

STANISŁAW WRÓBEL

## Wpływ zmian warunków atmosferycznych na dobowe wahania niektórych czynników w wodzie stawów — Wechselwirkung atmosphärischer Zustände auf die Tagesschwankungen einiger Faktoren im Teichwasser

Wpłynęło 20 listopada 1961

Unter den zahlreichen Methoden zur Untersuchung der Primärproduktion der Gewässer gehört auch die Bestimmung des Sauerstoffgehaltes des Wassers im Verlaufe von 24 Stunden. Wenn auch diese Methode nicht geeignet ist die Primärproduktion im flachem Teichwasser zu bestimmen, so wird dieselbe doch angewandt, um die Umweltverhältnisse für das Leben der Fische zu charakterisieren. Die Untersuchungen zahlreicher Autoren (Gessner 1932, Weimann 1936, Bombóna 1956, Paluch 1956, Ozereckovskaja und Smirnova 1959) ergaben, dass es während der Tagesstunden zu einer Übersättigung des Wassers mit Sauerstoff kommt und in der Nacht, besonders in den frühen Morgenstunden, ein bedeutendes Sauerstoffdefizit eintritt. Die Schwankungsbreite ist vor allem von der Art der Wasserpflanzen und ihrer Masse oder Anzahl sowie von atmosphärischen Zuständen während der Untersuchungszeit abhängig.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden bei ziemlich ausgeglichenen Wetterzuständen an beiden Tagen durchgeführt, was zu übereinstimmender Bestimmung des Sauerstoff-Minimum, je nach der Jahreszeit, zwischen 5 und 7 Uhr und des Maximum zwischen 15 und 19 Uhr führte.

Im Jahre 1960 wurden in drei Teichen (Tab. I) in Gołysz (Kreis Cieszyn) in zwei Serien Beobachtungen über Temperaturänderung, Sauerstoffgehalt des Wassers, pH-Wert sowie Alkalinität und zwar in dreistündigen Abständen durchgeführt. Diese Untersuchungen bilden eine Ergänzung zu den umfangreicheren Forschungen über die Primärproduktion in Teichen.

Die erste Serie (18—19. V.) wurde vor der mineralischen Düngung der Teiche bei sonnigem Wetter durchgeführt. In denselben Teichen wurden die Beobachtungen am 1., 2. und 3. VIII. wiederholt. Am ersten Tag

war sonniges Wetter, sowie an den vorhergehenden vier Tagen. Am zweiten Tage (2. VIII.) dagegen war die Bewölkung vollständig, am dritten Tage (3. VIII.) war wiederum vom Morgen angefangen sonniges Wetter.

Einige Faktoren im Teichwasser am 19.V. und 1.VIII.1960

Teich	Datum	Temperatur °C	CaO, mg/l	pH	Sättigung %
Wyszni VI (Montrollteich)	19.V	3,55	6,2	15	0,59
	1.VIII	3,75	9,5	40	1,60
Wyszni II (Kalk)	19.V	4,95	0,5	35	0,37
	1.VIII	4,40	10,0	40	1,00
Wyszni IV (Gesamt)	19.V	4,20	7,0	40	0,86
	1.VIII	3,50	12,3	50	2,11

Bei den Untersuchungen im Mai wurden ähnliche Zustände festgestellt, wie sie die früher erwähnten Autoren angeben (Tab. II). Das Maximum für den Sauerstoffgehalt des Wassers im Teich Wyszni II und Wyszni IV fällt auf 18 Uhr; der Sättigungsgrad (Abb. 1) mit Sauerstoff übertraf nur wenig 100% (107—110%). Gleichzeitig wurde der höchste pH-Wert festgestellt; dies wurde im Teich Wyszni II durch eine Kalk-

Die Schwankungen der Temperatur, des pH-Wertes und Sauerstoffgehaltes während des Tages und der Nacht in Teichwasser (18-19.V.1960)

Teich	Parameter	18.V.1960					19.V.1960				
		12	15	18	21	24	3	6	9	12	
Wyszni VI (Montrollteich)	Lufttemperatur °C	26,6	24,6	22,8	20,0	20,0	19,5	18,5	24,3	26,0	
	Wassertemperatur °C	22,6	23,7	21,9	21,4	21,0	20,4	20,3	22,1	22,9	
	pH-Wert	7,9	7,9	7,9	8,2	8,0	7,9	7,9	7,8	7,9	
	Sauerstoff O <sub>2</sub> mg/l	9,47	9,75	10,09	10,50	9,76	9,44	9,36	8,96	8,96	
	Sättigung O <sub>2</sub> %	108	114	123	117	108	104	98	101	103	
Wyszni II (Kalk)	Wassertemperatur °C	22,7	23,3	23,2	22,7	22,7	21,7	20,6	22,0	23,2	
	pH-Wert	8,0	8,2	8,0	8,0	8,0	8,0	7,9	8,0	8,0	
	Sauerstoff O <sub>2</sub> mg/l	8,70	9,22	9,22	9,18	9,18	9,12	8,06	8,51	9,02	
	Sättigung O <sub>2</sub> %	100	107	106	105	105	102	89	96	104	
	Wassertemperatur °C	22,9	23,0	23,3	22,3	21,8	21,1	20,4	22,0	23,2	
Wyszni IV (Gesamt)	Wassertemperatur °C	22,9	23,0	23,3	22,3	21,8	21,1	20,4	22,0	23,2	
	pH-Wert	7,4	7,4	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	
	Sauerstoff O <sub>2</sub> mg/l	8,64	8,99	9,47	8,96	8,64	8,16	8,00	8,26	8,57	
	Sättigung O <sub>2</sub> %	99	105	110	102	97	91	88	93	98	

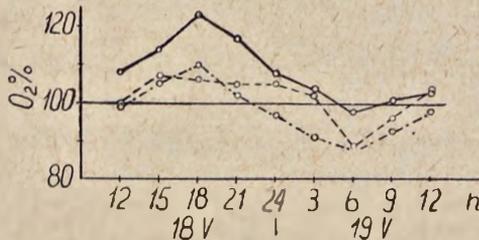


Abb. 1. Sauerstoffsättigungswert im Wasser der Teiche (—) Wyszni VI, (---) Wyszni II und (-.-) Wyszni IV am 18.—19. V. 1960.

gabe am 13. V. hervorgerufen. Im Kontrollteich Wyzni VI erreichte der Sättigungsgrad mit Sauerstoff höhere Werte (123%) und das Maximum wurde ebenfalls um 18 Uhr festgestellt. Das Minimum des Sauerstoffgehaltes trat um 6 Uhr früh ein und betrug 88—98%. Bei der Berechnung des Sättigungsgrades wurde bloss die Temperatur berücksichtigt.

Im August (Tab. III), bei sonnigem Wetter, wurde eine höhere Übersättigung mit Sauerstoff, nämlich 164%, festgestellt und das Maximum trat wiederum um 18 Uhr ein (Abb. 2). Am Tage des bedeckten Himmels entfiel das Minimum auf 9 Uhr, im Teich Wyzni IV sogar erst auf 12 Uhr. In den beiden übrigen Teichen war der Sauerstoffgehalt zwischen

Die Schwankungen der Temperatur, des pH-Wertes und Sauerstoffgehaltes während des Tages und der Nacht im Teichwasser 1-3.VIII.1960

Tab. III

Teich	Datum	1.VIII.1960				2.VIII.1960				3.VIII.1960			
		15	18	21	24	3	6	9	12	15	9	12	15
Wyzni VI Kontrollteich	Stunde												
	Lufttemp. $t_{\text{air}}$ $^{\circ}\text{C}$	24,8	24,5	24,7	19,5	17,0	17,6	16,7	17,6	16,8	20,1	23,7	25,0
	Wassertemperatur $^{\circ}\text{C}$	24,0	23,8	23,5	23,1	22,8	22,0	21,2	20,6	20,7	19,8	21,2	23,0
	pH-Wert	7,6	8,2	8,2	8,2	7,6	7,6	7,2	7,2	7,3	7,2	7,4	7,6
	Alkalität $\text{mg/l}$ Karbonat Bikarbonat	-	0,17	0,15	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-
Sauerstoff $\text{O}_2$ $\text{mg/l}$	10,94	12,22	11,71	10,50	9,98	9,47	8,06	8,06	8,31	8,13	8,80	9,81	
Sättigung $\text{O}_2$ %	128	162	136	121	119	107	99	89	92	88	98	108	
Wyzni II gedüngt K. + P.	Wassertemperatur $^{\circ}\text{C}$	23,7	24,2	24,2	24,1	22,6	22,6	21,7	21,7	21,5	20,6	21,2	22,4
	pH-Wert	7,4	7,5	7,8	7,8	7,3	7,1	7,6	7,1	7,2	6,9	7,1	7,8
	Alkalität $\text{mg/l}$ Karbonat	1,12	1,10	1,15	1,15	1,15	1,15	1,12	1,12	1,10	-	-	-
	Sauerstoff $\text{O}_2$ $\text{mg/l}$	9,36	10,24	10,24	9,28	8,54	8,26	7,36	7,36	7,07	5,76	7,14	9,02
	Sättigung $\text{O}_2$ %	109	121	121	109	98	95	83	83	83	63	79	103
Wyzni IV gedüngt K. + P.	Wassertemperatur $^{\circ}\text{C}$	24,0	24,0	23,7	23,5	22,2	22,2	21,6	21,2	21,2	20,5	22,1	23,2
	pH-Wert	9,0	9,2	9,2	9,0	9,0	8,8	8,7	8,6	8,2	7,6	7,7	8,2
	Alkalität $\text{mg/l}$ Karbonat	0,27	0,31	0,28	0,23	0,23	0,17	0,12	0,11	0,10	-	-	-
	Sauerstoff $\text{O}_2$ $\text{mg/l}$	15,60	13,95	13,12	12,48	11,26	10,24	9,60	9,28	9,34	8,16	9,28	10,50
	Sättigung $\text{O}_2$ %	160	164	153	144	128	116	108	103	104	88	105	121

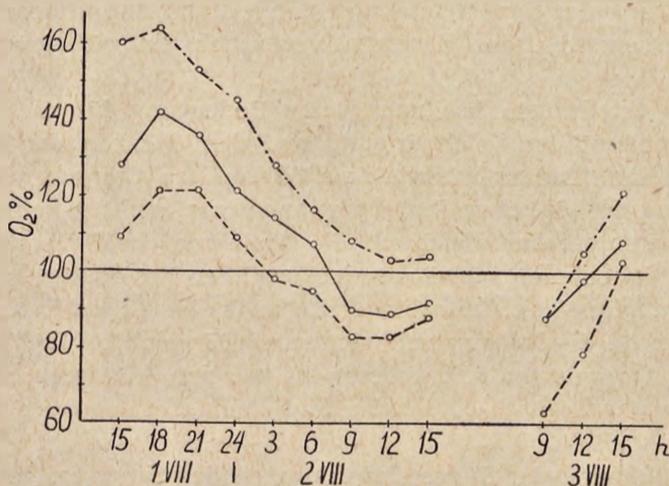


Abb. 2. Sauerstoffsättigungswert im Wasser der Teiche (—) Wyzni VI, (---) Wyzni II und (-.-) Wyzni IV am 1.—3. VIII. 1960.

9—12 Uhr gleich gross; die Sauerstoffproduktion durch Photosynthese deckte nur den für die Zersetzungsprozesse der organischen Materie benötigten Sauerstoff. Um 15 Uhr, bei immer noch bewölktem Himmel, stieg der Sauerstoffgehalt nur wenig an und war um 3,0—4,5 mg/l niedriger als um die gleiche Zeit am Tage zuvor. Somit hat die Bewölkung die „Nachtzustände“ bis zur Mittagszeit verlängert, ohne die geringe Sauerstoffproduktion in den Nachmittags-Stunden zu berücksichtigen. Am dritten Tag, bei wolkenlosem Wetter, stieg der Sauerstoffgehalt sehr rasch von 9—15 Uhr an.

Trotz dem schnellen Sinken des Sauerstoffgehaltes am 2. VIII. betrug die Sättigung 80% und aus diesem Grunde wurde auch keine Änderung im Verhalten der Fische beobachtet. Schädliche Einflüsse der verringerten Photosynthese könnten erst nach 3—4-tägigem bewölktem Wetter auftreten, vor allem bei höheren Temperaturen, bei denen die Destruktions-Prozesse nur mit gering verlangsamttem Tempo vorsichgehen.

Es muss noch der weit grösseren Unterschiede zwischen dem Sauerstoffgehalt während des Maximum und Minimum sowie dem O<sub>2</sub> Verbrauch innerhalb 24 Stunden erwähnt werden (Tab. I). Diese letzteren Werte zeigen einen viel tieferen Stand, was auf den grösseren Sauerstoffbedarf für die Zersetzungs-Prozesse im Teichboden hinweist.

Die Verschlechterung der Belichtungszustände und in weiterer Folge die Störung des Gleichgewichtszustandes für den Sauerstoffgehalt im Wasser spielen eine grosse Rolle in Teichen, in denen sich der Sauerstoffvorrat sehr rasch erschöpft. Eine verringerte Intensität der Photosynthese wird sich daher ungünstiger auf die Sauerstoffverhältnisse im Wasser der eutrophen Teiche auswirken als in den ärmeren Teichen, weil in den ersteren der Sauerstoffverbrauch ein viel grösserer sein wird.

Diese Feststellungen besitzen grosse Bedeutung für die Teichwirtschaft, da sie mit der Teichdüngung und dem Füttern der Fische eng verbunden sind. Die mit bewölktem Wetter im Sommer verbundene Verringerung der täglichen Futterportionen wird nicht so sehr durch das Sinken der Temperatur als durch die Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Wasser, daher auch schwächeren Ausnützen des Futters, verursacht. In diesem ungünstigen Zeitraum sollte auch die Teichdüngung verringert werden, da die Nahrungselemente der Düngemittel nicht durch die pflanzliche Organismenwelt verbraucht werden können, sondern viel mehr durch physikalisch-chemische und chemische Prozesse verschwinden.

Untersuchungen der Tagesschwankungen des Sauerstoffgehaltes sollten in Teichen häufiger durchgeführt werden, als dies jetzt der Fall ist, und hiezu sollten nicht nur sonnige Tage sondern wechselnde Wetterzustände ausgenützt werden.

## STRESZCZENIE

W roku 1960 wykonano, w cyklu dobowym (co trzy godziny), dwie serie pomiarów temperatury, odczynu wody, alkaliczności i zawartości tlenu w wodzie trzech stawów Gospodarstwa Doświadczalnego Zakładu Biologii Wód PAN w Gólszysku (Tab. I). W pierwszej serii (18—19. V), przy słonecznej pogodzie stwierdzono normalny układ wyżej wymienionych czynników (Tab. II). Minimalne zawartości tlenu przypadają na godzinę 6 rano, a maksymalne na godzinę 18 (ryc. 1).

W sierpniu, w pierwszym i trzecim dniu, panowała słoneczna pogoda, natomiast w drugim dniu pomiarów wystąpiło całkowite zachmurzenie. W pierwszym dniu maksimum tlenowe przypadło również na godzinę 18, natomiast minimum, w dniu następnym, stwierdzono o godzinie 12, nie licząc słabej produkcji tlenu po tej godzinie (Tab. III). W trzecim dniu, przy bezchmurnym niebie, zawartość tlenu bardzo szybko wzrastała (ryc. 2).

Stwierdzenie pogorszenia warunków tlenowych przy zmianie pogody ma duże znaczenie w rybactwie stawowym, ponieważ wiąże się z żywieniem ryb i nawożeniem stawów. W tym niekorzystnym okresie powinno być zmniejszone nie tylko żywienie ryb, ale także ograniczone nawożenie stawów, ponieważ składniki pokarmowe dodane w nawozach, nie są pobierane przez organizmy roślinne, a raczej spadek ich zawartości następuje na drodze fizyko-chemicznej i chemicznej.

## LITERATURA

- Bombówna M., 1956. Sezonowe i dobowe zmiany pH, alkaliczności i tlenu rozpuszczonego w wodzie stawów rybnych. Biuletyn Zakładu Biologii Wód, PAN, 3, 111—130.
- Gessner F., 1932. Schwankungen im Chemismus kleiner Gewässer in ihrer Beziehung zur Pflanzenassimilation. Arch. f. Hydrobiol., 24, 590—602.
- Ozereckovskaja N. G., Smirnova N. F., 1959. Hidrochimičeskie issledovanija r. Psekups i prudov Krasnodarskogo kraja v svjazi s udobreniem. Trudy Zool. Inst., 26, 96—128.
- Paluch J., 1956. Dobowe zmiany zawartości tlenu w wodzie zbiornika rzecznego. Pol. Arch. Hydrobiol., 3, 333—356.
- Weimann R., 1936. Über Schwankungen des Sauerstoffgehaltes in schlesischen Karpfenteichen. Zeitschr. f. Fischerei, 34, 439—453.

Adres autora — Anschrift des Verfassers

Dr Stanisław Wróbel

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17.