

INFORMATIONEN RUND UM DEN BODENSEE

Spurenstoffe.....Seite 2 **Klimawandel.....Seite 3** **Renaturierungen.....Seite 4** **Pegelstände 2023.....Seite 5**
Gewerbebetriebe relevant Neues Forschungsprojekt Bilanz der Aufwertungen. Außerordentliche Wasserstände.



Das Schmalrohr könnte sich wie hier im Genfersee auch im Bodensee als gebietsfremde Art ausbreiten. (Bild: Adrian Möhl)

NEUE INVASIVE ARTEN IM ANMARSCH

Dass im Bodensee mit der Quagga-Muschel und dem Stichling zwei gebietsfremde Arten zum Problem geworden sind, ist mittlerweile allgemein bekannt. Weniger geläufig ist, wie schnell sich diese Neozoen im See verbreitet haben – die Quagga etwa wurde erstmals 2016 im Bodensee nachgewiesen, ein halbes Jahrzehnt später hatte sie sich bereits bis an seine tiefsten Stellen ausgebreitet. Doch bei diesen Problemarten wird es nicht bleiben. Über kurz oder lang, davon gehen Fachleute aus, dürften sich im Bodensee weitere invasive Arten verbreiten. Zum Beispiel eine ursprünglich aus dem südlichen Afrika

stammende Pflanze mit wissenschaftlichem Namen *Lagarosiphon major*. Die Art kam im 20. Jahrhundert als Zierpflanze für Aquarien und Gartenteiche nach Europa, gelangte in die Natur und verändert heute in zahlreichen Gewässern das Ökosystem. Noch wurde die Deutsch auch Schmalrohr genannte Unterwasserpflanze nicht im Bodensee nachgewiesen. In anderen Schweizer Seen hingegen schon. So ist sie etwa in Seen im Tessin und im Genfersee zu finden, wo sie sich rasch ausbreitet. Das Schmalrohr steht mittlerweile auf der Liste der verbotenen invasiven Arten der EU.

Einheimische Arten werden verdrängt
Gemäß den Expertinnen und Experten des Instituts für Seenforschung in Langenargen wäre es durchaus möglich,

dass sich *Lagarosiphon major* auch im Bodensee ausbreitet. Die Pflanze sei an Standortbedingungen angepasst, die auch im Bodensee zu finden seien. Insbesondere bevorzugt sie flaches, ruhiges Wasser. Problematisch werden könnte das Schmalrohr, da es aufgrund seiner hohen Anpassungsfähigkeit sehr konkurrenzstark ist. Dort, wo die Art bisher eingeschleppt wurde, verdrängte sie konkurrenzschwächere, einheimische Arten. Dies etwa, weil das Schmalrohr dichte Matten bildet, was zu einem verminderten Lichteinfall führen und das Wachstum der einheimischen Unterwasserpflanzen beeinträchtigen kann. Das schnelle Wachstum der Pflanze kann auch Freizeitaktivitäten, die Schifffahrt und die Wasserqualität beeinträchtigen.



Zu den Branchen, die den Bodensee und seine Zuflüsse mit Spurenstoffe belasten, zählt auch das Gesundheitswesen. (Bild: Tim Reckmann)

SPURENSTOFFE UNTER DER LUPE

Im Rahmen einer Umfrage hat die IGKB erkundet, wie verbreitet Branchen, die Mikroverunreinigungen verursachen, im Einzugsgebiet des Bodensees sind.

Spurenstoffe in Gewässern sind chemische Rückstände aus einer Vielzahl von Anwendungen, die aus unserer modernen Industriegesellschaft nicht mehr wegzudenken sind. Genau das macht sie für die Umwelt potenziell gefährlich, zum Beispiel wenn sie in den Hormonhaushalt von Lebewesen in Gewässern eingreifen.

Als Spurenstoff oder Mikroverunreinigungen gelten die Stoffe erst, wenn sie in Gewässern anzutreffen sind. Besonders macht diese chemischen Stoffe, dass sie oft schon in sehr geringen Konzentrationen potenziell toxisch sind.

Die IGKB beschäftigt sich daher seit Jahren intensiv mit diesen chemischen Verbindungen. Untersuchungen aus der Schweiz zufolge gelangen jeweils etwa 40 Prozent der Spurenstoffe über häusliches Abwasser sowie über die Behandlung landwirtschaftlicher Flächen mit Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer. Ein relevanter Anteil der Spurenstoffe stammt aus Industrie und Gewerbe. Hier haben die Fachleute der IGKB im Rahmen einer Umfrage die wichtigsten Branchen und Betrie-

be erfasst, die sich im Einzugsgebiet des Bodensees befinden. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse liefern einen wichtigen Beitrag, um die Strategien im Umgang mit den Spurenstoffen weiterentwickeln zu können.

Relevante Branchen ermittelt

Bei der Auswertung der Umfrage zeigten sich bei den Betrieben im Einzugsgebiet des Bodensees drei besonders relevante Branchen: Spezielle Bedeutung kommt dem Gewerbe zu, also Kleiderreinigungen, Wäschereien, Malergeschäften und anderen Betrieben. Ebenfalls häufig vertreten ist das Gesundheitswesen. Dagegen sind die Anteile sämtlicher anderer Branchen gering. Dazu zählen Chemie- und Pharmaunternehmen, Entsorgungs- und Recyclingbetriebe, die Papier- und Kartonproduktion sowie die Textilveredelung, aber auch Aquakulturen.

Die allermeisten Industrie- und Gewerbebetriebe im Einzugsgebiet des Bodensees sind an eine kommunale Kläranlage angeschlossen. Bei den wenigen Betrieben, die nach der betrieblichen Vorreinigung direkt einleiten, ist sichergestellt, dass die Einleitungen genehmigt sind und entsprechend den geltenden Normen und Richtlinien überwacht werden. Auch indirekte Einleitungen mit umweltrelevanten Schadstoffen werden entsprechend der Abwasserverordnung genehmigt und überwacht. Problematisch ist hingegen, dass in Industrie und Gewerbe

zahlreiche Stoffe eingesetzt werden, über deren Wirkung auf die Umwelt nur wenig bekannt ist.

Eintrag von Spurenstoffen an der Quelle verhindern

Oft wissen die Firmen nicht genau, welche Spurenstoffe in ihrem Abwasser enthalten sind, aufgrund der Vielzahl möglicher Stoffe ist es auch wenig effizient oder gar nicht möglich, jeden Einzelstoff zu identifizieren. Sicher ist allerdings: Je weniger Spurenstoffe durch Produktionsprozesse oder als Folge medizinischen Behandlungen ins Gewässer gelangen, desto besser. Auf der anderen Seite müssen die Kläranlagen derart aufgerüstet werden, dass sie in der Lage sind, einen Großteil der Spurenstoffe zu eliminieren - eine «Breitbandlösung» gewissermaßen. Dieser Ausbau wird in den Bodensee-anrainerstaaten zurzeit vorangetrieben.

So werden denn immer mehr Klärwerke zum Entfernen der Spurenstoffe aufgerüstet. Zusammen mit den bereits ausgebauten Anlagen und den derzeit im Bau befindlichen oder geplanten Ausbaustufen werden mittelfristig mehr als 40 Prozent der jährlich anfallenden Abwassermenge im Einzugsgebiet einer solchen Behandlung unterzogen – was den Anteil der Mikroverunreinigungen in den Zuflüssen wie auch im See erheblich senken wird. Bereits heute werden am Bodensee mehr als 13 Prozent des Abwassers mit einer vierten Reinigungsstufe gereinigt.

AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS ERFORSCHEN

Der Klimawandel zählt mittlerweile zu den großen Einflussfaktoren des Ökosystems Bodensee. Noch aber ist wenig über die Folgen des Wandels bekannt, zum Beispiel auf die Nahrungsnetze.

Im vergangenen Jahr ist das große Forschungsprojekt «SeeWandel: Leben im Bodensee – gestern, heute und morgen» zu Ende gegangen, das Wechselwirkungen von Stressfaktoren auf das Ökosystem des Bodensees untersucht hat. Nur am Rande eine Rolle gespielt haben dabei die Auswirkungen des Klimawandels – was nicht zuletzt damit zu tun hatte, dass dieser viel schneller zu einem wichtigen Einflussfaktor geworden ist als gedacht.

Vorhersagen fehlen

«Wir haben gesehen, dass die für 2030 prognostizierten Veränderungen bereits heute eingetroffen sind», sagt Piet Spaak von der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs, der das SeeWandel Projekt leitete. Weil sich der Wandel viel schneller bemerkbar mache, so Spaak, fehlten Vorhersagen darüber, was im Bodensee in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren unter Berücksichtigung der invasiven Arten und dem Klimawandel geschehen werde.

Nachfolgeprojekt zum Klimawandel
Solche Prognosen soll ein neues, groß angelegtes Forschungsvorhaben liefern, das vor kurzem ins Leben gerufen wurde. Es nennt sich «SeeWandel-Klima: Modellierung der Folgen von Klimawandel und Neobiota für den Bodensee». Die Idee dazu ist an einem Expertenworkshop der IGKB zum Thema Klimawandel entstanden, an dem das bestehende Wissen zu dessen Auswirkungen für den Bodensee zusammengetragen wurden. «Am Ende der Veranstaltung war klar, dass die Wissenslücken so groß sind, dass etwas geschehen musste», erzählt Piet Spaak, der auch das neue, bei der Kommissionstagung 2023 beschlossene, Projekt leitet. SeeWandel-Klima wird im Rahmen der grenzübergreifenden Zusammenarbeit durch das Programm Interreg VI gefördert – als «Leuchtturmprojekt».

Ziel des neuen Projekts ist es, die Folgen des Klimawandels und invasiver Arten für das Ökosystem Bodensee und dessen Nutzung abzuschätzen. Dazu werden Computermodelle eingesetzt, welche die sich ändernde Biologie und Ökologie des Sees für die kommenden Jahrzehnte prognostizieren. Ausgangspunkt der Simulationen, die mit diesen Modellen erstellt werden, sind sowohl bestehende Langzeitdaten als neue Daten. Sie ermöglichen es, Veränderungen im Nahrungsnetz zu erforschen, dies unter Berücksichti-

gung der Wechselwirkungen mit den Klimaänderungen. Dazu arbeiten Forschende und Ingenieure aus Deutschland, Österreich und der Schweiz eng vernetzt zusammen. Denn in allen Anrainerstaaten des Sees sind Behörden und Wirtschaft auf diese Vorhersagen angewiesen, um am Bodensee ein sogenanntes integrales Management betreiben zu können.

Von den Erfahrungen am Bodensee profitieren auch andere Regionen

Konkret werden die verschiedenen am Projekt beteiligten Forschungsinstitutionen, die gemeinsam neun Arbeitspakete behandeln, Fragen beantworten müssen wie: Wie wird sich die Quagga-Muschel in einem durch Klimaänderungen veränderten See ausbreiten? Steht den Fischen genügend Nahrung zur Verfügung, wenn sich die Planktongesellschaft klimabedingt ändert? Oder: Welche Folgen hat das für das Nahrungsnetz im See?

Von den im Rahmen von SeeWandel-Klima erarbeiteten Prognosemethoden sollen aber nicht nur die diversen Anspruchsgruppen am Bodensee profitieren. «Die Modelle, die wir in diesem Projekt entwickeln, können auch für andere Seen verwendet werden», sagt Forscher Piet Spaak. Behörden aus anderen voralpinen Regionen hätten bereits großes Interesse gezeigt.



Noch fehlen für den Bodensee Vorhersagen über die Folgen des Klimawandels der nächsten zehn bis zwanzig Jahre. (Bild: IGKB)

MEHR RENATURIERTE SEEUFER

Am Bodensee befindet sich ein großer Teil der Ufer in einem wenig natürlichen Zustand. Doch immer mehr Uferabschnitte werden mit entsprechenden Maßnahmen ökologisch aufgewertet.

Als im Jahr 2006 der Bericht zum Zustand der Bodenseeufer veröffentlicht wurde, war das Ergebnis ziemlich durchwachsen. Lediglich 20 Prozent der Uferstrecken, die rund um den gesamten See aufwendig in 50-Meter-Abschnitten kartiert worden waren, wurden als «naturnah» und «natürlich» eingestuft. 19 Prozent hingegen wurden als «beeinträchtigt» eingeordnet und 37 Prozent als «naturfern». Als «naturfremd», also richtig schlecht, mussten jedoch nur 4 Prozent bewertet werden. Die Ergebnisse dieser Beurteilung sind sehr anschaulich auf der IGKB-Homepage dargestellt, mit je nach Zustand farbig gekennzeichneten Uferstrecken und dazu passenden Bildern vor Ort (www.igkb.org > Daten und Karten > Uferbewertung und Renaturierung). Im Anschluss an den Seeufer-Bericht hat die IGKB-Arbeitsgruppe «Bewertung der Ufer und Flachwasserzone» das Potenzial von Renaturierung erhoben und den «Renaturierungsleitfaden Bodenseeufer» herausgegeben, der zuständigen Gemeinden und Behörden aufzeigt, wie sich der ökologische Zustand der Ufer verbessern lässt und ihnen dabei Hilfestellung bietet.

Sieben Kilometer Seeufer renaturiert
Seit 2006 wurden an 34 Uferabschnitten mit insgesamt 7300 Metern Uferlänge Renaturierungsarbeiten durchgeführt, sowohl von öffentlichen als auch von privaten Auftraggebern. Deshalb hat die Ufer-Arbeitsgruppe nun alle umgesetzten und geplanten Maßnahmen zusammengestellt und sie im Sinn einer Erfolgskontrolle bewertet. Anschließend wurden die ökologisch aufgewerteten Bereiche in die bestehenden Karten eingearbeitet. Bei dieser Beurteilung haben sich fünf Projekte als speziell erfolgreich erwiesen: Besonders sticht die in zwei Ab-

schnitten durchgeführte Renaturierung der Uferstrecke bei Bregenz hervor. Sie verläuft entlang der ehemaligen Ölpipeline Triest-Ingolstadt. Hier wurden insgesamt 1350 Meter ökologisch aufgewertet. Weitere Abschnitte wurden im Rahmen der Uferrenaturierung in Überlingen anlässlich der dortigen Landesgartenschau realisiert.

Positive Bilanz

Kleinere Maßnahmen wurden zudem im Kanton St. Gallen in den Gemeinden Rorschacherberg und Thal durchgeführt. Somit wurden seit 2017 «an mehr als 2,4 Kilometern Uferlänge ökologische Aufwertungen vorgenommen», wie Gerhard Hutter vom Ufer-Arbeitskreis berichtet. Hinzu kommen weitere, durch private Auftraggeber in fünf Gemeinden durchgeführte Renaturierungen. Die insgesamt zehn einzelnen Maßnahmen wie etwa die Entfernung von Ufermauern oder Slipanlagen umfassen rund 600 Meter Uferlänge. An vier der fünf großen, seit 2017 renaturierten Uferabschnitte

fürten die teilweise sehr umfangreichen Arbeiten dazu, dass sich die Bewertung der entsprechenden Ufer im Mittel um eine Stufe verbessert hat. Bis dahin waren diese Uferbereiche mit den Stufen drei, vier oder fünf, also «beeinträchtigt», «naturfern» oder gar «naturfremd» ausgewiesen worden.

Steter Tropfen höhlt den Stein

Bei der kleineren Maßnahme in Rorschacherberg, die vier 50-Meter-Abschnitte umfasste, konnte die Kategorisierung «beeinträchtigt» zwar nicht angehoben werden, trotzdem kam es zu einer ökologischen Verbesserung um 0,67 Indexpunkte – was ebenfalls als Erfolg zu werten ist. Leider lässt sich bei einer Renaturierung nicht immer das ganze Verbesserungspotenzial ausschöpfen, da einer Aufwertung gewisse Nutzungen, die Grundverfügbarkeit oder andere Randbedingungen entgegenstehen. Aber bekanntlich höhlt der stete Tropfen jeden Stein.



Das Bodenseeufer befindet sich ein in einem wenig natürlichen Zustand. Das Bild zeigt einen inzwischen renaturierten Abschnitt zwischen Bregenz und Lochau. (Bild: Thomas Blank)

HOHE WASSERSTÄNDE

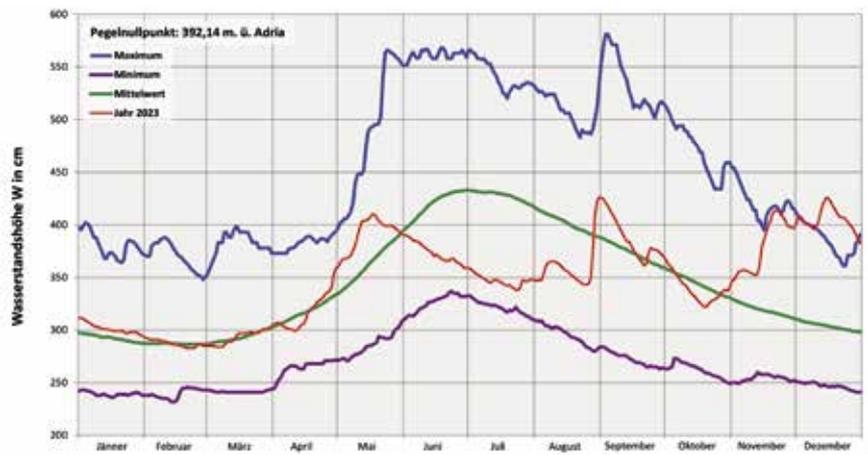
Gleich zwei Rekorde gab es im vergangenen Jahr bei den Wasserständen des Bodensees zu verzeichnen: Noch nie war der Pegel im Sommer innerhalb kurzer Zeit so schnell angestiegen wie Ende August 2023. Zudem wurden die bisherigen Rekordpegelwerte für den Monat Dezember überschritten. Der ungewöhnlich rasche Pegelanstieg im Sommer war den Niederschlägen geschuldet, die ab dem 25. August aufgrund des sogenannten «Genuatiefs» im Einzugsgebiet des Bodensees fielen. Das führte in manchen Bächen und Flüssen zu Wasserabflüssen, wie sie nur alle fünf bis zehn Jahre vorkommen. Im Alpenrhein bei Diepoldsau etwa waren es im Maximum rund 2000 Kubikmeter pro Sekunde.

In der Folge schwoll der Bodensee rasant um etwa 80 Zentimeter an. Nach Angaben der baden-württembergischen Landesanstalt für Umwelt

stieg der Pegel innerhalb von 48 Stunden in Konstanz seit Beginn der Messungen 1918 nur fünf Mal noch schneller an – allerdings noch nie so spät nach der Schneeschmelze. Die Regenmassen glichen allerdings nur das Defizit aus, das die Trockenheit der vorangegangenen Wochen im See verursacht hatte.

Es kam nicht zu einem Hochwasser, stattdessen wurde der langjährige Wasserstand nur leicht überschritten. Im November und Dezember zeigte

sich aufgrund der langanhaltenden Niederschläge ein anderes Bild: In Bregenz etwa lag der Pegel mehr als einen Meter über dem langjährigen Durchschnitt. «Das wurde seit Messbeginn vor über 150 Jahren Mitte Dezember noch nie gemessen», konstatierte der Vorarlberger Landesrat Christian Gantner. Zu Schäden kam es allerdings nicht, da der Pegelstand des Sees in dieser Jahreszeit immer deutlich niedriger ist als im Frühjahr, wenn die Schneeschmelze in den Alpen für hohe Wasserstände sorgt.



Noch nie stieg der Pegel im Sommer innerhalb kurzer Zeit so schnell an wie Ende August 2023. (Grafik: Amt der Vorarlberger Landesregierung)

EDITORIAL



Ich durfte es an dieser Stelle schon einmal anmerken: Die IGKB und ich sind gleich alt. Doch während ich nach der diesjährigen Kommissionstagung nach 35 Jahren als Delegierter des Schweizerischen Bundesrates aus der Kommission ausscheiden werde, muss sie weiterbestehen. Ein Blick auf die durch unzählige Untersuchungen und Berichte dokumentierte Tätigkeit der Kommission macht deutlich, wie viel in den vergangenen Jahrzehnten erreicht wurde, aber auch, welche

gewaltigen Herausforderungen noch bestehen, um das sensible Ökosystem Bodensee langfristig zu bewahren. Wer wie ich in den 1960er und 1970er Jahren am Bodensee aufgewachsen ist, mag sich an das ebenso trübe wie nährstoff- und fischreiche Wasser erinnern. Die «Seekuh» fraß sich durch die Algenwälder entlang der schlammigen Ufer und der Weißfisch eroberte den See.

Das ist zum Glück Geschichte. Der durch die Anrainerstaaten mit Milliardenaufwand sanierte See hat heute als bedeutender Trinkwasserspeicher eine hervorragende Wasserqualität und lädt wieder zum Bade. Gleichzeitig aber ist der Nutzungsdruck auf den See in den vergangenen Jahren stetig gewachsen und es gilt, neue Probleme zu lösen. Der Klimawandel ist deutlich zu spüren und Neozoen oder -phyten bedrängen die einhei-

mischen Arten. Das macht deutlich, dass die gemeinsamen Bemühungen um einen gesunden See nicht abreißen dürfen – es gibt noch viel zu tun.

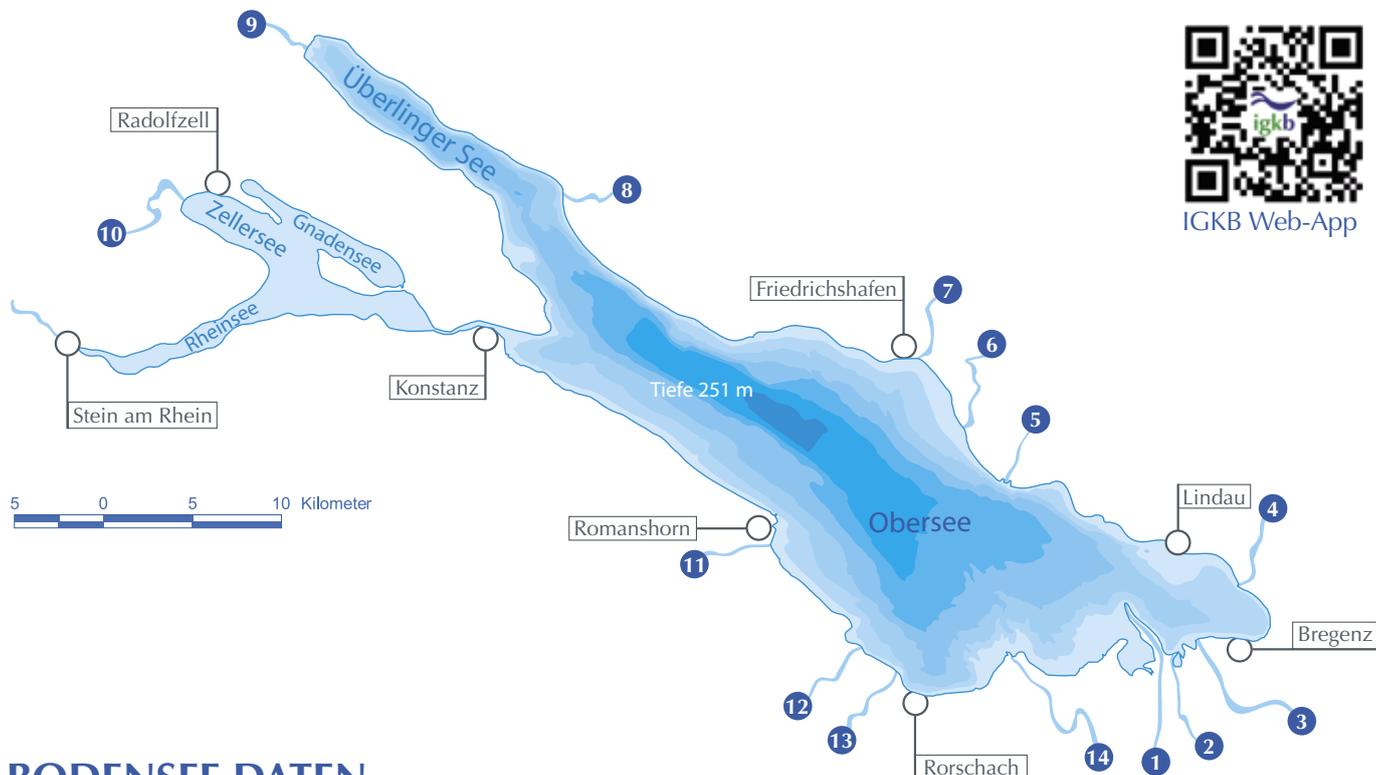
Ich bin zuversichtlich, dass die Erfolgsgeschichte IGKB weitergehen wird. Nicht nur der IGKB an sich wegen, sondern in erster Linie der Menschen wegen, die sich in der Kommission engagieren. In meiner Wahrnehmung war der Bodensee für meine Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz nie nur ein fachliches Problem, sondern eine Herzensangelegenheit. So sind wir denn im gemeinsamen Bemühen um den See zusammengerückt. Ein Nebeneffekt, den man gerade in heutigen Zeiten nicht unterschätzen sollte.

Marco Sacchetti

Generalsekretär Departement für Bau und Umwelt des Kanton Thurgau



IGKB Web-App



BODENSEE DATEN

Seebecken: (Ober- und Untersee)		Bodenseezuflüsse:		Uferlängen:	
				in km	in %
Meereshöhe ü. NN:	395 m	➊ Rhein	➋ Seefelder Aach	insgesamt	273 100
Oberfläche gesamt:	536 km ²	➌ Dornbirnerach	➍ Stockacher Aach	Baden-Württemberg	155 57
Obersee:	473 km ²	➎ Bregenzerach	➏ Radolfzeller Aach	Bayern	18 7
Untersee:	63 km ²	➐ Leiblach	➑ Salmsach	Österreich	28 10
tiefste Stelle:	251 m	➒ Argen	➓ Steinach	Schweiz	72 26
Rauminhalt:	48 km ³	➔ Schussen	➕ Goldach		
Uferlänge:	273 km	➖ Rotach	➗ Alter Rhein		
größte Länge im See:	63 km				
größte Breite im See:	14 km				

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

SEELEXIKON

KIESELALGEN

Dünne lange Nadeln, Sternchen und kreisrunde Plättchen – die auch Diatomeen genannten Kieselalgen bilden eine große Vielfalt an Formen aus. Sie besiedeln alle Lebensräume im See, das Freiwasser genauso wie den lichtdurchfluteten Seegrund im Uferbereich.

Ihr deutscher Name geht auf ihre Zellhülle zurück, eine Art Skelett aus Silikat, das chemisch nicht ganz korrekt auch als Kieselsäure bezeichnet

wird. Zu sehen sind diese Strukturen besonders schön im Rasterelektronenmikroskop. Am Bodensee stellen Kieselalgen die dominierende Planktongruppe dar. Vor allem im Juni und Juli können sie in manchen Jahren große Algenblüten entwickeln. Dann färben sie das Wasser türkisblau – sozusagen Karibikfeeling am Bodensee.

Die Farbe rührt von den winzigen Kalkkristallen her, die aufgrund der intensiven Photosynthese der Algen entstehen. Dann wird jedes freie Kohlendioxidmolekül für das Wachstum

der Algen gebraucht, was letztlich dazu führt, dass Kalziumkarbonat, also Kalk, ausfällt.

Ähnlich wie der Abrieb von Gletschern in Gletscherseen führt dies dann zu der beeindruckenden Wasserfärbung. Doch das Phänomen hält nicht lange an, weil die Vorräte an wichtigen Nährstoffen – vor allem Silikat und Phosphor – bald erschöpft sind. Im Gegensatz zu manchen Blaualgenarten sind Kieselalgen für Menschen allerdings in der Regel ungiftig.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)

Redaktion und Gesamtherstellung:

Thomas Blank & Matthias Nester, IGKB Hugo Mayer GmbH, Dornbirn

Kontakt und Bezug:

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