

ZIRKULATION IM BODENSEE

Faktenblatt der IGKB

Oktober 2018

Jedes Frühjahr beginnt die große Umwälzung von neuem. Die Wasserschichten im Bodensee vermischen sich im Idealfall jährlich von der Oberfläche bis in die Tiefe. Während dies noch vor einigen Jahrzehnten die Regel war, ist es heutzutage eher die Ausnahme.

ZITKULATION UND DURCHMISCHUNG

Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) untersucht seit den 1960er Jahren regelmäßig den Zustand des Bodensees von der Oberfläche bis in 251 m Tiefe.

Dabei spielt vor allem die Wassertemperatur eine große Rolle. Die Temperaturverhältnisse beeinflussen zahlreiche hydrobiologische und hydrochemische Prozesse des Sees. Sie sind zudem maßgeblich für die Schichtungs- und Durchmischungsvorgänge und somit für den vertikalen Stofftransport (Abb. 1).

Die vertikal unterschiedliche Erwärmung führt im Sommer zu einer stabilen Schichtung, was eine Minderung des Wasseraustauschs zwischen den

Schichten zur Folge hat. Aufgrund der winterlichen Abkühlung kommt es zu einem vertikalen Temperaturengleich und damit zu einer Durchmischung.

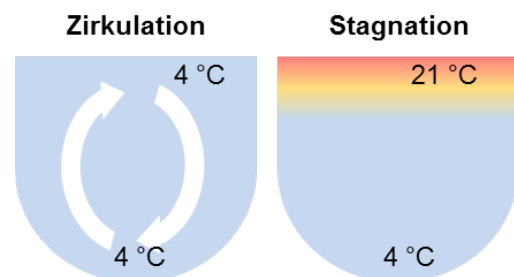


Abb. 1: Temperaturverhältnisses eines Sees während Zirkulation und Stagnation.

Anhand des Zirkulationsindex lässt sich sagen, wie effektiv der Stoffaustausch zwischen Oberfläche und Tiefe stattgefunden hat. Vergleicht man die aktuellen Werte mit vorigen Jahrzehnten, fällt auf, dass sich der Tiefenwasseraustausch in den letzten 25 Jahren abgeschwächt hat (Abb. 2, rote Balken). Im Speziellen zeigt sich, dass unmittelbar aufeinanderfolgende Jahre mit schwacher Mischung in letzter Zeit häufiger werden.

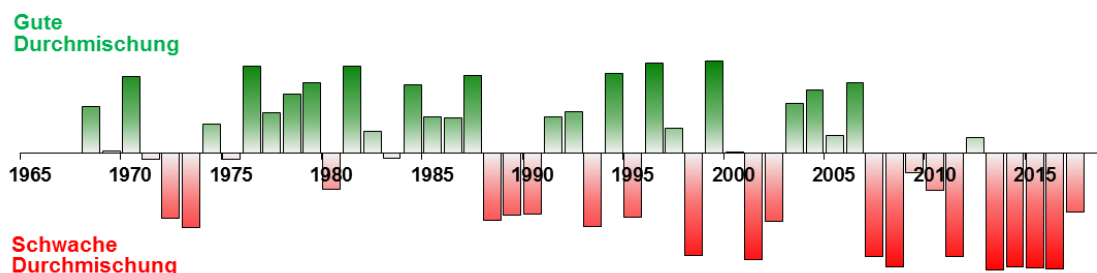


Abb. 2: Zirkulationsindex basierend auf den Vertikalprofilen der P-Konzentrationen im Frühjahr (Durchmischung) und Herbst/ Frühwinter (größter Tiefengradient) in der Seemitte des Bodensee-Obersees.

VERÄNDERTE VERHÄLTNISSSE

Die Tiefenwassererneuerung wird maßgeblich durch die Temperaturverhältnisse bestimmt. Die Jahresmittelwerte der Lufttemperatur am Bodensee lagen im Zeitraum 1990-2017 im Durchschnitt um 1,2 °C höher als in den rund drei Jahrzehnten davor. Die Wassertemperatur an der Seeoberfläche war um 1,1 °C wärmer (Abb. 3).

Der Temperaturanstieg im Tiefenwasser fällt schwächer aus, ist jedoch ebenfalls deutlich nachweisbar.

Dies trägt zu einer erhöhten Schichtungsstabilität bei. Zudem hat sich die winterliche Abkühlung abgeschwächt, die maßgeblich ist für den vertikalen Temperatureausgleich und damit für die Durchmischung.

Allerdings können beispielsweise sogenannte seitliche Dichteströme in Zukunft für die Tiefenwassererneuerung wichtiger werden. Diese internen Wasserströme entstehen durch schnelleres Auskühlen des Wassers in flachen Bereichen und fließen dann aufgrund ihrer größeren Dichte am Seeboden entlang Richtung Seemitte.

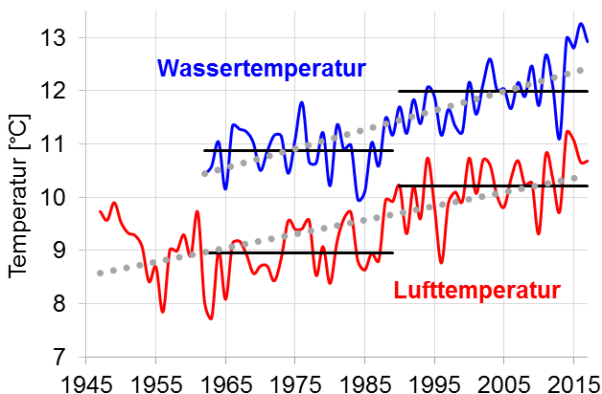


Abb. 3: Jahresmittel der Wassertemperatur gemessen in Seemitte in etwa 0,5 m Tiefe (Daten: IGKB) und Jahresmittel der Lufttemperatur bei Konstanz (Daten: DWD).

SAUERSTOFF

Für einen großen und tiefen Alpensee wie den Bodensee-Obersee ist eine gute Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers über 6 mg/l besonders wichtig. Einerseits ist damit für den Felchenlaich und für Bodenlebewesen in der Tiefe des Sees genügend Sauerstoff vorhanden und andererseits unterbleiben Rücklösungsprozesse von Nähr- und Schadstoffen aus dem Sediment in das Seewasser.

Positiv festzustellen ist, dass bei einer Phosphorkonzentration, wie wir sie seit 12 Jahren haben, auch mehrere Jahre mit unzureichender Vertikalzirkulation nicht zu einer Sauerstoffreduktion unter 6 mg/l führen (Ausnahme war 2016 mit 5,2 mg/l), wie dies in früheren Jahren durchaus der Fall war (Abb. 4).

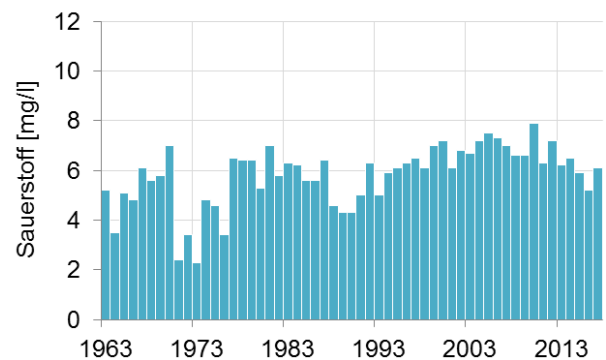


Abb. 4: Jährliche minimale Sauerstoffwerte 1 m über Grund (ca. 250 m Tiefe) in der Seemitte des Bodensee-Obersees.

FAZIT

Der Bodensee verkraftet in seinem heute naturnahen Zustand Klimaveränderungen besser, da auch mehrere Jahre schlechter Zirkulation kompensiert werden können.

IMPRESSUM

Herausgeber und Bezug: Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)

E-Mail: bodensee@igkb.org www.igkb.org