

(Mitteilungen aus der Fischereiversuchs- und süßwasserbiologischen Station Aneboda, Schweden, Nr. 1.)

## **Über das Eindringen des Lichtes in von Eis und Schnee bedeckten Seen.**

Von

**Dr. Ose. Nordqvist.**

---

Da das Eindringen des Lichtes in Seen, die von Eis und Schnee bedeckt werden, meines Wissens noch nie untersucht worden ist, trotzdem daß dasselbe für das Verständnis der Lebenserscheinungen in den Seen des Nordens im Winter von größter Bedeutung ist, werde ich hier einige Beobachtungen hierüber mitteilen, obwohl sie keinen Anspruch auf eine größere Genauigkeit machen und nur als Anregung zu weiteren Untersuchungen dienen sollen.

Die landläufige Auffassung ist wohl, daß in Seen, welche von einer Eis- und Schneedecke gedeckt sind, sehr wenig Licht eindringen kann, so daß es unter dem Eise ziemlich dunkel ist. Die von mir gemachten Beobachtungen zeigen aber, daß, wenigstens bei der hier gewöhnlichen Eis- und Schneedecke, es so nicht der Fall ist.

Schon früher habe ich gelegentlich beobachtet, daß man durch ein Eisloch in das Wasser eingetauchte Gegenstände in recht hedeutender Tiefe sehen kann. Damals dachte ich aber, daß dies davon abhängig sei, daß die Gegenstände durch das Eisloch beleuchtet waren. Im vergangenen Winter, welcher hier in Schweden sehr kalt war, wollte ich die Sache etwas näher prüfen. In dieser Absicht machte ich mir eine einfache Kamera, um das durch das Eisloch eindringende Licht auszuschließen, so daß eine eingetauchte Secchische weiße Scheibe nur vom Licht, das durch die Schnee- und Eisdecke eingedrungen ist, beleuchtet sein konnte. Diese Kamera wurde aus einem Holzkasten von 40 cm Länge und Breite und 31 cm Höhe gemacht, der von schwarzer dicker Pappe ausgekleidet und in dessen Boden ein 3 cm weites Loch gebohrt war.

Die Beobachtungen wurden auf dem See Stråken in der Provinz Småland in Schweden angestellt, an dessen Ufer die Fischereiversuchs- und Süßwasserbiologische Station Aneboda liegt, und zwar in folgender Weise. Nachdem die Leine, woran die Secchische Scheibe (Diameter 25 cm) befestigt war, durch das Loch im Boden der Kamera gezogen war, wurde die Kamera mit dem Boden nach oben über das Eisloch gelegt, wonach sie mit Schnee rund herum gepackt wurde, so daß keine Spalten, durch welche das Licht eindringen konnte, vorhanden waren. Um das Eindringen des Lichtes durch das 3 cm weite Gucklock zu vermeiden, wurde die Kamera und der Oberkörper des Beobachters mit einem schwarzen Tuch, wie es die Photographen brauchen, bedeckt.

Die ersten Beobachtungen wurden den 16. März 1909 um 1 Uhr nachmittags bei nebligem Himmel gemacht. Die Wassertiefe an der Beobachtungsstation war 10,2 m, die Dicke des Eises 47 cm, die Schneedecke 12 cm. Die Beobachtungen wurden von sechs Personen gemacht, wobei sie die weiße Scheibe bis auf folgende Tiefen sahen:

A.	bis 3,51 m
B.	„ 3,78 „
C.	„ 3,74 „
D.	„ 3,83 „
E.	„ 3,94 „
F.	„ 3,66 „

Durchschnittlich wurde die Scheibe also bis auf einer Tiefe von 3,74 m gesehen. Ich selbst sah die Scheibe durch die Kamera 3,51 m und ohne Kamera 2,66 m. Die Kamera erhöhte also die Sichtweite mit 0,85 m, trotzdem daß sie das Eindringen des Lichtes durch das Eisloch verhinderte.

Den 20. März wiederholte ich diese Beobachtung um 11 Uhr vormittags bei schwach bedecktem Himmel, so daß die Sonne durchleuchtete. Die Dicke der Schneedecke war 18 cm und die Eisdicke 50 cm. Die weiße Scheibe wurde da gesehen von

A.	bis auf eine Tiefe von 2,72 m
B.	„ „ „ „ „ 3,06 „
C.	„ „ „ „ „ 3,11 „
Mittel	2,96 „

Dieses Mal war die Sichtweite also 0,78 m kleiner als das vorige Mal, was hauptsächlich darauf beruhen muß, daß die Schneedecke den 20. März 6 cm und das Eis 3 cm mächtiger als den 16. März war.

Das Eis war beide Tage klares „Kerneis“ ohne Luftblasen.

Den 23. Juni 1909 um 12 Uhr mittags wiederholte ich die Beobachtung bei nebligem Himmel und spiegelglattem Wasser, um die Durchsichtigkeit des Wassers bei offenem Wasser mit der Kamera zu

untersuchen. Die Kamera wurde in einem Rahmen von vier Brettern eingestellt, so daß sie auf der Wasseroberfläche flottierte. Dabei wurde die weiße Scheibe von

A. bis auf eine Tiefe von 3,96 m

und von

B. " " " " " 4,01 "

gesehen. Mittel der Beobachtungen war also 3,99 m. Ohne Kamera sah ich die Scheibe bis auf eine Tiefe von 3,57 m.<sup>1)</sup>

Obwohl die Beobachtungen miteinander nicht ganz vergleichbar sind, da sie teilweise von verschiedenen Personen gemacht waren, zeigen sie doch, daß der Unterschied zwischen dem Eindringen des Lichtes bei den angeführten Verhältnissen nicht mehr als höchst um ein Drittel variiert. Bei einer Eisdecke von 47 cm und einer Schneedecke von 12 cm war das Eindringen des Lichtes nur um etwa 0,45 m kleiner als bei offenem Wasser in Juni. Dies beruht darauf, daß das Wasser im Winter wie bekannt viel durchsichtiger ist als im Sommer, da es von Plankton und Schlamm mehr getrübt ist.

Besonders in flachen Seen mit schlammigem Boden, wo die Wellenbewegung bei offenem Wasser den Schlamm aufrührt und das Wasser trübe macht, ist die Durchsichtigkeit des von Eis bedeckten Wassers viel größer als diejenige des unbedeckten. Dieser Unterschied kann so groß sein, daß das Licht im Winter trotz der Eis- und Schneedecke in einigen Fällen tiefer eindringen kann als bei offenem Wasser. Die folgenden Beobachtungen, die ich auf dem 285 ha großen und nur bis 3,3 m tiefen See Yddingen im südlichsten Schweden, doch leider ohne Kamera, gemacht habe, stützen diese Auffassung:

Beobachtungen bei offenem Wasser:

Tag	Uhr	Bewölkung	Sichttiefe Meter	Bemerkungen
21. III. 05	8 vormitt.	Klar	0,62	
"	8,25 "	"	0,69	
9. VI. 05	12,10 nachm.	"	0,7	Wind lebhaft.
"	12,45 "	"	0,6	" "
6. IX. 05	1 "	Sonnenschein	0,55	" schwach.
11. X. 05	3 "	Klar	0,5	Spiegelglatt.
10. XII. 05	1 "	Sonnenschein	0,56	Fast spiegelglatt.
27. IX. 05	11,50 vorm.	$\frac{3}{4}$ bewölkt	0,5	Wind schwach.

<sup>1)</sup> Bei offenem Wasser war die Sichtweite also nur  $3,96 - 3,55 = 0,39$  m größer mit Kamera als ohne dieselbe.

Beobachtungen beizugefrorenem Wasser:

Tag	Uhr	Bewölkung	Sichttiefe Meter	Bemerkungen
4. I. 06	2 nachmitt.	Bewölkt	0,82	See neulich zugefroren, Eis nur stellenweise von Schnee bedeckt.
16. II. 07	12,30 „	Sonnenschein und Nebel	1,6	Auf dem 26 cm dicken Eise zirka 5—7 cm dicker Schnee.

Den 16. Februar 1907 war die Sichttiefe also fast dreimal so groß als bei offenem Wasser.

Da das Eis im südlichen Schweden selten mehr als 0,5 m und die Schneedecke auch nur ausnahmsweise mehr als 0,2 m dick wird, glaube ich darum, daß diese Faktoren hier das Eindringen des Lichtes in den Seen nur wenig verringern. Wenn die in die Seen im Winter eindringende Lichtmenge trotzdem kleiner ist als im Sommer, ist die Ursache hauptsächlich in den kürzeren Wintertagen zu suchen. In Gegenden, wo die Mächtigkeit der Eis- und Schneedecke größer ist als bei uns, haben sie wahrscheinlich einen bedeutenderen Einfluß auf das Eindringen des Lichtes in die Seen.

Nachschrift.

Aus F. Ruttners interessanter Arbeit „Über tägliche Tiefenwanderungen von Planktontieren unter dem Eise und ihre Abhängigkeit vom Lichte“<sup>1)</sup> ersehe ich, daß auch an der Lunzer Biologischen Station Untersuchungen über das Eindringen des Lichtes durch Eis- und Schneeschichten angestellt sind. Obwohl Ruttner keine Angaben macht über die Tiefe, in welche das Licht durch eine Eis- und Schneedecke eindringt, geht doch aus der Arbeit hervor, daß ein so bedeutender Unterschied in der Lichtintensität unter einer schneebedeckten und einer schneefreien Eisdecke vorhanden ist, daß er die Wanderungen der Planktontiere sehr stark beeinflusst. Dies Resultat scheint mit dem meinigen in Widerspruch zu stehen. Ich glaube aber, daß dieser Widerspruch kein unlösbarer ist. Auch ich habe noch nicht gefunden, daß eine Schneeschicht die in das Wasser eindringende Lichtmenge nicht verringert. Was ich zeigen wollte, war nur, daß das Licht in die Seen des südlichen Schwedens durch die da im Winter gewöhnliche Eis- und Schneedecke fast ebenso tief ins Wasser eindringt wie im Sommer, und in einigen sommertrüben Seen sogar tiefer als bei offenem (aber durch Wasserblüte undurchsichtigem) Wasser. In

<sup>1)</sup> Diese Revue, Bd. II, S. 397.

einem tiefen See mit immer klarem Wasser stellt sich die Sache natürlich etwas anders. Bei offenem Wasser muß das Licht hier viel tiefer eindringen, als wenn der See von Eis und Schnee bedeckt ist.

Die verschiedene Verteilung der Planktontiere in tiefen Seen bei eisfreiem und eis- und schneebedecktem Wasser mag vielleicht in einer Abschwächung der Beleuchtung im letzteren Falle verursacht sein. Sie zeigt aber, daß die in Frage kommenden Tiere schon auf kleine Unterschiede in der Lichtintensität reagieren.

Lund, den 12. Februar 1910.

Dr. Osc. Nordqvist.

---