

# Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

**Dr. M. Reess** und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

**Dr. J. Rosenthal**

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.  
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

**XVIII. Band.**

**15. November 1898.**

**Nr. 22.**

**Inhalt:** **Knauthe**, Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. — **Bokorny**, Küstenwald als Schutz gegen Springfluten. — **Selenka**, Blattumkehr im Ei der Affen. — **Kennel**, Verfolgung der Schmetterlinge durch Vögel. — **Creighton**, Microscopic Researches on the formative Property of Glykogen. — **Tornier**, Bemerkungen zu dem Artikel: Können bei Säugetieren die Geschwister desselben Wurfs von verschiedenen Vätern abstammen? — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften:** Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Wiesner, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas im arktischen Gebiete.

(Aus dem tierphysiologischen Institut der K. landwirthsch. Hochschule zu Berlin.)

## Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern.

Von **Karl Knauthe**.

Wir wissen seit lange, dass auch im Wasser jene großen biologisch-chemischen Prozesse ablaufen, durch deren Wechselspiel die constante Zusammensetzung der Atmosphäre gesichert ist, die Athmung, welche den Sauerstoff im Körper der Lebewesen zu Kohlendioxyd und Wasser bindet und die Assimilation der Chromophyll führenden Organismen, vermöge deren sie unter Einwirkung des Lichtes Sauerstoff ausscheiden und Kohlenstoff und wasserstoffreiche organische Verbindungen aufbauen.

Trotzdem beide Prozesse im Wasser sich abspielen, sieht man doch allgemein seinen Wechselverkehr mit der Atmosphäre als den wichtigsten Regulator des Gasgehalts des Wassers an. Man nimmt an, dass die übermässig gebildete Kohlensäure in jene entweiche und dass dagegen dem Bedarf entsprechend Sauerstoff durch Absorbition aus der Atmosphäre aufgenommen werde. Von diesem Gesichtspunkte aus hat noch vor wenig Jahren F. Hoppe-Seyler<sup>1)</sup> in Strassburg den Gasgehalt

1) „Über die Diffusion von Sauerstoff und Stickstoff im Wasser“ v. C. Duncan u. F. Hoppe-Seyler. Ztschr. Phys. Chem. XVII, 2/3. „Weitere Versuche über die Diffusion von Gasen im Wasser“ v. F. Hoppe-Seyler, Ebenda, IX, Nr. 4 und 5. „Über die Verteilung absorbierter Gase im Wasser“, 24. Heft d. Schr. d. Ver. für Gesch. d. Bodensees und s. Umgebung. „Beiträge zur Kenntnis der Respiration der Fische“ v. F. Hoppe-Seyler. Ztschr. Physiol. Chem. XVII, Heft 2 u. 3.

Tab. I.  
Beobachtungen an geschütteltem und ungeschütteltem Aquarienwasser ohne Chlorophyllorganismen.

Zeit der Probe- nahme.	Temp. des Wassers.	Belichtung.	Proben stehen wie lange.	In 100 ccm Wasser sind ent- halten, reduziert auf 0° und 760 mm. ccm O.   ccm N.   ccm CO <sub>2</sub> .	Bemerkungen.
29. VII. 2h p. m.	+ 23.95	greller Sonnensch.	30 Min.	{ 0.01	{ Probe des geschüttelten Was- sers nach 30' langem Stehen im grellen Sonnenlicht. { Probe des geschüttelten Wassers nach 1h 50' langem Stehen in der Dunkelheit.
29. VII. 3h 20' p. m.	+ 22.0	im Dunkelen	1 Stunde 50 Min.	{ 0.31	
27. IX. 1h 20' p. m.	+ 18.20	{ Ballon des Respi- rationsapparates diffus. Tagesl.	sofort nach Ein- stellung d. Durch- lüftung.	{ 0.40	{ Durchlüftungsgas enthielt 84,20% N., 15, 80% O, 0.0% CO <sub>2</sub> .
27. IX. 1h 40' p. m.	+ 18.20	diffus. Tagesl.	20' ohne Durchluft.	{ 0.49	
27. IX. 1h 35' p. m.	+ 18.40	grelleres Sonnenl.	15'	{ 0.12	ungeschüttelte Proben des stark mit Futterresten, Koth und Harn vermischten Wassers.
27. IX. 1h 40' p. m.	+ 18.20	diffus. Tagesl.	0 Min.	{ 0.12	
27. IX. 2h 00' p. m.	+ 18.20	diffus. Tagesl.	20 Min.	{ 0.02	Dasselbe Wasser nach 20 Min. langem intens. Schütteln.
				{ 0.02	
				{ 0.68	
				{ 0.67	
				{ 0.22	
				{ 0.22	

27. IX. 2h 20'	+ 18.20	diffus. Tagesl.	40 Min.	0.17	1.60	—	} Wasser aus dem Aquarium in } Flaschen mit Tubus am Boden } übergefüllt. Probe nach Einlass } des Wassers entnommen.
27. IX. 2h 00'	+ 18.40	grelles Sonnenl.	20 Min.	0.08	1.60	—	
27. IX. 3h 40'	+ 18.40	im Dunkelen	2 Stunden	0.26	1.60	—	
29. VII. 1h p. m.	+ 22.0° C.	diffuses Tagesl.	0 Min.	0.43	1.63	—	} Dasselbe Wasser nach 50' langem } Stehen im diffusen Tageslicht.
" 1h 50'	+ 22.0° C.	diffuses Tagesl.	50 Min.	0.16	1.63	—	
" 1h 30'	+ 23.6° C.	grelles Sonnenl.	30 Min.	0.07	1.63	—	} Dasselbe Wasser nach 30' langem } Stehen im grellen Sonnenlicht.
" 1h 30'	+ 22.0° C.	diffuses Tagesl.	0 Min.	0.75	1.63	—	
" 2h 20'	+ 22.0° C.	dto.	50 Min.	0.18	1.62	—	} Das geschüttelte Wasser, } nachdem es 50' im diffusen } Tageslicht gestanden.

Tab. II.

Beobachtungen über den Sauerstoffgehalt und die Abnahme desselben in den mit Fischen besetzten stark mit Zimmerluft durchlüfteten Aquarien unter Einwirkung der Temperatur und des Sonnenlichtes.

Zeit der Probenahme.	Temperatur des Wassers.	Belichtung	Witterung.	In 100 ccm Wasser sind enthalten red. auf 0° und		Bemerkungen.
				ccm 0	ccm N	
<b>A. Große zweisömmrige Kubnert'sche Karpfen 730.8 g schwer, Fütterung: Reismehl und 10% Lieb. Fleischmehl.</b>						
28. VII. 10h a. m.	+ 18.20° C	diff. Tagesl.	Himmel klar im W. Gewitterwolken.	0.52	1.40	{ 1 Stunde nach Erneuerung d. Wassers, Karpfen sehr fresslustig.
28. VII. 10h 33' a. m.	+ 18.50	"	Himmel teilweise bedeckt	0.31	1.40	Fische fangen an, dispnöisch zu werden.
" 11h 30' a. m.	+ 18.50	"	im W. und O. Gewitter	0.29	1.39	Fische stark dispnöisch.
" 12h 25' p. m.	+ 18.80	"	"	0.24	1.39	" "
" 2h 30' p. m.	+ 20.00	"	Gewitter oben	0.21	1.38	Fische liegen auf d. Seite.
<b>B. Kleine einsömmrige Peitzer Karpfen 440 g schwer. Fütterung: Fleischmehl.</b>						
28. XII. 10h a. m.	+ 18.20	diff. Tagesl.	s. oben	0.58	1.39	Eine Stunde nach Erneuerung d. W.
" 12h 25' p. m.	+ 18.80	"	"	0.20	1.39	Fische beginnen dispnöisch zu werden.
" 2h 30' p. m.	+ 20.00	"	"	0.19	1.38	Fische sehr stark dispnöisch.
" 3h 30' p. m.	+ 20.00	"	Gewitter eben vorüber	0.18	1.38	Fische liegen auf d. Seite, 1 stirbt.
<b>C. Große dreisömmrige Peitzer Karpfen 1400 g schwer (Hungertiere).</b>						
28. VII. 3h 30' p. m.	+ 20.0	diff. Tagesl.	S. oben	0.22	1.38	Wasser 3 Tage lang nicht erneuert, stark mit Kot, Harn und Epithelresten geschwängert.
" 3h 52' p. m.	+ 20.6	"	Sonnenschein	0.20	1.38	
" 4h 30' p. m.	+ 21.4	Sonnenlicht	"	{ 0.15	1.37	{ Proben nach 1/2 stündiger intens. Belichtung d. Aquar. entnommen.
" 5h 20' p. m.	+ 21.6	dto.	"	{ 0.15	1.38	{ Nach 1h 20 M. langer Belichtung eben d. Verschwind. d. Sonne entn.
				{ 0.13	1.38	{ Fische nicht dispnöisch.

des Bodensees in verschiedenen Tiefen untersucht und daneben durch Versuche im Laboratorium die Geschwindigkeit des Eindringens der Gase ins Wasser verfolgt und die Grenze festgestellt, unter welche der Sauerstoffgehalt des Wassers nicht sinken darf, ohne das Leben der Fische zu gefährden.

Die Diffusionsversuche hat dann Hüfner<sup>2)</sup> mit gewohnter Schärfe der Methodik derart durchgearbeitet, dass man auf Grund seiner Versuche im Anschluss an ältere Ausführungen von Stefan und Exner<sup>3)</sup> die Diffusion in einfacher Weise als Funktion der Gasdichte und der Absorptioncoefficienten berechnen kann. Unzweifelhaft geht aus dieser Berechnung hervor, dass die Diffusion in größere Tiefen viel zu langsam erfolgt, als dass sie zur Deckung des Bedarfs der in diesen Tiefen lebenden Organismen ausreichen könnte. Hüfner und andere haben dem gegenüber betont, dass durch die Temperaturschwankungen im Wasser Strömungen unterhalten werden, welche einen Austausch zwischen sauerstoffgesättigten oberen und daran verarmten tieferen Schichten bewirken. Auch die durch Strömungen, Wellenschlag und Zufluss frischen Wassers aus Bächen und Flüssen sehr viel ergiebiger gemachte Sauerstoffversorgung würde sicher in vielen Fällen unzureichend sein, um den Verbrauch im Wasser, der namentlich durch die große Zahl mikroskopisch kleiner Lebewesen bis zu den Bakterien herab ganz außerordentlich gesteigert wird, zu decken. Ganz besonders gilt das von solchen Gewässern, welche keinen regelmäßigen Zufluss besitzen, und in welchen der Wellenschlag grade an heißen Tagen, an welchen der Sauerstoffverbrauch aller Lebewesen am größten, der Absorptioncoefficient der Gase im Wasser am niedrigsten ist, oft gänzlich fehlt. Solche stagnierende Wässer sind aber meist auch besonders reich an fäulnisfähigem Material, beherbergen massenhaft bewegliche Spaltpilze von sehr großem Sauerstoffbedürfnis.

Davon, dass der Sauerstoffschwund in solchem Wasser ein außerordentlich lebhafter ist, konnte ich mich bei Gelegenheit der von mir bald an anderer Stelle ausführlicher zu besprechenden Respirationsversuche an Fischen überzeugen. Ich fand, dass das ständig energisch durchlüftete Wasser, in welchem meine Karpfen athmeten, zwar nahezu den theoretischen Sauerstoffgehalt besaß, dass dasselbe jedoch nach kurzem Stehen den größten Teil seines Sauerstoffs einbüßte. Während

1) „Über die verschiedenen Geschwindigkeiten, mit denen sich die atmosphärischen Gase im Wasser verbreiten, und über die biolog. Bedeutung zweier von diesen Größen“ von G. Hüfner. „Archiv für Anatomie und Physiologie“. Physiol. Abthl. 1897.

2) Stefan „Über die Diffusion der Kohlensäure durch Wasser u. Alkohol“, Sitzber. k. k. Akad. d. Wissenschaften 1878, II. Abthl., Märzheft, Exner, Poggendorfs Annalen, 1875, CLV, S. 321 und 443.

Tab. III  
Beobachtungen im Sammenthiner Dorfteiche.

Zeit der Probe- nahme.	Temp. des Wassers.	Tiefe, in welcher die Proben entnommen wurden.	Belichtung und Be- merkung über Witterung.	In 100 ccm sind enthalten bei 0° und 760 mm. ccm N. ccm CO <sub>2</sub> (diegebr.ccm NL auf CO <sub>2</sub> berechnet.)	Bemerkungen.
6. IX, 12h 45' p.m.	+ 19.9	Oberfläche.	bedeckt, schw. W. Wind.	1.40 0.22	Den Vormittag über wehte bei schwachem Regen ein leiser westlicher Wind. Teich erscheint frei, <i>Euglena</i> am östl. Ufer angetrieben.
"	+ 19.9	40 cm tief.	dto.	1.42 0.22	
"	+ 19.9	40 cm tief.	dto.	1.41 0.97	
6. IX, 4' p. m.	+ 21.0	Oberfläche.	Von 1 h ab Sonnen- schein und still.	1.41 1.42	1 h p. m. bei Eintritt von Wind- stille und warmem Sonnenschein überzieht sich der ganze Teich mit einem dichten Filz von <i>Eug- lena</i> , so dass es scheint, als blühe das Wasser.
"	+ 21.0	15 cm tief.	dto.	1.41 0.65	
"	+ 21.0	40 cm tief.	dto.	1.41 0.65	
6. IX, 6 h 30' p. m.	+ 20.0	Oberfläche.	schwacher Sonnen- schein, still.	1.52 1.22	Diese Proben wurden abends 6 h 30' bei schwacher Belichtung durch die schräg auffallenden Strahlen der untergehenden Sonne entnommen. Luft ganz ruhig. Teich mit <i>Eug- lena</i> dicht überzogen; der eigen- artige Geruch dieser Flagellate deutlich wahrnehmbar.
"	+ 20.0	40 cm tief.	dto.	1.52 1.22	
"	+ 20.0	40 cm tief.	dto.	1.41 0.32	
"	+ 20.0	Oberfläche.	schwacher Sonnen- schein, still.	1.41 0.32	Diese Proben wurden abends 6 h 30' bei schwacher Belichtung durch die schräg auffallenden Strahlen der untergehenden Sonne entnommen. Luft ganz ruhig. Teich mit <i>Eug- lena</i> dicht überzogen; der eigen- artige Geruch dieser Flagellate deutlich wahrnehmbar.
"	+ 20.0	15 cm tief.	dto.	1.41 0.32	
"	+ 20.0	40 cm tief.	dto.	1.41 0.32	

6. IX. 7 h p. m.	+ 19.60	Oberfläche.	direkt nach Sonnen- untergang still.	{0.70	1.50	0.89	Die Proben wurden direkt bei Sonnenuntergang, also im diffusen Tageslicht ebenfalls bei absoluter Windstille entnommen. Himmel klar.
"	"	15 cm tief.	"	{0.70	1.50	0.89	
6. IX. 8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h p. m.	+ 19.80	Oberfläche.	Nach Eintritt absol. Dunkelheit.	{0.90 {0.94	1.50 1.45	0.64 0.64	
"	"	15 cm tief.	"	{0.47 {0.47	1.49 1.49		
6. IX. 10 h Ab.	+ 19.80	Oberfläche.	still.	{0.66 {0.65 {0.34 {0.34	1.49 1.49 1.50 1.50		
"	"	15 cm tief.	+	{0.32 {0.32	1.52 1.52		Der Teich war bis 10 Uhr abends noch dicht mit <i>Euglena</i> überzogen. Himmel klar, windstill. vereinzelt springen die Karpfen.
4. IX. 4 h p. m.	+ 21.5	Oberfläche.	nach ca. 5 stdg. int. Sonnenschein, still.	{2.22 {2.23	1.48 1.48	alk. Reakt. mit Phenol- phtalein.	Teich bei absoluter Windstille wie- der mit dichtem Filz von <i>Euglena</i> überzogen.
"	"	45 cm tief.	"	{0.25 {0.25	1.57 1.57	2.43 2.43	
4. IX. 8 h 00.	+ 20.2	Oberfläche.	Sofort nach Eintritt der Dunkelheit.	{0.53 {0.53	1.50 1.50		Teich bei absoluter Windstille dicht mit <i>Euglena</i> besetzt, sehr intensiver Geruch.
4. IX. 9 h ab.	+ 19.8	Oberfläche.	still und klar.	{0.27 {0.27	1.51 1.50		

Tab. III.  
Beobachtungen im Sammenthiner Dorfteiche.

Zeit der Probe- nahme.	Temp. des Wassers.	Tiefe, in welcher die Proben entnommen wurden.	Belichtung und Be- merkung über Witterung.	In 100 ccm sind enthalten etc. ccm O. ccm N. ccm CO <sub>2</sub> (die geb. ccm NL. auf CO <sub>2</sub> berechnet.	Bemerkungen.
4. IX. 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h morg.	} 18.8 + 17.40	Oberfläche.	still, Himmel bedeckt.	{ 0.20 { 0.20	—
5. IX. 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h morg.		Oberfläche.	trüb, aber still.	{ 0.71 { 0.71	0.97 0.97
5. IX. 9 h a. m.	+ 18.8	Oberfläche.	nach <sup>1</sup> / <sub>2</sub> stünd. feinen Regen b. Windstille im Regen Proben entn.	{ 1.02 { 1.02	0.22 0.22
"	"	15 cm tief.	"	{ 0.94 { 0.95	0.58 0.60
"	"	40 cm tief.	"	{ 0.52 { 0.52	0.92 0.92
5. IX. 5 h p. m.	+ 22.0°	Wasser in Flasche ge- füllt.	nach 3 stünd. Sonnen- schein.	{ 2.05 { 2.02	1.44 1.44
"	"	"	"	{ 0.12 { 0.12	2.45 2.45
				Wasser aus der Oberflächenschicht mit sehr viel <i>Euglena</i> unflil- triert in Flasche mit Tubus am Boden gefüllt und in Sonne ge- stellt. Genau dasselbe Wasser, aber doppelt filtriert.	
				Wasser aus dem Entenpfuhl in Sammenthin, siehe Tab. III B.	

Die *Euglena*, welche früh 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> h noch einen dichten Filz an der Oberfläche gebildet hatte, war nunmehr verschwunden, das Wasser aber intensiv dunkelgrün gefärbt.



Tab. III B.  
Beobachtungen in dem pflanzenlosen Entenpfuhl des Gutes Sammenthin.

Zeit der Probenahme.	Temp. des Wassers.	Tiefe, in welcher die Proben entnommen wurden.	Belichtung und Bemerkung über Witterung.	In 100 ccm sind enthalten reducirt auf 0° u. 760 mm. ccm O.      ccm N.      ccm CO <sub>2</sub> (die geb. ccm NL. als CO <sub>2</sub> berechnet.)	Bemerkungen.
5. IX. 8' a. m.	+ 19.20	Oberfläche still.	neblig, still ohne Regen.	0.34 0.34	1.59 1.62
5. IX. 12 h mitt.	+ 18.8	"	trüb, nach feim. Regen.	0.53 0.53	0.81 0.81
5. IX. abends.	+ 21.0'	"	nach 2stünd. intensiv. Belichtung.	0.23 0.23	1.85 1.85
5. IX. abends.	+ 21.0'	—	nach 2stünd. intensiv. Belichtung.	1.45 1.46	1.59 1.59

in der aufgestellten Flasche mit  
Tubus am Boden nach Zusatz  
größerer Mengen *Euglena* am  
Teichrande.

frisches Wasser der Berliner Leitung nach zwölfstündigem Stehen bei Sommertemperatur noch fast denselben Sauerstoffgehalt wie anfangs zeigte, war der Verbrauch in dem Wasser, welches den Fischen 12 Stunden lang zum Aufenthalte gedient hatte, so rapide, dass man nach kurzer Zeit schon weniger als die Hälfte der ursprünglichen Sauerstoffmenge fand. Das Nähere ergibt Tab. I, zu deren Verständnis nur noch zu bemerken ist, dass mit Luft gesättigtes Wasser bei 760 mm Druck und 18° C = 0,69 cc bei 24° C = 0,62 cc Sauerstoff auf 100 enthält. Zur Bestimmung des Gasgehaltes des Wassers am Anfang und Ende der Respirationsversuche benützte ich in letzter Zeit den in Folge eines Preisausschreibens des „Deutschen Fischerei-Vereines“ konstruierten Apparat „Tenax“<sup>1)</sup> Bei der Bequemlichkeit der Bestimmungen in diesem Apparat nahm ich von jedem zu untersuchenden Wasser wenigstens 4 Proben. Dabei zeigte sich in den am Schlusse eines Versuches entnommenen Proben eine rapide Zehrung des Sauerstoffs, welche schon nach 1/2 Stunde eine deutliche Abnahme und mithin grobe Fehler ergab. Angesichts dieser Thatsache erscheint es fast unmöglich, richtige Zahlen über den Sauerstoffgehalt eines derartigen Wassers zu erhalten, wenn man nicht im Moment der Probenahme untersucht oder diese rasche Zehrung aufhebt. Glücklicher Weise gelang es recht bald, ein hierzu geeignetes Mittel in dem mir von Herrn Professor Zuntz vorgeschlagenen übermangansauern Kali zu finden. Von meinem hochverehrten Lehrer und Chef erhielt ich auch die Anregung, diese eben mitgeteilte Thatsache der raschen Sauerstoffabnahme in den an organischen Stoffen und Spaltpilzen reichen Wässern weiter zu verfolgen und die Wirkung der chromophyllhaltigen Organismen als Gegengewicht gegen diese Sauerstoffzehrung quantitativ zu bestimmen gemäß den von ihm in dem unten citirten Vortrag angedeuteten Gesichtspunkten<sup>2)</sup>. Für seine Anregung gestatte ich mir, ihm auch an dieser Stelle herzlichsten Dank zu sagen.

Wie in Tab. I ziffernmäßig nachgewiesen wurde, war die Sauerstoffzehrung in dem Wasser unserer Aquarien bei hoher Temperatur recht beträchtlich; wie sehr sie trotz der ständig angewendeten starken Durchlüftung mitunter unsere Fische in Mitleidenschaft zog, das mögen einige, wenige Daten näher illustrieren, die aus einer ganzen Reihe schön übereinstimmender Beobachtungen herausgegriffen sind. Sämmtliche Proben wurden sofort bei der Entnahme mit übermangansauerm Kali versetzt.

1) Vergleiche „Verhandlungen des VI. deutschen Fischereirates v. 18. Aug., „Allg. Fisch. Ztg.“, München, 1898, 17, p. 290, „Fischerei-Zeitung“, Neudamm, 1898, 36, p. 561.

2) „Die Aufgaben der Wissenschaft für die Förderung der Teichwirtschaft“, Vortrag gehalten auf dem VII. deutschen Fischereitag in Schwerin von Prof. Dr. Zuntz, Berlin, „Fischerei-Zeitung“, Neudamm, Nr. 39, pag. 627, „Allg. Fisch. Ztg.“, München, Nr. 17, p. 302.

## Tab. II.

Immerhin mußte man sich sagen, dass dieses Wasser, in welches die Fische oft nur wenige Stunden ihre Excremente entleert hatten, im Vergleich zu dem vieler Teiche nicht eben übermäßig reich an fäulnisfähigen organischen Stoffen war; im letzteren muss also der Sauerstoffschwund noch viel rapider sein, die Diffusion von oben kann ihm unmöglich Schritt halten; und doch leben in einem solchen Wasser nicht nur zahlreiche Mollusken, Crustaceen u. dergl. mehr, sondern auch Fische mit ihrem großen Sauerstoffbedürfnis. Merkwürdiger Weise enthalten nun grade diejenigen Teiche, welche bei dem größten Reichtum an organischer Substanz gar keine Zuflüsse und ihrer geschützten Lage wegen auch wenig Wellenschlag besitzen, die Dorfteiche und die ihnen durch intensive Düngung ähnlich gemachten Himmelsteiche nicht nur erstaunliche Mengen tierischen Planktons, sondern es wachsen auch bei sehr starkem Besatz die Fische in ihnen am besten ab<sup>1)</sup>. Dafür beherbergen sie aber auch in ungezählten Scharen chromophyllhaltige Organismen und besonders neben Volvocineen die grade für diese Teichklasse charakteristischen Euglenen als ausgezeichnete Sauerstoffproduzenten.

Zur Erforschung der sich im Dorfteich abspielenden wichtigen Vorgänge begab ich mich Ende August dieses Jahres auf Anraten von Herrn Prof. Dr. Zuntz mit vier „Tenax“-apparaten ausgerüstet nach Sammenthin, Kreis Arnswalde, Neumark, zu meinem Gönner und väterlichen Freunde, dem Rittergutsbesitzer Gustav Schulze. Herr Schulze hat die drei der Gemeinde Sammenthin gehörigen, mitten im Dorfe gelegenen Weiher gepachtet und die zwei größten davon mit Karpfen besetzt. Von den mit Fischen besetzten Tümpeln wählte ich den am meisten vor Winden geschützten dicht am Gutshofe gelegenen um so lieber aus, als derselbe auch gleichzeitig von den Düngerstätten und Aborten der anliegenden Bauernhöfe und Arbeiterhäuser, durch Eintrieb von Vieh, ganz besonders aber durch die grade auf ihm sich mit Vorliebe tummelnden Scharen von Enten und Gänsen die meisten fäulnisfähigen organischen Stoffe enthalten musste.

Bei meiner Ankunft erschien der Teich gleichmäßig bedeckt mit einer dichten filzigen Masse, welche Privatdozent Dr. R. Kolkwitz-Berlin als *Euglena viridis* diagnostizierte. Diese Flagellate war der einzige Chlorophyllträger, der sich in größeren Mengen im Wasser vorfand, nur spärlich wurden noch Diatomeen und Volvocineen beobachtet. Größere Pflanzen fehlen sämtlichen Teichen vollständig.

1) Vergl. dabei außer dem klassischen Werk von Josef Susta, „Die Ernährung des Karpfen und seiner Teichgenossen“, Stettin 1888, Victor Burda, „Die Karpfenzucht“, Charlottenburg 1896, Baron v. Gostkowski, „Die Bewirtschaftung der Teiche auf dem Gute Tomice“, Krakau, 1890, besonders aber Dr. Emil Walter-Trachenberg, „Jahresbericht der teichwirtschaftlichen Versuchsstation Trachenberg“ pro 1895, 1896, 1897.

Tab. IV.  
 Beobachtungen an dem Schmutzwasser aus der Havel und den mir von Herrn Professor Herzfeld übergebenen Abwässern.

Zeit der Probe- nahme.	Temp. des Wassers.	Belichtung.	Proben stehen wie lange.	In 100 cm Wasser sind ent- halten, reduziert auf 0° und 760 mm.	ccm O.	ccm N.	ccm CO <sub>2</sub> .	Bemerkungen.
22. IX. 8h p. m.	+ 15° C.	dunkel	—	{ 0.43 0.44	1.49	—	—	Proben entnommen, während das Wasser stark strömte, Ober- flächenprobe.
22. IX. 8h p. m.	+ 15° C.	"	—	{ 0.44 0.44	1.49	—	—	dto. Probe 25 cm tief entn.
22. IX. 9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h	+ 15° C.	"	—	{ 0.18 0.18	1.49	—	—	Oberflächenprobe nach <sup>3</sup> / <sub>4</sub> - stündigem Stehen des Sägewerkes entnommen.
22. IX. 9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h	"	"	—	{ 0.32 0.32	1.49	—	—	Probe nach <sup>3</sup> / <sub>4</sub> -stündigem Stehen des Sägewerkes 25 cm tief ent- nommen.
22. IX. 9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h	"	"	—	{ 0.30 0.30	1.52	—	—	Grundprobe dto.
23. IX. 12h nachts	+ 16.1	dunkel	3 Stunden	{ 0.26 0.26	1.52	—	—	Dasselbe Wasser in Flasche mit Tubus am Boden gefüllt und dunkel gestellt. (Wasser war entnommen 8h p. m.)
23. IX. 3h 33' nachts	+ 15.9	dunkel	6 Std. 33 M.	{ 0.18 0.18	1.54	—	—	dto.

23. IX. 3h 33' nachts	+ 15.9	dunkel	—	0.17 } } 0.17	1.53 1.53	— —	Schmutzwasser von Prof. Herzfeld ebenfalls dunkel gestellt.
23. IX. 11h 35' a. m.	+ 18.0	diffuses Tageslicht.	—	0.80 } } 0.80	1.42 1.42	— —	Schmutzwasser aus der Havel nach längerem Stehen im diffusen Tageslicht.
dto.	dto.	dto.	—	0.92 } } 0.92	1.43 1.43	— —	Schmutzwasser v. Prof. Herzfeld dto.
23. IX. 3' p. m.	+ 20.6	greller Sonnenschein.	am Fenster.	2.00 } } 2.00	1.42 1.42	— —	Schmutzwasser aus der Havel.
"	"	greller Sonnenschein.	"	2.08 } } 2.08	1.42 1.42	— —	Abwasser von Prof. Herzfeld.
"	"	greller Sonnenschein.	"	2.20 } } 2.20	1.41 1.41	— —	Saamenthiner Wasser ebenfalls in Flasche mit Tub. am Boden aufg.
23. IX. 4' p. m.	+ 19.9	dunkel	im Schrank des Dunkelzimmers.	0.20 } } 0.20	1.51 1.51	— —	Schmutzwasser aus der Havel im geschlossenen Schrank des Dunkelzimmers aufgestellt seit 23. IX. nachts 3h

Tab. IV.  
Beobachtungen an dem Schmutzwasser aus der Havel und den mir von Herrn Professor Herzfeld übergebenen Abwässern.

Zeit der Probe- nahme.	Temp. des Wassers.	Belichtung.	Proben stehen wie lange	In 100 ccm Wasser sind ent- halten bei 0° und 760 mm Quecks.	ccm. O.   ccm. N.   ccm CO <sub>2</sub> .	Bemerkungen.
23. IX. 4h p. m.	+ 19,9	dunkel	im Schrank des Dunkelzimmers.	} 0,18 } 0,18	— —	Sammenthiner Wasser im ge- schlossenen Schrank früh 9 Uhr aufgestellt.
23. IX. 6h p. m.	+ 19,6	diffuses Licht.	am Fenster.	{ 0,90 { 0,96 { 1,04	— — —	Abwasser von Prof. Herzfeld. Schmutzwasser aus Howel. Sammenthiner Wasser.
23. IX. 8h p. m.	+ 19,5	dunkel.	"	{ 0,42 { 0,45 { 0,34	— — —	Abwasser v. Prof. Herzfeld. Abwasser aus Spandau. Wasser aus Sammenthin.
23. IX. 9h p. m.	"	dunkel.	"	{ 0,20 { 0,20 { 0,19 { 0,19 { 0,17 { 0,17	— — — — — —	Abwasser v. Prof. Herzfeld. Abwasser von Spandau. Sammenthiner Wasser.
24. IX. 8h 50' p. m.	+ 16,0	diffuses Licht.	"	{ 0,70 } 0,90	— —	Abwasser von Spandau. Sammenthiner Wasser.

Tab. IVB.  
Beobachtungen über den Einfluss des Mondlichtes auf die Sauerstoffproduktion durch einzellige Algen.

Zeit der Probe- nahme.	Temp. des Wassers.	Tiefe, in welcher die Proben entnommen wurden.	Belichtung und Be- merkung über Witte- rung.	In 100 cem Wasser sind ent- halten, reduziert auf 0° und 760 mm. cem. O.   cem N.	Bemerkungen.
4. IX. 9h ab.	+ 19.8	Oberfläche	still und klar, dunkel	0.27 1.51	s. Tab. III. Proben unmittelbar vor der Belichtung des Teiches entnommen.
4. IX. 10h 30' ab.	+ 19.50	"	still und klar, Mond- schein.	0.46 1.50	Nach 1 1/2 stündiger Belichtung durch den Mond entnommen.
3. X. 9h 30' ab.	+ 19.6	Flaschen mit Sammen- thiner Wasser.	dunkel.	0.24 0.24 0.23	Es wurden je 6 Flaschen à 100 cem wie sie zum Auskochen mit dem Apparat "Tenax" gebraucht wer- den, mit Sammenthiner und Span- dauer Schmutzwasser gefüllt in 2 Partien à 3 Stück a) im Schrank des Dunkelzimmers, b) am Fenster im Mondlicht aufgestellt und nach Zusatz von übermangans, Kali analysiert.
"	+ 19.50	"	im Mondlicht.	0.42 0.43 0.43	
3. X. 11' ab.	+ 19.30	Flaschen mit Span- dauer W.	"	0.45 0.45 0.45	
3. X. 11' ab.	+ 19.50	"	dunkel.	0.25 1.49	
				0.25 1.50	

Tab. V.

Tabelle über den Einfluss gewisser Nährlösungen auf die Sauerstoffproduktion von *Euglena* u. a.

Zeit der Probe- nahme.	Temperatur des Wassers	Belichtung	Nährlösung,		In 100 ccm Wasser sind		Bemerkungen.
			Art derselben.	Dauer der Einwirkung derselben.	ccm O	ccm N	
2. X. 4h p. m.	+ 16.2	1stündi- ger Sonnen- schein	—	—	4.23	1.51	Wasser aus Samen- thin mit starker Ent- wicklung von <i>Euglena</i> , welches am 1. X. nach gehörigem Durchschütteln und Mischen in klei- nere Flaschen mit Tubus am Boden und 100 ccm Flaschen des Tenaxapp. verteilt war.
2. X. 4h p. m.	dto.	dto.	0.25 g Ammon. carb. pro 1 l	12 Stunden	1.23	1.51	
dto.	dto.	dto.	stark kohlensäureh. Luft durch Begießen von Natr. bicarb. mit Essigsäure unter Glaslocke erzeugt.	6 Stunden	1.22	1.51	
"	"	"	Natr. phosph. 0.25 p. 1 l.	12 Stunden	1.21	1.51	
					1.22	1.51	
					2.43	1.51	
					2.44	1.51	
					2.43	1.51	
					2.75	1.51	
					2.74	1.51	
					2.74	1.51	
					2.76	1.51	
					1.42	1.51	
					1.41	1.51	
3. X. 4h p. m.	+ 20.4	langerintens. Sonnen- schein.	ohne	—	1.14	1.51	Dasselbe Wasser wie vor- her.
3. X. 4h p. m.	"	"	Harnstoff 0.75 g p. 1 l.	12 Stunden	1.14	1.51	
					1.15	1.51	
					2.25	1.51	
					2.25	1.51	
					2.25	1.51	



3. X. 4h p. m.	+ 20.4	langerintens. stark Sonnen- schein.	langereintens. stark CO <sub>2</sub> -haltige Luft unter Glasglocke (s. oben.)	6 Stunden	{ 2.24 2.24 2.24	1.51 1.51 1.51	<p>Das betr. Wasser, ebenfalls der Sammenthiner Sendung nach gehöriger Mischung entnommen, stand seit dem 29. Sept. am Tage unter Glasglocke in kohlenensäurehalt. Luft, nachts im Freien, seine grüne Färbung schien stündlich intensiver zu werden.</p>
3. X. 4h p. m.	"	"	"	s. neben sub Bem.	{ 2.70 2.69 2.69 2.70	1.51 1.51 1.51 1.51	
4. X. 10h a. m.	+ 16.8	diffuses Licht	"	"	{ 1.90 1.90 1.90	1.51 1.51 1.51	
4. X. 10h a. m.	"	"	Natr. carbon. 0.025 g p. 1 l.	24 Stunden	{ 1.60 1.60 1.60	1.52 1.52 1.52	
"	"	"	Ammon. carb. 0.025 gp. 1 l.	24 Stunden	{ 1.60 1.59 1.59	1.52 1.52 1.52	
"	"	"	gew. Wasser ohne Zusatz		{ 0.89 0.89 0.89	1.52 1.52 1.52	
6. X. 5h p. m.	+ 17.6	diffuses Licht	CO <sub>2</sub> -haltige Luft	s. nebenst.	{ 1.90 1.90 1.90	1.51 1.51 1.51	
"	"	"	Natr. carbon. 0.025 g p. 1 l.	3 mal 24 Std.	{ 1.86 1.86 1.86	1.51 1.51 1.51	
"	"	"	Natr. bicarb. 0.025 g p. 1 l.	24 Stunden	{ 1.62 1.63 1.65	1.52 1.51 1.52	

Das Wasser hatte seit 1. Okt. tags unter Glasglocke in CO<sub>2</sub>-halt. Luft, nachts im Freien gestanden, die rapide Entwicklung von *Euglena* war augenfällig.

Zu Tab. V.

Zeit der Probe- nahme.	Temperatur des Wassers.	Belichtung	Nährstofflösung	Dauer der Einwirkung derselben.	In 100 cem Wasser sind enthalten red. auf 0° und 760 mm cem 0	cem N	Bemerkungen.
6. X. 4h p. m.	+ 17.6	diffuses Licht	Gewöhnliches Wasser	ohne Nährl.	{ 0.86 0.86 0.86	1.52 1.52 1.52	
3. X. 4h p. m.	+ 20.4	langerintens. Sonnen- schein	Gewöhnliches Wasser	ohne Nährl.	{ 1.15 1.15 1.15	1.51 1.51 1.51	Spandauer Havel- wasser, das seit dem 22. IX. im Institut ge- standen, und in dem sich ein starker Niederschlag von Algen gebildet hatte.
"	"	"	Ammon carb. 0.025 g p. 1 l.	40 Stunden	{ 2.04 2.04 2.04	1.51 1.51 1.51	
"	"	"	CO <sub>2</sub> -haltige Luft	40 Stunden	{ 2.20 2.20 2.20	1.51 1.51 1.51	
4. X. 10h a. m.	+ 16.80	diff. Licht	Gewöhnliches Wasser	ohne Zus.	{ 0.84 0.84 0.84	1.51 1.51 1.51	
"	"	"	Ammon. carb. 0.025 gp. 1 l.	40 Stunden	{ 1.54 1.54 1.54	1.51 1.51 1.51	
"	"	"	CO <sub>2</sub> -haltige Luft	4. Tage	{ 1.72 1.72 1.72	1.51 1.51 1.51	Dieses Wasser war, wie oben beim Samenthiner angegeben, vom 1. X. ab in CO <sub>2</sub> -halt. Luft geh. worden.

Das tierische Plankton, welches in den vorhergehenden Jahren bis spät in den November hinein noch massig entwickelt gewesen war, war nunmehr äußerst spärlich vorhanden und es fehlten gerade die größeren Formen: Daphnien, Cyclopiden und Ostracoden. Herr Schulze hat beobachtet, dass die, wie gewöhnlich, auch in diesem Jahre kräftig entwickelte Mikrofauna mit einem Schlage verschwand. Die Schuld an dieser plötzlichen Abnahme schreibt er der Erschöpfung des Wassers an Phosphorsäure zu. In der That waren, während Kalk, Kali, Magnesia und Eisen in genügender Menge im Wasser gefunden wurden, selbst Spuren von Phosphorsäure nicht nachweisbar. Von wie großem Werte aber die Phosphorsäure für das Gedeihen der niederen Fauna ist, hat Joseph Susta in Wittingau (a. a. O. p. 134/135) längst nachgewiesen. — Freilich ist vorläufig auch der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, dass vielleicht ein allzuhoher Kohlensäure- und zu geringer Sauerstoffgehalt des Wassers in einer einem schwülen Tage folgenden ruhigen, warmen Nacht schädigend auf diese Tiere gewirkt hat, zumal deren Stoffwechsel relativ recht erheblich ist.

Es wurden nun aus dem eben skizzierten Weiher, — seine Größe beträgt etwa 3 a, seine größte Tiefe an den zugänglichen Stellen wenig über 50 cm —, so oft als nur irgend möglich zu verschiedener Tageszeit und bei möglichst abweichender Belichtung Proben aus verschiedener Tiefe entnommen und diese sofort analysirt. Zum Vergleich wurden größere Quantitäten desselben Wassers, nachdem sie mehrere Male mit Hilfe von Glaswolle (Watte) und dann von besten Papierfiltern filtriert waren, neben Proben unfiltrierten Teichwassers in Flaschen mit Tubus am Boden aufgestellt. Die folgende Tabelle III giebt den Sauerstoffgehalt des Wassers im Laufe eines Tages bei verschiedener Belichtung wieder und zeigt gleichzeitig in Verbindung mit Tabelle IIIB, dass die chromophyllhaltigen Organismen die bestimmenden Faktoren hierbei sind, so deutlich, dass weitere Erläuterungen überflüssig erscheinen. Nur das sei erwähnt, dass der Entenpfehl im Garten des Gutes Sammenthin, weil er in sterilem Boden neu angelegt war und seine Bewohner nicht zu den Dorfteichen gelangen konnten, keine Spur von pflanzlichen Organismen aufwies.

Nachdem ich diese Verhältnisse im Dorfteich konstatiert hatte, war es mir recht interessant, dass ich genau dasselbe auch im Schmutzwassern der Havel aus Spandau und in verschiedenen Abwässern, welche Herr Prof. Dr. Herzfeld, der Vorsteher des Laboratoriums des Vereines für die Rübenzuckerindustrie, mir zu überlassen die Güte hatte, finden konnte.

Diese Wässer boten aber auch in Folge ihres Reichtums an organischer Substanz einer- und an einzelligen grünen Algen andererseits ähnliche Verhältnisse wie das der Sammenthiner Dorfteiche. Interessant

ist bei dem Spandauer Wasser folgende Beobachtung schon deshalb, weil sie die Abhängigkeit des Befindens der Fische von dem Gasgehalt des Wassers auch in der freien Natur illustriert: Ein Teil der Proben wurde, wie aus der nachstehenden Tabelle IV ersichtlich ist, nachts bei den Fischkästen des Großfischers Ernst Mahnkopf entnommen und zwar a) während das Wasser in Folge des Arbeitens einer Sägemühle nach Passieren eines Ueberfallwehres sehr stark strömte, b) etwa  $\frac{3}{4}$  Stunden nach Schluss des Sägewerkes und nach dem dadurch bedingten Stagnieren. Während nun im ersteren Falle die Fische sehr mobil gegen den Strom anschwammen, standen sie in dem stagnierenden Wasser, welches nur noch 0,18 ccm O in 100 ccm enthielt, alle stark nach Luft schnappend an der Oberfläche. Thatsächlich halten sich auch bei genügend starker nächtlicher Strömung in Folge normalen Wasserstandes in den Fischkästen des Herrn Mahnkopf alle Fische ganz ausgezeichnet wochen- und monatelang, dagegen können leicht Fischsterben eintreten, wenn in den auf heiße Tage folgenden ruhigen, warmen Nächten der Zufluss stockt. Derartige warme Nächte haben aber auch schon manchmal den prächtigen Besatz eines Dorfteiches vernichtet.

Beim längeren Stehen dieser in Flaschen mit Tubus am Boden gefüllten Wasserproben im Laboratorium zeigte sich recht bald ein allmähliches Absinken der unter Einwirkung des Lichtes stattfindenden Sauerstoffentwicklung. Da dieses Absinken bei der im Institut herrschenden konstanten Temperatur in verminderter Wärme seine Erklärung nicht finden konnte, so lag es nahe, an einen Mangel an Nahrung für die Pflanzen, mithin an die Zufuhr der fehlenden Substanzen zu denken. Es wurde also das gehörig durchmischte Wasser in eine Anzahl kleiner Flaschen mit Tubus am Boden verteilt und in diese dann die Nährsalze in den längst von den Pflanzenphysiologen als zweckmäßig ausprobierten Mengen gegeben. Die Beobachtungen sollen fortgesetzt und vervollständigt werden, doch möchte ich hier diejenigen schon herausgreifen, welche den Einfluss der freien und gebundenen Kohlensäure auf die Sauerstoffproduktion zeigen. (Tab. V.)

Die Ergebnisse der Untersuchung möchte ich in folgenden kurzen Thesen zusammenfassen:

1. Der Sauerstoffverbrauch in nicht ganz klaren Gewässern hängt mehr von den in ihnen lebenden kleinsten Organismen tierischer und pflanzlicher Art, als vom Verbrauch der Fische und ähnlicher größerer Tiere ab.

2. In stagnierenden an organischen Stoffen reichen Wässern ist der Sauerstoffverbrauch so beträchtlich, dass die Zufuhr aus der Atmosphäre zu seiner Deckung bei weitem nicht ausreicht.

3. Die mikroskopischen grünen Pflanzen geben unter Einwirkung des Lichtes so erhebliche Sauerstoffmengen an das Wasser ab, dass dessen Sauerstoffgehalt auf das mehr als dreifache desjenigen Wertes wächst, welcher beim vollkommenen Ausgleich mit dem Sauerstoffgehalt der Atmosphäre erreicht wird.

4. Diese Sauerstoffentwicklung erfolgt so rapide, dass im grellen Sonnenschein schon nach wenigen Stunden maximale Werte (24 ccm O pro 1000 ccm Wasser) erreicht werden.

5. Bei dieser energischen Sauerstoffentwicklung wird häufig nicht nur die gesamte im Wasser absorbierte Kohlensäure verbraucht, sondern auch ein Teil der an Alkalien gebundenen, so dass das Wasser dem Phenolphthalein gegenüber eine stark alkalische Reaktion annimmt.

6. Zufuhr von Kohlensäure steigert die Sauerstoffentwicklung in solchen Fällen ganz außerordentlich.

7. Bei diffusem Tageslicht ist die Sauerstoffentwicklung auch noch lebhaft genug, um den Gehalt des Wassers fast auf das doppelte der dem Absorbtionscoëffizienten entsprechenden Zahl zu steigern (12—14 ccm gegen 7 ccm in 1 l des durch Schütteln gesättigten Wassers).

8. Selbst der Mondschein hat in klaren Nächten noch einen nachweisbaren Zuwachs des Sauerstoffgehaltes zur Folge. (S. Tab. IV B.

9. Im Dunkelen sinkt der Sauerstoffgehalt rapide und erreicht bei Sommertemperatur in 5—6 Stunden die unterste mit dem Leben der Cypriniden verträgliche Grenze.

10. Alle aus hygienischen Gesichtspunkten bisher unternommenen Sauerstoffbestimmungen im Wasser erscheinen angesichts dieser That-sachen von geringem Werte.

11. Nur wenn man die Proben bei der Entnahme mit übermangan-sauerem Kali versetzt, lässt sich Wasser für die Bestimmung des natürlichen Sauerstoffgehaltes aufbewahren.

### Küstenwald als Schutz gegen Springfluten.

Die ungeheure mechanische Kraft, welche einer Springflut inne-wohnt, scheint auf den ersten Blick jedes Versuches, ihr zu begegnen, zu spotten.

So schreibt Dr. Seiroku Honda<sup>1)</sup>, a. o. Professor der Forst-wissenschaft an der kais. Universität zu Tokio, über die am 15. Juni 1896 über Japans Nordostküste hereingebrochene Hochflut: „Der stille Ozean erhob sich plötzlich. Die haushohen Wellen brachen ein und über-schwemmen mit Pfeilgeschwindigkeit einen ca. 150 englische Meilen

1) „Ueber den Küstenschutzwald gegen Springfluten“, Bulletin of the College of Agriculture, Imperial University, Tokyo, Japan. Vol. VIII, Nr. 4, 1898.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Knauthe Hermann Friedrich Karl

Artikel/Article: [Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. 785-805](#)