

Der Bodensee, aufgenommen von Allensbach mit Blick auf die Reichenau, an einem stürmischen Tag.
BILD: ALEXANDER SCHNURER



Der Bodensee braucht Kälte, Wind und Wellen

- Die Wassertemperatur steigt seit Jahren ständig
- Das stört Fische, fördert Algen und behindert Umwälzung
- Wie wird sich der See in der Klimakrise verändern?

VON FELICITAS MARKOFF

Der Klimawandel ist längst bei uns angekommen. Eine Binsenweisheit. Auch die Temperaturen im Bodensee steigen jährlich. Gerade im letzten Sommer herrschten noch dazu rund um den See Dürre und Trockenheit. Auch die stinkenden Blaualgen, die sich letzten Sommer im Hafen von Arbon ausgebreitet haben, sind dem Klimawandel zu verdanken.

Wissenschaftler haben die Schweizer Seen schon lange unter Beobachtung. Auch große Gewässer wie der Lago Maggiore werden seit Jahren zunehmend wärmer. Trifft das auch auf den Bodensee zu? Martin Eugster, Chef im Amt für Umwelt im Thurgau, sagt: „Ja, die Temperatur über dem Seegrund, das heißt in 250 Meter Tiefe, ist



„Es kann zu einer massiven Einbuße bei der Reproduktion von Felchen kommen, wenn der Sauerstoffgehalt auf dem Grund des Sees zu niedrig ist.“

Martin Eugster, Umweltamt Thurgau

im Schnitt von 4,2 auf 4,6 Grad angestiegen.“ Und was verändert sich, wenn die Wassertemperatur auch weiterhin ansteigt? Eugster sagt: „Sie führt zu einer geringeren Zirkulation des Sees im Winter und somit zu einer geringeren Sauerstoffversorgung im Tiefenwasser.“

Die Zirkulation der Wassermassen in einem See ist lebenswichtig. Damit der Sauerstoff im ganzen See genügend hoch bleibt, muss Folgendes passieren: Eine regelmäßige Umwälzung der beiden im Normalfall voneinander getrennten Wasserschichten muss erfol-

gen, auch, damit die Fische nicht ersticken. Wissenschaftler sprechen von einer sogenannten Herbst- und Frühlingzirkulation.

Im Frühling und Sommer wird nur die obere Schicht, das sogenannte Epilimnion, aufgewärmt, während die untere Schicht, das sogenannte Hypolimnion, kalt bleibt. Kaltes Wasser hat eine höhere Dichte als warmes Wasser. Logisch. Es ist somit schwerer und ruht stabil in der Tiefe. Eine Durchmischung der Wasserschichten findet unter dem Jahr nur marginal statt. Marginal heißt: Die beiden Wasserschichten, die obere (Epilimnion) und die untere (Hypolimnion), sind von einer dünnen „Sprungschicht“ getrennt, die eine erstaunlich stabile Barriere bildet und nur einen geringen Umfang hat. Solange diese Barriere ihre Wirkung tut, bleiben die Schichten getrennt.

Diese Phase nennt die Wissenschaft Stagnation. Die Schicht mit dem warmen Wasser schwimmt regelrecht auf dem kälteren Tiefenwasser, ohne dass es zwischen den beiden Schichten zu einem Austausch an Gasen oder Nährstoffen kommt. Wenn jedoch die kalte Jahreszeit einsetzt, kühlen sich die oberen Wasserschichten ab, bis der Temperaturunterschied der beiden Schichten nahezu verschwindet. Und somit auch die Trennung.

Jetzt kommt der Wind ins Spiel. Wellen und Wasserbewegungen setzen die Zirkulation in Gang, was von Fachleuten auch als „Mixis“ bezeichnet wird. Sauerstoffreiches Wasser gelangt somit in die Tiefe und Nährstoffe werden von dort nach oben gespült. Der See erhält damit Erfrischung. Doch dieser Prozess verläuft wegen der Auswirkungen des Klimawandels mittlerweile nicht immer glatt. Bleiben die Temperaturen auch im Winter warm, kann das Oberflächenwasser gar nicht erst rich-

tig abkühlen. Wenn diese Umwälzung der Wasserschichten wegen zu hoher Temperaturen im Sommer und Winter stagniert und nicht stattfinden kann, was macht das mit den Lebewesen im Bodensee? Martin Eugster sagt: „Der Sauerstoffmangel wirkt sich direkt auf die Fische und die Entwicklung ihrer Fischeier aus.“

Dank der guten Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser können die Fische aber Jahre mit einer schwachen Durchmischung des Sees überleben, solange er zu einem späteren Zeitpunkt wieder gut durchmischt wird. Eugster sagt: „Was die Sauerstoffversorgung im Tiefenwasser betrifft, bestehen derzeit im Bodensee keine negativen Auswirkungen.“

Der Karpfen hat es leichter

Falls aber ein drohender Sauerstoffmangel besteht, würde was passieren? Eugster sagt: „Wenn ein gewisses Minimum unterschritten wird, führt der Sauerstoffmangel bei einem ausgewachsenen Fisch zum Ersticken.“ Davon seien aber nicht alle Fischarten gleich betroffen. Je größer ein Fisch, desto größer sei auch sein Sauerstoffbedarf. Es gebe aber auch Arten wie der Karpfen, die ein geringeres Sauerstoffbedürfnis haben als andere Arten wie zum Beispiel Felchen.

Gerade Felchen sind am Bodensee immer seltener anzutreffen. So selten, dass der Laichfischfang im letzten Jahr sogar ganz ausgefallen ist. Die Gründe dafür sind zum Beispiel der niedrige Nährstoffgehalt des Bodensees sowie die Erwärmung des Wassers durch den Klimawandel. Daher seien auch die Auswirkungen je nach Fischart sehr unterschiedlich zu beurteilen. „Im See können Fische vielfach einem Sauerstoffmangel in gewissen Zonen ausweichen, da er nicht homogen über alle Wasserschichten verteilt ist“, erklärt Eugster.

Dies führe aber zu einer Anhäufung der Fische in einzelnen Wasserschichten. Eugster sagt weiter: „Die Eier kön-

nen sich nur entwickeln, wenn genügend Sauerstoff vorhanden ist. Deshalb kann es zu einer massiven Einbuße bei der Reproduktion von Felchen kommen, wenn der Sauerstoffgehalt auf dem Grund des Sees zu niedrig ist, da die Eier absterben.“

Windgeschwindigkeit nimmt zu

Die Zirkulation im Herbst nimmt wegen der zunehmenden Erwärmung des Wassers im Sommer ab. Das führt dazu, dass die Sauerstoffversorgung ins Tiefenwasser abnimmt. Eugster sagt in diesem Zusammenhang: „Dank der guten Wasserqualität ist der Bodensee noch resilient genug, um der zunehmend schwächeren winterlichen Durchmischung mit einem geringeren Sauerstoffeintrag ins Tiefenwasser entgegenzutreten.“

Stürmische Wetterbedingungen sind also gar nicht so schlecht, wenn sie zu einer kompletten Umwälzung des Sees führen? Eugster sagt: „Je größer der Energieeintrag wegen des Windes ist, umso besser ist die Durchmischung. Herbstliche Stürme können somit helfen, eine schwache Durchmischung zu kompensieren.“

Wissenschaftler haben zudem herausgefunden, dass die Folgen des Klimawandels unter anderem auch mit mehr Wind einhergehen. Eugster sagt: „Die Modelle zeigen, dass sich künftig die Zugbahnen der atlantischen Tiefdruckgebiete weiter nach Norden verlagern. Die Anzahl der Tiefdruckgebiete reduziert sich zudem voraussichtlich auf der Nordhemisphäre, wobei die Windgeschwindigkeit gleichzeitig zunimmt.“ Die Zunahme sei vor allem durch den höheren Wasserdampfgehalt der Atmosphäre und der damit verbundenen höheren Energiemenge zu erklären.

Welche Faktoren spielen in Bezug auf den Klimawandel auch noch eine Rolle? „Niederschlag, mittlere Temperatur, Höchsttemperatur und Tiefsttemperatur“, erklärt Eugster. Im Endeffekt sei das Zusammenspiel der unterschied-

lichen meteorologischen Parameter wichtig. Zum Beispiel, wie lange es am Stück heiß sei oder kein Niederschlag falle oder umgekehrt.

Was den Nebel betrifft, hat der Klimawandel auch hier schon erste Spuren hinterlassen. Denn er zeigt sich am Bodensee immer seltener (wir berichteten). Diese Veränderung wird mit verbesserter Luftqualität begründet. Das klingt im ersten Moment zwar positiv, aber was passiert, wenn sich der Nebel im wahrsten Sinne des Wortes wirklich in Luft auflöst? Damit sich Nebel überhaupt zuerst bilden kann, braucht es drei Zutaten: Feuchtigkeit, tiefe Temperaturen und Kondensationskeime (Staub).

Eugster erklärt: „Die bessere Luftqualität ist wahrscheinlich der Hauptgrund für weniger Nebel.“ Ebenso die höheren Temperaturen. Eugster sagt: „Die negativen Auswirkungen auf die Natur sind voraussichtlich gering. Nebel stellt in der Schweiz keine Hauptquelle für Feuchtigkeit dar, wie beispielsweise an Küsten, an denen Nebel ganze Ökosysteme mit Feuchtigkeit versorgt.“

Wende durch Kanalisation

Dass der Klimawandel aber kein neues Phänomen ist, zeigte sich unter anderem schon vor 40 Jahren. Große Seen wie der Lago Maggiore oder der Bodensee haben schon damals unter starker Verschmutzung gelitten. Dank verbesserter Kanalisation und Kläranlagen kam dann die Wende. Eugster sagt: „Dank der Anstrengungen aller Anrainerstaaten kann die Wasserqualität des Bodensees heute wieder als sehr gut klassiert werden.“

Felicitas Markoff arbeitet beim St. Galler Tagblatt

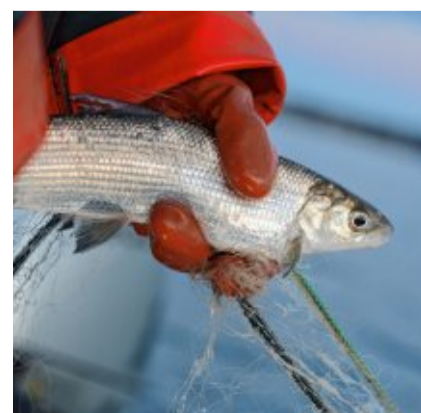
Das lesen Sie zusätzlich online

Daten belegen es: Forscher erklären, warum es am Bodensee immer seltener neblig ist
www.sk.de/11336873

Bodenseefischer vor Aus?

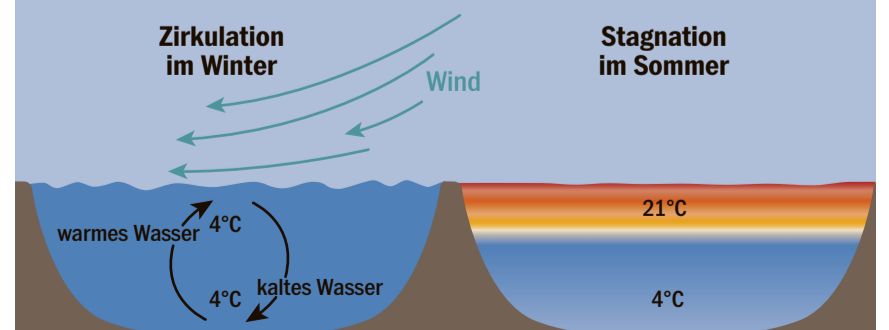
Die bayerischen und badischen Bodenseefischer haben das Fang-Jahr 2022 als katastrophal bezeichnet. Die Erträge seien deutlich eingebrochen, erklärten die Berufsfischer. Die bayerische Fischereigenossenschaft berichtete, dass im vergangenen Jahr insgesamt nur 2,7 Tonnen Felchen ins Netz gegangen seien. Im Jahr 2021 sei diese Menge noch allein von einem der acht bayerischen Fischer gefangen worden. Auch bei den badischen Kollegen sieht es nicht anders aus. „Ich sehe unseren Berufsstand als ernsthaft gefährdet an, der ja auch ein Stück Kulturgut

ist“, sagte die Vorsitzende des Verbands der Badischen Berufsfischer, Elke Dilger, in Meersburg. Nicht nur beim Felchen, sondern auch bei anderen Fischarten wie dem Saibling sei die Ertragslage alarmierend. Seit dem 10. Januar ist die Schonzeit vorbei und die Fischer dürfen wieder ihre Netze auswerfen. Der Bestand der Bodensee-Fische geht schon seit Jahren zurück. Nach Ansicht der Fischer führt der niedrige Nährstoffgehalt im See zu einer geringen Nahrungsmenge für die Tiere. Zum anderen frisst eine eingewanderte Fischart, der Stichling, immer mehr Plankton weg. Der Kormoran fresse zudem mehr Fische als alle Fischer zusammen im Jahr fangen würde, so Elke Dilger. (dpa)



Ein Felchen in den Händen einer Fischerin – gerade der bekannteste Bodensee-Fisch leidet unter dem neuen Zustand des Sees.
BILD: DPA

Jahreskreislauf im Bodensee



QUELLE: LUBW BADEN WÜRTTEMBERG / SÜDKURIER-GRAFIK: STACH