

Jahreszeitliche Entwicklung von Sauerstoffgehalt, Temperatur und Lichtverhältnissen im Sagteich (NÖ)

ELISABETH PEHAM, CHRISTIAN BAUER, GÜNTHER GRATZL UND MARTIN FICHTENBAUER

Bundesamt für Wasserwirtschaft, Ökologische Station Waldviertel

Abstract

Seasonal development of oxygen, temperature and lighting conditions at Sagteich (Lower Austria).

Oxygen, temperature and lighting conditions at an Austrian Carp pond have been recorded for a year to investigate the differences between seasons and different water depth. Data shows that the established theory about oxygen trend in the course of a day is correct. Over a period of two weeks, oxygen concentration has been dangerously low. Sunlight gets absorbed very fast with depth. Only 50 percent sunlight, mostly even less, can pervade the upper 15 cm water. That reduces photosynthesis and as a result oxygen in the water body. There is a higher variation in temperature on the surface of the water column. Mechanical cleaning to prevent biofouling on Data loggers needs to happen more often than bi-weekly.

Einleitung

Im Sagteich, einem gut sieben Hektar großen Karpfenteich im nördlichen Waldviertel in der Gemeinde Gmünd, wurden von 11. 10. 2017 bis 24. 9. 2018 mit Hilfe von Datenloggern der Lichteinfall, die Temperatur und der Sauerstoffgehalt in einem halbstündigen Intervall aufgezeichnet. Die Montage der Datenlogger im Teich erfolgte an einer schwimmenden Basis, welche sich aus einem Rechteck aus PVC-Rohren und Querstreben aus Metall zusammensetzte (*Abb. 1*). Die Sauerstofflogger (HOBO onset Dissolved Oxygen Logger U26-001) wurden an Angelschnüren in einer Wassertiefe von 0,5 und 1 m unter der Oberfläche angebracht. Die Lichtlogger (HOBO onset pendant temp/light UA-002-64) waren mit Hilfe einer Konstruktion aus Metall und Holz an der Wasseroberfläche und in drei unterschiedlichen Tiefen, 0,15, 0,5 und 1 m Tiefe, fixiert. Beide Gerätetypen zeichneten zusätzlich die Temperatur auf. Innerhalb des Messzeitraumes wurden die Datenlogger 10-mal herausgenommen und gereinigt, damit die Sensoren nicht von dem entstehenden Mikrofilm beeinflusst werden. Die Reinigung der Messgeräte wurde ab Mitte April in einem zweiwöchigen Intervall durchgeführt, da sie insbesondere in den warmen Sommermonaten notwendig ist (*Tab. 1*). Zum Vergleich der Messdaten wurden außerdem in regelmäßigen Abständen die Sauerstoffwerte beim Teichmönch gemessen.

Ergebnisse Lichtmessung

Der durchschnittliche Tagesverlauf (errechnet aus allen Werten der Messreihe) der Lichtintensität zeigt eine maximale Tageslänge von vier Uhr morgens bis neun Uhr abends. Dieser Tag/Nacht Rhythmus von 17/7 Stunden wird allerdings nur an der Oberfläche und in einer Tiefe von 0,15 m erreicht. Die beiden tieferen Messstellen hatten an längstens 16 Stunden Lichteinfall. Zusätzlich trifft an der Oberfläche we-

Tab. 1:
Reinigungstermine
der Datenlogger

1	26. 4. 2018
2	16. 5. 2018
3	29. 5. 2018
4	14. 6. 2018
5	3. 7. 2018
6	17. 7. 2018
7	3. 8. 2018
8	14. 8. 2018
9	4. 9. 2018
10	19. 9. 2018



Abb. 1: Montage der Schwimmsinsel mit den Datenloggern im Sagteich
© Sonja Eder

sentlich mehr Licht ein, als durch das Wasser hindurchdringt. Hier wurden zur Mittagszeit im Durchschnitt fast 80.000 Lux gemessen, während in 1 m Tiefe die Lichtintensität höchstens ca. 2.200 Lux erreichte (Abb. 2).

Der typische jahreszeitliche Verlauf der Lichtintensität zeigt sich bei den Tagesmittelwerten. Wieder war die Lichtintensität an der Oberfläche bedeutend höher als an den drei Messstellen unter Wasser. Besonders in eine Tiefe von 1 m unter der Oberfläche dringt nur noch ein Bruchteil des Lichts ein. Zusätzlich erkennt man an den täglichen zum Teil sehr großen Schwankungen, wie bedeutend der Unterschied der Lichtintensität zwischen sonnigen und bedeckten Tagen vor allem im Sommer ist (Abb. 3). Maximal 50 % des Oberflächenlichtes durchdringen die oberste Schicht (15 cm). Zwischen Jänner und Mai wurde nur ein geringer Anteil (unter 10 % bis auf wenige Ausnahmen) von den Datenloggern im Wasserkörper erfasst (Abb. 4).

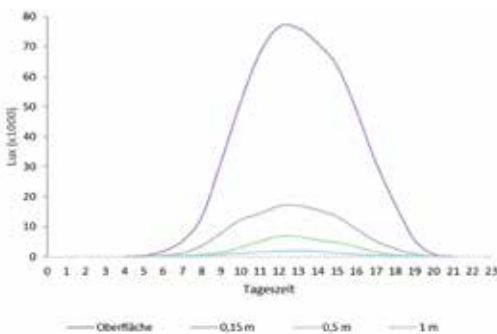


Abb. 2: Durchschnittlicher Tagesverlauf der Lichtintensität über den gesamten Aufnahmezeitraum, an der Wasseroberfläche und in drei verschiedenen Wassertiefen (0,15, 0,5, 1m).

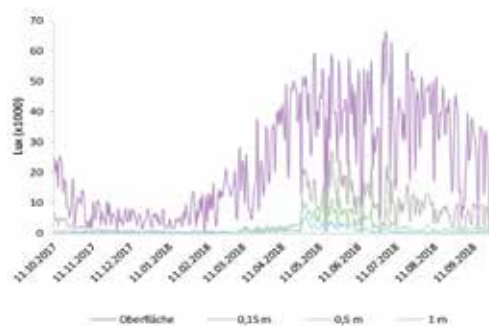


Abb. 3: Tagesmittelwerte der Lichtintensität in vier verschiedenen Tiefen über den gesamten Messzeitraum.

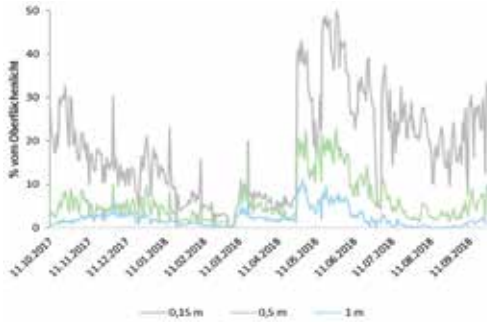


Abb. 4: Durchdringendes Licht als Prozent des an der Oberfläche eintreffenden Lichtes in drei verschiedenen Tiefen (0,15, 0,5, 1 m).

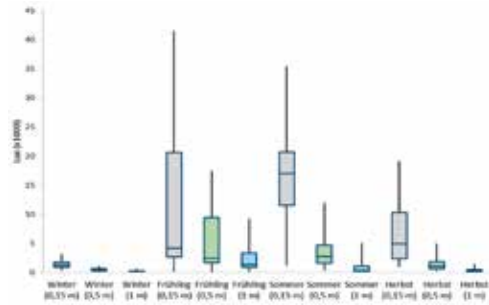


Abb. 5: Verteilung der Tagesmittelwerte der Lichtphasen dargestellt für die vier Jahreszeiten in drei verschiedenen Wassertiefen (0,15, 0,5, 1 m).

Anhand der Verteilungsdarstellung der Tagesmittelwerte der Lichtphasen (ohne Dunkelstunden berechnet) jener Messstellen, die unter Wasser lagen, ist eine eindeutige Kaskade der Lichtintensität von der höchsten Messstelle (0,15 m) bis zur tiefsten (1 m) in allen Jahreszeiten zu erkennen. Im Frühling in einer Tiefe von 0,15 m war die Streuung der Mittelwerte mit Abstand am größten. Im Sommer hingegen waren die Mittelwerte in derselben Tiefe weniger gestreut, sondern allgemein höher, was besonders deutlich am Median zu sehen ist. In eine Tiefe von 1 m dringt nur noch wenig Licht vor, egal zu welcher Jahreszeit. Keiner der dort erfassten Tagesmittelwerte erreichte 10.000 Lux (Abb. 5).

Ergebnisse Sauerstoffmessung und Temperatur

Die Tagesmittelwerte der Temperatur zeigen über den Aufnahmezeitraum hinweg keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Tiefen von 0,5 und 1 m. Während im Herbst und Winter die Kurven beinahe ident sind, ist das Wasser in der tieferen Zone im Hochsommer geringfügig kälter. Beim Sauerstoffgehalt sind ebenfalls in beiden Tiefen dieselben Tendenzen von Anstieg und Absinken zu sehen, jedoch entfernen sich diese beiden Kurven doch immer wieder voneinander. Denn in 1 m Wassertiefe sinkt der Sauerstoffgehalt zeitweise schneller und weiter ab, als im oberen Bereich. Besonders kritisch ist im Fischteich die warme Sommerzeit, wenn das Wasser wenig Sauerstoff binden kann. Im Jahr 2018 begann eine zweiwöchige Phase von extrem geringem Sauerstoffgehalt im Sagteich am 22. Juli (Abb. 6).

Als fischkritisch wird je nach Autor ein Sauerstoffgehalt von unter 2 mg/l (Zobel 1992) bis 4 mg/l (Geldhauser und Gerstner 2003) für Karpfen angegeben. Dieser Bereich wurde an der Messstelle des Sagteiches für eine Zeitspanne von 12 Tagen unterschritten, wobei in der Detailansicht der absoluten Messwerte ein deutlicher Unterschied zwischen der tieferen und der oberen Messstelle zu erkennen ist. In der Tiefenzone von 1 m erholt sich die Sauerstoffsättigung während des gesamten Zeitraumes nicht und bleibt minimal. In der oberen Schicht wird jedoch durchaus die Photosyntheseaktivität von Wasserpflanzen und Phytoplankton bemerkbar und die Sauerstoffwerte erholen sich nachmittags bis abends. Obwohl hier der Tagesverlauf deutlich wird, konnte sich der Sauerstoffgehalt aber auch in dieser Tiefe erst wieder Anfang August richtig erholen (Abb. 7). Genau genommen befand sich der Sauerstoffgehalt ab 4.8. nicht mehr dauerhaft im für Fische gefährlichen Bereich. Nach

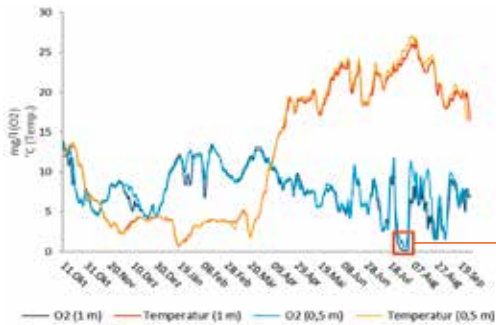


Abb. 6: Tagesmittelwerte des Sauerstoffes und der Temperatur bei 0,5 und 1 m Tiefe über den gesamten Untersuchungszeitraum.

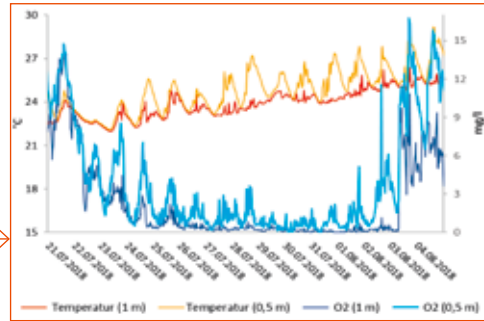


Abb. 7: Sauerstoff- und Temperaturmesswerte im Zeitraum von 21. 7. 2018 – 4. 8. 2018 bei 0,5 und 1 m Tiefe.

dieser Phase fiel der Sauerstoffgehalt nur noch an vereinzelten Vormittagen in den fischkritischen Bereich (und erholte sich am jeweiligen Tag wieder).

Über Nacht, wenn kein Sonnenlicht zur Verfügung steht, sind die Sauerstoff zehrenden Prozesse im Teich bedeutend. Die Durchschnittswerte (der gesamten Messperiode) zeigen, dass das Sauerstoffminimum deshalb am Vormittag erreicht wird. Der kleinste Mittelwert entstand sowohl bei 0,5 als auch bei 1 m Wassertiefe von 6 – 8 Uhr. Danach beginnen die Sauerstoffwerte (in der oberen Wasserschicht etwas stärker) anzusteigen. Die maximale Menge an Sauerstoff befindet sich schließlich in beiden Tiefen am Nachmittag von 16 – 18 Uhr im Teich (Abb. 8).

Auch der Tagesverlauf der durchschnittlichen Temperatur über den gesamten Messzeitraum zeigt eine deutliche Tagesdynamik. Während die Wassertemperatur in 0,5 m Tiefe deutliche Höhen und Tiefen im Tagesverlauf aufweist, ist die Veränderung bei 1 m sehr gedämpft. Am wärmsten war es nachmittags von 16 – 19 Uhr an der oberen Messstelle und von 16 – 20 Uhr an der tieferen, da bei letzterer die Temperaturveränderung langsamer abließ. Das Minimum wurde am Vormittag zwischen 6 und 9 Uhr bei 0,5 m und bei 1 m zeitlich verschoben zwischen 7 und 10 Uhr erreicht.

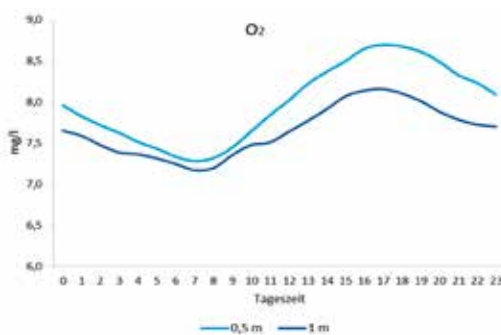


Abb. 8: Durchschnittlicher Tagesverlauf des Sauerstoffgehaltes im Wasser über die gesamte Messperiode in zwei verschiedenen Tiefen.

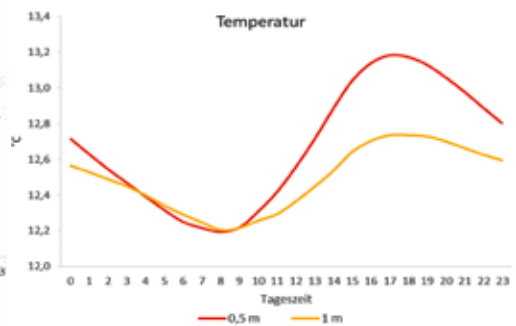


Abb. 9: Durchschnittlicher Tagesverlauf der Wassertemperatur über die gesamte Messperiode in zwei verschiedenen Tiefen.

Der kleinste Mittelwert liegt bei beiden Kurven bei 12,2 °C, während der maximale mit 13,2 zu 12,7 °C doch einen Unterschied aufweist. Im Vergleich zur Tageskurve des Sauerstoffs zeigte sich die Temperaturentwicklung in der oberen Wasserschicht zeitlich ähnlich, jene bei 1 m jedoch deutlich verzögert (Abb. 9).

Diskussion Lichtmessung

Der Lichtsensor an der Oberfläche außerhalb des Wasserkörpers hat mit Abstand die höchste Lichtintensität aufgezeichnet. Durch die starke Trübung und den hohen Vegetationsanteil in Karpfenteichen wurde schon mehrmals beobachtet, dass bereits in einer Tiefe von 1 m oder weniger beinahe Dunkelheit herrscht (Müller 1981). Dementsprechend wurde im Sagteich die Lichtintensität mit größerer Teichtiefe zunehmend absorbiert. Im Winter und auch im Herbst war von vornherein weniger Licht vorhanden. Im Frühsommer konnte auf Grund der hochstehenden Sonne das meiste Licht in den Wasserkörper eindringen. Während die Verteilung der Mittelwerte deutlich und gut zu interpretieren die stufenweise Abnahme des Lichtes in den tieferen Wasserbereichen darstellt, zeigen sich in der Verlaufskurve der Tagesmittelwerte und an den Prozentsätzen des durchdringenden Lichtes enorme Schwankungen. Vergleicht man die Einbrüche der Prozentanteile der Messergebnisse unter Wasser (Abb. 4) mit dem Reinigungsintervall der Sensoren (Tab. 1) erkennt man einen deutlichen Zusammenhang. Nachdem der Sensor gereinigt wurde, dringt sofort wieder mehr Licht ein. Am wohl deutlichsten fällt dieser Zusammenhang am 26. 4. 2018 auf. An diesem Tag wurden die Sensoren das erste Mal in dem Versuchszeitraum gereinigt. Es hatte sich offenbar bereits ein deutlicher Biofilm gebildet. Obwohl von diesem Zeitpunkt an regelmäßig die Sensoren gereinigt wurden ist dennoch immer wieder ein langsamer Abfall des durchdringenden Lichtes im Vergleich zum Oberflächenlicht zu erkennen. Nach einem weiteren Reinigungstermin folgt dann erneut ein plötzlicher Anstieg. Dass Biofouling an über einen längeren Zeitraum im Wasser verbleibendem Equipment ein großes Problem ist, ist vor allem in Bezug auf die marine Aquakultur schon oft diskutiert worden (Rheinheimer 1981, Willemsen 2005). Zusätzlich wurde in einigen Versuchen herausgefunden, dass Plastikobjekte im Süßwasser besonders schnell von einem Biofilm überzogen werden (Pringle und Fletcher 1983). Daher war im Vorfeld dieser Studie bekannt, dass der Bewuchs an der Plastikverkleidung des Datenloggers im Karpfenteich ein Problem sein kann. Nachdem die mechanische Entfernung des Biofilms nach wie vor eine der praktikabelsten Lösungen ist (Willemsen 2005), wurde ein zweiwöchiges Reinigungsintervall angesetzt. Die gewonnenen Daten zeigen nun allerdings, dass dieses Intervall bereits zu groß ist. In derartig nährstoffreichen Gewässern müssten die Datenlogger vermutlich mehrmals wöchentlich gereinigt werden. Dies wiederum ergibt einen enormen Arbeitsaufwand, welcher nur in seltenen Fällen umsetzbar sein wird. Diese Verzerrung der Messwerte dürfte jedoch die Aussagen des gesamten Datensatzes, wie die unterschiedliche Tageslänge in den verschiedenen Tiefenzonen, die stufenweise Reduktion der Lichtintensität und vor allem die jahreszeitlichen Differenzen nicht beeinträchtigen. Denn, nachdem der oberste Sensor (Oberfläche) außerhalb des Wasserkörpers angebracht wurde, wurde dieser mit Sicherheit nicht von einem Biofilm beeinträchtigt. Dennoch erkennt man an den Tagesmittelwerten eine enorme Schwankungsbreite (sowohl zwischen den Jahreszeiten als auch zwischen den Tagen innerhalb derselben Jahreszeit). Besonders in den Sommermonaten ist der Unterschied in der Lichtintensität an sonnigen Tagen und bedeckten offensichtlich enorm (Abb. 3). Eine Fehlerquelle beim Datenlogger an der Oberfläche, die im gesamten Untersu-

chungszeitraum wohl nur einen Bruchteil der Daten beeinflusste, könnte im Winter eine Schicht von Schnee oder Reif gewesen sein. Falls dies am Anfang einer Kälteperiode geschah, ist es möglich, dass auf dem Teich noch keine schneebedeckte Eisschicht war, was wiederum einen Einfluss auf das Verhältnis zwischen Oberflächenlicht und Licht im Wasser hat.

Diskussion Sauerstoffmessung und Temperatur

Der Verlauf des Sauerstoffgehaltes im Sagteich wies über die gesamte Untersuchungsperiode hinweg zwischen 0,5 m und 1 m dieselbe Richtung der Entwicklung, sprich Anstieg oder Abstieg, auf. Auch die Wassertemperatur entwickelte sich in beiden Tiefen ähnlich, wenn auch die Amplitude an der oberen Messstelle deutlich größer war. Man kann hier also nicht auf eine Schichtung des Wasserkörpers schließen. Allerdings zeigt sich, dass sich nicht nur die Temperatur, sondern auch der Sauerstoffgehalt in der tieferen Wasserzone weniger stark verändert und niedriger liegt. Das oberflächennahe Wasser ist mehr Sonneneinstrahlung ausgesetzt, was eine stärkere Erwärmung und mehr Photosyntheseleistung mit sich bringt. Zusätzlich wird an der Oberfläche noch der Sauerstoffeintrag aus der Luft, welcher durch Wind und Wellenschlag begünstigt wird, deutlich. Das Wasser kann hier außerdem die gewonnene Wärme wesentlich schneller wieder abgeben. Durch das Zusammenspiel dieser Faktoren kommt es bei 0,5 m Wassertiefe zu stärkeren und schnelleren Veränderungen. An heißen Sommertagen ist dies von großem Vorteil für die Teichwirte, da der Sauerstoffgehalt in geringen Tiefen bei guter Sonneneinstrahlung schnell wieder ansteigt. Am Teichgrund hingegen kann sich bei fehlender Durchmischung über mehrere Tage hinweg ein fischkritischer Sauerstoffmangel halten.

In einer Untersuchung zum Tagesrhythmus der Sauerstoffentwicklung in deutschen Karpenteichen (Salomon et al. 2018) wurde festgestellt, dass der minimale Sauerstoffgehalt nicht in den frühen Morgenstunden erreicht wird, sondern etwas verzögert zwischen 8 und 10 Uhr, und dass das Maximum erst abends nach 20 Uhr erreicht wird. Diese Feststellungen können die im Sagteich gewonnenen Daten nicht stützen. Zwar wurde auch im Sagteich das Sauerstoffminimum nicht in den frühen Morgenstunden mit Beginn des Lichteinfalls und damit der Photosyntheseaktivität der Pflanzen beobachtet, aber es wurde eindeutig vor 8 Uhr erreicht. Das Tagesmaximum befand sich außerdem, der gängigen Lehrmeinung entsprechend (Geldhauser und Gerstner 2003), um 17 Uhr herum. Also nicht erst in der Nacht, sondern zur fortgeschrittenen Nachmittagszeit.

LITERATUR

- Geldhauser, F. und Gerstner, P., 2003. Der Teichwirt. 7. neubearbeitete Auflage, Parey 276 S.
- Müller, W., 1981. Karpfenproduktion in Teichen. 44 – 68. In: Steffens, W. Moderne Fischwirtschaft. Grundlagen und Praxis. Neumann - Neudamm Melsungen.
- Pringle, J. H. und Fletcher, M., 1983. Influence of substratum wettability on attachment of freshwater bacteria to solid surfaces. Applied and Environmental Microbiology, 45: 811 – 817
- Rheinheimer, G., 1981. Mikrobiologie der Gewässer. 3. überarbeitete Auflage, Gustav Fischer, 251 S.
- Salomon, S., Oberle, M. und Ehrmeier, B., 2018. Neue Erkenntnisse zu Sauerstoffgehalten in Karpenteichen an sonnigen Tagen und Folgerungen für die optimale Zeit der Belüftung. Fischer & Teichwirt, 01/18: 332 – 334
- Willemsen, P., 2005. Biofouling in European aquaculture: is there an easy solution? European Aquaculture Society Special Publication, 35: 82 – 87
- Zobel, H., 1992. Kleinteiche und ihre Bewirtschaftung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, 224 S.
- Kontakt:** Elisabeth Peham MSc, BAW, Ökologische Station Waldviertel, Gebharts 33, 3943 Schrems, elisabeth.peham@baw.at
- Danksagung:** Unser Dank gilt der Teichwirtschaft Fischer-Ankern, die den Einsatz der Messplattform an ihrem Teich ermöglicht hat.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [73](#)

Autor(en)/Author(s): Peham Elisabeth, Bauer Christian, Gratzl Günter, Fichtenbauer Martin

Artikel/Article: [Jahreszeitliche Entwicklung von Sauerstoffgehalt, Temperatur und Lichtverhältnissen im Sagteich \(NÖ\) 240-245](#)