

Seespiegel

Nr. 41

Juni
2015

Wie fit ist der See für den Klimawandel?

Das Forschungsprojekt „Klimawandel am Bodensee“ hat die Folgen der klimatischen Veränderungen auf den See untersucht.

Weltweit war das vergangene Jahr das wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Auch in den Ländern rund um den Bodensee waren neue Temperaturrekorde zu verzeichnen. Und der Trend setzt sich offenbar unaufhaltsam fort: Noch nie waren global betrachtet die ersten drei Monate eines Jahres wärmer als 2015 – und zwar durchschnittlich um beeindruckende 0,82 Grad über den entsprechenden Werten im 20. Jahrhundert.

Auch auf den Bodensee wirkt sich der Klimawandel bereits spürbar aus – in den vergangenen Jahrzehnten sind beispielsweise die Wassertemperaturen deutlich gestiegen. Daher sorgt sich die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) um die Zukunft des Sees. Um die möglichen Folgen abschätzen zu können, hat sie im Jahr 2011 das Forschungsvorhaben „Klimawandel am Bodensee“ (KlimBo) auf den Weg gebracht. Finanziell unterstützt wurde das Projekt von der EU im Rahmen des Interreg-IV-Förderprogramms „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“.

Nun hat die IGKB bei ihrer diesjährigen Jahrestagung in Bregenz die Ergebnisse des umfangreichen Forschungsprojekts vorgestellt. Demnach zeichnen sich seit einigen Jahren klimabedingte Änderungen im Mischungs- und Schichtungsverhalten des Sees ab. Damit wird der Nachschub an lebensnotwendigem Sauerstoff im Winter-



Auch der Bodensee ist vom Klimawandel betroffen

Foto: Jutta Justiz

halbjahr schwieriger. Eine der wichtigsten Ursachen ist, dass das „Zeitfenster“ für eine Durchmischung des Sees im Winterhalbjahr kleiner wird, da sich der See im Herbst später abkühlt und im Frühjahr eher erwärmt. Die Gewässerexperten erwarten, dass dieser Trend anhalten und sich in Zukunft sogar noch verstärken wird.

Bisher hat der Bodensee diese Entwicklung recht gut verkraftet, weil sich dank aufwendiger Reinhaltemaßnahmen sein Nährstoffgehalt weitgehend den natürlichen Verhältnissen angenähert hat. Damit hält sich das Algenwachstum in erträglichen

Grenzen – und damit auch der Bedarf an Sauerstoff, der in der Tiefe des Sees beim Abbau der abgestorbenen Lebewesen verbraucht wird. Für die IGKB ist es daher gerade vor dem Hintergrund des fortschreitenden Klimawandels wichtig, den Nährstoffgehalt auch in Zukunft auf dem jetzt erreichten naturgemäß niedrigen Niveau zu halten – schließlich bedeuten mehr Nährstoffe auch einen höheren Sauerstoffbedarf am Seegrund.

Der Flyer „Wie fit ist der Bodensee für den Klimawandel?“ im Internet: www.igkb.org/Klimaflyer

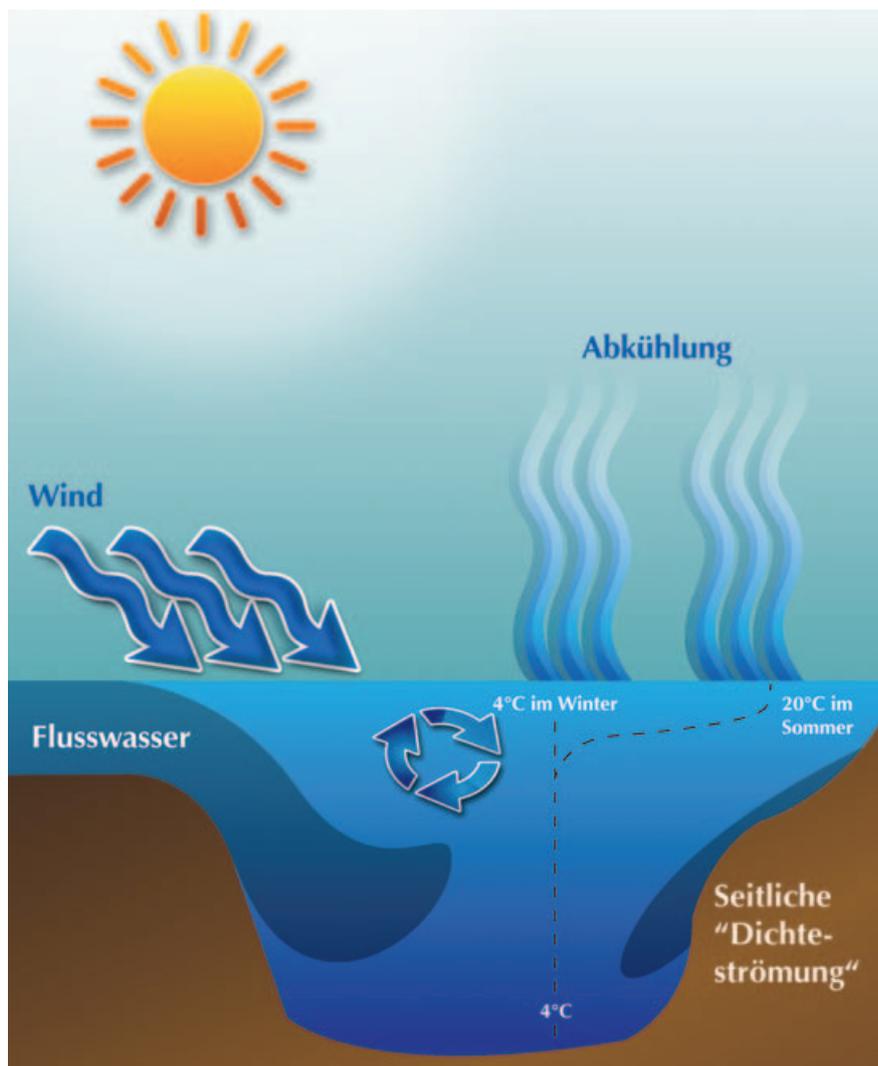
Wie der Bodensee Sauerstoff tankt

Es gibt verschiedene Prozesse für den Wasseraustausch im See. Einige davon gewinnen mit dem Klimawandel an Bedeutung.

Tiere wie auch Pflanzen brauchen Sauerstoff zum Atmen, desgleichen viele Mikroorganismen, wenn sie die Reste von toten Lebewesen abbauen. Das ist an Land genauso wie im Wasser – mit dem entscheidenden Unterschied, dass Sauerstoff aus der Luft an Land jederzeit verfügbar ist, während der Nachschub im Wasser und hier vor allem in den tiefen Regionen eines Sees weitaus schwieriger ist.

Doch wie gelingt es einem großen Stehgewässer wie dem Bodensee überhaupt, Sauerstoff zu tanken, damit das ganze Jahr über am gesamten Seegrund Tiere leben und sich Fischeier entwickeln können? Und wie wirkt sich der Klimawandel auf die Prozesse aus, die zur Erneuerung des Tiefenwassers und damit zur Auffrischung der Sauerstoffvorräte führen? Mit diesen zentralen Fragen hat sich in den vergangenen vier Jahren das Forschungsprojekt „Klimawandel am Bodensee“, kurz KlimBo, befasst. Herausgekommen sind einige interessante Erkenntnisse, wonach manche Mechanismen in Zukunft an Bedeutung verlieren und andere gewinnen könnten.

Der zweifellos wichtigste „Tankvorgang“ ist die Durchmischung des Wasserkörpers im Zuge der Abkühlung im Winterhalbjahr. Bekanntlich ist Wasser bei vier Grad Celsius am dichtesten und damit am schwersten. Warmes Wasser ist dagegen viel leichter, weshalb es im Sommer oben schwimmt – der See ist dann sehr stabil geschichtet. Wenn sich nun der See im Herbst abkühlt, wird das Wasser immer kälter und damit schwerer. Sobald es vier Grad erreicht hat, sinkt es nach unten, was zu einer tief reichenden vertikalen Durchmischung führt. Weil sich zudem viel mehr Sauerstoff in kaltem als in warmem Wasser löst, kann der See in den kalten Monaten kräftig dieses lebenswichtige Element nachtanken. Unterstützt wird dieser Prozess durch den Wind – insbesondere dann, wenn im Winterhalbjahr viele und vor



Im See sorgen verschiedene Mechanismen dafür, dass Sauerstoff in die Tiefe gelangt.

allem kräftige Stürme das Wasser bis in tiefe Regionen umwälzen.

Es gibt jedoch auch noch andere Prozesse, durch die kaltes, sauerstoffhaltiges Wasser in die Tiefe transportiert wird – etwa mit den Zuflüssen. Vor allem bei Hochwasser kann der Alpenrhein hier einen wichtigen Beitrag leisten. Dann führt der Fluss viel Sediment, wodurch sein Wasser entsprechend schwer ist. Nachdem es den Bodensee erreicht hat, strömt es mit großer Kraft am Seegrund entlang in die Tiefe des Sees. Je nach Temperatur und Schwebstofffracht kann es dann sogar bis in die tiefsten Regionen des Sees vordringen. Wie Modellrechnungen ergaben, die im Rahmen von KlimBo durchgeführt wurden, dürfte dies jedoch im Mittel nur etwa alle vier Jahre der Fall sein.

Einem weiteren Mechanismus, wie sauerstoffhaltiges Wasser in die Tiefe gelangen kann, sind die Seenkundler erst seit wenigen Jahren auf der Spur: der unterschiedlichen Abkühlung, im

Fachjargon Differential Cooling genannt. Dieser Effekt basiert auf dem Umstand, dass im Winter Buchten und Flachwasserzonen stärker als der übrige See abkühlen. Wenn dieses Wasser dann am Rande der Auskühlungszone durch Mischung mit wärmerem Seewasser etwa vier Grad kalt ist, erreicht es seine größte Dichte und ist damit schwerer als das restliche Bodenseewasser. Damit fließt es förmlich am Seegrund entlang in die Tiefe des Sees und transportiert dabei auch Sauerstoff nach unten.

Wie die im Rahmen von KlimBo durchgeführten Modellrechnungen ergaben, ist dieses unterschiedliche Abkühlverhalten vor allem in mäßig kalten Zeiträumen wichtig. So dürfte diesem Prozess in Zeiten des Klimawandels eine wachsende Bedeutung zukommen – der See wäre auf diese Weise in der Lage, auch in Zukunft selbst in Jahren mit schlechter vertikaler Durchmischung bis zu einem gewissen Grad Sauerstoff nachzutanken.

Auf der Suche nach Mikroplastik

Nicht nur in den Weltmeeren, auch in Seen schwimmt Plastikmüll – und zwar nicht nur ins Wasser gewetzte Plastiktüten oder weggeworfene Plastikflaschen. Die zersetzen sich durch stetige Wellenbewegungen in immer kleinere Teilchen. Winzige Plastikpartikel kommen auch über Zuflüsse in die Seen. Sie stammen zum einen aus Faserresten, die in der Waschmaschine vor allem aus Fleece-Pullovern herausgewaschen werden. Zum anderen enthalten auch kosmetische Produkte solche Miniteilchen, vor allem Peelings, Shampoos und Zahnpasten. Sie unterstützen durch ihre schmirgelnden Eigenschaften die mechanische Reinigung. In den Kläranlagen können solch kleine Partikel mit der heute üblichen Reinigungstechnik in aller Regel noch nicht aus dem Abwasser herausgefiltert werden.

Wie groß ist nun das Problem am Bodensee? Bei einer Voruntersuchung wurde Mikroplastik gefunden, was Anlass für weitere, detailliertere Untersuchungen gab. Diese werden nun im Rahmen eines Messprogramms durchgeführt, bei dem Baden-Württemberg und Bayern zusammenarbei-



Mit diesem speziellen Netz können auch kleinste Partikel aus dem See gefiltert werden. Foto: ISF

ten. Neben dem Bodensee werden dabei auch größere Flüsse wie Donau und Rhein untersucht. Mit einem speziellen, eigens für diese Untersuchungen angeschafften Netz werden nun auch im Bodensee Proben gezogen und dann an der Uni Bayreuth untersucht. Mit ersten Ergebnissen wird bis Ende des Jahres gerechnet.

Die an dem Projekt beteiligten Forscher der Uni Bayreuth haben bereits vor einiger Zeit erhebliche Konzentrationen an Mikroplastik am Ufer des oberitalienischen Gardasees gefunden. Auch im Genfer See sind

Wissenschaftler der Uni Lausanne inzwischen fündig geworden.

Für das Trinkwasser sieht die Bodensee-Wasserversorgung (BWV) indes keine Gefahr. Selbst wenn Mikro-Plastikteilchen im Rohwasser vorhanden sein sollten, so würden sie bei der Aufbereitung des Bodenseewassers zu Trinkwasser herausgefiltert: Die eingesetzten Mikrosiebe halten laut BWV Partikel zurück, die größer als fünf Mikrometer (Millionstel Meter) sind. In den nachgeschalteten Sandfiltern bleiben sogar Teilchen bis zu einem Mikrometer Größe hängen.

Steile Canyons unter Wasser

Die Datenfülle ist immens: Rund 7,2 Milliarden Tiefeninformationsdaten hat die Kartierung des Bodensees mit Hilfe von Echosignalen geliefert. Diese wurden vom Forschungsschiff „Kormoran“ des Instituts für Seenforschung aus zum Seeboden geschickt. Die vom Grund reflektierten Schallsignale lieferten anschließend die Grundlagen für dessen hochauflösende Rekonstruktion – somit für beeindruckende Bilder. So lassen sich beispielsweise tief eingeschnittene, steile Canyons mit bisher unbekanntem Detailstrukturen darstellen.

Erhoben wurden die Daten im Rahmen des Forschungsprojekts „Tiefenschärfe“, das von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) in



Tiefer Canyon im Seegrund

Bild: ISF

Auftrag gegeben wurde und von der EU sowie den jeweiligen Vermessungsverwaltungen der Bodensee-Anrainerstaaten unterstützt wird. Derzeit werden vor allem die Informationen ausgewertet, die im Frühjahr 2014 bei der lasergestützten Vermessung der Flachwasserzone vom Flugzeug aus gewonnen wurden.

Hier erlauben die vom Seeboden reflektierten Lichtsignale die Darstellung der Flachwasserzone bis in eine Tiefe von etwa sechs bis acht Metern. Dabei war die Datenfülle mit rund 15 Milliarden Datenpunkten noch weit aus größer als bei der Echolotvermessung des tiefen Seegrundes. Sie liefern den Forschern nun sehr detailreiche Informationen, etwa über Stege, Pfähle und archäologische Artefakte. Auch auffallende Strukturen im Flachwasser sind zu erkennen, beispielsweise eindrucksvolle rippelförmige Gebilde auf dem Seeboden.

Der Weg der Spurenstoffe

Ein mehrjähriges Messprogramm hat aufgezeigt, wie sich unerwünschte Verbindungen im See verteilen – und wie sie aus dem Bodensee ausgeschwemmt werden.

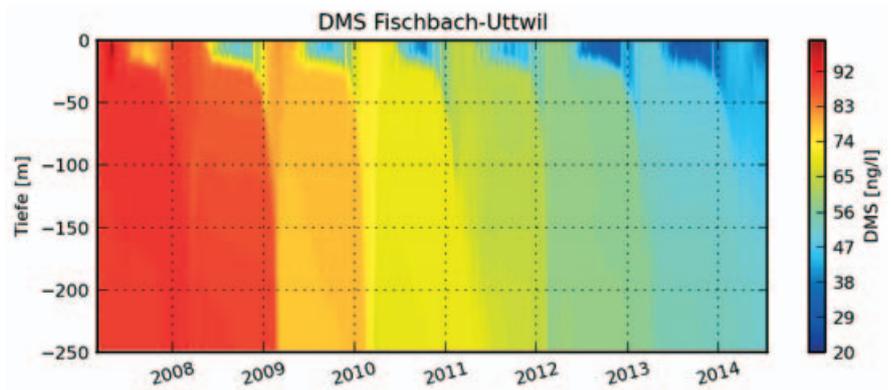
Der chemische Name klingt kompliziert: N,N-Dimethylsulfamid, kurz DMS. Es ist noch gar nicht so lange her, dass die bedenkliche Wirkung dieser Verbindung erkannt wurde. Sie entsteht, wenn Tolyfluanid abgebaut wird – ein Stoff, der viele Jahre als Mittel gegen Schimmelpilze und andere Pilzkrankheiten beim Anbau von Obst, Reben, Gemüse, Hopfen und Zierpflanzen eingesetzt wurde. Die Zusammenhänge und die mit DMS verbundenen Probleme wurden erst 2006 von Wissenschaftlern des in Karlsruhe ansässigen Technologiezentrums Wasser (TZW) entdeckt.

Die Chemiker fanden heraus, dass der Stoff Sorgen bereiten kann, wenn er mit Ozon in Berührung kommt: Dann können sich Nitrosamine bilden, die im Verdacht stehen, Krebs zu erregen. Ozon wird mancherorts bei der Trinkwasseraufbereitung eingesetzt, um auch geringste organische Verunreinigungen zu beseitigen.

Europaweites Verbot

Inzwischen ist Tolyfluanid nicht nur in Deutschland, sondern seit 2011 auch in der gesamten EU verboten. Gleichwohl findet sich das Abbauprodukt immer noch in den Zuflüssen des Bodensees sowie im See selbst, allerdings nehmen die gemessenen Konzentrationen erwartungsgemäß von Jahr zu Jahr ab.

Das zeigen Messungen, die – im Anschluss an eine frühere Langzeit-



Die Konzentrationen des Spurenstoffs DMS im See sind zwischen 2008 und 2014 stetig gesunken.

kampagne – In den Jahren 2011 bis 2014 im Rahmen des Forschungsprojekts „Klimawandel am Bodensee“ (siehe Infokasten) durchgeführt wurden. Dabei wurden alle drei Monate in 16 Bodensee-Zuflüssen sowie im Abfluss bei Konstanz Proben gezogen. Auch in der Mitte des Bodensees sowie im Überlinger See haben die Forscher in verschiedenen Tiefen von der Oberfläche bis zum Seegrund Proben und die DMS-Konzentrationen ermittelt. Zusätzlich haben sie im März 2012 in der Flachwasserzone der Friedrichshafener Bucht mit den besonders DMS-belasteten Zuflüssen Rotach und Schussen sowie während eines Hochwasserereignisses im Juni 2013 DMS-Messungen durchgeführt.

Bis 2014 gingen die mittleren DMS-Konzentrationen auf 35 Nanogramm (Milliardstel Gramm) je Liter zurück. Im Untersuchungszeitraum von 2011 bis 2014 wurde etwa eine Tonne DMS aus dem Bodensee getragen, wobei die Restbelastung des Sees 2014 noch bei 1,75 Tonnen DMS lag. Dabei sorgte insbesondere das Hochwasser im Sommer 2013 für einen kräftigen Austrag dieser unerwünschten chemischen Verbindung. Das Ergebnis zeigt am Beispiel dieser Verbindung, wie schnell generell ein Spurenstoff aus dem See verschwindet, wenn der „Nachschub“ fehlt.

Mit ihren langjährigen Messungen wollen die Wissenschaftler aber nicht nur dokumentieren, wie ein Schadstoff aus dem See ausgewaschen wird, sondern zudem überprüfen, ob ihre auf Modellen beruhende Simulationen stimmen. Mit solchen Modellrechnungen lässt sich zum Beispiel untersuchen, wie sich Flusswasser im See ausbreitet oder wie sich die einzelnen Wasserschichten im Laufe des Winterhalbjahrs durchmischen.

Grundlage für Modellberechnungen

Dazu wird berechnet, wie sich ein fiktiver Markierungsstoff, ein sogenannter Tracer, im See verhält. Um zu überprüfen, wie gut die Modelle die tatsächlichen Verhältnisse widerspiegeln, müssen sie allerdings an Hand realer Messungen überprüft werden.

Die DMS-Messungen waren hierfür sehr gut geeignet. So stimmten beispielsweise die Modellrechnungen zur Wasserverteilung in der Friedrichshafener Bucht, die maßgeblich von den herrschenden Wind- und Strömungsverhältnissen bestimmt werden, recht gut mit der gemessenen Verteilung des Spurenstoffs überein. Auch die berechneten und tatsächlich gemessenen DMS-Konzentrationen im Ausfluss des Obersees in Konstanz passen gut zusammen.

Das Forschungsprojekt KlimBo

Von 2011 bis 2015 hat ein Forscherteam aus Deutschland und der Schweiz die bereits bestehenden Folgen des Klimawandels auf den Bodensee dokumentiert und darauf aufbauend Prognosen über die künftige Entwicklung des Sees erstellt. „Klima-

wandel am Bodensee“ (KlimBo) heißt das Projekt, das vom Langenargener Institut für Seenforschung der baden-württembergischen Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) koordiniert wurde.

Wichtige Schwerpunkte des Projekts waren mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Trink-

wasserversorgung aus dem See sowie die Abschätzung, wie die sich verändernden klimatischen Bedingungen die Austauschprozesse im See beeinflussen könnten. Zudem wurde untersucht, wie sich eine thermische Nutzung des Sees etwa für die Beheizung und Kühlung von Gebäuden auf sein Ökosystem auswirken könnte.

Editorial

Seit mehr als hundert Jahren wird der Bodensee auf hohem wissenschaftlichem Niveau intensiv untersucht. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um rechtzeitig Veränderungsprozesse zu erkennen, die für den See problematisch werden können – und damit auch für die Menschen, die den See beispielsweise als wertvolles Trinkwasserreservoir nutzen. Und je früher mögliche negative Entwicklungen erkannt werden, desto eher lassen sich Maßnahmen ergreifen.

Unsere Bemühungen beim Gewässerschutz, an denen die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) entscheidenden Anteil hat, waren dabei in den letzten Jahrzehnten sehr erfolgreich. Der Bodensee versorgt heute nicht nur etwa fünf Millionen Menschen mit Trinkwasser, sondern ist auch ein Magnet für Touristen und Lebensraum für eine Vielzahl von Wasserlebewesen. Das heißt allerdings nicht, dass wir uns nun entspannt zurücklehnen können – wir dürfen mit unserem Engagement nicht stehenbleiben. Unser gesellschaftlicher Auftrag lautet, den



Prof. Dr. Martin Grambow

Bodensee sowie alle Bereiche des Wassers auch künftig zu schützen! Was den Klimawandel betrifft, müssen wir erkennen, dass dieser auch vor dem Bodensee nicht halt macht.

Daher müssen wir uns Fragen stellen wie: Wann ist ein stabiler Zustand des Bodensees mit natürlichen Schwankungen erreicht? Und wie sehr müssen die Menschen in Zukunft den Bodensee schützen? Die IGKB hat diese Fragen rechtzeitig gestellt und das Projekt „Klimawandel am Bodensee“ auf den Weg gebracht, dessen Ergebnisse nun der Öffentlichkeit vorgestellt wurden.

Tatsächlich ist die Klimaerwärmung wegen der Veränderung der Schichtungen des Wassers für den See eine Belastung. Daraus leitet sich für die IGKB der Auftrag ab, sich auch in Zukunft mit aller Kraft dafür einzusetzen, dass der See die Herausforderungen meistern kann, die sich durch den Klimawandel ergeben.

Allerdings sind die Experten der IGKB wegen des fast wieder natürlichen Phosphorgehalts überzeugt, dass der See für den Klimawandel gut gerüstet ist. So ist die Hoffnung berechtigt, dass die natürliche Stabilität des Ökosystems See und seine Selbstheilungskräfte – die Resilienz – dazu beitragen werden, dass der Bodensee die klimatischen Veränderungen auch in den kommenden Jahrzehnten ohne tiefgreifende negative Folgen verkraften wird.

Prof. Dr. Martin Grambow
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt- und Verbraucherschutz, Vorsitzender der IGKB bis 30. Juni 2015.

Ab 1. Juli 2015 übernimmt Österreich mit Dr. Elmar Zech, Bezirkshauptmannschaft Bregenz, den Vorsitz.

Rheinvorstreckung wird ökologischer

Mit dem Alpenrhein gelangen jedes Jahr riesige Mengen an feinen Sedimenten in den Bodensee. Dieses Material lagerte sich vor allem in der Bregenzer Bucht ab. Um die Verlandung dieses flachen Seeteils zu bremsen, wurde der Rhein seit Mitte der 1980er Jahre um gut zwei Kilometer in den See hinaus verlagert. Durch diese sogenannte Rheinvorstreckung mündet der Fluss nun am Rand der Halde, also in jenem Bereich, in dem der Seegrund steil nach unten abfällt. Damit lagern sich die Sedimente nun in größerer Tiefe ab.

Dieser Eingriff im Mündungsbereich wird seit Jahren durch eine Reihe ökologischer Begleitmaßnahmen so umweltverträglich wie mög-

lich gestaltet. Dabei sollen vor allem Tiere und Pflanzen gefördert werden, die im Rheindelta ihren Lebensraum haben. Um etwa den Lebensraum für die Fische zu optimieren, wurden jetzt in der Rheinvorstreckung auf jeder Flussseite vier sogenannte Blocksteinbuhnen errichtet. Sie sorgen in dem zuvor eintönigen Fließgewässer für ökologische Vielfalt, in dem sie lokal für unterschiedliche Strömungsverhältnisse und Änderungen am umlie-

genden Ufer sowie an der Flusssohle führen. Dies wird von verschiedenen Fischarten als Lebensraum und Laichgebiet sehr geschätzt.

Auch die neben der Vorstreckung gelegene Lagune wurde ökologisch aufgewertet. Dort dienten bisher elf kleine Inseln als Brutbiotope für Vögel. Diese Miniinseln wurden nun zu insgesamt drei größeren Insellebensräumen umgestaltet, die eine Länge von je etwa 40 Meter haben.



Mehrere Buhnen erweitern nun den Lebensraum für Wassertiere in der Rheinvorstreckung. Foto: Blank

Bodensee-Daten

Seebecken:

bestehend aus Obersee und Untersee
 Meereshöhe ü. NN: 395 m
 Oberfläche gesamt: 536 km²
 Obersee: 473 km²
 Untersee: 63 km²
 tiefste Stelle: 254 m
 Rauminhalt: 48 km³
 Uferlänge: 273 km
 größte Länge im See: 63 km
 größte Breite im See: 14 km

Uferlängen:

	in km	in %
insgesamt	273	100
Baden-Württemberg	155	57
Bayern	18	7
Österreich	28	10
Schweiz	72	26

Der Bodensee ist nach Plattensee und Genfer See flächenmäßig der drittgrößte See in Mitteleuropa.

Impressum

Herausgeber:

Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)
www.igkb.org

Redaktion:

Bruno Blattner
 Ministerium für Umwelt,
 Klima und Energiewirtschaft
 Baden-Württemberg
 D-70182 Stuttgart
 Tel.: 0049711 / 126 15 33

Gesamtherstellung:

e. kurz + co., Stuttgart

Auflage 11000

ISSN 1025-5044

Zu beziehen:

Deutschland:
 Landesanstalt für Umwelt, Messungen
 und Naturschutz Baden-Württemberg
 Institut für Seenforschung
 Argenweg 50/1, D-88085 Langenargen
 Tel.: 0049+7543 / 304 0
 Fax: 0049+7543 / 304 299
 www.lubw.baden-wuerttemberg.de

Bayerisches Landesamt für Umwelt
 Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
 D-86179 Augsburg
 Tel.: 0049+821 / 9071-5733
 Fax: 0049+821 / 9071-5556

Österreich:

Amt der Vorarlberger Landesregierung
 Römerstrasse 15, A-6901 Bregenz
 Tel.: 0043+5574 / 511 27 405
 Fax: 0043+5574 / 511 27 495
 www.vorarlberg.at

Schweiz:

Amt für Umwelt und Energie
 des Kantons St. Gallen
 Lämmlisbrunnenstrasse 54
 CH-9001 St. Gallen
 Tel.: 0041+71 / 229 30 88
 Fax: 0041+71 / 229 39 64
 www.afu.sg.ch

Departement für Bau und Umwelt
 des Kantons Thurgau
 Verwaltungsgebäude
 CH 8501 Frauenfeld
 Tel.: 0041+52 / 724 24 32
 Fax: 0041+52 / 724 28 48
 www.afutg.ch

Fürstentum Liechtenstein:

Amt für Umweltschutz
 Postgebäude
 FL-9490 Vaduz
 Tel.: 00423 / 236 61 90
 Fax: 00423 / 236 61 99

www.igkb.org
www.seespiegel.de



Bodenseezuflüsse

- | | |
|-------------------|------------------------|
| 1 - Rhein | 8 - Seefelder Aach |
| 2 - Dornbirnerach | 9 - Stockacher Aach |
| 3 - Bregenzerach | 10 - Radolfzeller Aach |
| 4 - Leiblach | 11 - Salmischer Aach |
| 5 - Argen | 12 - Stelnach |
| 6 - Schussen | 13 - Goldach |
| 7 - Rotach | 14 - Alter Rheln |

Seelexikon

Resilienz – die Selbstheilungskräfte des Sees

Eigentlich versteht man unter Resilienz die Widerstandsfähigkeit oder Widerstandskraft eines Menschen gegen Konflikte und Lebenskrisen oder psychische Belastungen, die etwa durch schwere Krankheiten oder schwere Schicksalsschläge hervorgerufen wurden. Der Begriff wird aber viel weiter verwendet: So reden Biologen inzwischen auch von einer ökologischen Resilienz, also der Fähigkeit eines Ökosystems, Störungen zu verkraften und sich an sie anzupassen. Wichtig ist, dass ein resilientes System auch dann noch funktioniert, also sozusagen seine Dienstleistungen aufrecht erhält, wenn es bis zu einem gewissen Grad belastet oder gestört wird. Dabei stellt sich allerdings die Frage, wann die Grenzen einer Belastung erreicht sind: Wie stark darf man zum Beispiel Wälder nutzen, bis sie die Kraft zur Selbstregeneration verlieren?

Der Bodensee ist ein gutes Beispiel dafür, wie sich sein natürliches Ökosystem nach einer gewaltigen Störung durch den Menschen – die übermäßige Versorgung mit dem Nährstoff Phosphor – wieder erholt, nachdem die ursprünglichen Verhältnisse weitgehend wieder hergestellt sind. So finden sich heute zum Beispiel verschollene oder fast ausgestorbene Tier- und Pflanzenarten wieder, andere, stark gefährdete Arten erholen sich zusehends.