

Österreichs Fischerei

Fachzeitschrift für das gesamte Fischereiwesen

4. Jahrgang

Juli 1951

Heft 7

Dr. Wilhelm Einsele

Hydrographisches und Chemisches über den Zeller See

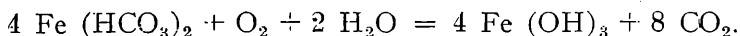
Der inmitten einer gewaltig-schönen Hochgebirgslandschaft gelegene Zeller See hat neben den bezaubernden Reizen, die er allen bietet, einige nicht weniger faszinierende, die er nur den um ihn mühenden Wissenschaftler schauen läßt.

Sein in vielfach wechselnden Farben spielender Spiegel umfaßt ein recht ansehnliches Areal — fast 1000 Joch — und an den tiefsten Stellen berührt das Lot erst Grund, wenn es eine Strecke von fast 70 Metern durchmessen hat.

Der Boden unter den tiefen Seebezirken ist nicht, wie wir das bei unseren Alpenseen gewohnt sind, lichtgrau gefärbt und von zäh-fester Konsistenz, sondern breiig-weich und von dunkler, fast schwarzer Färbung. Diese Sedimentbeschaffenheit weist auf besondere Verhältnisse im Tiefenwasser hin. Mit gespannter Neugier wartet der Forscher auf die Ergebnisse der Untersuchung der im Gebiet der maximalen Seetiefen entnommenen Wasserproben.

Das frisch heraufgeholt Wasser sieht klar und trink-appetitlich aus und wenn wir verhindern, daß es mit Luft in Berührung kommt, so ändert sich daran nichts. Höchst bemerkenswerte Dinge begeben sich jedoch, wenn wir eine weiße Flasche zu etwa drei Vierteln mit Tiefenwasser anfüllen und umschütteln. Das Wasser beginnt augenblicklich sich zu verfärben. Es wird rasch intensiv rotbraun und scheidet schließlich Rost-Flocken ab, die einen dicken Bodensatz bilden. Die chemische Analyse ergibt, daß der Bodensatz aus einem Gemisch von Eisen und Manganhydroxyd (= Rost) besteht.

Um den geschilderten Vorgang zu verstehen, müssen wir uns ein wenig näher mit dem Verhalten dieser beiden Metalle im Wasser beschäftigen. Eisen und Mangan können sich im Wasser (als Bikarbonate mit zweiwertigem Metallion) nur dann in Lösung halten, wenn dieses praktisch frei ist von Sauerstoff. Unser einfaches Experiment hat uns gezeigt, was geschieht, wenn solche Lösungen mit Luft (d. h. mit Sauerstoff) in Berührung kommen: Es tritt eine radikale chemische Umwandlung ein. In der Formelsprache der Chemie drücken wir den geschilderten Oxydationsvorgang wie folgt aus:



Daß Eisen- und Manganbikarbonate im Wasser vorkommen, ist nun noch keine besondere Seltenheit, obwohl die beiden Stoffe in der Tiefe unserer

größeren Seen durchweg fehlen. Auch im Zeller See wären sie „an sich“ nicht zu erwarten: Über das „Warum doch“ werden wir weiter unten noch einiges sagen. Noch mehr als ihr tatsächliches Vorhandensein setzt den Untersucher die vergleichsweise ungeheure Konzentration, in der die beiden Verbindungen gefunden werden, in Erstaunen: Im September 1942 z. B. wurden pro Kubikmeter Wasser in der Schicht über Grund nicht weniger als 86 Gramm Eisen- und 28 Gramm Mangankarbonat festgestellt. Dies sind die höchsten Konzentrationen, die je in einem europäischen See gefunden wurden.

An sich wurde oben gesagt, sei nicht zu erwarten, daß sich in der Tiefe des Zeller Sees Eisen und Mangan finden würden. Das gleiche gilt für die Voraussetzung ihres Vorkommens, die Sauerstoffarmut. Um die Ursachen zu verstehen, welche diese besonderen Verhältnisse im Zeller See schufen, müssen wir etwas weiter ausholen und uns kurz mit einigen physikalisch-seenkundlichen Fragen befassen.

Wenn man im Sommer die Temperaturen in einem See von der Oberfläche bis zum Seegrund mißt, so findet man einen dreistöckigen Aufbau: Auf eine mehr oder weniger dicke warme Oberschicht folgt eine Zone, innerhalb welcher die Temperaturen mehr oder weniger steil abfallen (die sogenannte Sprungschicht); dieser Bereich wird unterlagert von einer kalten, fast gleich temperierten, bei tiefen Seen sehr mächtigen Unterzone.

Der Urquell aller irdischen Energien, das Sonnenlicht, ist natürlich auch für die Erwärmung der Seen verantwortlich: Unmittelbar durch das Sonnenlicht wird jedoch nur eine relativ sehr dünne Wasserschicht erwärmt, da 90% des auf die Oberfläche auftreffenden Lichtes in der Regel bereits beim Passieren einer Wassersäule von ein bis wenigen Metern absorbiert werden. Alle Erwärmungen des Wassers eines Sees in größeren Tiefen erfolgen nicht unmittelbar durch Umwandlung von Licht in Wärme, sondern müssen auf Austausch zurückgeführt werden, das heißt, auf einen mechanischen Transport von oberflächennahem warmem Wasser nach tieferen Schichten. Motor für diesen Transport ist der Wind. Je mehr Angriffsmöglichkeiten er auf einer Seefläche hat, d. h. je windexponierter ein See und je windiger die Landschaft ist, in welcher er liegt, um so stärker ist der Austausch. Der Zeller See nun, in einem mächtigen Kessel gelegen, ist ein relativ windgeschützter See und demzufolge ist auch der vertikale Austausch gering. Das zeigt recht schön die folgende Tabelle mit den Temperaturen in verschiedenen Tiefen. Den Temperaturen des Zeller Sees sind in der Tabelle solche vom gleichen Datum (allerdings nicht Jahr!) des Bodensees, als eines Sees mit starkem Vertikalaustausch, gegenübergestellt. Absichtlich wurde ein Datum gewählt (8. September), zu welchem Erwärmung und Austausch mehrere Monate wirksam gewesen waren, zu welchem, mit anderen Worten, die Schichtungsverhältnisse eine Art Reifezustand erreicht hatten.

Deine Fachzeitschrift ist „Österreichs Fischerei“

Temperaturschichtung im Zeller See und im Bodensee am 8. September

Tiefe in m	Temperatur in °C	
	Zeller See	Bodensee
0	20,8	18,0
5	19,5	18,0
10	12,4	17,2
15	7,0	13,3
20	5,3	10,9
25	4,8	7,6
30	4,4	6,2
40	4,05	4,8
50	4,05	4,2
60	4,05	4,2
68	4,05	4,15

Vergleichen wir die beiden Temperaturserien etwas näher! Im Zeller See beginnt die Sprungschicht bereits unterhalb 5 m Tiefe und endet bei 25 m. Zwischen 5 und 15 m stürzt die Temperatur besonders steil ab. Die Differenz zwischen beiden Schichten beträgt über 12° (pro Meter 1,2°). Im Bodensee hat die Temperaturkurve im Sprungschichtbereich einen wesentlich flacheren Verlauf: Zwischen 10 und 25 m Tiefe beträgt der Abfall nur 9,6° (pro Meter 0,6°). Die untere Begrenzung der Sprungschicht liegt im Bodensee wesentlich tiefer als im Zeller See, nämlich bei 40 m. Die pro Flächeneinheit eingestrahelte Wärmemenge kann in beiden Seen als gleich angenommen werden, die Unterschiede der thermischen Schichtungen demonstrieren anschaulich die Wirksamkeit der mechanischen Kraft des Windes.

Im Herbst beginnen die thermischen Schichtungen sich aufzulösen. Dieser Auskühlungsprozeß dauert, je nach Tiefe, Gesamtwärmeinhalt, Höhenlage usw. eines Sees, verschieden lang; er erreicht einen besonders markanten Punkt, wenn sich das erwärmt gewesene Wasser auf 4° abgekühlt hat. Das Tiefen-Wasser aller nicht zu flachen Seen hat diese Temperatur jahraus, jahrein. Das Wasser der oberen Schichten sinkt notwendig jeden Winter auf dieses Niveau ab. Hat nun die gesamte Wassermasse eines Sees 4°, so ist der Widerstand, den sie der mischenden Kraft des Windes entgegensetzt, auf ihr Minimum gesunken. Im Sommer schwimmt das erwärmte und deshalb leichtere Oberflächenwasser auf dem kalten, tiefer gelegenen, und selbst dem stärksten Sturm gelingt es nicht, das Wasser der beiden Zonen auch nur annähernd voll zu vermischen. Hat hingegen ein See überall die gleiche Temperatur, so braucht die Kraft des Windes nur die Reibungswiderstände und die Widerstände, die sich aus der chemischen Schichtung ergeben, zu überwinden. In der Regel gelingt dies bereits mittelstarken Winden, und wir sagen dann, ein See befinde sich im Zustand der Vollzirkulation. Die Vollzirkulation bewirkt auch, wie auf der Hand liegt, die Aufhebung jeglicher chemischen Schichtung: Mineralstoffe, die aus abgestorbenen und in die Tiefe abgesunkenen Plankton- und anderen Lebewesen frei wurden, werden so wieder in den Gesamtkreislauf überführt; die infolge der Fäulnis in der Tiefe aufgetretenen Sauerstoff-Defizite werden ausgeglichen, da die „Voll-Durchmischung“ auch das Tiefenwasser wieder mit der Atmosphäre in Berührung bringt.

Wir haben nun im Alpengebiet eine ganze Reihe von Seen, die von diesem Normalverhalten abweichen, und zu ihnen gehört auch der Zeller See. Die winterlichen Windkräfte reichen während der Zeit der Temperaturgleichheit aller Schichten nicht aus, die Widerstände, die sich aus der chemischen Schichtung und der inneren Reibung ergeben, zu überwinden. Wie lange der Zustand der „Dauerstagnation“ der Tiefenschichten des Zeller Sees schon andauert, wissen wir nicht. Nur wenige Jahre ohne Vollzirkulation würden aber in jedem See genügen, um die Tiefenzone (da sich die Defizite der einzelnen Jahre summieren) völlig an Sauerstoff verarmen zu lassen. Sauerstoffarmut ist die Voraussetzung für das In-Lösung-Bleiben von Eisen und Manganbikarbonat, aber auch für deren In-Lösung-Gehen: Ist kein Sauerstoff vorhanden, so wird totes organisches Material nicht mehr voll mineralisiert. Die ohne Sauerstoff unvollständig ablaufenden Fäulnisprozesse liefern die reduzierenden Stoffe, welche notwendig sind, um die im Seesediment lagernden unlöslichen Eisen- und Manganverbindungen in Lösung zu überführen.

Auch die früher erwähnte Schwarzfärbung des Seesediments erklärt sich aus denselben Ursachen: Bei der „an-aeroben“ Fäulnis bleibt der entstehende Schwefelwasserstoff, der bei Anwesenheit von Sauerstoff rasch zerstört wird, erhalten. Mit Eisen zusammen bildet er eine schwarze Verbindung, das Eisenulfid.

Wir haben zu zeigen versucht, daß einige auffallende chemische Eigenschaften des Zeller Sees entscheidend von geographischen und meteorologischen Ursachen bestimmt werden. Natürlich hängen nicht nur die besprochenen Phänomene, sondern der gesamte biologische und chemische Haushalt in analoger Weise von diesen Ursachen ab. Im einzelnen darauf einzugehen, würde hier zu weit führen. Zum Abschluß seien nur noch einige ergänzende Angaben über den Chemismus des Zeller Sees gemacht. Über biologische und speziell fischereibiologische Forschungsergebnisse soll später berichtet werden.

Verglichen mit unseren anderen größeren Alpenseen ist der Zeller See relativ kalkarm. Während z. B. im Wasser der Salzkammergutseen über 100 bis 150 Gramm Kalk (ausgedrückt als CaCO_3) im Kubikmeter gelöst sind, findet man im Zeller See nur rund 50. Mit allen unseren Seen teilt er die Armut an einem der wichtigsten anorganischen Nährstoffe, dem Phosphat. Salpeter, ein für die Urproduktion ebenso wichtiger Nährstoff, enthält er hingegen reichlich. Die dauernd an Sauerstoff arme bis extrem arme, für Fische nicht mehr als Lebensraum in Frage kommende Zone umfaßt etwa den Bereich zwischen 55 und 68 m Seetiefe. Eisen und Mangan beginnen bei 60 m Tiefe aufzutreten.

(Diesem Aufsatz liegt der erste Teil eines Vortrages zugrunde, den der Autor bei der heurigen Frühjahrstagung der Arbeitsgemeinschaft Fischerei in Zell am See gehalten hat; den zweiten Teil wird der nächstens erscheinende Artikel über die biologischen Forschungsergebnisse bringen. Die Schriftleitung.)

Besuchet die Fischerei-Ausstellung in Klagenfurt!

9. bis 19. August 1951 – Handelsakademie, Kumpfgasse 5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Einsele Wilhelm

Artikel/Article: [Hydrographisches und Chemisches über den Zeller See
141-144](#)