

## Mitteilungen über die Untersuchung von Wassern und Grundproben aus dem Bodensee.

Von Dr. Hermann Bauer und Dr. Hermann Vogel.

Nachdem die internationale Kommission für die Erforschung des Bodensees, von welcher seiner Zeit dem † Herrn Prof. Dr. v. MARX die chemischen Untersuchungen von Wassern und Grundproben aus dem Bodensee übertragen worden waren, dem einen von uns die Ehre hatte zu teil werden lassen, die durch den Tod des erwähnten Forschers unterbrochenen Arbeiten fortzusetzen, nehmen wir nunmehr die Gelegenheit wahr, über die Ergebnisse der zum Abschluss gelangten Untersuchungen an dieser Stelle zu berichten.

Die Wasser selbst, welche als Untersuchungsobjekt dienen sollten, wurden an sechs verschiedenen Stellen der Oberfläche des Sees, an einer aber ausserdem einer Tiefe von 100 und 247 m entnommen:

1. aus dem Rhein, ungefähr 0,5 km stromaufwärts von der Mündung; Oberflächenwasser;
2. aus dem Bodensee, ungefähr 1 km nördlich von der Rheinmündung; Oberflächenwasser;
3. a) aus dem Bodensee zwischen Fischbach und Utwyl, an der tiefsten Stelle (252 m); Oberflächenwasser;  
b) an demselben Orte 100 m unter dem Spiegel;  
c) an demselben Orte 5 m vom Grunde, also aus einer Tiefe von 247 m;
4. aus dem Überlinger See, ungefähr in der Mitte des Sees zwischen Überlingen und Walthausen; Oberflächenwasser;
5. aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eichhorn, ungefähr aus der Mitte der Bucht; Oberflächenwasser;
6. aus dem Zeller- oder Untersee, zwischen Oberzell auf der Insel Reichenau und dem schweizerischen Orte Ermatingen; Oberflächenwasser.

Diejenigen Wasserproben, welche der Oberfläche entnommen wurden, konnten direkt in die geeigneten Glasgefässe gegeben werden, die Tiefseewasser dagegen mussten mittels eines unter Wasser verschliessbaren Apparats, welcher an dem Lotungsdraht befestigt war, heraufgeholt werden und machten alsdann ein Umfüllen in die betreffenden Gläser notwendig.

Der Apparat, welcher diese letztere Operation ermöglichte, bestand aus einem messingenen, 2 Liter fassenden, mit Hähnen versehenen Cylinder, welcher durch zwei konisch eingeschliffene, mit einer starken Stange untereinander verbundene Deckel sowohl am Boden als auch oben luftdicht verschlossen werden konnte. Zur Ausführung des Versuchs wurde der Apparat an den Lotungsdraht befestigt, der Verschluss in die Höhe gezogen und eingehängt, so dass beim Einsenken das Wasser von unten hindurchfliessen musste. Sobald man nun bei der gewünschten Tiefe, welche an der Maschine abgelesen werden konnte, angekommen war, wurde derselbe dadurch verschlossen, dass man eine eiserne Kugel an dem Draht hinabgleiten liess, welche auf den Hebel aufschlug, den Deckel aushängte und dadurch vollständigen Verschluss herbeiführte. Nach dem Emporziehen wurde das Wasser durch den Hahn mittels eines Kautschukschlauchs in die betreffenden Flaschen abgefüllt. Da das Niedersenken und Aufziehen, sowie das Ausfliessenlassen des Wassers ziemlich viel Zeit erforderte, so war die ganze Operation eine etwas umständliche und es konnten daher grosse Mengen des Wassers, welche z. B. die Bestimmungen suspendierter Körper zugelassen hätten, nicht gewonnen werden.

Es wurde zunächst die Bestimmung der Gesamtmenge der Kohlensäure vorgenommen und dieselbe ergab sich bei den einzelnen Wasserproben in der Weise, dass man genau 0,5 Liter des Wassers unter Durchleiten von Luft, die erst von Kohlensäure vollständig befreit war, ungefähr sechs Stunden lang auskochte. Der in mässiger Geschwindigkeit durch den Apparat gleitende Luftstrom nahm hierbei die in den Wassern gelöste Kohlensäure auf, und liess dieselbe, nachdem beide Gase sorgfältigst getrocknet waren, in mit Natronkalk und Chlorcalcium gefüllten U-förmigen Röhren zurück. Die Gewichtszunahme dieser Röhren entspricht der Kohlensäure, welche in den Wassern gelöst war.

Die Kohlensäuremengen, welche in solcher Weise im Liter gefunden worden sind, waren folgende im Mittel aus zwei übereinstimmenden Proben:

1. Wasser aus dem Rhein 0,5 km stromauf . . . . .	0,0455 g
2. Wasser aus dem Bodensee, nördl. von der Rhein- mündung . . . . .	0,0517 „
3. a) Wasser aus dem Bodensee zwischen Fischbach und Utwyl, tiefste Stelle; Oberflächenwasser . .	0,0386 „
b) an demselben Orte 100 m unter dem Spiegel .	0,0415 „
c) an demselben Orte 5 m vom Grunde, also aus einer Tiefe von 247 m . . . . .	0,0799 „
4. Wasser aus dem Überlinger See, ungefähr aus der Mitte des Sees, zwischen Überlingen und Walthausen; Oberflächenwasser . . . . .	0,0457 „
5. Wasser aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eich- horn, ungefähr aus der Mitte der Bucht; Oberflächen- wasser . . . . .	0,0429 „
6. Wasser aus dem Zeller See, zwischen Oberzell (Reichenau) und Ermatingen; Oberflächenwasser .	0,0430 „

#### Bestimmung des Verhältnisses von Sauerstoff und Stick- stoff der in den Wassern gelösten Luft.

Zu diesem Zwecke wurden die einzelnen Proben der oben angeführten Wasser an Ort und Stelle in Rundkolben von ca. 800 ccm Inhalt gefasst und mit Kautschukstopfen verschlossen, durch deren Bohrung eine stumpfwinkelig gebogene, in der untern Hälfte seitlich mit einem Loch versehene Glasröhre gesteckt war, welche oben eine birnartige Erweiterung besass. Während des Aufsetzens des Stopfens stieg aus den völlig angefüllten Kolben das überflüssige Wasser durch das seitliche Loch in die Birne und ein luftdichter Verschluss konnte nun dadurch bewerkstelligt werden, dass man die Glasröhre so weit in die Höhe zog, bis das Loch in der Bohrung des Stopfens verschwunden war. Um nun die in den Wassern gelösten Gase aufzufangen, wurde mit dem verjüngten Teil der Birne ein cylindrischer Glaskörper, welcher auf beiden Seiten ausgezogen war, verbunden und die atmosphärische Luft aus diesen Räumen dadurch entfernt, dass man das in der Birne befindliche Wasser längere Zeit zum Sieden erhitzte, den Glaskörper rasch verschloss und den verjüngten Teil des Cylinders mit dem Lötrohr abschmolz. Nachdem der zur Aufnahme der Gase bestimmte Apparat auf diese Weise vollständig luftleer und luftdicht gemacht worden war, wurde die Röhre so weit in die Flasche gesteckt, dass die durch Erhitzen ausgetriebenen Gase durch das seitliche Loch austreten und in den beschriebenen Glas-

körper gelangen konnten. Die Kolben wurden nunmehr im Wasserbad erhitzt, und da das in der Flasche befindliche Wasser infolge des Vacuums schon bei niederer Temperatur ins Kochen geriet, so waren nach 7—8 Stunden genügend Gase ausgetrieben und es konnte alsdann mit dem Lötrohr der untere Teil der Glaskörper abgeschmolzen werden.

Die Analysen der gewonnenen Gase selbst wurden nach der Methode von BUNSEN durch Verpuffen des vorhandenen Sauerstoffs mit Wasserstoff in der Weise ausgeführt, dass man das betreffende Gas, nachdem es von Kohlensäure befreit war, in ein mit Quecksilber gefülltes Endiometer aufsteigen liess, das Volumen mittels des Fernrohrs bestimmte, elektrolytischen Wasserstoff hinzufügte und das Gemenge durch den elektrischen Funken entzündete.

Aus der Kontraktion ergaben sich für die einzelnen Wasserproben nach den sorgfältigst ausgeführten Versuchen nachstehende Verhältnisse von Sauerstoff und Stickstoff in der darin aufgelösten Luft.

	Vol.	
	Sauerstoff	Stickstoff
1. Wasser aus dem Rhein, 0,5 km stromauf; Oberflächenwasser . . . . .	1	: 1,81
2. Wasser aus dem Bodensee, nördl. von der Rheinmündung; Oberflächenwasser; bei Sturm gefasst	1	: 2,81
3. a) Wasser aus dem Bodensee zwischen Fischbach und Utwyl, tiefste Stelle; Oberflächenwasser . . . . .	1	: 1,97
b) an demselben Orte, 100 m unter dem Spiegel	1	: 1,82
c) an demselben Orte, 5 m vom Grunde, also aus einer Tiefe von 247 m . . . . .	1	: 1,60
4. Wasser aus dem Überlinger See, ungefähr aus der Mitte des Sees, zwischen Überlingen und Walthausen; Oberflächenwasser . . . . .	1	: 1,81
5. Wasser aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eichhorn, ungefähr aus der Mitte der Bucht; Oberflächenwasser . . . . .	1	: 1,86
6. Wasser aus dem Zeller See, zwischen Oberzell (Reichenau) und Ermatingen; Oberflächenwasser	1	: 1,83

Bestimmung der in den Wassern suspendierten Körper.

Die Bestimmung der in den Wassern suspendierten Körper war eine ziemlich umständliche, da ihre Menge ausser im Rheinwasser

äusserst gering und infolgedessen sehr grosse Quantitäten Wasser zu diesen Versuchen angewendet werden mussten. Eine quantitative Bestimmung konnte daher bei den Wassern aus einer Tiefe von 100 m und 247 m an der tiefsten Stelle überhaupt nicht ausgeführt werden; Wasser, die übrigens auch vollständig klar zu sein schienen. Die Gewinnung von grösseren Mengen dieser Wasser wäre auch, wenn man die Grösse des Apparats in Betracht zieht, zu zeitraubend gewesen und wurde, da die Mühe zu der geringen Wichtigkeit des Versuchs in keinem Verhältnis zu stehen schien, unterlassen. Die suspendierten Körper wurden auf einem Filter gesammelt, bei 100° getrocknet und gewogen, hierauf eingeäschert und um ihren Aschengehalt zu erfahren, ebenfalls das Gewicht bestimmt.

Es berechnen sich somit auf 1 Liter Wasser folgende Mengen von suspendierten Körpern und deren Asche:

	Suspendierte Körper in 1 Lit. in Gramm	Asche in 1 Liter in Gramm	Glühverlust
Wasser aus dem Rhein, 0,5 km stromauf; Oberflächenwasser . . . . .	0,03593	0,02837	0,00756
Wasser aus dem Bodensee, nördlich von der Rheinmündung; Oberflächenwasser . . . . .	0,0111	0,0105	0,0006
Wasser aus dem Bodensee, zwischen Fischbach und Utwyl, tiefste Stelle; Oberflächenwasser . . . . .	0,00164	0,000822	0,000818
Wasser aus dem Überlinger See, zwischen Überlingen und Walthausen; Oberflächenwasser . . . . .	0,001829	0,001006	0,000823
Wasser aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eichhorn, ungefähr aus der Mitte der Bucht; Oberflächenwasser . . . . .	0,001339	0,0007325	0,0006065
Wasser aus dem Zeller See, zwischen Oberzell (Reichenau) und Ermatingen; Oberflächenwasser . . . . .	0,00164	0,001136	0,000504

#### Bestimmung des Verdampfungsrückstandes.

Die Menge desselben wurde in der Weise ermittelt, dass in einer Platinschale je 250 cbcm Wasser zur Trockene verdampft und der verbleibende Rückstand bei 160° bis zum konstanten Gewicht getrocknet und gewogen wurde. Es ergaben sich für die einzelnen Wasser folgende Werte:

	Gesamtrück- stand in 1 Liter
1. Wasser aus dem Rhein, 0,5 km stromauf; Ober- flächenwasser . . . . .	0,1864 g
2. Wasser aus dem Bodensee, nördlich von der Rhein- mündung; Oberflächenwasser . . . . .	0,1606 „
3. a) Wasser aus dem Bodensee zwischen Fischbach und Utwyl, tiefste Stelle; Oberflächenwasser . . . . .	0,1718 „
b) an demselben Orte 100 m unter dem Spiegel . . . . .	0,1782 „
c) an demselben Orte 247 m unter dem Spiegel . . . . .	0,1724 „
4. Wasser aus dem Überlinger See, zwischen Über- lingen und Walthausen; Oberflächenwasser . . . . .	0,1708 „
5. Wasser aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eich- horn, ungefähr aus der Mitte der Bucht; Oberflächen- wasser . . . . .	0,1696 „
6. Wasser aus dem Zeller See, zwischen Oberzell (Reichenau) und Ermatingen; Oberflächenwasser . . . . .	0,1760 „

#### Bestimmung des zur Oxydation der organischen Sub- stanz verbrauchten Sauerstoffs.

Die Ausführung dieser Versuche wurde durch Kochen von je 100 ccm der einzelnen Wasser mit titrierter Kaliumpermanganat-  
lösung bewerkstelligt und es berechneten sich auf diese Weise nach-  
stehende Mengen Sauerstoff, welche zur Oxydation der in 1 Liter  
Wasser enthaltenen organischen Substanz nötig waren:

	Sauerstoff (zur Oxydation der in 1 Liter enthaltenen org. Substanz nötig).
1. Wasser aus dem Rhein, 0,5 km stromauf; Ober- flächenwasser . . . . .	0,00000 g
2. Wasser aus dem Bodensee, nördlich von der Rhein- mündung; Oberflächenwasser . . . . .	0,00040 „
3. a) Wasser aus dem Bodensee zwischen Fischbach und Utwyl, tiefste Stelle; Oberflächenwasser . . . . .	0,00052 „
b) an demselben Orte, 100 m unter dem Spiegel . . . . .	0,00057 „
c) an demselben Orte, 247 m unter dem Spiegel . . . . .	0,00038 „
4. Wasser aus dem Überlinger See, zwischen Über- lingen und Walthausen; Oberflächenwasser . . . . .	0,00056 „
5. Wasser aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eichhorn, ungefähr aus der Mitte der Bucht; Oberflächenwasser . . . . .	0,00037 „
6. Wasser aus dem Zeller See, zwischen Oberzell (Reichenau) und Ermatingen: Oberflächenwasser . . . . .	0,00066 „

## Zusammenstellung.

	Gesamtrück- stand in 1 Liter in Gramm	Sauerstoff in Grammen zur Oxydation der in 1 Lit. enthaltenen organ. Substanz nötig in Gramm
Wasser aus dem Rhein, 0,5 km stromauf; Oberflächenwasser . . . . .	0,1864	0,00000
Wasser aus dem Bodensee, nördlich von der Rheinmündung; Oberflächenwasser . . . . .	0,1606	0,00040
Wasser aus dem Bodensee zwischen Fisch- bach und Utwyl, tiefste Stelle; Oberflächen- wasser . . . . .	0,1718	0,00052
Wasser aus dem Bodensee zwischen Fisch- bach und Utwyl, tiefste Stelle, 100 m unter dem Spiegel . . . . .	0,1782	0,00057
Wasser aus dem Bodensee zwischen Fisch- bach und Utwyl, tiefste Stelle, 247 m unter dem Spiegel . . . . .	0,1724	0,00038
Wasser aus dem Überlinger See, zwischen Überlingen und Walthausen; Oberflächen- wasser . . . . .	0,1708	0,00056
Wasser aus der Konstanzer Bucht, südlich von Eichhorn, ungefähr in der Mitte der Bucht; Oberflächenwasser . . . . .	0,1696	0,00037
Wasser aus dem Zeller See zwischen Oberzell (Reichenau) und Ermatingen; Oberflächen- wasser . . . . .	0,1760	0,00066

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, ist der Gehalt dieser Wasserproben an festen Bestandteilen im ganzen ziemlich übereinstimmend und man darf deshalb auch annehmen, dass ihre chemische Zusammensetzung im einzelnen keine wesentlich verschiedene ist. Es wurde deshalb für genügend erachtet, das Wasser von der Oberfläche an der tiefsten Stelle zwischen Fischbach und Utwyl einer speciellen Untersuchung zu unterwerfen. Das Resultat derselben war, dass dieses Wasser im Liter enthält:

Kieselsäureanhydrid ( $\text{SiO}_2$ ) . . . . .	0,0020 g
Kohlensaures Calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) . . . . .	0,0871 „
Calciumoxyd in Form anderer Salze . . . . .	0,0138 „
Kohlensaures Magnesium ( $\text{MgCO}_3$ ) . . . . .	0,0197 „
Magnesiumoxyd in Form anderer Salze ( $\text{MgO}$ ) . . . . .	0,0021 „

Natriumoxyd ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) . . . . .	0,0179 g
Kaliumoxyd ( $\text{K}_2\text{O}$ ) . . . . .	0,0023 „
Schwefelsäureanhydrid ( $\text{SO}_3$ ) . . . . .	0,0221 „
Chlor (Cl) . . . . .	0,0004 „

Phosphorsäure konnte in dem Rückstand von 3 Liter Wasser mittels Molybdänsäure nicht nachgewiesen werden und ebenso waren weder Salpetersäure noch salpetrige Säure oder Ammoniak auffindbar.

Wenn man nun die in dem Vorstehenden verzeichneten Werte etwas näher ins Auge fasst, so geht daraus hervor, dass das Wasser des Bodensees nicht nur verhältnismässig rein ist, sondern dass insbesondere das Verhältnis von Sauerstoff und Stickstoff mit demjenigen des Rheins bei Strassburg nach den Untersuchungen von DEVILLE<sup>1</sup> grosse Ähnlichkeit zeigt, dass aber ausserdem der relative Sauerstoffgehalt des Bodensees, welcher je nach Ort und Stelle kleine Schwankungen aufweist, sich eher günstiger gestaltet und im allgemeinen in der Mitte steht zwischen dem mittleren Gehalt des Flusswassers 1 : 2,3 und dem des Meerwassers, welches nach LEWY's<sup>2</sup> Untersuchungen im Mittel enthält an Sauerstoff 1 Teil und Stickstoff 1,4—1,5 Teile, je nachdem die Schöpfversuche bei einer Tageszeit und Witterung vorgenommen wurden.

### Der Bodengrund.

Ausser der Zusammensetzung des Wassers war es nun aus geologischen Rücksichten von grossem Interesse, die mineralische Zusammensetzung des Grundes zu ermitteln und es wurden daher mittelst eines spitz zulaufenden Stahlbechers, welcher an das 10 k schwere Lot befestigt worden war, dem Grunde des Sees verschiedene Proben entnommen und zwar:

- 1) zwischen Bregenz und Lindau;
- 2) „ Friedrichshafen und Rorschach;
- 3) „ Utwyl und Fischbach;
- 4) „ Utwyl und Fischbach (252 m);
- 5) aus dem Überlinger See Profil 26 Pkt. 10;
- 6) „ „ Überlinger See „ 26 „ 9.

Sämtliche Grundproben, welche infolge reichlichen Wassergehalts sich in einem dickflüssigen Zustande befanden, waren von gelber bis blaugrauer Farbe und zeigten durch die Anwesenheit organischer Substanzen bedingten Schlammgeruch.

<sup>1</sup> Ann. de Chim. et de Phys. (3) t. XXIII. p. 32.

<sup>2</sup> Ann. de Chim. et de Phys. (3) t. XVII. p. 1.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Hermann, Vogel Hermann

Artikel/Article: [Mitteilungen über die Untersuchung von Wassern und Grundproben aus dem Bodensee. 13-21](#)