

# Seespiegel

Nr. 28

Dezember  
2008

## Computermodell hilft dem Bodensee

**Was passiert im Bodensee, wenn sintflutartige Regenfälle niedergehen? Und wie breitet sich eine Ölfahne nach einem Unglück aus? Mit dem europaweit einzigartigen Computermodell BodenseeOnline werden Gefahren frühzeitig erkennbar, sodass man sie besser bekämpfen kann.**

Am Großrechner lassen sich heute äußerst komplexe Verhältnisse simulieren: Man kann durch virtuelle Räume schreiten, Verbrennungsvorgänge im Motor simulieren oder verfolgen, wie sich die Treibholz- und Sedimentfracht eines Zuflusses nach einem starken Regen im Bodensee

ausbreitet. Doch damit der Computer weiß, was er berechnen soll, sind umfangreiche Vorarbeiten notwendig: unzählige Messungen, die Anlage von Datenbanken, vielfältige Programmierarbeiten und schließlich die Überprüfung, ob die berechneten Daten und Prognosen auch mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

Am Bodensee ist in den vergangenen Jahren in einem groß angelegten Verbund-Forschungsprojekt ein solches Informationssystem geschaffen worden. Es heißt BodenseeOnline und dient der Vorhersage beispielsweise von Strömungsverhältnissen und damit der Verteilung von Plankton, Nähr- und Schadstoffen sowie von Schwebstoffen im See. Diese Faktoren sind für die (Trink-)Wasserqualität von ent-

scheidender Bedeutung. An der Entwicklung des Informationssystems war neben zahlreichen weiteren Institutionen auch die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee beteiligt. Unter anderem hat sie ihre seit Jahren erhobenen seenkundlichen Daten zur Verfügung gestellt.

Wie jetzt auf einem Symposium in Langenargen eindrucksvoll demonstriert wurde, ist BodenseeOnline nun reif für den Alltagseinsatz. Wasserversorger, Wasserschutzpolizei sowie die internationale Schadenabwehr am See können von diesem einzigartigen Informationssystem ebenso profitieren wie die Forscher: Sie können mit Hilfe des Modells die Folgen langfristiger Entwicklungen wie etwa der Klimaerwärmung besser abschätzen.



Blick über die Anlagen der Bodenseewasserversorgung auf den Überlinger See

Foto: Petek/www.luftbild.com

## Wasserpflanzen zeigen sauberen Bodensee an

Der Bodensee ist nährstoffärmer geworden: Wurden Anfang der 1990er Jahre noch 30 Milligramm Phosphor in tausend Liter Wasser gemessen, so sind es heute gerade einmal acht Milligramm. Die Entwicklung hin zu den ursprünglich am Bodensee herrschenden Nährstoffverhältnissen macht sich nun auch in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft der Unterwasserpflanzen bemerkbar. Bei den submersen Makrophyten, wie die Fachleute sagen, finden sich zunehmend nährstoffarme Verhältnisse anzeigende (oligotrophente) Arten. Das hat eine seeweite Kartierung ergeben. Durchgeführt wurde sie von 2006 bis 2008 vom Wasserwirtschaftsamt Kempten im Rahmen des Schwerpunktprogramms Ufer- und Flachwasserzone der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee.

Im Vergleich zur letzten Makrophyten-Kartierung im Jahr 1993 hat sich der ökologische Zustand des Sees insgesamt verbessert, und zwar sowohl im Obersee als auch im etwas nährstoffreicheren Untersee. Besonders bemerkenswert ist – neben dem

Wiederfund des als verschollen eingestuftes Schimmernden Laichkrauts (siehe unten) – die starke Ausbreitung oligotrophenter Arten, zu denen die Armleuchteralgen zählen. Kam die Rauhe Armleuchteralge (*Chara aspera*) vor 15 Jahren nur in Teilen des Untersees sowie in der Fußacher Bucht am österreichischen Seeufer vor, so ist sie heute wieder weit verbreitet – „im Untersee und Überlinger See in unterseeischen Wiesen gigantischer Ausdehnung“, wie die Biologen begeistert berichten.

Auch früher sehr seltene Arten sind nun wieder auf dem Vormarsch wie etwa die Gemeine Armleuchteralge (*Chara tomentosa*) oder eine Reihe von Laichkräutern, so das Schweizer-, das Flutende- und das Haar-Laichkraut (*Potamogeton helveticus*, *P. nodosus* und *P. trichoides*).

Inzwischen ist die Klimaerwärmung offenbar in der Welt der Unterwasserpflanzen

angekommen. So haben die Forscher eine Zunahme des Mittleren Nixenkrautes (*Najas marina intermedia*) festgestellt, einer Wärme liebenden Art. Für ihre Schwesternart, das Kleine Nixenkraut (*Najas minor*), ist es aber im Bodensee wohl noch zu kalt. Diese in subtropischen Gewässern vorkommende Art hat sich nicht weiter ausgebreitet. Sie ist, wie schon 1993, nur in der sehr flachen und



Taucher bei der Makrophytenkartierung

Foto: WWA Kempten

## Verschollenes Laichkraut entdeckt

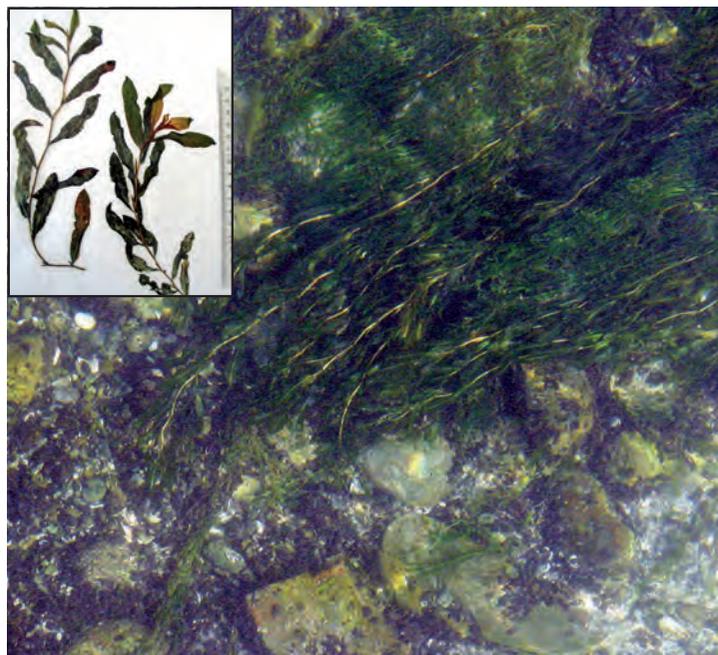
Seit den 1950er Jahren galt es am Bodensee als verschollen: das Schimmernde Laichkraut. Nun wurde es wiederentdeckt – im Rahmen der oben beschriebenen seeweiten Kartierung der Unterwasserpflanzen. Bei ihrer Bestandsaufnahme stießen die Biologen Fritz Bauer, Martin Huber und Raimund Harlacher nahe der Insel Wehrd bei Stein am Rhein auf dieses seltene und als stark gefährdet eingestufte Laichkraut.

Streng genommen handelt es sich dabei um keine eigene Art, sondern um einen so genannten Bastard, der selber keine Samen mehr bilden kann. Die „Eltern“ sind das Graslaichkraut (*Potamogeton gramineus*) und das durchwachsene Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*). Botanisch wird die

se ungewöhnliche Herkunft durch die besondere Schreibweise mit „x“ signalisiert: *Potamogeton x nitens*.

Das schimmernde Laichkraut gab es lange Zeit nicht mehr im See – wahrscheinlich deswegen, weil auch ein Elternteil, das Graslaichkraut, fast völlig verschwunden war. Diese nährstoffarme Verhältnisse liebende Art konnte 1993 nur noch an einer einzigen Stelle im Untersee gefunden werden, und zwar beim Wollmattinger Ried. Da das Graslaichkraut jetzt wieder an drei Standorten gefunden wurde – darunter auch im Obersee – gibt es jetzt

auch für den „unehelichen“ Ableger, das Schimmernde Laichkraut, wieder höhere „Zeugungschancen“.



Schillerndes Laichkraut (*Potamogeton x nitens*) Foto: WWA Kempten

## Trinkwasserspeicher erster Güte

**Über die hervorragende Qualität des Wassers im Bodensee können ausländische Wasserexperten oft nur staunen. Sie kommen daher gerne an den See, um sich über Trinkwassergewinnung und Reinhaltmaßnahmen zu informieren. Ein Erfahrungsbericht.**

Isao Somiya lächelt – aber selbst sein typisch japanisch-freundliches Lächeln kann seine Ungläubigkeit nicht überdecken. Ein so großer und dicht besiedelter See soll sauber genug sein, um sein Wasser ohne Weiteres trinken zu können? Nein, was ihm die Experten des Langenargener Seenforschungsinstituts da berichten, das kann der emeritierte Professor der japanischen Kyoto-Universität einfach nicht glauben. An den Bodensee ist Somiya als Chef des Komitees zur Sicherung der Wasserqualität des japanischen Biwa-Sees und Leiter einer siebenköpfigen Expertendelegation gekommen.

Sicher, auch am ähnlich großen, aber deutlich flacheren japanischen Biwa-See nordöstlich der Millionenstadt Osaka sind enorme Anstrengungen zur Verbesserung der Wasserqualität unternommen worden. Doch der Erfolg war bisher lange nicht so durchschlagend wie am Bodensee. Um die Situation weiter zu verbessern, wurde in den 1990er Jahren sowohl eine Biwasee-Schutzorganisation als auch ein Forschungs- und Entwick-



*Japanische Delegation mit Herbert Löffler vom Institut für Seenforschung (Mitte)*

*Foto: Zintz*

lungszentrum für die Verbesserung der Wasserqualität gegründet.

Doch bis man das Wasser aus dem Biwa-See wieder ohne aufwendige Aufbereitung trinken kann, dürfte noch einige Zeit vergehen – wenn sich dieses Ziel überhaupt erreichen lässt. Dagegen unterschreitet das Wasser des Bodensees die strengen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung problemlos. Die Aufbereitung des Rohwassers zu Trinkwasser beschränkt sich hier im Normalfall auf die sichere Abtötung von Krankheitserregern und die weitergehende Entfernung unerwünschter Teilchen, etwa von Planktonresten oder von Sedimentpartikeln, die bei Hochwasser eingeschwemmt wurden.

Während man sich am Biwasee „nur“ um die Qualität des Rohwassers kümmern muss, haben die Wasser-

versorger in Jordanien ganz andere Sorgen. Niederschlag fällt dort – wenn überhaupt – nur im Winterhalbjahr. So gehört das Land zu den wasserärmsten Gebieten der Erde. Selbst in der Hauptstadt Amman wird nur einmal in der Woche Wasser in das Leitungsnetz gepumpt. „Wer dann seine Vorratsbehälter nicht auffüllt, muss bis zur nächsten Wasserlieferung warten“, berichtet Saleh Rusheidat. Der Bauingenieur war sechsmal Minister und dabei unter anderem für die Wasserversorgung seines Landes zuständig. Heute ist er Vizepräsident einer großen jordanischen Ingenieurgesellschaft.

In Akaba, der aufstrebenden Stadt am Roten Meer, beschenken Grundwasserquellen den Menschen immerhin den Komfort einer Wasserversorgung rund um die Uhr. Darauf ist Imad Zureikat, der Chef der Wasserversorgung von Akaba, auch ziemlich stolz. Doch wie überall in Jordanien müssen auch hier immer mehr Menschen mit dem kostbaren Nass versorgt werden – eine gewaltige Herausforderung. So sind die beiden Experten an den Bodensee gekommen, um sich von Hans Mehlhorn, dem Technischen Direktor der Bodensee-Wasserversorgung (BWV), darüber informieren zu lassen, wie die BWV Trinkwasser gewinnt, aufbereitet und über ein mehr als 1700 Kilometer langes Rohrnetz verteilt. Auch in Jordanien will man nun eine 350 Kilometer lange Leitung bauen, die Amman mit dem Wasser aus 85 neu erschlossenen Quellen südlich der Hauptstadt versorgen soll.



*Delegation aus Jordanien (von rechts): Imad Zureikat, Sahleh u. Mona Rusheidat sowie Hans Mehlhorn von der Bodenseewasserversorgung*

*Foto: Blattner*

## Ein Hafen mit neuen Ufern

**In den vergangenen Jahrhunderten hat der Mensch den Ufern des Bodensees seinen Stempel aufgedrückt – in Form von Beton, Mauern und Hafenanlagen. Doch seit Ende der 1980er Jahre werden die negativen ökologischen Folgen im Zuge von Uferrenaturierungen abgemildert. Ein frühes Beispiel ist der Hafen von Lindau-Zech.**

Wie rettet man eine rutschende Hafenmole und schafft gleichzeitig eine ökologische Verbesserung? Am besten durch Renaturierung – so dachte man sich Ende der 1980er Jahre beim zuständigen Wasserwirtschaftsamt Kempten, als es um die Sanierung der maroden Mole im Hafen von Lindau-Zech ging. Bei Sturm hatten die vom See her kommenden Wellen genauso an dem 1971 errichteten Bauwerk genagt wie die Leiblach, die südlich vom Hafen in den See mündet. Die Folgen: bereits in den 1980er Jahren war die Mole streckenweise unterspült worden und senkte sich, so dass sogar der auf ihr führende Fahrweg teilweise zerstört wurde. „Die Standsicherheit war nicht mehr gegeben“, erinnert sich Fritz Bauer vom Wasserwirtschaftsamt Kempten.

So wurde im Frühjahr 1989 mit der Sanierung und Renaturierung des Hafensbereichs begonnen, im Dezember war die etwa 240.000 Euro teure Maßnahme abgeschlossen. Wie auf den Luftbildern gut zu erkennen ist, wurde die vormals steile Mole seeseitig abgeflacht. Zur Stabilisierung dienten Wasserbausteine auf Höhe der Niedrigwasserlinie. Danach wurde die neue flache Böschung aufgefüllt und abgedeckt, und zwar mit einer „erosionsstabilen Steinschüttung“, wie die Wasserexperten betonen.

Ein weiterer wichtiger Nebeneffekt dieser Maßnahme war die Veränderung der Strömungsverhältnisse. Am Lindauer Ufer landet nämlich regelmäßig massenhaft Treibholz an, das vor allem bei Hochwasser über die Alpenzuflüssen in den See gelangt und durch die vorherrschende Strömung ans Nordostufer des Sees geschwemmt wird. Durch die Umgestaltung der Ufer im Bereich des Hafens

Lindau-Zech wird nun eine veränderte Strömung erzeugt, durch die das unerwünschte Treibgut im so genannten Treibzeugtrichter angeschwemmt wird. Somit kann es direkt am Gelände der Seemeisterstelle Lindau relativ einfach aus dem See entnommen werden.

Wie gut und stabil diese ökologische Sanierung ihre Schutzfunktion erfüllt, zeigte sich beim legendären Pfingsthochwasser 1999. Im Gegensatz zu mit Mauern, Beton und anderen Bauwerken „stabilisierten“ Ufer-

abschnitten, die bei dem Hochwasser mehr oder weniger stark beschädigt wurden, waren im renaturierten Bereich des Hafens Lindau-Zech keine Schäden festzustellen.

Insgesamt beurteilt das Wasserwirtschaftsamt Kempten die Auswirkungen des naturnahen Ausbaus positiv: „Die Stabilität der Mole wurde wieder hergestellt und neben dem Landschaftsbild hat sich auch die ökologische Wirksamkeit deutlich verbessert“, berichtet Bauer – was auch die Gütekartierung (vgl. Bilder unten) zeigt.



**Hafenmole Lindau Zech: vor der Renaturierung (1988 oben) und danach in den Jahren 2000 (Mitte) und 2006 (unten)**  
Fotos WWA Kempten

## Editorial

Als Delegierter der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) einerseits und Vorsitzender der Kommission Umwelt der Internationalen Bodensee Konferenz (IBK) andererseits werde ich immer wieder gefragt, wie sich die Ziele und die Aufgabenteilung der beiden Organisationen voneinander unterscheiden. Dahinter steckt oft die Vermutung, dass es zu mancherlei Doppelspurigkeiten und Überschneidungen kommt und dass sich die beiden Organisationen vielleicht auch Konkurrenz machen.

Sowohl die IGKB als auch die IBK sind Regierungsorganisationen. Doch während die IGKB auf einem Staatsvertrag beruht, ist die IBK ein kooperativer Zusammenschluss der an den See grenzenden und mit ihm verbundenen Länder und Kantone. Bei der IBK, einem politischen Organ, sind die Regierungschefs die Entscheidungsträger; bei der IGKB, einer Fachorganisation, wird auf Fachbehördenebene des Bereichs „Gewässerschutz“ entschieden.

Die IBK sieht ihre Aufgaben und Ziele im Erhalten und Fördern der gesamten Bodenseeregion als attraktiven Lebens-, Natur-, Kultur- und Wirtschaftsraum. Dazu soll eine ver-



*Erich R. Müller, Chef des Amtes für Umwelt des Kantons Thurgau*

stärkte regionale Zusammenarbeit dienen. Die IGKB wiederum ist beauftragt, den Zustand des Bodensees zu überwachen, Belastungsursachen festzustellen, koordinierte und vorbeugende Massnahmen – etwa bei der Schadensabwehr – zu empfehlen, die Anliegerstaaten zu beraten, geplante Nutzungen des Sees zu erörtern sowie Öffentlichkeitsarbeit zu leisten.

Bei der IBK soll durch gemeinsam erarbeitete Politikbereiche und Projekte ein nachhaltiger Beitrag zur Überwindung der Grenzen in der Region geleistet werden. Daher sind neben den an den Bodensee grenzenden Staaten auch das Fürstentum

Liechtenstein und die Kantone Schaffhausen, Zürich sowie die beiden Appenzeller Kantone Mitglied der IBK. Die Aufgabenbereiche der IGKB wiederum werden durch das Gewässernetz der Zuflüsse zum Bodensee bestimmt. Folglich ist hier auch der Kanton Graubünden Mitglied, weil sein Wasser größtenteils via Rhein in den Bodensee fließt. Da die Gewässer der Kantone Zürich und Schaffhausen nicht in den Bodensee fließen, sind sie auch keine Partnerkantone der IGKB.

Als Teil des Ziels, einen attraktiven Lebens-, Natur-, Kultur- und Wirtschaftsraum rund um den Bodensee zu erhalten, will die IBK im engeren Bereich „Gewässer“ die ökologische Stabilität des Sees und seine Funktion als Trinkwasserspeicher schützen und erhalten, die natürlichen Ufer wieder herstellen und ökologisch intakte Zuflüsse nachhaltig sichern. Diese Ziele verfolgt auch die IGKB. Um Doppelspurigkeiten zu vermeiden, setzt die IBK auf eine weiterhin gute und enge Zusammenarbeit mit der IGKB und unterstützt ihre laufenden Aktivitäten im Sinne deren Richtlinien und des Aktionsprogramms Bodensee 2004 – 2009.

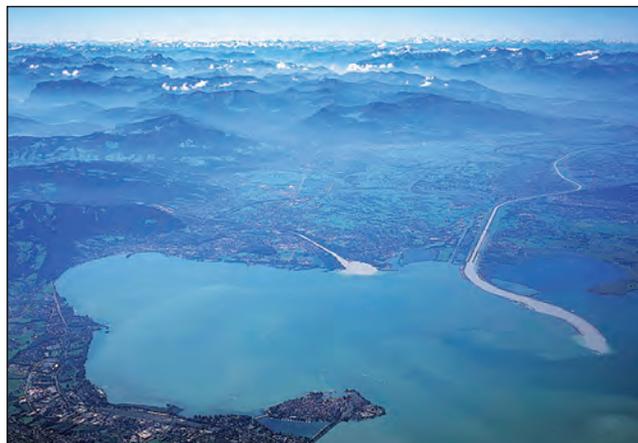
## Wo lagern sich die Schwebstoffe ab?

Nachdem die Rheinmündung im Jahr 1900 von Rheineck um etwa zwölf Kilometer nach Osten in die Harder und Fußacher Bucht verlegt wurde, führte dies alsbald zu umfangreichen Ablagerungen der mit dem Fluss transportierten Schwebstoffe. Seit 1911 wird daher etwa alle zehn Jahre der südöstliche Teil des Bodensees vermessen, um die Veränderungen der Rheinmündung und die durch die Zuflüsse verursachten Ablagerungen im See zu dokumentieren und mengenmäßig zu erfassen.

Im vergangenen März wurde wieder eine solche Vermessung durchgeführt – erstmals nun mit Hilfe eines präzisen satellitengestützten Echolot-systems. Zudem wurden Sediment-

kerne gezogen, um die Höhe der Ablagerungen zu bestimmen. Im Vergleich zur letzten Seegrundaufnahme im Frühjahr 1999 wurde ein „Differenzvolumen von 17 Millionen Kubikmeter“ festgestellt, wie es im Bericht der österreichischen Arbeitsgruppe heißt. Das bedeutet, dass sich etwa 1,8 Millionen Kubikmeter Material pro Jahr im Mündungsbereich von Rhein, Bregenzerach und Dornbirnerach abgelagern.

Interessanterweise wurden in der Fußacher Bucht und in den Flachwas-



*Die Rheinvorstreckung*

*Foto: Petek/www.luftbild.com*

serbereichen vor dem Rohrspitz und Hard keine neuen Sedimentauflagen festgestellt. Die so genannte Rheinvorstreckung, also die kanalartige Einleitung des Rheins in den See, verhindert hier offenbar eine weitere Verlandung.

# Bodensee-Daten

## Seebecken:

bestehend aus Obersee und Untersee  
 Meereshöhe ü. NN: 395 m  
 Oberfläche gesamt: 536 km<sup>2</sup>  
 Obersee: 473 km<sup>2</sup>  
 Untersee: 63 km<sup>2</sup>  
 tiefste Stelle: 254 m  
 Rauminhalt: 48 km<sup>3</sup>  
 Uferlänge: 273 km  
 größte Länge: 63 km  
 größte Breite: 14 km

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

## Zuflüsse:

Einzugsgebiet des Bodensees:  
 11 500 km<sup>2</sup>  
 mittlere jährliche Wasserführung:  
 insgesamt ca. 370 m<sup>3</sup>/Sekunde

- ❶ Alpenrhein
- ❷ Dornbirnerach
- ❸ Bregenzerach
- ❹ Leiblach
- ❺ Argen
- ❻ Schussen
- ❼ Rotach
- ❽ Seefelder Aach
- ❾ Stockacher Aach
- ❿ Radolfzeller Aach
- ⓫ Salmsach
- ⓬ Steinach
- ⓭ Goldach
- ⓮ Alter Rhein



## Uferlängen:

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

# Impressum

## Herausgeber:

Internationale Gewässerschutzkommission  
 für den Bodensee (IGKB)  
[www.igkb.org](http://www.igkb.org)

## Redaktion:

Bruno Blattner  
 Umweltministerium  
 Baden-Württemberg  
 D-70182 Stuttgart  
 Tel.: 0049711 / 126 15 33

Marco Sacchetti  
 Departement für Bau und Umwelt  
 des Kantons Thurgau  
 CH-8510 Frauenfeld  
 Tel.: 004152 / 724 24 32

## Gesamtherstellung:

e. kurz + co., Stuttgart

Auflage 13 000

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](http://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](http://www.vorarlberg.at)

Schweiz:  
 Amt für Umwelt und Energie  
 des Kantons St. Gallen  
 Lämmlibrunnenstrasse 54  
 CH-9001 St. Gallen  
 Tel.: 0041+71 / 229 30 88  
 Fax: 0041+71 / 229 39 64  
[www.afu.sg.ch](http://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](http://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](http://www.igkb.org)  
[www.seespiegel.de](http://www.seespiegel.de)

## Seelexikon

### Die Internationale Rheinregulierung

Es ist schon sehr ungewöhnlich, dass man entlang eines großen Flusses in einen See hinauswandern kann. Am Bodensee geht das: Dort wird seit Jahrzehnten die Mündung des Alpenrheins immer weiter in den See hinaus verlagert. Der Grundstein für dieses Jahrhundertbauwerk wurde nach verheerenden Überschwemmungen im schweizerisch-österreichischen Rheintal gelegt: 1892 wurde mit einem Staatsvertrag zwischen den beiden Ländern die Internationale Rheinregulierung (IRR) ins Leben gerufen. Sie regelt den Umbau der Rheinstrecke und die Fortführung des Rheinkanals in den See hinaus, die so genannte Vorstreckung.

Heute fließt der Rhein nicht mehr in seinem alten Bett, sondern in einer von Dämmen begleiteten Rinne weitgehend geradlinig in den Bodensee. Durch den schnelleren Abfluss und die verschiedenen Bauwerke ist die Hochwassergefahr deutlich gesunken. Auch die Verlandung der Fußsacher und Harder Bucht ist zum Stillstand gekommen. Unumstritten ist die Rheinregulierung allerdings nicht, stellt sie doch einen gewaltigen ökologischen Eingriff sowohl in das Auensystem des Rheins als auch in das Mündungsgebiet im Bodensee dar.

