Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 28 (1937)

Heft: 1-2

Artikel: Eine Wasseruntersuchung im Vierwaldstättersee

Autor: Adam, F. / Birrer, A. / Meyer, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982884

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.07.2025

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

Eine Wasseruntersuchung im Vierwaldstättersee.

Von Dr. F. ADAM und Dr. A. BIRRER.
(Aus dem Laboratorium des Kantonschemikers Luzern, Vorstand: L. Meyer,)

Im letzten Jahre wurde das kantonale Laboratorium beauftragt, bei Meggen am Vierwaldstättersee eine Wasseruntersuchung auf Tauglichkeit als Trinkwasser durchzuführen. Dieser Untersuchung gingen solche in der Luzernerbucht voraus, bei denen trotz der augenscheinlich ungünstigen Probenahmestellen doch hervorging, dass je nach Wahl der Fassungsstelle ein relativ gutes Wasser zu erwarten wäre. — Zur Fassung der Wasserproben diente uns eine 2-Liter-Schöpfflasche nach dem System *Friedinger*, zur Temperaturmessung in den tiefern Wasserschichten das *Friedinger*'sche Tiefseethermometer.

I. Oertlichkeiten und Untersuchungszeiten.

Mit Rücksicht auf die bestehende Wasserversorgung und Anschlussmöglichkeit an dieselbe wurde eine Fassungsstelle in der Nähe der Schifflände Hintermeggen gewünscht. Wir haben uns in der Wahl der Probenahmestellen darnach gerichtet und systematische Untersuchungen in der Linie Schifflände Hintermeggen — Richtung Bachmündung Grossröhrli (Greppen), auf der 390-m-Tiefquote durchgeführt. Diese Stelle liegt 290 m vom Ufer entfernt, und der See ist dort bei mittlerem Wasserstand 46,9 m tief. Diese Stelle schien uns auch aus dem Grunde günstig, weil dort der normale Schiffsverkehr nicht durchgeht. Eine nachteilige Beeinflussung durch Abwasser schien uns, wie die nachherigen Kontrollen dann auch bestätigt haben, zum vornherein ziemlich unwahrscheinlich zu sein. Küssnacht liegt rund 5 km, Greppen rund 2,5 km entfernt. Die Abwassereinläufe längs des Ufers, von der Schifflände Hintermeggen bis zur Schifflände Vordermeggen, stammen zumeist von Einzelsiedlungen, die nur wenig Abwasser führen und die, wie wir durch viermalige Untersuchung auf Station II nachweisen konnten, sich nicht schädlich bemerkbar machen. Zur Feststellung eines eventuellen Einflusses von Küssnacht her und von der etwas im Windschatten gelegenen Bucht von Merlischachen dienten Untersuchungen bei den Stationen III und IV.

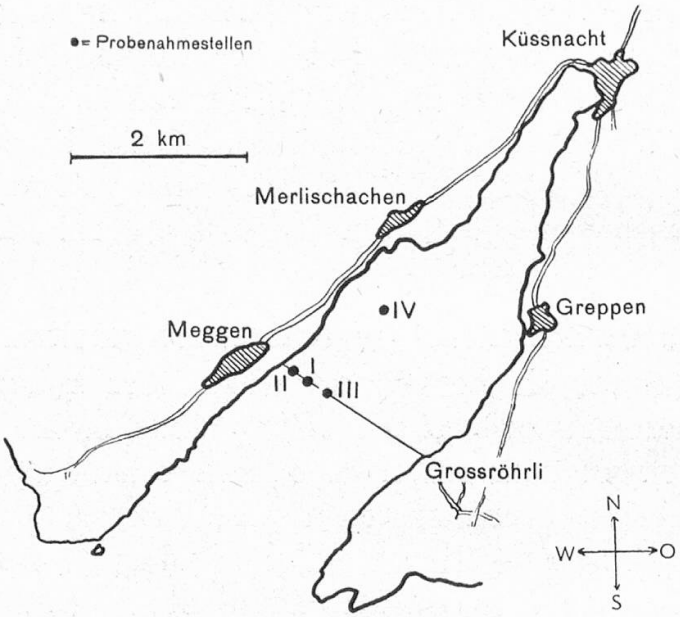
Aus allem geht hervor, dass wir das Wasser nicht nur an der mutmasslichen Fassungsstelle, sondern noch bei drei, in einem bestimmten Umkreise liegenden Stellen untersucht haben. Im See genügt die Untersuchung eines einzelnen Punktes, weil infolge der unkontrollierbaren Strömungen kürzer oder länger dauernde Verschiebungen möglich sind, nicht. Verschiebungen könnten bei einer bloss vierteljährlichen Kontrolle allzuleicht entgehen. Die vier Untersuchungsstellen liegen wie folgt:

Station I: Mutmassliche Fassungsstelle, 290 m vom Ufer entfernt, und zwar auf der Linie Schifflände Hintermeggen—Grossröhrli. Der See ist dort 46,9 m tief.

Station II: Etwa 50 m vom Ufer entfernt, zwischen Station I und der Schifflände Hintermeggen. Seetiefe daselbst ca. 16 m.

Station III: Auf der Linie Schifflände Hintermeggen—Grossröhrli in ca. 550 m Uferentfernung und 60 m Seetiefe.

Station IV: Etwa 700 m Uferdistanz, ausserhalb der Bucht von Merlischachen, bei einer Seetiefe von 27 m.



Küssnachter-Arm mit eingezeichneten Probenahmestellen.

Die *Untersuchungszeiten* wurden so gewählt, dass nach Möglichkeit Wendepunkte im biologischen und physikalischen Verhalten des Sees erfasst wurden. Die *erste* Untersuchung fand am 4. November 1935 statt bei beginnender Herbstvollzirkulation, wie die ausgeglichenen Temperaturen in den obern Wasserschichten dartun (siehe Temperaturtabelle). In einer für Zirkulationsströmungen äusserst günstigen Zeit war dann auch die *zweite* Untersuchung, vom 22. Januar 1936, wo die Temperaturdifferenz von der Oberfläche bis in die 40-m-Zone nur 0,3° C. betrug. Die *dritte* Untersuchung (31. März 1936) fiel in die beginnende und die *vierte* Untersuchung (15. Juli 1936) in die fortgeschrittene Sommerstagnationsperiode. Es ist noch zu erwähnen, dass die Untersuchung vom 15. Juli 1936 nach langer, andauernder Regenperiode und bei einem für diese Jahreszeit recht hohen Pegelstand stattfand. Das Temperaturgefälle von der Oberfläche bis zu 40 m Tiefe betrug damals 13° C.

II. Temperaturverhältnisse und Sichttiefen.

Mit Berücksichtigung der Anforderung an die Temperatur eines Trinkwassers muss als Fassungsstelle eine Seetiefe gewählt werden, die auch in der warmen Wetterperiode ein Wasser liefert, das angenehm kühl zu trinken ist. Als angenehm frisch und kühl empfinden wir ein Wasser von nicht über 11° C. Erheblich wärmeres Wasser schmeckt fade. Wie aus nachfolgender

Tabelle hervorgeht, herrscht in grösserer Tiefe des Vierwaldstättersees stets eine angenehme Kühle. Schon in 20-m-Tiefe finden wir auch im Sommer ein angenehmes kühles Wasser. Für eine Fassung ist aber immerhin zu bedenken, dass die Temperatur in Leitung und Reservoir noch eine Erhöhung erfährt, und schon mit Rücksicht darauf ist eine tiefere Fassung angezeigt.

Temperaturtabelle (Stat. I)

Tiefen m	4. Nov. 35 °C.	22. Jan. 36 °C.	31. März 36 °C.	15. Juli 36 °C.
0	10,0	5,5	9,0	18,8
10	10,0	5,0	6,3	11,0
20	8,4	5,0	5,4	8,4
30	*7,2*	*4,9*	*5,2*	*6,6*
40	*6,1*	*4,8*	*5,0*	*5,8*

In den uns hauptsächlich interessierenden Tiefen von 30 und 40 m finden wir die höchste Temperatur am Ende der Sommerstagnation und anfangs der Herbstvollzirkulation, nämlich am 4. November 1935; sie ist nicht über 7,2° C. gestiegen. Die grosse Temperaturkonstanz von 20 m abwärts ist überhaupt sehr auffallend und so ausgeprägt wie bei kaum einer Quelle. In der 40-m-Tiefe stellen wir zwischen der höchsten Temperatur am 4. November und der niedersten am 22. Januar eine Differenz von nur 1,3° C. fest. In der 30-m-Zone ist die Schwankung zwischen Maximum und Minimum 2,3° C. und in der 20-m-Zone 3,4° C. Wenn diese Temperaturschwankungen in wärmeren, bzw. kälteren Jahren (das Jahr 1935/36 war in keiner Beziehung extrem) etwas grösser werden dürften, so bleiben sie für eine Trinkwasseranlage doch in einem äusserst günstigen Rahmen.

Die *Sichtigkeit* des Wassers wurde mit der Secchischeibe (eine weisse Scheibe von bestimmter Grösse, die vom Boot aus so tief ins Wasser eingesenkt wird, bis man sie gerade nicht mehr sieht) gemessen. Sie betrug:

4. Nov. 35	= 11 m	31. März 36	= 10 m
22. Jan. 36	= 14 m	15. Juli 36	= 4 m

Sichtigkeitsmessungen haben die grosse Bedeutung, dass sie uns Wassertrübungen, seien sie dann biologischer oder mineralischer Natur, mit einer gewissen Zuverlässigkeit angeben. Es ist klar, dass Disponiertheit des Beobachtenden und atmosphärische Verhältnisse, wie Sonnenstand, Bewölkung usw. dabei gewisse Fehlerquellen in sich schliessen, doch wird dieser Methode ein bestimmter Wert nicht abzusprechen sein. Unsere Messungen bestätigen die allgemein herrschende Ansicht vom Vierwaldstättersee als Klarwassersee. Die Sichttiefen von 10 m, 11 m und 14 m sind sehr hoch und nur in klaren Alpenseen anzutreffen. Die geringste Sichtigkeit hatte das Wasser am 15. Juli 1936 nach der lange andauernden Schlechtwetterperiode. Die damals angetroffene Transparenz kann aber noch als relativ gut angesehen werden. *Minder*[1]) fand im Bielersee (1930/31) nie eine grössere Durch-

[1]) Untersuchungen am Bielersee. Vierteljahresschrift d. Nat. Ges. Zürich, LXXXI, 1936.

sichtigkeit als 2,3 m. Bei der Durchsichtigkeit von 4 m im Vierwaldstättersee war das Wasser, in ein Glasgefäss geschöpft, absolut klar anzusehen, klar, wie es nur das beste Quellwasser zu sein pflegt.

III. Planktonuntersuchungen.

Unter Plankton verstehen wir alle im freien Wasser willenlos umhertreibenden Organismen, wie Algen, Urtiere, Rädertiere und Kleinkrebschen. Wir haben die Planktonarten und die Planktonmengen in den verschiedenen Seetiefen und den verschiedenen Untersuchungszeiten bestimmt, um folgende Fragen beantworten zu können:

a) Sind Planktonorganismen vorhanden, die als Indikator eines unreinen Wassers gewertet werden müssen (d. h. solche Organismen, die in ihrer Existenz an ein verschmutztes Wasser gebunden sind)?

b) Wie gross ist die Planktonmenge an den verschiedenen Stationen zu den verschiedenen Untersuchungszeiten und in den wechselnden Tiefen? Ist mit Rücksicht darauf eine Filtration des Seewassers notwendig, wenn es dem menschlichen Konsum zugeführt werden soll?

Methodisch wurde folgendermassen vorgegangen: Bei den Sommeruntersuchungen, d. h. zur Zeit stärkerer Planktonentwicklung, bestimmten wir die Planktonmenge auf zweifache Art. Es wurden unter dem Mikroskop die Planktonorganismen in 1 cm^3 Wasser gezählt. Für die Untersuchung berücksichtigten wir das Mittel aus mehreren Zählungen. In der Regel aber ermittelten wir die Planktonmenge, indem 2 Liter Wasser aus der gewünschten Tiefe durch ein Seidennetz (Müllergaze Nr. 25) filtriert und das Filtrat in kalibrierten Gläsern in der Milchfettzentrifuge zum Sedimentieren gebracht wurde. Bei den Herbst- und Winteruntersuchungen kam nur diese Methode zur Anwendung. Sie hat den Vorteil grösserer Genauigkeit, indem nicht nur in 1 cm^3, sondern in 2000 cm^3 das Plankton mengenmässig bestimmt wird und weil dabei neben den geformten lebenden Bestandteilen auch der ebenso wichtige feine, organische und anorganische Detritus erfasst wird.

In den Zentrifugenrückständen fanden sich im Verlaufe des Untersuchungsjahres folgende Organismen vor:

Algen:	Fragillaria	Krebschen:	Daphnia	Rädertiere:	Notholca longispina
	Tabellaria		Bythothrepes		Triathra longiseta
	Asterionella		Bosmina		Polyathra platyptera
	Cyclotella		Cyclops		Gastropus stylifer
	Ceratium		Diaptomus		Ploesoma truncantum
	Peridinium	Protozoen:	Coleps		Anapus ovalis
	Glenodinium		Vorticella		Synchaeta pectinata
	Dinobryon	Rädertiere:	Anuraea cochlearis		Asplanchna priodonta
	Anabaena		Anuraea aculeata		Conochilus unicornis

Die Krebschen (ca. 1—2,5 mm gross) konnten in sehr vereinzelter Anzahl bereits in der Schöpfprobe mit unbewaffnetem Auge gesehen werden. Der angeführte Artenkatalog entspricht ausnahmslos der schon früher durch *Bachmann, Burckhardt* und *Birrer* aufgestellten Listen vom Plankton des Vierwaldstättersees. Selbstverständlich waren die einzelnen Organismen in den verschiedenen Untersuchungszeiten in wechselnder Anzahl vorhanden. Zum Teil (z. B. verschiedene Rädertiere) traten diese auch erst in den Sommermonaten auf. Uns interessiert hier nur zu wissen, *dass alle vorgefundenen Organismen Reinwasserformen sind, dass sich darunter keine Einschwemmsel von einer Kloake oder einem andern Verschmutzungsherd befinden.*

Ueber die *Mengenverhältnisse* sollen die nachfolgenden Tabellen orientieren:

a) Planktonmenge, vermittelst Zentrifuge aus je 2 L Wasser bestimmt und auf 1 m³ berechnet:

Station I.

Datum	0 m cm³/m³	10 m cm³/m³	20 m cm³/m³	30 m cm³/m³	40 m cm³/m³
4. Nov. 35	12,5	12,5	2,5	2,5	Spur
22. Jan. 36	12,5	10,0	7,5	10,0	7,0
31. März 36	7,0	14,0	7,0	10,5	7,0
15. Juli 36	7,5	10,0	5,0	5,0	2,5
Mittel:	*10,0*	*11,4*	*5,5*	*7,0*	*5,5*

Station II.

Datum	0 m	über Grund
4. Nov. 35	—	—
22. Jan. 36	15	20
31. März 36	21	7
15. Juli 36	20	20

Station III.

Datum	0 m	40 m
31. März 36	2,5	2,5

Station IV.

Datum	0 m	20 m
31. März 36	10,0	10,0

b) Mit der Auszählmethode wurden in 1 m³ folgende Planktonzahlen ermittelt:

Station I.

Datum	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m
31. März 36	2	5	10	16	18
15. Juli 36	2	9	5	3	—

Station II.

Datum	0 m	über Grund
31. März 36	7	7
15. Juli 36	5	16

Es geht aus beiden Untersuchungsmethoden hervor, dass die Planktonmenge in Ufernähe, bei Station II grösser ist als bei Station I, bzw. bei der

Station III. Das Mittel aus allen Untersuchungen berechnet sich bei der Station I mit 7,7 cm^3/m^3 Sediment, bei der Station II, in nur ca. 50 m Uferentfernung, mit 17,2 cm^3/m^3. Bezüglich der Tiefenverteilung haben wir im Jahresmittel gegen die Oberfläche hin mit mehr Sediment zu rechnen als in den tiefern Schichten. Bei der Filtrier- und Sedimentiermethode fanden wir in der 40-m-Zone bei der Hauptstation I im Mittel 5,5 cm^3 und in der Station III nur 2,5 cm^3 Sediment. Dieses beweist, dass gegen die Seemitte zu die Belastung noch geringer wäre. In der 30-m-Zone, wo uns nur Bestimmungen von der Station I zur Verfügung stehen, beträgt das Jahresmittel 7,0 cm^3/m^3. Die Belastung ist demnach um weniges höher als in der Tiefe von 40 m. Wir fügen hier noch gleich bei, dass das Sediment nicht nur aus geformten tierischen und pflanzlichen Organismen bestand, sondern noch aus sehr feinen organischen und anorganischen Detrituspartikelchen.

Bei der Auszählmethode wurden in 1 cm^3 Wasser nie über 18 Planktonorganismen gezählt, obwohl grössere Kolonien doppelt gerechnet wurden.

Wie sind die Planktonmengen für die Verwendung des Seewassers als Trinkwasser zu beurteilen? Die mit der Auszählmethode festgestellten Mengen sind nicht gerade gross. *Minder*[2]) gibt als Grenzzahl 10 Organismen pro 1 cm^3 Wasser an. Darüber sollte die Zahl nicht gehen. Wir haben in drei Fällen diese Menge überschritten gefunden; in der Regel liegt sie darunter. Etwas anders verhält es sich mit dem Sediment, wo wir im Jahresmittel bei der vorgesehenen Fassungsstelle mit 5,5 bzw. 7,0 cm^3 pro m^3 Wasser zu rechnen haben. Das ergibt pro 1 L Wasser 5,5 bzw. 7,0 mm^3. Nehmen wir an, es müsse täglich 1000 m^3 Wasser gepumpt werden, würde mit dieser Wassermenge täglich 5,5 bzw. 7,0 L Sediment ins Reservoir gepumpt. Nach *Kolkwitz*[3]) sollte ein gut geschöntes (geklärtes) Trinkwasser pro 1 L nicht mehr wie 1 mm^3 Sediment enthalten. Nach dem Eidg. Lebensmittelbuch soll ein Trinkwasser sichtbar geformte Bestandteile belebter oder toter Natur nicht enthalten. Sowohl die von *Kolkwitz* und *Minder* angegebenen Grenzen sind überschritten, wie auch die im Lebensmittelbuch enthaltene Vorschrift ist nicht erfüllt, da, wie wir schon früher in diesem Abschnitt dargetan haben, auch einzelne kleine Krebschen in einer Schöpfprobe Wasser mit unbewaffnetem Auge gesehen werden können. *Wenn auch keine hygienischen Bedenken am Platze sind, ist doch ein Grobfilter empfehlenswert, dass auch dieses Sediment und die Kleinkrebschen und die Algen aus dem Wasser entfernt werden.* Anders könnte es von der Konsumentenschaft doch als Mangel empfunden werden.

IV. Bakteriologische Befunde.

Zur bakteriologischen Untersuchung fanden die Methoden des Schweizerischen Lebensmittelbuches Verwendung. Der Colititer wurde nach der

[2]) Ueber die Betriebskontrolle der Vorfilter, Gesundheitsing. 29. Heft, 1927.

[3]) Pflanzenphysiologie, 1935.

Methode von *Freudenreich* in Milchzuckerbouillon bestimmt, da diese Methoden gesetzlich für die Beurteilung massgebend sind. Bei Quellen liefert die Keimzahl einen guten Masstab für die Filtrierfähigkeit des Bodens. Beim See oder allgemein beim offenen Gewässer kommt ihr diese Bedeutung nicht zu. Sie ist also in diesem Falle weniger wichtig. Doch kann natürlich bei starken Schwankungen dieser Zahl oder bei hohen Werten derselben auf eine stärkere Verschmutzung geschlossen werden. Wie schon dargetan, haben die Untersuchungen bei Station II den Zweck, festzustellen, ob die Wasserqualität, die wir bei der Hauptstation I gefunden haben, auch in grösserem Umkreis vorhanden sei oder ob sich Einflüsse vom Ufer aus eventuell bis in die Nähe unserer Fassungsstelle erstrecken, ohne dort schon immer nachweisbar zu sein.

Tabelle.

Die Keimzahl beim Kanaleinlauf bei der Schifflände Hintermeggen betrug am 4. November 1935 33000 im cm³.

	4. Nov. 1935		22. Januar 1936		31. März 1936		15. Juli 1936	
	Keimzahl cm³	Coli nach Freudenr.	Keimzahl cm³	Coli nach Freudenr.	Keimzahl cm³	Coli nach Freudenr.	Keimzahl cm³	Coli nach Freudenr.
Station II: 0 m	110/104	10,0	27/22	10,0	26/28	> 20	5/10	20,0
über Grund	146/120	10,0	45/87	10,0	1/2	> 20	8/3	20,0
Station I: 0 m	43/58	> 20	14/18	10,0	9/4	> 20	4/4	> 20
10 m	49/57	> 20	15/—	*1,0*	1/1	> 20	4/5	> 20
20 m	46/36	20,0	28/28	10,0	3/7	> 20	3/4	20,0
30 m	13/17	20,0	28/24	*1,0*	31/25	> 20	2/3	> 20
40 m	10/7	> 20	30/24	10,0	40/52	20,0	7/9	20,0
Station III: 0 m					7/—	> 20		
40 m					5/11	> 20		
Station IV: 0 m					2/1	> 20		
27 m	Nahe über Grund gefasst, trübe				46/63	20,0		

Keimzahl sowohl wie Colititer zeigen nun, dass das Wasser bakteriologisch (wie auch in den andern Richtungen) schon bei Station II den Anforderungen an Trinkwasser entsprechen würde. Denn auch schon hier bleibt der Colititer dauernd über 1 cm³. Nur im November zeigt diese Station eine geringfügige Steigerung der Keimzahl. Wir haben in diesen Bestimmungen bei Station II also einen gewissen Sicherheitsfaktor, der uns in die Lage versetzt, die auf der Hauptstation I gefundenen Resultate als bleibend und nicht von dieser Seite aus als beeinflussbar anzunehmen. Von diesem Standpunkte aus dürfen auch die beiden am 22. Januar, d. h. zur Zeit der Vollzirkulation festgestellten Colititer von 1,0 (in 10 und 30 m Tiefe) als mehr zufällig und ohne grössere Bedeutung aufgefasst werden.

Wir kommen somit zum Schluss, dass auf Grund der bakteriologischen Untersuchung das Wasser auf Station I sich als Trinkwasser eignet, ohne vor-

her der Sterilisation unterworfen werden zu müssen. Es ist allerdings grundsätzlich auch in diesem Fall, wie bei allen Wasserversorgungen aus offenen Gewässern, eine periodische Kontrolle auch nach der Inbetriebnahme vorzusehen.

Interessant ist ein Vergleich der Colibefunde mit denjenigen anderer untersuchter Seen. Es liegen uns Resultate aus dem Bielersee und dem Zürichsee vor. *Minder* hat diese beiden Seen und andere auch dadurch verglichen, dass er den Prozentsatz an positiven Colibefunden in verschiedenen Wassermengen, bezogen auf die Gesamtzahl der ausgeführten Bestimmungen angab. (*L. Minder*, Untersuchungen am Bielersee.) Wir wollen im folgenden seine Tabelle für unsere Station I ergänzen:

Coli ist nachweisbar in cm³ Wasser		in % der ausgeführten Bestimmungen im Bielersee	im Zürichsee	im Vierwaldstättersee vor Meggen
in 20 cm³	noch nicht nachweisbar	nicht bestimmt		46
» 20 »	nachweisbar	»	»	25
» 10 »	»	11	21	22
» 1 »	»	46	21	7
» 0,1 »	»	25	4	0

Die Tabelle zeigt, dass der Bielersee hinsichtlich seiner hygienischen Beschaffenheit, für die der Colititer der wichtigste Indikator ist, weitaus am schlechtesten abschneidet. In ihm waren ca. 75% aller Proben hygienisch zu beanstanden. Beim Zürichsee, der bekanntlich in allen Teilen viel ungünstiger dasteht als der Vierwaldstättersee und zu einem andern Typus gehört, sind es noch ca. 25%, während der kleine Prozentsatz von 7% in unserm See, welche Zahl übrigens bei der relativ kleinen Zahl von Untersuchungen keineswegs sichergestellt ist, weitaus am besten dasteht.

V. Chemische Befunde.

A. Sauerstoffgehalt.

Bei den Sauerstoffbestimmungen kam die Methode nach *Winkler* zur Anwendung. Die Sauerstoffzehrung wurde nach 24 Stunden bestimmt. Die Zahlen beziehen sich auf mg/L. (Siehe folgende Tabelle.)

Die Sauerstoffbestimmungen bestätigen die planktologischen Befunde über den Sauerstoffhaushalt im Vierwaldstättersee. Der Gehalt an Sauerstoff ist relativ gross und fast konstant bis in die tieferen Wasserschichten. Im Verlaufe der Jahreszeiten unterliegt er fast keinen Schwankungen und gewährleistet einen steten aeroben Abbau. Die Sauerstoffzehrung ist in den wechselnden Tiefenzonen und den verschiedenen Untersuchungszeiten nur gering, eine Erscheinung, die nebst dem Gehalt und dem Sättigungswert für einen oligotrophen Seentypus charakteristisch ist. Das gleiche Charakteristikum findet eine weitere Bestätigung in den Schlammuntersuchungen, deren Analysenwerte wir im folgenden anführen.

Station	Tiefe m	Temperatur °C.	Sauerstoff mg/L	Sättigung mg/L	Defizit mg/L	Zehrung 24 Std. mg/L
			4. November 1935			
II	0	10,0	9,64	11,25	1,61	0,13
	über Grund	9,3	9,62	11,45	1,83	0,76
I	0	10,0	9,80	11,25	1,45	0,07
	10	10,0	10,46	11,25	0,79	1,35
	20	8,4	9,78	11,70	1,92	1,11
	30	7,2	—	—	—	—
	40	6,1	9,01	12,38	3,37	0,25
			22. Januar 1936			
II	0	5,5	10,89	12,58	1,69	0,55
	über Grund	5,0	10,75	12,74	1,99	0,35
I	0	5,5	10,60	12,58	1,98	0,21
	10	5,0	10,74	12,74	2,00	0,25
	20	5,0	10,86	12,74	1,88	0,40
	30	4,9	10,86	12,78	1,92	0,56
	40	4,8	10,74	12,81	2,07	0,21
			31. März 1936			
II	0	9,0	11,08	11,53	0,45	0,91
	über Grund	5,8	11,32	12,48	1,16	0,85
I	0	9,0	10,57	11,53	0,96	0,08
	10	6,3	10,88	12,32	1,44	0,25
	20	5,4	10,74	12,61	1,87	0,25
	30	5,2	10,94	12,68	1,74	0,60
	40	5,0	10,90	12,74	1,84	1,39
III	0	9,0	11,19	11,53	0,34	—
	40	5,0	10,94	12,74	1,80	0,63
IV	0	9,0	10,78	11,53	0,75	0,60
	27	5,3	11,24	12,65	1,41	0,78
			15. Juli 1936			
II	0	18,8	10,75	9,31	+1,44	1,45
	über Grund	9,7	6,22	11,34	5,12	3,56
I	0	18,8	9,91	9,31	+0,60	0,97
	10	11,0	10,21	11,00	0,79	0,64
	20	8,4	10,67	11,70	1,03	0,97
	30	6,6	10,19	12,23	2,04	0,88
	40	5,8	9,65	12,48	2,83	0,34

B. Schlammuntersuchungen.

Der Schlamm ist von graublauer Farbe, ziemlich kompakter und zäher Beschaffenheit. An seiner obersten Kontaktzone mit dem Wasser geht seine Farbe infolge Oxydation ins Gelbbraune über. Im Geruch ist er stets frisch und er geht auch nach 5 bzw. 9 Tagen im verschlossenen Glasgefäss bei Zimmertemperatur nicht in Fäulnis über. An makroskopischen Organismen finden wir in ihm nicht selten Chironomuslarven, Tubificiden, Pisidien und mehr vereinzelt Niphargus.

	Trockensubstanz %	Organische Substanz %	Organ. Subst. aus Trockensubst. ber. %	Keimzahl pro g	Colititer in g	0,2-Zehrung nach 5 Tagen pro g in mg
			22. Januar 1936			
Stat. II	28,72	3,44	11,98	280 000	0,01	1,08
» I	25,48	2,97	11,65	126 000	0,1	0,52
			31. März 1936			
Stat. II	21,57	1,77	8,21	—	—	0,87
» I	23,91	1,35	5,65	—	—	1,22
» III	25,2	—	—	—	—	0,78
» IV	33,8	—	—	—	—	0,63
			15. Juli 1936			nach 9 Tagen
Stat. II	36,69	2,31	6,30	—	—	1,19
» I	26,44	1,74	6,58	—	—	1,14

Der Colititer des Schlammes wurde in folgender Weise ermittelt: 1 g Schlamm wurde in 100 cm³ sterilem Wasser aufgeschwemmt. Von der Aufschwemmung wurden Mengen von 10,0, 1,0 und 0,1 cm³ in *Freudenreich*scher Bouillon bebrütet. Die einzelnen Röhrchen entsprachen somit 0,1 g, 0,01 g und 0,001 g Schlamm.

Trotz der sprichwörtlichen Reinheit des Sees und der tatsächlich festgestellten sehr guten Beschaffenheit des Wassers, sowie der rein mineralisch anmutenden Beschaffenheit des «Schlammes» ergibt also die chemische Untersuchung namhafte Zahlen für organische Substanz und Bakterien, also grosse Werte für Begriffe, die sonst die Verschmutzung dokumentieren. Es deutet das darauf hin, dass aus den Zahlen der Schlammuntersuchungen allein nicht etwa voreilig auf eine stärkere Verschmutzung eines Seebeckens geschlossen werden darf, wenigstens nicht aus den oben erwähnten Zahlen. Die anscheinend hohen Werte aus obiger Tabelle müssen eigentlich als relativ niedrig angesehen werden, denn sie kommen nicht einem Schlamm im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern einem Seegrund zu, den jeder Beurteiler als augenscheinlich rein taxieren müsste.

Hingegen ist nun im Hinblick auf obige Feststellungen bei der Fassung von Trinkwasser über dem Seegrund der Frage der Reinhaltung des Saugkorbes von Einflüssen vom Boden her die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Es lässt sich das durch eine entsprechend hohe Montage über dem Seegrund ja leicht bewerkstelligen. Somit können dann auch Störungen bakteriologischer Natur, die bei Beunruhigungen des Bodens, d. h. bei schwacher Aufwirbelung des Seegrundes auftreten müssten, ausgeschaltet werden.

C. Sonstige chemische Bestimmungen.

Am 4. November 1935 wurden auch Proben unmittelbar beim Kanaleinlauf vor der Schifflände Hintermeggen gefasst. Die Oxydierbarkeit betrug 41,1 mg/L, das freie Ammoniak 2,5 mg und der Nitratgehalt 5,0 mg/L. Damit ist dieser Einlauf als mässig verschmutzt charakterisiert. Wie aber die folgenden Resultate der übrigen chemischen Bestimmungen dartun und

wie auch die bereits oben angeführten Befunde beweisen, lässt sich ein Einfluss dieses Abwassers in 50-m-Uferdistanz nicht mehr feststellen. Oxydierbarkeit, freies Ammoniak und Nitrat werden in folgender Tabelle in mg/L, die Härte in französischen Graden angegeben:

	4. November 1935				15. Juli 1936		
	Oxydierbarkeit	Freies Ammoniak	Nitrat	Härte	Oxydierbarkeit	Freies Ammoniak	Nitrat
Stat. II: 0 m	—	—	—	—	4,7	0,04	0,5
über Grund	—	—	—	—	3,8	0,04	0,5
Stat. I: 0 m	4,1	0,06	1,5	9,5	4,1	0,14	0,5
10 m	—	—	—	—	3,8	0,04	0,7
20 m	4,4	0,06	2,0	9,5	3,8	0,04	0,8
30 m	—	—	—	—	3,4	0,04	0,8
40 m	2,8	0,02	2,0	9,5	3,8	0,04	0,8

Die chemischen Resultate kennzeichnen bei der Station I und II das Seewasser als äusserst rein. Die Grenzwerte für die Oxydierbarkeit und den Nitratgehalt werden, wie sie vom Schweizerischen Lebensmittelbuch angegeben werden, bei weitem nicht erreicht. Beim freien Ammoniak finden wir einen Uebertruf von 0,02 mg/L (15. Juli), der in seiner Geringfügigkeit keine Bedeutung hat. Die Härte betrug von 0—40 m durchwegs 9,5 französische Grade. Das Vierwaldstätterseewasser ist demnach ein überaus weiches Wasser, das sich für Kesselspeisewasser, Boiler sowie Zentralheizungen eignet wie kein Quellwasser aus unserer Gegend. Auf weitere chemische Untersuchungen konnte im Hinblick auf die Reinheit und Einförmigkeit der Resultate verzichtet werden.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.

Die Wahl der Oertlichkeit: Die Oertlichkeit wurde uns durch die Gemeindebehörde bezeichnet, und zwar im Hinblick auf die Lage des bestehenden Reservoirs in Hintermeggen. Es war logisch, diese Stelle zu wählen, um eine möglichst kurze Verbindung zwischen Pumpstation und Reservoir zu erhalten.

Die bezeichnete Stelle vor der Schifflände Hintermeggen schien uns auch vom hygienischen Standpunkte aus günstig. Das Ufer verläuft eben recht flach, um in einem Uferabstand von 250—300 m in die wünschbare Tiefe von 30—40 m zu gelangen. Da sie genau gegenüber der Schifflände liegt, ist keine Gefahr, dass die Dampfschiffe die Fassungsstelle befahren, was zu einer Verunreinigung derselben durch herabfallende Abfälle und Fäkalstoffe führen könnte. Ferner durfte angenommen werden, dass an dieser Stelle das ganze Jahr einigermassen konstante Verhältnisse herrschen, was denn auch durch die Untersuchung bestens bestätigt worden ist.

Um diese konstanten Verhältnisse sicherzustellen, haben wir die Untersuchung auch näher gegen das Ufer hin ausgedehnt und in einem Uferabstand

von nur ca. 50 m parallele Untersuchungen gemacht. Ferner wurde am 31. März 1936 auch in der Seemitte und auf der Linie Merlischachen-Greppen auf einer Tiefe von 27 m beim Eichenberg eine Probe entnommen. Es liegt dort eine flache Bucht, die möglicherweise stärker verschmutztes Wasser gegen die Fassungsstelle auf Station I hin hätte emittieren können. Die Untersuchungen haben weder im Wasser noch im Schlamm an irgendeiner der erwähnten Stellen Anzeichen einer stärkern Verschmutzung ergeben.

Diese Untersuchungen in einer weitern Umgebung der Fassungsstelle erscheinen uns notwendig, um für die gewählte Ansaugstelle die nötige Sicherheit zu schaffen. Die Prüfung nur einer Stelle lässt uns im ungewissen darüber, ob nicht Verschmutzungszonen so nahe an die Fassungsstelle herantreten, dass zu gewissen Zeiten eine Beeinflussung der Fassungsstelle möglich wäre. Der Abstand von 250—300 m erscheint uns daher als gegeben, obwohl schon in 50 m bei allen Untersuchungen günstige Verhältnisse vorherrschten.

Wir kamen insbesondere im Hinblick auf die Temperaturverhältnisse dazu, die Fassung in 30—40-m-Tiefe vorzuschlagen. Verunreinigungen von oben, die zufälliger Art sein können, werden sich dieser Tiefe nicht ohne starke Verdünnung mitteilen. Von grösster Bedeutung ist aber die konstante Temperatur. In 30-m-Tiefe haben wir im November ein Maximum von 7,2° und im Januar ein Minimum von 4,9° gemessen, also eine Differenz von 2,3° nachgewiesen. In 40 m betrug die maximale Differenz sogar nur noch 1,2°. Zum Genuss ist allerdings das Wasser reichlich kühl. Es ist aber anzunehmen, dass es sich, wenigstens im Sommer bis zu den Zapfstellen noch um einige Grade erwärmt.

Die vorstehenden Ausführungen stützen sich auf eine eigentlich geringe Zahl von Untersuchungen an *einer* Stelle des Sees, und zwar nicht an einer zentral gelegenen. Sie bilden daher nur einen kleinen Beitrag zur Kenntnis des Sees, einen Beitrag, der von einer engumgrenzten Fragestellung gewertet werden kann. Die Frage lautet: Ist für Meggen die Möglichkeit vorhanden, aus der angrenzenden Seezone einwandfreies Trinkwasser zu entnehmen? Wir haben die Frage selbst hier nicht in vollem Umfange behandelt, weil wir nicht das Gutachten als solches, sondern nur die Befunde zu Vergleichszwecken publizieren wollten. Kurz gesagt sei immerhin, dass wir mit Rücksicht auf die Planktonzahlen eine Schnellfiltration für wünschenswert, eine Sterilisation aber für überflüssig halten.

Ein Gesamtbild des Sees können wir erst erhalten, wenn weitere Einzelpunkte untersucht und Profile der einzelnen Seebecken in physikalischer, chemischer und biologischer Richtung aufgenommen sind. Wertvolle Untersuchungen über die Uferregion und die morphologischen und physikalischen Bedingungen, die das Wesen unseres Sees bestimmen, sind von hiesigen Bearbeitern bereits gemacht.

Ende September 1936.