© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Zur limnologischen Erforschung des Zellersees in Salzburg

(2. Mitteilung)

Reinhard Liepolt

Die seit dem Jahre 1953 laufenden limnologischen Untersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung am Zellersee (1) erbrachten deutliche Anzeichen einer starken Eutrophierung, deren Hauptursache in der Einleitung der nährstoffreichen Abwässer der immer größer werdenden Stadtgemeinde Zell am See und ihrer Randsiedlungen erkannt wurde. Aus diesem Grunde und aus hygienischen Erwägungen haben sich daher die zuständigen Stellen entschlossen, den größten Teil dieser Abwässer nach vollbiologischer Reinigung nicht mehr in den See, sondern in die nährstoffarme Salzach zu leiten.

Der etappenweise Ausbau der Kanalisation wurde bereits im wesentlichen bis Ende 1958 fertiggestellt und die vielen Einzeleinläufe der Abwässer abgefangen. Mangels einer Kläranlage werden jedoch die Gesamtabwässer derzeit noch immer in den See eingeleitet. Die Kanalmündung befindet sich am südlichen Ortsausgang in Zell am See, uferwärts in 2 m Tiefe.

Der Bau der Kläranlage soll noch 1959 in Angriff genommen werden, so daß Ende 1960 mit der Umleitung der gereinigten Abwässer zur Salzach gerechnet werden kann. Auch für den Ortsteil Thumersbach wird eine mechanische und biologische Kläranlage projektiert. Nach Fertigstellung der Abwasseranlagen werden etwa 90 Prozent der derzeit den Zellersee verunreinigenden Abwässer von 6500 Einwohnern dem See ferngehalten und damit die alljährliche Überdüngung. Es ist daher das Ziel der gegenwärtigen limnologischen Untersuchungen, die charakteristischen Eigenschaften des Sees möglichst noch vor dieser Ableitung zu erforschen, um nach der Sanierung eine gute Vergleichsbasis zu besitzen.

Die weiteren Ergebnisse dieser laufenden Untersuchungen lassen es begründet erscheinen, im folgenden hierüber zu berichten:

Die Probenentnahmen erfolgten wie bisher vorwiegend in der Seemitte bei der Meßboje über der größten Tiefe von 68,4 m. Die Forschungsarbeiten fanden weiterhin ihre große Unterstützung bei Schulrat Josef Eder und seitens der Stadtgemeinde Zell am See, denen auch an dieser Stelle bestens gedankt wird. Ebenso soll hier allen Mitarbeitern der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, die sich um das

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Zustandekommen dieser Forschungsarbeiten besonders bemühten, Dank und Anerkennung ausgesprochen werden.

A. Hydrographie

Um Beziehungen der Seewassererneuerung zu den Niederschlägen und ihrer jahreszeitlichen Verteilung zu finden, sei, mangels anderer Aufzeichnungen über Zulauf- und Ablaufmengen, die folgende Aufstellung (Tab. 1) der Monatsmittelwerte der Niederschläge für die Jahre 1954 bis 1958 gebracht (2).

Aus Tabelle 1 ergibt sich, daß die Hauptniederschläge in den Sommermonaten erfolgen und die Minimawerte vorwiegend im Winter registriert werden. Die jährlichen Gesamtniederschläge schwankten zwischen 1032 mm und 1535 mm, d. s. 100 Prozent bzw. 149 Prozent des 50jährigen Mittels.

Entsprechend korrespondieren auch die Wasserstände des Zellersees (siehe Tab. 2).

In diesem Zeitraum schwankten die jahresdurchschnittlichen Wasserstände von 168 bis 193 cm (Normalpegelstand 173 cm). Das niederschlagsreichste Jahr mit dem höchsten Wasserstand (314 cm) war 1954, während 1958 den niedersten Pegelstand in dieser Jahresreihe aufwies. Die Haupterneuerung des Seewassers erfolgt im Sommer. Dies ist auch die Zeit des Fremdenverkehrs und damit der Hauptzufuhr von Nährstoffen, die sich allerdings — je nach dem spezifischen Gewicht der Abwässer — in die korrespondierende Seetiefe, in der wärmeren Zeit jedenfalls unterhalb des Epilimnions, einschichten. Dadurch nehmen sie kaum an dem sommerlichen Wechsel der oberflächlich ablaufenden, höher temperierten Wasserschichte teil.

Hydrographie

a) Durchsichtigkeit

Über die Variation der Sichttiefe, die mit einer Seccischeibe gemessen wurde, liegen für die Jahre 1954—1958 die in Tab. 3 angegebenen Werte vor (siehe auch Abb. 1).

Am 23. November 1958 wurde die größte, bisher beobachtete Sichttiefe von 5,7 m festgestellt. Auch der 5-m-Wert wurde erst einmal, und zwar am 12. Februar 1955 registriert. Ansonsten lagen die Sichttiefen in der Regel zwischen 1,5 und 3,5 m, wobei die geringsten Werte zumeist Mitte Mai verzeichnet wurden. Der verhältnismäßig unregelmäßige Kurvenverlauf steht in direktem Zusammenhang mit der schwankenden Phytoplanktonentwicklung in den obersten Meterschichten, wobei die geringere Durchsichtigkeit ihre Ursache nicht allein in der Vermehrung pflanzlicher Zellen,

Zeit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr mm	%	Tages-max.	Tag
1954	158	11	43	74	143	174	355	135	100	132	40	170	1535	149	82,6	8. 7.
1955	16	86	15	114	130	165	229	165	110	43	23	78	1174	114	49,0	13. 8.
1956	64	17	143	40	93	204	118	213	106	166	45	45	1254	122	44,9	12. 9.
1957	47	93	32	84	83	128	192	185	106	23	37	22	1032	100	41,3	24. 2.
1958	89	78	33	39	34	224	131	118	102	199	62	66	1175	114	41,8	22. 6.

Tab. 1. Monats- und Jahressummen und Tagesmaxima der Niederschläge in Zell am See in Millimetern.

Zeit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	Tag	Tages-min.	Tag	Tages-max.
1954	179	177	198	196	192	223	278	214	172	171	165	154	193	22. 12.	150	14. 7.	314
1955	164	159	150	197	220	231	233	224	181	157	143	139	183	25. 12.	137	23. 6.	253
1956	139	137	167	184	184	229	208	208	216	169	154	153	179	2. 3.	135	27. 8.	258
1957	146	145	163	180	179	222	255	249	218	166	145	138	184	31. 12.	134	26. 8.	275
1958	136	141	146	164	191	181	190	180	160	170	188	181	168	1.	133	16. 5.	211

Tab. 2. Durchschnittliche Pegelstände mit Angabe der Höchst- und Niederstwerte.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Beobachtung Monat	Tag	1954 m	1954 Bewölk. %	1955 m	1955 Bewölk. %	1956 m	1956 Bewölk. %	1957 m	1957 Bewölk. %	1958 m	1958 Bewölk. %
I	30.					3,5	10/10				
	31.			5,0	0/10						
II	9.									3,8	5/10
	26.							3,0	10/10		
III	15.					3,0	5/10				
IV	11.	4,0	1/10								
	27.									3,0	10/10
V	7.							2,5	0/10		
	8.			1,5	8/10						
	9.	3,0	9/10								
	13.					1,5	10/10				
VI	10.					2,0	10/10				
	15.									2,5	0/10
	26.			3,0	5/10						
	27.	3,0	2/10								
VII	13.									1,5	0/10
	24.			2,0	5/10						
	29.					3,5	0/10				
IX	2.							3,0	10/10		
	18.			2,0	10/10						
	24.	3,5	0/10								
X	5.									1,8	10/10
	23.			2,0	10/10						
	24.	2,5	10/10								
	28.					2,0	10/10				
XI	20.			2,5	10/10						
	23.									5,7	10/10
	24. 10 h							2,5	10/10		
	24. 12 h										
XII	8.	3,0	10/10								
	14.									5,4	10/10
	16.					3,0	3/10				
	18.			4,0	10/10						

Tab. 3. Sichttiefen 1954—1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

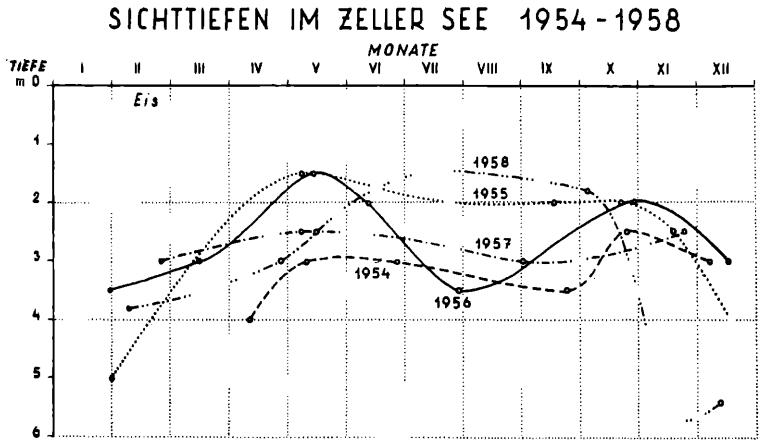

Abb. 1.

sondern auch in der durch die biogene Entkalkung hervorgerufenen Tri bung findet. Bei nicht im Bootschatten festgestellten Sichttiefen konnte bei Sonnenlicht um 1 bis 2 m höhere Werte gefunden werden.

b) Lichtdurchlässigkeit

Am 27. März 1958, 12 Uhr, wurde bei sonnigem Wetter mit dem Stral lungsmeßgerät nach Eckel, in Wiederholung der Messung vom 19. Fe bruar 1955, die Lichtdurchlässigkeit unter Eis festgestellt. Hierbei wurc ein so klein wie möglich gehaltenes ovales Loch geschlagen und durc dieses der Meßapparat unter die Eisdecke eingeschoben. Es bestand au 8 cm Klareis und 28 cm Schneeeis. Auf ihm lagen 10 cm unberührter Al schnee. Da der See im Mittel 77 Tage (max. 116) unter Eisbedeckun liegt, interessierte ganz besonders, welche Strahlung dem Phytoplankton i dieser Zeit zur Verfügung steht.

Die spektrale Lichtdurchlässigkeit des Eises wurde so bestimmt, da das Filter an die Unterseite des Eises, 1 m vom Lochrand einwärts, an gedrückt wurde. Die folgenden Transmissionen sind Mittelwerte aus dr Messungen. Die auf die Eisoberfläche auffallende Strahlung wurde gleic 100 gesetzt (Tab. 4).

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Filter	Wellenlänge mμ	mittlere Transmission %
RG 5	700	16,9
RG 2	660	18,2
OG 2 + BG 18	590	28,3
VG 9	525	29,2
BG 12	435	19,8
ohne	—	18,7

Tab. 4. Die spektrale Lichtdurchlässigkeit einer mit 10 cm Altschnee bedeckten, 36 cm starken Eisschichte des Zellersees am 28. März 1958, 12 Uhr.

Setzt man diese Werte in Vergleich mit der spektralen Lichtdurchlässigkeit einer Wasserschichte von 1 m Höhe, so ergibt sich die in Abb. 2 gezeigte Darstellung.

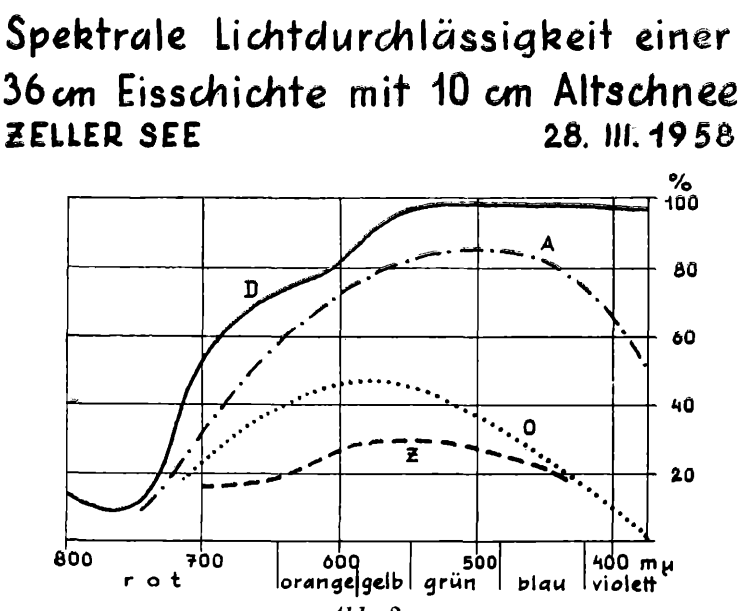

Abb. 2.

D destilliertes Wasser nach James *O Lunzer Obersee nach Sauberer*
A Achensee *Z Eisschichte des Zellersees*

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die maximale Durchlässigkeit unter Eis lag demnach zwischen den Wellenlängen 500—600 mμ, also im grüngelben Bereich. Sie erreichte nicht ganz den Transmissionswert von 30 Prozent. Durch das Eis gehen

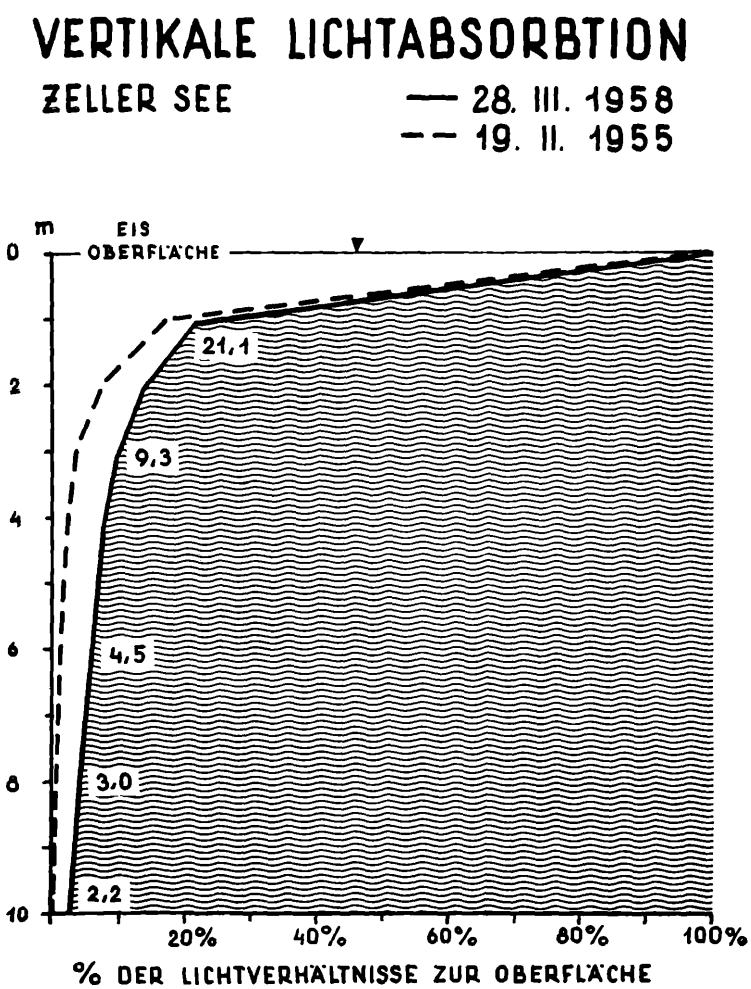

Abb. 3. Vertikale Lichtabsorption in 0—10 m Tiefe im Zellersee unter 36 cm Eis und 10 cm Altschnee am 28. März 1958 bei Sonne, im Vergleich mit der Messung am 19. Februar 1955.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

aber auch noch Strahlen aus dem roten und dem blauen Bereich. Die das Eis durchdringende Strahlung ist in ihrem Verlauf ähnlich jener vom Lunzer Obersee und Attersee (3).

Die in der Schichte 0—10 m festgestellte Lichtabsorption wurde ohne Filter gemessen und die Werte in Vergleich mit den Ergebnissen aus dem Jahre 1955 gesetzt. Die Extinktion betrug am 28. März 1958 in der 1-m-Oberflächenschichte unter Eis nur etwa 79 % gegenüber 83 % am 19. Februar 1955 (siehe Abb. 3).

c) *Temperaturen*

Die bisher von der Bundesanstalt gemessenen Temperaturen über der größten Tiefe des Zellersees (Boje) wurden für die Jahre 1954—1958 * tabellarisch zusammengestellt (Tab. 5—9) und graphisch wiedergegeben (Abb. 4—7). Ebenso wurden in Tabelle 10 für die letzten fünf Jahre die Monats- und Jahresmittel der Wassertemperaturen an der Oberfläche mit Bezeichnung der Höchstwerte angeführt.

Eine sehr schnelle und auf 0,01° C genaue Temperaturlotung erfolgte mit dem Thermistorgerät „Modell Kaisermühlen TE" (4) am 27. März 1958 in der obersten 20-m-Schichte vom Eis aus (siehe Abb. 8).

Die höchsten Oberflächentemperaturen in den Beobachtungsjahren schwanken zwischen 21,2° und 27,4°. Die Erwärmung nach der Eisschmelze im April geht sehr schnell vor sich. Die Homothermie wurde zum Beispiel 1954 schon Mitte April erreicht, obwohl erst am 11. April der See völlig eisfrei wurde. Der Temperaturausgleich in allen Schichten tritt bei 4,1° bis 4,4° C ein.

Die bisher beobachteten Temperaturen in der größten Tiefe schwanken zwischen 4,0—4,7° C, im Jahresablauf aber nur um 0,3—0,5°. Der im Jahre 1953 am 30. Juni beobachtete Wert von 3,9° über Grund wurde nie mehr festgestellt.

Eine Temperaturinversion in der Tiefe unter 50—60 m konnte bisher nur nach der Dezemberdurchmischung beobachtet werden, nicht aber nach der Frühjahrshomothermie. Der Zellersee trägt daher nur im Winter dieses Kennzeichen der Meromixie.

Vom Dezember bis April herrscht alljährlich die typische Winterinversion, die von der Oberfläche bis zu 60 m reichen kann. Wie schon früher beobachtet, findet sich in der obersten 2-m-Schicht unter Eis eine scharf ausgeprägte Sprungschichte. Die im Eisloch gemessenen Werte schwankten zumeist zwischen 0,2 und 0,6°. Die Schmelztemperatur von 0° konnte weder mit dem Kippthermometer noch mit dem Thermistorgerät festgestellt werden.

* Temperaturverlauf 1956 siehe (1) S. 16.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	0 C									
	28.2. Eis	6.3. Eis	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0	0,25	0,2	3,86	7,1	20,3	18,5	17,6	15,1	10,5	4,7
1	1,9	—	—	7,0	—	—	—	15,1	—	—
2	2,7	—	—	6,9	—	—	—	—	—	—
5	2,9	2,8	3,8	6,8	14,7	13,0	16,6	15,1	10,5	4,7
7	—	—	—	—	—	—	—	15,1	10,5	—
8,5	—	—	—	—	—	—	—	12,6	—	—
10	3,15	3,1	3,8	6,1	8,3	10,6	10,6	9,9	10,4	4,7
13	—	—	—	—	—	—	—	7,5	—	—
15	—	—	—	—	—	—	6,4	6,9	6,8	—
20	3,9	3,7	3,8	5,2	5,3	5,5	5,5	5,1	5,1	4,7
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,7
30	4,0	—	—	4,2	4,4	5,4	4,6	4,6	4,6	4,5
40	4,0	3,8	3,8	4,2	4,2	4,4	4,8	4,3	4,5	4,4
50	4,1	3,9	3,9	4,1	4,2	4,3	4,6	4,3	4,3	4,4
55	—	4,0	4,0	4,1	4,1	—	—	—	—	—
60	4,3	4,0	4,1	4,1	4,2	4,4	4,6	4,3	4,3	4,3
65	4,3	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3	4,6	4,3	4,3	4,2
67	—	4,1	4,2	—	—	—	4,6	—	—	—
68	4,35	—	—	4,1	4,2	—	—	4,3	—	4,2
69	—	—	—	—	—	4,3	—	—	—	—
Grund m	68,5	68,6	68,7	68,5	69,0	69,3	68,7	68,3	68,1	68,2

Tab. 5. Wassertemperaturen im Zellersee 1954.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	0 C									
	4.1. Eis	31.1. Eis	17.2. Eis	8.5.	26.6.	24.7.	18.9.	23.10.	20.11.	19.12.
0	2,2	0,6	0,2	9,2	18,8	19,7	15,0	10,8	6,5	4,0
1	—	1,0	1,9	8,4	—	—	15,1	—	6,55	—
1,5	—	—	—	—	18,4	19,7	—	—	—	—
2	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	2,2	—	—	15,6	19,8	—	10,8	—	4,1
4	—	—	—	—	—	18,0	—	—	—	—
5	2,6	2,4	2,5	6,2	14,2	16,4	14,6	10,8	6,55	4,1
6,5	—	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—	12,4	—	10,8	—	—
7,5	—	—	—	—	—	—	13,4	—	—	—
8	—	—	—	5,1	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	10,5	—	—	—
10	3,3	2,9	3,0	4,8	9,2	9,3	9,7	10,8	6,55	4,05
12	—	—	—	—	—	—	—	7,4	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	6,5	—	—
15	—	—	—	—	5,8	6,1	4,9	5,5	6,5	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	5,4	—
20	3,7	3,1	3,6	4,5	4,7	4,6	4,7	4,8	4,8	4,1
30	3,7	3,7	—	4,4	4,4	4,4	4,7	4,6	4,6	4,1
40	3,8	3,8	4,0	4,3	4,3	4,3	4,8	4,6	4,6	4,1
50	3,8	3,8	3,9	4,3	4,3	4,2	4,6	4,6	4,6	4,1
60	3,9	3,9	3,9	4,3	4,2	4,3	4,6	4,6	4,6	4,1
65	4,0	3,9	4,1	4,2	4,2	4,5	—	4,6	4,6	4,1
66	—	—	4,1	—	—	—	—	—	—	—
68	4,0	4,1	—	—	—	—	—	4,6	—	4,5
68,4	—	—	—	4,2	—	—	—	—	4,5	—
68,5	—	—	—	—	4,2	4,3	—	—	—	—
Grund m	68,2	68,4	68,2	69,0	69,1	69,1	—	68,2	68,1	68,1

Tab. 6. Wassertemperaturen im Zellersee 1955.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

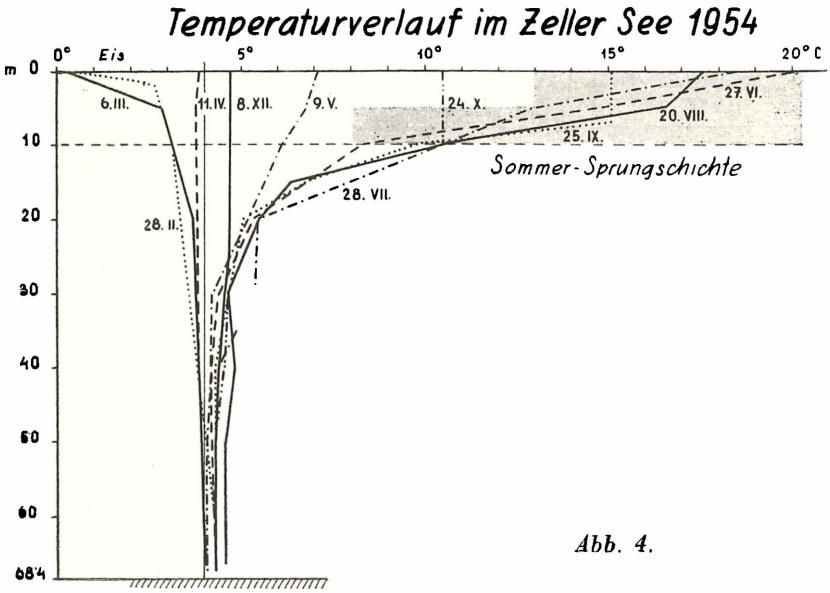

Abb. 4.

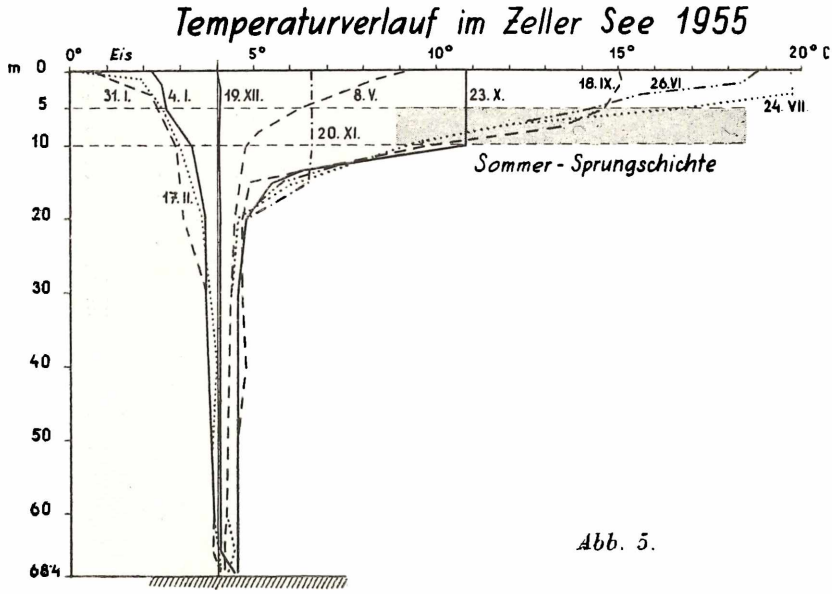

Abb. 5.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	0 C						
	30.1. Eis	15.3. Eis	13.5.	10.6.	29.7.	28.10.	16.12.
0	1,5	0,7	9,5	14,1	19,5	10,5	4,1
1	—	2,3	—	14,1	19,5	10,6	4,13
3	—	—	9,3	14,1	19,0	10,6	—
5	—	3,1	7,8	13,6	16,7	10,6	4,2
7	—	—	6,9	10,9	12,9	10,6	—
10	3,3	3,5	5,9	7,2	9,7	10,6	4,23
15	—	—	5,3	5,4	6,4	7,3	—
20	3,7	3,7	4,7	5,0	5,0	5,3	4,3
30	3,9	3,6	4,4	4,5	4,5	4,6	4,3
40	—	3,6	4,3	4,4	4,4	4,6	4,23
50	3,7	3,55	4,3	4,4	4,3	4,5	4,23
60	3,8	3,6	4,3	4,3	4,4	4,4	4,23
65	4,3	3,9	4,2	4,3	4,4	4,4	4,4
67	4,5	4,4	—	4,3	4,4	4,4	4,4
Grund m	68,1	68,3	68,5	68,9	68,6	68,3	68,2

Tab. 7 Wassertemperatur im Zellersee 1956.

Die Sommersprungschichte prägte sich erst Mitte Juni aus. Sie bildet sich an der Oberfläche, sinkt dann aber auf 5—10 m. 1958 reichte sie noch am 13. VII. bis 3 m herauf. Im September wandert die Sprungschichte in die Tiefe von 10—15 m, um sich schließlich Ende Oktober aufzulösen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	°C			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	0,8	8,4	15,6	6,8
1	2,1	8,4	15,6	—
5	2,1	8,4	15,1	6,8
7	—	—	14,9	—
8	—	8,2	—	—
10	2,1	7,9	13,0	6,8
13	—	7,0	—	—
15	—	5,7	6,8	6,8
17	—	—	—	6,8
18	—	—	—	5,9
20	2,9	4,9	5,0	5,4
25	—	—	—	4,7
30	3,8	4,3	4,4	4,3
40	3,9	4,1	4,2	4,3
50	3,9	4,0	4,2	4,2
60	4,1	4,0	4,2	4,2
65	4,4	4,1	4,2	4,2
68	4,4	4,1	4,2	4,2
Grund m	68,2	68,5	69,2	68,1

Tab. 8. Wassertemperatur im Zellersee 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

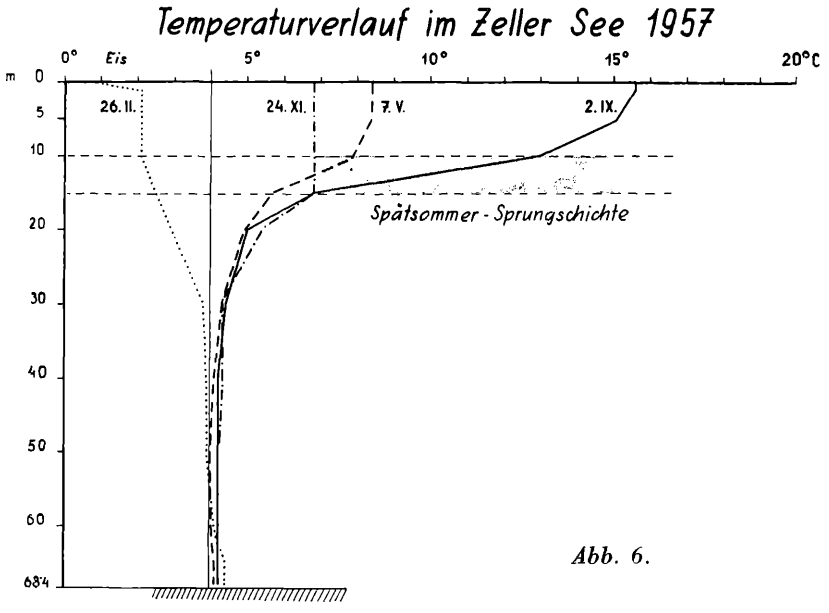

Abb. 6.

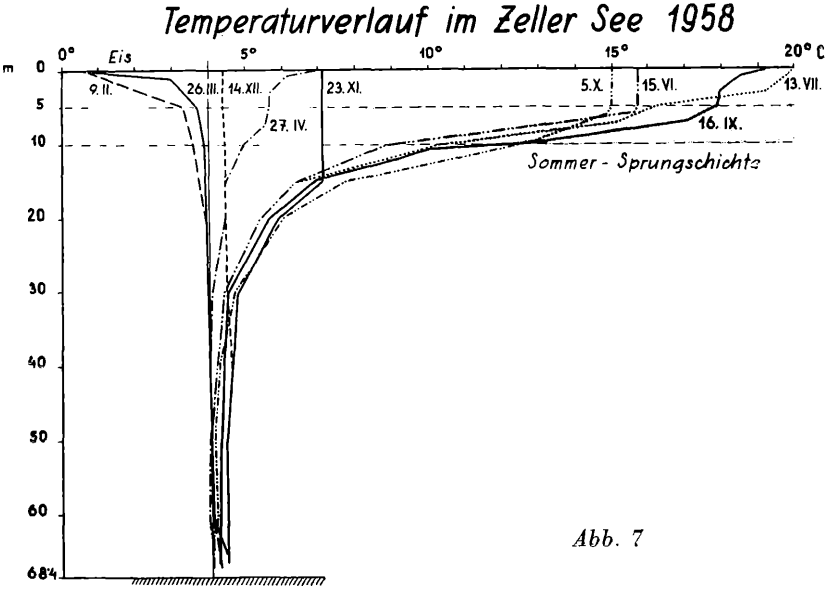

Abb. 7

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

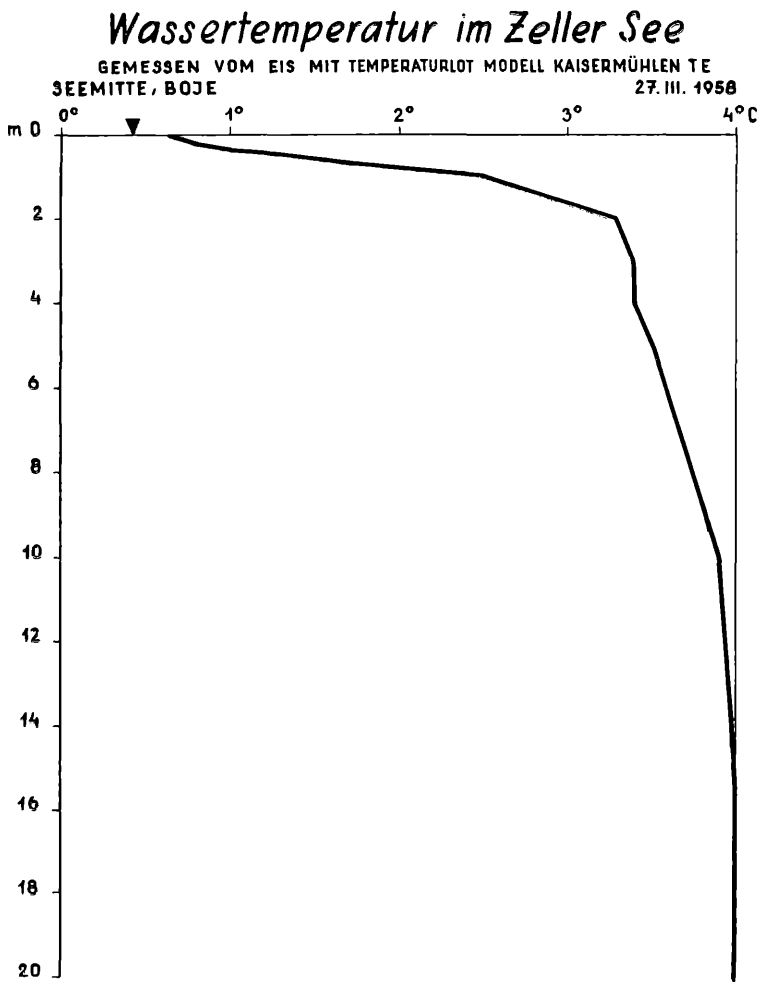

Abb. 8.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	0 C								
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	16.9.	5.10.	23.11.	14.12.
0	0,5	0,4	6,9	15,7	19,9	19,2	15,0	7,1	4,4
1	—	2,9	6,1	15,7	19,9	18,6	15,0	7,1	4,4
3	—	—	5,7	15,7	19,2	18,0	15,0	—	—
4	—	—	—	—	—	18,0	—	—	—
5	3,3	3,7	5,7	15,7	16,3	17,9	15,0	7,1	4,4
6	—	—	—	15,6	—	17,6	—	—	—
7	—	—	5,6	13,7	15,2	17,2	14,9	—	—
8	—	—	—	—	—	15,5	14,7	—	—
8,5	—	—	—	—	—	14,8	—	—	—
9	—	—	—	10,0	—	13,7	—	—	—
10	3,6	3,9	5,0	8,9	10,3	11,8	12,8	7,1	4,45
12	—	—	—	—	—	9,2	—	—	—
13	—	—	—	—	8,0	8,4	—	—	—
15	—	—	4,5	6,4	6,5	7,0	7,7	7,1	4,45
20	3,9	—	4,4	5,4	5,4	5,6	6,0	5,9	4,45
25	—	—	—	—	—	4,8	—	—	—
30	3,9	—	4,1	4,4	4,5	4,5	4,7	4,8	4,5
40	4,0	4,0	4,0	4,2	4,3	4,4	4,3	4,6	4,6
50	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,3	4,2	4,5	4,5
60	4,2	4,1	4,0	4,1	4,1	4,2	4,3	4,5	4,45
65	4,2	4,4	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2	4,5	4,45
66,5	4,2	—	—	—	—	—	—	—	4,45
67,5	—	—	4,2	4,1	—	—	4,2	—	—
68	4,2	—	4,1	—	4,1	4,2	—	4,5	—
Grund m	68,0	68,1	68,4	68,4	68,6	68,2	68,3	68,5	68,3

Tab. 9. Wassertemperatur im Zellersee 1958.

Zeit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	Höchste Wassertemperatur Tag	Höchste Wassertemperatur ° C
1954	0,7	0,2	0,5	(4,4)	9,7	16,8	16,2	17,6	17,1	11,5	7,7	4,4	8,9	6.8.	23,6
1955	1,0	0,3	0,8	(3,9)	10,6	15,6	18,7	17,7	16,8	12,1	7,3	4,2	9,1	20.7.	21,2
1956	0,9	0,2	(0,8)	4,6	10,6	15,3	18,2	18,8	16,7	12,8	6,8	3,7	9,1	29.7.	23,3
1957	0	0	(0,8)	6,3	11,3	16,7	19,7	18,3	15,1	12,1	8,6	4,1	9,5	8.7.	27,4
1958	0	0	0	nicht gemessen	12,6	17,7	20,0	20,2	18,4	13,1	7,8	4,5	—		

Tab. 10. Monats- und Jahresmittel der Wassertemperatur an der Oberfläche des Zellersees mit Höchstwerten in ° C

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

d) Hydrochemie

Sauerstoff

Der Zellersee wies sowie im Zeitraum 1953—56 auch in den beiden folgenden Jahren extreme Sauerstoffverhältnisse auf.

Die Übersättigung der obersten 5-m-Schichte beginnt etwa Mitte Juni und reicht bis Mitte Oktober. Der Höchstwert am 15. Juni 1958 betrug in 0 m 136%, am 10. Juni 1956 137%. Beide Messungen erfolgten zwischen 7 und 8 Uhr früh bei wolkenlosem Himmel. Die O_2-Übersättigung tritt zeitweise auch in 10 m Tiefe auf.

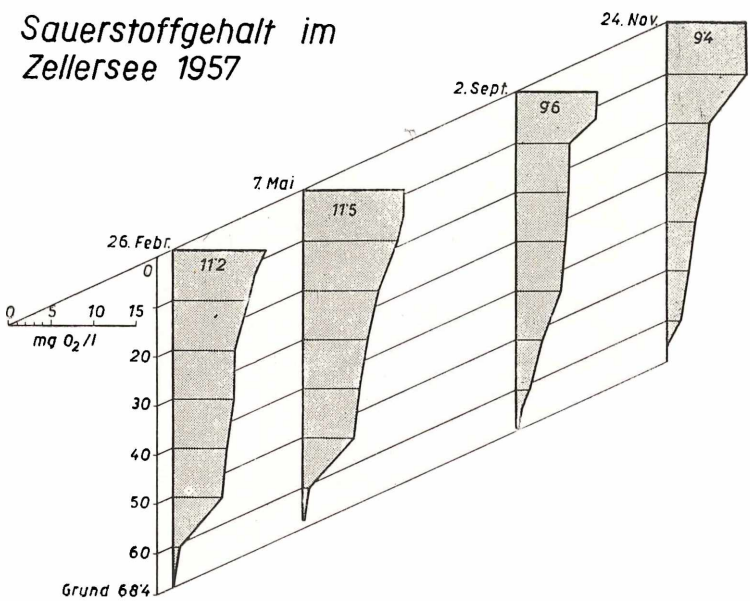

Abb. 9.

Die Sauerstoffdefizite nahmen 1957 und 1958 gegen die Seetiefe schnell zu. Je nach der Jahreszeit betragen sie zwischen 20 und 40 m nur mehr 50 % Sättigung. In 50 m sank das Defizit zeitweise bereits auf 3 % und in 52 m auf null.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l								
	28.2.	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	24.10.	8.12.
0	10,7	11,2	6,1	9,8	9,8	11,2	10,3	10,2	9,0
5	7,6	7,9	6,5	9,3	9,7	9,4	10,1	—	9,0
10	6,3	6,3	5,8	8,4	9,0	8,3	7,0	—	9,0
15	—	—	—	—	—	—	5,7	—	—
20	—	4,7	5,6	7,2	5,9	5,5	4,7	—	8,8
30	—	—	—	5,0	4,5	4,2	3,7	—	1,4
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	3,3	3,3	4,9	4,6	3,1	3,7	1,1	—	0,8
45	—	3,2	—	—	—	—	—	—	—
50	0,3	3,1	1,2	2,5	2,2	2,5	0,2	—	0,3
53,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	< 0,1	0,3	0,4	0,2	—	—	—	—
60	—	< 0,1	0,4	0,3	0,3	0,8	0,2	—	0,1
64	—	—	—	—	—	0,8	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—		—	—
66	—	< 0,1	< 0,1	—	0,2	—	—	—	—
67	—	—	—	0,7	—	—		—	—
68	—	—	< 0,1	—	—	0,7	—	—	—
Grund m	68,5	68,6	68,7	68,5	69,0	69,3	68,7	68,1	68,2

Tab. 11. O_2-Gehalt 1954

Tiefe m	mg/l										
	4.1.	31.1.	17.2.	21.4.	8.5.	26.6.	24.7.	18.9.	23.10.	20.11.	19.12.
0	7,7	11,0	9,2	6,6	9,4	10,2	10,6	10,1	10,1	10,1	6,6
5	—	7,4	7,8	6,4	8,2	12,5	10,3	9,9	10,1	9,9	6,3
10	6,3	6,3	6,2	6,8	7,2	10,8	8,7	5,3	10,1	9,8	6,6
20	5,9	5,6	5,3	—	6,6	6,2	5,9	4,2	4,1	3,3	6,5
30	5,9	5,3	—	—	6,4	6,0	5,9	3,8	3,5	3,0	6,4
40	5,7	4,9	4,1	6,7	6,3	6,0	5,8	4,4	3,4	2,7	6,5
50	4,9	4,6	3,6	—	6.1	5,5	5,3	3,5	3,0	2,5	6,2
59	—	—	—	7,1	—	—	—	—	—	—	—
60	4,1	2,9	3,6	—	6,1	5,0	3,0	2,8	0,6	1,2	6,2
63,9	3,2	3,5	—	—	5.9	1,7	—	—	0,4	0,3	6,1
64	—	—	—	—	5,9	1,7	—	—	—	—	—
65	—	3,5	0,4	—	—	—	3,3	0,4	—	—	6,1
65,4	3,6	0,8	0,4	—	—	—	3,3	—	0,0	—	—
66	—	—	—	—	—	—	—	2,8	0,4	0,3	—
67	3,2	—	0,3	—	—	0,1	0,1	—	—	—	—
68	3,6	0,8	—	—	—	—	—	—	Spuren	—	—
Grund m	68,4	68,4	67,6	59,0	69,0	68,4	68,4	62,9	68,4	68,4	68,4

Tab. 12. O_2-Gehalt 1955

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l						
	30.1.	15.3.	13.5.	10.6.	29.7.	28.10.	16.12.
0	9,9	9,3	10,9	14,2	9,8	10,3	7,7
5	—	7,7	10,0	14,5	10,2	10,3	7,5
10	7,3	7,0	9,1	13.0	9,7	10,3	7,3
20	6,9	5,9	7,7	7,6	7,0	5,5	6,9
30	6,2	5,9	7,2	7,0	6,5	5,4	6,9
40	—	5,9	6,9	6,6	6,2	4,7	7,1
50	6,5	6,0	6,6	6,1	5,6	4,5	7,1
60	5,5	4,6	5,7	4,2	4,0	0,3	6,6
64	—	—	4,5	—	—	—	—
65	0,2	0,5	3,5	2,1	0,8	0,0	0,1
67	0,0	0,0	—	0,3	0,3	0,0	0,0
Grund m	68,1	68,3	68,5	68,9	68,6	68,3	68,2

Tab. 13. O_2-Gehalt 1956

Tiefe m	mg/l			
	26.2.	7.5.	2.9.	24.11.
0	11,2	—	9,6	9,4
5	9,3	11,4	9,4	9,4
10	9,1	11,2	6,3	9,4
20	7,4	8,9	6,3	5,0
30	7,3	7,6	5,8	4,6
40	6,4	6,7	5,3	3,4
50	5,8	6,1	3,2	2,7
60	0,9	0,8	1,7	1,7
65	0,6	0,4	0,8	0,2
67	—	0,3	—	—
67,6	—	—	—	Spuren
68	0,1	—	—	—
68,7	—	—	0,4	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 14. O_2-Gehalt 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l							
	9.2.	26.3.	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	11,0	9,8	9,3	12,0	10,6	9,3	9,6	7,7
1	—	8,4	—	—	—	—	—	—
5	8,7	8,5	8,8	11,3	9,0	9,3	9,5	6,7
10	7,6	7,4	8,4	9,8	8,1	5,6	9,7	7,6
20	6,2	—	7,4	6,8	6,2	5,3	4,5	7,6
30	6,2	5,5	6,3	5,8	5,6	4,8	3,0	7,3
40	4,9	4,8	5,9	4,7	4,5	3,9	2,4	1,7
45	—	3,5	—	—	—	—	—	—
50	2,9	1,8	4,9	2,3	1,7	0,8	0,3	0,4
52	—	Spuren	—	—	—	—	—	—
60	0,4	n. n.	1,4	0,4	0,3	0,6	0,2	0,3
65	Spur		0,1	0,3	0,1	0,1	—	
67,5	—	—	< 0,1	—	—	—	—	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 15. O_2-Gehalt 1958

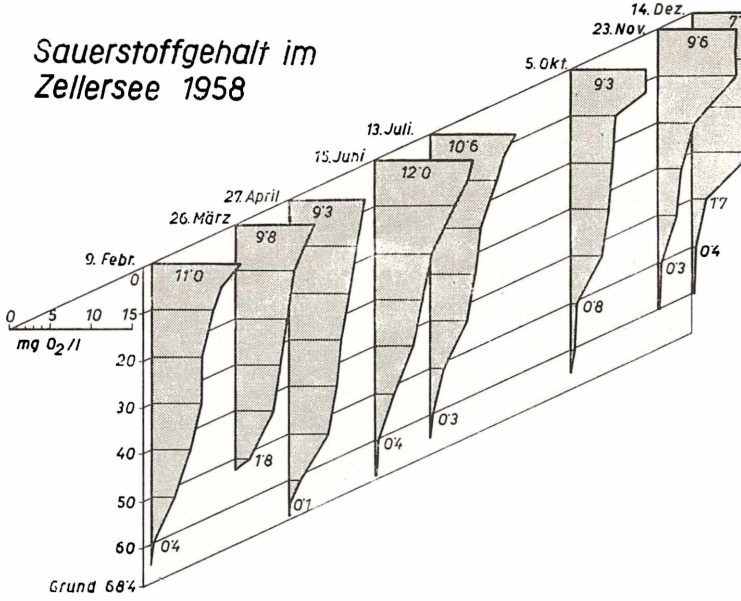

Abb. 10.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	%							
	28.2.	6.3. Eis	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	8.12.
0	84	76	45,9	80,8	107	135	108	65,7
5	64	58	49,1	76	95	102	103	63,4
10	54	46,7	43,6	67,2	76,4	84	63	66,5
15	—	—	—	—	—	—	46	—
20	—	35,6	42,4	56,6	46,6	50	37	65
30	—	—	—	38,5	34,5	38	28	11,5
40	29	25	36,9	34,9	24	32	8,8	6,1
45	—	24,2	—	—	—	—	—	—
50	2,6	23,5	8,7	19,4	16,6	22	1,2	0,8
55	—	Spuren	2,4	3,1	1,5	—	—	—
60	—		2,7	2,1	2,4	7	1,1	0,6
65	—		0	1,6	1,4	6,6		—
67	—		0	0	0	6,1		—
Grund m	68,5	68,6	68,7	68,5	69,0	69,3	68,7	68,2

Tab. 16. Sauerstoffsättigung in % 1954

Das sauerstoffleere Monimolimnion erreichte 1958 knapp vor der Frühjahrshomothermie seine größte Mächtigkeit. Die hierauf eingesetzte Durchmischung brachte wohl Sauerstoff in die Tiefe von unter 60 m, doch konnten 14 Tage später in 1 bis 3 m über dem Schlamm nur 0,1 mg/l registriert werden. Die sauerstoffleere Zone stieg im Laufe des Sommers wieder höher und erreichte knapp vor der Dezemberdurchmischung die 64-m-Grenze.

Auch aus der Darstellung der Sauerstoffzonen (siehe Abb. 10 und 11) ist das nach der Frühjahrszirkulation deutliche Anwachsen der sauerstoffarmen Schichten bis zum Dezember zu entnehmen.

Tiefe m	%										
	4.1. Eis	31.1. Eis	17.2. Eis	21.4.	8.5.	26.6.	24.7.	18.9.	23.10.	20.11.	19.12.
0	56	77	63,2	58	81	123	115	113	90,1	81,1	50,2
1	—	—	61,7	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	54	57	56	66,2	138	104	110	90,1	80,4	48
6,5	—	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	47	47	45,9	59	55,8	107	75	53	90,1	79,5	50,3
20	45	42	39,6	—	50,8	55	46	37	31,8	25,6	49,5
30	45	40	—	—	49	53	45	33	27,1	23,2	48,7
40	43	37	31,3	58	48,4	52	45	39	26,1	20,6	49,6
50	37	35	27,3	—	46,8	48	41	31	23,1	19,3	47,7
59	—	—	—	61	—	—	—	—	—	—	—
60	31	22	27,2	—	47	44	23	25	4,7	9,5	47
65	24	27	3,4	—	45,4	15	25	—	3,2	1,9	46,5
67	—	—	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—
68	27	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68,4	—	—		—	29,2	0,9	0,4	—	—	0	—
Grund m	68,4	68,4	67,6	59,0	69,0	68,4	68,4	62,9	68,4	68,4	68,4

Tab. 17. Sauerstoffsättigung in % 1955

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	%						
	30.1. Eis	15.3. Eis	13.5.	10.6.	29.7.	28.10.	16.12.
0	70	65	95	137	106	91,6	59
5	—	57	84	138	104	91,9	57
10	54	53	73	107	85	91,9	56
20	52	45	60	59	55	43,2	53
30	47	44	55	54	50	41,7	53
40	—	44	53	51	48	36,6	54
50	49	45	51	47	43	34,8	55
60	42	35	44	32	31	2,3	51
65	15	3,8	34	16	6,1	0	1
67	—	0	27	2,3	2,3	0	—
Grund m	68,1	68,3	68,5	68,9	68,6	68,3	68,2

Tab. 18. Sauerstoffsättigung in % 1956

Tiefe m	%			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	78	—	109	88
5	67	—	107	87
10	66	107	68	87
20	55	79	56	45
30	55	66	56	40
40	49	58	46	30
50	44	53	31	23
60	7	7	15	15
65	5	4	7	—
67	—	3	—	—
68	1	—	—	—
68,7	—	—	3	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 19. Sauerstoffsättigung in % 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

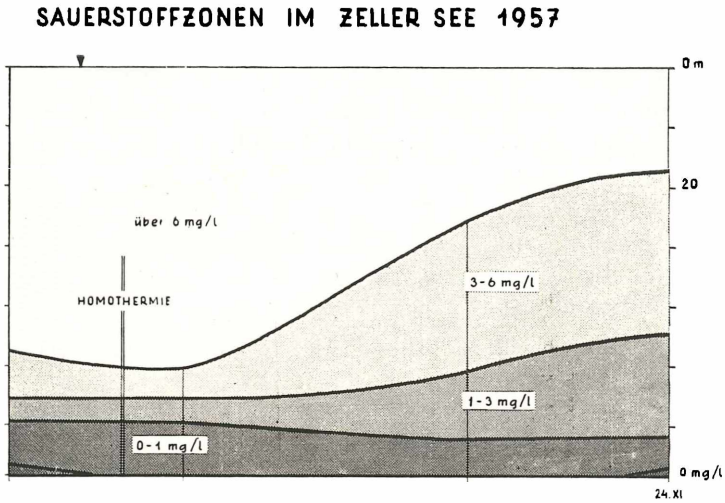

Abb. 11.

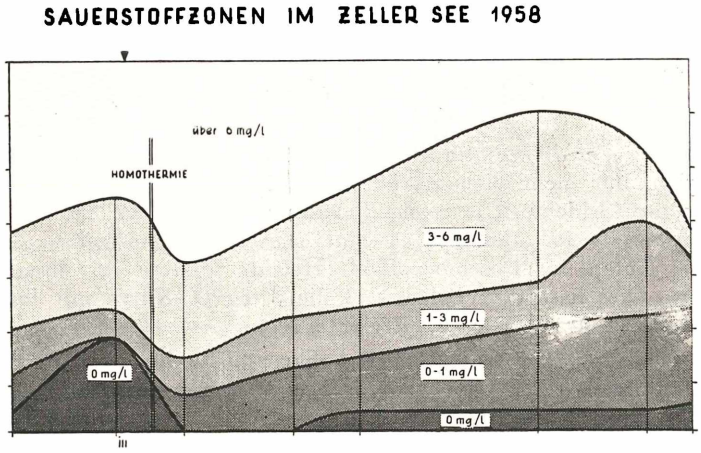

Abb. 12.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	%							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	87	77	87	136 !	131 !	104 !	90	68
1	—	66	—	—	—	—	—	—
5	74	73	80	128 !	104 !	104 !	89	59
10	65	64	75	96	82	60	91	67
20	54	—	65	61	56	49	41	67
30	54	47	55	52	49	42	27	64
40	43	42	51	41	39	34	21	15
45	—	30	—	—	—	—	—	—
50	25	16	43	20	15	7	3,0	3,5
52	—	0	—	—	—	—	—	—
60	4	0	12	4	3	5	2,0	2,9
65	0	0	1,0	3	1	1	0	0
67	0	0	0	2	—	1	—	0
68	—	—	—	—	0,0	—	0	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 20. Sauerstoffsättigung in 1958

Am 5. Oktober 1958 hatte die oberste Zone mit mehr als 6 mg/l (Edelfischregion) nur mehr eine Stärke von 8 m, trotz der Übersättigung der obersten 5-m-Schichte. Die reiche Planktonproduktion im Epilimnion verursachte bereits im Metalimnion eine starke Sauerstoffzehrung (1 mg/l in 10 m Tiefe). Im Dezember 1958 erreichte letztere ihr Maximum in 20—30 m. Dies hatte zur Folge, daß die 3 mg O_2-Kurve mit ihrer Kulmination bis in 30 m Tiefe heraufreichte.

Die im Jahre 1958 vorgefundenen Sauerstoffverhältnisse waren somit fast so schlecht wie im Jahre 1954. Hingegen war der See 1956 am besten durchlüftet und die sauerstoffreiche Zone erlangte ihre größte Mächtigkeit.

Soweit die bisherigen Beobachtungen ergeben haben, treten im Zellersee keine regelmäßigen Vollzirkulationen auf. So fehlte diese zum Beispiel im Frühjahr 1954. Der See durchmischte sich aber in der Folge so-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

wohl am Jahresende (um den 20. Dezember) als auch im Frühjahr (um den 10. April). Nur 1957 reichten die Zirkulationen nicht ganz in die Tiefe. Die untersten 4—8 m wurden von ihr nicht mehr erfaßt. Im Frühjahr 1958 waren die Austauschvorgänge unter 60 m sehr schwach. Trotzdem langten noch geringe O_2-Reste bis etwa 1 m über den Bodenschlamm. Eine völlige Durchmischung trat nicht ein, wie aus den in dieser Zone festgestellten Anreicherungen von Mangan, Eisen und Ammonium hervorgeht.

Die Sauerstoffzehrung, die nach 48 Stunden bei 20° C in den einzelnen Tiefen zu den verschiedenen Jahreszeiten als Maßstab des Vorhandenseins organischer, bakteriell abbaufähiger Substanz stets mitbestimmt wurde, erreichte wieder, so wie in den früheren Jahren, ihre größten Werte über 1 mg/l im Epilimnion (siehe Tab. 21—23).

Tiefe m	mg/l						
	30.1. Eis	15.3. Eis	13.5.	10.6.	29.7.	28.10.	16.12.
0	0,8	0,8	0,8	—	1,1	0.5	0,2
5	—	0,5	0,1	—	0,8	0,9	0 2
10	0,2	0,8	0,4	—	1,0	0,7	0,3
20	0,5	0,8	0,4	—	0,4	0.2	0,2
30	0,2	1,4	0,1	—	0,3	0.1	0,3
40	—	0,3	0,2	—	0,2	0,3	0 1
50	0,3	—	—	—	0,3	0,2	0,1
60	0,3	0,3	0,1	—	0,2	0,1	0.2
65	0,1	0,5	0,1	—	0,6	0,0	0,0
67	—	0,0	—	—	0,3	0,0	—
Grund m	68,1	68,3	68,5	68,9	68,6	68,3	68,2

* Zehrung nach 5 Tagen

Tab. 21. Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden bei 20° C 1956

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	1,2	—	0,6	0,2
5	0,8	—	0.6	0,4
10	0,8	1,1	0,4	0,4
20	0,3	0,6	0,1	—
30	0,3	0,5	0,1	0,4
40	0,1	0,2	—	0,1
50	0,3	0,5	0,1	0,1
60	0.6	0,4	1,2	1,5
65	0,5	0,1	0,6	—
67	—	0,1	—	—
68	0,3	—	—	—
68,7	—	—	0,3	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 22. Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden bei 20 ⁰ C 1957

Tiefe m	mg/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	1,9	1,4	0,7	0,9	1,0	1,3	0,5	0,3
1	—	0,6	—	—	—	—	—	—
5	0,9	0,6	0,7	0,3	0,1	1,2	0,4	0,2
10	0,1	0,9	0,6	0,3	0,7	0,4	1,0	0,3
20	0,2	—	0,1	0,1	0,5	0,3	0,3	0,5
30	0,3	—	0,1	0,3	0,5	0,5	0,4	0,6
40	0,2	0,4	0,4	0,2	0,5	0,5	0,3	0 1
50	0,4	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5	0,1	0,4
60	0,3	—	1,1	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3
65	—	—	0,0	0,3	0,1	0,0	—	—
67	—	—	0,0	0,2	—	0,0	—	—
68	—	—	—	—	0,0	—	—	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 23. Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden bei 20 ⁰ C 1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die maximale Zehrung (1,9 mg/l) konnte 1958, und zwar abermals unter Eis, registriert werden. Die stärkere Anhäufung der organischen Substanz (Plankton) in den oberen Schichten bedingte auch, daß sowohl die O_2-Werte als auch die Zehrungswerte, höher waren. Die O_2-Zehrungen in der Seetiefe von 30—60 m schwanken nur im geringen Ausmaß zwischen 0,5 und 0,1 mg/l (siehe Tab. 22—24). Eine darüberliegende Zehrung unter 60 m wurde nur selten beobachtet. Das Wasser dieser Tiefenzone ist somit in der Regel auch nicht mehr mit organischen Substanzen belastet.

Kaliumpermanganatverbrauch

Die nur am 26. März 1958 festgestellten Werte (siehe Tab. 24) lagen von 0—56 m bei 5—7 mg/l. Erst ab hier stiegen sie bei 60 m auf 8, bei 62 m auf 11, bei 64 m auf 13, bei 66 m auf 29 und in der durch Schlamm bereits getrübten Kontaktzone auf 47 mg/l. Bei der Bestimmung wurde der chemische O_2-Bedarf der $Fe^{\cdot\cdot}$-Verbindung in Rechnung gestellt. Trotzdem kann der Anstieg des Permanganatverbrauches kaum auf eine stärkere Anhäufung organischer Substanz in der Tiefe von unter 60 m zurückgeführt werden, sondern mehr auf das Vorhandensein anderer chemisch oxydierbarer Substanzen, vornehmlich auf Ammoniak, das einen ähnlichen Anstieg in der Tiefenzone zeigt.

Der $KMnO_4$-Verbrauch des Seeausflusses (Westkanal) betrug um die gleiche Zeit 24 mg/l.

Wasserstoffionenkonzentration

Die mit dem Merk-Indikator gemessenen pH-Werte schwankten 1957 und 1958 (siehe Tab. 25 und 26) zwischen 7,6 (2. September 1957 in 0—5 m) und 6,5 (26. März 1958 in 10 m, 50 m und 56 m). Es fällt auf, daß zur Zeit der Hauptentwicklung des Phytoplanktons, in welcher O_2-Übersättigung bis zu 136 % eintrat, keine höheren pH-Werte registriert werden konnten. Zweifellos waren die Assimilationsvorgänge noch nicht auf ihrem Höhepunkt, weil die Oberflächenproben zwischen 8 und 9 Uhr morgens gezogen wurden. Dennoch hätte sich der CO_2-Entzug stärker in der Zunahme der pH-Werte bemerkbar machen müssen, wie dies bei Messungen in früheren Jahren im Epilimnion auch festgestellt wurde (Einsele 1944, Liepolt 1957).

Weiters ist bemerkenswert, daß am Ende der Hauptstagnation Ende März, zur Zeit der Eisbedeckung, in 10 m Tiefe ein pH-Sprung von 7,1 auf 6,5 eintrat. Noch im Februar herrschte beinahe Gleichheit der Wasserstoffionen-Konzentrationen in allen Schichten bis zu 67 m. Das Wasser war neutral. Ebenso ergab sich kaum eine Verschiedenheit der

Tiefe m	Temp. °C				dH°			mg/l				
					GH	KH	NKH	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	HCO_3'	Cl'	Ges. $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$
0	0,4	7,1	100	0,96	3,0	2,7	0,3	18	2	59	2	0,07
1	2,9	7,1	112	0,96	3,2	2,7	0,5	17	3	59	3	0,07
5	3,7	7,1	116	0,96	3,2	2,7	0,5	18	3	59	3	0,07
10	3,9	6,5	119	1,02	3,2	2,9	0,3	18	3	62	2	0,07
30	3,9	6,8	114	1,00	3,3	2,8	0,5	18	3	61	3	0,07
40	4,0	6,7	118	1,00	3,4	2,8	0,6	17	4	61	3	0,11
45	3,9	6,6	114	1,02	3,4	2,9	0,5	18	3	62	3	0,07
50	4,0	6,5	116	0,98	3,4	2,7	0,7	15	5	60	3	0,07
56	4,1	6,5	124	1,14	3,5	3,2	0,3	15	6	69	3	0,14
60	4,1	6,7	127	1,28	—	3,6	—	—	—	78	3	0,21
62	4,2	—	—	1,48	—	4,1	—	—	—	90	—	6,0
64	4,3	6,7	157	1,76	—	4,9	—	—	—	107	—	10,5
65	4,4	6,7	171	2,10	—	5,9	—	—	—	128	3	16,0
68	4,3	—	188	—	—	—	—	—	—	—	—	20,0
50 cm über Grund	—	—	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20 cm über Grund	—	—	232	—	—	—	—	—	—	—	—	—

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l											
	$Mn^{\cdot\cdot}$	NO_3	NO_2	$NH_4^{\cdot}$	PO_4'''	Geb. CO_2	$KMnO_4$	Ges. N	Org. N	O_2-Geh.		
0	<0,1	—	—	<0,1	0,014	21		1,1	—	9,8	77	1,4
1	<0,1	2,1	0,001	<0,1	0,006	21	7	1,4	0,9	8,4	66	0,6
5	<0,1	1,8	<0.001	<0.1	0,009	21	6	1,9	1,5	8,5	73	0,6
10	<0,1	1,9	<0,001	<0,1	0,008	22	5	1,5	1,1	7,4	64	0,9
30	<0,1	2,6	0,015	<0,1	0,015	22	6	1,1	0,5	5,5	47	0,2
40	<0,1	2,3	0,004	<0,1	0,015	22	5	1,0	0,5	4,8	42	0,4
45	<0,1	—	0,007	<0,1	0,022	22	6	1,0	0,8	3,5	30	0,5
50	<0,1	2,5	0,001	<0.1	0,022	22	6	1,3	0,7	1,8	16	0,5
56	1,0	1,0	0,011	0,5	0,029	25	6	1,2	0,6		—	—
60	—	—	—	1,4	0,120	—		1,3	—		—	—
62	3,4	—	—	1,8	0,043	—	11	2,0	—		—	—
64	—	—	—	—	0,090	—	13	2,7	—		—	—
65	4,0		—	3,0	0,125	—	29	3,8	1.5		—	—
68	6.0	—	—	4,8	0,073	—	47	—	—	—	—	—
50 cm über Grund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20 cm über Grund	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tab. 24. Schichtungsverhältnisse im Zellersee am 26. März 1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Alkalität. Im März lagen aber die pH-Werte im gesamten Hypolimnion zwischen 6,7 und 6,5. Der pH-Sprung in 10 m machte sich auch in einer leichten Steigerung der Bikarbonate bemerkbar. Die freie CO_2 hatte demnach von der Tiefe bis zum Metalimnion kurz vor der Homothermie zugenommen. Erst die Frühjahrsdurchmischung schaffte wieder von der Oberfläche bis zu 40 m Tiefe einen Ausgleich der Wasserstoffionenkonzentration. Ihr Exponent betrug 6,6—6,8. In tieferen Wasserschichten lag er einheitlich bei 7,0.

Bei Betrachtung der Tabellenwerte erkennt man, daß im Hypolimnion in den Jahren 1957 und 1958 ein weitgehender Gleichgewichtszustand des Bikarbonatgehaltes vorhanden war. Auch in den bodennahen Schichten trat keine Zunahme der freien CO_2 auf, da diese hier an Eisen gebunden war.

Erwähnenswert sind noch die leicht erhöhten pH-Werte in der obersten Wasserschichte bei Eisbedeckung, der Beweis einer positiven Assimilation und der ungestörten Stagnation. Zwischen den Herbstmonaten und der Vereisung des Sees reagiert aber seine trophogene Region leicht sauer, da um diese Zeit die Photosynthese im starken Rückgang ist. Der Bergschatten liegt immer länger auf dem See je mehr es dem Winter zugeht.

Tiefe m	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	7,0	6,8	7,6	6,8
5	6,9	6,8	7,6	6,8
10	7,0	6,6	7,0	6,8
20	6,9	6,6	6,8	6,8
30	6,9	6,6	6,8	6,6
40	6,8	6,6	6,6	6,6
50	6,7	6,6	6,6	6,6
60	6,7	6,6	6,6	6,6
65	6,7	6,6	6,6	6,6
67	—	6,6	—	—
68	6,6	—	—	6,6
68,7	—	—	6,6	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 25. pH-Werte 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	7,1	7,1	6,6	7,2	7,4	7,2	6,8	6,8
5	6,9	7,1	6,6	7,2	7,4	7,2	6,8	6,8
10	6,9	6,5	6,8	7,0	7,2	7,0	6,8	6,8
20	6,9	—	6,8	7,0	7,0	7.0	6,8	6,8
30	7,0	6,8	6,8	6,8	7,0	6,8	6,8	6,8
40	7,0	6,7	6,8	6,8	7,0	6,8	6,8	7,0
50	7,0	6,5	7,0	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0
56	—	6,5	—	—	—	—	—	—
60	7,0	6,7	7,0	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0
65	7,0	6,7	7,0	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0
67	7,0	—	7,0	6,8	—	6,8	—	—
68	—	—	—	—	6,8	—	7,0	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 26. pH-Werte 1958

Alkalität (Säurebindungsvermögen)

Während das SBV bis 50 m Tiefe knapp um 1,00 schwankt (siehe Tab. 27 und 28) und kaum eine Änderung im Jahresablauf erfährt, steigt es ab 60 m bis zu dem maximalen Wert von 2,40 (67 m am 9. Februar 1958). Der Wert 2,35 am 27. April 1958 erwies, daß zur Zeit der Frühjahrshomothermie im Jahre 1958 nur eine Teilzirkulation der Wassermassen bis etwa 65 m Tiefe erfolgte. Wohl aber ließ die darauffolgende Untersuchung am 15. Juni eine weitere Abnahme der Alkalität auf 1,4 in 67 m erkennen, ein Zeichen, daß die Austauschströmungen bis zu dieser Zeit noch im Gange waren.

Härte

Die Härtebestimmungen mit Komplexon III wurde nur am 26. März 1958 durchgeführt (siehe Tab. 24). Die Gesamthärte schwankte zwischen 3,0 an

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	1,00	0,97	0,91	0,98
5	1,00	1,00	0,91	0,98
10	1,00	1,00	0,96	0,98
20	1,00	0,98	1,00	0,95
30	1,00	1,02	1,00	0,93
40	1,00	1,01	1,00	0,98
50	1,00	0,97	1,00	1,00
60	1,05	1,10	—	1,14
65	1,50	1,17	1,37	1,60
67	—	1,14	—	—
67,6	—	—	—	1,80
68,7	—	—	1,60	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 27 Alkalität 1957

der Oberfläche und 3,5 in 56 m Tiefe. Bestimmungen aus größerer Tiefe wurden durch Trübungen gestört. Die Karbonathärte lag zwischen 2,7 und 3,2, die Nichtkarbonathärte zwischen 0,3 und 0,7. Gegen die Tiefe erfolgte ein gleichmäßiger Anstieg der GH.

Erdalkalien

Das Kalziumion ($Ca^{\cdot\cdot}$) blieb in den bis zu 45 m hinabreichenden Wasserschichten ziemlich konstant (17—18 mg/l). In 50 m sank es auf 15 mg/l. Dieser niedrigste Wert wurde auch in 56 m Tiefe gefunden. Umgekehrt nahm das Magnesiumion ($Mg^{\cdot\cdot}$) von 2 mg/l an der Oberfläche bis zu 6 mg/l in 56 m Tiefe zu. Messungen lagen nur vom 26. März 1958 vor (siehe Tab. 24). Die Magnesiumarmut der oberflächlichen Wasser-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	1,05	0,96	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	0,96	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,98	1,02	0.98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	0,98	—	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	1,00	1,00	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
40	1,00	1,00	0,98	1,01	1,00	1,00	1,00	1,03
50	1,00	0,98	0,98	1,02	1,00	1,10	1,05	1,05
56	—	1,14		—	—	—	—	—
60	1,25	1,28	1,07	1,20	1,10	1,30	1,30	1,30
62	—	1,48	—	—	—	—	—	—
64	—	1,76	—	—	—	—	—	—
65	1,70	2,10	1,60	1,30	1,40	1,50	1,75	1,60
66,5	1,85	—	—	—		—	—	1,80
67	2,40	—	—	—	—	1,70	—	—
67,5	—	—	2,35	1,40	—	—	—	—
68	—	—	—	—	1,56	—	2,10	—
Grund m	68.04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 28. Alkalität 1958

massen dürfte mit der Phytoplanktonverteilung in direkter Beziehung stehen, da bekanntermaßen Mg zum Aufbau des Chlorophylls beiträgt.

Elektrische Leitfähigkeit ($El_{18\,0}$)

Die elektrische Leitfähigkeit wurde in den letzten zwei Jahren nur bei der Tiefenmessung am 26. März 1958 festgestellt (siehe Tab. 24). Die Werte schwankten nur unbedeutend von der Oberfläche bis zu

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

50 m Tiefe (99—116). Erst unter 54 m ist eine deutliche Zunahme zu erkennen, besonders knapp über der Kontaktzone. Der Höchstwert von 232 ist 20 cm über Grund festgestellt worden, und zwar unter Zuhilfenahme eines eigens hierfür konstruierten Kontaktwasserschöpfers.

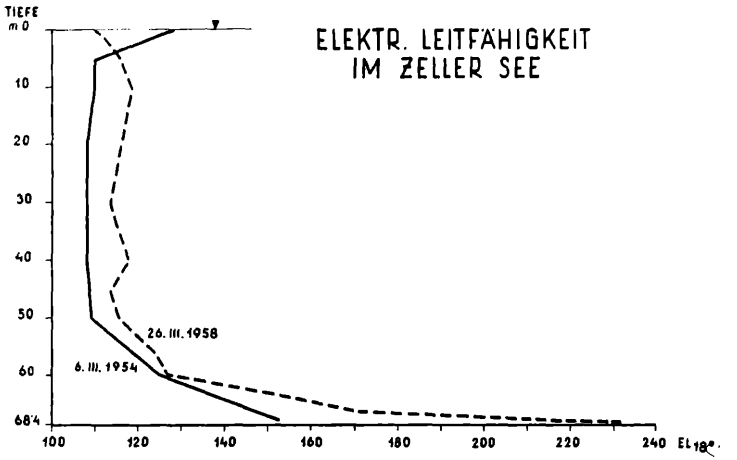

Abb. 13.

Die kurvenmäßige Darstellung (Abb. 11) zeigt besonders deutlich die starke Versalzung der Seeregion unter 60 m am Ende der Winterstagnation. Ihr Vergleich mit den Meßergebnissen aus dem Jahre 1954 erbringt eine weitgehende Übereinstimmung. Bisherige Messungen nach Eintritt der während des Temperaturausgleiches nicht bis zum Seegrund reichenden Durchmischung bewiesen, daß der Zellersee meromiktischen Charakter hat. Die El_{18}^{0} kann als besonders sensibler Gradmesser für Austauschvorgänge im See betrachtet werden. Sie geht parallel mit der Alkalität und zeigt besonders gut die biogene Entkalkung an.

Phosphat

Die bisher mit Ammonmolybdat und Natriumwolframat in schwefelsaurer Lösung nachgewiesenen Phosphatwerte wurden ab 1958 mit dem Leitz-Photometer bestimmt. Dadurch war es möglich, die Werte in Gamma anzugeben. Weiters wurde bei Störung der Reaktion durch größere Mengen an Eisen, dieses vorher gefällt. Ab 5. Oktober 1958 wurde dann über Empfehlung des Herrn Dr. F. Berger, Lunz, das von ihm variierte „Eisen-Oslo-Reagens" zur Ausschaltung der Reaktionsstörung angewandt.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Dieses besteht aus

10,0	g	Ammonmolybdat p. a.
257	cm^3	dest. Wasser
161	cm^3	Schwefelsäure p. a. Merk „für forensische Zwecke"
1,4	g	Ferroammonsulfat $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6\,aq$ (Mohr) p. a.
3,4	g	Ferriammonsulfat $Fe_2(NH_4)_2(SO_4)_4 \cdot 24\,aq$ (Alaun) p. a.
400	cm^3	(wegen Kontraktion)

Durch Zugabe dieser Eisensalze erreicht man, daß jede Probe und auch der Vergleichsstandard auf einen Eisengehalt von 10 mg/l Ferro- und 10 mg/l Ferri-Eisen gebracht wird und damit eine maximale Eisenstörung. Dadurch kann sich der variable Fe-Gehalt der Probe nicht weiter auswirken.

Die Ergebnisse der nach vorstehend beschriebenen Methodik gewonnenen Phosphatwerte sind in Tab. 29 wiedergegeben.

Tiefe m	gamma/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	<10	14	70	40	30	10	17	11
1	—	6	—	—	—	—	—	—
5	<10	9	50	20	19	8	17	12
10	10	8	50	50	9	12	24	3
20	10	—	20	20	14	6	8	16
30	20	15	<10	40	27	50	19	90
40	<10	15	40	20	21	30	23	23
50	<10	22	120 !	30	9	50	28	10
56	—	29	—	—	—	—	—	—
60	30	120 !	—	10	19	60	80**	90
65	520	125	300	270	550*	260**	340**	300**
66,5	1200 !	—	—	—	—	—	—	380**
67	—	—	—	—	—	420**	—	—
67,5	—	—	1450*	—	—	—	—	—
68	—	—	—	—	900*	—	510**	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

* nach Fe-Fällung.
** mit Fe-Oslo-Reagenz

Tab. 29. PO_4-Vorkommen 1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Daraus ist zu entnehmen, daß von 0—40 m Tiefe die Phosphatmengen innerhalb von 6—70 gamma/l schwanken. An der Oberfläche war des öfteren eine Anreicherung festzustellen, die schon bei früheren Untersuchungen beobachtet worden war und mit der geringeren Phytoplanktonentwicklung in der obersten Wasserschichte in Beziehung gebracht werden kann. Eine stärkere Zunahme der Phosphate erfolgt in der Regel erst unter 60 m im Monimolimnion.

Nur nach der Frühjahrszirkulation erfolgte eine starke Anreicherung der gesamten Wassermassen mit Phosphaten aus der Tiefe, obwohl am Seegrund, etwa 1 m über dem Schlammsediment, eine stark konzentrierte Wasserschichte (PO_4 = 1450 γ/l) unberührt blieb. Das Epilimnion wies im Vergleich mit allen anderen Monaten um diese Zeit Höchstwerte (70 γ/l) auf, Mengen, die bei weitem zur Entfaltung einer Massenentwicklung des Phytoplanktons genügen. Nach Schulze (5) benötigen zum Beispiel Blaualgen zur Erzeugung einer Wasserblüte nur 10 γ/l anorganischen Phosphor und 300 γ/l anorganischen Stickstoff. Diese Voraussetzungen treffen im Zellersee zeitweise zu, und zwar dann, wenn diese Nährstoffe entweder aus den konzentrierten Tiefenschichten durch Zirkulationsströmungen oder durch Abwässer in die trophogene Schichte eingebracht werden, wo der Aufbau der organischen Substanz aus mineralischen Stoffen bei genügend Licht vor sich geht. Diese laufende Düngung muß aber unbedingt in Zukunft vermieden werden, weil die organischen Substanzen immer stärker zu sekundären Verunreinigungen des Zellersees, das heißt zur O_2-Verminderung, Faulschlammbildung und Entstehung von Schwefelwasserstoff in der Tiefe führen. Letzterer verbindet sich (Schulze 1958) im Monimolimnion mit dem gelösten zweiwertigen Eisen zu FeS, welches ausfällt und die grauschwarze Färbung des Bodenschlammes hervorruft. Durch Ausfällung des Eisens werden aber die im Schlamm adsorptiv an den Eisen-Humus-Komplex gebundenen Phosphate frei und in die Vegetationszone zur Zeit der Homothermie eingemischt. Das Monimolimnion wirkt dann nicht als Phosphatfalle, das heißt, daß der in die Tiefe gelangende anorganische Phosphor nicht mehr als zwei- oder dreiwertiges Eisenphosphat in den tiefsten Seeschichten bzw. in der Kontaktzone verbleiben muß. Die Messungen am 27. April 1958 haben jedenfalls ergeben, daß der chemische Kreislauf des Phosphors in der sauerstofflosen Wasserschichte über dem Bodensediment im Zellersee variiert. Dies berechtigt auch zur Hoffnung einer schnelleren Verminderung des Gesamtvorkommens des Phosphors im Zellersee, falls eine weitere Zufuhr dieses Initialnährstoffes von außen her unterbleibt. Je eher daher die bereits in Ausführung begriffenen Sanierungsmaßnahmen beendet werden, desto früher wird sich dies auf den Gesamthaushalt des Sees im günstigen Sinne auswirken.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Phosphor ist der Regulator der Seeutrophierung, der sekundären Verunreinigung, und muß als Minimumstoff so niedrig wie möglich gehalten werden.

Nitrat, Nitrit und Ammonium

Die Nitratwerte wurden ab 1957 nach der Natriumsalicylatmethode festgestellt, vorher mit dem Hellige-Komparator. Der Nitritnachweis erfolgte mit Sulfanilsäure und α-Naphtylamin photometrisch, der Ammoniumnachweis nach Hellige.

Tiefe m	mg/l			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	2,0	1,7	0,3	1,7
5	2,0	1,4	< 0,3	1,5
10	2,0	1,6	3,0	1,6
20	2,0	1,2	3,0	2,8
30	2,0	1,1	4,0	2,8
40	2,0	1,7	3,0	3,0
50	2,0	2,0	3,0	3,0
60	< 2,0	2,0	3,0	0,6
65	< 2,0	2,0	0,3	< 0,3
67	—	< 2,0	—	—
67,5	—	—	—	< 0,3
68	< 2,0	—	—	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 30. NO_3-Vorkommen 1957

Aus den Tabellen 30 und 31 ersieht man, daß sich die Nitrate in den Wintermonaten und in der Sommerzeit ab etwa 20 m ziemlich gleichmäßig bis zu 50 m Tiefe verteilen und zwischen 2 und 4 mg/l schwanken.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Zur Vegetationszeit nehmen sie jedoch in der obersten 10-m-Schichte ab. Sie sinken bis unter 0,3 mg/l. Bemerkenswert ist der hohe NO_3-Wert (5,8 mg/l) knapp unter der Eisdecke am 26. März 1958, der sich allerdings sofort nach der Schmelze wieder erniedrigte. In der Regel tritt bereits bei 60 m die Nitratreduktion ein, parallel mit dem Zurückgehen des O_2-Gehaltes. In der anaeroben Zone gibt es keine Nitrate mehr. Sie sind sehr labil und werden rasch reduziert.

Tiefe m	mg/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	2,5	5,8	2,4	1,0	1,1	0,3	1,8	2,5
1	—	2,1	—	—	—	—	—	—
5	2,6	1,8	2,5	1,1	1,0	0,5	1,7	2,8
10	2,5	1,9	2,1	1,9	1,8	1,2	1,9	2,3
20	2,7	—	2,6	2,0	3,0	1,7	3,3	2,5
30	2,5	2,6	2,5	2,1	3,5	1,8	2,5	2,3
40	2,6	2,3	2,5	2,0	3,6	1,8	3,0	3,1
50	2,8	2,5	2,3	2,0	3,5	1,3	2,1	2,2
56	—	1,0	—	—	—	—	—	—
60	0,7	—	—	1,1	2,0	0,5	0,8	
65			0,4*	0,2	0,19			
66,6		—	—	—	—	—	—	
67,5	—	—	0,3*	0,2	—		—	—
68	—	—	—	—	—	—		—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

* nach Fe-Fällung.

Tab. 31. NO_3-Vorkommen 1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	gamma/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	< 1	—	< 1	< 1	< 1	2	5	4
1	—	1	—	—	—	—	—	—
5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	6	3
10	< 1	< 1	0	< 1	6	5	6	4
20	< 1	—	1	< 1	< 1	4	4	4
30	< 1	15	1	< 1	< 1	3	4	5
40	< 1	4	1	< 1	< 1	3	3	2
45	—	7	—	—	—	—	—	—
50	< 1	1	1	1	< 1	3	30	25
56	—	11	—	—	—	—	—	—
60	< 1	—	—	50	35	5	4	4
65	< 1	—	1	< 1	< 1	3	2	2
66,5	1	—	—	—	—	—	—	2
67	—	—	—	—	—	3	—	—
67,5	—	—	0	< 1	—	—	—	—
68	—	—	—	—	—	—	2	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 32. NO_2-Vorkommen 1958

Die Nitrite (siehe Tab. 32) wurden 1958 erst Ende März, und zwar in sehr fluktuierenden Mengen bis zu 15 γ/l vorgefunden. Die Zirkulation im April brachte sie praktisch zum Verschwinden. Eine Anhäufung in ziemlichen Mengen (bis 50 γ/l) war von Mitte Juni bis Juli in 60 m und von November bis Dezember in 50 m (bis 30 γ/l) feststellbar, und zwar in beiden Fällen in jenen Schichten, die bereits weniger als 0,5 mg/l O_2 aufwiesen. Schon Einsele (1944) führte diese Erscheinung im Zellersee auf eine Reduktion der Nitrate hin, die in sauerstoffarmen Wasserschichten auftritt.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
30	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
40	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
50	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
60	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,65
65	1,8	< 0,1	< 0,1	1,80
67	—	< 0,1	—	—
67,5	—	—	—	3,0
68	3,8	—	—	—
68,7	—	—	0,3	—
Grund m	68,4	68,5	69,1	68,1

Tab. 33. Ammoniumvorkommen 1957

Fast alle Ammoniumwerte zwischen Seeoberfläche und 50 m Tiefe lagen unter 0,1 mg/l. Eine Ausnahme machte nur der Dezember 1958, in welchem bis zu 0,17 mg/l gefunden wurden. Bei 60 m und darunter nahm aber NH_4 bis zur Bodenkontaktzone zu (siehe Tab. 33 und 34). In dieser wurden einmal 4,8 mg/l beobachtet.

Eisen, Mangan

Die am Ende der Winterstagnation im März 1958 festgestellten Fe-Werte in der Höhe von 0,07 mg/l bleiben in allen Schichten von 0—30 m gleich. Nach der Zirkulation verringerten sie sich noch auf 0,04 mg/l. Eine Zunahme des Fe erfolgte erst in 60 m Tiefe bei Verarmung des

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,12	0,08	0,12
1	—	< 0,1	—	—	—	—	—	—
5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13	0,07	0,17
10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,08	0,07	0,12
20	< 0,1	—	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,06	0,07	0,12
30	< 0,1	—	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,06	0,06	0,15
40	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,06	0,05	0,12
50	< 0,1	—	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,08	0,08	0,3
60	0,9	1,4	—	0,2	0,4	0,6	0,2	0,9
65	3,0	3,0	1,8	2,0	1,3	1,4	1,1	1,8
66,5	5,0	—	—	—	—	—	—	2,4
67	—	—	—	—	—	1,5	—	—
67,5	—	—	3,5	0,9	—	—	—	—
68	—	—	—	—	1,4	—	1,8	—
Schlammschichte	—	4,8	—	—	—	—	—	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 34. Ammoniumgehalt 1958

Sauerstoffes (siehe Tab. 35—37). Der maximale Wert in der anaeroben Zone betrug 23 mg/l (26. Februar 1957). Sehr deutlich ist die Vollzirkulation im Frühjahr 1956 zu erkennen, in welcher Zeit die tiefste Wasserschichte nur 0,39 mg/l aufwies. Hingegen ist es sicher, daß die nächstfolgende Winterdurchmischung nicht ganz durchgegriffen hat, da im Frühjahr 1957 die Höchstmengen (23 mg/l) in 67 m Tiefe beobachtet wurden. Ebenso dürfte dies für ein Jahr später zutreffen. Interessanter-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

weise muß noch im Juni 1958 eine sauerstoffreichere Strömung nach unten gekommen sein, die eine stärkere Ausfällung des Ferrieisens bewirkte. Gegen Ende des Jahres lag jedoch wieder eine bedeutende Anreicherung vor.

Tiefe m	mg/l						
	30.1. Eis	15.3. Eis	13.5.	10.6.	29.7.	28.10.	16.12.
50	—	0,18	0,23	0,09	0,11	0,23	0,36
60	0,36	0,24	0,23	0,36	0,30	0,20	0,21
65	1,14	0,42	0,39	0,90	0,17	3,5	3,3
67	15,2	18,0	0,39	1,20	2,7	18,0	15,0
Grund m	68,1	68,3	68,5	68,9	68,6	68,3	68,2

Tab. 35. Fe-Vorkommen 1956

Tiefe m	mg/l			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
40	—	—	0,14	—
50	0,1	0,12	0,36	0,16
60	0,1	0,56	—	0,14
65	6,5	1,5	1,7	6,0
67	—	4,5	—	—
67,6	—	—	—	12,6
68	23,0	—	—	—
68,7	—	—	7,5	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 36. Fe-Vorkommen 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
0	—	0,07	0,05	—	—	—	—	—
40	0,39	0,11	0,04	0,21	0,25	—	—	—
50	0,13	0,07	0,21	0,17	< 0,05	0,13	0,16	0,36
60	0,55	0,21	1,4	0,52	0,36	0,88	1,5	2,2
62	—	6,0	—	—	—	—	—	—
64	—	10,5	—	—	—	—	—	—
65	11,1	16,0	10,0	1,52	2,8	5,4	11,4	7,5
66,5	15,5	—	—	—	—	—	—	8,1
67	—	—	—	—	—	8,8	—	—
67,5	—	—	25,0	1,49	—	—	—	—
68	—	—	—	—	4,8	—	19,6	—
Schlamm-schichte	—	20,0	—	—	—	—	—	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 37 Fe-Vorkommen 1958

Die Manganan häufung begann, wie schon in den früheren Jahren, auch im Zeitraum 1956—1958 bei 50 m und darunter (siehe Tab. 38—40). Es traten Konzentrationen bis zu 13 mg/l auf (30. Jänner 1956). 1957 und 1958 erreichten sie aber nur 7 und 6 mg/l.

Tiefe m	mg/l						
	30.1. Eis	15.3. Eis	13.5.	10.6.	29.7.	28.10.	16.12.
50	< 0,1	0,0	< 0,1	0,0	0,0	< 0,1	< 0,1
60	< 0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	< 0,1
65	9,0	0,0	—	0,11	0,33	3,5	2,5
67	13,0	11,5	0,7	5,50	5,90	11,0	7,0
Grund m	68,1	68,3	68,5	68,9	68,6	68,3	68,2

Tab. 38. Mn-Vorkommen 1956

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefe m	mg/l			
	26.2. Eis	7.5.	2.9.	24.11.
40	—	—	< 0,1	—
50	0,0	< 0,1	0,6	0,0
60	0,5	0,9	—	1,4
65	3,1	2,0	2,1	2,8
67	—	2,5	—	—
67,6	—	—	—	4,4
68	7,0	—	—	—
68,7	—	—	4,5	—
Grund m	68,4	68,5	69,2	68,1

Tab. 39. Mn-Vorkommen 1957

Tiefe m	mg/l							
	9.2. Eis	26.3. Eis	27.4.	15.6.	13.7.	5.10.	23.11.	14.12.
50	< 0,1	—	0,15	< 0,1	< 0,1	0,1	0,3	0,35
56	—	1,0	—	—	—	—	—	—
60	2,2	—	—	1,3	1,4	1,4	1,6	1,4
62	—	3,4	—	—	—	—	—	—
65	3,4	4,0	3,2	2,4	3,4	1,7	2,7	2,1
66,5	4,5	—	—	—	—	—	—	2,4
67	—	—	—	—	—	2,4	—	—
67,5	—	—	4,4	3,6	—	—	—	—
68	—	—	—	—	4,4	—	3,3	—
Schlamm-schichte	—	6,0	—	—	—	—	—	—
Grund m	68,04	68,1	68,4	68,4	68,6	68,3	68,5	68,3

Tab. 40. Mn-Vorkommen 1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

B. Hydrobiologie

Pelagial

Nachstehende Beobachtungen des Planktons basieren vorwiegend auf 10 m Stufenfängen, die mit einem Schließnetz bei 0,5 m/sec Zuggeschwindigkeit durchgeführt wurden. Der obere Durchmesser betrug 36 cm und die Länge des filtrierenden Teiles 1,6 m. Das Material bestand aus Nylongaze Multifilament Nr. 20. Aus Vergleichsfängen mit dem Ruttnerschöpfer errechnete sich der Netzfaktor. In der Tiefe unter 60 m wurde auch mit dem Schöpfer gearbeitet, um in dieser sauerstoffarmen Zone ein genaues Bild der Planktonverteilung zu erhalten. Sowohl die vertikale als auch die jahreszeitliche Entwicklung des Planktons wird in Tabellen (41—85) und graphischen Darstellungen (Abb. 14—19) weitmöglichst wiedergegeben. Letztere fundieren beim Phytoplankton auf Zahlen, die der dritten Wurzel aus den Individuenzahlen in einem Liter entsprechen.

Wie schon aus den Kurven der Sichttiefen (Abb. 1) hervorgeht, unterliegt die Planktonverteilung im Zellersee starken Schwankungen. Letztere beruhen vorwiegend auf der verschiedenen Volksdichte einzelner Algenarten (Liepolt 1957). Es handelt sich um die Blaualgen *Oscillatoria rubescens,* zeitweise auch *Anabaena flos aquae* und um die Kieselalgen *Asterionella formosa, Fragilaria crotonensis, Tabellaria fenestrata.* Aber auch verschiedene Rädertiere zeigen in den oberflächlichen Schichten eine stärkere Anhäufung *(Keratella cochlearis, Notholca longispina, Polyarthra platyptera* und *Conochiloides natans.).*

Zunächst seien im folgenden die hauptsächlichsten Vertreter des Phytoplanktons besprochen:

Oscillatoria rubescens

(Abb. 14—16; Tab. 41—44)

Die bisherigen Beobachtungen in den Jahren 1954 bis 1957 ergaben bemerkenswerterweise eine jährliche Abnahme der Burgunderblutalge. 1954 lag noch ihr Maximum am 6. März bei 36 000 Fäden/l. Im Jahre 1957 war sie jedoch in der gleichen Jahreszeit nur noch in 0—35 m Tiefe in nennenswerter Menge bis zu 629 Fäden/l anzutreffen. Im September und November des gleichen Jahres verschwand sie dann praktisch aus dem Plankton.

Dieser Rückgang findet weder im Licht noch in der Verminderung des allochthonen Nährstoffangebotes eine Erklärung, möglicherweise aber

* Sie bedeuten bei *Oscillatoria* Fäden, bei *Fragilaria* Kolonien und bei den anderen Zellen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

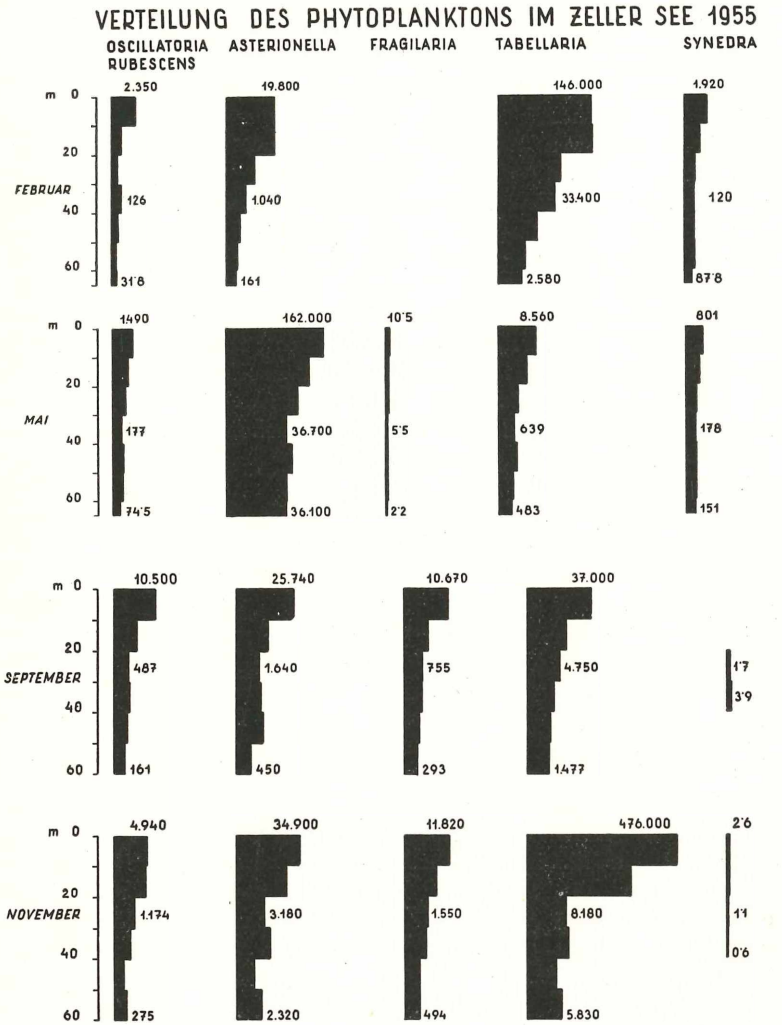

Abb. 14.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

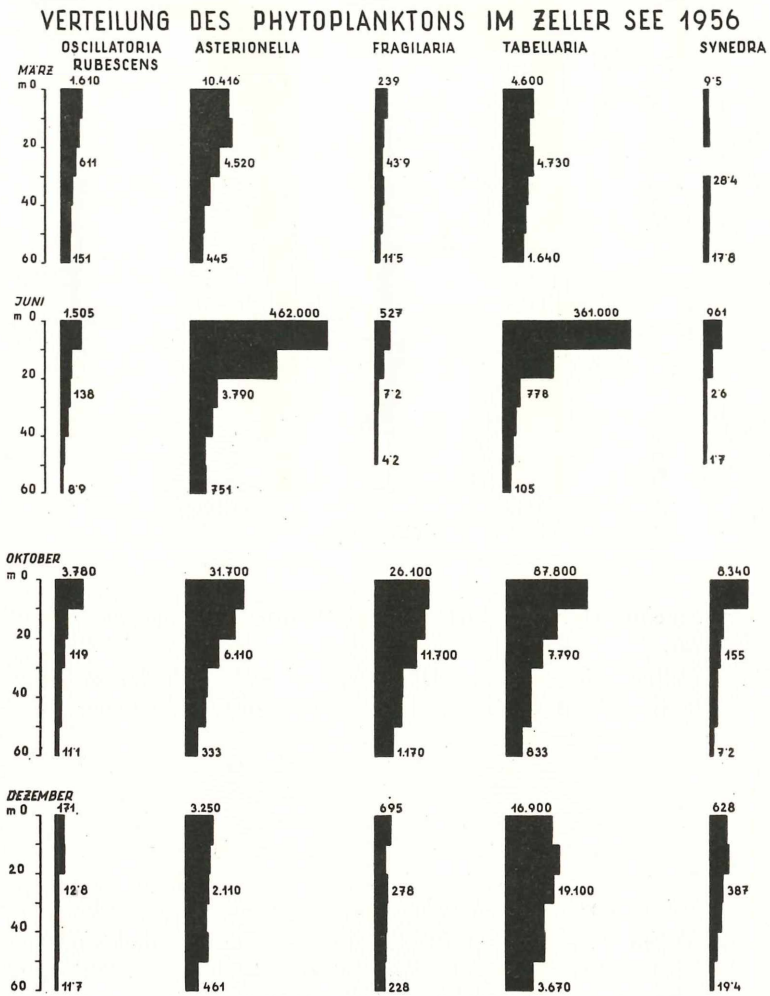

Abb. 15.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

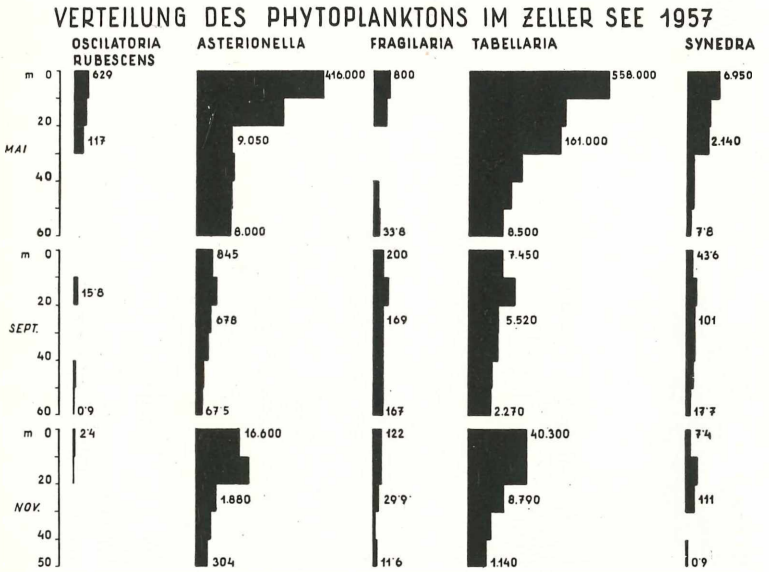

Abb. 16.

in der zunehmenden Entwicklung bestimmter Diatomeen *(Tabellaria, Asterionella).*

Jahreszeitlich schwankt die *O. rubescens* nicht sehr regelmäßig. Als kaltstenotherme Form zeigt sie ihre minimalste Entwicklung im Sommer, ihre maximale zumeist im Frühjahr, manchmal aber auch im Herbst. Die im März 1954 im gefrorenen See in sehr auffälliger Weise aufgetretene Algenblüte konnte seitdem nicht mehr beobachtet werden. Damals trat sie unter dem Klareis in flöckchenförmigen, rötlichbraunen Lagern bis zur Größe eines Handtellers auf, die den See sommersprossenartig färbten. Nach der Eisschmelze verschwanden aber diese Kolonien. Sie wurden auch in den späteren Jahren unter Eis nie mehr beobachtet.

Die 1955 im Hypolimnion in den gleichen Tiefenschichten nach der Frühjahrszirkulation einsetzende allmähliche Zunahme der *O. rubescens,* die bis zum Dezember erfolgte, kann weniger mit der Temperaturzunahme um einige Zehntel Grade erklärt werden, als vielleicht mit dem stärkeren Absinken dieser Organismen aus dem gegen den Herbst zu gleichfalls angereicherten Epilimnion.

Tiefenstufen m	Fäden/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	22900	5180	1000	800	46,2	592	427	4070	4110
10 — 20	1160	2410	251	2170	10	12,2	47,9	1390	2100
20 — 30	221	1500	65	375	0	6,28	21	153	1140
30 — 40	184	1450	27,1	133	0	5,1	19,9	73,9	76,2
40 — 50	146	1230	6,2	32,2	0	2,0	15,2	60,0	75,5
50 — 60	99	860	12,4	32,2	0	0	2,3	50,5	75,5
60 — 65	—	323	—	10,6	0	0	1,0	22,2	60,0

Tab. 41. Oscillatoria rubescens 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Fäden/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	2350	1490	10 500	4940
10 — 20	155	774	1 735	4410
20 — 30	46,60	360	487	1174
30 — 40	126	177	552	589
40 — 50	50,3	194	354	136,6
50 — 60	28	159	161	275
60 — 65	31,8	74,5	—	—

Tab. 42. Oscillatoria rubescens 1955

Tiefenstufen m	Fäden/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	1610	1505	3780	171
10 — 20	1060	244	316	167
20 — 30	611	138	119	12,8
30 — 40	333	83,3	50	13,3
40 — 50	205	23,3	44,4	13,9
50 — 60	151	8,9	11,1	11,7

Tab. 43. Oscillatoria rubescens 1956

Tiefenstufen m	Fäden/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	629	0	2,4
10 — 20	398	15,8	0,9
20 — 30	117	0	0
30 — 40	0	0	0
40 — 50	0	2,7	0
50 — 60	0	0,9	—

Tab. 44. Oscillatoria rubescens 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die Vertikalverteilung der Burgunderblutalge ist nach der Vollzirkulation im Frühjahr sehr gleichförmig. Aber schon wenige Tage nachher beginnt sich eine stärkere Schichtung aufzubauen, mit den größten Volksdichten stets in der trophogenen Zone, auch bei höherer Temperatur. Diese Alge findet hier das ganze Jahr über ihr optimales Milieu und nicht in temperatur-niedrigeren Schichten. Der Einfluß des Lichtfaktors scheint somit sehr bestimmend zu sein. Bemerkenswerterweise trifft man aber lebende Fäden noch in größter Tiefe mit den übrigen Algen.

Unter der Eisdecke des Zellersees trat in den Jahren 1954 und 1955 eine besonders ausgeprägte Schichtung von *O. rubescens* auf (siehe Tab. 45) wie sie sich nur bei Fehlen von Austauschströmungen entwickeln kann.

Tiefe	Fäden/l	t °C	Fäden/l	t °C
m	6. 3. 1954		17. 2. 1955	
1	19 700	—	120	1,9
3	28 600	—	1 710	—
5	36 300	2,8	3 460	2,5
7	17 600	—	4 000	—
9	15 400	—	1 430	3,0
10	—	3,1	—	—

Tab. 45. Vertikalverteilung der Oscillatoria rubescens unter Eis

Das Maximum fand sich in einer Tiefe von 5 m (höchster bisher beobachteter Wert) und 7 m, in beiden Fällen bei 2,8 ° C; bemerkenswerterweise also nicht in der obersten Wasserschichte mit dem größten Lichtangebot, sondern dort, wo nur mehr eine Lichttransmission von 4—5 % besteht. Sicherlich hängt aber das maximale Vorkommen vom spezifischen Gewicht von Wasser und Alge ab, das heißt vom jeweiligen durch biogenetische Vorgänge bedingten Gleichgewicht beider Medien.

Asterionella formosa

(Abb. 14—16; Tab. 46—49)

Zu den vorherrschenden Arten im Phytoplankton des Zellersees zählt in jedem Beobachtungsjahr *Asterionella formosa*. Ihre Hauptentwicklung zeigte sie im Mai und Juni. Die um diese Zeit geringste Sichttiefe ist auf sie zurückzuführen. Die höchste Volksdichte im Durchschnitt der ersten 10 m-Stufe konnte am 9. Mai 1954 mit 2 990 000 Zellen/l beobachtet werden. Gegen den Sommer und Winter zu nimmt sie dann zumeist ab, doch findet man sie zu jeder Jahreszeit und in jeder Tiefe, gegen das Profundal aber stets geringer werdend.

Tiefenstufen m	Zellen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	2 660 000	1 760 000	2 990 000	762 000	1060	5170	44 900	7500	6780
10 — 20	102 000	1 110 000	1 070 000	279 000	582	391	3 140	3850	5130
20 — 30	55 500	404 000	199 000	3 010	207	276	3 150	2690	2630
30 — 40	55 500	236 000	118 000	2 050	177	243	2 790	1140	12,5
40 — 50	55 500	85 600	35 100	857	178	189	2 220	807	8,3
50 — 60	18 900	85 000	22 800	834	592	187	2 020	628	7,7
60 — 65	—	90 000	—	336	0	100	813	278	7,1

Tab. 46. Asterionella formosa 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Zellen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	19 800	162 000	25 740	34 900
10 — 20	19 300	100 000	4 340	17 500
20 — 30	3 480	64 900	1 640	3 180
30 — 40	1 040	36 700	1 890	5 560
40 — 50	402	49 200	2 664	1 250
50 — 60	201	36 700	450	2 320
60 — 65	161	36 100	—	—

Tab. 47 Asterionella formosa 1955

Tiefenstufen m	Zellen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	10 416	462 000	31 700	3 250
10 — 20	13 500	120 000	20 600	2 890
20 — 30	4 520	3 790	6 110	2 110
30 — 40	1 370	2 030	1 550	1 520
40 — 50	533	711	1 390	2 220
50 — 60	445	751	333	461

Tab. 48. Asterionella formosa 1956

Tiefenstufen m	Zellen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	416 000	845	16 600
10 — 20	127 000	1810	30 400
20 — 30	9 050	678	1 880
30 — 40	10 800	300	678
40 — 50	9 290	98	—
50 — 60	8 000	67,3	—

Tab. 49. Asterionella formosa 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Unter dem Eis konnte gleichfalls eine deutliche Schichtung festgestellt werden (siehe Tab. 50).

Tiefe m	Zellen/l	t °C
	6. 3. 1954	
1	347 800	—
3	2 972 600	—
5	3 588 200	2,8
7	3 007 400	—
9	3 012 900	—
10	—	3,0

Tab. 50. Vertikalverteilung von Asterionella formosa in Seemitte unter Eis

Das Maximum lag bei dieser Alge in 5 m Tiefe (3 588 200 Zellen/l).

Im Jahre 1955 war ein starker Rückgang der *Asterionella* um mehr als eine Zehnerpotenz (162 000 St./l) zu verzeichnen. 1956 und 1957 vermehrte sie sich dann wieder etwas stärker (> 400 000 St./l).

Fragilaria crotonensis

(Abb. 14—16; Tab. 51—54)

Diese Art entwickelt sich maximal im Spätsommer und in den Herbstmonaten, doch ist ihr Vorkommen nicht sehr bedeutend. Im Winter kann sie ganz verschwinden. Zu finden ist sie in jeder Tiefenschichte, am meisten im Epilimnion. 1957 war ein ebensolcher Rückgang beobachtbar wie bei der Burgunderblutalge und der *Asterionella formosa*. Die Höchstzahl der Kolonien in der 1. Zehnmeterstufe konnte am 20 .August 1954 mit 115 000/l registriert werden. Erstaunlicherweise betrug an diesem Tag der Durchschnittswert für die 60—65-m-Stufe noch 4530 Kolonien/l.

Tabellaria fenestrata

(Abb. 14—16; Tab. 55—58)

Diese Kieselalge stellt zumeist die Hauptmasse des epilimnischen Planktons. Der höchste Anteil wurde bisher am 7. Mai 1957 mit 558 000 Zellen/l nachgewiesen. Ihre jahreszeitliche Entwicklung ist nicht alljährlich gleich. 1954 trat sie praktisch erst im November und Dezember auf, 1955 war sie noch in größeren Mengen vorherrschend. Nach Rückgang im

Tiefenstufen m	Kolonien/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	0	27,8	60,0	10,6	22 100	**115 000**	114 000	80 600	19 100
10 — 20	5,8	43,0	29,5	251,0	2 200	40 700	750	46 200	10 300
20 — 30	10,2	6,1	45,6	104,0	455	13 800	762	13 400	8 050
30 — 40	8,8	15,3	37,3	64,5	278	8 230	918	7 110	1 630
40 — 50	7,3	49,0	22,8	12,2	54,4	3 680	930	2 810	879
50 — 60	7,3	24,8	20,6	16,7	14,4	3 650	1 090	1 220	633
60 — 65	—	13,1	—	1,8	12,8	4 530	522	445	556

Tab. 51. Fragilaria crotonensis 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Kolonien/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	vereinzelt	10,5	10 670	11 820
10 — 20	0	7,2	1 806	4 330
20 — 30	0	6,1	755	1 550
30 — 40	0	5,5	678	1 450
40 — 50	0	5,4	431	471
50 — 60	0	3,3	293	494
60 — 65	—	2,2	—	—

Tab. 52. Fragilaria crotonensis 1955

Tiefenstufen m	Kolonien/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	239	527	**26 100**	695
10 — 20	86,6	117	20 600	234
20 — 30	43,9	7,2	11 700	278
30 — 40	43,9	4,6	3 890	278
40 — 50	50,0	4,2	3 390	250
50 — 60	11,5	—	1 170	228

Tab. 53. Fragilaria crotonensis 1956

Tiefenstufen m	Kolonien/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	**800**	200	122
10 — 20	398	**700**	116
20 — 30	—	169	29,9
30 — 40	—	175	0,8
40 — 50	27,8	174	11,6
50 — 60	33,8	167	—

Tab. 54. Fragilaria crotonensis 1957

Tiefenstufen m	Zellen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	0	0	11,7	1,9	16,7	171	409	44 300	**513 000**
10 — 20	0	0	11,7	15,6	10,0	12,2	139	6 680	278 000
20 — 30	0	0	3,5	26,7	0	6,7	58,2	2 240	167 000
30 — 40	0	0	2,8	0	0	0	15,3	377	13 600
40 — 50	0	0	0	0	0	0	0	220	6 720
50 — 60	0	0	0	0	0	0	0	131	4 590
60 — 65	—	0	—	0	0	0	0	55,6	4 170

Tab. 55. Tabellaria fenestrata 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Zellen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	146 000	8 560	37 000	**476 000**
10 — 20	149 000	3 980	8 125	157 200
20 — 30	43 700	1 390	4 750	8 180
30 — 40	43 400	639	2 445	9 450
40 — 50	10 500	1 020	1 584	3 210
50 — 60	3 750	508	1 477	5 830
60 — 65	2 580	483	—	—

Tab. 56. Tabellaria fenestrata 1955

Tiefenstufen m	Zellen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	4 600	**361 000**	87 800	16 900
10 — 20	3 500	22 900	22 200	25 600
20 — 30	4 700	778	7 790	19 100
30 — 40	2 880	334	2 500	9 950
40 — 50	2 070	157	2 560	10 400
50 — 60	1 640	105	833	3 670

Tab. 57 Tabellaria fenestrata 1956

Tiefenstufen m	Zellen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	**558 000**	7 450	40 300
10 — 20	188 000	20 300	42 500
20 — 30	161 000	5 520	8 790
30 — 40	30 900	4 910	2 330
40 — 50	15 100	2 430	1 140
50 — 60	8 500	2 270	—

Tab. 58. Tabellaria fenestrata 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Sommer erreichte sie im November einen Höhepunkt. Dieser wurde jedoch durch die Winterzirkulation abgebaut. Im März 1956, noch vor der Schmelze, war eine wesentlich geringere Volksdichte zu verzeichnen wie ein Jahr vorher. Völlig unerwartet — weil bisher um diese Zeit nicht beobachtet — kam im Juni eine Massenentwicklung. Ihre Dichte lag um diese Zeit überraschenderweise wesentlich höher als in den folgenden Monaten Oktober bis Dezember.

Ihre bisher größte Volksdichte erreichte sie aber dann im Mai 1957 mit 558 000 Zellen/l. Die Hauptentwicklungszeiten fluktuieren demnach wie bei keiner anderen Alge. Wieso die *Tabellaria* zu immer anderer Zeit optimale Verhältnisse findet, mögen vielleicht die weiteren Untersuchungen klären. Temperatur und Strahlung können hierauf kaum einen bestimmenden Einfluß ausgeübt haben, da sie jahreszeitlich ziemlich normal verlaufen.

Synedra acus var. angustissima

(Abb. 14—16; Tab. 59—62)

Auch bei dieser Form ist eine fluktuierende Entwicklung in der Jahresreihe 1954—1957 beobachtbar. Während sie im Jahre 1954 im Hochsommer noch bis 254 000 Zellen/l anzutreffen waren, lag 1955 ihr Maximum unter Eis bei 1920 Zellen/l, 1956 Ende Oktober bei 8 340 Zellen l und 1957 nach der Frühjahrsdurchmischung bei 6 950 Zellen/l. Manchmal verschwand *Synedra* praktisch überhaupt aus dem Plankton, wie zum Beispiel in der ersten Jahreshälfte 1954 oder im September 1955.

Als Vertreter der *Desmidiaceen* scheint im Zellersee nur eine noch nicht näher bestimmbare *Staurastrum*-Art auf (Tab. 63), und zwar in der zweiten Jahreshälfte. Ihr Maximum dürfte sie im Oktober erreichen. Die bisher festgestellte Höchstzahl betrug im Durchschnitt der ersten Zehnmeterschichte 278 Zellen/l.

Eine stärkere Entwicklung nehmen noch zwei *Flagellaten*-Arten:

Dinobryon sp.

(Tab. 64)

Dieser *Flagellat* ist eine ausgesprochene Sommer-Herbstform. Die Hauptmenge ergab sich 1956 am 10. Juni mit 918 Zellen/l und 1957 am 24. November mit 122 Zellen/l. Die erste Zehnmeterstufe lag in einem Temperaturbereich von 7—14 °, die letztere (10—20 m Tiefe) in einem solchen von 5—7 °. *Dinobryon* scheint somit im Zellersee nicht sehr eurytherm zu sein.

Tiefenstufen m	Zellen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	0	0	0	0	228	**254 000**	6340	6340	6120
10 — 20	0	0	0	0	32,8	31 300	4430	6670	2870
20 — 30	0	0	0	0	8,3	6 390	1105	3420	2860
30 — 40	0	0	0	0	3,1	1 740	1100	1460	478
40 — 50	0	0	0	0	2,8	984	712	445	275
50 — 60	0	0	0	0	1,9	984	428	268	97,8
60 — 65	—	0	—	0	0	894	195	80,5	47,8

Tab. 59. Synedra acus var. angustissima 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Zellen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	**1920**	801	0	2,6
10 — 20	694	477	0	2,4
20 — 30	226	261	1,7	1,1
30 — 40	1200	178	3,9	0,2
40 — 50	185	188	0	0
50 — 60	165	191	0	0
60 — 65	87,8	151	—	—

Tab. 60. Synedra angustissima 1955

Tiefenstufen m	Zellen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	9,5	916	**8340**	628
10 — 20	23,4	85,6	361	935
20 — 30	0	2,61	155	387
30 — 40	28,4	0,8	52,2	261
40 — 50	19,4	1,7	46,7	50,6
50 — 60	17,8	—	7,2	19,4

Tab. 61. Synedra acus angustissima 1956

Tiefenstufen m	Zellen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	**6950**	43,6	7,4
10 — 20	2440	174	308
20 — 30	2140	101	111
30 — 40	69,4	79,5	0
40 — 50	47,2	58,9	0,9
50 — 60	7,8	17,7	—

Tab. 62. Synedra acus var. angustissima 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Zellen/l						
	1956				1957		
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	0	0	278,0	44,4	0	200,0	24,5
10 — 20	0	0	88,9	7,78	0	133,0	35,0
20 — 30	0	0	66,7	1,94	0	92,9	0
30 — 40	0	0	17,8	0	0	7,8	0
40 — 50	0	0	23,3	0	0	12,8	4,1
50 — 60	0	0	13,9	0	0	16,9	—

Tab. 63. Staurastrum sp. 1956 und 1957

Tiefenstufen m	Kolonien/l						
	1956				1957		
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	0,2	918,0	0	0	0	62,8	42,8
10 — 20	0	261,0	0	0	0	0	122,0
20 — 30	0	3,3	0	0	0	0	8,9
30 — 40	0	7,2	0	0	0	0	0,8
40 — 50	0	3,1	0	0	0	0	0
50 — 60	0	2,7	0	0	0	0	—

Tab. 64. Dinobryon 1956 und 1957

Ceratium hirundinella

(Tab. 65)

Die bisherigen Beobachtungen in den Jahren 1956 und 1957 lassen ein Auftreten von *C. hirundella* erst in der zweiten Jahreshälfte erkennen. Das bisher festgestellte Maximum lag bei 923 Zellen/l im Durchschnittswert der obersten Zehnmeterstufe. Unter 20 m Tiefe ist die vertikale Verteilung verhältnismäßig gleichmäßig.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Zellen/l						
	1956				1957		
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	0	0	361,0	89,0	0	923,0	18,3
10 — 20	0	0	27,8	46,6	0	260,0	9,2
20 — 30	0	0	26,7	6,1	0	65,0	0
30 — 40	0	0	17,8	0	0	31,1	0
40 — 50	2,8	0	0	0	0	13,9	2,2
50 — 60	0	0	2,6	0	0	13,9	—

Tab. 65. Ceratium hirundinella 1956 und 1957

Keratella cochlearis

(Abb. 17—19; Tab. 66—69)

Dieses das ganze Jahr hindurch und zumeist in jeder Seetiefe vorkommende Rädertier erreicht im Epilimnion stets seine größte Häufigkeit. Das bisherige Höchstvorkommen wurde am 6. März 1954 unter Eis in 0—10 m Tiefe registriert (956 Individuen/l). Auch 1955 lag das vorgefundene Maximum im Wintermonat Februar, hingegen 1956 im Oktober und 1957 merkwürdigerweise im Mai nach der Frühjahrsdurchmischung. Die zeitliche Verteilung ist also durchaus nicht gleichmäßig. In der Regel tritt aber eine stete Zunahme von *K. cochlearis* vom Frühjahr gegen den Herbst zu ein. Die Bevölkerung der Tiefenzonen ist verhältnismäßig gering. In der anaeroben Zone fehlt sie.

Keratella quadrata

(Abb. 17—19; Tab. 70—73)

Gegenüber *K. cochlearis* tritt diese Art sehr zurück. Der Maximalwert in der Jahresreihe 1954—1957 betrug 37,2 Individuen/l (20. November 1955 in 50—60 m Tiefe). Im wesentlichen ist ihr Vorkommen unter 40 m bis zur größten Tiefe. Doch kann man fast alljährlich ein Aufwärtswandern dieser Rädertiere in den Herbstmonaten beobachten, eine sehr bemerkenswerte, noch der Erklärung bedürftige Erscheinung im Zellersee. Der Sauerstoff dürfte jedoch nicht die Ursache sein, weil *K. quadrata* zum Beispiel am 20. August 1954 noch bei 0,2 mg/l O_2 in 50—60 m Tiefe ihr Maximum in dieser Reihe mit 2,1 Individuen/l fand. Sie ist also eine euryoxibionte Form.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abb. 17.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

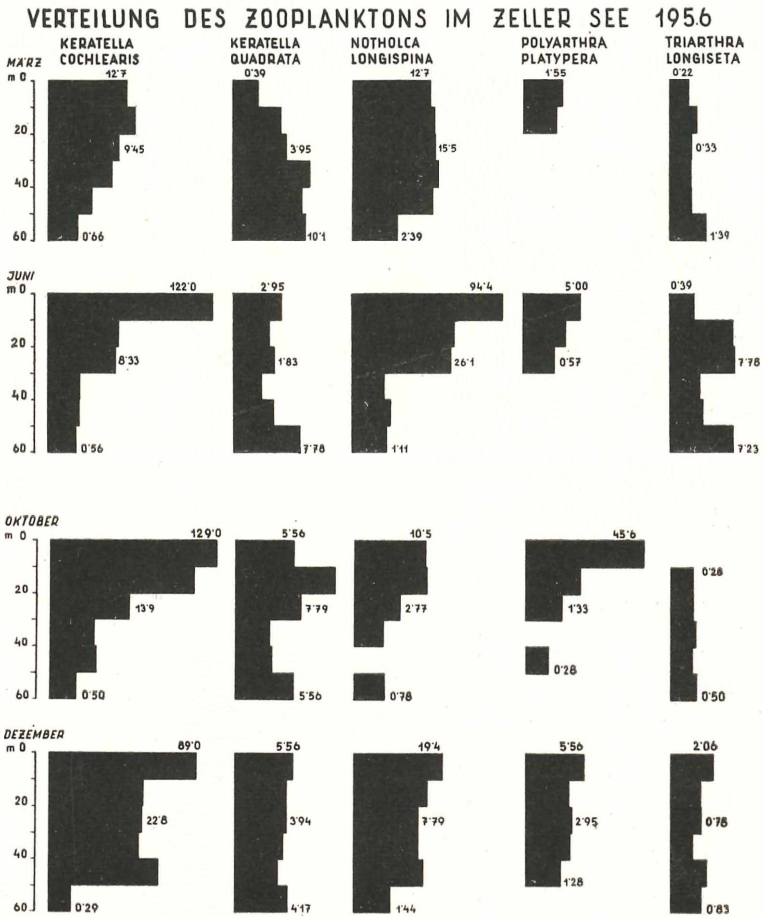

Abb. 18.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

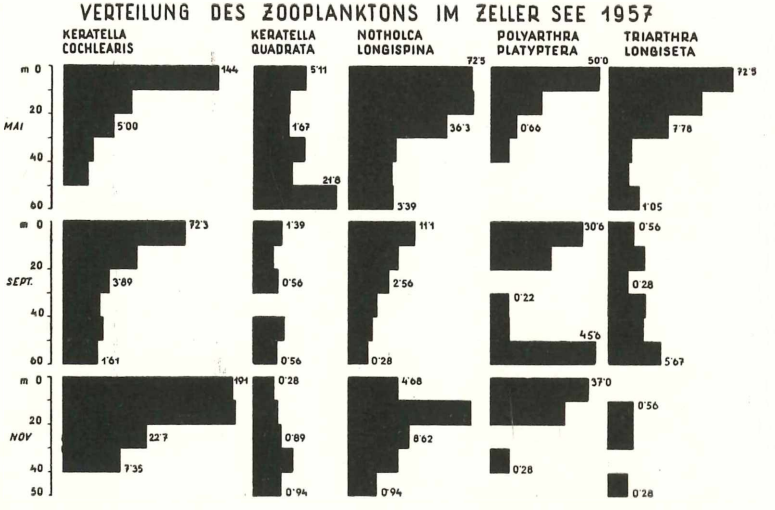

Abb. 19.

Notholca longispina

(Abb. 17—19; Tab. 74—77)

Sie bevölkert vorwiegend die oberste 20-Meter-Zone. Bisheriger Maximalwert: 756 Individuen/l (24. Oktober 1954 in 0—10 m Tiefe). Zumeist liegen die Werte unter 100/l. Ihre jahreszeitliche Verteilung schwankt. Vorkommen in allen Tiefenzonen.

Polyarthra platyptera

(Abb. 17—19; Tab. 78—81)

Wie die meisten Plankter, so erreichte auch *P. platyptera* 1954 die größte Entwicklung (am 8. Dezember 239 Individuen/l in 0—10 m Tiefe). Die Werte der anderen Jahre bleiben unter 50/l. Sie ist das ganze Jahr über, besonders in der trophogenen Zone, zu finden, weist aber keine regelmäßige Häufung zu einer bestimmten Jahreszeit auf.

Tiefenstufen m	Individuen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	**956,0**	9,4	0,4	8,4	27,8	58,9	133,0	353,0	239,0
10 — 20	13,2	4,0	0,8	1,8	7,8	5,4	12,0	39,6	202,0
20 — 30	4,4	5,8	2,8	1,3	3,0	4,5	2,4	8,8	100,0
30 — 40	1,4	3,1	2,4	1,9	0,7	0,3	2,4	4,0	12,0
40 — 50	1,4	6,0	17,4	0,4	0,2	0	1,6	1,8	8,5
50 — 60	1,4	3,5	**16,1**	0	0,2	0	0,9	0,6	2,4
60 — 65	—	3,1	—	0	0	0	0,3	0	1,1

Tab. 66. Keratella cochlearis 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	**205,0**	18,3	40,5	15,5
10 — 20	27,3	4,7	12,8	14.5
20 — 30	10,6	0,3	2,7	1,1
30 — 40	146,0	0,5	1,7	0,7
40 — 50	20,3	0,6	0,9	0
50 — 60	9,3	0,5	0,6	0,3
60 — 65	3,7	0,5	—	—

Tab. 67 Keratella cochlearis 1955

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	12,8	122,0	**129,0**	89,0
10 — 20	17,3	9,4	83,4	22,8
20 — 30	9,5	8,3	13,9	22,8
30 — 40	6,7	0,8	2,4	19,4
40 — 50	2,2	0,7	2,8	35,6
50 — 60	0,7	0,6	0,5	0,3

Tab. 68. Keratella cochlearis 1956

Tiefenstufen m	Individuen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	144	72,3	191
10 — 20	12,2	15,8	**198**
20 — 30	5	3,9	22,7
30 — 40	0,9	1,9	7,4
40 — 50	0,6	2,2	0
50 — 60	—	1,6	—

Tab. 69. Keratella cochlearis 1957

Tiefenstufen m	Individuen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	9,3	0,9	0,4	0	0	0	0	0	0
10 — 20	0	0,4	0,8	1,4	0,6	0,5	**0,7**	0	2,8
20 — 30	0	1,3	2,8	2,9	0,2	0,6	0,6	3,3	6,7
30 — 40	0	2,7	2,4	3,3	0,7	0,6	0,6	**6,6**	8,8
40 — 50	0	4,1	**17,4**	**6,1**	**1,8**	2,0	0,1	1,8	**12,6**
50 — 60	0	**15,8**	11,6	3,3	1,3	**2,1**	0,1	0,3	4
60 — 65	—	0,6	—	0	0	0	0,7	0	3,7

Tab. 70. Keratella quadrata 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	3,2	1,1	**16,1**	0,7
10 — 20	2,8	1,2	15,5	4,7
20 — 30	2,9	2,1	10,0	7,2
30 — 40	4,4	3,1	6,7	7,8
40 — 50	13,1	**6,7**	6,7	6,7
50 — 60	4,3	6,7	7,2	**37,2**
60 — 65	**20,8**	6,1	—	—

Tab. 71. Keratella quadrata 1955

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	0,4	3,0	5,6	**5,6**
10 — 20	2,8	1,3	**28,3**	3,9
20 — 30	4,0	1,8	7,8	3,9
30 — 40	**12,2**	0,6	1,2	3,3
40 — 50	8,5	1,7	1,4	2,2
50 — 60	10,1	**7,8**	5,6	4,2

Tab. 72. Keratella quadrata 1956

Tiefenstufen m	Individuen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	5.1	**1,4**	0,3
10 — 20	1,8	0,3	0,6
20 — 30	1,7	0,6	0,9
30 — 40	**5,1**	0	**2,6**
40 — 50	2,2	1,1	0,9
50 — 60	**21,8**	0,6	—

Tab. 73. Keratella quadrata 1957

Tiefenstufen m	Individuen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	**87,3**	**13,3**	10,1	19,4	53,8	**68,3**	17,4	**756,0**	**239,0**
10 — 20	20,5	8,2	**13,4**	**55,6**	28,3	3,0	**22,6**	3,2	186,0
20 — 30	11,7	7,8	7	10,6	18,3	1,5	12,2	1,3	49,9
30 — 40	8,8	5,8	6,3	8,4	11,7	0,8	4,3	1,3	4,5
40 — 50	8,8	9,1	5,5	8,4	**55,6**	0,8	3,9	1,8	9,8
50 — 60	3	8,6	0,6	5,6	5,4	0,5	3,8	0	1,3
60 — 65	—	5,2	—	0,7	0	0	0,7	0	1,2

Tab. 74. Notholca longispina 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	**21**	**28,3**	**7,2**	**18,9**
10 — 20	4,4	5,3	1,5	11,7
20 — 30	1,2	3,2	1,2	1,7
30 — 40	3,4	1,2	0,3	1.7
40 — 50	0,3	1,1	0,2	1,7
50 — 60	0,3	1,3	0,2	9,5
60 — 65	0,3	0,5	—	—

Tab. 75. Notholca longispina 1955

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	12,7	**94,4**	10,5	**19,4**
10 — 20	15,0	29,4	**11,1**	11,1
20 — 30	15,5	26,1	2,8	7,8
30 — 40	**17,7**	0,8	0,7	7,8
40 — 50	13,3	1,4	—	9,5
50 — 60	2,4	1,1	0,8	1,4

Tab. 76. Notholca longispina 1956

Tiefenstufen m	Individuen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	72,5	**11,1**	4,7
10 — 20	**75,6**	4,7	**72,3**
20 — 30	36,3	2,6	8,6
30 — 40	4,0	0,9	4,7
40 — 50	3,1	0,6	0,9
50 — 60	3,4	0,3	—

Tab. 77 Notholca longispina 1957

Tiefenstufen m	Individuen l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	**46,5**	**1,9**	**7,7**	2,8	**4,8**	**68,3**	17,4	**75,5**	**239**
10 — 20	4,4	3	3,2	**5,6**	2,1	3,0	**22,5**	3,2	185
20 — 30	1,4	1,8	1,3	1,3	0,5	1,5	12,2	1,3	49,9
30 — 40	1,4	0,9	0,4	0,2	0	0,8	4,3	1,3	4,5
40 — 50	1,4	0,6	0	0,2	0	0,8	3,9	1,8	9,8
50 — 60	0	1,7	0	0	0	0,5	3,8	0	1,2
60 — 65	—	0	—	0	0	0	0,7	0	1,1

Tab. 78. Polyarthra platyptera 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	**31,8**	**4,7**	**5,0**	**3,3**
10 — 20	10,2	0	4,3	2,6
20 — 30	10,0	0	4,4	0,8
30 — 40	7,6	0,2	0,7	0,7
40 — 50	8,0	0,3	0,7	0,2
50 — 60	3,7	0	0,7	0,3
60 — 65	2,8	—	—	—

Tab. 79. Polyarthra platyptera 1955

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	**1,6**	**5**	**45,6**	**5,6**
10 — 20	0,9	1,9	5,6	2,3
20 — 30	—	0,8	1.3	3,0
30 — 40	—	—	—	2,5
40 — 50	—	—	0,3	1,3
50 — 60	—	—	—	—

Tab. 80. Polyarthra platyptera 1956

Tiefenstufen m	Individuen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	**50**	**30,6**	**37**
10 — 20	5,2	8,7	16,2
20 — 30	0,7	0	0
30 — 40	0,2	0,2	0,2
40 — 50	0	0,3	0
50 — 60	0	46,0	—

Tab. 81. Polyarthra platyptera 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Triathra longiseta

(Abb. 17—19; Tab. 82—85)

Das auffallendste an dieser Art ist ihre die Tiefenzonen sehr wechselnde größte Häufigkeit. Ihr Maximalwert von 72,5 Individuen/l wurde wohl im Epilimnion, einige Wochen nach der Frühjahrszirkulation (7. Mai 1957), gefunden, doch bevorzugt sie speziell in den Herbstmonaten das Hypolimnion und weicht dadurch von der vorher besprochenen Art ab.

Vom übrigen Zooplankton wurden bisher bestimmt, aber noch nicht quantitativ ausgewertet:

Bosmina coregonus
Daphnia longispina
Diaptomus sp.
Cyclops sp.

C. Hydrobakteriologie

Die bisher vorliegenden bakteriologischen Untersuchungen im Zellersee (1) bezogen sich nur auf wenige Stichproben. Die Ergebnisse erwiesen jedoch eine eindeutige Anhäufung der Keime in bestimmten Wassertiefen, zum Beispiel im Epilimnion, während die Seeoberfläche stets sehr bakterienarm war. *Escherichia coli* wurde in jeder Wasserschichte angetroffen. Im Jahre 1958 erfolgten sechs jahreszeitlich verteilte Untersuchungen in der Seemitte von der Seeoberfläche bis zur größten Tiefe.

Die Entnahme der bakteriologischen Proben erfolgte mittels Abschlagapparat in 250 ml fassenden, evakuierten Entnahmeflaschen. Die Keimzahl wurde nach dem Plattenverfahren mit Hefeextrakt-Pepton-Kieselgel (nach Lorenz) als Nährsubstrat bei 22 ^{0} C bestimmt. Die Keimplatten wurden nach 48 Stunden ausgezählt und dann weiterhin auf das Anwachsen von Farbstoffbildern beobachtet, über deren Vorkommen noch an anderer Stelle zu berichten sein wird.

Die Bestimmung des Gehaltes an *Escherichia coli* erfolgte mit Hilfe der Membranfiltermethode (Filter Co 5), wobei jeweils 100 und 10 ml eingeengt wurden. Die auf dem Laktose-Fuchsin-Nährboden angewachsenen, typischen oder coli-verdächtigen Kolonien wurden in einer verlängerten IMViC-Reihe (H_2S, Adonit, Inosit) differenziert. Als *Coli*-Zahl wurde der Gehalt an Bakterien der Gattung *Escherichia* (Bergey's Manual) pro 1 ml Probe angegeben.

Tiefenstufen m	Individuen/l								
	6.3.	11.4.	9.5.	27.6.	28.7.	20.8.	25.9.	24.10.	8.12.
0 — 10	0	**11,3**	**14,5**	2,2	0	0	0	0	3.5
10 — 20	0	8,8	5,9	2,4	**10,5**	5,9	1	1,4	2.8
20 — 30	0	3,8	6,3	**10,5**	2,1	0,3	2,2	2,8	3,3
30 — 40	0	2,4	3,5	10,0	1,6	1,1	**3,1**	**8,9**	3,8
40 — 50	0	3,1	3,5	4,1	0,8	**3,0**	2.6	0	**24,8**
50 — 60	0	4,7	3,2	2,7	0,2	1,3	1,4	0	1,2
60 — 65	—	3,1	—	0,7	0	0	0	0	0

Tab. 82. Triarthra longiseta 1954

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	17.2.	8.5.	18.9.	20.11.
0 — 10	**2,8**	**7,3**	0	0,2
10 — 20	0,9	0,6	0,7	0,2
20 — 30	0,3	0,3	0,5	0
30 — 40	0,3	0,2	0,5	0
40 — 50	0.0	0,6	**1,7**	0
50 — 60	0,0	0,5	0,8	**3,3**
60 — 65	0,3	0,5	—	—

Tab. 83. Triarthra longiseta 1955

Tiefenstufen m	Individuen/l			
	15.3.	10.6.	28.10.	16.12.
0 — 10	0,2	0,4	—	**2,1**
10 — 20	0,6	7,2	0,3	0,7
20 — 30	0,3	**7,8**	0,3	0,8
30 — 40	0,3	0,8	0,4	0,3
40 — 50	0,3	1,2	0,3	1,3
50 — 60	**1,4**	7,2	**0,5**	0,8

Tab. 84. Triarthra longiseta 1956

Tiefenstufen m	Individuen/l		
	7.5.	2.9.	24.11.
0 — 10	**72,5**	0,6	0
10 — 20	30,6	1,8	0,6
20 — 30	7,8	0,3	**0,6**
30 — 40	0,4	1,9	0
40 — 50	0.3	4,6	0,3
50 — 60	1,1	**5,7**	—

Tab. 85. Triarthra longiseta 1957

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind tabellarisch (Tab. 86 und 87) und graphisch (Abb. 20 und 21) wiedergegeben. Die größte Keimarmut wies der Dezember auf. Unter 40 m war der See in dieser Zeit praktisch steril. Wenig Keime wurden auch diesmal an der Oberfläche und in der anaeroben Zone in 65 m Tiefe angetroffen. Die Vertikalverteilung der Bakterien ist sehr unregelmäßig. Während nach der Frühjahrsdurchmischung eine weitgehende gleichmäßige Verteilung anzutreffen war, die

Tiefe m	9.2.	28.3.	27.4.	15.6.	5.10.	14.12.
0	18	13	15	260	150	8
5	165	14	175	550	1400	45
10	118	170	80	17	650	40
20	260	16	71	230	130	9
30	260	430	76	570	58	14
40	333	18	82	190	90	0
50	263	50	56	130	230	0
60	115	9	38	11	270	0
65	7	14	—	2	—	—

Tab. 86. Keimzahl in 1 ml 1958

Tiefe m	9.2.	28.3.	27.4.	15.6.	5.10.	14.12.
0	—	0	0	1,40	1,10	—
5	—	0,08	2,50	3,60	1,60	—
10	—	0,55	0,20	0,13	1,10	—
20	—	0,16	0,11	0,02	0,14	—
30	—	1,05	0,15	0,10	0,11	—
40	—	0,78	0,15	0	0,12	—
50	—	0,20	0,13	0,01	0,11	—
60	—	0,18	0,05	0,02	0,01	—
65	—	0	—	0	—	—

Tab. 87 Coli-Zahl in 1 ml 1958

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

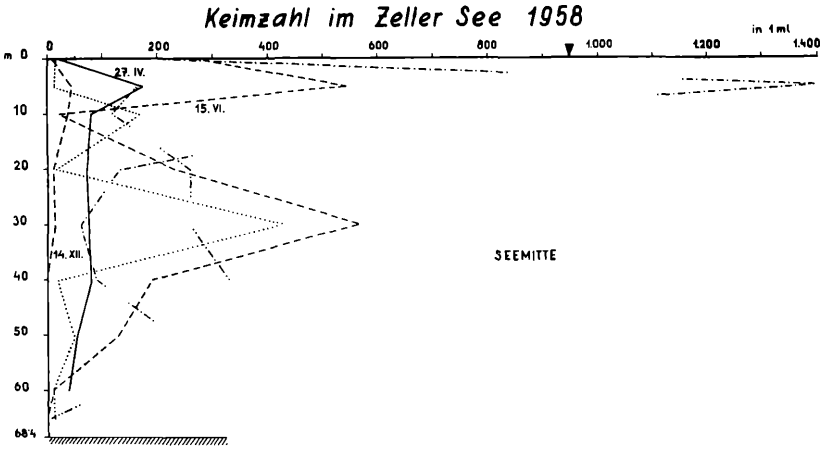

Abb. 20.

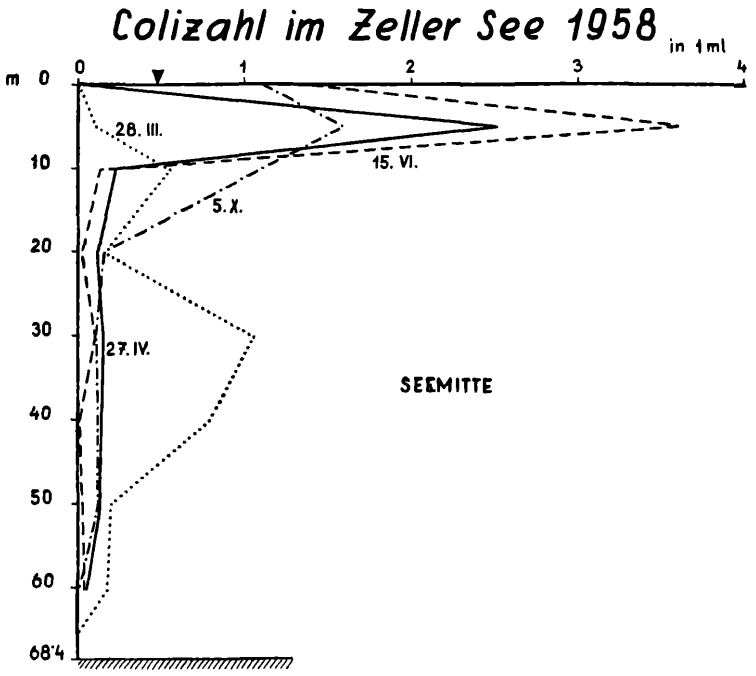

Abb. 21.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

nur in 5 m Tiefe eine kleine Zunahme erkennen ließ, entwickelte sich anschließend, ähnlich wie vor der Eisschmelze, aber kräftiger, eine deutliche Spitze zwischen 5 und 10 m sowie in 30 m Tiefe. Die größte Keimzahl (1400/l) fand sich jedoch Anfang Oktober, gleichfalls in der Sprungschichte. Der Keimreichtum dieser Wasserschichten läßt auf eine besondere Anhäufung in Zersetzung befindlicher organischer Substanz schließen. Es dürfte sich vorwiegend um Phytoplankton handeln, da in 5 m Tiefe sowohl im Juni als auch im Oktober O_2-Übersättigungen und gleichzeitig auch größere O_2-Zehrungen auftraten.

Die Planktonfänge im Jahre 1958 konnten leider noch nicht ausgewertet werden.

Die Coli-Zahl nahm einen ähnlichen jahreszeitlichen Verlauf, nur ergab sich bei ihr das Maximum im Sommer. Bemerkenswerterweise war auch unter Eis zwischen 30 und 40 m eine Kumulation der *Coli*-Bakterien ähnlich der Keimzahl festzustellen. Im gesamten lassen die bakteriologischen Befunde auf eine stärkere Eutrophierung des Sees schließen.

D. Zusammenfassung

Die Kenntnisse der limnologischen Verhältnisse des Zellersees konnten durch weitere Untersuchungen sehr bereichert werden. Der Beobachtungszeitraum umfaßt bis jetzt über vier Jahre. Weder die chemischen noch die biologischen Aspekte unterlagen in dieser Zeit einem gleichmäßigen jahreszeitlichen Rhythmus. Insbesondere schwankte der O_2-Gehalt der einzelnen Seezonen und die damit in direkter Beziehung stehende Planktonentwicklung. Die wechselnde Massenanhäufung bestimmter Algen scheint durch das veränderliche Angebot an Nährstoffen bedingt zu sein, die mit den Abwässern der Stadt Zell am See immer noch eingeschwemmt werden, bzw. während der bis in das Monimolimnion reichenden Zirkulation aus der salzkonzentrierten Tiefenzone in die trophogenen Schichten gelangen. Auffallend ist das Zurückweichen der *Oscillatoria rubescens*, die 1954 ihren Höhepunkt hatte, und das Vortreten anderer Algen. Die hohe Primärproduktion des Zellersees führt zu einer starken Sauerstoffzehrung und zur Ausbildung einer anaeroben Tiefenschichte über dem Schlammsediment, die mehrere Meter Mächtigkeit aufweisen kann und zur Zeit der Homothermie nicht immer zur Gänze abgebaut wird. Der Salzgehalt kann sich darum sehr beträchtlich erhöhen, unter gleichzeitiger Bildung von H_2S. Im Gesamtbild der Ergebnisse, einschließlich jener der bakteriologischen Untersuchung, zeigt sich der eutrophe Charakter des Sees. Die limnologischen Forschungsarbeiten werden fortgesetzt, um die Auswirkung der bereits eingeleiteten Seesanierung erfassen zu können.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Literatur

1. Liepolt R.: „Die Verunreinigung des Zellersees". Schriftenreihe „Wasser und Abwasser", Bd. 1957, S. 9—38.

2. Hydrographische Jahrbücher: 1954—1958, Bd. 59—63. Herausgegeben v. Hydrogr. Zentralbüro im Bd.-Min. f. Land- u. Forstwirtschaft.

3. Ruttner F.: „Grundriß der Limnologie". S. 10, 1940.

4. Knie K. und Gams H.: „Temperaturmeßgerät Modell Kaisermühlen TE" Österr. Wasserwirtschaft, Jg. 10, Wien 1958.

5. Schulze E.: „Der Kreislauf von Stickstoff, Schwefel und Phosphor Wasser". Wasserwirtschaft-Wassertechnik, Heft 1, S. 38, 1958.

6. Wetzel A.: „Bemerkungen über die Biologie von Trinkwasser-Talsperren" Sonderdr. aus Desinfektions- u. Gesundheitswesen 7, 1958.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: 1958

Autor(en)/Author(s): Liepolt Reinhard

Artikel/Article: Zur limnologischen Erforschung des Zellersees in Salzburg 18-101