

Kieselsäurehaushalt und Diatomeenvegetation im Lunzer Untersee und in benachbarten Fließgewässern, einschließlich der Ybbs

Friederike Wawrik

Vorliegende Beobachtungen beziehen sich auf Kieselsäurekonzentration und Diatomeenvegetation im Lunzer Untersee, in seinen wichtigsten Zuflüssen, dem Seebach und Mayrgraben, sowie im Ybbsfluß im Gebiet des Marktes Lunz. Auch die Quellen der Biologischen Station Lunz und des Hauses Puhhösl wurden untersucht.

1. Das Beobachtungsgebiet (Abb. 1).

Der Lunzer Untersee ist ein Alpenrandsee (Areal 68 ha, größte Tiefe 34 m) auf einer Seehöhe von rund 600 m. Er liegt am Nord-

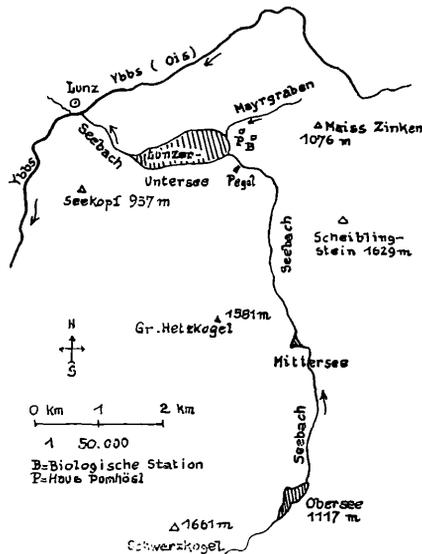


Abb. 1. Das Beobachtungsgebiet.

abfall des Dürrensteinmassives der steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen, das im Gebiet eine Gipfelhöhe von 1878 m erreicht. Den geologischen Aufbau kennzeichnen Ablagerungen aus dem Triasmeer, vorwiegend Dachsteinkalk. Auf einer Seehöhe von 1117 m liegt in Hirrlatzkalken und Fleckenmergel der Obersee. Sein Abfluß ist der Seebach. Dieser erreicht in teilweise unterirdischem Lauf einen Talkessel auf einer Seehöhe von 765 m, wo er aus mehreren Quelltrichtern zu Tage tritt. Er bildet den flachen Mittersee und entwässert ihn zum Untersee. Der Lunzer Untersee empfängt außerdem und besonders zur Zeit der Schneeschmelze mehrere Rinnale vom Nordhang des Hetzkogels, von dem auch das Leitungswasser der Biologischen Station kommt. Vom Südwesthang des Maiss-Zinken, den Guttensteiner und Reiflinger Kalke sowie Lunzer Sandstein aufbauen, fließt dem See der Mayrgraben zu. Aus dem Lunzer Sandstein kommt auch das Leitungswasser des Hauses Puhösl. Das bedeutendste Fließgewässer des Gebietes ist der Ybbsfluß, der den Abfluß des Untersees aufnimmt. Die Ybbs kommt vom Großen Zellerhut in den steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen, deren nördliche Ausläufer sie auf ihrem Weg zur Donau durchquert. Den petrographischen Charakter dieses Gebietes bestimmen Dachsteinkalk und Hauptdolomit.

2. Methodisches.

Gelöste Kieselsäure: kolorimetrische Gelbmethode nach Dienert & Wandenbulcke. Gelegentlich Bestimmung der kolloidalen SiO_2 nach Aufschluß mit Soda. Messung der elektrolytischen Leitfähigkeit: Apparat von Pleißner. Alkalinitätsbestimmung: Titration mit $n/10$ HCl gegen Methylorange. Die Meßergebnisse wurden zu den Niederschlägen in Beziehung gesetzt, die in den letzten zehn der Probenentnahme vorangegangenen Tagen gefallen waren. Gelegentliche Pegelbeobachtungen am Untersee und am Seebach. Studium der Diatomeenflora (Hydraxpräparate) der Fließgewässer. Alle Temperaturbeobachtungen in $^{\circ}\text{C}$. Leitfähigkeitswerte: $K_{18^{\circ}} 10^{-6}$.

3. Beobachtungsergebnisse.

a) Der Seebach.

Er ist der wichtigste Zufluß des Untersees, ein sommerkalter Waldgrabenbach mit Frühjahrs- und Herbsttemperaturen um 7° und Sommermeßwerten um $10,5^{\circ}$. Am 17. August 1954 wurde eine SiO_2 -

Messung längs des Seebaches mit folgendem Ergebnis durchgeführt:

Obersee Ausrinn: 0,80 mg/l; Mittersee Aufstoß: 0,60 mg/l; Mittersee Ausrinn: 0,60 mg/l; Untersee Einrinn: 0,50 mg/l.

Es wurde somit auf der etwa 6 km langen Strecke eine Abnahme der Konzentration um 0,30 mg/l = 37 % festgestellt. Über die Kieselsäurekonzentrationen auf der Strecke Mittersee — Untersee liegen weitere drei Messungen vor:

Datum	Mittersee-Einrinn	Untersee-Einrinn
21. 11. 1953	0,80 mg/l	0,60 mg/l
11. 8. 1954	0,70 mg/l	0,50 mg/l
11. 3. 1955	0,60 mg/l	0,60 mg/l

Alle übrigen Seebachproben wurden etwa 100 m vor der Mündung in den Untersee entnommen. Es liegen insgesamt 22 Messungen vor, wie nachfolgende Tabelle 1 zeigt (Abb. 2).

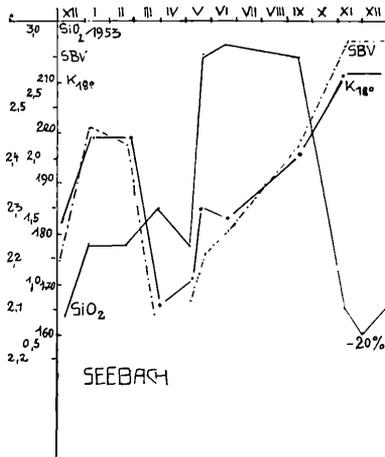


Abb. 2. Schaulinie der SiO_2 -Konzentration, der Leitfähigkeit und Alkalinität im Seebach.

Tab. 1. Beobachtungen am Seebach.

Datum	SiO ₂ mg/l	K ₁₈₀ · 10 ⁶	SBV	mm Niederschlag
7. 12. 1952	0,7	182	2,22	—
4. 1. 1953	1,3	199	2,46	7,1
21. 2. 1953	1,3	199	2,46	13,7
1. 4. 1953	1,6	166	2,02	10,5
2. 5. 1953	1,3	171	2,10	29,0
22. 5. 1953	2,8	185	2,21	111,4
19. 6. 1953	2,9	183	2,20	260,1
15. 9. 1953	2,8	196	2,42	36,2
7. 11. 1953	0,8	212	2,63	18,2
1. 12. 1953	0,6	212	2,63	0,0
1. 1. 1954	0,8	212	—	28,3
21. 2. 1954	0,8	202	—	3,7
17. 4. 1954	0,8	170	—	54,7
22. 5. 1954	0,5	170	—	70,7
19. 6. 1954	0,6	161	—	58,0
11. 8. 1954	0,5	186	—	156,5
23. 10. 1954	0,8	182	—	3,3
19. 2. 1955	0,8	—	—	10,7
7. 4. 1955	0,7	—	—	60,4
17. 7. 1957	0,5	—	—	174,6
17. 4. 1958	1,1	—	—	14,3
22. 8. 1958	0,5	—	—	57,6
Maximum	2,9	212	2,63	—
Minimum	0,5	161	2,02	—
Amplitude	2,4	51	0,61	—
Durchschnitt	1,1	187	2,33	—

Besprechung der Beobachtungen: Das über den Sommer 1953 (Mai bis September) währende Kieselsäuremaximum um 2,9 mg/l trat nach Niederschlägen von maximal 260 mm in Erscheinung und bestand bei mittleren Alkalinitäts- und Leitfähigkeitswerten. Vielleicht war nach den Frostmonaten des Winters das Kalkgestein des Einzugsgebietes für die Lösung der Kieselsäure besonders aufgeschlossen. Außerdem wissen wir nach Ruttner (1914), daß Regenfälle weniger verdünnend wirken als Schmelzwässer. Das Minimum von 0,6 mg/l wurde bei maximaler Gesamtkonzentration nach minimalen Niederschlägen im Dezember des gleichen Jahres erreicht. Es fällt besonders auf, daß im nachfolgenden Jahr 1954 die SiO_2 -Werte weitaus niedriger lagen. Im Frühling und Sommer gab es Minima um 0,5 mg/l auch nach ausgiebigen Niederschlägen von 156 mm. Im allgemeinen wurden aber im gesamten Beobachtungszeitraum im Frühjahr bei erhöhter Wasserführung höhere Kieselsäurekonzentrationen beobachtet als im Spätherbst und Winter.

b) Der Mayrgraben.

Es handelt sich um einen sommerwarmen Wiesenbach. Mitte April 1958 lagen beispielsweise bei Lufttemperaturen um 13,7° die Meßwerte im Seebach bei 7,3°, während im Mayrgraben 10,9° gemessen wurden. Die Sommertemperaturen erreichen 20°. Der Bach kommt aus dem Lunzer Sandstein. Seine, im Vergleich zu den übrigen Gewässern wesentlich höhere, Gesamt- und Kieselsäurekonzentration hängt weniger von der Zusammensetzung des Lunzer Sandsteins ab, als von dem oberflächennahen Verlauf der Quellen, die ihm entströmen. Diese kommen auf ihrem Weg mit der Vegetationsschicht des Bodens in Berührung und beladen sich mit Kohlensäure. Der Kohlensäuregehalt eines Gewässers aber bedingt seine Lösungskraft. Die Probenentnahme erfolgte regelmäßig etwa 100 m vor der Mündung in den Untersee. Parallel mit den Beobachtungen im Seebach bestand das Maximum der SiO_2 -Werte nach heftigen Niederschlägen im Mai 1953 bei 4,6 mg/l. Dagegen wurde im Juli 1954 nach Niederschlägen von 223 mg/l nur die durchschnittliche Kieselsäurekonzentration von 3,0 mg/l erreicht. Auch im Mayrgraben wurden im Spätherbst und im Winter sinkende SiO_2 -Werte (siehe Tabelle 2 und Abb. 3) beobachtet. Dieselbe Beobachtung gilt auch für den Ybbsfluß; wahrscheinlich steht sie mit der vermehrten winterlichen Diatomeenproduktion im Zusammenhang.

Tab. 2. Beobachtungen am Mayrgraben.

Datum	SiO ₂ mg/l	K ₁₈₀ 10 ⁶	SBV	mm Niederschlag
1. 4. 1953	2,2	296	3,72	9,8
2. 5. 1953	3,4	294	3,80	29,0
22. 5. 1953	4,6	296	3,75	111,4
19. 6. 1953	4,1	291	3,70	260,1
15. 9. 1953	4,3	292	3,64	36,2
7. 11. 1953	2,8	352	4,50	18,2
1. 12. 1953	2,4	305	3,85	0,0
1. 5. 1954	2,2	319	—	10,5
22. 5. 1954	2,4	293	—	70,7
5. 7. 1954	3,0	346	—	223,9
11. 8. 1954	3,0	302	—	52,6
24. 9. 1954	3,8	320	—	43,1
21. 10. 1954	3,5	361	—	2,2
21. 11. 1954	2,5	374	—	29,3
1. 1. 1955	2,7	329	—	130,4
19. 2. 1955	2,2	—	—	10,7
14. 3. 1955	3,1	339	3,60	9,6
7. 4. 1955	2,2	324	4,00	60,4
17. 7. 1957	2,7	—	—	174,6
22. 8. 1958	3,1	—	—	57,6
Maximum	4,6	374	4,50	—
Minimum	2,2	291	3,64	—
Amplitude	2,4	83	0,86	—
Durchschnitt	3,0	319	3,84	—

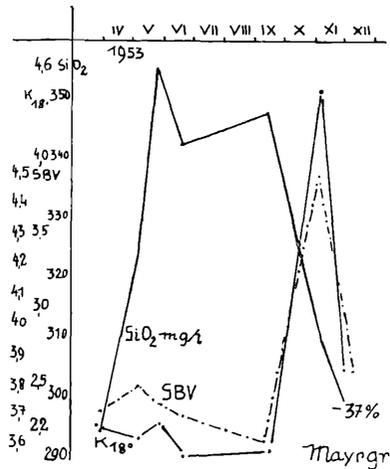


Abb. 3. Schaulinie der SiO₂-Konzentration, der Leitfähigkeit und Alkalinität im Mayrgraben.

Die Kieselalgen der Lunzer Gewässer hat F. Hustedt (1922) in einer grundlegenden Bearbeitung aufgenommen. Aus eigenen Aufsammlungen seien für den Seebach, für den Hustedt 69 Arten teils allochthoner Herkunft bekanntgab, noch einige Varietäten zusätzlich mitgeteilt: *Cocconeis placentula* var. *clinoraphis**, *Diatoma hiemala* var. *mesodon* c, *Gomphonema intricatum* var. *pumila* cc.

Erstbeobachtungen für den Mayrgraben sind die typisch kalkholde *Achnanthes pyrenaica* r und außerdem eine Varietät der im Gebiet seltenen *Diatoma elongatum*, nämlich *D. elongatum* var. *tenuis*. Sie bildete im Juni 1958 auf schwach überrieselten Steinen nahezu reine Überzüge, in denen es auch viele Involutionsformen gab. Diese sind nach einer schriftlichen Mitteilung von Herrn Dr. F. Hustedt als *Diatoma nanum* Skabitschewsky (Notulae systematicae e sectione cryptogamica botanici nomine V. L. Komarovii academiae scientiarum URSS, X. 1955, S. 42, cum fig.) dargestellt worden. Es handelt sich nach Hustedt jedoch um Involutionsformen von *Diatoma elongatum* var. *tenuis*, denen sich aus meinen Aufsammlungen noch eine

* Es werden folgende Häufigkeitsbezeichnungen verwendet: rr = sehr selten r = selten, + = mäßig häufig, c = häufig, cc = sehr häufig, cc = aspektbeherrschend.

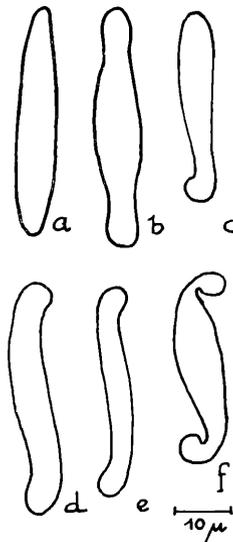


Abb. 4. Umrisse von Involutionsformen von *Diatoma elongatum* var. *tenuis* (Valvaransicht).

neue Involutionsform zugesellt: (Abb. 4 f). Die Frustel ähnelt sehr einem Paragraphezeichen und schließt offenbar die Entwicklungsreihe der bisher bereits beobachteten Involutionsformen (Abb. 4 a—e) ab. Sie war im Material ziemlich selten, während die übrigen Involutionsformen eine Häufigkeit von etwa 10 % erreichten. In einer Aufsammlung aus dem Mayrgraben vom November 1958, in der *Achnanthes minutissima* vorherrschte, fanden sich immer noch Exemplare von *Diatoma elongatum* var. *tenuis* eingestreut; Involutionsformen fehlten aber vollständig.

c) Der Untersee.

Der Kieselsäurehaushalt des Untersees hängt weitgehend von der SiO_2 -Konzentration seiner Zuflüsse ab. Es liegen acht Horizontal- und ebensoviele Vertikalserien vor. Die Horizontalserien setzen die Meßergebnisse Seebach-Einrinn, Mayrgraben-Einrinn, Seeoberfläche über der tiefsten Stelle und See-Ausrinn zueinander in Beziehung. Es bestand keine horizontale Schichtung der Kieselsäure. Die Meßwerte vom Seebach-Einrinn stimmten mit jenen in Seemitte und

Horizontalserien: Seebach-, Mayrgraben-Eintrinn,
Seeberfläche, Ausrinn. Tab. 3.

Standort	Zeit	SiO ₂ mg/l	K ₁₈₀ · 10 ⁻⁶	SBV	Pegel US/SB	Vegetation 0 m, Zl/ccm	Anmerkung
Seebach	1. 4. 1953	1,6	166	2,02	117/90	—	Frühlings-
Mayrgr.		2,2	296	3,72	fallend		hochwasser, eisfrei.
See-Ofl.		1,6	197	2,42			
Ausrinn		1,6	201	2,45			
Seebach	2. 5. 1953	1,3	171	2,10	104/80	Cyclotella	Schnee-
Mayrgr.		3,4	294	3,80	fallend	160	schmelze
See-Ofl.		1,2	185	2,29		Synedra	im
Ausrinn		1,4	187	2,30		210	Gebirge
Seebach	22. 5. 1953	2,8	185	2,21	113/85	Cyclotella	Regen
Mayrgr.		4,6	296	3,75	steigend	110	111,4 mm
See-Ofl.		2,7	180	2,20			
Ausrinn		2,9	185	2,29			
Seebach	16. 6. 1953	2,9	183	2,25	108/76		
Mayrgr.		4,1	291	3,70	fallend	—	—
See-Ofl.		2,8	181	2,22			
Ausrinn		2,8	182	2,29			

Kieselsäuregehalt und Diatomeenvegetation

117

Seebach	15. 9. 1953	2,8	196	2,42	97/66	Diatomeen	—
Mayrgr.		4,3	290	3,64	fallend	180	—
See-Ofl.		2,8	196	2,42		Mallomonas	
Ausrinn		2,8	196	2,42		160	—
Seebach	7 11. 1953	0,8	212	2,63	93/65	—	Nieder-
Mayrgr.		2,8	352	4,50	fallend	—	wasser
See-Ofl.		0,6	206	2,60			
Ausrinn		0,8	212	2,63			
Seebach	1. 12. 1953	0,6	212	2,63	100/66	—	Nieder-
Mayrgr.		2,4	306	3,82	steigend		schläge
See-Ofl.		0,6	202	2,50			
Ausrinn		0,6	202	2,50			
Seebach	7. 4. 1955	0,7	208	2,20	—	—	—
Mayrgr.		2,2	324	4,00			
See-Ofl.		0,7	208	2,20			
Ausrinn		—	—	—			

US = Untersee; SB = Seebach.

See-Ausrinn überein. Ein Einfluß des Mayrgrabens, der übrigens sehr windabhängig ist, wurde in keinem Fall festgestellt, auch nicht in den Messungen vom 1. April und 2. Mai 1953 (siehe Tabelle 3), die in Seemitte und im Ausrinn deutlich erhöhte Alkalinitäts- und Leitfähigkeitswerte aufwiesen. Vermutlich wirkt der Vegetationsgürtel des Untersees nächst der Einmündung des Mayrgrabens mit seiner reichen litoralen Diatomeenvegetation als SiO_2 -Falle: das Wasser des Baches wird biogen entkieselt. Der Durchschnittswert der in der Seeoberfläche gefundenen SiO_2 -Konzentration lag bei 1,4 mg/l. Er reiht sich gut zwischen die von Findenegg (1935) an den Kärntner Seen und von Ruttner (1937) an einigen Ostalpbenseen beobachteten Meßergebnisse von 0,3 — 4,0 mg/l SiO_2 . Mit der Tiefe nimmt im Untersee der Kieselsäuregehalt nur wenig zu. Eine maximale Amplitude von 1,7 mg/l wurde im Herbst 1953 beobachtet, eine minimale von 0,1 mg/l nach der Frühjahrszirkulation am 19. Juni 1953. In der beigegebenen Tabelle 4 bedeuten die Meßwerte, die für die Tiefe von 30 m angegeben sind, den jeweils über Grund zwischen 30 m und etwa 33 m gefundenen Wert. Die Zunahme der Kieselsäurekonzentration mit der Tiefe kann durch absinkende Diatomeenfrusteln, die in Lösung gehen, verursacht sein. Auch Mineralisationsvorgänge an der Schlammoberfläche wirken anreichernd. Die Profile (Tab. 4, Abb. 5, 6) der SiO_2 -Konzentrationen laufen mit jenen der Alkalinität und Leitfähigkeit wohl gleichstimmig, aber kaum einmal parallel. Die Ursache dafür ist hauptsächlich im Kieselsäureverbrauch pelagischer Diatomeen zu suchen. Während man im Litoralgürtel des Untersees eine reiche Diatomeenvegetation findet (Hustedt 1922), erreichen im Pelagial nur wenige Arten bedeutende Volksdichten: *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *C. bodanica*, *Stephanodiscus Hantzschii*. Auch *Mallomonas alpina* zählt zu den SiO_2 -Konsumenten. Anfangs November 1953 wurde nach einer andauernden Cyclotellen-Mallomonas-Vegetation im Epilimnion biogene Entkieselung beobachtet. Schmelzwässer beeinflussen die Konzentration nur bis in eine Tiefe von ca. 15 m, wie Ruttner

* Ich möchte an dieser Stelle ex tempore eine Beobachtung mitteilen, die ich am 23. Oktober 1954 in einer Grundprobe aus dem Untersee machte. In 32 m Tiefe fand ich 44 Kol./ccm *Leptothrix echinata*, die von Beger (1935) aus dem Wasserwerk Frankfurt/Oder beschrieben wurde. Ruttner (1937) hat sie später im Hypolimnion einiger Alpbenseen festgestellt; Skuja (1956) gab sie aus tieferen Wasserschichten schwedischer Seen bekannt und machte Mitteilungen über ihre Vermehrung.

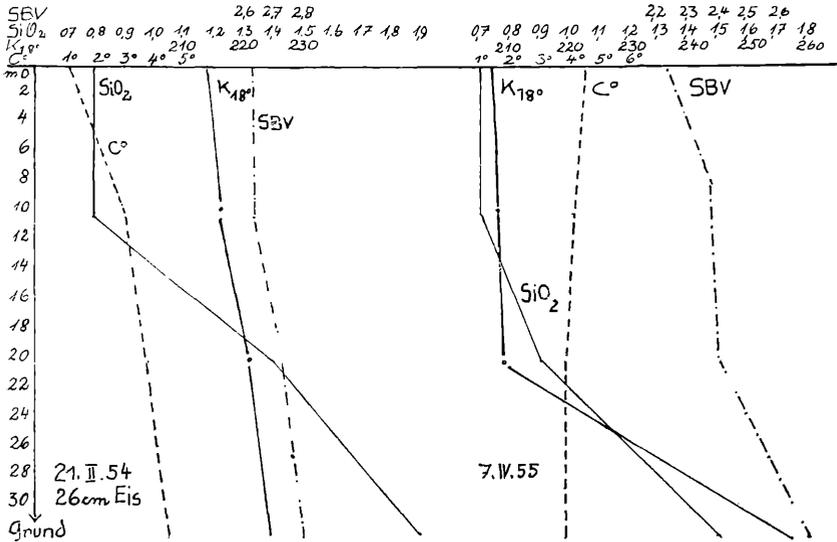


Abb. 5. Profile der Temperaturwerte, der SiO₂-Konzentration, der Leitfähigkeit und Alkalinität im Lunzer Untersee.

(1922) nachgewiesen hat. Im Hypolimnion kann *Asterionella formosa* entkieselnd wirken. Sie bildet im Sommer ab 15 m rasch zunehmende Volksdichten, die über Grund ihr Maximum erreichen (Ruttner 1929).

Die Zuflüsse des Untersees zeigen, wie bereits erwähnt, im Herbst und Winter deutlich verminderte SiO₂-Konzentrationen. Diese Erscheinung steht wahrscheinlich mit dem vermehrten Auftreten von Diatomeen in Zusammenhang. Vergleichsweise untersuchte ich daher den jahreszeitlichen Gang der SiO₂-Werte in zwei geschlossenen Wasserleitungen, wo naturgemäß biogene Entkieselung wegfällt.

d) Die Stationsquelle.

Sie kommt vom Fuß des Hetzkogels aus Triaskalken. Am 17. April 1954 wurde ein maximaler SiO₂-Gehalt von 2,4 mg/l bei niederer

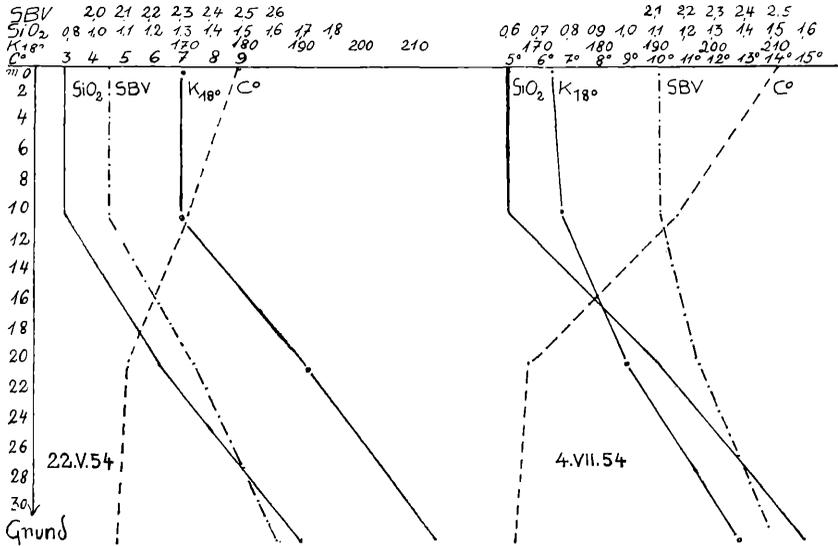


Abb. 6. Profile der Temperaturwerte, der SiO₂-Konzentration, der Leitfähigkeit und Alkalinität im Lunzer Untersee.

Gesamtkonzentration festgestellt, während am 7. April 1955 bei geringer Leitfähigkeit ein SiO₂-Minimum von 1,6 mg/l bestand. Bei maximaler Gesamtkonzentration fand ich im Spätherbst nur 1,7 mg/l gelöste Kieselsäure, im Winter aber einen schwachen Anstieg nach 2,0 mg/l. Die Verhältnisse lagen also sehr unübersichtlich. Zwei vergleichende Messungen am Quellmund und Auslauf der Stationsleitung ergaben keine Schwankungen in der Leitung selbst. In der Stationsquelle liegt das Minimum der Leitfähigkeit mit $231 \cdot 10^6$ höher als das Maximum der Leitfähigkeit im Seebach. Die jährliche Amplitude ist mit rund $50 \cdot 10^6$ fast gleich groß. Die durchschnittliche Kieselsäurekonzentration beträgt in der Stationsquelle 1,8 mg/l, im Seebach 1,1 mg/l. Die Amplituden verhalten sich aber wie 0,8 zu 2,4 mg/l oder wie 1 : 3 (Tabelle 5 und Abb. 7).

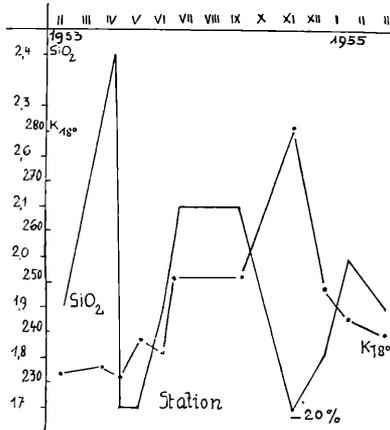


Abb. 7 Schaulinie der SiO_2 -Konzentration und Leitfähigkeit im Leitungswasser der Biologischen Station.

e) Die Pumhösllquelle.

Sie kommt aus den Lunzer Schichten. Auch hier bestand am 17. April 1954 ein SiO_2 -Maximum von 2,4 mg/l bei niedriger Gesamtleitfähigkeit. Ein Jahr später fand ich bei ähnlicher Gesamtkonzentration ein SiO_2 -Minimum von 1,5 mg/l. In beiden Jahren gab es in den entsprechenden Beobachtungszeiträumen geringe Niederschlags-tätigkeit. Die Schneeschmelze verringerte spürbar die Leitfähigkeit, wirkte aber auf die SiO_2 -Konzentration einmal verdünnend, einmal verdichtend. Im Juli 1954 erhöhte sich nach heftigen Niederschlägen der SiO_2 -Wert in der Stationsquelle um 0,2 mg/l, in der Pumhösllleitung um 0,4 mg/l, das sind rund 15—20 % der gefundenen durchschnittlichen Kieselsäurekonzentrationen beider Leitungen.

* Dem alten, unvergessenen Ehepaar P u m h ö s l, ehem. Lunz, Seehof, möchte ich an dieser Stelle dafür danken, daß sie mir in zuverlässiger Weise durch viele Jahre in ihrem Hause Wohnmöglichkeit geboten und damit auch vorliegende Arbeit wesentlich unterstützt haben.

<i>Vertikalserien im Untersee.</i>										<i>Tab. 4.</i>
Zeit	Tiefe	C ⁰	SiO ₂	K ₁₈₀ · 10 ⁶	SBV	Zeit	C ⁰	SiO ₂	K ₁₈₀ · 10 ⁶	SBV
1. 4. 1953	0	8,1	1,6	197	2,42	19. 6. 1953	14,6	2,8	181	2,22
	3	7,1	—	197	2,41		—	—	—	—
	6	6,2	—	197	2,42		10,0	2,8	181	2,22
	9	4,9	1,6	198	2,42		9,6	—	181	2,22
	12	4,6	—	197	2,43		—	—	—	—
	15	4,1	1,8	198	2,42		8,1	2,8	190	2,35
	18	4,1	—	199	2,43		—	—	—	—
	21	4,1	2,0	205	2,44		5,3	2,9	208	2,58
	24	4,1	2,0	205	2,52		—	—	—	—
	27	4,1	—	211	2,58		—	—	—	—
	30	4,1	2,4	212	2,62		4,3	2,9	218	2,71
Amplitude		4,0	0,8	15	0,21		10,3	0,1	37	0,49

Kieselsäuregehalt und Diatomeenvegetation

123

F										
15. 9. 1953	0	17,3	2,8	196	2,42	7. 11. 1953	10,6	0,6	206	2,53
	10	12,8	2,7	235	2,92		10,0	0,6	207	2,55
	20	7,8	2,7	237	2,94		6,5	1,3	219	2,72
	30	6,1	3,6	238	2,95		4,6	2,3	229	2,84
Amplitude		11,2	0,8	42	0,53		6,0	1,7	23	0,31
<hr/>										
21. 2. 1954	0	1,2	0,8	214	2,64	22. 5. 1953	8,8	0,9	170	2,05
	10	3,1	0,8	216	2,65		7,2	0,9	170	2,05
	20	3,8	1,4	221	2,73		5,2	1,2	191	2,34
	30	4,5	1,9	225	2,81		4,8	1,7	213	2,63
Amplitude		3,3	1,1	11	0,17		4,0	0,8	43	0,58
<hr/>										
4. 7. 1954	0	14,0	0,6	172	2,11	7. 4. 1955	4,5	0,7	208	2,23
	10	10,6	0,6	174	2,12		4,1	0,7	208	2,27
	20	5,6	1,1	185	2,25		3,8	0,9	209	2,30
	30	5,2	1,6	204	2,50		3,8	1,6	257	2,60
Amplitude		8,8	1,0	32	0,39		0,7	0,9	49	0,37

Die durchschnittlichen SiO_2 -Werte in der Pumhöslquelle betragen 2,1 mg/l, im Mayrgraben 3,4 mg/l. Die Amplituden verhielten sich wie 1,2 mg/l : 2,4 mg/l oder wie 1 : 2 (siehe Tabelle 5 und Abb. 8).

Aus diesen vergleichenden Überlegungen ergibt sich 1. daß die Quellen eine beachtliche eigene Amplitude haben; 2. daß die Amplitude der offenen Gerinne in beiden Fällen wesentlich größer ist als in der geschlossenen Leitung. Dies beruht offensichtlich auf dem

Biologische Station			Haus Pumhösi		
Zeit	Nieder- schl. mm	SiO_2	$\text{K}_{180} \cdot 10^6$	SiO_2	$\text{K}_{180} \cdot 10^6$
30. 11. 1953	0,0	1,8	—	2,5	—
1. 1. 1954	28,3	1,8	—	2,7	—
21. 2. 1954	3,7	1,9	232	2,2	375
17. 4. 1954	54,7	2,4	234	2,7	341
1. 5. 1954	10,5	1,7	231	1,7	349
22. 5. 1954	70,7	1,7	239	2,0	321
19. 6. 1954	58,0	1,9	236	2,0	372
11. 7. 1954	156,5	2,1	251	2,4	389
24. 9. 1954	43,1	2,1	251	2,3	419
20. 11. 1954	31,6	1,7	281	2,0	431
1. 1. 1955	130,4	1,8	249	1,9	350
30. 1. 1955	0,0	2,0	243	1,9	381
13. 3. 1955	9,6	1,9	240	2,1	394
7. 4. 1955	60,4	1,6	236	1,5	321
30. 5. 1955	89,1	1,6	231	1,9	318
22. 8. 1958	57,6	—	—	2,3	—
Amplitude		0,8	50	1,2	113
Durchschnitt		1,8	243	2,1	366

Kieselsäuregehalt und Diatomeenvegetation

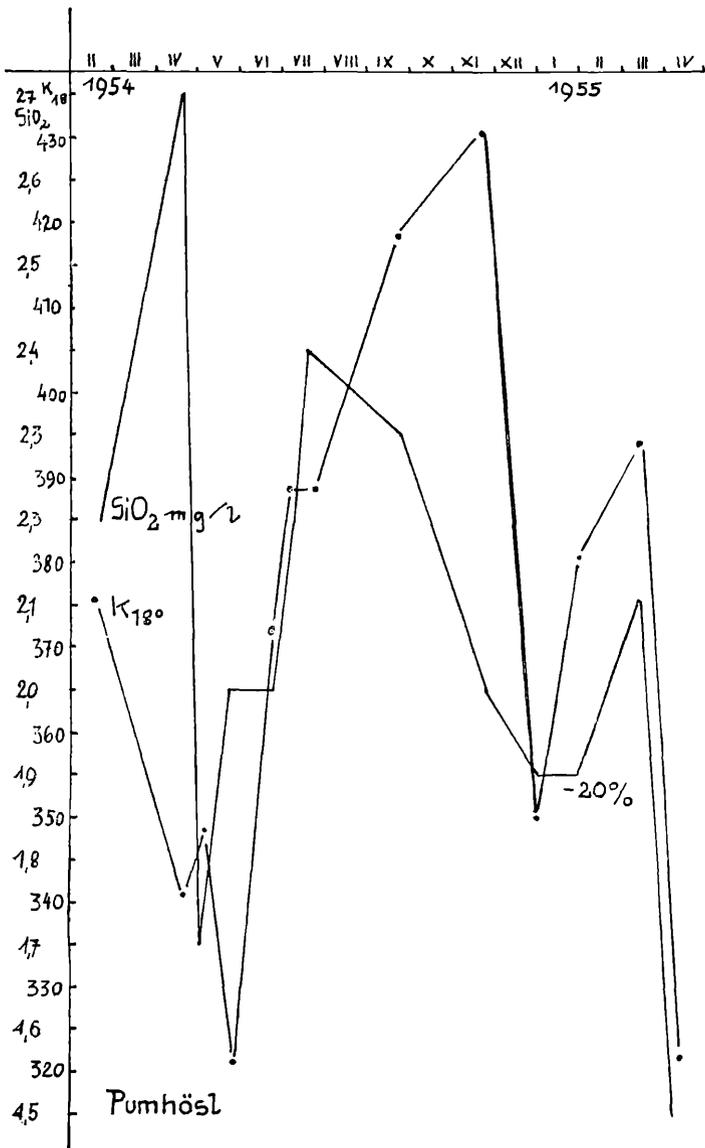


Abb. 8. Schaulinie der SiO_2 -Konzentration und Leitfähigkeit im Leitungswasser des Hauses Pumphösl.

SiO_2 -Verbrauch der Kieselalgen. Diatomeen beziehen ihren Gerüstbaustoff auch aus der sedimentierten Kieselsäure, die nach Auflösung der Frusteln abgestorbener Zellen in den Kreislauf zurückgeführt wird. Wir messen, was an gelöster Kieselsäure jeweils vorhanden ist, was verbraucht wurde, entzieht sich unserer Beobachtung und kann nicht exakt erfaßt werden, weil Quellen und Zuflüsse ihre eigene SiO_2 -Amplitude haben.

f) Die Ybbs.

Sie hat von allen untersuchten Gewässern des Gebietes die niedrigste Kieselsäurekonzentration mit einem Maximum von 1,6 mg/l, das im Mai 1958 beobachtet worden ist. Demgegenüber steht ein Minimum von 0,8 mg/l vom Mai 1954. Im Mai führt die Ybbs noch Schmelzwasser vom Kalkhochgebirge und hat demnach geringe Leitfähigkeitswerte um $209 \cdot 10^{-6}$. Ein minimaler SiO_2 -Wert wurde aber auch in der Ybbs bei maximaler Gesamtkonzentration von $289 \cdot 10^{-6}$ im November 1954 beobachtet. Wir sehen, auch hier liegen die Verhältnisse sehr unübersichtlich. 1954 gab es im Fluß nach einem Starkregen um 1,1 mg/l erhöhte SiO_2 -Werte; ebenso am 1. Jänner 1955 nach 136 mm Niederschlag (Tabelle 6 und Abb. 9). Die Dia-

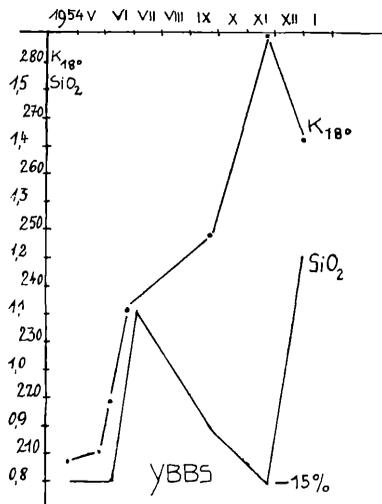


Abb. 9. Schaulinie der SiO_2 -Konzentration und Leitfähigkeit im Ybbsfluß.

Tab. 6. Beobachtungen an der Ybbs.

Zeit	SiO ₂	K ₁₈₀ · 10 ⁻⁶	SBV	Niederschlag mm
21. 11. 1954	0,9	277	—	5,5
1. 5. 1954	0,8	209	—	10,5
22. 5. 1954	0,8	210	—	70,7
6. 6. 1954	0,8	219	—	124,6
19. 6. 1954	0,9	236	—	58,0
4. 7. 1954	1,1	238	—	222,2
24. 9. 1954	0,9	249	—	43,1
20. 11. 1954	0,8	286	3,09	31,6
1. 1. 1955	1,2	266	—	136,4
15. 7. 1955	1,0	—	—	174,6
20. 5. 1958	1,6	—	—	4,7
22. 8. 1958	1,1	—	2,60	57,6
1. 11. 1958	0,9	267	2,72	5,6
15. 11. 1958	1,1	—	3,10	0,0
Maximum:	1,6	286	3,10	—
Minimum:	0,8	209	2,60	—
Amplitude:	0,8	77	0,50	—
Durchschnitt:	1,0	246	2,88	—

tomeenvegetation der Ybbs ist spärlich. Herbstliche Vegetationsfärbungen von Kieselalgen oder Hydrurus, wie man sie im Seebach oder in der benachbarten Erlaf häufig beobachtet, fehlten während meiner Untersuchungen in der Ybbs. Die Strömung des Flusses ist mäßig und kommt nicht als Ursache für die dünne Besiedlung in Frage. Die Wasserproben wurden etwa 100 m oberhalb der Einmündung des Seebaches in die Ybbs entnommen. In derselben Gegend sammelte ich auf den Sand- und Schotterinseln und im Flußbett Diatomeen. Nachstehende Liste umfaßt 37 Arten. Sechs Arten und eine Varietät sind für das Lunzer Gebiet neu.

4. Die Diatomeenvegetation der Ybbs.

Achnanthes trinodis c, stellenweise in Alpengewässern (US) häufig.

Asterionella formosa r, allochthon.

Ceratoneis acus c, massenhaft in alpinen Fließgewässern (SB).

Cocconeis placentula c;

— — *var. clinoraphis* c;

— — *var. lineata* c, alle sehr häufig im Lunzer Gebiet.

Cyclotella Meneghiniana r.

— *tenuistriata* rr, kalkliebend, aus dem Lunzer Seebach von Hustedt (1952) beschrieben und jüngst auch im Wesergebiet nachgewiesen. Die Art ist nach eigenen Beobachtungen auch im Mündungsgebiet der Erlaf eingestreut.

Cymbella affinis +, oligosaprob, kalkhold.

— *ventricosa* cc, häufig im Gebiet; im SB oft dominant.

Diatoma hiemale c, nordisch-alpine Kaltwasserform.

— — *var. mesodon* c.

— *vulgare*, litoral und planktisch überall im Gebiet häufig.

* Anschließend darf ich Herrn Dr. F. Hustedt recht herzlich für die Unterstützung bei der Analyse der Hyraxpräparate danken und Herrn Dr. Th. G. Schneider für die Korrektur der Fahnen.

Eunotia exigua +, nach Hustedt vorwiegend acidophil, im Gebiet bei pH 8 nicht selten.

Fragilaria construens +.

— — *var. venter* r.

— *crotonensis* +, im Gebiet im Plankton häufig.

Gomphonema prostrata c, überall gemein.

— *tergestinum* r, erstmalig im Lunzer Gebiet.

Gyrosigma acuminatum +.

— — *var. Brebissoni* +.

Melosira ambigua +, im Lunzer Gebiet erstmalig; im Gebiet gibt es außer der in der Umgebung des US selten auftretenden *Melosira arenaria* keine Melosieren.

Meridion circulare c, kalkhold und in allen Fließgewässern der Umgebung häufig.

Navicula cryptocephala c.

— *decussis* r, kalkhold, oligosaprob; neu für das Gebiet.

— *elegans* r, neu für das Gebiet.

— *oppugnata* r, im Plitvitzer Seengebiet von Hustedt (1945) erstmalig massenhaft nachgewiesen. Neu für das Lunzer Gebiet.

— *pelliculosa* rr, selten in der Gegend. In der benachbarten Erlaf aber das Flußbett dicht besiedelnd.

Navicula pseudotuscula rr, erstmalig im Gebiet.

— *rhynchocephala* c, kalkhold, überall häufig.

— *Rotaeana* rr, Aerophyt; überall selten.

— *rumpens* cc, dominant und subdominant in allen Fließgewässern der Lunzer Gegend.

— *viridula* r, kalkhold, nur zerstreut beobachtet.

Neidium dubium +.

Nitzschia communis +, verbreitete Kalkwasserform.

— *linearis* c.

— *palea* c, auch saprophytisch beobachtet.

— *sigmoidea* c, wie die obigen verbreitet im Gebiet.

Pinnularia gibba var. *parva* rr, in Kalkgewässern selten beobachtet, neu für das Gebiet.

Stephanodiscus Hantzschii +, im Lunzer Gebiet verbreitet, kalkhold.

Surirella ovata +, verbreitet.

— *acicularis* r, kalkhold.

Synedra pulchella c, mit weiter ökologischer Valenz überall im Litoral und Plankton.

— *rumpens* r, wahrscheinlich aus dem Lunzer See eingeschleppt.

5. Zusammenfassende Besprechung der Ergebnisse.

I. Die Lunzer Gewässer sind im allgemeinen reine Karbonatwässer: SBV 2,02—4,40; daneben bestehen SiO_2 -Konzentrationen von 0,5 bis 4,6 mg/l. Dies entspricht den bisher für unsere Alpenseen bekannten Meßwerten. Im Mayrgraben und in der Pumhöslquelle fand ich neben höherer Alkalinität auch höhere Kieselsäure-Konzentration.

Ohle (1934) beobachtete in kalkarmen norddeutschen Seen meist nur geringe SiO_2 -Werte. In den ebenfalls kalkarmen Gewässern Schwedisch-Lapplands fand derselbe Autor (1940) von der Zeit der Schneeschmelze bis zum Sommer nach 6,5 mg/l ansteigende Kieselsäure-Konzentrationen. In den reinen Silikatgewässern der Waldviertler Granitplatte bei Karlstift in Niederösterreich bestehen Kieselsäurewerte von 3—4 mg/l. Ähnliche Werte habe ich in den Kleingewässern des Arlberggebietes, die in Urgesteinshängen liegen, festgestellt (Wawrik 1954, 1955, 1958).

II. Fallweise wurden in den Lunzer Gewässern zur Zeit der Schneeschmelze und nach anhaltenden Regenfällen bei abnehmender Leitfähigkeit erhöhte Kieselsäurewerte gefunden (siehe auch Wawrik

1952). Diese Erscheinung liegt wohl darin begründet, daß viele Wasseradern fließen und Horizonte entwässern, die monatelang trocken lagen. Bäche haben oft drei, vier und mehr Quelladern. Es läßt sich kaum ermitteln, welche Ader auf die SiO_2 -Konzentration wesentlich Einfluß nimmt. Verschiedene Horizonte sind für die Auslaugung verschieden gut aufgeschlossen. Möglicherweise wirkt Frostwetter besonders aufschließend.

III. Quellen haben ihre eigene Amplitude. Um den SiO_2 -Haushalt durchströmter Gewässer zu verstehen, ist es notwendig, die SiO_2 -Konzentrationen der Quellen und Zuflüsse zu studieren.

IV In den Herbst- und Wintermonaten erfolgt im allgemeinen eine rasche Abnahme der Kieselsäurewerte. Das in dieser Zeit vermehrte Auftreten von Diatomeen dürfte nicht die alleinige Ursache hierfür sein. Vielleicht spielt auch die verminderte Wasserführung eine Rolle. Findenegg verwies 1935 auf die Rolle, die der Wasserführung im Kieselsäurehaushalt zukommen dürfte.

V. Gelegentlich wurden Proben vom Mayrgraben und von der Puhölquelle (diese Gewässer erreichen mit durchschnittlich 3,4 bzw. 1,8 mg/l die höchsten Kieselsäurekonzentrationen des Gebietes) auf das Vorhandensein kolloidaler SiO_2 untersucht. Es konnten vereinzelt einige Zehntelmilligramm kolloidaler Kieselsäure nachgewiesen werden. Das Problem der kolloidalen Kieselsäure ist noch sehr wenig bearbeitet. Laaksonen (1956) teilte von günstigen Beobachtungsstandorten interessante Meßergebnisse mit. Der Autor fand im Quellwasser bei Lohja am 7. Juli 1954 neben 10 mg/l gelöster, 4 mg/l kolloidale, und 18 Tage später neben 12 mg/l gelöster 0 mg/l kolloidale Kieselsäure. Die Quelle speiste einen Teich, in dem *Synedra tenera* mit 64.000 Z/ml wucherte. Hier fand eine rasante Entkieselung statt. Die gelöste Kieselsäure sank von 12 nach 0,3 mg/l ab, während die kolloidale SiO_2 , die ausschließlich aus dem Abbauprodukt der Diatomeenfrusteln stammte, von 0 nach 2 mg/l anstieg.

Meines Erachtens eignen sich zum Studium der kolloidalen Kieselsäure besonders Gewässer mit höherer SiO_2 -Konzentration und Analysenwerten, die klar oberhalb der Fehlergrenze liegen.

* Eine Zusammenfassung vorliegender Beobachtungsergebnisse wurde auf dem XIV Internationalen Limnologenkongreß im August 1959 in Wien mitgeteilt.

Literatur

1. Beger H.: „*Leptothrix echinata*, ein neues, vorwiegend Mangan speicherndes Eisenbakterium“ Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkd. u. Infektionskrankh., II. Abt. 92. Fischer, Jena 1935.
2. Findenegg I.: „Beobachtungen an Kärntner Seen“. Carinthia II. 1932.
3. Findenegg I.: „Limnologische Untersuchungen im Kärntner Seengebiet“ Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 32. 1935.
4. Hustedt F.: „Die Bacillariaceen-Vegetation des Lunzer Seengebietes“ Intern. Rev. Hydrobiol., 10 (1), 1—128. Stuttgart 1922.
5. Hustedt F.: „Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz“ L. Rabenhorst's Krypt.-Flora VII, 1: XII + 920 S., 2 (soweit ersch.), 736 S. Akad. Verlagsges., Leipzig 1927.
6. Hustedt F.: „Diatomeen aus Seen und Quellgebieten der Balkanhalbinsel“ Arch. Hydrobiol. 40 (4): 867—973. Stuttgart 1945.
7. „Neue und wenig bekannte Diatomeen IV“ Botaniska Notiser 4. Lund 1952.
8. Laaksonen R.: „On variations in the silica content of some ponds“ Archivum Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae ‚Vanamo‘ Helsinki 1956.
9. Ohle W.: „Chemische und physikalische Untersuchungen norddeutscher Seen“ Arch. Hydrobiol. 26: 386—464 und 584—658. 1934.
10. Ohle W.: „Chemische Gewässererkundung in Schwedisch-Lappland“ Arch. Hydrobiol. 36: 337—358. 1940.
11. Ruttner F.: „Das elektrolytische Leitvermögen des Wassers der Lunzer Seen.“ Intern. Revue d. ges. Hydrobiol. Suppl. zu 6. 1914.
12. Ruttner F.: „Das Plankton des Lunzer Untersees, seine Verteilung im Raum und in der Zeit“ Ebenda 23.
13. Ruttner F.: „Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen“ Arch. f. Hydrobiol. 32. 1937.
14. Skuja H.: „Taxonomische und Biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer“ Nov. Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis. Ser. IV. Vol. 16. No. 3. 1956.
15. Wawrik F.: „Beziehungen zwischen Kieselsäurehaushalt und Diatomeenblüte in der Seebachlacke bei Kienberg-Gaming, N.-Ö“ Österr. Bot. Zeitschr. 99, H. 2/3, 1952.
16. Wawrik F.: „Limnologische Studien an Hochgebirgs-Kleingewässern im Arlberggebiet I“ Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wissensch. Math.-Naturw. Kl. Abt. I. 163, H. 4/5, 1954.
17. Wawrik F.: „Hochgebirgs-Kleingewässer im Arlberggebiet II“ Ebenda 164, H. 6/7, 1955.
18. Wawrik F.: „Hochgebirgs-Kleingewässer im Arlberggebiet III“ Ebenda 167, H. 3/4, 1958.

Anschrift des Verfassers: Friederike Wawrik, Scheibbs, Niederösterreich.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1960

Band/Volume: [1960](#)

Autor(en)/Author(s): Wawrik Friederike

Artikel/Article: [Kieselsäurehaushalt und Diatomeenvegetation im Lunzer Untersee und in benachbarten Fließgewässern, einschließlich der Ybbs 108-132](#)