Die Bodenseewasserversorgungsanlagen in Romanshorn, Münsterlingen und Kreuzlingen

Autor(en): **Schmid, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **15 (1902)**

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-594025

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Bodenseewasserversorgungsanlagen

in

Romanshorn, Münsterlingen und Kreuzlingen.

Von A. Schmid,
Kantonschemiker in Frauenfeld.

Die Trinkwasserverhältnisse der thurgauischen Gemeinden haben im Laufe der letzten zehn Jahre sehr erfreuliche Verbesserungen erfahren; in 52 Gemeinden sind die Sodbrunnen größtenteils durch Quellwasserversorgungsanlagen ersetzt worden. Von den verschiedenen neueren Wasserversorgungsanlagen werden drei durch Bodenseewasser gespiesen; zwei davon erhalten außerdem noch Quellwasserzufluß.

Seewasser und Flußwasser werden in verschiedenen Städten schon lange als Trink- und Brauchwasser verwendet, meist wird aber solches Wasser zunächst einer künstlichen Filtration unterworfen; dies ist bei den drei Bodenseewasserversorgungsanlagen, die auf thurgauischem Gebiet erstellt worden sind und nachstehend eingehender besprochen werden, nicht der Fall. Es ist nun schon häufig die Frage aufgeworfen worden, ob diese Anlagen mit unfiltriertem Seewasser den Anforderungen wirklich entsprechen, welche vom sanitären Standpunkt aus an Trink- und Brauchwasser zu stellen sind. In erster Linie in Berücksichtigung dieser Frage sollen in folgendem die Wasserversorgungsanlagen in Romanshorn, Münsterlingen und Kreuzlingen einer Betrachtung unterzogen werden.

Es dürfte die Ansicht vorherrschend sein, daß nur das Wasser von größeren Seen, deren Ufer unbebaut und unbewohnt sind, genügende Reinheit aufweist, um ohne künstliche Reinigung als Trinkwasser benutzt werden zu können.

10741
126266

Die Anwohner der Seen, die Abfallstoffe und Abwasser verschiedener Art dem See zuleiten, die ihre Wäsche im See reinigen und im See ihr Bad nehmen, die häufig das Ufer von trüben Wasserwogen bespült sehen, die hätten ganz besondere Veranlassung, Bedenken zu äußern gegenüber Trinkwasserversorgungen mit unfiltriertem Seewasser. Im Gegensatze hierzu dürfte es gewiß auffallen, daß Bewohner des Bodenseeufers sich nicht gescheut haben, Wasserversorgungen mit unfiltriertem Bodenseewasser zu erstellen, daß aber andrerseits die Bewohner der Stadt St. Gallen, die wegen Mangel an Quellwasser ebenfalls Bodenseewasser als Trinkwasser herbeiziehen mußten, es als ganz selbstverständlich angesehen haben, daß das Seewasser vor der Abgabe filtriert werde. Die Seeanwohner beurteilen somit das Bodenseewasser günstiger als entfernter Wohnende und es liegt nahe, der Ursache dieser Meinungsverschiedenheit nachzuforschen. Man könnte sich vielleicht fragen, ob die Bewohner der Stadt St. Gallen, die schon lange mit gutem Quellwasser versorgt werden, strengere Anforderungen an ein Trinkwasser stellen, als die Seeanwohner, die ihr Wasser bisher aus Sodbrunnen bezogen haben. Es kann allerdings ein solcher Faktor bei der Entscheidung der Frage, ob filtriert werden solle oder nicht, mitgewirkt haben; von ausschlaggebender Bedeutung ist er jedenfalls nicht gewesen. Damals, als in Romanshorn das Projekt einer Bodenseewasserversorgung in Besprechung kam, konnte man häufig von Fischern erzählen hören, daß das Bodenseewasser, in größerer Entfernung vom Ufer aus der Tiefe heraufgeholt, ein vortreffliches reines Trinkwasser sei. Die Fischer haben seit alter Zeit die Gewohnheit, bei ihren Arbeiten auf dem See Krüge in die Tiefe zu versenken, um sich ein kühles, klares Trinkwasser zu verschaffen. Diese Belehrungen von seiten der Fischer, dann aber besonders auch die sehr günstigen Ergebnisse der chemischen und bakteriologischen Untersuchungen des Bodenseewassers, die auf Veranlassung der Wasserversorgungskorporation Romanshorn und schon vorher in noch weit größerem Umfange im Auftrage des Gemeinderates der Stadt St. Gallen vorgenommen worden sind, haben die Bevölkerung von Romanshorn zu der Ansicht geführt, daß es möglich sei, im Bodensee an günstigen Stellen in einer Tiefe von 30—40 Metern ein Wasser zu schöpfen, das auch ohne

künstliche Filtration unbedenklich als Trinkwasser Verwendung finden könne.

Die nachstehend angeführten Erwägungen haben mich damals veranlaßt, auf eine bezügliche Anfrage hin zu erklären, daß von der Erstellung einer Filtrieranlage tatsächlich Umgang genommen werden könne. Es sind an verschiedenen Stellen des Sees zwischen Uttweil und Romanshorn Wasserproben erhoben worden, die sich bei der chemischen und bakteriologischen Untersuchung ebenso rein erwiesen haben, wie Wasser von gut angelegten Wasserversorgungsanlagen, und die hinsichtlich Keimzahl günstiger beurteilt werden konnten als manches filtrierte Seewasser, das anderorts als Trink- und Brauchwasser Verwendung findet.

Die Ergebnisse der qualitativ-bakteriologischen Untersuchungen, die von Professor Roth in Zürich vorgenommen worden sind, waren ebenfalls sehr günstig.

Für eine künstliche Filtration des Wassers hätten nur Sandfilter oder Sandplattenfilter in Frage kommen können; diese Filter leisten sehr gute Dienste, wenn es sich darum handelt, keimreiche Wasser zu reinigen. Es kann dadurch z. B. die Keimzahl (Anzahl der entwicklungsfähigen Bakterien pro Kubikcentimeter) eines Wassers von 10,000 bis unter 100 herabgesetzt werden; anders gestaltet sich aber das Verhältnis der Keimzahl von Rohwasser und filtriertem Wasser, wenn die Keimzahl des Rohwassers nieder ist, unter 100 liegt, wie dies beim Bodenseewasser, sofern es an günstiger Stelle gefaßt wird, der Fall ist. Bei solchem Wasser ist der Unterschied in der Keimzahl vor und nach der Filtration gering; die Keimzahl des filtrierten Wassers kann noch mehr als die Hälfte derjenigen des Rohwassers betragen.

Durch die künstliche Filtration wird somit das Wasser nicht absolut keimfrei, auch dann nicht, wenn die Filtrationsanlage gut konstruiert ist und stets bewacht und richtig behandelt wird. Filtrieranlagen, welche nicht sorgfältig überwacht werden, können die Qualität des Wassers ungünstig beeinflussen.

Die günstigen Urteile, die über Bodenseewasser auf Grund von Untersuchungsergebnissen abgegeben werden konnten, haben, wie schon angedeutet, nur Bezug auf das Wasser aus größerer Tiefe und von Fassungsstellen, die zirka 400 Meter

oder noch weiter vom Ufer entfernt sind. Ganz unrichtig wäre die Ansicht, es könne wegen der großen Verdünnung, welche die unreinen Zuflüsse beim Eintritt in den See erfahren, in geringer Entfernung vom Ufer Wasser für Trinkwasserversorgungen entnommen werden.

Man hat beim Bodensee zu unterscheiden zwischen Uferzone und Seekessel. Diese beiden Teile des Sees sind nicht an allen Stellen durch eine steil abfallende Böschung scharf getrennt. Für die Erforschung des Sees war es aber nötig, die Uferzone und den Seekessel in bestimmter Weise zu begrenzen. Unter Berücksichtigung der Gestaltung des Seegrundes ist Graf Zeppelin dazu gekommen, die Tiefenkurve von 10 Metern als Grenze von Ufer- und Seekesselzone anzusehen; Forel hat für den Genfersee die Tiefenkurve von 25 Metern als Grenze festgesetzt. Magnin legt als Botaniker die Grenze dorthin, wo die zusammenhängende Rasenvegetation größerer Pflanzen aufhört und der pflanzenarme, nur von Mikrophyten bewohnte Grund beginnt. Schröter und Kirchner, welche im Auftrage der Kommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Bodensees die Vegetationsverhältnisse des Sees untersucht und dargestellt haben, stellten fest, daß diese Grenze im Bodensee bei der Tiefenkurve von 30 Metern liege, und diese Kurve wurde von ihnen als Grenze der Uferzone betrachtet. Werden nun in der Weise, wie es seitens der genannten Botaniker geschehen ist, beim Bodensee die Uferzone und der Seekessel präzisiert, so könnte man bei Berücksichtigung der Ergebnisse der bisherigen Erforschungen des Bodenseewassers und der Erfahrungen, die bei den Bodenseewasserversorgungen bisher gemacht worden sind, zu folgender Ansicht gelangen:

Aus dem *Seekessel* kann an passenden Stellen Wasser genommen werden, das ohne künstliche Filtration verwendbar ist. Das Wasser der *Uferzone* ist zum größten Teil für Trinkwasserversorgungen unbrauchbar; das an der äußern Grenze der Zone befindliche Wasser entspricht nach künstlicher Filtration den an Trinkwasser zu stellenden Anforderungen.

Die Seewasserversorgungen von St. Gallen, Romanshorn und Kreuzlingen beziehen ihr Wasser aus dem Seekessel, Münsterlingen aus der Uferzone, allerdings an einer Stelle, die unweit vom Seekessel liegt.

Der Besprechung der drei auf thurgauischem Gebiet erstellten Seewasserversorgungen sind noch einige Mitteilungen über das Wasser der Uferzone vorauszuschicken.

In der hydrographischen Seeuferzone hat man nach Forel verschiedene Haupt- und Unterabteilungen zu unterscheiden; wir haben hier nur die Hauptabteilungen zu berücksichtigen, für die von der Kommission für Bodensee-Erforschung die Namen Strand, Hang, Wyße (Weißboden) und Halde eingeführt worden sind.

Als Strand bezeichnet man den zum Festland gehörigen Teil der Uferzone; an den Strand schließt sich der aus gröberem und feinerem Geröll bestehende, teils über, teils unter dem Wasser liegende „Hang"; an diesen grenzt eine beinahe horizontale, aus Schuttmassen bestehende Terrasse, die als Uferbank oder als „Wyße" bezeichnet wird. Diese Uferbank erscheint im Bodensee fast weiß, daher wurde sie im Volksmund als „Wyße" bezeichnet, und dieser dialektische Ausdruck ist nach Vorschlag von Graf Zeppelin in die Literatur eingeführt worden.

Die Stellen, wo die zum Teil durch die Wirkung der Brandung, zum Teil durch Anschwemmung gebildete Wyße gegen den See zu abfällt, nennt man die Halde. Am unteren Teile derselben findet ein allmählicher Uebergang zur Böschung des Seekessels statt. Das Gefäll der Halde ist sehr verschieden; die Tiefenkurve von 30 Metern, also die Grenze der botanischen Uferzone, liegt infolgedessen zum Teil an der Halde, zum Teil an der Böschung des Seekessels.

Das Wasser des Hanges und der Wyße ist bei unruhiger See mehr oder weniger trübe, in seiner Temperatur zeigt es auch in der Nähe des Grundes noch bedeutende Schwankungen; schon deshalb wird es niemandem einfallen, das Wasser dieser Teile der Uferzone für Wasserversorgungsanlagen herbeizuziehen. Es sind aber die Bewohner mancher einzeln stehender Häuser am See zurzeit noch ganz auf dieses Wasser angewiesen, und man hört, daß in Seedörfern das am Seeufer geschöpfte Wasser bei der Herstellung von Most (Tresterobstwein) dem Brunnenwasser vorgezogen werde. (Böse Zungen behaupten, der See zeige deswegen im Herbst jeweils eine Abnahme.) Die höhere Temperatur des Wassers vom Seeufer gegenüber dem Wasser der Brunnen (in den Herbst-

monaten) wird einen rascheren Eintritt der Gärung zur Folge haben; anders könnte eine Bevorzugung dieses Seewassers gegenüber Brunnenwasser nicht erklärt werden, es wäre denn, daß es sich dabei um Brunnen handelt, deren Wasser sehr geringer Qualität ist. Namentlich da, wo bewohnte Häuser am Ufer liegen, entspricht das Wasser des Seehanges den Anforderungen bei weitem nicht, welche an Trinkwasser gestellt werden; dagegen ist die Qualität schon in einer Entfernung von 50 Metern vom Strand wesentlich besser, wie z. B. aus nachstehenden Zahlen ersehen werden kann.

Am 15. April dieses Jahres wurden in Münsterlingen bei ruhiger See in verschiedener Entfernung vom Ufer Wasserproben erhoben und deren Keimzahl bestimmt.

Es wurden nachstehende Keimzahlen gefunden:

Nr. der Probe	Entfernung der Fassungsstelle vom Ufer	Tiefe der Fassungsstelle unter der Oberfläche	Wassertiefe an der Fassungsstelle	Keimzahl nach 3 Tagen	Keimzahl nach 5 Tagen
	m	cm	cm		
1	10	20	40	1374	Nicht mehr zählbar.
2	20	20	58	1083	Nicht mehr zählbar.
3	50	30	116	22	55
4	100	40	126	18	25

Es zeigt somit schon das Wasser der Wyße in einer Entfernung von 50 und 100 Metern vom Ufer bei ruhiger See niedere Keimzahl. Chemische Wasseruntersuchungen sind bei Wasser aus diesem Seegebiet hier nicht vorgenommen worden; dagegen sind in St. Gallen in den Jahren 1891 bis 1893 Bodenseewasserproben chemisch untersucht worden, welche in einer Entfernung von 100 Metern vom Ufer gefaßt worden sind. Aus den Untersuchungsergebnissen ist zu ersehen, daß jenes Wasser in seiner chemischen Beschaffenheit zum Teil gar keine, zum Teil geringe Unterschiede zeigt gegenüber dem Wasser aus dem Seekessel. Obgleich nun das Wasser, das 50 oder 100 Meter vom Strand entfernt geschöpft wird, wesentlich besser ist als das Wasser vom Strand selbst, so ist es gleichwohl für Wasserversorgungsanlagen auch nicht geeignet. Die Tiefe des Bodensees ist nämlich in einer Ent-

fernung von 100 Metern vom Ufer an den meisten Stellen, besonders beim thurgauischen Seegebiet noch sehr gering, auf größern Strecken beträgt sie in dieser Entfernung weniger als zwei Meter. Ein Blick auf die Tiefseekarte des Bodensees lehrt, daß nur im Ueberlinger See, auf kurzer Strecke zwischen Lindau und Bregenz, und in der Nähe des Goldachhornes der See in einer Entfernung von 100 Metern eine beträchtlichere Tiefe (bis 20 Meter) aufweist. Nun werden aber noch bei 10 Meter Tiefe Temperaturschwankungen von 1 bis 18° konstatiert; das Seewasser zeigt also in einer Entfernung von 100 Metern vom Ufer, abgesehen von den wenigen angeführten Stellen mit starkem Gefäll in der Uferzone, noch sehr starke Temperaturschwankungen, welche es als Trink- und Brauchwasser ungeeignet machen. Bis zu einer Tiefe von 10 Metern kann der Wellenschlag stärkere Trübungen verursachen; auch aus diesem Grunde wäre das Wasser in einer Entfernung von 100 Metern vom Ufer zeitweise ungeeignet als Trink- und Brauchwasser. Wollte man solches Wasser durch künstliche Filtrieranlagen klären, so müßten verhältnismäßig sehr große Filtrieranlagen erstellt werden.

Im äußersten Gebiete der botanischen Uferzone, da wo die Tiefe 25 bis 30 Meter beträgt, zeigt das Wasser am Grunde noch Temperaturschwankungen von 3 bis 10°. Bei unruhiger See enthält das Wasser aus diesem Gebiete noch sandige Verunreinigungen, die zwar bei der Besichtigung des Wassers nicht leicht wahrnehmbar sind, die sich aber deutlich zu erkennen geben, wenn das Wasser durch Seidengaze filtriert wird. Bezüglich Keimzahl und chemische Beschaffenheit konnten erhebliche Unterschiede dieses Wassers gegenüber dem Wasser des Seekessels nicht konstatiert werden. Es muß dagegen aus den Ergebnissen einer Vergleichung der Bodensatzproben, die in den Reservoirs in Münsterlingen und Romanshorn erhoben worden sind, geschlossen werden, daß auch das Wasser dieses Teiles der Uferzone reicher an pflanzlichem Plankton ist, als das Wasser des Seekessels. Hinsichtlich der Menge des tierischen Planktons wurde konstatiert, daß Pumpwasser aus diesem Gebiet wesentlich mehr solchen Planktons enthält, als Pumpwasser aus dem Seekessel. Verschiedene Beobachtungen führen zu der Ansicht, es sei in den Fällen, wo es sich darum handelt, eine passende Fassungsstelle für

eine Trinkwasserversorgung zu suchen, auf den Planktongehalt des Wassers an den Untersuchungsstellen besonders zu achten. Davon wird später die Rede sein. Zunächst soll in Beschreibungen der Wasserversorgungsanlagen von Romanshorn, Münsterlingen und Kreuzlingen festgestellt werden, wie diese Anlagen gebaut sind, und wie sie sich voneinander unterscheiden.

Seewasserversorgung Romanshorn.

Diese Anlage ist im Jahre 1894 erstellt worden. In einer Entfernung von 550 Metern vom Seeufer, ungefähr in der Mitte zwischen Romanshorn und Uttweil, 34 Meter unter Niederwasserstand, befindet sich ein aus Kupfer bestehender Saugkorb, der auf einem Bock ruht; die untersten Eintrittsöffnungen liegen vier Meter über dem Seegrund. Die Seeleitung besteht aus schmiedeisernen, geschweißten Röhren von 25 cm Durchmesser; an den Verbindungsstellen sind Kugelgelenke angebracht, die mit Holzunterlagen verschraubt sind. Diese Leitung mündet in den Pumpschacht, der vor dem Maschinenhaus erstellt worden ist. Da die Ausmündung der Leitung in diesem Schacht unter dem niedersten Seewasserstand liegt, war nur bei der Inbetriebsetzung die Luft aus der Leitung zu pumpen; nach Entfernung der Luft hatte kein Ansaugen des Wassers mittelst Pumpen mehr stattzufinden, das Seewasser fließt von selbst in diesen Schacht. Durch die Hochdruckpumpen wird das Wasser aus diesem Schacht durch die 2300 Meter lange Steigleitung in das zirka 60 Meter über dem Niederwasserstand des Sees liegende Reservoir gehoben. Das Reservoir faßte ursprünglich 800 Kubikmeter; es ist im Jahre 1897 auf 1400 Kubikmeter erweitert worden. In dieses Reservoir werden jährlich über 200,000 Kubikmeter Wasser gepumpt; trotzdem hat sich eine einmalige Reinigung innert Jahresfrist als genügend erwiesen. Als am 18. Juni dieses Jahres eine Reinigung vorgenommen wurde, war ich erstaunt über die geringe Menge Bodensatz, die sich innert einem Jahre angesammelt hat. Der lockere, hauptsächlich aus Quarzsand bestehende Bodensatz hatte an der tiefsten Stelle des Reservoirbodens eine Höhe von wenigen Millimetern; die Wandungen des Reservoirs zeigten einen sehr dünnen sandigen Ueberzug. Der Bodensatz enthält in getrocknetem Zustand

85,4 % Mineralstoffe und 14,6 % organische Substanz. In dem Schlamm und in dem unmittelbar darüber liegenden Wasser ist eine zu den Ruderfüßlern gehörende Crustacee, Cyclops quadricornis, in großer Zahl zu finden. Diese unschädlichen Tierchen, deren Länge zirka einen Millimeter beträgt, tragen die deutschen Namen Hüpferling und Rundauge; sie spielen im tierischen Plankton des Bodensees die Hauptrolle.

Im *Leitungswasser* in Romanshorn wurden bei den im Laufe des letzten Sommers vorgenommenen Planktonmessungen nie mehr als 0,1 cm^3 Plankton pro Kubikmeter Wasser gefunden; wird das Volumen eines Cyklops zu 1 mm^3 angenommen, so würde das gefundene Maximal-Planktonvolumen 100 Stück solcher Tierchen entsprechen; im Durchschnitt käme somit auf 10 Liter Wasser ein Hüpferling. Wenn diese Tierchen in großer Zahl im Leitungswasser vorhanden wären, dann würden sie die Beschaffenheit, besonders das Aussehen des Wassers ungünstig beeinflussen; wenn sie aber, wie dies beim Leitungswasser in Romanshorn der Fall ist, nur in wenigen Exemplaren vorgefunden werden, dann kann ihre Anwesenheit als ganz belanglos gelten.

Bei einer Besichtigung des Reservoirs vor der Reinigung konnte man durchaus nicht zur Ansicht gelangen, es sei wünschenswert, daß das Wasser vor dem Eintritt ins Reservoir filtriert werde; es müßten denn die drei Fischchen, die dort beobachtet werden konnten, eine Filtration wünschbar erscheinen lassen. Wer aber jemals der Reinigung von Quellwasserreservoirs beigewohnt hat, der kann am Eindringen einiger Fischchen in den Wassersammler keinen Anstoß nehmen.

Seewasserversorgung Münsterlingen.

Diese Anlage ist im Jahre 1895 erstellt worden. Die Seeleitung hat einen innern Durchmesser von 15 cm; sie zieht sich in nordöstlicher Richtung von der Bucht beim Maschinenhaus der Irrenanstalt bis auf eine Entfernung von 582 Metern vom Seeufer. Der Saugkorb liegt 26 Meter unter Niederwasserstand. Nach dem mir vorliegenden Baubeschrieb soll derselbe auf einem zirka drei Meter hohen Bock ruhen; nach

Angabe von Personen, die beim Montieren der Leitung anwesend waren, liegt aber der Saugkorb höchstens zwei Meter über Seegrund. Das Material der Seeleitung ist das gleiche wie bei der Romanshorner Anlage; das Wasser gelangt aus der Seeleitung in gußeiserne Röhren, welche es in den 35 bis 40 Meter vom Ufer entfernten Pumpschacht führen; von hier wird es durch eine Hochdruckpumpe in ein zirka 40 Meter höher gelegenes Reservoir geleitet. In dieses Reservoir gelangt auch Quellwasser. Das Wasser des Leitungsnetzes in Münsterlingen ist eine Mischung von Quellwasser und Seewasser. Die Untersuchung des Pumpwassers in Münsterlingen hat ergeben, daß es wie das Romanshorner Wasser arm an entwicklungsfähigen Keimen (Bakterien und Bazillen) ist; die in den Monaten Februar, März und Juni dieses Jahres vorgenommenen Keimzahlbestimmungen ergaben durchwegs Keimzahlen unter 50 (Maximum 46). Es unterscheidet sich dieses Wasser hingegen hinsichtlich Planktongehalt (bis 35 Hüpferlinge im Liter Wasser) wesentlich vom Pump- und Leitungswasser in Romanshorn, und dies hat Veranlassung gegeben zu den Planktonbestimmungen, über die im Schlußabschnitt berichtet wird.

Seewasserversorgung Kreuzlingen.

Die Anlage ist im Jahre 1897 erstellt worden. Die Fassungsstelle liegt unterhalb der Bleiche, 450 Meter vom Uferrand entfernt, in 30 Meter Tiefe; der Saugkorb liegt drei Meter über Seegrund. Die Seeleitung hat einen innern Durchmesser von 20 cm; sie ist aus gleichem Material erstellt und in gleicher Weise gebaut wie diejenige der beiden andern Anlagen. Vom Pumpschacht wird das Wasser nicht direkt ins Reservoir geleitet, sondern in das früher erstellte Leitungsnetz der Quellwasserversorgung; es gelangt somit nur ein Teil des gepumpten Wassers, der Ueberschuß, ins Reservoir. Beim Pumpwerk dieser Anlage wurden in den Monaten Februar, März und Juni ebenfalls Wasserproben erhoben; auch dieses Wasser zeigte niedere Keimzahlen (Maximum 31). Der Planktongehalt war etwas höher als beim Romanshorner Wasser, dagegen wesentlich niederer als beim Wasser der Münsterlinger Anlage.

Chemische Beschaffenheit des Bodenseewassers.

Das Wasser des Bodensees zeigt in einer Entfernung von 400 und mehr Metern vom Ufer und in einer Tiefe von 30 bis 40 Metern ziemlich konstante chemische Beschaffenheit. Ein Wasser, das an solchen Stellen einige Meter über Seegrund gefaßt wird, entspricht hinsichtlich chemischer Beschaffenheit auch ohne künstliche Filtration den Anforderungen, welche nach den Beschlüssen des Vereins schweizerischer analytischer Chemiker an Trinkwasser zu stellen sind. Die hier vorgenommenen Untersuchungen von Bodenseewasser haben nachstehend zusammengestellte Minimal- und Maximalzahlen ergeben.

	Bodenseewasser	Maximal-Gehaltzahlen für gutes Trinkwasser, festgestellt vom Verein schweiz. analytischer Chemiker
	Milligramm pro Liter	Milligramm pro Liter
Feste Bestandteile . . .	170—204	500
Organische Substanz . .	14—30	30
Freies Ammoniak . . .	unter $0,_{01}$—$0,_{025}$	$0,_{02}$
Albuminoïdes Ammoniak .	$0,_{04}$—$0,_{079}$	$0,_{05}$
Salpetrige Säure	0 - Spur	0
Salpetersäure	2—$4,_{5}$	20
Chlor	2—$3,_{0}$	20
Alkalinität	$11,_{5}$—$12,_{5}$	—

Die Maximalzahl für freies Ammoniak wurde gefunden bei Wasser aus 25 Meter Tiefe bei Kreuzlingen; die Maximalzahl für albuminoïdes Ammoniak hat ein Wasser aufgewiesen, das auch einen außergewöhnlich hohen Planktongehalt zeigte. Dieses Wasser wurde zwischen Güttingen und Altnau in einer Tiefe von 30 Metern, in einer Entfernung von nur einem Meter vom Seegrund geschöpft. Der Härtegrad des Bodenseewassers ist um zirka 20 Grad niederer als der Härtegrad unserer Quellwasser (30 bis 33°), dagegen ist der Gehalt an Gips beim Seewasser höher als beim Wasser unserer Quellen; so wurde z. B. beim Pumpwasser in Münsterlingen ein Gipsgehalt von 37 Milligramm pro Liter gefunden, während das Quellwasser der dortigen Wasserversorgung 13 Milligramm Gips pro Liter enthält; es ist dies bei der Verwendung von Bodenseewasser als Kesselspeisewasser zu beachten.

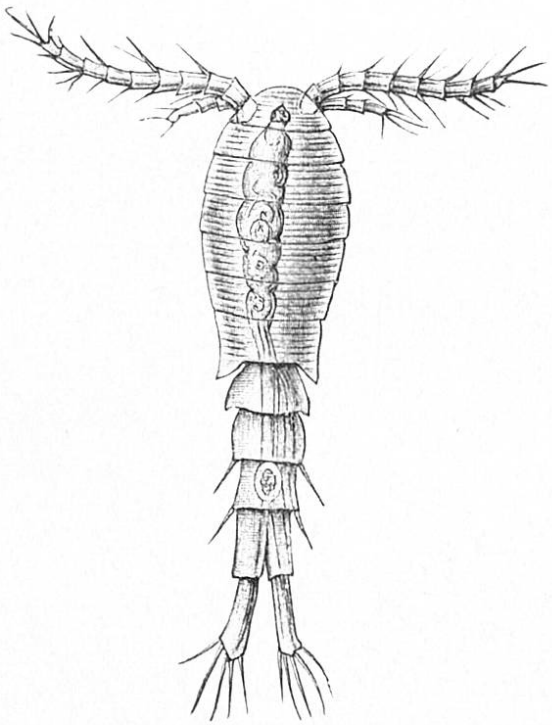
Biologische Beschaffenheit des Bodenseewassers.

Es ist von verschiedenen Forschern festgestellt worden, daß das Bodenseewasser relativ arm an pflanzlichen und tierischen Lebewesen ist. Bezüglich der Bakterienvegetation ist schon an anderer Stelle erwähnt worden, daß dieselbe im Bodensee auffallend schwach sei. Dr. Ambühl, Kantonschemiker in St. Gallen, schreibt in seinem Gutachten an den Gemeinderat von St. Gallen: In derjenigen Entfernung vom Ufer, welche für die Fassungsstelle in Frage kommen kann, und in der Tiefe von 30 bis 45 Metern erreicht die Keimzahl des Bodenseewassers nie die von den schweizerischen Chemikern für Trinkwasser als zulässig erkannte Maximalhöhe von 150, und bleibt sogar meistens unter 100. Zu dem gleichen Schlusse führen die Ergebnisse der Keimzahlbestimmungen, die hier bei Wasser aus dem Seegebiet zwischen Romanshorn und Kreuzlingen vorgenommen worden sind. Am Ueberlingersee, bei Staad, wo eine Wasserfassung für die Stadt Konstanz geplant ist, wurden dagegen nach Mitteilungen, die ich Herrn Stadtchemiker Wingler in Konstanz zu verdanken habe, höhere Keimzahlen konstatiert (Maximum 366).

Die im Wasser treibenden pflanzlichen Organismen und tierischen Lebewesen mit relativ schwacher Eigenbewegung bezeichnet man mit dem Namen Plankton (Umherirrendes). Zum Sammeln des Planktons und zur Bestimmung des Planktongehaltes eines Wassers verwendet man Netze aus feiner Seidengaze, deren unteren Abschluß entweder eine Kappe aus Kautschukstoff oder ein Sammelgefäß aus Glas bildet. Um aus Wasser, das aus einer Wasserleitung fließt, das Plankton zu sammeln, werden mit Vorteil zylindrische oder trichterförmige Blechgefäße, deren Boden aus feiner Seidengaze besteht, benützt. Bei unsern Untersuchungen ist entweder das Netz mit Kautschukkappe, oder ein trichterförmiges Sieb verwendet worden. Die Seidengaze dieser zwei Apparate hat Maschen, die Quadrate von 0,08 Millimeter Seite darstellen.

Im Plankton von 600 bis 1000 Liter Pumpwasser aus Romanshorn und Münsterlingen wurde jeweils nur sehr wenig pflanzliches Plankton vorgefunden; reichere Beute hatte man

bei den Schlammproben, die anläßlich der Reinigung der Reservoirs in Romanshorn und Münsterlingen erhoben wurden. Herr Professor Wegelin wurde gebeten, das Plankton näher zu untersuchen; er hat darin nachgewiesen die Algenarten: Cyclotella, Fragilaria, Botryococcus, Tetraspora; als Vertreter der Fauna wurde nur der schon erwähnte Cyklop vorgefunden. Dieser kleine Kruster kann nicht selten mit unbewaffnetem Auge im Bodenseewasser beobachtet werden; beistehende Zeichnung (aus dem Werke: Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, von J. König, Verlag von Jul. Springer, Berlin), zeigt ihn in zirka fünfzigfacher (lin.) Vergrößerung-



Als im Monat Juni dieses Jahres mit Planktonuntersuchungen bei den Wassern von Romanshorn, Münsterlingen und Kreuzlingen begonnen wurde, ist der große Planktongehalt des Wassers vom Leitungsnetz in Münsterlingen, gegenüber dem Wasser von Romanshorn und Kreuzlingen, aufgefallen. Damals konnte bei einer Planktonprobe aus dem MünsterlingerLeitungswasser festgestellt werden, daß das Wasser durchschnittlich 35 Hüpferlinge pro Liter enthalten hat. Bei der Zählung wurde ähnlich vorgegangen, wie es bei Keimzahlbestimmungen üblich ist; je 1 Kubikcentimeter einer gleichmäßigen Aufschwemmung des Planktons wurde in 10 Kubikcentimeter einer durch Erwärmen verflüssigten Gelatinelösung gebracht, diese in eine Schale gegossen; nach dem Erkalten der Gelatine waren die Bestandteile des Planktons fixiert und konnten leicht gezählt werden.

Die in Münsterlingen gemachten Beobachtungen haben Veranlassung gegeben, weitere Erhebungen und Vergleichungen bezüglich den Planktongehalt der Wasser von Romanshorn und Münsterlingen vorzunehmen. Herr Direktor Frank

hat mir die Ausführung dieser Arbeiten in verschiedener Beziehung wesentlich erleichtert; ich gestatte mir, ihm für die gewährte Unterstützung meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Für die Vergleichungen konnte in Münsterlingen nur das Pumpwasser vor dem Eintritt ins Reservoir herbeigezogen werden, da das Seewasser im Reservoir mit Quellwasser vermischt wird; in Romanshorn konnten die Untersuchungen beim Leitungswasser vorgenommen werden, da dieses ausschließlich Seewasser ist und Vergleiche ergeben haben, daß wesentliche Unterschiede beim Wasser vor und nach dem Eintritt ins Reservoir nicht bestehen.

Die Abscheidung des Planktons mittelst Seidengazesieb wurde in Münsterlingen von Herrn Schaub, in Romanshorn von Herrn Bezirkstierarzt Gsell besorgt. Die Probefassungen beim Pumpwasser in Münsterlingen wurden jeweils während des Tages, die Probefassungen vom Leitungsnetz Romanshorn in der darauffolgenden Nacht vorgenommen. Die Messungen des Planktons wurden im Laboratorium in Frauenfeld besorgt; diese haben ergeben, auf 1 Kubikmeter berechnet:

Datum	Bemerkungen des Herrn Schaub	Planktonvolumen	
		Münsterlingen	Romanshorn
		cm^3	cm^3
4. August	sehr schönes Wetter	5	—
12. -	See etwas unruhig	2	0,1
21. -	See stark unruhig	2,8	0,1
27. -	sehr starkes Gewell, gegen Abend abnehmend, vorm. bei starkem Gewell wenig Tierchen, mehr Schlamm	0,9	0,1
9. Septemb.	—	—	weniger als 0,1
3. Oktober	See stark unruhig	2	—

Um die Frage, woher diese Unterschiede im Planktongehalt herrühren, einwandfrei beantworten zu können, müßten mittelst eines Planktonnetzes, das in beliebiger Tiefe des Sees geöffnet und geschlossen werden kann, an verschiedenen Stellen des Seegebietes Planktonfänge gemacht werden; ein solches Schließnetz stand mir nicht zur Verfügung, es mußte auf andere Weise versucht werden festzustellen, ob das Wasser im Seegebiet bei Münsterlingen reicher an Plankton sei als

in der Nähe der Wasserwerke Romanshorn und Kreuzlingen und von andern Seegebieten. Für solche Erhebungen wurde uns von der Irrenanstalt Münsterlingen ein großes Motorschiff zur Verfügung gestellt; von diesem Schiff aus wurde dann am 11. Oktober dieses Jahres bei ruhigem See an fünf Stellen zwischen Romanshorn und Kreuzlingen eine Wasserleitung aus $^3/_4$zölligen schmiedeisernen Röhren bis auf eine Tiefe von 30 Metern erstellt und aus dieser Tiefe Wasser mittelst einer Flügelpumpe gehoben. Es war beabsichtigt, alle Fassungen bei einer Seetiefe von zirka 35 Metern vorzunehmen, um eine Beeinflussung des Wassers von Seite des Seegrundes auszuschließen. Die Fassungen konnten an vier Stellen in dieser Weise vorgenommen werden; an einer Stelle dagegen (Fassungsstelle III) war die Mündung der Leitung während des Pumpens nur 1 Meter ab Seegrund infolge einer Bewegung des Schiffes nach Abschluß der Lotungen.

An jeder Stelle wurden nach dem Vorpumpen 320 Liter Wasser gehoben und durch das Planktonnetz filtriert. Bei dieser Arbeit der Wasserfassung wird das Wasser angesaugt, während es bei den Seewasserversorgungsanlagen in die Pumpschächte fließen soll, ohne daß ein Saugen durch Pumpen stattfindet. Es ist daher nicht auffallend, daß in dem mittelst der Flügelpumpe gehobenen Wasser durchschnittlich wesentlich mehr Plankton gefunden wurde als beim Pumpwerk Romanshorn.

Es konnten die gefundenen Planktonvolumina gleichwohl Aufschluß geben darüber, ob im Seegebiet bei Münsterlingen mehr Plankton im Wasser zu finden sei, als an anderen Stellen, und sie haben denn auch deutlich gezeigt, daß dies nicht der Fall ist; sie haben im weiteren (Fassungsstelle III) zu erkennen gegeben, daß in der Nähe des Grundes der Planktongehalt am größten ist; es konnte dies übrigens schon aus den Beobachtungen geschlossen werden, die im Reservoir Romanshorn gemacht worden sind. Die Ergebnisse der an fünf Stellen des Sees gemachten Erhebungen sind in der Tabelle (Seite 41) zusammengestellt.

Aus Kolonne 4 ist ersichtlich, daß in Münsterlingen und Keßweil die Fassungsstellen wesentlich weiter vom Ufer entfernt sind als an den drei andern Stellen; man mußte eben für die Fassungsstellen II und IV soweit in den See hinaus fahren, um zu der gewünschten Tiefe zu gelangen.

Fassungsstelle	Tiefe der Fassungsstelle	Seetiefe	Entfernung vom Ufer in Metern (approximativ)	Planktonmenge	Freies Ammoniak	Albuminoïdes Ammoniak	Organische Substanz	Keimzahlen Mittel von vier Bestimmungen	Temperatur in 30 Meter Tiefe	Transparenz	Farbe Nr. der Forelschen Skala
	m	m		cm³ pro m²	Milligramm pro Liter	Milligramm pro Liter	Milligramm pro Liter				
I. Seegebiet beim Wasserwerk Kreuzlingen	30	36	700	1,2	unter 0,01	0,048	16,4	5	8,9°	—	VII
II. Seegebiet bei Münsterlingen	30	35	1200	1,35	-	0,046	19,9	4	8,9°	5,5	VI
III. Seegebiet zwischen Güttingen u. Altnau	30	31	6—700	6,0	-	0,079	20,4	37	8,1°	5,5	VII
IV. Seegebiet bei Keßweil	30	36,5	1000	4,5	-	0,050	21,6	18	8,6°	5,5	VI
V. Seegebiet beim Wasserwerk Romanshorn	30	35,5	600	2,4	-	0,040	14,0	15	8,7°	—	—

Die an Fassungsstelle III gemachten Beobachtungen lassen erklären, warum das Pumpwasser in Münsterlingen mehr Plankton aufweist, als dasjenige der Anlage von Romanshorn, deren Saugkorb weiter vom Grund entfernt ist; sie geben jedoch noch keine Erklärung dafür, warum der Planktongehalt der Wasser von Romanshorn und Münsterlingen *so stark verschieden* ist.

Die Ergebnisse der Erhebungen vom 11. Oktober führen mich zu der Frage, ob nicht bei der Anlage Münsterlingen der Durchmesser der Seeleitung zu klein sei, was zur Folge hätte, daß das Seewasser in den Pumpschacht *gesaugt* wird. Sollte dies der Fall sein, so wäre die Fassung des Wassers eine ähnliche wie bei unsern Probefassungen mit der Flügelpumpe, bei denen zum vorneherein ein höherer Planktongehalt des Wassers erwartet werden konnte. Diesbezüglich sind bisher keine Untersuchungen gemacht worden.

Die mannigfachen Unterstützungen, die mir bei den Wasseruntersuchungen durch Herrn Dr. Philippe, Assistent am kantonalen Laboratorium, und bei den Probefassungen durch Herrn Schaub in Münsterlingen zu teil geworden sind, möchte ich an dieser Stelle bestens verdanken.

Es ist eingangs erwähnt worden, daß durch diese Arbeit in erster Linie die Frage beantwortet werden sollte, ob die Anlagen mit unfiltriertem Bodenseewasser den Anforderungen wirklich entsprechen, welche vom sanitären Standpunkte aus an Trink- und Brauchwasser zu stellen sind. Durch das angeführte Tatsachenmaterial gelangt man dazu, diese Frage in bejahendem Sinne zu beantworten. Der bei einer der drei besprochenen Anlagen konstatierte Mangel, der zwar bisher zu Klagen von Seite der Nutznießer nicht Anlaß gegeben hat, wird voraussichtlich stets vermieden werden können, wenn bei der Erstellung der Anlage darauf Bedacht genommen wird, daß die günstigen Urteile, die über Bodenseewasser auf Grund von Untersuchungen abgegeben worden sind, sich auf solche Wasser beziehen, die mehrere Meter über dem Seegrund und in einer Tiefe von 30 bis 40 Metern richtig gefaßt worden sind.