© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Über den Einfluss der Elektricität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer.

Von

O. Berg und K. Knauthe.

In einer früheren Mitteilung über denselben Gegenstand[1]) haben wir über Versuche berichtet, aus denen sich ergab, dass unter Einfluss des elektrischen Effluviums der Gehalt des Wassers an gelöstem Sauerstoff erheblich vermindert werden kann. Inzwischen sind unsere Versuche von Herrn H. Euler wiederholt worden[2]) und zwar mit einem von unserem abweichenden Resultat. Herr Euler hat eine Sauerstoffzehrung durch elektrische Einflüsse nicht (oder doch nur in ganz geringem Grade) konstatieren können. Da Herr Euler „auf die absolute Sicherstellung dieses Ergebnisses" Gewicht legt, sehen wir uns veranlasst, unsere Versuchstabellen zu veröffentlichen, was wegen der halbpopulären Form unserer ersten Mitteilung unterblieben war. Gleichzeitig sollen eine Reihe von Beobachtungen des einen von uns[3]) und einige Bemerkungen betreffend die Theorie der vorliegenden Erscheinung angefügt werden.

Die negativen Resultate des Herrn Euler glaubten wir zuerst aus der niedrigen Versuchstemperatur erklären zu können. Nach der jüngst erschienenen zweiten Mitteilung im „Biol. Centralblatt" wird diese Erklärung der Versuchsdifferenzen hinfällig, da Herr Euler hier auch Versuche bei hohen Temperaturen anführt. Vielleicht hat Herrn Euler besseres destilliertes Wasser zur Verfügung gestanden als uns; es wäre denkbar, dass die von uns beobachteten Er-

---

1) Vergl. Naturwissenschaftl. Rundschau XIII S. 661 u. 675 (1898).

2) Berichte der Akademie der Wissenschaften zu Stockholm 56 S. 626 f. f. (1899) Biologisches Centralblatt XXI S. 1 (1901).

3) K. Knauthe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

scheinungen bei ganz reinem Wasser nicht vorhanden sind. Vielleicht haben zufällige Eigenschaften der Zimmerluft das Resultat beeinflusst. Auf jeden Fall halten wir den Schluss des Herrn Euler: „dass unter dem Einfluss der Luftelektricität der Gasgehalt von reinem oder von salz- und bakterienhaltigem, aber noch klarem Wasser nicht wesentlich geändert wird", für nicht ausreichend sicher gestellt. Die nachfolgenden Tabellen werden das begründen. Wir fanden auch bei lange gekochtem destillierten Wasser eine Sauerstoffzehrung. Temperaturdifferenzen könnten doch in dem von Herrn Euler (l. c. S. 4) angenommenen Sinne die Sauerstoffzehrung nur vermindert haben. Wegen der Versuchsanordnung verweisen wir auf unsere erste Mitteilung.[1])

Wir lassen zunächst eine Versuchsreihe folgen, die wegen zu niedriger Temperatur negatives Ergebnis hatte:

Tab. I.

Art des Wassers	1. Temp.	2. Exp.-Dauer	3. ccm O_2	4. Control-probe ccm O_2	Versuchs-anordnung
Schmutzwasser	13°	4h	0,49	0,58	In Bechergläsern der elektrischen Ausstrahlung eines geladenen Conductors exponiert.
Leitungswasser	13°	4h	0,74	0,78	
Destilliertes Wasser	13°	4h	0,76	0,76	
Schmutzwasser	15,6°	5h	0,42	0,46	
Leitungswasser	15,6°	5h	0,64	0,62	
Destilliertes Wasser	15,6°	5h	0,66	0,68	
Leitungswasser	16,2°	5h	0,62	0,58	
Destilliertes Wasser	16,2°	5h	0,58	0,66	
Leitungswasser	17°	6h	0,54	0,56	
Destilliertes Wasser	17°	6h	0,60	0,68	

Die Tabelle enthält unter 1. die Versuchstemperatur, unter 2. die Dauer der Einwirkung des elektrisch geladenen Conduktors, unter 3. den durch Auskochen mit dem „Tenax"[2]) bestimmten Sauerstoffgehalt von 100 ccm des exponierten Wassers, reduciert auf 0° und 760 mm, unter 4. den in gleicher

1) l. c.

2) l. c. S. 661.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Weise bestimmten Sauerstoffgehalt der vor elektrischen Einflüssen geschützten Kontrolprobe. Die Versuche haben ebenso wie die im folgenden angeführten insofern einen qualitativen Charakter, als das Potential des geladenen Conduktors nicht gemessen wurde; nach der Funkenlänge liess sich das Potential auf 15000 bis 30000 Volt taxieren. Die Potentialmessung wurde unterlassen, weil vermutlich andere Faktoren, die sich bei unserer Versuchsanordnung nicht kontrollieren liessen (Ausstrahlung u. a.) in erster Linie hätten in Betracht gezogen werden müssen.

Wir lassen nun die Zahlen mit positivem Ergebnis folgen, welche den Ausführungen in unserer ersten Mitteilung zu Grunde liegen. In der folgenden Tabelle sind die gleichzeitig angesetzten Versuche zu je einer Gruppe zusammengestellt (im ganzen 9 Gruppen). Die Buchstaben „O“ und „B“ in den Rubriken 5. und 8. zeigen an, ob die betreffende Wasserprobe (100 ccm) in der Nähe der Oberfläche oder der Nähe des Bodens dem exponierten Gefäss entnommen wurde. „Schmutzwasser“ bedeutet ein Wasser, in dem Karpfen einige Tage gelebt hatten.

Tab. II.

Art des Wassers	1 Temp	2 Expos-Dauer	3 ccm O_2	4 ccm N_2	5	6 Control-probe ccm O_2	7 Control-probe ccm N_2	8	Versuchs-anordnung
Schmutzwasser	23°	2h 40min	0,24	1,40	O	0,66	1,41	O	In Becher-gläsern auf-stellt.
			0,35	1,40	B	0,70	1,45	B	
,,	,,	,,	0,27	1,39	O				
Schmutzwasser	23°	15min	0,33	1,43	O	0,44	1,49	O	Im Bechergl der elektrisch Ausstrahlun vom Conduct besonders au gesetzt.
,,	,,	30min	0,29	1,44	O	0,45	1,48	B	
,,	23,5°	2h	0,01	1,25	O				
			0,10	1,39	B				
,,	23°	15min	0,50	1,45	O				In flacher P zellanschale, doch unter Fläche des C ductors, de elektr. Ausstr lung wenig ausgesetzt.
,,	,,	30min	0,36	1,33	O				
,,	23,5°	2h	0,08	1,24	O				
			0,24	1,24	B				

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Art des Wassers	1 Temp.	2 Expos.-Dauer	3 ccm O_2	4 ccm N_2	5	6 Control-Probe ccm O_2	7 Control-Probe ccm N_2	8	Versuchs-anordnung
Schmutzwasser	23°	30min	0,57	1,49	O				Im Becherglas, unter der Fläche des Conductors
„	23,5°	2h	0,19	1,21	O				
			0,23	1,43	B				
Leitungswasser	19,8°	1h 45min	0,48	1,31	O	0,69	1,35	O	In flacher Porzellanschale, der el. Ausstrahlung stark exponiert
			0,48	1,37	B				
Schmutzwasser	19,8°	1h 45min	0,28	1,40	O	0,60	1,49	O	In Bechergläsern Exposition unter der Fläche des Conductors
			0,46	1,40	B	0,65	1,49	B	
„	19,8°	1h 45min	0,20	1,49	O				Im Becherglas, über der Fläche des Conductors aufgehängt
			0,20	1,49	B				
„	19,8°	1h 45min	0,16	1,34	O				In der Nähe d. Conductors
			0,16	1,34	B				
			0,16	1,35	O				An dem vom Conductor entferntesten Ende
			0,25	1,35	B				
									einer langen Glaswanne
Schmutzwasser	19,6°	2h 15min	0,40	1,49	O	0,66	1,49	O	In Flaschen mit Glasstopfen, bis zum Stopfen gefüllt, über dem Conductor aufgehängt
			0,38	1,51	B	0,66	1,49	B	
Schmutzwasser	19,6°	2h 15min	0,18	1,31	O				Gegen die Oberfläche dieses Wassers wurde ein aus der Nähe der Saugkämme der Influenzmaschine entnommener Luftstrom geleitet
			0,32	1,38	B	0,67	1,51	O	
„			0,25	1,35	O	0,66	1,49	B	
			0,38	1,43	B				
„	19,6°	2h 15min	1,00	1,42	O				Strom von ozonisierter Luft gegen Oberfläche geblasen; elektrisch geschützt
			0,50	1,42	B				
„	19,6°	2h 15min	0,81	1,44	O				Strom gewöhnlicher, aus dem Freien entnommener Luft gegen Oberfläche geblasen.
			0,53	1,44	B				
Schmutzwasser	23°	2h	0,19	1,29	O	0,54	1,32	O	Luft von den Saugkämmen durch das Wasser geleitet
			0,21	1,34	B	0,60	1,31	B	
	23°	2h	0,34	1,23	O				Luft aus einem Nebenzimmer durch das Wasser geleitet
			0,34	1,23	B				

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Art des Wassers	1 Temp.	2 Expos.-Dauer	3 ccm O_2	4 ccm N_2	5	6 Control-Probe ccm O_2	7 Control-Probe ccm N_2	8	Versuchs-anordnung
Schmutzwasser	23°	2h	0,05	1,27	O				Proben zum Vergleich, in Becherglas unter Conductor
			0,05	1,27	B				
Sterilisiertes Schmutzwasser (25min gekocht)	21°	2h 15min	0,36	1,29	O	0,67	1,48	O	In flachen Porzellanschalen, starker elektr. Ausstrahlung ausgesetzt
			0,39	1,26	O	0,64	1,48	B	
			0,59	1,45	B				
			0,59	1,45	B				
Sterilisiertes destilliertes Wasser (25min gekocht)	21°	2h 15min	0.44	1,31	O				
			0,62	1,31	B				
1) Sterilis. Schmutzwasser (1h gekocht)	24°	3h 20min	0,28	1,40	O	0,60	1,45	O	”
			0,28	1,40	O	0,58	1,45	O	
Lebendes Schmutzwasser zum Vergleich	24°	3h 20min	0,34	1,36	O	0,58	1,48	O	
			0,34	1,36	O	0,58	1,48	O	
2) Sterilis. destilliert. Wasser	24°	3h 20min	0,40	1,31	O	0,62	1,35	O	
			0,40	1,31	O	0,62	1,35	O	
Sterilis. Schmutzwasser	24,5°	2h 5min	0,28	1,36	O	0.60	1,50	O	”
			0,28	1,36	O	0,56	1,50	O	
Lebendes Schmutzwasser zum Vergleich	24,5	2h 5min	0,30	1,35	O	0,55	1,50	O	
			0,30	1,35	O	0,53	1,50	O	
3) Sterilis. destilliert. Wasser	24,5°	2h 5min	0,38	1,35	O	0,62	1,35	O	
			0,36	1,35	O	0,60	1,35	O	
Sterilis. Schmutzwasser	26°	1h 30min	0,42	1,38	O				
		2h	0,36	1,32	O	0.56	1,44	O	
Lebendes Schmutzwasser zum Vergleich	26°	1h 30min	0,29	1,32	O				
		2h	0,18	1,26	O	0,54	1,46	O	
Sterilis. destilliertes Wasser	26°	2h	0,42	1,35	O				
			0,42	1,35	O	0,59	1,35	O	

1) Nach $1\frac{1}{2}$h Wasserstoffsuperoxyd, später ausserdem Nitrit.

2) Nach $1\frac{1}{2}$h wurde Wasserstoffsuperoxyd gefunden, später statt dessen Nitrit.

3) Nach 1h 15m Maximum von Wasserstoffsuperoxyd; nach 1h 40 kein Wasserstoffsuperoxyd mehr; statt dessen Nitrit.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Aus der vorstehenden Tabelle ergiebt sich wohl die Existenz einer Sauerstoffzehrung als zweifellos. Sie ist im Leitungswasser und im destillierten Wasser nicht so stark wie in dem stark verunreinigten Karpfenwasser; und sie ist bei Wasserproben, die mit freier Oberfläche unter dem geladenen Conduktor standen, an der Oberfläche meist bedeutend grösser als am Boden. Die stets in gleichem Sinne auftretenden Differenzen des Sauerstoffgehaltes als Versuchsfehler zu erklären, ist gänzlich unmöglich. In dem verunreinigten Wasser findet auch ohne Einfluss der Elektricität Sauerstoffzehrung durch niedere Organismen statt; daraus erklärt sich der Sauerstoffverbrauch in den Controlproben des verunreinigten Wassers.

Die vorstehenden Versuche werden bekräftigt und in praktischer Hinsicht ergänzt durch eine Reihe von Analysen, die der eine von uns[1]) inzwischen gewonnen hat. Es wurden nämlich an schwülen Sommertagen mit Gewitterneigung Wasserproben in Bechergläsern im Freien aufgestellt, und zwar unter einem kleinen Glasdach. Die Controlproben befanden sich meist in geschlossenen, ganz mit Staniol umhüllten Flaschen. Die Resultate der Analysen sind, nach steigender Temperatur geordnet, in der folgenden Tabelle geordnet. Unter „Bemerkungen" ist angegeben, ob ein Gewitter wirklich stattfand und ob Nitrit im exponierten Wasser nachgewiesen werden konnte.

Tab. III.

Art des Wassers	Temp.	ccm O_2	Controlprobe ccm O_2	Zehrung	Bemerkungen
Schmutzwasser	15°	0,46	0,52	0,06	Nitritreaction?
Leitungswasser	15°	0,68	0,74	0,06	
Schmutzwasser	16,8°	0,46	0,52	0,06	Nitritreaction?
Leitungswasser	16,8°	0,48	0,56	0,08	
Destill. Wasser	16,8°	0,60	0,64	0,04	
Schmutzwasser	18,2	0,42	0,56	0,14	Nitritreaction
Leitungswasser	18,2°	0,50	0,62	0,12	Nitritreaction
Destill. Wasser	18,2°	0,58	0,66	0,08	

1) K. Knauthe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Art des Wassers	Temp.	ccm O_2	Control-probe ccm O_2	Zehrung	Bemerkungen
Schmutzwasser	18,8°	0,40	0,56	0,16	Nitritreaction
Leitungswasser	18,8°	0,44	0,62	0,18	,,
Destill. Wasser	18,8°	0,58	0,66	0,08	,,
Schmutzwasser	19,4°	0,40	0,60	0,20	Nitritreaction
Leitungswasser	19,4°	0,46	0,62	0,16	,,
Schmutzwasser	19,8°	0,38	0,54	0,16	,,
Leitungswasser	19,8°	0,44	0,64	0,20	,,
Destill. Wasser	19,8°	0,52	0,66	0,14	,,
Leitungswasser	20°	0,42	0,54	0,12	,,
Destill. Wasser	20°	0,46	0,60	0,14	,,
Schmutzwasser	20,4°	0,44	0,52	0,08	Schwache Nitritreaction
Leitungswasser	20,4°	0,48	0,54	0,06	Keine ,,
Destill. Wasser	20,4°	0,54	0,58	0,04	,, ,,
Schmutzwasser	20,6°	0,20	0,48	0,28	Starke ,,
Leitungswasser	20,6°	0,38	0,52	0,14	,, ,,
Schmutzwasser	21,2°	0,18	0,48	0,30	Starke Nitritreaction } Gewitter über Tegel
Leitungswasser	21,2°	0,40	0,52	0,12	,, ,, } Gewitter über Tegel
Leitungswasser	21,4°	0,30	0,54	0,24	
Destill. Wasser	21,4°	0,36	0,56	0,20	
Schmutzwasser	22,2°	0,12	0,43	0,31	
Leitungswasser	22,2°	0,26	0,52	0,26	
Destill. Wasser	22,2°	0,24	0,54	0,30	
Schmutzwasser	22,2°	0,20	0,50	0,30	} 2 schwere Gewitter hinter einander
Leitungswasser	22,2°	0,22	0,58	0,36	} 2 schwere Gewitter hinter einander
Destill. Wasser	22,2°	0,28	0,56	0,28	} 2 schwere Gewitter hinter einander
Schmutzwasser	23,4°	0,32	0,46	0,14	} Gewitter in der Ferne
Leitungswasser	23,4°	0,44	0,58	0,14	} Gewitter in der Ferne
Leitungswasser	23,6°	0,40	0,54	0,14	
Destill. Wasser	23,6°	0,46	0,58	0,12	
Leitungswasser	24,2°	0,42	0,58	0,16	} Gewitterneigung
Destill. Wasser	24,2°	0,44	0,60	0,16	} Gewitterneigung
Leitungswasser	25,0°	0,28	0,56	0,28	} Die Proben standen 1 Tag und 1 Nacht. Nachmittags und gegen Mitternacht je ein schweres Gewitter
Destill. Wasser	25,0°	0,38	0,60	0,22	} Die Proben standen 1 Tag und 1 Nacht. Nachmittags und gegen Mitternacht je ein schweres Gewitter
Leitungswasser	25,2°	0,36	0,58	0,22	
Destill. Wasser	25,2°	0,38	0,56	0,18	
Leitungswasser	26,4°	0,22	0,54	0,32	} Nitritreaction
Destill. Wasser	26,4°	0,28	0,56	0,28	} Nitritreaction

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Art des Wassers	Temp.	ccm O_2	Control-probe ccm O_2	Zehrung	Bemerkungen.
Schmutzwasser	26,4°	0,02	0,38	0,36	Starke Nitritreaction } Schweres Gewitter
Leitungswasser	26,4°	0,26	0,54	0,28	Nitritreaction } Schweres Gewitter
Destill. Wasser	26,4°	0,32	0,56	0,24	„ } Schweres Gewitter
Schmutzwasser	27,8°	0,14	0,42	0,28	} Sehr schwüler Tag mit Gewitterneigung
Leitungswasser	27,8°	0,38	0,52	0,14	} Sehr schwüler Tag mit Gewitterneigung
Destill. Wasser	27,8°	0,40	0,54	0,14	} Sehr schwüler Tag mit Gewitterneigung
Schmutzwasser	27,6°	0,08	0,44	0,36	Zwei Gewitter hinter einander. In Berlin, Spandau u. a. Fischsterben.
Leitungswasser	27,6°	0,24	0,50	0,26	Zwei Gewitter hinter einander. In Berlin, Spandau u. a. Fischsterben.
Destill. Wasser	27,6°	0,32	0,50	0,18	Zwei Gewitter hinter einander. In Berlin, Spandau u. a. Fischsterben.

Aus den Tabellen ergiebt sich, dass unter dem Einfluss der natürlichen Luftelektricität im Wasser eine Sauerstoffzehrung stattfindet, und zwar in zunehmendem Masse bei zunehmender Temperatur. Die Zehrung ist im Leitungswasser meist stärker als im destillierten, im verunreinigten Wasser meist stärker als im Leitungswasser. Unter Einfluss eines wirklich eintretenden Gewitters zeigt sich die Zehrung meist verstärkt.

Es wurden auch Beobachtungen an Teichen angestellt von denen 2 angeführt werden sollen:

	Temp.	Witterungsbedingungen	ccm O_2 in 100ccm aq.
1.[1])	20,8°	Ohne Gewitterneigung, Teiche im grellen Sonnenschein	2,00
			2,20
	20,8°	Starke Gewitter in der Nähe, doch Teiche in grellem Sonnenschein	1,60
			1,65
			1,58
			1,52
		Nach Verzug des Gewitters	2,40
			2,36
2.[2])	21,4°	Vor Gewitter, Teich im grellen Sonnenschein	2,20
			2,24

1) Beobachtet von K. Knauthe an den Guhrauer Fischteichen (Guhrau bei Pless).

2) Beobachtet von K. Knauthe am Dorfteich von Sammenthin.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Temp.	Witterungsbedingungen	ccm O_2 in 100^{ccm} aq.
21,4°	Gewitter ½ Meile entfernt, Teich im grellen Sonnenschein	1,38 1,32 1,24 1,20
22°	Nach Verzug des Gewitters (kein Regen gefallen)	2,42 2,48

Aus den Daten dieser beiden Beobachtungen ist ersichtlich, dass der Sauerstoffgehalt des Teichwassers während eines in der Nähe vorüberziehenden Gewitters stark gesunken ist, um nachher wieder seinen alten, bez. einen noch höheren Wert zu erreichen. Der weit über den Sättigungsgrad hinausreichende Wert des Sauerstoffgehalts ist, wie der eine von uns[1]) an anderer Stelle nachgewiesen hat, Folge der lebhaften Assimilation der mikroskopischen grünen Pflanzen im Licht. Für die Erklärung der Abnahme des Sauerstoffs kommt hier also neben den sogleich zu erwähnenden Möglichkeiten auch die in Betracht, dass die Assimilation jener Pflanzen irgendwie beeinflusst wurde.

Was nun die Erklärung des Phänomens der Sauerstoffzehrung anbetrifft, so sehen wir uns genötigt, unsere frühere Auffassung etwas zu modificieren. Wir hatten angenommen, dass die unter Einfluss des Effluviums chemisch veränderte Luft (insbesondere der Stickstoff) im Wasser in Lösung geht, und dass dann der im Wasser schon gelöste Sauerstoff zu Neubildungen gebraucht wird, und zwar zum Teil unter Mitwirkung elektrolytischer Vorgänge. Merkliche Einwirkung gewöhnlicher Elektrolyse ist aber in unserem Falle vollkommen ausgeschlossen; die Ströme einer Influenzmaschine, wie wir sie benutzt haben, haben eine Stärke von höchstens $\frac{1}{30000}$ Ampère, und von diesem Strome kann nur ein geringer Bruchteil das Wasser in den Gefässen durchsetzt haben. Die Menge der elektrolytischen Produkte eines solchen Stromes liegt vollkommen innerhalb der Fehlergrenzen unserer Messungen.

1) K. Knauthe, Biologisches Centralblatt XVII No. 22 und XIX No. 23 u. 24.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Was die chemischen Änderungen der Luft über dem Wasser anbetrifft, so hatten wir hauptsächlich an die bekannten, von Berthelot[1]) ausführlich studierten Vorgänge gedacht. Inzwischen ist durch eine Reihe neuerer Arbeiten die Theorie von der Jonisation der Gase unter elektrischen und anderen Einflüssen zu recht hoher Ausbildung und sehr allgemeiner Anerkennung gebracht worden. Vermutlich spielt die Jonisierung der Luft im vorliegenden Falle eine wesentliche Rolle. Ob die im Wasser beobachtete Nitritbildung mit der Sauerstoffzehrung zusammenhängt, hsben wir noch nicht sicher feststellen können. Die Nitritbildung ist unter verschiedenen Versuchsbedingungen verfolgt worden, ohne dass sich bisher nähere Aufklärung ergeben hätte.[2])

Wir müsssn unsere Resultate im Gegensatz zu denen des Herrn Euler dahin zusammenfassen, dass wir eine Sauerstoffzehrung durch das elektrische Effluvium im Wasser auch in solchen Fällen für nachgewiesen halten, in denen nach den uns geläufigen Vorstellungen biologische Prozesse von der Mitwirkung ausgeschlossen waren. Zur Erklärung wird man chemische Vorgänge (vielleicht im speciellen katalytisch-chemische) heranziehen müssen, wenn nicht sogar rein physikalische Erscheinungen mit im Spiele sind.

---

1) S. Essay de Mechanique Chémique u. a.

2) Zur Fortführung der Versuche hatte sich bisher leider nicht genügend Gelegenheit gefunden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Berg Otto, Knauthe Karl

Artikel/Article: Über den Einfluss der Elektricität auf den Sauerstoffgehalt unserer Gewässer 8-17