

## INFORMATIONEN RUND UM DEN BODENSEE

<b>Projekt SeeZeichen</b>	<b>Seite 2</b>	<b>Rhein und Hochwasser</b>	<b>Seite 3</b>	<b>Pegelstände im Fokus</b>	<b>Seite 4</b>	<b>Editorial</b>	<b>Seite 5</b>
Die Forschungsarbeiten über Grundwassereintritte im See ist erfolgreich abgeschlossen.		Mit dem Projekt Rhesi soll der Alpenrhein in Zukunft mehr Wasser transportieren können.		Seenforscher erkunden, warum die Pegeldifferenz zwischen Obersee und Untersee wächst.		Peter Fuhrmann zieht Bilanz über seine langjährige Tätigkeit in der IGKB.	



Der Bodensee steht immer wieder vor neuen Herausforderungen.

Foto: Peter Allgaier

## Die Quagga-Muschel bereitet den Wasserexperten Sorgen

**Inzwischen ist die neu eingewanderte Art in allen Teilen des Sees zu finden. Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee wertet dies als weiteres Anzeichen für die tief greifenden Veränderungen im See.**

Überall wo Gewässerexperten derzeit am See nach der Quagga-Muschel suchen, werden sie fündig – sowohl in der Flachwasserzone als auch in größeren Tiefen bis etwa 40 Meter. Und auch in Planktonproben, die im Rahmen der monatlichen Routineuntersuchungen in Seemitte genommen werden, finden sich die Larven der Muschel.

Von ihrem Heimatgebiet, dem Schwarzen Meer, hat sich die Quagga-Muschel inzwischen weltweit ausgebreitet. Anfang 2016 berichteten Taucher über die ersten Funde im Bodensee, wo bisher noch keine gravierenden Schäden durch



diese neue Art bekannt sind. Sicher ist aber, dass sie nun ihren Platz im Ökosystem finden muss. Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) verfolgt diese Prozesse genau. So befasst sie sich jetzt auf ihrer Jahrestagung im Kanton St. Gallen intensiv mit den aktuellen Veränderungen im See.

Dazu zählen neben den tiefgreifenden Auswirkungen des Klimawandels und den Einflüssen von Spurenstoffen auch die Folgen, die durch die Einwanderung gebietsfremder Arten oder die plötzliche Massenvermehrungen etablierter Tiere, Pflanzen und Planktonorganismen entstehen. Hier

erfordern derzeit beispielsweise der Stichling oder die Burgunderblutalge die besondere Aufmerksamkeit der Gewässerexperten.

Im Rahmen des neuen Forschungsprojekts „SeeWandel“ sollen solche Prozesse detailliert analysiert werden. Mit insgesamt 13 groß angelegten Projekten wollen die Forscher die IGKB bei ihrer Aufgabe unterstützen, die Veränderungen im Ökosystem Bodensee zu bewerten. Zudem liefern die dabei gewonnenen Erkenntnisse die erforderliche Basis, um der Wasserwirtschaft und der Politik Empfehlungen geben zu können.

*Informationen:* <https://seewandel.org>

## GRUNDWASSER FÜR DEN BODENSEE

**Das umfangreiche Forschungsprojekt „SeeZeichen“ über Quellen im See ist abgeschlossen – und liefert viele grundlegende Erkenntnisse über Grundwassereintritte auch in anderen Seen.**

Als der Bodensee im Rahmen des Forschungsvorhabens „Tiefenschärfe“ im Jahr 2014 detailliert vermessen wurde, zeigten sich im Bereich des Überlinger Sees Strukturen am Seegrund, die auf unterseeische Quellen hindeuten. Dies war der Anlass für ein weiteres umfangreiches Verbundprojekt, das jetzt abgeschlossen wurde: „SeeZeichen – Zuflüsse und Grundwasser im Bodensee“.

Dabei wurden nicht nur die im Überlinger See und in anderen See-teilen gefundenen Grundwasserzutritte näher erforscht, sondern auch die Flusswasserfahnen der Zuflüsse, sowie direkte Einleitungen und diffuse Quellen – also sämtliche Wege, auf denen Stoffe in den Bodensee gelangen können. Diese möglichen Eintragungspfade und ihre Bedeutung für den See zu erfassen, ist eine unerlässliche Grundlage, um die erwünschte gute Wasserqualität des Sees aufrecht erhalten zu können.

Insgesamt, so ergab die Studie, fließen dem Bodensee in jeder Sekunde etwa 3500 Liter Wasser aus unterseeischen Quellen zu. Im Vergleich zu der Wassermenge, die über die Zuflüsse in den See gelangt, ist dies ein überschaubarer Anteil: Allein



Mit einem Mehrfach-Probennehmer kann gezielt das Wasser aus einem unterseeischen Grundwasserzutritt entnommen und später im Labor analysiert werden. Foto: SeeZeichen

über den Rhein fließen durchschnittlich rund 230.000 Liter pro Sekunde in den Bodensee. Gleichwohl ist es wichtig zu wissen, wie sich Grundwassereinträge auf den See auswirken – und wie man überhaupt Quellen in einem See erfassen und deren Einfluss auf das Gewässer abschätzen kann. Gerade hier hat das Projekt „SeeZeichen“ wertvolle Grundlagenarbeit geleistet – schließlich waren die Auswirkungen von Stoffeinträgen aus dem Grundwasser nicht nur am Bodensee, sondern auch in anderen Seen weitgehend unbekannt.

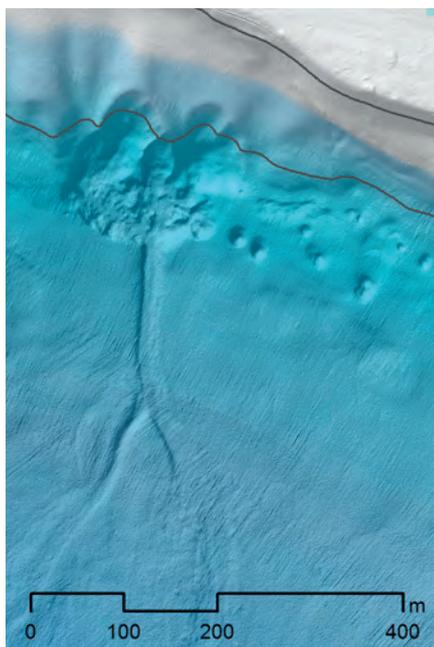
Dabei waren neben den Seenfachleuten auch Wissenschaftler gefragt, die wissen, wie man die Vorgänge in einem natürlichen Ökosystem wie dem Bodensee am Computer modelliert. So entstand ein „Methoden-Werkzeugkasten Grundwasser“: Mit einer Kombination aus verschiedenen Messmethoden, Messgeräten, Auswertemethoden und Modellrechnungen können nun Grundwasserzutritte in einem See gefunden und untersucht sowie ihr Beitrag zum Stoffhaushalt des Sees mengenmäßig bestimmt werden. Dabei wurden die am Bodensee gewonnenen Erkenntnisse erfolgreich auch auf zwei weitere Seen übertragen: den Ammersee in

Oberbayern und den kleinen Steisslinger See bei Radolfzell. Um von den im Rahmen des Projekts gewonnenen Erkenntnissen auch zukünftig profitieren zu können, soll nun die länderübergreifend aktive Arbeitsgemeinschaft „Grundwasser See Interaktionen“ gegründet werden

Informationen über das Projekt:  
<http://www.seezeichen-bodensee.de>

## SEEZEICHEN

Das jetzt abgeschlossene Forschungsprojekt „SeeZeichen“ dauerte insgesamt drei Jahre und wurde vom Bundesforschungsministerium als eines von 14 Verbundprojekten im Rahmen der Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland“ unterstützt. Federführend für die umfangreichen Forschungsarbeiten war das Langenargener Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Am Projekt beteiligt waren die Universitäten Bayreuth und Braunschweig sowie die Bodensee-Wasserversorgung und die Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner in Stuttgart. Das Fördervolumen betrug 1,2 Millionen Euro.



Im Überlinger See gibt es mehrere runde Grundwasserzutritte. Foto:Tiefenschärfe

## Ökologischer Hochwasserschutz am Alpenrhein

Mit dem Klimawandel werde die Gefahr besonders starker Hochwasserereignisse steigen, mahnen Forscher, die sich mit den Folgen der globalen Erwärmung beschäftigen. Sollte der Alpenrhein zwischen dem Bodensee und Chur nach massiven Niederschlägen über die Ufer treten, könnte dies jüngsten Schätzungen zufolge gewaltige Schäden von bis zu zehn Milliarden Euro nach sich ziehen.

Um dieses große Gefahren- und Schadenspotenzial zu verringern, haben die beiden Anrainerstaaten Schweiz und Österreich das Projekt

„Rhein, Erholung und Sicherheit“, kurz Rhesi, ins Leben gerufen. Damit soll der Hochwasserschutz so erhöht werden, dass der Rhein ein alle dreihundert Jahre zu erwartendes Hochwasser bewältigen kann. Dabei soll die Abflusskapazität so erhöht werden, dass bis zu 4,3 Millionen Liter Wasser pro Sekunde in Richtung Bodensee fließen können, ohne dass es Überschwemmungen gibt.

Die Planungen für das 26 Kilometer lange Projekt haben 2012 begonnen. Nun soll die Phase der Vorprüfung starten. Mit Baubeginn wird ab Ende

2021 gerechnet. Um dem Fluss mehr Platz zu geben, wird die Entfernung zwischen den Dämmen auf bis zu 350 Meter erweitert. Außerdem ist vorgesehen, dass an drei Stellen sogenannte ökologische Trittsteine verwirklicht werden: Hier soll sich der Alpenrhein in einem den natürlichen Verhältnissen angenäherten Flussbett an Kies- und Bauminselfen vorbei schlängeln. Die Verbreiterung des Rheins wird insgesamt zu rund 300 Hektar mehr Gewässerfläche führen.

Infos: [www.rheinregulierung.org](http://www.rheinregulierung.org)



Aufnahme 2015, links. So soll der Alpenrhein und die Mündung des Nebenflusses Frutz künftig aussehen: Der Fluss hat mehr Raum und natürliche Ablagerungen können ökologisch wertvolle Inseln bilden (Visualisierung rechts). Bilder: Planergemeinschaft Zukunft Alpenrhein, Büro Hydra

## VEREIN UNTERSTÜTZT DIE SEENFORSCHUNG

Vor annähernd hundert Jahren, im September 1920, wurde in Langenargen der damalige Verein für Seenforschung und Seenbewirtschaftung gegründet. Damit zählt er zu einer der ältesten Umweltvereine im Land. Der Name des Vereins war Programm, und so wurde bald das Institut für Seenforschung ins Leben gerufen. Lange Jahre war der Verein Träger des Instituts. 1960 wurde das Institut dann verstaatlicht, seit 1975 ist es Teil der damals neu gegründeten Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Den Verein der Freunde des Instituts für Seenforschung und des Bodensees e.V. gibt es auch heute noch. Er unterstützt die Arbeit des Instituts sowie Maßnahmen, die der Erforschung des Bodensees und seiner Zuflüsse dienen. In der Praxis bedeutet dies, dass

er vor allem dort einspringt, wo staatliche Mittel begrenzt sind. Dazu zählen die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, der Ausbau der Bibliothek oder die Finanzierung von externen Referenten, Publikationen, Tagungen und von Veranstaltungen, die den Bodensee zum Thema haben.

Da für all diese Aktivitäten nicht nur Wohlwollen, sondern auch Geld benötigt wird, freut sich der Verein über jedes neue Mitglied – der Mitgliedsbeitrag beträgt für Privatpersonen 25,00 Euro, für Institutionen ab 50 Euro. Die Mitglieder erhalten automatisch den „Seespiegel“, zudem informiert ein Newsletter über Events und neue Entwicklungen.

Informationen im Internet:  
[www.freunde-isf-bodensee.de](http://www.freunde-isf-bodensee.de)

**DER BODENSEE**  
„WIR SCHÜTZEN, WAS WIR LIEBEN“

Verein der Freunde des  
Instituts für Seenforschung  
und des Bodensees e.V.

## ZWEI SEETEILE – ZWEI PEGELSTÄNDE

**Im Obersee und im Untersee ist der Seespiegel unterschiedlich hoch – wobei die Differenz in den Pegelständen seit einigen Jahren stetig zunimmt. Ein Team aus Wissenschaftlern untersucht, woran das liegen könnte.**

Seit etwa zehn Jahren wächst die Differenz zwischen den Wasserständen im Obersee und im Untersee sowie zwischen dem Untersee und dem Hochrhein im Ausstrombereich des Bodensees. Für Bernd Wahl, Physiker am Institut für Seenforschung in Langenargen, ist dies „eine spannende Entwicklung, deren Ursachen wir in Kooperation mit Kollegen aus der Schweiz und dem Bereich der Unterwasserarchäologie näher untersuchen“.

Dass sich die Seenkundler mit Pegelständen und Strömungsverhältnissen im See beschäftigen, hat auch ganz praktische Gründe. So ist die Höhe der Wasserstände für die ökologisch bedeutsamen Ufer- und Flachwasserzonen von großer Bedeutung, genauso wie für verschiedene Nutzungen des Sees, allen voran die Schifffahrt. Hinzu kommt ein wichtiger kulturhistorischer Aspekt: Durch eine verstärkte Erosion des Seegrunds im Uferbereich können prähistorische Siedlungsreste wie beispielsweise die Pfähle steinzeitlicher Pfahlbauten freigelegt und in der Folge zerstört werden. Das war den Archäologen besonders in den Ausstrombereichen des Bodensees aufgefallen.

Als die Seenexperten die Pegeldaten genauer unter die Lupe nahmen, ergab sich für den Zeitraum von 2007 bis 2015 gegenüber der Zeit zwischen 1985 bis 2006 ein deutli-



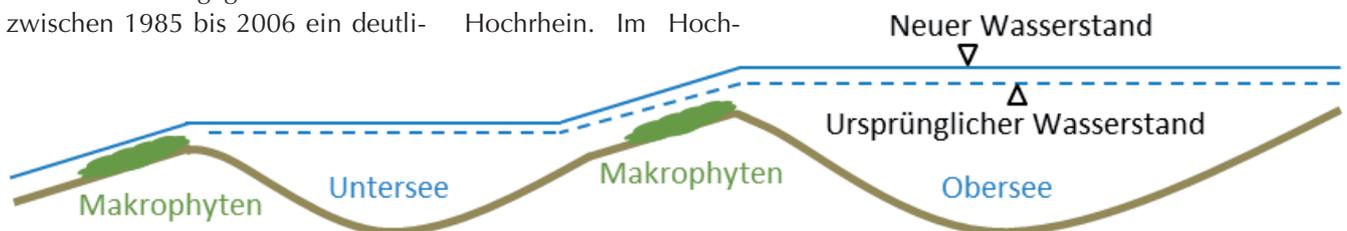
Im Bereich der Abflüsse von Obersee und Untersee wachsen verstärkt Wasserpflanzen, die den jeweils darüberliegenden Seeteil aufstauen. Foto: Dienst/Mainberger

cher Anstieg der Differenzen in den mittleren Wasserständen: Zwischen Obersee und Stein am Rhein waren es 24 Zentimeter und zwischen Untersee und Stein am Rhein elf Zentimeter.

Die Frage war nun: Nimmt die Differenz in den Pegelständen zu, weil sich das Wasser am Ausfluss der beiden Seeteile staut – oder weil die Wasserstände in den unteren Gewässerabschnitten sinken? Die Analysen ergaben eine klare Antwort: Das Wasser staut sich verstärkt zwischen Obersee und Untersee sowie zwischen Untersee und Hochrhein. Im Hoch-

rhein bei Stein am Rhein sind die Wasserstandsverhältnisse annähernd stabil geblieben.

Dies könnte zum einen darin liegen, dass sich der Abflussquerschnitt in den Abflussbereichen verringert hat. Zum anderen könnte sich der Fließwiderstand in diesen Bereich erhöht haben, beispielsweise durch Wasserpflanzen. Letzteres scheint der Grund für den Anstieg der Pegeldifferenz zu sein. Das zeigen aktuelle Pflanzenkartierungen, die mit Hilfe von Tauchern, aber auch aus der Luft mit Drohnen durchgeführt wurden.



So erhöht der Bewuchs mit Wasserpflanzen (Makrophyten) den Wasserstand.

### Laichkraut

Vor allem das seltene Schweizer Laichkraut (*Potamogeton helveticus*), das sich in jüngster Zeit deutlich vermehrt hat, spielt bei der Entstehung der Pegel-Differenzen eine wichtige Rolle: „Das Schweizer Laichkraut ist besonders geeignet, einen solchen

Aufstau hervorzurufen. Diese krauti-ge Art bildet vor allem in strömungsreichen Gewässerabschnitten dichte Bestände und ist zudem auch im Winter grün“, sagt Bernd Wahl vom Langenargener Institut für Seenforschung. Für den Gewässerexperten ist dies al-

lerdings kein Anlass zur Sorge: Dass diese Wasserpflanze wieder verstärkt im Bodensee vorkomme, zeige, dass der See sich auf gutem Weg befindet – und schließlich sei das Schweizer Laichkraut auch in früheren Zeiten im Abflussbereich des Sees gewachsen.

## DER „SEESPIEGEL“ IN NEUEM GEWAND

Nichts ist so beständig wie der Wandel – dieses alte Sprichwort trifft auch auf den „Seespiegel“ zu. Und deswegen präsentiert er sich nun in einem frischeren Design. An aktuellen Themen hat sich allerdings nichts geändert: Nach wie vor informiert die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) mit dem „Seespiegel“ alle interessierten Leser kompetent und unterhaltsam über die neuesten Entwicklungen im See sowie über aktuelle Forschungsarbeiten. Dies gehört zu den Kernaufgaben der IGKB, denn schließlich können die Menschen nur das schätzen und schützen, was sie kennen. Daher ist es der IGKB wichtig, mit dem „Seespiegel“ eine möglichst breite Öffentlichkeit zu erreichen.

Deshalb gibt es ab dieser Ausgabe noch eine weitere Neuerung: Auf Wunsch erhalten Sie den „Seespiegel“ nun auch per E-Mail: Sie müssen sich dazu nur auf der Homepage der IGKB ([www.igkb.org](http://www.igkb.org)) unter der Rubrik Seespiegel (im Bereich „Aktuelles“) anmelden – dann wird Ihnen der „Seespiegel“ als pdf-Datei automatisch nach Erscheinen zugesandt.

Apropos Erscheinungstermin: Auch dieser hat sich geändert. Um aktuell über die neuesten Themen und Diskussionen bei der jährlichen Tagung der Gewässerschutz-Kommission berichten zu können, wird die Frühjahrsausgabe bereits Anfang Mai erscheinen. Die Herbstausgabe folgt dann ebenfalls etwas eher, nämlich im November.



## EDITORIAL



**Peter Fuhrmann**

Als ich 1995 tournusgemäß den Vorsitz der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) übernahm, waren die Nachwehen der übermäßigen Anreicherung des Bodensees mit dem wichtigsten Algennährstoff Phosphor noch deutlich festzustellen: Seit dem Höhepunkt der Eutrophierung Ende der 1970er Jahre nahmen zwar die Phosphorkonzentrationen dank der konsequenten Abwasserreinigung kontinuierlich ab, der sozusagen auf Diät gesetzte See erholte sich aber nur langsam von diesem Nährstoffschub. So

mahnte die IGKB im damals gerade neu publizierten „Seespiegel“, dass der Seezustand noch lange nicht stabil sei.

Inzwischen haben die Phosphorkonzentrationen seit nunmehr zehn Jahren Werte erreicht, die nahe an die natürlichen Verhältnisse eines großen Alpensees herankommen. Die deutlich reduzierten Phosphorkonzentrationen im See sind für die IGKB, die sich als Schutzpatronin des Sees versteht, sehr erfreulich. Aber ausruhen kann sie sich auf diesem Erfolg nicht. Dazu sind die neuen Herausforderungen zu groß, die der See und die IGKB noch zu meistern haben.

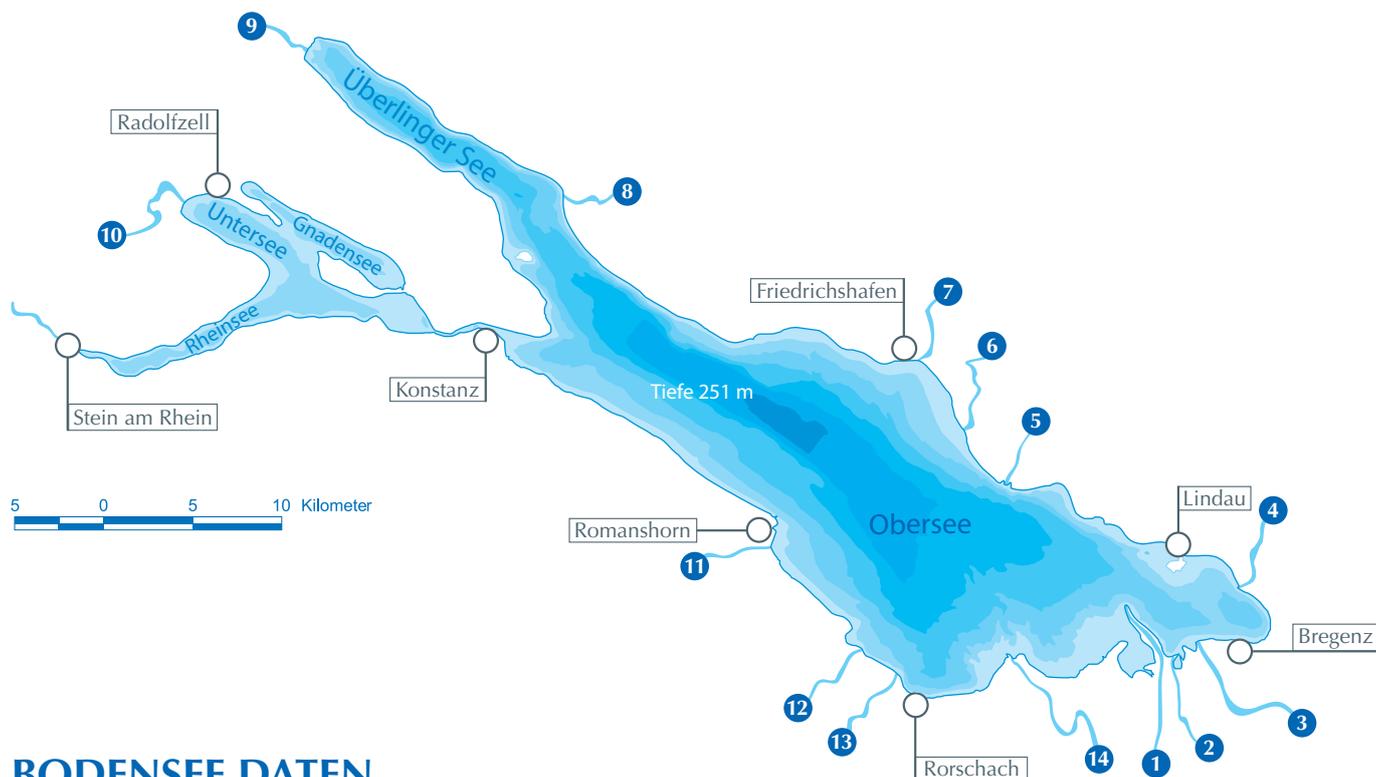
Dazu zählen insbesondere die Folgen der Klimaerwärmung. In den vergangenen Jahren führten die steigenden Wassertemperaturen unter anderem zu einer schlechteren Durchmischung des Sees im Winter und, damit verbunden, einer ungenügenden Versorgung der tiefen Wasserschichten mit Sauerstoff. Zwar konnte der See dank des kalten Winterhalbjahres wieder einmal viel Sauerstoff tanken, aber das Problem dürfte die IGKB auch in den kommenden Jahren beschäftigen. Sie wird streng

darauf achten, dass der See im Hinblick auf die Nährstoffe auf dem jetzigen niedrigen Niveau bleibt.

Weiterhin wird die IGKB die Veränderungen der Lebensgemeinschaften im See genau verfolgen, die teilweise durch die jetzt wieder naturnahen Nährstoffverhältnisse sowie die steigenden Temperaturen bedingt sind. Umso wichtiger ist es für die IGKB, das Forschungsprojekt „SeeWandel“ zu unterstützen, mit dem die Reaktionen und die Anpassungsfähigkeit des Sees auf neue Herausforderungen untersucht werden – sei es die Einwanderung einer neuen Art wie jetzt der Quagga-Muschel, die Massenentwicklung von Stichlingen oder der Rückgang der Felchenerträge.

Es hat sich also viel getan in den vergangenen 23 Jahren – und die IGKB hat in dieser Zeit große Verbesserungen erreicht. Das ist Ansporn genug, sich auch in Zukunft mit ganzer Kraft für das Wohl des Sees einzusetzen.

Peter Fuhrmann,  
Umweltminister  
Baden-Württemberg,  
Vorsitzender der IGKB



## BODENSEE DATEN

Seebecken: (Ober- und Untersee)		Bodenseezuflüsse:		Uferlängen:	
				in km	in %
Meereshöhe ü. NN:	395 m	1 Rhein	8 Seefelder Aach	insgesamt	273 100
Oberfläche gesamt:	536 km <sup>2</sup>	2 Dornbirnerach	9 Stockacher Aach	Baden-Württemberg	155 57
Obersee:	473 km <sup>2</sup>	3 Bregenzerach	10 Radolfzeller Aach	Bayern	18 7
Untersee:	63 km <sup>2</sup>	4 Leiblach	11 Salmsach	Österreich	28 10
tiefste Stelle:	251 m	5 Argen	12 Steinach	Schweiz	72 26
Rauminhalt:	48 km <sup>3</sup>	6 Schussen	13 Goldach		
Uferlänge:	273 km	7 Rotach	14 Alter Rhein		
größte Länge im See:	63 km				
größte Breite im See:	14 km				

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

## SEELEXIKON

### SEEZEICHEN

Wie in jedem großen Gewässer gibt es auch am Bodensee Seezeichen, mit denen die Schifffahrt geregelt wird. Meist erschließen sie sich schon durch ihre Zeichen: Ein rot durchgestrichener Anker symbolisiert ein Ankerverbot, ein durchgestrichenes P ein Liegeverbot und zwei durchgestrichene Wellen das Verbot, schädlichen Wellenschlag oder einen Sog zu erzeugen. Auch links und rechts oder oben und unten angebrachte Dreiecke in einem

viereckigen Rahmen sind leicht verständlich: Sie weisen auf begrenzte Fahrwassertiefen sowie auf beschränkte Höhen oder Breiten der Durchfahrt. Und ein auf die Spitze gestelltes Quadrat, dessen eine Hälfte grün ist, markiert eine Fahrrinne.

Es gibt aber auch Seezeichen, die nur für den Bodensee gelten: die großen quadratischen Nummer tafeln, also eine schwarze Ziffer auf weißem Grund, manchmal ergänzt durch einen Kleinbuchstaben. Sie kennzeich-

nen die Zwei-Meter-Linie, was bedeutet, dass es seewärts von dem Zeichen tiefer als zwei Meter ist, wenn der Pegel in Konstanz mindestens 2,5 Meter anzeigt. Die Tafeln beginnen am Konstanzer Hafen mit der 1, verlaufen im Uhrzeigersinn um den See über Bayern und Österreich und enden an der schweizerischen Grenze vor der Mündung des Alten Rheins mit 99. Dann beginnen sie neu mit der 1 und enden in Kreuzlingen mit der 40.

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)

### Redaktion und Gesamtherstellung:

Bruno Blattner, IGKB  
e. kurz + co, Stuttgart

### Kontakt und Bezug:

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