum ihrer Entwicklung gegen das Ende der Vegetationsperiode. Im Jahr 1943 beobachteten wir Mitte August eine ausserordentlich intensive Cystenbildung.

Hinsichtlich ihrer Form- und Grössenentwicklung haben wir die *Cerastien* ebenfalls sehr eingehend studiert. Was die Formausbildung betrifft, so haben wir festgestellt, dass die zuerst im März bis April auftretenden Individuen meist 3hörig sind, oder nur einen kleinen stummelförmigen Ansatz zum akzessorischen Antapikalthorn aufweisen. Später folgen Exemplare mit vier gut ausgebildeten Hörnern. In den Sommermonaten zeigen die Antapikalthörner eine ausgesprochene Neigung, mehr oder weniger stark zu spreizen. Erst im Herbst, vor dem Verschwinden aus dem Plankton, macht

sich wiederum eine Verkürzung des akzessorischen Hinterhornes bemerkbar, auch gibt es vereinzelt 3hörnige Formen.

Bezüglich der Grösse der *Ceraticen* habe ich die folgenden Beobachtungen gemacht. Die zuerst im Frühjahr erscheinenden Formen sind die grössten, respektive die längsten.²² Im Lauf des Sommers findet eine sukzessive Verkürzung statt. Eine abermalige leichte Grössenzunahme in den beiden letzten Monaten des Entwicklungszyclus konnten wir in allen drei Beobachtungsjahren feststellen.

Die leichte Grössenzunahme der *Ceraticen* vor ihrem Verschwinden aus dem Plankton ist auch von A m m a n n (1) in den Oberbayrischen Seen, speziell dem Staffelsee und Würmsee, beobachtet worden.

Das oben Gesagte sei hier durch einige Zahlen belegt, wobei wir die Messungen aus dem Jahre 1944 wählen. Die Messungen der beiden anderen Jahre ergaben gleichsinnige Werte.

	Höhe		
	Mittelwerte	Extremwerte	
22. April	311,7 μ	243	— 339 μ
20. Mai	299,1 μ	264	— 324 μ
18. Juni	307,7 μ	282	— 339 μ
25. Juli	190,1 μ	177	— 201 μ
24. August	188,4 μ	165	— 207 μ
21. September	194,7 μ	174	— 194 μ
15. Oktober	198,3 μ	177	— 216 μ

Diatomeen, Kieselalgen

Die planktischen *Diatomeen* sind durch die Gattungen *Melosira*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Fragilaria*, *Asterionella* und *Synedra* im Burgäschisee vertreten.

Melosira italica (E)Kg. — ist ein sehr charakteristischer Plankter des Burgäschisees. Er ist perennierend und erreichte jeweilen seine Maxima der Entwicklung in den Monaten August bis Dezember, im Oktober und November mit einer ausgesprochenen Dominanz. Im Dezember 1944 beobachteten wir *Melosira*-Fäden, die von *Bicoeca oculata* Zach. besetzt waren, einer farblosen *Flagellate*, die epiplanktisch auf *Diatomeen*, zuweilen auch auf *Microcystis*, zu finden ist.

²² Länge = Distanz zwischen den Enden der grössten Hörner.

Es ist eine bemerkenswerte Tatsache, dass im nur 3 km in der Luftlinie entfernten Inkwilersee der charakteristische und oft dominierende oder codominierende Plankter ebenfalls der Gattung *Melosira* angehört, hier aber durch *M. granulata* (E) Ralfs und ebenso häufig durch die var. *angustissima* Müller vertreten ist. (Die planktologische Untersuchung beider Seen ist zeitlich parallel durchgeführt worden.) Im Moosseedorfsee, den ich in den Jahren 1938 bis 1941 untersuchte, ist mir dagegen während der ganzen Beobachtungsperiode keine einzige *Melosira* im freien Wasser begegnet.

Unter den *Cyclotellen* waren:

C. comta (E) K. G. und *comensis* Grun die am häufigsten vorkommenden Spezies, ziemlich häufig fanden wir auch *C. melosiroides* Lem., aber schon bedeutend seltener *C. quadrijuncta* (Schröter) em. Husted. und *Kützingiana* Thwaites. Ausser im April und Dezember 1945 kamen die *Cyclotellen* im Burgäschisee nie zu einer grossen Massenentwicklung. Im Jahr 1944 waren die *Cyclotellen* sogar nur äusserst selten anzutreffen, erst im November und Dezember wurden sie etwas häufiger.

Im April 1945 z. B. erschien *C. melosiroides* sehr zahlreich, es waren meist 8- bis 10zellige Fäden, der Schalendurchmesser betrug 7μ . In den Monaten September bis November 1945 fanden wir relativ häufig *C. quadrijuncta*, jene *Cyclotella*, deren Zellen, meist, durch einen zentralen Schleimstrang zu lockeren Ketten verbunden sind.

Stephanodiscus astraea Grun. — war im März und April, und dann wieder in den Monaten November und Dezember regelmässig und recht zahlreich vorhanden und scheint sich somit hier als kaltstenothermer Organismus zu verhalten.

Fragilaria crotonensis Kitton, die Kammalge, — war während unserer Beobachtungsperiode im Burgäschisee ein perennierender Planktonorganismus. Maxima der Produktion traten im Jahr 1943 von September bis November auf, in den Jahren 1944 und 1945 in den Monaten Juni und Juli, und abermals von Oktober bis Dezember 1944, während dass zweite Herbstmaximum im Jahre 1945 erst im Dezember in die Erscheinung trat.

Im allgemeinen waren es meist kurze (5—10 Frusteln), glatte Bänder. Zur Zeit der Maxima aber wurden die meisten Bänder länger (bis 30 Frusteln), und bei diesen zeigte sich dann auch die

charakteristische spiralförmige Drehung um ihre Längsachse. Im Material aus dem Burgäschisee ist diese spiralförmige Drehung nur bei Bändern, die sich aus 20 oder mehr Zellen zusammensetzen. In den Juni- und Julimaxima war diese Erscheinung besonders gut ausgeprägt.

Die für *F. crotonensis* beobachteten Bandbreiten liegen zwischen 40 und 160 μ , für den Burgäschisee beträgt das Interwall nach meinen Messungen 69–108 μ , im Mittel 89 μ .

Bei Messungen der Genfersee-*Fragilarien*, die ich an Fangproben aus dem Jahre 1943 parallel durchführte, betrug das Interwall 90–135 μ , die Schalenlänge erreichte im Mittel 112 μ . Es handelte sich bei diesen fast ausschliesslich um lange, gedrehte Bänder. Diesen Grössenunterschieden kommt nicht eine morphologisch-systematische Bedeutung zu, sondern sie sind der Ausdruck von Wachstumszuständen in der gesamten Entwicklungsreihe.

Gelegentlich haben wir auf den *Fragilaria*-Bändern des Burgäschisees auch *Vorticellen* gesehen, die sich dort als Raumparasiten angesiedelt hatten.

Mitunter findet sich im Plankton auch *Fragilaria capucina* Desmaz. *Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heiberg. — ist ein häufiger, sozusagen perennierender Plankter im Burgäschisee.

Im Jahre 1943 war *Asterionella* von März bis Mai häufig, im Juni und Juli codominierend, dann mengenmässig etwas abnehmend, um im November wiederum die Codominanz im Plankton zu erlangen. Im März waren die 4zelligen Kolonien in der Mehrzahl. Später fanden sich nebst den meist 8zelligen Kolonien auch 12-, 14- und sogar mitunter 16zellige.

Im Jahre 1944 war *Asterionella* bereits im März codominierender Plankter in vorwiegend 4zelligen Kolonien. Im April dominierte dann die Sternalge, und zwar 4- und 8zellige Kolonien. In den folgenden Monaten blieb sie häufig, im August und September ging sie mengenmässig stark zurück, um von Oktober bis Dezember wiederum vorherrschender Plankter zu werden. Im Dezember erschienen die 4zelligen Kolonien wieder häufiger. Im Jahre 1945 wurde das Planktonbild namentlich im Mai und Juni von der Sternalge beherrscht. In den folgenden Monaten ging sie stark zurück, so dass bis zum Jahresende immer nur vereinzelte Exemplare in den Planktonfängen zu finden waren.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass wir im März 1946 anläss-

lich der letzten Terminuntersuchung abermals eine Hochproduktion von *Asterionellen* vorfanden. Auffallend war die relativ grosse Zahl 12- und 16zelliger Kolonien, während doch sonst gerade zu dieser Zeit, im kalten Wasser, die 4zelligen vorherrschend sind. In dieser letzten Probe fanden sich auch zahlreiche in Zickzackbänder aufgelöste Zellkolonien.

Wiederholt, aber besonders häufig in den Monaten Juni und Juli, haben wir die auf den *Asterionellen* epiphytisch lebende *Craspedomonadacee Salpingoeca frequentissima* (Zach) Lemm. beobachtet. Dieser Epiplankter besiedelt hauptsächlich den zentralen Teil der Sternkolonie.

Ganz ausnahmsweise einmal fand ich *Asterionella*-Kolonien, die von *Vorticellen* besiedelt waren.

Das Intervall der Frustellänge von *Asterionella* wird mit 38 bis 130 μ angegeben.

Burgäschisee			Genfersee		
	Intervall der Frustellänge	Mittelwert		Intervall der Frustellänge	Mittelwert
19. Juni 1943	45—87 μ	62,2 μ	23. Juni 1943	51—87 μ	76,7 μ
11. Sept. 1943	54—81 μ	69,9 μ	28 Sept 1943	66—81 μ	75,6 μ

Aus der obigen Zusammenstellung ist die Grössenordnung der Burgäschisee-*Asterionellen* ersichtlich, ausserdem ein diesbezüglicher Vergleich mit den *Asterionellen* des Genfersees. Dazu ist zu bemerken, dass Messungen und Vergleiche aus dem Winterhalbjahre ebensolche Resultate ergaben.

Synedra acus var. *angustissima* Grun. — eine Varietät, die besonders durch ihre Länge, die im vorliegenden Material 490 bis 525 μ erreicht, charakterisiert ist, und in eutrophen Seen oft zu einer Massenfaltung gelangt. So erwies sich auch die Nadelalge im Burgäschisee während der 3jährigen Beobachtungsperiode jeweils im März und April als vorherrschender Planktonorganismus. Im Mai war sie noch recht häufig, später meist nur noch in vereinzelt Exemplaren in den Planktonproben zu finden. Im Sommer 1945 verschwand sie sogar vollständig aus dem Planktonbestand, um erst im März 1946 wiederum massenhaft aufzutreten.

Ausser *S. acus* var. *angustissima* fand sich gelegentlich auch *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrbg. im Plankton des Burgäschisees.

Protococcales sind im Burgäschisee-Plankton durch die Gattungen *Sphaerocystis*, *Pediastrum*, *Nephrocystium*, *Scenedesmus*, *Crucigenia*, *Ankistrodesmus* und *Coelastrum* vertreten.

Sphaerocystis Schroeteri Chodat. — ist weitaus die am häufigsten vorkommende *Protococcacee* des Burgäschisees. Im Mai und Juni war *Sphaerocystis* besonders gut entwickelt. In der übrigen Zeit mehr oder weniger vorhanden, mitunter auch ganz fehlend.

Im März 1944 konnten wir den Organismus unmittelbar nach der Zoosporenbildung beobachten. Die begeißelten Zoosporen haben wir zwar nicht gesehen, wohl aber die daraus hervorgegangenen, von einer mehr oder weniger dicken Gallerthülle umgebenen Zellen, sowie die weiteren Teilungen derselben.

Im Sommerplankton finden wir ferner *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Men. und *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., letztere besonders häufig in den Monaten Oktober und November.

Coelastrum microsporum Näg. und *C. reticulatum* (Dangeard) Senn — beide meistens vergesellschaftet, finden sich ebenfalls im Sommerplankton und halten sich vereinzelt bis in den Herbst.

Nephrocystium, *Crucigenia rectangularis* A. Braun und *Ankistrodesmus* dagegen traten während unserer 3jährigen Beobachtungsperiode nur einzeln und ephemer im Plankton auf. Einzig *Ankistrodesmus lacustris* (Chodat) Ostenfeld = (*Raphidium Braunii* var. *lacustris* Chodat) mit meist 8 oder 16 spindelförmigen Zellen innerhalb einer Gallerthülle, war in den Monaten Juni und Juli des Jahres 1943 etwas häufiger im Plankton vorhanden.

Conjugaten

Staurastrum gracile Ralfs — vereinzelt, aber regelmässig im Sommerplankton, oft noch im November vorhanden.

Ausserdem fand sich ebenfalls im Sommerplankton ein kleines *Cosmarium*, vermutlich *C. depressum* (Naeg) Lund.

Endlich ist noch *Leptothrix ochracea* Kg. zu erwähnen, der zwar kein eigentlicher Planktonorganismus ist, der aber im Dezember und wiederum im März, aber dann bedeutend weniger intensiv, im freien Wasser zu finden ist.

Die *Leptothrix* lebt an der Schlammoberfläche des Seegrundes²³

²³ In Schöpfproben, die vom Seegrund herauf geholt werden, findet man jederzeit einen gelb-braunen Niederschlag von Ockerbakterien.

und wird zur Zeit der thermisch bedingten Vollzirkulation empor gerissen und dadurch im ganzen Wasserraum verteilt.

Das Zooplankton

Rhizopoden

Difflugia hydrostatica Zach. — tritt sehr regelmässig von Juli oder August bis Oktober im Burgäschisee-Plankton auf. Das Maximum der Entwicklung dieser Rhizopode ist im August. Nach Penard (22) ist es eine in den schweizerischen Seen häufige Form.

Heliozoen

Das Sontentierchen, *Actinophrys sol* — haben wir des öfteren in den Planktonproben gesehen, besonders häufig in den Monaten Oktober bis Dezember 1944, dann wieder im November 1945.

Ausserdem gelegentlich die Gattung *Raphidiophrys* (Hülle aus tangential gestellten Nadeln).

Ciliaten

Unter den Ciliaten haben wir im Plankton *Stentor*, *Epi-stilis rotans* Svec. und *Vorticella* festgestellt, die letztere oft epiphytisch auf anderen Planktonorganismen (Epiplankter).

Aufgefallen ist mir das Fehlen des Tönncheninfusors *Coleps hirtus* O. F. Müller, das sonst in allen eutrophen Seen recht häufig ist, im Moosseedorfsee z. B. fand ich zeitweilig sogar eine Massenentfaltung dieser *Ciliate*.

Rotatorien, Rädertiere

Von den limnoplanktisch-eupelagischen Rotatorien haben wir im Lauf unserer Untersuchungen die folgenden Gattungen und Spezies im Burgäschisee festgestellt.

Synchaeta pectinata (W),²⁴ — *Polyarthra platyptera* (P.), oft im Plankton dominierend. — *Polyarthra euryptera* (S.) nicht häufig. — *Diurella stylata* (S.). — *Rattulus capucinus* (S.). — *Triarthra longiseta*, im Frühjahr besonders häufig. — *Anapus ovalis* (F.), im

²⁴ W = Winterform, F = Frühlingsform, S = Sommerform, H = Herbstform, (P) = perennierende Art.

Burgäschisee selten. — *Anurea cochlearis* (P.), immer sehr zahlreich vorhanden, während *A. aculeata* ebenfalls häufig ist, aber zeitweise stark in den Hintergrund tritt, vielleicht in den Sommermonaten (Schreyer, 28, pag. 79/80) sogar fast vollständig aus dem Plankton verschwindet, um dann aber gelegentlich die Vorherrschaft über *A. cochlearis* zu erlangen, so z. B. im Dezember 1943 und 1944, wie auch noch im März 1945.

Die Varietät *valga* Ehrbg. von *Anurea aculeata*, die besonders dadurch gekennzeichnet ist, dass eines der seitlichen Hinterhörner stark reduziert ist, oder sogar ganz verschwinden kann, haben wir im Plankton des Burgäschisees nie gesehen. Im Moosseedorfsee ist sie nach Schreyer (28, p. 25) auch nur sehr selten zu finden. Dagegen scheint diese Varietät in kleinen Teichen etwas häufiger zu sein.

Notholca longispina (P.), — *Gastropus stylifer* (S. und H.). Im Herbst oft sehr häufig. — *Asplanchna priodonta* (S. und H.), — *Conochylus natans* (W. und F.), im Burgäschisee selten. Schreyer (28, pag. 58) fand seiner Zeit diese Rotatorie auch im Moosseedorfsee und bemerkt dazu: „diese Art ist für die Schweiz neu“.

Die statistische Durcharbeitung des Materials von *Anurea cochlearis* Gosse aus dem Burgäschisee hat ergeben, dass ihre Körperlänge zwischen 60 und 120 μ liegt. Die Länge des Hinterdornes beträgt 30—96 μ . In den Jahren 1943 und 1945 konnte im Jahreszyklus von Frühjahr bis Herbst eine deutliche Reduktion des hinteren Panzerdornes festgestellt werden. Im Frühjahr war er am längsten, von August bis Oktober fanden wir ihn am kürzesten. Im Dezember hatte er wieder ziemlich seine ursprüngliche Länge erreicht.

Die nachfolgende Zusammenstellung der Hinterdornlängen (Mittelwerte zahlreicher Messungen) belegt diese Verhältnisse zahlenmässig.

Länge des Hinterdorns von *Anurea cochlearis* im Lauf der Zyklomorphose.

Jahr	April	Juni	August	Oktober	November	Dezember
1943	70,1	65,4	53,1	61,2	61,2	70,8
1945	79,2	71,4	50,4	49,5	—	70,2

Noch sei erwähnt, dass uns bei der Durchsicht des ganzen Materials niemals ein *Anurea cochlearis*-Exemplar begegnet ist, bei welchem der Hinterdorn vollständig reduziert war, (*f. ecauda*), die kürzesten hatten immer noch eine Länge von 30 μ .

Cladoceren

Durch die sehr sorgfältigen Untersuchungen von Stingelin (30) sind wir über die planktischen Cladoceren des Burgäschisees gut unterrichtet. Dieser Forscher hat sein Interesse insbesondere dem Auftreten der Sexualperioden, resp. dem Erscheinen von Männchen und Dauereierweibchen (Ehippien) dieser Unterordnung der *Crustaceen* zugewendet.

Die euplanktischen *Cladoceren* sind im Burgäschisee durch die Gattungen *Diaphanosoma*, — *Daphnia*, — *Bosmina* und *Leptodora* vertreten.

Diaphanosoma brachyurum (Liévin). — In den Sommermonaten bis gegen den Herbst hin, aber meist nicht in sehr grosser Individuenzahl, auftretend, im Winterplankton ganz fehlend.

Daphnia longispina O. F. Müller — ist ein perenierender und sehr häufiger Zooplankter des Burgäschisees. Es sind ausgesprochen rundköpfige Formen. Im August und September lassen zahlreiche Individuen am Kopf einen kleinen, meist etwas dorsalwärts verlagerten, dornartigen Fortsatz erkennen (Christa). Diese Bildung dürfte als Saisonvariation der Kopfform zu deuten sein. (Burckardt 6, pag. 461). Die Christabildung der Burgäschisee-*Daphnien* entspricht vollständig den von Burckardt (6) in seinem Werk auf Tafel 19 in Fig. 16 und 18 abgebildeten Formen. Fig. 16 zeigt *f. pavesii* aus dem Comersee mit einem Doppeldorn, genau so, wie wir ihn ebenfalls auch bei einigen Exemplaren vom September aus dem Burgäschisee ausgebildet fanden. Fig. 18 *f. typica notodon* aus dem Hallwylsee mit einfacher Christa.

Ausdrücklich sei noch festgestellt, dass wir *Daphnia*-Formen mit hohen, kapuzenförmigen Helmen, vom Typus *cucullata*, auch hier nicht beobachtet haben. Auf die Verbreitung der *Daphnia cucullata* in den kleinen Mittellandseen werde ich demnächst in einer anderen Publikation zurückkommen.

Bosmina longirostris (O. F. Müller). — Das Verhalten von *Bosmina* im Burgäschisee war insofern eigenartig, als diese *Cladocere* erst 1 1/2 Jahre nach Beginn unserer planktologischen Unter-

suchungen, nämlich im Oktober 1944, unvermittelt in grösseren Mengen erschien. Im November und Dezember blieb *Bosmina* weiterhin zahlreich im Plankton vertreten.

Im Jahre 1945 beobachteten wir die ersten *Bosmina*-Individuen im Mai, den ganzen Sommer hindurch blieben sie wenig zahlreich, um erst vom Oktober bis Dezember wiederum zu einer üppigeren Entwicklung zu gelangen. Stingelin (30) allerdings fand zur Zeit seiner Untersuchungen²⁵ *Bosmina* dauernd im Plankton, er sagt auf pag. 10: „diese Art geht nie ganz ein“.

Leptodora kindteii (Focke), — dieses ausserordentlich durchsichtige und grösste planktische Süsswasserkrebschen fanden wir ausschliesslich im August und September, aber immer nur in ganz vereinzelt Exemplaren.

Was die *Cladoceren* betrifft, die hauptsächlich, oder doch vorherrschend, in der Uferzone leben, so verweisen wir auf die schon mehrfach erwähnte Arbeit von Stingelin (30), wo diese speziell behandelt sind. Wir können nur sagen, dass uns Cladoceren, deren Biotop die Uferzone ist, nur äusserst selten in den Netzzügen aus dem freien Wasser begegnet sind.

Copepoden

Die Copepoden sind im Burgäschisee durch die beiden Gattungen *Diaptomus* und *Cyclops* vertreten.

Diaptomus gracilis G. O. Sars und *Cyclops strenus* Fisch sind das ganze Jahr hindurch zu finden. *Diaptomus* hat mengenmässig meist den Vorrang.

Insekten

Die Larven der Büschelmücke *Corethra plumicornis* Fabr. fanden wir hauptsächlich in den Vertikalzügen der Monate August und September, wo zuweilen mehrere dieser räuberischen Geschöpfe in einem Netzzug erbeutet wurden, einmal sogar deren 6 (August 1943).

Die planktisch lebenden Larven der Büschelmücke sind vollständig durchsichtig und lassen je zwei vordere und zwei hintere hydro-

²⁵ Der Zeitraum, in welchem er diese Untersuchungen durchführte, ist leider aus seinen Angaben nicht genau festzulegen, es muss 1908 und in den folgenden Jahren gewesen sein.

statische Blasen erkennen, die das Schweben ermöglichen und regeln.

Ueber die Art und Weise, wie diese Blasen als hydrostatische Organe funktionieren, sind wir durch experimentelle Untersuchungen von Gleib (12) unterrichtet. Der Sachverhalt ist kurz folgender: Die Schwimmblasen sind von einem dünnen Pigmentmantel überzogen, der aus einer einfachen Lage polyedrischer Pigmentzellen besteht. Die physiologische Rolle des Pigments besteht in erster Linie in der Absorption der Lichtstrahlen (Wärmestrahlen) aus der Umgebung. Im warmen Wasser z. B. findet eine starke Absorption statt, was ein Zusammenziehen der Pigmentzellen und auch dementsprechend eine Kontraktion der Luftblase zur Folge hat, so dass also in der Wärme ein Minimum des Blasenvolumens besteht. Im kalten Wasser findet der umgekehrte Vorgang statt, da hier die Absorption des Pigments bedeutend geringer ist, und dementsprechend die Pigmentzellen und die Blase sich weiten, also ein Maximum des Blasenvolumens erreicht wird. Der Pigmentüberzug wirkt also rekompensatorisch gegenüber einem Mangel an Wärmestrahlen aus der Umgebung, er ist somit dazu berufen, Wärmeveränderungen oder tägliche Temperaturschwankungen auszugleichen. Ein rein passives Schweben der *Corethra*-Larven wird durch diesen Mechanismus gewährleistet.

Diese eigentümlichen *Corethra*-Larven sind ausserdem in jeder Hinsicht sehr widerstands- und anpassungsfähig (eurytop), sowohl gegen Temperatur und aktuelle Reaktion, als namentlich auch gegen die O_2 -Spannung, insofern, als sie fast völligen O_2 -Mangel sehr lange auszuhalten vermögen. Vergleiche Kuhn (18a) wo auch sehr gute Illustrationen zur Entwicklungsgeschichte der Büschelmücke veröffentlicht sind.

Die Mikrophyten

Der Aufwuchs

Wir haben versucht, auch hier vermitteltst der Plattenmethode (über die Technik dieser Methode vergleiche v. Büren (7), pag. 177—178) den natürlichen Aufwuchs des Burgäschisees zu studieren. Diese Untersuchung erstreckte sich von April 1943 bis März 1944, mit Ausnahme der Wintermonate Januar und Februar, die

wegen Eisverschluss ausfallen mussten. Die Platten befestigten wir jeweilen zwischen 50 und 80 cm unter dem Wasserspiegel an den auf dem Wasser liegenden, am Seegrund verankerten Abschrankungsbalken des früher unter Naturschutz gestellten Seeteiles. Dieser Befestigungsplatz hatte gegenüber einem in der Nähe des Ausflusses befindlichen und zur Erfassung eines möglichst reichhaltigen Plattenaufwuchses bedeutend zweckmässigeren den grossen Vorteil, dass die Platten während ihrer durchschnittlich 26-tägigen Expositionszeit ungestört und unberührt hängen bleiben konnten.

Zur Ergänzung und zur Kontrolle des Plattenmaterials untersuchten wir gelegentlich auch den Aufwuchs an Wasserpflanzen, wie z. B. Schilfstengel und Blattstiele der Seerosen, wo er besonders im Herbst sehr dicht werden kann. Hier fanden sich immer dieselben Gattungen und Spezies von Mikrophyten wie auf den Platten. Der pflanzliche Aufwuchs im Burgäschisee setzt sich fast ausschliesslich aus *Diatomeen* zusammen.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrbg. in allen Plattenbelägen mehr oder weniger häufig vorhanden.

Eunotia, diese im Aufwuchs sonst häufige Diatomeen-Gattung, haben wir hier auffallenderweise nicht gefunden.

Cocconeis placentula (Ehrbg.) ist in fast allen Belägen vertreten, aber meist nur in vereinzelt Exemplaren, im Juli/August erschien sie besonders häufig.

Eucoconeis flexella Kütz sehr selten.

Achnanthes microcephala Kütz = *Microneis microcephala* Cl. ist die gemeinste und häufigste, oft massenhaft auftretende, Aufwuchsdiatomee im Burgäschisee. Sie fehlte nur einmal, nämlich auf den Objektträgern, die November/Dezember 1943 exponiert waren.

Gyrosigma attenuatum (Kütz) Rabenh. in allen Präparaten durch Einzelexemplare vertreten.

Neidium dubium (Ehrbg.) Cleve selten.

Diploneis ovalis (Hilse) Cleve ziemlich häufig.

Stauroneis anceps fo. *gracilis*
(Ehrbg.) Cleve.

Stauroneis acuta W. Smith.

Stauroneis Smithii Grun.

} Einzelfunde auf den Platten November/Dezember 1943 und März/April 1944.

Navicula radiosa Kütz. sehr häufige Diatomee im Aufwuchs des Burgäschisees, die das ganze Jahr hindurch vorhanden ist.

Navicula gastrum Ehrbg. }
Navicula oblonga Kütz. } Einzelfunde.

Pinnularia: *Pinnularien* waren auf den Platten nie zu finden, dagegen im Grundschlamm.

Amphora ovalis Kütz. häufig bis sehr häufig.

Cymbella cistula (Hemprich) Grun und

Cymbella ventricosa Kütz. sind die häufigsten *Cymbellen* des Burgäschisee-Aufwuchses. Für die letztere ist charakteristisch, dass ihre Zellen in langen Gallertschläuchen angeordnet sind.

Cymbella lanceolata (Ehrbg.) var. *Heureck* dagegen ist schon etwas weniger häufig.

Gomphonema acuminatum var. *coronata* (Ehrbg.) W. Smith ist sehr häufig.

Gomphonema acuminatum Ehrbg. ist ebenfalls vorhanden, aber ganz bedeutend seltener als die Varietät.

Die Organismen der „Fladen“ und des Grundschlammes

Das Fladentreiben auf der Wasseroberfläche des Burgäschisees ist eine Erscheinung, die, wie übrigens auf den meisten kleineren eutrophen Seen, im Frühjahr und dann gelegentlich wiederum im Herbst zu beobachten ist. Es handelt sich um *Cyanophyceen*, die in verschiedenen Seetiefen auf dem Grundschlamm leben, um sich dann zu einer gegebenen Zeit infolge von Gasblasenbildung in ihren Zellen vom Boden zu lösen und an die Oberfläche zu steigen, wo sie nach längerer oder kürzerer Zeit zugrunde gehen. Diese „Fladen“ setzen sich auch hier fast ausnahmslos aus *Oscillatoria limosa* Ag. zusammen.

Diese Fladen interessieren uns auch deshalb, weil mit diesen Trichomgeflechten Grundschlamm mit empor verfrachtet wird, in welchem besonders jene *Bacillariaceen* gefunden werden, die fast ausschliesslich, oder doch vorherrschend, an der Schlammoberfläche der Tiefe leben und an Lichtarmut und Sauerstoffmangel mehr oder weniger angepasst sind. Gewisse Formen, wie z. B. *Nitzschia*, sind sogar zu einer saprophytischen Ernährung befähigt.

Bei der mikroskopischen Analyse von Bodenschlammproben und Fladenmaterial fanden wir die folgenden Organismen, die als eigentliche Tiefenbewohner angesehen werden können.

Cyanophyceen

Chroococcus turgidus (Kütz.) Näg.

Merismopedia elegans A. Br.

Spirulina.

Diatomeen

Gyrosigma attenuatum (Kütz.) Rabenh. sehr häufig.

Diploneis ovalis (Hilse) Cleve.

Stauroneis anceps fo. *gracilis* (Ehrbg.) und *phoenicenteron* Ehrbg.

Pinnularia gibba W. Smith.

Pinnularia mesolepta (Ehrbg.) W. Smith.

Pinnularia nobilis Ehrbg. ziemlich häufig.

Cymbella Ehrenbergii Kütz.

Nitzschia sigmoidea (Ehrbg.) W. Smith nur vereinzelt.

Cymatopleura elliptica (Bréb.) W. Smith.

Cymatopleura solea Bréb. W. Smith sehr häufig.

Surirella biseriata Bréb.

Campylodiscus noricus Ehrbg.

Ferner sind uns in diesen Fladen, natürlich sekundär angesiedelt, oft grosse Mengen von *Euglenen* begegnet, mitunter auch die Statoblasten von *Plumatella repens*, sowie Kolonien von *Pal-matohydra oligactis* = *P. fusca*.

Von den als grüne Watten da und dort in den Uferpartien treibenden Faden-Algen seien hauptsächlich *Spirogyra* und die Ulothrichale *Draparnaldia glomerata* (Vauch) Agarth genannt.

Einige Bemerkungen über die Natur des Grundschlammes

Vermittelst des Rohrlotes aus der Seetiefe gehobene Schlammproben (10—15 cm lange Schlammcylinder) zeigten eine homogene Beschaffenheit, einzig Muschelschalenfragmente bildeten gröbere Einschlüsse. Eine feinere Schichtung, die etwa als Jahresschichtung hätte gedeutet werden können, war nicht zu erkennen.

Der Schlamm besteht hauptsächlich aus feinen Kalkteilchen. In diesem Tiefenschlamm, zumal in der grossen Seetiefe, findet auch biogene H_2S -Bildung statt, die hauptsächlich auf die Zersetzung von Eiweisskörpern und z. T. auf die Mitwirkung von Mikroorganismen zurückzuführen ist. Ein Teil dieses frei werdenden Schwefelwasserstoffes²⁶ verbindet sich mit dem im Schlamm, und zu gewissen Zeiten auch im freien Wasser befindlichen Eisen²⁷ zu schwarzem Schwefeleisen FeS .

Diese Verbindung ist auch die Ursache der dunklen Färbung des Sedimentes. In diesem Schlamm lassen sich mikroskopisch erkennbare organische Reste kaum feststellen, dagegen massenhaft die nicht verwesbaren Kieselgerüste abgestorbener und sedimentierter Plankton-Diatomen. Ausserdem fanden sich gelegentlich auch einige Panzer planktischer Crustaceen. Die zweispitzigen Gerüstnadeln von Süsswasserschwämmen, die im Tiefensediment unserer kleinen Mittellandseen sonst so häufig gefunden werden, haben wir hier vermisst.

Ueber die chemische Zusammensetzung des Tiefenschlammes gibt die folgende Analyse²⁸ Aufschluss:

SiO ₂ und durch Säure nicht zersetzbare Silikate	44,5
Calcium als Carbonat ($CaCO_3$)	26,3
Magnesium als Carbonat ($MgCO_3$)	1,7
Eisen und Aluminium, als Fe_2O_3 berechnet	5,4
Glühverlust	22,0
	99,9

²⁶ In den aus 32 m Tiefe herauf geholten Wasserproben ist von Mai/Juni hinweg bis Oktober ein mehr oder weniger ausgesprochener Geruch von H_2S wahrzunehmen. Durch die Anreicherung von Schwefelwasserstoff und dem nebenher gehenden Sauerstoffschwund, sowie den niedrigen Temperaturen und der Dunkelheit, ist der Seegrund als ein durchaus lebensfeindliches Milieu gekennzeichnet. Nur wenige Organismen vermögen hier ihr Leben zu fristen.

²⁷ Siehe die Schlammanalysen weiter unten.

²⁸ Herr Dr. Th. v. Fellenberg hatte die Freundlichkeit, diese Analyse zu meinen Händen auszuführen, wofür ich ihm hier meinen besten Dank sage.

Die Vegetation des Burgäschisees und seiner Uferzone mit einigen Bemerkungen über ihre Veränderung als Folge der Melioration

Das den Burgäschisee umgebende Sumpf- und Moorgelände war früher bedeutend grösser, namentlich im Nordwesten und Westen des Sees bildete es ausgedehnte Flächen. Im Lauf der Zeit wurden diese durch die fortschreitende Verlandung und dieser auf dem Fusse folgenden Beschlagnahme für Kulturland mehr und mehr eingeengt. Durch die 1942/43 vorgenommene Melioration sind nun auch die letzten Reste der Moorflächen mit ihren zahlreichen Wassergräben verschwunden. Heute bleibt nur ein schmaler Uferstreifen übrig, auf welchem die ursprüngliche Sumpf- und Wasservegetation ein kümmerliches Dasein fristen kann.

Beginnen wir unsere Betrachtungen mit den *Hydrochariten* und *Limnaen*, die von den veränderten Verhältnissen noch relativ am wenigsten betroffen worden sind.

Die *Hydrochariten*, jene Pflanzengesellschaft, die sich aus freischwimmenden grösseren Pflanzen (Makrophyten) zusammensetzt, sind im Burgäschisee durch das Hornkraut, *Ceratophyllum demersum* L. vertreten.²⁹ Diese wurzellose, stets untergetaucht lebende Pflanze findet sich in Gesellschaft von Tausendblatt und Laichkräutern in der nordöstlichen See-Ecke (Landungsstelle der Boote) in kräftigen, oft weit über einen Meter langen Exemplaren. Da diese eigenartige Pflanze durch keinerlei Wurzeln im Seegrund verankert ist, kann sie je nach den herrschenden Windverhältnissen frei treibend bald da oder dort im See angetroffen werden. Die Vermehrung scheint auch hier auf rein vegetativem Wege vor sich zu gehen, wenigstens gelang es mir nicht,

²⁹ Es ist bemerkenswert, dass in den Pfahlbauten des Burgäschisees (Ausgrabungen von 1945 und 1946) die durch ihre Bestachelung so ausserordentlich charakteristischen Früchte des Hornkrautes nicht gefunden wurden. Da aber diese Pflanze nur äusserst selten und spärlich blüht, spricht das Fehlen ihrer Früchte in den Pfahlbauresten keineswegs etwa gegen die Möglichkeit, dass sie nicht schon damals im See vorhanden gewesen sein könnte.

Subfossile Früchte von *Ceratophyllum* sind seiner Zeit in den Pfahlbauten von Robenhausen gefunden worden. Neuweiler (19), p. 70.

Dagegen ist festzustellen, dass in den Pfahlbauresten des Burgäschisees mehrfach Früchte von *Najas marina* gefunden wurden, (Rytz 26), während heute das Nixenkraut im Burgäschisee nicht mehr vorkommt, möglicherweise ist es schon in der subborealen Zeit erloschen.

blühende Exemplare zu finden. Durch die Untersuchungen von Strasburger (31) dieser, sowohl in blütenbiologischer als auch in embryologischer Hinsicht sehr eigenartigen Gattung, konnte die systematische Zugehörigkeit der Ceratophyllaceen zu den Ranales nachgewiesen werden.

Die Formation der Limnaeenvereine ist im Burgäschisee durch drei Bestandestypen repräsentiert: das Characetum, das Potametum und das Nupharetum.

Das Characetum

In der Uferzone des westlichen Seeteiles findet sich in 0,5—1 m Wassertiefe eine sublakustre *Chara*-Wiese von einiger Ausdehnung. Auch in anderen Seeteilen fand sich gelegentlich etwelcher Charabewuchs. Mit Sicherheit stellten wir *Chara foetida* fest, bei welcher Antheridien und Oogonien zur Ausbildung gelangen, während die andere Spezies nur auf Grund morphologisch-habitueller Merkmale als *Chara fragilis* agnosziert werden konnte. Erstaunlich war zu beobachten, wie rasch sich die Characeen auf der Sohle des neuerstellten Abflusskanales ansiedelten, der heute schon an manchen Stellen mit einem dichten Rasen von Armleuchtergewächsen überzogen ist.

Der Burgäschisee ist der erste unter den von mir untersuchten kleinen Mittellandseen, in welchem ein eigentliches Characetum festgestellt werden konnte.

Das Potametum

Im Burgäschisee kommen zwei Laichkräuter vor, nämlich *Potamogeton crispus* L., das krause Laichkraut, und *Potamogeton perfoliatus* L., das durchwachsenblättrige Laichkraut. Dagegen scheint das schwimmende Laichkraut, *Potamogeton natans*,³⁰ das ebenfalls im See vorkommen soll, jetzt nicht mehr vorhanden zu sein.

Die Laichkräuter, sowie das zum gleichen Bestandestypus gehörende Tausendblatt, *Myriophyllum verticillatum* und *spicatum*, bilden hauptsächlich in den seichten, schlammigen nordwestlichen

³⁰ Im Herbarium Bernense findet sich ein blühender Spross, der von Tièche im Juni 1873 daselbst gesammelt wurde.

und nordöstlichen Seewinkeln unterseeische Dickichte,³¹ selbst auf der etwas steinigen östlichen Seeseite fehlen diese Wasserpflanzen stellenweise nicht. Das Vorkommen der Wasserpest, *Elo-dea canadensis*, ist sogar fast ausschliesslich auf das kiesige Ufer des südwestlichen Seewinkels beschränkt.

Das Nupharetum

Der Seerosenbestand wird durch die weisse und gelbe Seerose gebildet. Die weisse Seerose, *Nymphaea alba*, hat sich mehr uferwärts angesiedelt, während die gelbe Seerose, *Nuphar luteum*, mehr das tiefere Wasser aufsucht. Dichte, ausgedehnte Seerosenbestände finden sich hauptsächlich im südwestlichen Seeteil, während sie im nordwestlichen von bescheidenerem Umfang sind.

Als zum gleichen Bestandestypus gehörend wäre noch der Wasserknöterich, *Polygonum amphibium*, zu erwähnen, der in wenigen, zwar kräftigen Exemplaren noch am Schilfrand des westlichen Seeufers anzutreffen ist. Die Binse, *Scirpus lacustris*, deren Wohnraum hauptsächlich zwischen der Seerosen- und Schilfzone liegt, auf jeden Fall nie ausserhalb des Wassers vorkommt, ist da und dort, meist aber nur in lockeren Beständen zu finden, die sich nirgends zu einem eigentlichen Binsicht (*Scirpetum*) verdichten.

Der Rohrkolben, *Typha latifolia* L., bildet in der Verlandungszone des Burgäschisees nur an zwei Stellen etwas dichtere reine Bestände, nämlich im nordwestlichen Seewinkel, wo er mit *Sparganium* vergesellschaftet ist, und weiter an der Südwest Seite des Sees rechts der Einmündung eines Entwässerungsgrabens, hier zusammen mit *Scirpus lacustris*.

Wenn wir uns jetzt der Formation der Rohrsümpfe zuwenden, so müssen wir zunächst kurz die Beschaffenheit des Seeufers und des anstossenden Geländes beschreiben.

Am Ostufer des Burgäschisees befindet sich das Restaurant „Seeblick“ nebst der dazu gehörenden Strandbad-Anlage. Soweit dort noch natürliche Uferpartien vorhanden sind, sind diese von einigen Sträuchern und einem schmalen, dünnen Schilfgürtel bestanden. Der hier vorhandene steinige, kiesige, aus Moränenmate-

³¹ Mengenmässig dürfte *M. spicatum*, das ährenblütige Tausendblatt hierbei am stärksten vertreten sein.

rial bestehende Untergrund ist der Entfaltung einer üppigen Ufervegetation durchaus nicht günstig.

Dieser zwischen See und Burgmoos³² (Chlepfibeerimoos³³) sich einschiebende, schmale Moränenriegel hat sich in seiner Zusammensetzung zum Glück auch in der Tiefe als wasserundurchlässig erwiesen. Sonst wäre nach der Absenkung des Sees eine Austrocknung dieses noch viele interessante und seltene Pflanzen³⁴ beherbergenden kleinen Moores zu befürchten gewesen. Zwischen Mooroberfläche und abgesenktem Seespiegel besteht nach den Nivellements und Angaben von Herrn Geometer Wenger nunmehr ein Gefälle von 2,32 m.

Das Gelände auf der Süd- und Südwestseite des Sees ist von dichten und ansehnlichen Weiden- und Erlengebüschen bestanden. Am Südufer schiebt sich zwischen diesen Gebüsch und der See- fläche ein Schilfgürtel ein, der mit Binsen-Schneide, *Cladium mariscus* stark durchsetzt ist.

Grosse, prachtvoll ausgebildete, von *Carex stricta* All., dem Böschenspalt, gebildete Horste säumten dort die Wasserfläche. Die meisten dieser eigenartigen Rasenkegel, sie hatten eine Höhe von 50—60 cm und mitunter einen Durchmesser von 60 cm, sind bereits abgestorben oder im Absterben begriffen. Es ist das unweigerliche Schicksal der Büten, sobald sie nicht mehr im Wasser stehen.

³² Das Burgmoos (Chlepfibeerimoos) wurde vom Schweizerischen Bund für Naturschutz 1943 käuflich erworben. Hier befand sich noch in historischer Zeit ein kleiner See.

In dem schon auf Seite 6 erwähnten Bericht des Bernischen Staatsarchivars über das Fischereirecht im Burgäschisee heisst es: „Ferner war im Mittelalter neben dem gegenwärtigen See noch ein äusseres Seelein auf der Bernerseite vorhanden, das jetzt längst verlandet und ein Sumpfgebiet geworden ist. Dieses äussere Seelein wurde 1264 von dem in der Gegend begüterten Kloster St. Peter auf dem Schwarzwald an die Herren von Stein verliehen, die Anwohner des Burgsees waren. (Sol. Buch A 254.) Noch 1527 verfügte die bernische Regierung über das äussere Seelein und den Verbindungsgraben zum grössern, indem sie dem Wirt zu Thörigen erlaubte, im kleinern Seelein zu fischen. (Sol. Buch A 262.) In dem Landmarchbrief von 1771/72 (Fussnote pag. 6) ist von dem äussern Seelein schon nicht mehr die Rede.“

³³ Name nach den dort häufig vorkommenden auffälligen Früchten der Moosbeere, *Oxycoccus quadripetalus* Gilibert, die beim Zerdrücken knacken, und im Volksmund deshalb als Chlepfibeeri bezeichnet werden.

³⁴ Siehe Probst (23).

Im südwestlichen Seewinkel rückt das Erlengebüsch *Alnus glutinosa* Gärtner näher an die Wasserfläche heran. Es waren jene für den Erlenbruch charakteristischen Sträucher mit starken, sich über den Boden erhebenden Stöcken. Diese Stöcke sind durch die Eigenschaft der Erle bedingt, dass sie nach dem Anrieb am Grunde je-weilen immer wieder stark ausschlägt. Die sogenannten „Stelzwurzeln“, die auch hier sehr schön zur Ausbildung gelangten, sind die Wurzeln der erstarkenden und selbständig werdenden jungen Bäume.

Breite, schwingende Böden verbanden hier das Ufer mit dem offenen Wasser, beziehungsweise dem dort seiner Zeit prachtvoll ausgebildeten Seerosenbestand.

Am Rand dieser schwingenden Böden waren die Standorte des Fieberklees, *Menyanthes trifoliata*, des Sumpf-Blutauges, *Comarum palustre* und des Schlamm-Schachtelhalmes, *Equisetum limosum*.

Das westliche und nordwestliche Seeufer ist von einem ununterbrochenen Schilfgürtel bestanden. Im Gebiet der bernisch-solothurnischen Kantonsgrenze reicht der Erlenwald, auf der Karte des topographischen Atlases als Erlenschachen bezeichnet, bis nahe an das Seeufer heran. Weiter nordwestlich, wo der Wald stark zurücktritt, dehnt sich ein sumpfiges Schilfgelände aus, dessen Eintönigkeit durch mächtige, in Gruppen zerstreute Weidenstöcke unterbrochen wird, die weithin die Seelandschaft in charakteristischer Weise beherrschen.

Auch dieses Gebiet wird schon in nächster Zeit durch die Melioration stark an seiner Ursprünglichkeit einbüßen. Heute schon (Herbst 1947) reicht die in satter, schwarzer Torferde erstmals gepflügte Ackerfurche bis hart an das erwähnte ehemalige sumpfige Schilfgelände, das seinerseits der fortschreitenden Bodenaustrocknung zum Opfer fallen wird. Die 1,80—2 m im Terrain eingetieften Hauptentwässerungsgräben, die ihrerseits ein ganzes Drainagesystem aufnehmen, haben eine gründliche Entwässerung des den See umgebenden Geländes herbeigeführt. Der diesjährige ausserordentlich niederschlagsarme Sommer (1947) hat noch das Seine dazu beigetragen, um diesen Austrocknungsprozess zu beschleunigen. Breite (30—40 cm) und tiefe (0,70—1,40 m) Spalten, die oft auf lange Strecken hin den Torfboden durchziehen und sogar bis in die Seekreide hinunter reichen, legen Zeugnis davon

ab.³⁵ Damit sind auch ganz neue, respektive veränderte biologisch-ökologische Verhältnisse geschaffen, die sich mit der Zeit auf den Charakter der Vegetation auswirken werden. Die schnurgeraden, in der Landschaft sehr unschön und unorganisch wirkenden Abzugskanäle sind auf ihrer 60 cm breiten Sohle mit einem Bretterbelag versehen, der einen Pflanzenbewuchs kaum aufkommen lässt, wenn wir von einigen spärlichen Kolonien von *Elodea canadensis*, *Veronica Beccabunga* und *Clyceria fluitans* absehen, die da und dort aufzukommen versuchen. Dagegen scheint der Merk oder Wasser-Epich, *Sium erectum*, nebst anderen Pflanzen, die früher die dem See zustrebenden Bächlein säumten, vollständig verschwunden zu sein. Einzig im unteren Teil des Kanales, der den Seeabfluss aufnimmt, hat sich die Sohle auf eine längere Strecke mit einem Chara-Rasen überzogen.

Das nördliche Seeufer endlich hatte vom Abfluss³⁶ nordwestwärts bereits einige Jahre vor der Inangriffnahme der Meliorationsarbeiten durch die Erstellung zweier Wochenendhäuschen stark gelitten.

Der den Burgäschisee umgebende Schilfgürtel (Phragmitetum) ist schmal, stellenweise sogar recht locker und spärlich. Die Höhe der Halme beträgt durchschnittlich 2 m und übersteigt nur ausnahmsweise 2,50 m. Interessant sind aber die, sich am westlichen Seeufer gelegentlich findenden sog. „Legehalme“. Es sind zu Ausläufern umgebildete Halme, die aus dem Röhricht auf die Wasseroberfläche hinauskriechen. So fand ich z. B. einen Ausläufer von 8,50 m

³⁵ Die Auswirkungen der Melioration zeigten sich während der ausserordentlichen Trockenheit im Sommer und Herbst 1947 in den südlich, westlich und nordwestlich des Sees liegenden Moosgebieten, die z. T. aus neu gewonnenem Kulturland, z. T. aus schon früher bebautem Land bestehen, in eigenartiger Weise. Beim Betreten dieser Gebiete sank man plötzlich knietief ein. Mit Wagen konnte das Land nicht mehr befahren werden und für das Vieh bestand ebenfalls die Gefahr des Einsinkens. Infolge der Absenkung des Sees um zirka 2 m war der Grundwasserspiegel entsprechend zurückgegangen. Durch das Austrocknen war die Seekreide und vor allem die darüberliegende lockere Humusschicht stark zusammengeschrumpft. Die beiden Erdschichten lösten sich voneinander und es entstand zwischen ihnen ein Hohlraum. Schon bei geringer Belastung sank der Moorboden ein (Beobachtung von F. Gyax).

³⁶ Der im Sommer 1943 erstellte neue Abflusskanal erreicht das Seeufer in gerader Linie, zirka 60 m westwärts des Baches, der ehemals den Seeabfluss bildete. Das alte Bachbett ist damals sofort zugeschüttet worden.

Länge, der sich aus zwölf Knoten und Internodien zusammensetzte und dessen Endtrieb stark aufgebogen war. An den Knoten zeigten sich Ansätze zu aufrechten Stengeltrieben. Reissek (24), der als erster diese Form³⁷ beobachtet hat, sieht unter anderem als Ursache der Ausläuferbildung eine lockere, sehr oberflächliche Anwurzelung der Stöcke. Diese Ursache dürfte hier durchaus zutreffen, weil im Burgäschisee diese Bildung gerade auch an jenen Stellen beobachtet wurde, wo sich infolge der Seeabsenkung grössere und kleinere Ufereinbrüche am Rand des Phragmitetums ereignet hatten.

Diese Legehalmbildung ist auch am Boden- und Greifensee beobachtet worden. Ebenso am Murtensee, wo das Festwurzeln an den Knoten der Leghalme auf dem trockenliegenden Strand seiner Zeit festgestellt werden konnte.

Die interessanteste Begleitpflanze des Röhrichts am Burgäschisee ist die Binsen-Schneide, *Cladium Mariscus* (L.) R. Br., die überall im Schilf in schönen, blühenden Exemplaren zu finden war, während sie an den anderen kleinen Seen des Mittellandes meist nur auf ganz lokale Uferpartien beschränkt ist. Durch die Seeabsenkung ist dieser Pflanze stark zugesetzt worden, die meisten der übrig gebliebenen Stöcke sind jetzt infolge der Bodenaustrocknung steril.

Ausserdem finden sich hier im Phragmitetum als häufigste Begleitpflanzen die folgenden Arten:

Iris Pseudacorus, *Filipendula Ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Peucedanum palustre*, im Juni oft von zahlreichen Raupen des Schwalbenschwanzes, *Papilio machaon*, besetzt. *Lysimachia vulgaris*.

Convolvulus sepium, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus* und *Galium palustre*.

Hinter dem Schilfgürtel, d. h. auf seinem landseitigen Rand, findet sich mancherorts, hauptsächlich aber auf der nordwestlichen und westlichen Seeseite *Ranunculus Flammula*, *Sanguisorba officinalis*, *Hydrocotyle vulgaris*, der Wassernabel, *Pedicularis palustris* nur sehr vereinzelt auf der Nordwestseite, *Scutellaria galericulata* L., das Helmkraut.

³⁷ Diese Ausläufer bildende Form des Schilfrohes ist von Raunkjaer als *Phr. communis* var. *stolonifera* bezeichnet worden.

Ferner auch ungefähr in der Mitte der westseitigen Uferstrecke zwischen Erlengesträuch, Binsen und Schilf sehr schöne Kolonien des Sumpffarns *Dryopteris Thelypteris* A. Gray, in welcher die meisten Exemplare fertil sind.

In der Nähe dieser Sumpffarn-Kolonie befand sich auch ein Standort des straussblütigen Weiderichs, *Lysimachia thyrsoiflora* L., der früher hier im Schilficht am Seeufer gedieh. Diese schöne Primulacee, die infolge der Entwässerung und Trockenlegung der Moore in unserem Gebiet leider immer seltener wird, wird auch hier bald erlöschen. Im Juni 1945 fand ich bereits nur noch einige kümmerliche, nichtblühende Exemplare. Im Herbarium Bernense befinden sich zahlreiche gute Belege dieser früher am Ufer des Burgäschisees recht häufig vorkommenden Pflanze. Der letzte dieser Belege ist am 1. August 1941 von E. Berger gesammelt worden.

Am nordwestlichen sehr seichten Seeufer tritt das Schilfrohr etwas zurück. Die wichtigsten Verlander sind hier *Typha latifolia* L., der Rohrkolben, *Sparganium erectum* L., der Igelkolben, auf eine kurze Strecke in fast reinem Bestand, sowie die durch ihre blaugrünen Blätter auffallende Schnabelsegge *Carex rostrata* Stokes. Auf der schlammigen Uferzone wachsen grosse Stöcke des Froschlöffels *Alisma Plantago*, während am Uferand, allerdings nur in vereinzelt Exemplaren, die Sumpfbirse *Heleocharis palustris*, sowie die immer seltener werdende Cypergras-Segge *Carex Pseudocyperus* L. vorkommt. In dieser Vergesellschaftung ist auch der, durch seine grossen gelben Blüten auffallende zungenblättrige Hahnenfuss, *Ranunculus Lingua* L. anzutreffen.

Das Terrain zwischen dieser Verlandungszone und einem zirka 20 m vom Seeufer entfernten Erlenwäldchen hat sich unmittelbar nach erfolgter Tieferlegung des Seespiegels als Ganzes stark gesenkt, was die Bildung von zwei grossen Bodenspalten verursachte. Die grössere, mehr landwärts liegende Spalte (vom heutigen Seeufer zirka 8 m entfernt) hat eine Länge von 25 m, bei einer durchschnittlichen Breite von 1 m eine Tiefe von 0,60—1 m. Der Grund dieser Gräben ist meist wassergefüllt. Auch am Rand dieser Gräben habe ich noch Mitte September 1945 schöne, blühende Exemplare des zungenblättrigen Hahnenfusses beobachtet. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass im Pflanzenmate-

rial aus dem Pfahlbau³⁸ vom Burgäschisee von Neuweiler (19) Früchte dieser Ranunkel nachgewiesen wurden.

Im Gebiet dieser *Thypha-Sparganium*-Verlandungszone sind noch die folgenden Pflanzen namhaft zu machen:

<i>Ranunculus Flammula</i> L.	<i>Veronica Anagallis aquatica</i> L.
<i>Filipendula Ulmaria</i> (L.) Maximow.	<i>Bidens cernuus</i> L.
<i>Comarum palustre</i> L.	<i>Scripus silvaticus</i> (L.) R. BR.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> L.	<i>Iris Pseudacorus</i> L.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>Carex pendula</i> L.
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	<i>Equisetum palustre</i> L.

Das Erlenwäldchen hat durch seinen humosen, mineralreichen, feuchten, seiner Zeit mehr oder weniger sumpfigen, oft sogar überschwemmten Boden, den Charakter eines Erlenbruches. Er besitzt einen dichten Unterwuchs, in welchem *Viburnum*, *Rubus*, *Iris pseudacorus* und *Carex pendula* vertreten sind. An manchen Stämmen klettert der Hopfen empor und gelegentlich einmal sieht man hier auch das Bittersüss *Solanum Dulcamara* als Schlingpflanze. Im frühen Frühjahr bedeckt eine überreiche Vegetation von Dotterblumen, *Caltha palustris*, den Boden des noch unbelaubten, hellen Waldes, die mit ihren leuchtend gelben Blüten einen eigenen Farbenzauber hervorrufen.

Bei der Bootlandestelle im nordöstlichen Seewinkel fanden sich im feuchten, oft überrieselten, ziemlich festgetretenen Boden, vergesellschaftet mit *Polygonum Persicaria*, *Lycopus*, *Bidens cernua*, *Juncus bufonius*, *compressus* und *lamprocorpus*, ganze Rasen des schwarzroten Zypergrases *Cyperus fuscus* L. Diese bei uns nicht gerade häufige und namentlich recht unbeständige Cyperacee konnte ich nur im Sommer und Herbst 1943 feststellen. In den folgenden Jahren suchte ich sie vergeblich.

³⁸ Es handelt sich hier um Material aus dem, schon im Jahre 1877 von J. Keiser erforschten und ausgebeuteten Pfahlbau vom Südufer des Sees, im Gebiet zwischen heutigem und damaligem Seeabfluss.

Die beiden weiteren Pfahlbaustationen, ebenfalls aus der neolithischen Zeit, die nach der Tieferlegung des Seespiegels im Sommer 1944 und 1945 zur Untersuchung gelangten, liegen am Ost- und Westufer des Sees. Der östlich liegende Teil ist auf solothurnischem, der westliche auf bernischem Gebiet.

Die Literatur über diese neuesten archäologischen Forschungen siehe die Nummern 13 und 14 des Literaturverzeichnis.

Von technischer Seite, sogar von Seite des Naturschutzes, ist behauptet worden, die Tieferlegung des Wasserspiegels habe auf die Umgebung des Sees keine so üblen Folgen gehabt. Es wird dafür geltend gemacht, dass sich grosse Teile des Ufers mit dem Wasser absenkten und infolgedessen gegenüber dem ursprünglichen Zustand keine wesentlichen Veränderungen erlitten hätten. Auch sei das frühere Landschaftsbild durch die rasche Wiederbewachsung der steilen Uferböschungen (Kliffs) mit Schilf sehr bald wieder hergestellt gewesen. Zu dieser reichlich optimistischen Anschauung, die nur auf äusseren gegenwärtigen Erscheinungen basiert, möchte ich folgendes feststellen: Die Uferpartien, die sich mit dem Seespiegel senkten und verhältnismässig wenig verändert und in Mitleidenschaft gezogen wurden, sind nur von geringer Ausdehnung, sie beschränken sich nämlich ausschliesslich auf gewisse Teile des westlichen und nordwestlichen Seeufers. Trotz der raschen und in natürlicher Weise vor sich gegangenen Schilfbewachsung der Steilufer, die übrigens an manchen Orten einstürzten³⁹ und dadurch ein wüstes Durcheinander schufen, bleibt doch für jeden Naturkundigen der störende Eindruck bestehen, dass der Burgäschisee sein Becken nicht mehr vollständig ausfüllt und sozusagen wie in ein Loch versenkt ist.

Wenn wir die Sachlage von biologischen Gesichtspunkten aus beurteilen, so dürfen wir uns durch die Retablierung des Landschaftsbildes nicht täuschen lassen. Die Forderungen des Naturschutzes gehen weiter, er muss eben die Erhaltung der oekologisch-⁴⁰biologischen Verhältnisse verlangen, wodurch einzig die ursprüngliche Zusammensetzung der Vegetationsdecke und damit auch das ursprüngliche Landschaftsbild gewährleistet wird.

Durch die Seeabsenkung und der damit möglich gewordenen Einleitung eines sehr wirksamen Entwässerungssystems sind aber in der Umgebung des Seebeckens vollkommen veränderte oekologisch-biologische Verhältnisse geschaffen worden, von denen insbesondere die Vegetation am West- und Südwestufer des Sees be-

³⁹ Nach Messungen von Fr. Gyga x sind infolge der Seespiegelabsenkung insgesamt 146 m Uferstrecke eingestürzt, was 8,5 % der Uferlinie ausmacht.

⁴⁰ Oekologie, Lehre von den Beziehungen der Lebewesen zur Umwelt. (Griechisch oikos = Haus, Haushalt, lógos = kundig.)

troffen wird. Im Hinterland hat hier (Gallishofmoos)⁴¹ die ursprüngliche Vegetation auf Rietwiesen und Moorgelände bereits den Feldkulturen weichen müssen. Auf manche jetzt schon eingetretene Veränderungen in der unmittelbaren Nähe des Seeufers haben wir bereits mehrfach hingewiesen. Was übrig geblieben ist, wird ebenfalls einen anderen Charakter annehmen, nicht heute und morgen, aber im Laufe der Zeit.

Es ist ganz klar, dass mit der Melioration auch eine entsprechende Absenkung des Grundwasserspiegels erfolgte. Mit dem Trockenerwerden des Bodens verändert sich die Bodenstruktur, namentlich auch seine Mikrobiologie, was schliesslich mit einer Ueberführung in eine ganz andere Bodenart endigt, auf welcher die Pflanzendecke auch eine ganz andere Artzusammensetzung haben wird. Insbesondere werden jene Pflanzen, die an feuchte oder sogar nasse Böden gebunden sind, im Konkurrenzkampf solchen weichen müssen, die in dieser Hinsicht weniger anspruchsvoll sind.

Auf die mit diesen Umbildungen verbundenen weiteren Veränderungen, wie z. B. die der Fauna und des Lokalklimas, sei hier nur ganz allgemein hingewiesen.

Die Abteilung Vogelschutz des Ornithologischen Vereins Herzogenbuchsee und Umgebung, sowie die Ala, Schweiz. Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz,⁴² waren seit Jahren bestrebt, die Ufer des Burgsees in ihrer natürlichen Beschaffenheit und Bewachung zu schützen, sowie dessen Fauna und Flora zu erhalten. Viele Anordnungen und Vorkehrungen waren bereits zur Erreichung dieses Zieles getroffen worden, als unter dem Druck der Kriegsergebnisse seit September 1939 das schon mehrfach erwähnte Meliorationsprojekt auftauchte. Die Befürworter dieses Projektes, und es waren deren viele, haben weder den Bestrebungen der obgenannten beiden Vereinigungen genügende Beachtung geschenkt, noch auf die Warnungen des Naturschutzes gehört. Dagegen wurden zwischen beiden Interessengruppen Kompromisse geschlossen,

⁴¹ Noch im August 1940 und 1941 ist bei Gallishof *Isnardia palustris* L. gefunden worden, wofür im Herbarium Helveticum des Berner Botanischen Institutes Belege vorhanden sind.

⁴² Wir möchten in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt lassen, dass der Schweizerische Bund für Naturschutz diese Bestrebungen stets bereitwillig unterstützte.

die sich für die Belange des Naturschutzes bereits in höchst nachteiliger Weise ausgewirkt haben, und in der Folgezeit noch auswirken werden.

Jetzt können wir nur mit Bedauern feststellen, dass wiederum ein Moor- und Seegebiet mehr in unserer engeren Heimat rein materiell-wirtschaftlichen und oportunistischen Forderungen zum Opfer gefallen ist.

Faunistische Beobachtungen

Ueber die Mikrozooen der Uferfauna konnten leider nur vereinzelte Beobachtungen gesammelt werden. Für einen systematisch-oekologisch orientierten Zoologen wäre es zweifellos eine dankbare Aufgabe, unsere Kenntnisse über den Burgäschisee in dieser Richtung zu ergänzen. Um eine Anregung in dieser Hinsicht zu geben, habe ich die mir bekannt gewordene faunistische Literatur über den Burgäschisee hier, nebst einigen kritischen Bemerkungen zusammengestellt.

Die Mollusken, speziell die Wasserschnecken der Seekreide aus der Umgebung des Burgäschisees sind zuerst von Baumberger (3) pag. 206/207 zusammengestellt worden. Anlässlich der Absenkung des Burgäschisees im Mai-Juni 1943 gingen Tausende von diesen Weichtieren, insbesondere natürlich Muscheln ihrer äussert geringen Fortbewegungsmöglichkeit wegen, zugrunde. Damals sammelte ich Material als Belegstücke unserer Fauna, die dem Naturhistorischen Museum in Bern überwiesen wurden. Ganz besonders seien die grossen, prachtvoll ausgebildeten Teichmuscheln, *Anodonta*, erwähnt, die der Burgäschisee beherbergt. Kürzlich hat nun Jules Favre (9) in Genf die Mollusken des Burgäschisees nach eigenen Aufsammlungen bearbeitet.

Ueber die Odonatenfauna des Burgäschisees sind wir durch die Untersuchungen von E. Liniger (16) recht gut unterrichtet. Vom Burgäschisee erwähnt er in seiner 1881 erschienenen Zusammenstellung der Odonaten des Bernischen Mittellandes 14 Gattungen und 29 Arten ausdrücklich, wobei durchaus nicht ausgeschlossen ist, dass ausserdem noch manche weitere Arten dort auch vorkamen. Leider konnte über den Verbleib der Belege zur Ausbeute von Liniger nichts Sicheres festgestellt werden. In der

Sammlung des Entomologischen Institutes der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich befindet sie sich nicht, wie P. Born seinerzeit in einem Artikel⁴³ über den Burgäschisee irrtümlicherweise mitteilte. Einer brieflichen Mitteilung (7. 10. 1943) von Prof. O. Schneider-Orelli zufolge befindet sich in der dortigen Sammlung kein einziges Stück, das die Fundorts-Etiquette Burgäschisee trägt. Wie dem auch sei, die Odonaten-Fauna des Burgäschisees scheint damals sehr reichhaltig gewesen zu sein, ob das allerdings heute noch in dem Masse der Fall ist, möchte ich sehr bezweifeln. Auf meinen zahlreichen Rundgängen am See zu jeder Jahreszeit hatte ich den Eindruck gewonnen, dass hier weniger Libellen flögen, als z. B. am Amsoldinger- und am Gerzensee. Wäre das bereits auch schon eine Folgeerscheinung der veränderten Umweltsbedingungen? Es wäre sicher für einen Entomologen eine dankbare Aufgabe, den gegenwärtigen Odonaten-Bestand am Burgäschisee zu überprüfen.

Die Hydracarinien der Schweiz sind von Walter (33) bearbeitet worden. In dieser Bearbeitung ist auch die in den Jahren 1891—1895 von Th. Steck im Burgäschisee gemachte Ausbeute mit berücksichtigt. Sie umfasst fünf Gattungen und acht Arten (siehe pag. 564—565 bei Walter).

Im folgenden wird Herr Fr. Gygax, Lehrer in Herzogenbuchsee, über die Fisch- und Vogelfauna des Burgäschisees berichten. Als langjähriger Beobachter und Vogelkenner, sowie selbsttätiger Fischer, und nicht zuletzt als eifriger Naturschützer und Betreuer des Burgäschisees ist er ganz besonders in der Lage, einen sehr wertvollen Beitrag zu unserer Publikation zu liefern.

Die Fische

Im Burgäschisee kommen keine Salmoniden vor, denn das Wasser ist für Edelfische zu sauerstoffarm.

Der Hecht, *Esox lucius* L., ist im See recht gut vertreten. Exemplare bis zu 1 m Länge sind schon öfters erbeutet worden. Der gefräßige Räuber wird hier auf verschiedene Art, vornehm-

⁴³ Berner Landbote Nr. 17 vom 27. Februar 1924.

lich aber mit der Schleppangel, gefangen. Da der See infolge der Absenkung heute nur wenige seichte Stellen aufweist, fehlen dem Hecht die Laichplätze. Um so mehr wirkt sich das regelmässige Aussetzen von Jungfischen günstig auf den Bestand aus. Während der Laichzeit, Februar bis Mai, darf der Hecht nicht gefangen werden. Seine Hauptnahrung bildet das sehr zahlreich vorkommende Röteli, aber auch der Barsch wird nicht verschmäht.

Ein weiterer Raubfisch, der Barsch, *Perca fluviatilis L.*, Egli, ist im Burgäschisee ziemlich häufig. In den Monaten Juli und August werden oft, besonders bei regnerischem Wetter oder an sehr schwülen Tagen mit der Angel recht ansehnliche Fänge erzielt. Barsche von zwei bis drei Pfund Gewicht sind keine Seltenheit. Diese werden meistens mit der Schleppschnur am kleinen Löffel gefangen. Daneben hat es im See grosse Mengen kleine Egli, die sehr langsam wachsen. Dies lässt auf eine Verzweigung schliessen, wie sie nach Prof. Dr. P. Steinmann (Die Fische der Schweiz) beim Barsch vorkommt.

An schönen Sommerabenden kann man den Schuppenkarpfen, *Cyprinus carpio L.*, springen sehen, und zwar Exemplare von 10 bis 15 Pfund. Dieser äusserst schlaue Fisch geht selten an die Angel. Das Fischen mit der Setzangel, das noch am ehesten Erfolg verspräche, ist im Burgsee nicht gebräuchlich. Vor der Seeabsenkung wurden bei hohem Wasserstand zur Laichzeit, Mai und Juni, die Karpfen an seichten Uferstellen mit dem Deckbogen gefangen. Meiner Ansicht nach ist der Karpfenbestand in den letzten Jahren eher zurückgegangen, obschon es hier speziell den Cypriniden weder an pflanzlicher noch an tierischer Nahrung fehlt.

Für die Schleie, *Tinca tinca L.*, sind die Lebensbedingungen im Burgäschisee günstig. Sie liebt tiefere, mit Wasserpflanzen bewachsene Stellen. Ihre Anwesenheit verrät sie oft durch Luftblasen, welche zwischen den Seerosenblättern aufsteigen. Der heutige Badebetrieb und die vielen Boote sind oft die Ursache, dass der äusserst scheue und vorsichtige Fisch sich schwer fangen lässt.

Weitaus am häufigsten kommt im Burgäschisee das Rotaug, *Leuciscus rutilus L.*, Röteli, vor. Dieser gesellige Fisch wird im Sommer massenhaft gefangen. Sein Hauptwert liegt darin, dass er dem Hecht als Nahrung dient.

Im Jahre 1945 wurden Alet, *Squalius cephalus Heck.*, und Hasel, *Squalius leuciscus L.*, ausgesetzt. Wie mir Gewährsleute

bestätigten, sollen sich diese Fischarten gut entwickeln. Damit steigt die Zahl der Cypriniden im Burgäschisee auf 5.

Noch bis zirka 1910 wurde im Burgäschisee an der Setzangel regelmässig der Aal, *Anguilla anguilla* L., gefangen. Als aber durch die Stauwehre der Weg zum Rhein unterbrochen wurde, verschwand der Aal nach und nach im See.

Bis zum Ausbruch des zweiten Weltkrieges bestand für den Burgäschisee keine eigentliche Fischereiordnung. Die Seerechtsbesitzer waren nicht zusammengeschlossen, und das Fischen war für jedermann frei. Im Jahre 1939 wurde der Burgseeverein mit einer Unterabteilung für die Fischerei gegründet. Heute besteht nun eine Fischereiordnung, und Fischer, welche kein Seerecht besitzen, müssen eine Bewilligung für das Angelfischen im See erwerben. Damit sind sie befugt, auf dem ganzen See zu fischen. Die Bestrebungen gehen dahin, durch eine zweckmässige Bewirtschaftung den Fischbestand des Burgäschisees zu heben.

Die Vögel

Von den zahlreichen Vogelarten, die im Gebiet des Burgäschisees festgestellt wurden, erwähnen wir nur diejenigen, welche sich auf dem See oder in dessen unmittelbarer Nähe aufhalten. Auch Seltenheiten, die im Laufe der Jahre als Einzellerscheinungen beobachtet wurden, lassen wir absichtlich weg. Neben den Standvögeln treffen wir im Frühling und Herbst eine grosse Zahl Durchzügler an. Da der See im Winter gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ bis 2 Monate zugefroren ist, kommt er als eigentliches Winterquartier für nordische Gäste weniger in Betracht als z. B. der Klingnauer-Stausee am Zusammenfluss von Aare und Rhein u. a. Zudem vermute ich, dass der Burgäschisee im Winter weniger Nahrung bietet als ein Fluss-Staubecken. Deshalb treten nordische Enten und Taucher auf dem See mehr sporadisch auf.

Stockente, *Anas p. platyrhynchos* L., Blässhuhn, *Fulcia a. atra* L., und Haubentaucher, *Podiceps c. cristatus* L., sind eigentliche Charaktervögel auf der Wasserfläche des Burgäschisees. Die Stockente ist seit 1944 (also nach der Absenkung) stark zurückgegangen. Früher brüteten 10 bis 12 Paare am See. 1947 konnten wir immer nur zwei Familien beobachten. Im Herbst

und Frühling, d. h. vor und nach dem Zufrieren, trifft man auf dem Wasser oft einige hundert Stockenten als Strich- und Zugvögel. Auch das Blässhuhn ist seit der Absenkung weniger zahlreich. 1947 wurden immerhin sechs Bruten festgestellt. Ein Nest befand sich auf der Südseite des Sees im Röhricht auf einem Seggenstock dicht am Ufer. Das Gelege wurde wegen ständiger Beunruhigung durch Seebesucher verlassen. In der Zugszeit befindet sich oft eine ansehnliche Zahl (bis 100 Stück) Blässhühner unter den Enten. Der Haubentaucher ist auch heute am Burgäschisee regelmässiger Brutvogel. Mit Vorliebe baut er sein Schwimmnest in der Bucht im Südwesten des Sees an möglichst ruhiger Stelle. Die vielen Weissfische (*Leuciscus rutilus* L.) sind für ihn eine willkommene Nahrung. Vor der Seetieferlegung war dieser lebhafte und elegante Taucher so zahlreich, dass 1941 der Burgsee-Verein beim solothurnischen Finanzdepartement das Gesuch um eine Abschussbewilligung für 25 Haubentaucher einreichte. Besonders von Fischern wurde behauptet, der Haubentaucher sei ein grosser Fischschädling. Das erwähnte Begehren hatte einen energischen Protest aus Natur- und Vogelschutzkreisen zur Folge. In seiner Antwort vom 9. September 1941 an den Burgsee-Verein lehnte das Finanzdepartement des Kantons Solothurn das Abschussgesuch ab. Die veränderten Verhältnisse seit 1943 haben es übrigens mit sich gebracht, dass der Haubentaucher heute am Burgäschisee nicht mehr so häufig anzutreffen ist. 1947 brüteten hier nur vier Paare.

Den Zwergtaucher, *Podiceps r. ruficollis* (Pallas), finden wir spärlich, jedoch regelmässig auf dem See. In der Zugszeit nimmt die Individuenzahl zu.

Dem grünfüssigen Teichhuhn, *Gallinula c. chloropus* L., sagt wohl das unruhige Treiben am See nicht besonders zu. Es ist zwar hier heute noch Brutvogel, aber entschieden seltener geworden. Am frühen Morgen sieht man gelegentlich das zierliche Hühnchen über die Seerosenblätter schreiten.

Der Fischreiher, *Ardea c. cinerea* L., brütet an der Aare bei Berken in mehreren Paaren. Er kommt regelmässig an den Burgäschisee und findet hier das ganze Jahr hindurch Nahrung. Im Winter liegt er auf dem angrenzenden Kulturland oft der Mäusejagd ob. Der schöne Vogel gehört zur Landschaft.

Die Zwergrohrdommel, *Ixobrychus m. minutus* L., ist heute am Burgäschisee ein seltener Gast. Am 14. September 1947

beobachteten wir ein Exemplar im Gebüsch am nordwestlichen Ufer. In Zeiten als es noch ruhiger war am See, brüteten hier regelmässig zwei bis drei Paare. Am nahen Inkwilersee kam 1947 eine Brut hoch.

Im Herbst vor völligem Eisverschluss und dann wieder Ende Februar, wenn die Eisdecke schmilzt, trifft man alljährlich unter den Stockenten einzelne Durchzügler. Von ihnen erwähnen wir: Knäkente, *Anas querquedula* L., Krikente, *Anas, c. crecca* L., Löffelente, *Spatula clypeate* L., Spiessente, *Anas a. acuta* L., Pfeifente, *Anas penelope* L., Tafelente *Nyroca f. ferina* L., Reiherente, *Nyroca fuligula*, Grosser Säger, *Mergus merganser* L. Natur- und Vogelschützer erreichten, dass die Jagd auf der ganzen Wasserfläche, sowie auf dem unmittelbar an den See grenzenden Landgürtel verboten wurde. Die genauen Begrenzungen dieser Bannzone sind in den Jagdverordnungen der Kantone Bern und Solothurn umschrieben. Die Jäger versuchen gewöhnlich am Abend beim Abfliegen der Enten vom See zum Schusse zu kommen. Der Erfolg ist jedoch gering, denn die Vögel steigen, wohl aus Ueberlegung, über der Wasserfläche steil auf und verlassen dann den See in beträchtlicher Höhe.

Lachmöven, *Larus r. ridibundus* L. juv. besuchen während den Sommermonaten den See regelmässig auf der Nahrungssuche. Ende Juli 1940 waren zirka 100 Stück einige Tage auf dem See.

Im Mai und Juni 1944 konnten Herr Dr. von Büren und ich während der Untersuchungen auf dem See drei Trauerseeschwalben, *Chlidonias n. nigra* L. beobachten. Wir bewunderten die prächtigen Flugspiele dieser gewandten Flieger, und auch 1946 beobachtete ich im Mai mehrmals über dem Wasser zwei Exemplare. Rauchschwalbe, *Hirundo r. rustica* L., Mehlschwalbe, *Delichon u. urbica* L., Uferschwalbe, *Riparia r. riparia* L., und die beiden Segler, Mauersegler, *Micropus a. apus* L. und Alpensegler, *Micropus m. melba* L. jagen von Zeit zu Zeit am See nach Insekten. Die Alpensegler gehören wahrscheinlich zu den Kolonien in Solothurn oder Langenthal.

Den Flussuferläufer, *Actitis hypoleucos* L. trifft man während der Zugszeit März/April und Juli bis November in einzelnen Exemplaren regelmässig am See.

Der Teichrohrsänger, *Acrocephalus s. scirpaceus* Hermann ist am Burgäschisee ziemlich häufig.

Der Drosselrohrsänger, *Acrocephalus a. arundinaceus* L., dieses vergrösserte Abbild des Teichrohrsängers, übertönt oft sogar mit seinem charakteristischen Gesang das Konzert der Frösche. 1947 wurde nur ein Paar festgestellt. Früher war der Drosselrohrsänger hier häufiger.

Der Sumpfrohrsänger, *Acrocephalus palustris* Bechst. ist wohl einer der besten Sänger, heute aber am Burgsee selten zu finden. Er liebte die grossen Schilfbestände am westlichen Ufer. Diese sind seit 1943 grösstenteils verschwunden, denn dort befindet sich jetzt Kulturland. Seither ist auch der Sumpfrohrsänger nicht mehr zu hören.

Der Rohrammer, *Emberiza s. schoeniclus* L. liebt ebenfalls als Aufenthaltsort den Schilfgürtel. Am Burgäschisee trifft man ihn gegenwärtig nicht häufig.

Es ist nicht abzustreiten, dass heute die Avi Fauna am Burgäschisee weniger arten- und individuenreich ist als früher. Die Ursache liegt in den völlig veränderten Verhältnissen, welche die moderne Zeit auch hier schuf. 1910 zählte man am Burgsee zwei Ruderboote, heute sind es deren 18 und dazu kommen jedes Jahr mehr Faltsboote. Die zahlreichen Bootbenützer bringen während des Sommers viel Unruhe auf den See, und so werden die Vögel überall gestört. Einst lag der idyllische, vom Wald umrahmte Moränensee, still und verträumt da. Oft sah man stundenlang an seinen Ufern kaum einen Menschen. Kurze Zeit nach dem ersten Weltkrieg kam das Strand- und Badeleben auf. Auch unser See erhielt sein Strandbad, und aus dem Lautsprecher ertönt heute Jazzmusik über das Wasser. Zudem treffen wir im Sommer, besonders während der Ferienzeit, an geeigneten Stellen Zeltlager. Auch zwei Wochenendhäuser wurden am nördlichen Ufer erstellt. Am 12. Mai 1942 hat nun allerdings der Regierungsrat des Kantons Solothurn zum Schutze des Seeufers und der Schilfbestände für das solothurnische Gebiet am Burgsee eine Bauverbotzone von 200 m Tiefe festgelegt. In Natur- und Vogelschutzkreisen war man ebenfalls von jeher bestrebt, den Auswüchsen gewisser neuzeitlicher Strömungen entgegenzuwirken. Unsere Erfolge wurden nicht selten in Frage gestellt, weil das Seegebiet in zwei Kantonen liegt. Um sich ein gewisses Mitspracherecht am See zu sichern, kauften die Abteilung Vogelschutz des Ornith. Vereins Herzogenbuchsee und die Ala, Schweiz. Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz, wenn

irgendwie möglich, Seerechte. Heute besitzen diese beiden Vereinigungen zusammen 298,23 a, das sind 18,592 % der solothurnischen Seefläche. Von 1933 bis 1943 hatte die Ala den bernischen Seeanteil mit dem angrenzenden Wald gepachtet und ein Brutreservat geschaffen. Auf der Wasserfläche wurde der südliche und südwestliche Seeteil durch Bojen und auf dem Wasser schwimmende Holzstangen abgescrankt. Der Erfolg war sehr erfreulich, denn die Sumpf- und Wasservögel nahmen sichtlich zu. Eine Folge des zweiten Weltkrieges war die Seeabsenkung im Jahre 1943. Dieser gewaltige Eingriff wirkte sich nun wieder sehr nachteilig auf die Avifauna am Burgsee aus. Die schwingenden Böden im Norden, Süden und Westen verschwanden, und man kann nun trockenen Fusses direkt am Uferand rings um den See gehen. Unter diesen Umständen musste das Brutreservat aufgegeben werden.

Dankbar werde ich mich immer der schönen Stunden erinnern, welche ich mit Herrn Dr. von Büren während dreier Jahre am Burgäschisee zubringen durfte.

Literaturverzeichnis

1. Ammann, Hans. Temporalvariationen einiger Planktonen in Oberbayerischen Seen. 1910—12. — Archiv f. Hydrobiologie 8 1913 (p. 289 bis 304) mit drei Textfig.
2. Arn, Hans. Die Melioration des Gebietes um den Burgäschisee und die See-Absenkung. — Tierwelt Nr. 11 1945 (12 Seiten 4 Fig.).
3. Baumberger, E. Kurze Darstellung der geologischen Geschichte des Geländes zwischen Emme und Oenz. — Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern aus dem Jahre 1910 (199—209).
4. Birge, E. A. The work of wind in warming a lake. — Transact. Wisc. Acad. 18. II. 1916.
5. Brehm, V. und Ruttner, F. Die Biocönoten der Lunzer Gewässer. — Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. XVI, 1926 (281—391).
6. Burckhardt, G. Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. — Revue suisse de Zoologie T. 7 1899 (354—713) avec Pl. 18—22.
7. Büren, G. von. Der Moosseedorfsee. Neue Beiträge zur Kenntnis seiner Physiographie und Biologie mit Einbezug des Kleinen Moosseedorfsees (Hofwilsee). — Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern aus dem Jahre 1942 1943 (81—217) mit Tabellen und Tafeln.

8. Cholodny, N. Die Eisenbakterien. Beiträge zu einer Monographie. — Pflanzenforschung, herausgg. v. R. Kolkwitz. H 4 Jena 1926 (162 S.) m. 22 Mikrophot. auf 4 Tafeln.
9. Favre, Jules. Contribution à l'histoire malacologique du lac de Burgäschi. — Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern N. F. 5. Band 1948 (35—41).
10. Forel, F. A. Le Léman, Monographie Limnologique 3 Vol. — Lausanne (F. Rouge) 1892—1901.
11. Frey, Oskar. Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. — Neue Denkschrift d. allgem. schweiz. Ges. f. d. gesamten Naturw. 41 Abh. 2. (341—525) 1907 mit 3 Taf. u. 2 Kart. im Text.
12. Gleib, J. von. Erwärmungskörper bei Wasserorganismen. — Zoolog. Jahrb. Abteil. Allgem. Zoologie u. Physiologie d. Tiere. 44 1928 (371 bis 398).
13. Jahrbuch des bernischen historischen Museums XXVI Jahrg. 1947 enthält auf p. 65—95, Tafel I u. II und Fig. 3—10 den Bericht über die Erforschung des Pfahlbaues von Seeberg-Burgäschi-Südwest. 1945/46 [Fundberichte und Auswertung.]
14. Jahrbuch für Solothurnische Geschichte 20 1947 enthält eine Monographie über den Pfahlbau Burgäschisee-Ost 136 S. mit vielen Taf. u. Abb.
15. Klut, H. Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. — Jul. Springer 1931 6. Aufl. (II + 180 S.) m. 40 Abb.
- 15a. Kühn, Heinrich, Die Büschelmücke als See-Lebewesen. — Leben und Umwelt, Naturw. Monatszeitschr. 4. Jahrg. Heft 10, 1948 (226—228) mit 3 Bildern.
16. Liniger, E. Die Odonaten des bernischen Mittellandes. — Mitt. d. Schweiz. Entomolog. Ges. VI, 5 1881 (215—230).
17. Minder, L. Ueber biogene Entkalkung im Zürichsee. — Verhandl. d. Intern. Vereinigung f. Limnologie. — Kiel 1922 (20—32).
18. Möller, Lotte. Hydrographische Arbeiten am Sakrower-See bei Potsdam. — Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde z. Berlin. Sonderband 1928 (533 bis 551) mit Fig.
19. Neuweiler, E. Die Prähistorischen Pflanzenreste Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Funde. — Vierteljahrschrift d. Naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 50 1905 (25—132).
20. Nussbaum, F. Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers von Wangen a. A. — Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern aus d. Jahre 1910 (141—168).
21. Ohle, W. Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen. — Archiv f. Hydrobiologie 26 1933 (386—464), (584—658) mit vielen Tab.
22. Penard, Eugène. Faune Rhizopodique du Bassin du Léman. — Genève (Kündig) 1902 avec nombreuses fig. d. le texte.
23. Probst, R. Die Moorflora der Umgebung des Burgäschisees. — Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern aus d. Jahre 1910 (210—228).
24. Reissek. Vegetationsgeschichte des Rohrs an der Donau in Oesterreich und Ungarn. — Verhandl. d. Zoolog. Ges. in Wien IX 1859 (55—74).

25. Rivier, Odette. Recherches Hydrobiologique sur le Lac du Morat. — Bull. d. la Soc. neuchâteloise d. Sc. natur. **61** 1936 (125—181) avec 16 graph. 5 fig. dans le texte et 2 hors texte.
26. Rytz, W. Ueber die Früchte und Samen aus dem Pfahlbau Burgäschisüdwest. (Ausgrabungen vom Herbst 1945 und 1946). — Jahrb. d. bern. hist. Museums i. Bern. Jahrg. **XXVI** 1946 1947 (86—92).
27. Schickendantz, G. Temperaturen und Sauerstoff im Sakrower-See. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie **3** 1910 (84—92).
28. Schreyer, O. Die Rotatorien der Umgebung von Bern. — Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie und Hydrographie. **IX** 1921, 107 S. mit 2 Taf.
29. Schweizerisches Lebensmittelbuch. 4. Aufl. 1937.
30. Stingelin, Th. Die Cladoceren im Burgäschisee. — Festschrift Tschokke. Basel (Kober) 1921 Nr. **19** (17 S.).
31. Strasburger, Ed. Ein Beitrag zur Kenntnis von *Ceratophyllum submersum* und phylogenetische Erörterungen. — Jahrb. f. wiss. Botanik **37** 1902 (477—526) Tafel IX—XI.
32. Thienemann, A. Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. — Verhandl. d. Naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens **70**. Jahrg. 1913 (1914) (247—302) mit Tab. Kurventafeln.
33. Walter, Charles. Die Hydracarina der Schweiz. — Revue suisse de Zool. T. **15** 1907 (401—573) Tafel 59—62.
34. Welten, Max. Pollenanalytisch-stratigraphische Untersuchungen und chronologische Bestimmungen am Burgäschisee. In: Pinösch, Der Pfahlbau Burgäschisee-Ost. — Jahrb. f. Solothurnische Geschichte. **20** 1947 Anhang Welten (116—132) mit 7 Fig.
35. Woldstedt, Paul. Probleme der Seenbildung in Norddeutschland. — Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. **1926** (103—124).
36. Wolff, Wilh. Die Entstehung der mecklenburgischen Seenplatte. — Der Naturforscher **1** Heft 9 1924 (397—402) mit 3 Fig.

Kartenmaterial.

- Topographischer Atlas der Schweiz: Blatt 127, Aeschi 1 : 25 000 1938 und Blatt 129, Koppigen 1 : 25 000 1938.
- Spezialkarte des Jura: Blatt IV 1 : 50 000. Herausgegeben v. Schweiz. Juraverein. Geogr. Verlag Kümmerly & Frey, Bern.

Inhaltsangabe

Vorwort	1
Physiographische Verhältnisse	
Lage, Morphometrie und Genesis des Burgäschisees	2
Besitzesverhältnisse (von Fr. Gygax bearbeitet)	6
Wasserhaushalt des Sees nebst einigen Bemerkungen über seine Spiegelabsenkung im Sommer 1943	8
Sichttiefe und Farbe des Seewassers	10
Thermik: Temperaturen der Seetiefe, Temperatursprungschicht und Eisverhältnisse	14
Chemismus: Trocken- und Glührückstand, Glühverlust, Oxydabilität, Alkalinität, Wasserstoffionen-Konzentration, Sauerstoff, Kieselsäure, Eisen und Ammoniak	28
Biologische Verhältnisse	
Das Plankton, nebst Bemerkungen zur Morphologie und Biologie seiner Komponenten	44
Phytoplankton	44
Zooplankton	53
Die Mikrophyten.	
Aufwuchs	57
Die Organismen der „Fladen“ und des Grundschlammes	59
Die Natur des Grundschlammes	60
Die Vegetation des Burgäschisees und seiner Uferzone mit Bemerkungen über die Auswirkung der Melioration	62
Faunistische Beobachtungen.	
Zusammenstellung bisheriger faunistischer Untersuchungen	73
Die Fische, von Fr. Gygax bearbeitet	74
Die Vögel, von Fr. Gygax bearbeitet	76
Literaturverzeichnis	80
Kartenmaterial	82

