



Biotope in Baden-Württemberg

# NATurnaHE UFERBEREICHE UND FLACHWASSERZONEN DES BODENSEES



# Impressum

## Herausgeber

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-  
Württemberg (LfU)  
Griesbachstraße 1  
76185 Karlsruhe  
<http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de>

## ISSN

0945-2583  
Biotope in Baden-Württemberg 13  
„Naturnahe Uferbereiche und  
Flachwasserzonen des Bodensees“  
1. Auflage, 2001

## Manuskript

Dipl.-Biol. Ingo Kramer & Dipl.-Ing.  
agr. Dr. Alois Kapfer,  
Büro Dr. Kapfer – Landschaftsplanung +  
Landentwicklung  
Gartenstraße 3  
78532 Tuttlingen

## Bearbeitung, Gestaltung und Redaktion

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-  
Württemberg  
Abteilung 2 „Ökologie, Boden- und  
Naturschutz“

## Titelbildgestaltung

merz punkt, umweltorientierte design-  
agentur, Sandhausen

## Bildnachweis

Titelbild „Das Blaue Band – Bodensee-  
Strandrasen bei Hegne“ von M. Dienst;  
Rückseite „Wasservögel in der  
Konstanzer Bucht“ von A. Hafen;  
R. Berg 22; H. Dannenmayer 24, 25; A.  
Hafen 8, 31, 38, 41, 43; A. Kapfer 18  
oben, 34, 37; I. Kramer 16, 19, 29; D.  
Nill 26; B. Schall 14, 15; D. Schmidt 2,  
11; W. Schubert 20; M. Witschel 18  
unten, 35.

## Druck

GREISERDRUCK, Rastatt

## gedruckt auf

100 % Recyclingpapier aus Altpapier

## Vertrieb

Verlagsauslieferung der LfU bei der  
JVA Mannheim  
– Druckerei –  
Herzogenriedstr. 111  
68169 Mannheim  
Telefax: 0621/398-370

Karlsruhe: Januar 2001  
Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit  
Zustimmung des Herausgebers unter  
Quellenangabe und Überlassung von  
Belegexemplaren gestattet.

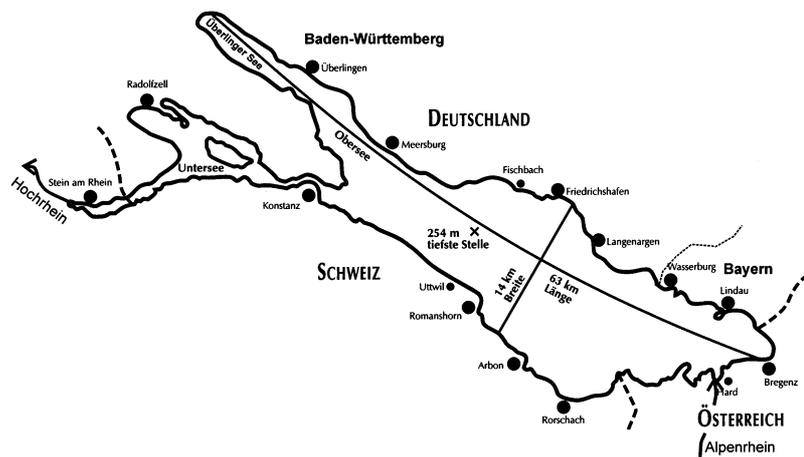
Biotope in Baden-Württemberg	(13)	1-47	1. Aufl. Karlsruhe 2001
------------------------------	------	------	-------------------------

## Naturnahe Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees

Der Bodensee – das Schwäbische Meer – ist mit dem 500 km<sup>2</sup> großen Obersee und dem mit 71,5 km<sup>2</sup> viel kleineren Untersee nach dem Genfer See (581,3 km<sup>2</sup>) der größte Alpenrandsee. Sein bis zu 254 m tiefes Becken wurde während der beiden letzten Eiszeiten vor über 15.000 Jahren von den mächtigen Eismassen des Rheingletschers und seinen Schmelzwässern eingetieft. Das rund 11.500 km<sup>2</sup> große, vom Alpenrhein dominierte Einzugsgebiet reicht bis in die hochalpinen Regionen der Schweiz, Österreichs, des Fürstentums Liechtenstein und sogar bis nach Italien. Somit prägt vor allem der Rhein, der seine gewaltigen Wassermassen in den See ergießt und den Überschuss wieder über den Hochrhein abführt, mit seinem alpinen Abflussgeschehen mit sommerli-

chem Hochwasser und winterlichem Niedrigwasser den Wasserhaushalt des Sees. Als große Ausnahme unter den heute meist vollständig wasserstandsregulierten übrigen Voralpenseen betragen die natürlichen jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserstandes des Bodensees trotz mancher Stauseen im Einzugsgebiet in Normaljahren immer noch knapp zwei Meter, in Extremjahren aber bis zu drei Meter.

Mit seiner mittleren Wassermenge von rund 50 km<sup>3</sup> und einem durchschnittlichen Zufluss von 370 m<sup>3</sup> pro Sekunde ist der Bodensee auch ein bedeutender Trinkwasserspeicher. Rund 4,5 Millionen Menschen, vor allem im Ballungsraum Stuttgart, sind zum Löschen ihres Durstes, für ihre Körperpflege und ihre sonstigen Bedürfnisse auf das saubere Wasser



Quelle: Seespiegel IGK Bodensee ([www.seespiegel.de](http://www.seespiegel.de))

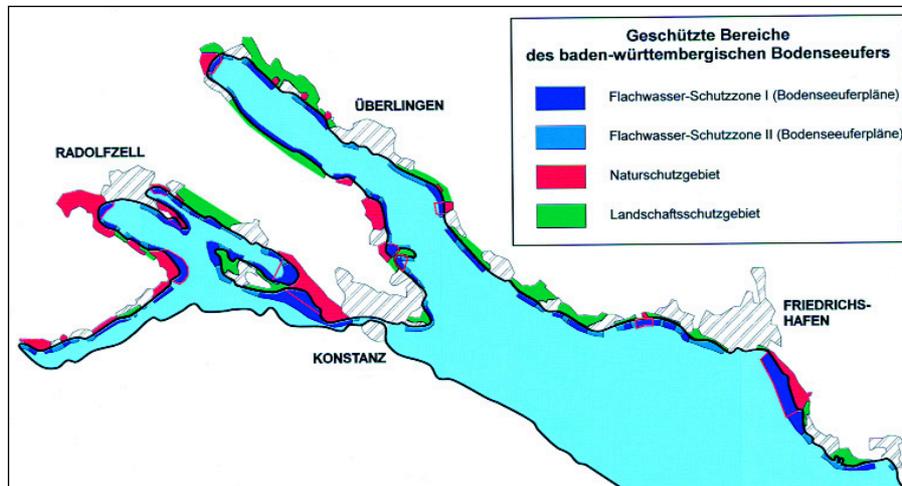
des Bodensees angewiesen. Mit seiner Lage am Fuß der Alpen, seiner guten Erreichbarkeit über Autobahnen, Flugplätze und Bahnlinien, seinem warmen, angenehmen Klima sowie seiner großen Wasserfläche und seiner guten Wasserqualität ist der Bodensee und sein Umfeld einer der attraktivsten Wohn-, Arbeits-, Freizeit- und Erholungsräume Mitteleuropas. Mehr als 1,3 Millionen Menschen wohnen und arbeiten heute im engeren Umfeld des Sees. Rund 55.000 zugelassene Wasserfahrzeuge tummeln sich auf seiner Wasserfläche. Und an manchen heißen Sommertagen genießen Hunderttausende ein erfrischendes Bad im See.

### Die Ufer- und Flachwasserbereiche – Zentren des Artenreichtums und Schutzmantel für den See

Eine Besonderheit des Bodensees sind seine ausgedehnten Ufer- und Flachwasserbereiche. Mit ihrer außergewöhnlichen Tier- und Pflanzenwelt, ihrem im Vergleich zum freien Wasser erhöhten Stoffumsatz sowie ihrer außerordentlichen Bedeutung als Laich-, Brut- und Nahrungsgebiete gelten diese als ökologisch wirksamste, zugleich aber auch empfindlichste Zonen des Sees. Insbesondere die Selbstreinigungskraft und das Puffervermögen gegenüber Beeinträchtigungen wird entscheidend von dieser Zone bestimmt. Ohne die markanten, gehölzbestandenen Uferwälle, die



Naturnaher Uferbereich der Halbinsel Mettnau; die Flachwasserzone ist durch die aufgewühlte Wyse gut zu erkennen.



Geschützte Bereiche des baden-württembergischen Bodenseeufer  
 (Quelle: Bodenseeuferplan 1984; Regionalverband Hochrhein-Bodensee)

weiten, im Herbst und Winter goldgelb leuchtenden Ried- und Röhrichtgürtel, die im Frühsommer blumenbunten Strandrasen sowie die im Sonnenlicht vom kalkigen Untergrund weiß schimmernden Flachwasserzonen besäße der Bodensee nur einen Bruchteil seines lieblichen Charmes.

Um die Ufer- und Flachwasserzone mit ihrer besonderen Tier- und Pflanzenwelt in ihrem Bestand und ihrer Funktion für die Zukunft zu sichern, sind die naturnahen Uferbereiche und die naturnahen Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees seit dem 1. Januar 1992 nach § 24 a des Naturschutzgesetzes von Baden-Württemberg geschützt. Ein Auszug aus diesem so genannten „Biotopschutzgesetz“, das zur Erhaltung der Vielfalt von Fauna und Flora beitragen soll, findet sich im Anhang dieses Heftes. Von den rund 53 km<sup>2</sup> großen Uferberei-

chen und Flachwasserzonen des baden-württembergischen Bodensees liegen 26 km<sup>2</sup> (49 %) am Untersee und 27 km<sup>2</sup> (51 %) am Obersee, davon 12 km<sup>2</sup> (23 %) am Überlinger See. Weniger als 10 % des gesamten Wasservolumens des Obersees befindet sich im Flachwasserbereich, im Untersee dagegen über 70 % des gesamten Wasservolumens.

Die Ufer- und Flachwasserzone des Bodensees umfasst die Wasserwechsel- und flachen Wasserbereiche des Sees. Sie lassen sich demnach in zwei Abschnitte gliedern:

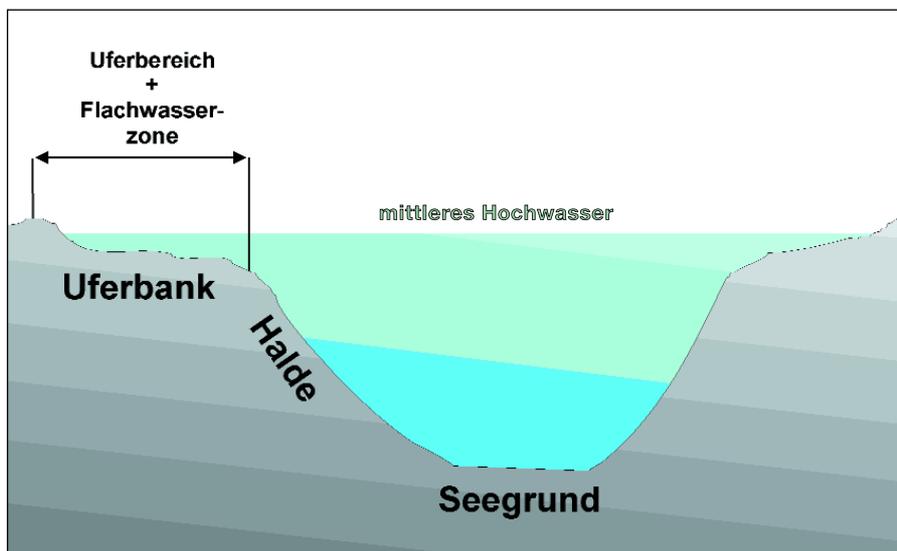
Der **Uferbereich** erstreckt sich von der Oberkante der Uferböschung einschließlich dem Seehag (gehölzbestandener Uferwall) bis zur Mittelwasserlinie. Wo keine Uferböschung vorhanden ist, erstreckt sich die Uferzone landseitig so weit, wie die naturnahe oder bei extensiver Nutzung halbnatürliche Vegetation

von den wechselnden Wasserständen des Bodensees beeinflusst wird. Die Vegetation der Uferzone bilden Gehölzbestände, Pfeifengraswiesen, Seggenriede und Röhrichte sowie Flut- und Strandrasen.

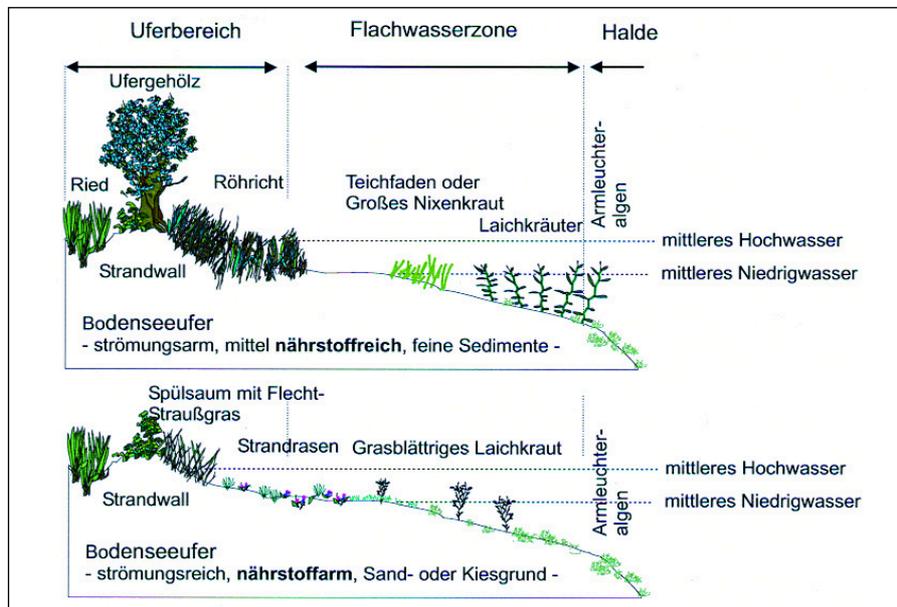
Die **Flachwasserzone** erstreckt sich von der Mittelwasserlinie bis zur sog. unterseeischen Halde, wo die Uferbank zum Seegrund abfällt. Die Flachwasserzone ist meist mehr oder minder schütter mit Röhrichten, Schwimmblattpflanzen sowie untergetaucht lebenden Laichkräutern und Armeleuchteralgenrasen bewachsen. Für die räumliche Abgrenzung des geschützten Biotops „Naturnahe Uferbereiche und naturnahe Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees“ sind die in den Bodenseeuferplänen der Regionalverbände Hochrhein-Bodensee und Bodensee-Oberschwaben festgelegte Schutzzone I und die naturnahen und renaturierten Bereiche der Schutzzone II maßgeblich. Demnach sind alle Bereiche dann

geschützt, wenn sich ihre Ufer in weitgehend natürlichem Zustand befinden, wenn eine standortspezifische Vegetation wie z.B. ein weitgehend geschlossener Schilfgürtel vorhanden ist und wenn ihre Flachwasserzone die Selbstreinigungsfunktionen weitgehend erfüllt oder Bedeutung als Fischerei- und Laichschonbezirk hat. Landeinwärts anschließende geschützte Biotoptypen, z.B. Pfeifengras-Streuwiesen, sind als eigene Biotoptypen nach § 24 a geschützt.

Die gesamte Länge des Bodenseeufers beträgt 273 km, wovon 155 km (57 %) auf Baden-Württemberg entfallen. Von den rund 75 km<sup>2</sup> großen Ufer- und Flachwasserbereichen des gesamten Sees entfallen mit ca. 39 km<sup>2</sup> etwas mehr als die Hälfte (52 %) auf Baden-Württemberg. Dabei übersteigen die Ufer- und Flachwasserzonen des flachen Untersees bezüglich ihrer Breite und Flächenausdehnung diejenigen des tiefen Obersees



Schematischer Querschnitt durch das Bodenseebecken



Gliederung der Uferbank (verändert aus Heyd in Miotk 1983)

um ein Vielfaches. Entsprechend dieser starken morphologischen Unterschiede ist der Obersee von Natur aus ein nährstoffarmer, der Untersee dagegen ein eher nährstoffreicher See.

### Wie sind die Ufer- und Flachwasserzonen entstanden?

Es wird angenommen, dass der Bodensee durch den würmeiszeitlichen Rheingletscher aus dem Molassebecken (Molasse: Sedimente, die v.a. aus den Alpen nach deren Entstehung abgelagert wurden) nördlich der Alpen herausgeholt wurde. Dazu kam besonders im westlichen Bodenseegebiet eine starke

fluviatile Erosion, die hier bis zur Hälfte der Gesamteintiefung bewirkte. Verursacht wurde sie durch die Umleitung des Alpenrheins nach Westen zum jetzigen Hoch- und Oberrhein hin, denn das Gefälle zur Oberrheinebene war erheblich größer als das zur Donau, zu der der Alpenrhein bis dahin entwässerte.

Seit dem Abschmelzen des Gletschers vor ca. 15.000 Jahren gestalten Abtragung und Ablagerung als kontinuierliche Prozesse die Form und Gestalt der Bodenseeufer.

### Abtragungsufer

Die Entstehung der flachen Uferbereiche erfolgte vor allem durch natürliche Erosion, d.h. durch die Abtragung von Material im Uferbereich, verursacht

durch steten Wellenschlag. Das erodierte Material wird mit der Bewegung der Wellen und der Strömung sowohl parallel zum Ufer als auch in Richtung See-mitte transportiert. Es lagert sich größtenteils an der Halde ab, so dass dadurch eine ständige Verbreiterung der Uferbank bei gleichzeitiger Verringerung des Neigungswinkels erfolgt.

### **Ablagerungsufer**

Im Gegensatz zum Abtragungsufer entsteht das Ablagerungsufer durch die Anlandung von Stoffen, die dem See von außen zugeführt werden. So erfolgt im Bereich der Mündung von Zuflüssen durch die Verringerung der Fließgeschwindigkeit eine Ablagerung von mitgeführten Feststoffen. Dies hat zur Folge, dass sich im Mündungsbereich ein Mündungsdelta bildet, das kontinuierlich in den See hineinwächst. Die dadurch entstehenden Flachwasserzonen werden ständig erweitert und abgeflacht.

### **Das Seebecken im Schnitt**

Das Becken des Bodensees lässt sich morphologisch grob in Uferbank, Halde und Seegrund einteilen. Die Uferbank erstreckt sich von der landseitigen Uferböschung bis zur Oberkante der Halde, wo die flache Uferbank in die steilere Böschung (Halde) übergeht. Diese Linie ist auch durch die 5-m-Tiefenlinie (bezogen auf Mittelwasser) charakterisiert. Die Uferbank weist in den verschiedenen Teilen des Bodensees je nach Entstehung unterschiedliche Breiten auf. Diese liegen zwischen wenigen Metern an Stellen im Überlinger See und mehreren hundert Metern im Untersee bei Horn sowie im

Obersee in der Bregenzer Bucht. Überall dort, wo der Beckenrand des Bodensees sehr steil abfällt, z.B. bei Meersburg oder bei Wallhausen am nordöstlichen Steilabfall des Bodanrücks im Bereich des sog. Teufelstisches, einem aus 80 m Wassertiefe aufsteigenden Felsenturm, konnte keine Uferbank entstehen. Geröll und Sedimente sinken hier bei einem Gefälle von über 60 % ganz in die Tiefe ab.

Auf der Uferbank wachsen Sumpf- und Wasserpflanzen, die im Bodensubstrat verwurzelt sind. Die Lebensverhältnisse in diesem Bereich sind im Gegensatz zum seewärts anschließenden Freiwasser stark von den geringen Wassertiefen, der starken Durchlichtung sowie vom Wellengang und den charakteristischen jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserstands geprägt.

So steigt der **Wasserstand** des Bodensees durch die Schneeschmelze in den Alpen bis zum Maximum im Juni oder Juli stark und schnell an. Das Maximum dauert etwa 10 Tage. Danach erfolgt ein langsames Absinken des Pegels, das lediglich durch einen von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich ausgeprägten kleineren Anstieg infolge starker Niederschläge im September oder Oktober unterbrochen wird. Im Herbst und Winter wiederum bleiben die Niederschläge in den höheren Lagen als Schnee liegen. Deshalb herrscht im Winter vor allem in den Monaten Februar und (seltener) März Niedrigwasser.

Die Uferbank lässt sich weiter in den eigentlichen Uferbereich und die Flachwasserzone gliedern (Abb. auf Seite 5). Der Uferbereich erstreckt sich von der Böschungsoberkante (in etwa die Hochwasserlinie) bis zur Mittelwasserlinie (über einen Zeitraum von mehreren Jahren aus den täglichen Wasserstandswerten

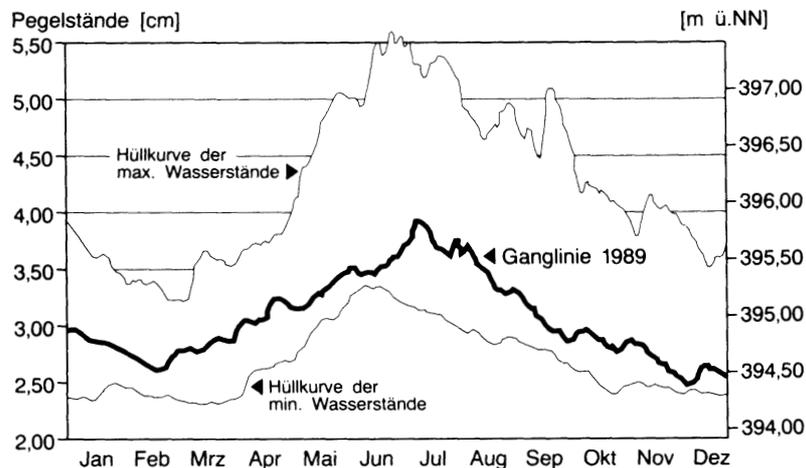
ten berechneter mittlerer Wasserstand). In diesem Bereich ist der Einfluss der jahres- und tageszeitlichen Temperatur- und Wasserstandsschwankungen, der mechanischen Belüftung und der Wellenbewegung auf die Lebensgemeinschaften am größten („Übergangszone“). Bei Niedrigwasser im Winter liegt der Uferbereich trocken, bei sommerlichem Hochwasser steht er weitgehend unter Wasser.

Die **Flachwasserzone** schließt seeseitig an den Uferbereich an. Sie erstreckt sich somit von der Mittelwasserlinie bis zur Oberkante der Halde und ist nahezu ständig von Wasser bedeckt. Die jahreszeitlichen Wasserstandsschwankungen des Sees wirken sich hier hauptsächlich in Form unterschiedlicher Wassertiefen aus. Im Gegensatz zum Uferbereich besteht die Vegetation der Flachwasserzone mit Ausnahme der Röhrichte aus untergetauchten Wasserpflanzen. Der Einfluss des schwankenden Wasserstands sowie

der Wellenbewegung auf die Lebensgemeinschaft dieser Zone ist nicht mehr so groß wie im Uferbereich. Die Flachwasserzone wird auch „Wysse“ genannt, weil dort bei starkem Wind in den Wintermonaten der kalkreiche Schlamm durch die Wellen aufgewirbelt wird und das Wasser milchig weiß färbt.

### Strandwälle – morphologische Besonderheiten

An vielen naturnahen Uferstrecken des Bodensees gibt es unmittelbar an der Böschungsoberkante oder im Hinterland niedrige, häufig uferparallel ausgerichtete Wälle. In der Regel liegen sie oberhalb der heutigen Hochwasserlinie und stellen Uferlinien aus Zeiten dar, in denen der Bodensee einen höheren Wasserspiegel als heute aufwies. Sie bestehen überwiegend aus grobkörnigen, gerundeten Kalkablagerungen, den „Schneegli-



Die Wasserstandsschwankungen des Bodensees können in manchen Jahren bis zu 3 m ausmachen. (Quelle: Institut für Seenforschung der LFU BW)



Prägend für die Uferbereiche des Bodensees sind die mächtigen, oft monatelang andauernden Überschwemmungen bei Hochwasser (Wollmatinger Ried).

sanden“, die durch die Aktivität bestimmter Blaualgen entstanden sind. Beim Auftreffen von energiereichen, mit Schnegglisanden beladenen Wellen auf das flache Ufer entstanden die Strandwälle am oberen Spülsaum. Weitere Bestandteile der Wälle sind Kies, die Reste von Schneckengehäusen und Humus.

Am Nordufer des Bodensees bei Friedrichshafen sind die Strandwälle besonders hoch und stark ausgeprägt, da die Energie der Wellen an der breitesten Stelle des Bodensees besonders groß ist. Die dort in der Regel mit Gehölzen bestandenen Strandwälle werden als „Seehag“ bezeichnet.

#### Ufer und Flachwasser als Zonen intensiven Stoffumsatzes

Der Stoffhaushalt und die Nährstoffgehalte von Seen hängen im Wesentlichen vom Verhältnis der Ufer- und Flachwasserzonen zu den Tiefenwasserbereichen und damit von ihrer Gestalt ab. Ufer- und Flachwasserzonen weisen aufgrund reichlicher Durchlichtung, der stärkeren Erwärmung, Wasserbewegung und Vegetationsbesiedlung einen intensiven Stoffumsatz auf. Dagegen werden von außen zugeführte Stoffe und abgestorbenes Plankton in der biologisch weniger aktiven, kalten Tiefenzone überwiegend abgelagert und angereichert. Wegen der unterschiedlichen Gestalt der

beiden Seeteile ist der Obersee von Natur aus relativ nährstoffarm, der Untersee dagegen nährstoffreich. Da die pflanzliche Produktion im Gewässer überwiegend von der Nährstoffversorgung, der Durchlichtung und der Temperatur abhängig ist, ist diese im Obersee geringer als im Untersee. Diese Unterschiede in der Gewässerbeschaffenheit wirken sich auch auf die biologischen Prozesse der Uferbereiche und der Flachwasserzonen aus.

### Ufer ist nicht gleich Ufer

Am Ufer oder im Flachwasser sind die Entwicklung der Vegetation, die Besiedlung mit Tieren und alle biologischen Vorgänge von den charakteristischen Gegebenheiten des jeweiligen Standorts abhängig. Dabei existieren zwischen den Grundtypen der Lebensräume fließende Übergänge.

Die **Unterwasserstandorte** der Flachwasserzone unterscheiden sich voneinander durch ihre Wassertiefe, die vorherrschende Wasserströmung, die Beschaffenheit des Seebodens und den Nährstoffgehalt des Wassers. So ist z.B. die Besiedlung durch Flora und Fauna unter anderem von der Wassertiefe abhängig. Je tiefer das Wasser ist, desto weniger Licht kann bis auf den Seeboden vordringen. Tiefe und auch Trübung des Wassers begrenzen über den Faktor der Lichtversorgung das Wachstum von Pflanzen. Auch zahlreiche Tiere auf dem Boden der Flachwasserzone können nur bis zu einer bestimmten Wassertiefe leben. Sie haben zum Teil spezielle Atmungsweisen, die in größeren Tiefen nicht mehr

funktionieren, weil hier der Wasserdruck zu groß ist. Beispielsweise atmen viele Wasserkäferarten mit Hilfe so genannter physikalischer Kiemen, das sind auf unterschiedlichste Weise festgehaltene Luftblasen (bei den Schwimmkäfern z.B. unter den Flügeln), die den Gasaustausch zwischen dem Insekt und dem Wasser vermitteln; bei zunehmendem Druck verkleinern sich die Blasen und damit auch die Gasaustauschflächen. Manche Tiere (z.B. Lungenschnecken oder Larven vieler Insektenarten) sind darauf angewiesen, an der Wasseroberfläche Atemluft zu holen und sind somit durch den Zeitverbrauch beim Auf- und Abtauchen tiefenbegrenzt. Andere Tierarten sind von der Existenz bestimmter Wasserpflanzen als Nahrung, Eiablageplatz oder Lebensraum abhängig, die, wie oben erwähnt, nur bis zu bestimmten Tiefenbereichen gedeihen können.

In den meisten Flachwasserzonen des Bodensees sind bei Windstille kaum Strömungen messbar, abgesehen davon, dass die vom Wind im See hervorgerufenen Wasserbewegungen sich in der Flachwasserzone verstärken. Stärkere Strömungen findet man in Flachwasserzonen eher lokal, so z.B. in den Mündungsbereichen von Flüssen sowie in der Konstanzer Bucht, im Seerhein und schließlich im Hochrhein, durch den der Bodensee abfließt. Dort existieren teilweise breite, bis zu 5 m tiefe Bereiche, die an manchen Stellen beachtliche Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen. Der Seeboden ist in solchen Bereichen häufig von Sand oder Kies bedeckt, da feineres Material von der Strömung mitgerissen wird. An diesen Stellen ersetzen dann Lebensgemeinschaften, die auf Fließgewässer spezialisiert sind, diejenigen der Stillgewässer.

Die Beschaffenheit des Seebodens, schlammig oder kiesig, spiegelt die vor Ort gegebenen Strömungsverhältnisse und das Nährstoffangebot wider. Kiesige Standorte weisen in der Regel eine turbulenteren Wasserbewegung und ein geringeres Nährstoffangebot auf als schlammige. Dementsprechend kommen an Kiesufern andere Wasserpflanzengesellschaften vor als an Schlammufern.

Naturnahe **Kiesufer** finden sich oft auf Landzungen, die in den See hineinragen und in Uferbereichen, die der Brandung besonders stark ausgesetzt sind. Sie kommen am Bodensee seltener vor als Schlammufer. Die von den Wellen erzeugten Turbulenzen wühlen Feinmaterial auf und bewirken, dass Nährstoffe aus dem Gewässergrund ausgewaschen werden. Wegen der Nährstoffarmut und der intensiven mechanischen Belastung fehlen an Kiesufern die hoch aus dem Wasser ragenden Röhrichtgesellschaften. Stattdessen siedeln hier die kleinwüchsigen Arten der lückigen Strandrasen mit geringer Biomasseproduktion. Eine Ausnahme stellen die Spülsäume am oberen Rand von Kiesufern dar. Dort wird bei Hochwasser viel organisches Material (v.a. Pflanzenreste) angestrandet, das bei seiner Zersetzung Nährstoffe freisetzt. Infolge der besseren Nährstoffversorgung können sich hier Arten der Flutrasen entwickeln.

Der Grund der **Schlammufer** besteht im Gegensatz zu dem der Kiesufer überwiegend aus sehr feinen mineralischen und organischen Sedimenten. Schlammufer finden sich vorwiegend in wind- und wellengeschützten Seeteilen oder Buchten, weil sich dort mineralisches Feinma-

terial und organisches Treibgut wie z.B. abgestorbene Teile von Wasserpflanzen und Algen absetzen. Im nährstoffreichen Schlick der Schlammufer kann es infolge der höheren Wassertemperaturen, die sich bei dem geringen Strömungsgeschehen einstellen, im Sommer zu einer gesteigerten mikrobiellen Zersetzungsaktivität und damit zu Sauerstoffmangel und Fäulnisbildung kommen. Der dabei frei werdende Schwefelwasserstoff ist für viele Pflanzen- und Tierarten giftig. Entsprechend dem großflächigeren Vorkommen von Buchten sind Schlammufer am Bodensee sehr viel weiter verbreitet als Kiesufer. Sie sind der typische Lebensraum von Röhrichten und Seggenrieden.

Stellenweise bestehen die Ufer des Bodensees aus einem bis zu mehrere Meter dicken Sediment, das fast vollständig aus reinem Kalk besteht. Es wird in einer feinkörnigen Ausbildung als **Seekreide**, in einer grobkörnigen Ausbildung als **Schnegglisand** bezeichnet. Es handelt sich dabei um Ablagerungen, die durch die Tätigkeit von Blaualgen v.a. unter wärmeren Klimabedingungen (aber auch heute noch) und bei größerer Ausdehnung der Seefläche (ausgehende Würmeiszeit – Nacheiszeit) im Wasserkörper selbst entstanden sind. Seekreide und Schnegglisande sind vorwiegend in Flachuferbereichen des Bodensees verbreitet und bilden in der Regel besonders nährstoffarme Standorte aus.



Am Bodensee wechseln sich offene Kiesufer mit ausgedehnten Schilfröhricht-Ufern ab; Ufergehölze markieren in der Regel den Seehaag (Mettnau).

### Die Pflanzenwelt des Bodenseeufer

Die Vegetation der naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees besteht aus verschiedenen, an die unterschiedlichen Standortverhältnisse angepassten Pflanzengesellschaften. Die Flachwasserzone wird in Abhängigkeit von der Wassertiefe in einer typischen Abfolge von Wasserpflanzen-Gesellschaften mit Armleuchteralgen (tiefste Bereiche), Laichkräutern und Schwimmblattpflanzen besiedelt. Die Uferbereiche sind vor allem in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt (insb. Wasserstandsschwankungen) und der Nährstoffversorgung mit Strandrasen-Gesellschaften, Flutrasen, Schilfröhricht, Groß- und Kleinseggen-

rieden sowie Pfeifengraswiesen und Ufergehölzen bewachsen.

### Pflanzengesellschaften unter und auf dem Wasser

Grob unterscheidet man folgende Wasserpflanzengesellschaften:

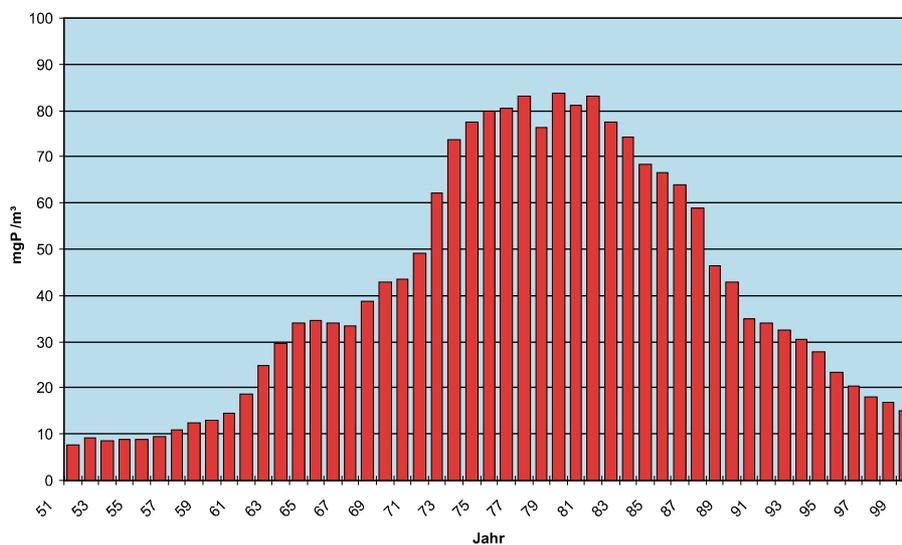
- die Armleuchteralgenrasen, die Nixenkrautgesellschaft und die Graslaihkrautgesellschaft auf Standorten mit geringer bis mittlerer Nährstoffversorgung
- die Glanzlaihkraut, Kammlaihkraut- und Teichfadengesellschaft und
- die im Bodensee gering verbreiteten Schwimmblattgesellschaften auf nährstoffreichen Standorten.

Die Armleuchteralgen bilden bei dichtem Wuchs „unterseeische Wiesen“, die zwischen einigen Zentimetern und wenigen Dezimetern hoch werden. Sie bevorzugen Ufer mit sandigem Untergrund und gedeihen meist bis zur Halde, gelegentlich aber auch noch bis in 15 m Wassertiefe. Die häufigsten Arten der Armleuchteralgenrasen im Bodensee sind *Chara contraria* und *Chara fragilis* (*Ch. globularis*), während *Chara aspera*, die früher häufiger war, aber an die Wasserqualität höhere Ansprüche stellt, heute viel seltener ist. Armleuchteralgenrasen kamen vor allem im nährstoffarmen Obersee vor, während sie im Untersee nur an wenigen Stellen wuchsen. Vor allem ihres hohen Kalkgehalts wegen wurden die Armleuchteralgen früher als Dünger auf Äckern und in Gärten ver-

wendet. Dazu wurden sie mit Rechen vom Grund der Flachwasserzonen abgerentet, am Ufer einige Zeit getrocknet und dann in den Boden eingearbeitet.

Die Arten der Graslaichkrautgesellschaft besiedeln ebenfalls nährstoffarme Standorte, vor allem windexponierte, sandig-kiesige Böden im oberen Flachwasserbereich.

Auf mäßig nährstoffreichen Standorten des Untersees kommt als Pendant zu den Armleuchteralgenrasen des Obersees die Nixenkrautgesellschaft vor, deren Arten ebenfalls vollständig untergetaucht leben. Die Arten der Pflanzengesellschaften nährstoffarmer bis mäßig nährstoffreicher Standorte können als Indikatoren für gute Wasserqualität dienen. War *Chara contraria* beispielsweise 1967 noch im ganzen westlichen Bodensee häufig,



Gesamtphosphorgehalt im Rohwasser des Obersees zwischen 1951 und 1999

(Quelle: Internationale Gewässerschutzkommission Bodensee)

so gingen ihre Bestände bis 1978 drastisch zurück und verschwanden in vielen Bereichen ganz. Mittlerweile hat sie sich ihre früheren Standorte aber zurückerobert und sogar weiter ausgebreitet. Ihre Bestandsentwicklung verlief entgegengesetzt zu der starken Nährstoffanreicherung (Eutrophierung) im Bodensee zwischen 1970 und 1980 und deren Rückgang nach 1980 (s. Diagramm Gesamtphosphorgehalt).

Im Gegensatz zu den kleinwüchsigen, vollständig untergetauchten Arten der nährstoffarmen Standorte bilden die Pflanzengemeinschaften der nährstoffreichen, schlammig-sandigen Standorte mit häufigen Arten wie Glänzendes Laichkraut (*Potamogeton lucens*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Durchwachsenes Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*) und Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*) bis zur Wasseroberfläche hochwachsende Bestände. Sie siedeln in Wassertiefen zwischen 0,5 und 5 m. Dadurch sind sie in der Lage, sehr große Flächen der Uferbank oft bis zur Haldenkante zu bedecken.

In den Jahren mit zunehmender Nährstoffanreicherung im Bodensee (vor allem zwischen 1950 und 1980) breiteten sie sich erheblich aus. Die Massenaufkommen konnten stellenweise sogar den Schiffsverkehr und den Badebetrieb behindern. An einigen Uferbereichen des Bodensees wurden diese Pflanzenbestände im Sommer mit speziellen Seegrasmähbooten, so genannten Seekühen, gemäht und entfernt.

Eine Besonderheit unter den Laichkräutern ist das Schweizer Laichkraut (*Potamogeton helveticus*). Es ist eine der wenigen heimischen untergetauchten lebenden Wasserpflanzenarten, die wintergrün

sind. Diese Art kam zur Jahrhundertwende im Bereich der Konstanzer Bucht, im Seerhein, bei Stein am Rhein und am Hochrhein vor. Heute sind ihre isolierten Vorkommen auf die Konstanzer Bucht und den Seerhein beschränkt. Die Pflanzen vermehren sich nur vegetativ, eine Fruchtbildung konnte nicht beobachtet werden.

Schwimtblattpflanzen sind wegen des starken Wellenschlags am Bodensee sehr selten. Lediglich in einigen besonders geschützten, ruhigen Buchten des Untersees, die durch Schilfgürtel vom See abgetrennt sind, ist die Weiße Seerose (*Nymphaea alba*) in kleinen Beständen anzutreffen. Ihre typischen Standorte sind nährstoffreich und meist nicht viel tiefer als 1 m.

### Strandrasen – einmalig am Bodensee

Seit dem Ende der letzten Eiszeit hat der Bodensee mit seinen starken, sich jährlich wiederholenden Wasserstandsschwankungen eine spezielle Pflanzengemeinschaft – die „Strandrasen“ geformt, die es nur dort gibt. Die Arten der Strandrasen gedeihen nur auf den nährstoffarmen, kiesig-sandigen Uferstandorten und sind überwiegend kleinwüchsig. Die monatelangen Überschwemmungen überstehen sie in völlig untergetauchtem Zustand („Amphiphyten“). Zwei Pflanzengesellschaften gehen in den Bodensee-Strandrasen ineinander über, die landseitige Strandschmielengesellschaft und die seeseitige Nadelbinsengesellschaft.

Die **Strandschmielengesellschaft** besiedelt lückig größere Flächen im oberen Bereich nährstoffarmer Kiesufer zwischen der Mittelwasser- und der mittleren Hochwasserlinie. Ihre Standorte sind einen bis vier Monate lang (zwischen Ende Mai und September) 20 bis 90 cm überflutet. Die Charakterart der Strandschmielengesellschaft ist die zu den Süßgräsern zählende Strand-Schmiele (*Deschampsia littoralis* syn. *D. rhenana*). Nur in Jahren mit geringem, kurzzeitigem Hochwasser bildet sie Rispen mit normalen Früchten aus. In der Regel jedoch „ergrünen“ die Ährchen an der Rispe, d.h. sie wachsen zu Jungpflanzen aus;

es handelt sich in diesem Fall nicht etwa um ein Auskeimen von Samen auf der Pflanze, sondern die Jungpflanzen entstehen vegetativ (ohne Befruchtung) an den Ährchen im Bereich der Deckspelzen. Wenn das Hochwasser zurückgegangen ist, neigen sich die Halme und die Jungpflanzen verwachsen im Boden. Die Strand-Schmiele kommt in nennenswerten Beständen nur am Bodensee vor und ist somit für dieses Gebiet „endemisch“. Gleiches gilt für das Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*), das außer am Bodensee nur noch am Starnberger See und am Ticino in Oberitalien vorkommt. Die nur wenige Zentimeter großen, in kleinen Polstern wachsenden Pflänzchen entfalten ihre rosa-blaue Hauptblüte im Frühjahr vor dem Hochwasser („Blaues Band“ siehe Titelfoto) und können nach dem Rückgang des Wassers im Spätsommer ein zweites Mal, aber weniger üppig blühen. Das Bodensee-Vergissmeinnicht sichert sich seine Existenz sowohl durch die Produktion von Samen als auch durch Ausläuferbildung.



Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) und Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*) im Kiesufer.



Der Strandling (*Littorella uniflora*) ist eine typische Pflanze der Bodensee-Strandrasen.

Zwischen den Vergissmeinnichtpolstern kann man bei genauerem Hinsehen auch den mittlerweile vom Aussterben bedrohten Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) finden. Außer über Samen verbreitet und vermehrt er sich mit Hilfe seiner fadenförmigen, über die Kieselsteine kriechenden Stängel, die an den Knoten wurzeln.

Die Purpur-Grasnelke (*Armeria purpurea*) und der Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* subsp. *amphibia*), die als voralpinendemische Eiszeitrelikte angesehen werden und noch in den 50er-Jahren in mehreren Strandrasen wuchsen, konnten seit der Eutrophierungsphase des Bodensees nicht mehr beobachtet werden.

Die **Nadelbinsengesellschaft** nimmt nur kleine Flächen ein. Sie besiedelt die Uferzone bevorzugt auf sandigen Standorten in der Höhe des Mittelwassers. Im langjährigen Mittel befinden sich diese Pflanzen im Sommer für 5 bis 6 Monate

unter Wasser, wobei die Wasserüberdeckung über 1 m betragen kann. Ihre Standorte sind immer vergleichsweise nährstoffarm. Die Nadelbinse (*Eleocharis acicularis*) ist die Charakterpflanze dieser Gesellschaft. Sie gehört zu den Sauergräsern und zählt zu den kleinsten Blütenpflanzen. Eine weitere wichtige Pflanzenart dieser Gesellschaft ist der

Strandling (*Littorella uniflora*), ein Wege-  
richtgewächs.

#### **Flutrasen**

Die Arten der Flutrasen besiedeln die nährstoffreicheren Spülsäume im Bereich der nur kurze Zeit überschwemmten Kiesufer oberhalb der Strandrasen. Infolge der Zersetzung des angespülten Treibguts sind diese Standorte stickstoffreich. Die kurzlebigen, hochwüchsigen Kreuzblütler wie Stumpfkantige Hundsrauke (*Erucastrum nasturtiifolium*) und Echtes Barbarakraut (*Barbarea vulgaris*) bilden mit ihren gelben Blüten Ende April / Anfang Mai einen auffallenden Aspekt. Daneben kommen vor allem stickstoffliebende, ausläufertreibende Arten wie Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*) und Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) vor. In der Eutrophierungsphase des Bodensees gelang es insbesondere dem Weißen Straußgras, sich seewärts auszubreiten und dort Konkurrenzdruck auf die Strandrasen-Arten auszuüben.

### Röhrichte

Für naturnahe Uferbereiche des Bodensees, insbesondere des Untersees ist recht häufig das **Schilfröhricht** charakteristisch und bestimmt das Landschaftsbild. Es besiedelt vor allem den Grenzbereich zur Flachwasserzone, teilweise bis in mittlere Wassertiefen von 2 m, wo sandige bis schlammige, mäßig nährstoffreiche Böden den Untergrund bilden. Schilf (*Phragmites australis*) vermehrt sich fast ausschließlich vegetativ durch unterirdische Ausläufer des Sprosses („Rhizome“). Es wächst zu dichten Röhrichten heran, in denen kaum andere Arten aufkommen können. Die einheitlichen Bestände des Schilfs erreichen teilweise beträchtliche Ausdehnung. So waren im Jahre 1978 beispielsweise 31 % des deutschen Ufers des Untersees mit Schilfröhricht bewachsen. Schilfpflanzen können in einem

Sommer bis zu 5 m hoch werden. Im Spätherbst sterben die oberirdischen Teile allmählich ab, während das Rhizom, das bis zu 1 m tief in den Boden reichen kann, lebend überwintert. Schilf ist durch sein rasches Längenwachstum von fast 4,5 cm pro Tag und der damit verbundenen hohen Biomasseproduktion für den Stoffumsatz und die Selbstreinigung des Bodensees von großer Bedeutung.

Neben dem Schilfröhricht gedeihen besonders auf mineralischen Standorten andere Röhrichtgesellschaften, die allerdings nur kleine Flächen einnehmen. Das **Binsenröhricht** aus der Grünen Seebins (*Schoenoplectus lacustris*) bevorzugt ruhige, windstille Standorte. Wie Schilf wächst es auf mäßig nährstoffreichen Böden. Es ist dem Schilfröhricht seewärts



Ausgedehnte Schilfröhrichte findet man am Bodensee an flachen, schlammigen und mäßig nährstoffreichen Ufern.

vorgelagert und kann sich dort behaupten, wo der Boden fast immer unter Wasser liegt.

Das **Röhricht des Schmalblättrigen Rohrkolbens** (*Typha angustifolia*) gedeiht an einigen nährstoffreichen Schlammuffern des Untersees. Gleiches gilt auch für das Röhricht **des Breitblättrigen Rohrkolbens** (*Typha latifolia*).

Noch weitaus seltener sind das bis 2 m hohe **Schwadenröhricht** mit dem Wasserschwaden (*Glyceria maxima*) und das **Pfeilkrautröhricht** mit dem Gewöhnlichen Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*) als Hauptarten. Auch diese beiden Röhrichtarten weisen auf reichlich eutrophe Standorte hin.

#### **Großseggenriede**

Das **Steifseggenried** spielt unter den Großseggenengesellschaften der naturnahen Bodenseeufer die beherrschende Rolle. Besonders am Untersee nimmt es landseitig der Schilfgürtel große Flächen ein. Die von der Steifen Segge (*Carex elata*) bevorzugten Standorte am Bodensee sind meist nass und zeitweilig überstaut, relativ nährstoffreich und aus mineralischem oder humusreichem Substrat. Die Steife Segge bildet große (z.T. über 1 m hohe), isolierte Horste (so genannte Bulte) aus, die wie Säulensäulenstümpfe das Niveau der Umgebung überragen. Diese Seggenhorste bedecken bis zu 90 % der Riedfläche, dazwischen wächst meist nur eine Mooschicht. Andere Seggen sind in dieser Gesellschaft nur von untergeordneter Bedeutung. Auch Schilf ist oft vertreten, aber nur in einer leicht verkümmerten und meist unfruchtbaren Form.

Das **Schneidenried** ist an den naturnahen Ufern des Bodensees immer mit der Steifen Segge vergesellschaftet. Sie wächst in den seeabgewandten Bereichen der Verlandungsflächen, die nur selten und niedrig überschwemmt werden, an kalkreichen, quelligen und eher nährstoffarmen Standorten. Wie der Name dieser Pflanzengesellschaft schon sagt, ist ihre Kennart das Schneidenried oder die Schneide (*Cladium mariscus*). Deren lange, schmal lanzettliche Blätter besitzen gesägte Ränder und Rücken, die beim Entlangstreifen scharf schneidend wirken.

#### **Kleinseggenriede basenreicher Standorte und Pfeifengras-Streuwiesen**

**Kleinseggenriede** und **Pfeifengras-Streuwiesen** kommen vor allem auf den kalkreichen Ufern aus Seekreide und Schnegglisanden vor. Ihre Standorte sind wechselfeucht bis nass, teilweise auch quellig und werden nur gelegentlich überflutet. Die nach § 24 a NatSchG geschützten Kleinseggenriede sind durch das Vorkommen besonderer Kenn- und Trennarten gekennzeichnet. Kleinwüchsige Kopfriet-Arten (*Schoenus ferrugineus*, *S. intermedius* und *S. nigricans*), Kleinseggen wie Davalls Segge (*Carex davalliana*), Blaues Pfeifengras (*Molinia caerulea*) und Binsen-Arten (*Juncus subnodulosus*, *Juncus alpinoarticulatus*) dominieren diese Gesellschaften. Daneben kommen auch seltene Arten so z.B. Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*), Breitblättriges Wollgras (*Eriophorum latifolium*), Mehl-Primel (*Primula farinosa*), Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), Gelbe Spargelerbse (*Tetragonolobus maritimus*) und Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*)



Der seltene Schlauch-Enzian (*Gentiana uliginosa*) erreicht im westlichen Bodenseegebiet seine nordwestliche Verbreitungsgrenze.

vor. Traditionell wurden diese Wiesen bis ins 19. Jahrhundert hinein als extensive Rinderweiden und Streuwiesen genutzt, später überwog jedoch die Streuwiesenmahd.

### Ufergehölze

Im Bereich der mittleren Hochwasserlinie, also am oberen Rand der regelmäßig überfluteten Uferbereiche, siedeln in kleinen Restbeständen auf sandigkiesigen und kalkhaltigen Standorten die Arten des Silberweiden-Auwalds. Die Baumschicht besteht meist aus einzelstehenden Silber-Weiden (*Salix alba*) und Schwarz-Pappeln (*Populus nigra*). Die artenreichere Strauchschicht wird hauptsächlich von Faulbaum (*Frangula alnus*), Echtem Kreuzdorn (*Rhamnus cathartica*), Wasser-Schneeball (*Viburnum opulus*) und Rotem Hartriegel (*Cornus sanguinea*) aufgebaut.

An der Böschungsoberkante des Uferbereichs, oberhalb der mittleren Hochwasserlinie z.B. auf den Strandwällen des Obersees („Seehag“) finden sich oft Gehölzbestände, in denen Arten der Hartholzauwe wie Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*) und Feld-Ahorn (*Acer campestre*) dominieren.



Die extensiv bewirtschafteten Streuwiesen sind Lebensraum vieler, heute seltener Pflanzenarten, wie hier im Radolfzeller Aach-Ried der Sibirischen Schwertlilie (*Iris sibirica*).

## Die Tierwelt des Bodenseeuferes

Die Tierwelt der naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees weist viele Gemeinsamkeiten mit der von Verlandungsbereichen der Stillgewässer und der von Fließgewässern auf und kann hier nur beispielhaft angeschnitten werden.

Plankton und so genannter Aufwuchs bilden die Grundlage des tierischen Lebens in der Flachwasserzone eines Sees. Plankton kommt im gesamten Wasserkörper des Bodensees vor. Es wird definiert als die Gesamtheit der im freien Wasser lebenden, mit den Wasserbewegungen passiv treibenden, tierischen und pflanzlichen Organismen. Durch den ständigen Wasseraustausch zwischen See und Flachwasserzone kann sich dort keine eigenständige Planktonlebensgemeinschaft entwickeln, die sich von der des Freiwassers unterscheidet. Neben dem Plankton ist die Lebensgemeinschaft des Aufwuchses für die Flachwasserzone des Sees charakteristisch. Sie setzt sich überwiegend aus Algen, Bakterien und Pilzen, aber auch aus festsitzenden Wimper-, Räder- und Moostierchen, Polypen und anderen „Kleinstieren“ zusammen. Aufwuchs gedeiht auf der Oberfläche von totem und lebendem Substrat. Amöben, Rädertiere, Fadenwürmer, Schnecken und die Larven von Libellen, Zuckmücken, Eintags- und Köcherfliegen weiden diesen Aufwuchs ab.

**Muscheln** leben von Plankton und anderen im Wasser befindlichen Partikeln. Sie spielen im Haushalt des Gewässers eine besondere Rolle, da sie durch ihre intensive Filtriertätigkeit erheblich zur Reinigung des Wassers beitragen. Die Teichmuschel (*Anodonta cygnea*) ist aufgrund ihrer Größe von maximal 20 cm besonders auffällig. Sie lebt in den tieferen Bereichen der Flachwasserzone des Bodensees und ist weit verbreitet. Die winzigen Larven dieser Muschelart heften sich mit speziellen Zähnen ihrer Schalen an die Flossen von Fischen, in deren Haut sie vorübergehend parasitisch leben.

Obwohl sie eigentlich nicht zu den einheimischen Arten gehört, ist die wohl häufigste Muschel im Bodensee die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*), die wegen ihrer Form auch Dreikantmuschel genannt wird. Sie kann, wie die Miesmuschel, der sie in vieler Hinsicht ähnelt, mit Klebfäden (Byssusfäden) an harten Materialien festhaften und wurde ver-



Die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) stammt aus dem Einzugsbereich des Schwarzen und des Kaspischen Meeres und hat sich seit den 60er-Jahren auch im Bodensee stark ausgebreitet.

mutlich mit Motorbooten etwa Mitte der sechziger Jahre aus anderen Gewässern in den Bodensee eingeschleppt.

Im Uferbereich und der Flachwasserzone gibt es zahlreiche Insekten, deren Larvenstadien sich unter Wasser entwickeln. Dazu gehören die Larven von Mücken, Stein-, Köcher- und Eintagsfliegen sowie die Libellen, deren erwachsene Tiere dagegen über der Wasseroberfläche leben.

Die Larven der meisten **Köcherfliegen**-Arten besitzen einen Köcher, den sie während ihres gesamten Lebens unter Wasser mit sich herumtragen. Er dient ihrem Schutz, bei Gefahr können sie sich ganz in ihn zurückziehen. Das Baumaterial entstammt einer Spinndrüse, deren Sekret im Wasser zu einem klebrigen Faden wird. Diesen webt die Larve um sich herum. Zusätzlich werden zur Tarnung kleine Teile aus dem Lebensraum der Larven außen an den Köcher geklebt. Je nach Art finden unterschiedliche Fremdpartikel wie Sandkörnchen, leere

Schnecken- und Schnecken- Schalen, Zweigstücke, Fichtennadeln und andere Pflanzenteile hierzu Verwendung. Die Larven der meisten Köcherfliegenarten weiden Aufwuchs vom Untergrund ab und dienen selbst vor allem Fischen als Nahrung.

Die Larven der **Eintagsfliegen** ernähren sich u.a. auch vom Aufwuchs der Flachwasserzone. Im Laufe ihres Wachstums häuten sie sich mehrfach. In ihrer letzten Larvenhülle gelangen sie an die Wasseroberfläche, wo sie als flugfähige Insekten schlüpfen. Erst nach einer weiteren Häutung sind die Eintagsfliegen geschlechtsreif. Diese erwachsenen Tiere können mit ihren verkümmerten Mundwerkzeugen keine Nahrung aufnehmen. Sie widmen sich ganz der Vermehrung und leben höchstens wenige Tage. Nach einer wenigen Sekunden dauernden Paarung erfolgt die Eiablage, wobei die Weibchen die Eier aus der Luft ins Wasser fallen lassen.

Wie die erwachsenen flugfähigen Libellen sind auch **Libellen**-Larven Räuber, die zwischen Wasserpflanzen oder im Schlamm verborgen auf Beute lauern oder

sich langsam anschleichen. Je nach Größe der Larve werden Einzeller, Kleinkrebse, Würmer und Wasserinsekten aller Art gefressen, von manchen großen Larven sogar Kaulquappen und Jungfische. Die Beute wird mit der so genannten „Fangmaske“ ergriffen, die eine schnell vorklappbare Ausbildung der Unterlippe ist. Libellenlarven häuten sich während ihres Wachstums etwa zehn- bis fünfzehnmal. Ihre Entwicklungszeit vom



Die Große Königslibelle (*Anax imperator*), eine Riesin unter den heimischen Libellenarten, bevorzugt größere Seen für ihre Entwicklung.

Ei bis zum Vollinsekt dauert je nach Art zwischen einigen Monaten und etwa 5 Jahren. Während dieser Zeit leben die Larven den Ansprüchen der jeweiligen Art entsprechend in Flachwasserzonen verschiedenster Ausprägung. Außer den Libellenarten, die ganz streng an bestimmte Biotoptypen gebunden sind, wie z.B. die Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*) an Moore oder die Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltoni*) an Quellbereiche, finden die meisten heimischen Libellenarten im Bereich der Bodenseeufer die geeigneten Nischen für ihre Kinderstube.

Auch eine beträchtliche Anzahl von **Käfer**-Arten hat sich an ein Leben im Wasser angepasst. Dazu gehören z.B. Arten der Käferfamilien Feuchtkäfer, Wasserretreter, Schwimmkäfer, Taumelkäfer etc. Die Arten der Blattkäferfamilie haben in der Regel wenig Bezug zum Lebensraum Wasser. Aber auch hier gibt es Ausnahmen: die Larven der Schilfkäfer (Gattung *Donacia*) leben ausschließlich unter Wasser. Um ihren Sauerstoffbedarf zu decken, fressen sie ein Loch in untergetauchte Schilfwurzeln und -ausläufer. Dieses Loch dichten sie dann mit ihrem Körper gegen eindringendes Wasser ab. Den Sauerstoff entnehmen sie durch zwei in das Pflanzengewebe eingebohrte Fortsätze. Schilfpflanzen haben ein weit verzweigtes Hohlraumsystem, in dem sie den Sauerstoff in ihre Wurzeln und Ausläufer transportieren. So leben die Schilfkäferlarven unter Wasser mehrere Jahre von den Schilfpflanzen. Die erwachsenen Käfer halten sich dagegen über der Wasseroberfläche auf. Von Mai bis Juli kann man sie auf Rohrkolben, Schilfrohr, Seggen und anderen Pflanzen antreffen.

Naturnahe Ufer und Flachwasserzonen des Bodensees sind für viele Arten der **Fische** besonders wichtige Lebensräume. Zum einen sind sie für die Arten des Freiwasserbereichs wichtige Laichgebiete, wo Larven und Jungfische ein üppiges Nahrungsangebot vorfinden. Zum anderen sind sie – besonders für kleine Fischarten – aber auch Ganzjahreslebensräume.

Die Ukelei (*Alburnus alburnus*) beispielsweise gehört zu den Kleinfischen. Sie wird bis zu 15 cm lang. Früher wurde sie wegen ihrer Schuppen, die Guaninkristalle als Grundstoff zur Herstellung künstlicher Perlen enthalten, in großer Zahl mit Netzen gefangen. Vor 1900 war sie im Bodensee eine der am häufigsten vorkommenden Fischarten und wurde in Jahren mit Massenvorkommen auch für Dünger und Schweinefutter abgefischt. Ihre Bestände sind jedoch extrem zurückgegangen. Die Ukelei laicht von März bis Juni in Flachwasserzonen mit festem Untergrund ab. Die Eier werden dabei an Steinen oder anderen festen Gegenständen abgelegt.

Die Bachschmerle (*Barbatulus barbatulus*), auch Bartgrundel genannt, bevorzugt seichte, steinigkiesige Flachwasserzonen mit geringer Strömung in unmittelbarer Nähe zum Ufer. Schmerlen sind bis zu 12 cm lange, nachtaktive Bodenfische mit 6 Bartfäden an der Oberlippe. Tagsüber verstecken sie sich zwischen und unter größeren Steinen. Sie ernähren sich von Kleintieren aller Art. Bis zur Jahrhundertwende waren sie entlang des Bodenseeufer und in den Zuflüssen häufig. Ihr Bestand ist jedoch während dieses Jahrhunderts v.a. wegen der Wasserverschmutzung drastisch zurückgegangen, hat sich aber mittlerweile wieder etwas

erholt. Das Ablachen beginnt im Bodensee im April, es kann sich bei tiefen Wassertemperaturen oder niedrigem Wasserstand bis in den Juni verzögern. Die Eier werden dabei portionsweise abgelegt. Sie haften an Steinen und werden bis zum Schlüpfen der Brut vom Männchen bewacht.

Die Äschen (*Thymallus thymallus*) gibt es im Bodensee nur in der Konstanzer Bucht und im Seerhein. Sie brauchen kiesige Flachwasserzonen mit starker Wasserströmung. Dort graben sie ihre Eier in den Kiesboden ein. Geschlüpfte Äschenlarven werden nach dem Verlassen ihres Laichplatzes von der Strömung verdriftet und gelangen passiv in strömungsberuhigte Uferbereiche, die meist nicht tiefer als 50 cm sind. Je älter die jungen Äschen werden, desto weiter entfernen sie sich vom Ufer. Erwachsene Äschen leben in tieferen Bereichen nahe des Gewässerbodens.

Der bis 1,20 m lange Hecht (*Esox lucius*)

ist ein Raubfisch, der seiner Beute aus einem Versteck heraus auf lauert. Er ernährt sich von kleineren Fischen aller Art. Häufig dienen ihm dichte Bestände von Unterwasserpflanzen, aber auch Pfähle, Mauer- und Steinspalten als Versteck. Er laicht in dicht bewachsenen Uferbereichen und auf überschwemmten Uferwiesen (Hechtwiesen).

Der erwachsene Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), im Gebiet meist „Egli“ oder „Kretzer“ genannt, lebt vor allem an der Halde. Zum Ablachen sucht er Flachwasserzonen mit dichter Vegetation auf. Ihren Laich legen Flussbarsche in Form langer, netzartiger „Laichbänder“ auf und zwischen Wasserpflanzen ab. Dort entwickeln sich auch die jungen Barsche während ihres ersten Sommers.

Bleie oder Brachsen (*Abramis brama*) ernähren sich überwiegend von Kleinlebewesen des Seebodens. Die bis zu 60 cm langen, hochrückigen Fische leben deshalb überwiegend in den Flachwasserzonen. Zum Laichen suchen sie stark

bewachsene Flachwasserzonen auf. Ihren Laich kleben sie unter lautem Platzen an Pflanzen oder andere feste Oberflächen.



Die Flussbarsche (*Perca fluviatilis*) des Bodensees verbringen ihre Jugendphase in der Flachwasserzone.

Unter den **Amphibien** sind die meist grünlich gefärbten Wasserfrösche erwähnenswert, die unter anderem in Gräben und kleineren Wasserstellen im Schilfröhricht des Ufers leben. Sie sind wenig spezialisiert und sehr anpassungsfähig. Durch Wanderungen über größere Entfernungen (bis zu 2,5 km) können sie neue Gewässer besiedeln. Sie überwintern häufiger an Land (unter Erde, Laub etc.) als unter Wasser (eingegraben im Seegrund). In stillen, naturnahen Gewässern werden zwischen Mai und Juni Laichballen mit bis zu 10.000 Eiern abgelegt. Als „Wasserfrösche“ oder „Grünfrösche“ werden mehrere Arten zusammengefasst, die teilweise nur schwer zu unterscheiden sind, zumal es Kreuzungen zwischen ihnen gibt; der Seefrosch (*Rana ridibunda*), der bis zu 17 cm lang werden kann, der Kleine Wasserfrosch (*Rana lessonae*) mit ca. 5 cm Körperlänge und der meist um 9 cm lange Teichfrosch (*Rana esculenta*), der von manchen Autoren als Bastardform der beiden erstgenannten Arten angesehen wird.

In Baden-Württemberg gehört der Bodensee mit seinen naturnahen Uferbereichen und Flachwasserzonen zu den bedeutsamsten Brut-, Mauser-, Rast- und Überwinterungsgebieten für **Vögel**, die direkt oder indirekt (z.B. an Röhrichte) an Wasser gebunden sind. Wegen seiner auch international großen Bedeutung für Wasservögel wurde vom Europarat dem Schutzgebiet Wollmatinger Ried–Untersee–Gnadensee das Europadiplom verliehen, das es, jeweils um 5 Jahre verlängert, seit 1968 behalten konnte.

Im Gegensatz zu den Seetauchern, die in Baden-Württemberg allenfalls als Win-

tergäste oder Durchzügler erscheinen und deren drei Vorderzehen mit einer Schwimmhaut verbunden sind, gehören der Zwergtaucher (*Podiceps ruficollis*), der Schwarzhalstaucher (*Podiceps caspicus*) und der Haubentaucher (*Podiceps cristatus*) zu den heimischen Brutvögeln. Als Lappentaucher besitzen sie keine Schwimmhäute, sondern ihre Vorderzehen sind durch seitliche Lappen verbreitert. Während für Zwergtaucher und Schwarzhalstaucher der Bodensee besonders zur Mauser und zur Überwinterung wichtig ist, haben die Haubentaucher mit über 1200 Brutpaaren am Bodensee sogar einen Verbreitungsschwerpunkt. Sie fressen überwiegend Klein- und Jungfische der Flachwasserzonen und können bis zu 20 m tief tauchen. Haubentaucher sind ganzjährig am Bodensee anzutreffen. Im Sommer leben sie einzeln oder als Familienverband an naturnahen Ufern. Sie brüten meist am seeseitigen Rand des Röhrichts, das Nest ist ein lockerer, schwimmfähiger Haufen aus Teilen verschiedener Wasserpflanzen. Die Jungen werden von ihren Eltern anfangs im Rückengefieder transportiert und können bereits ab dem ersten Lebenstag tauchen.

Enten werden unterschieden in Tauch- und Gründelenten. Tauchenten haben ihre Beine weit hinten am Körper. Dadurch können sie leichter abtauchen und unter Wasser schwimmen. Sie holen ihre Nahrung aus den tieferen Bereichen der Flachwasserzonen. Beim Auffliegen von der Wasseroberfläche müssen sie Anlauf nehmen, um abheben zu können. Gründel- oder Schwimmenten (Gattung *Anas*) dagegen können direkt losfliegen. Sie sind nicht in der Lage zu tauchen. Sie

halten sich zur Nahrungssuche in den seichten Bereichen des Flachwassers auf, in denen sie mit dem Schnabel bis an den Grund des Sees reichen können. Dort wühlen sie den Seegrund mit ihrem Seiherschnabel durch (gründeln) und fressen Kleintiere und Pflanzen.

Die Kolbenente (*Netta rufina*) gehört zu den Brutvögeln des Bodensees. Sie brütet gut versteckt in dichten Schilf- oder Seggenbeständen der Naturschutzgebiete. Vor allem im Herbst und Winter trifft man in naturnahen Flachwasserzonen auch zahlreiche Kolbenenten an, die dort als Wintergäste verweilen. Im Wollmatinger Ried z.B. gibt es etwa 30 Brutpaare und bis zu 9000 rastende und mausernde Kolbenenten im Winter. Sie ernähren sich überwiegend vegetarisch von Armleuchteralgen und anderen Wasserpflanzen.

Tafelenten (*Aythya ferina*) sind häufige Wintergäste am Bodensee. Sie gehören wie die o.g. Kolbenenten zu den Tauchenten und fressen Pflanzen und Tiere aller Art vom Boden der Flachwasserzone. Wie Blässhühner (*Fulica atra*) und Reiherenten (*Aythya fuligula*) haben sie gelernt, Dreikantmuscheln zu verzehren und sorgen dafür, dass diese eingeschleppte Muschelart nicht allzu sehr überhand nimmt.

Schellenten (*Bucephala clangula*) kommen am Bodensee nur im Winter vor. Sie brüten im Nordosten Europas in Baumhöhlen und gehören in Deutschland zu den bedrohten Arten. Es sind kleine

gedrungene Tiere, die schneller fliegen als die anderen Entenarten und im Flug ein charakteristisches klingelndes Geräusch produzieren. Die Männchen sind leicht an ihrem weißen Fleck vor dem Auge, der weißen Brust und weißen Flanke zu erkennen. Die Weibchen sind dagegen unscheinbar gezeichnet und haben einen braunen Kopf. Schellenten tauchen nach Insekten, Krebsen und Muscheln. Auch sie fressen gern Dreikantmuscheln.



Für die Kolbenente (*Netta rufina*) ist der Bodensee das wichtigste Brutgebiet in Baden-Württemberg.

Ebenfalls nur in den Wintermonaten kann man in den Flachwasserzonen des Bodensees Gänsesäger (*Mergus merganser*) beobachten. Die Schnäbel beider Geschlechter sind braunrot mit scharfen Sägezähnen an den Rändern und einem Haken an der Spitze. Mit diesem Schnabel fangen sie vor allem Fische, die sie im Schwarm tauchend erbeuten. Gänsesäger erspähen ihre Beutefische mit untergetauchtem Kopf.

Besonders in den Wintermonaten kann man bei niedrigem Wasserstand auf freiliegenden Schlick- und Schlammflächen langbeinige Vögel beobachten, die mit ihren langen Schnäbeln im Seeboden nach kleinen Tieren stochern, die sie mit Hilfe spezieller Tastorgane an der Schnabelspitze finden. Es handelt sich um so genannte Watvögel (auch „Limikolen“ genannt), die sich v.a. aus den Arten der Vogelfamilie der Schnepfen rekrutieren. Der Große Brachvogel (*Numenius arquata*) oder die Bekassine (*Gallinago gallinago*) sind hier als Beispiele zu nennen.

Charaktervögel der Röhrichte sind die Rohrsänger (Singvögel der Gattung *Acrocephalus*). Dabei handelt es sich um unscheinbare, oberseits dunkelbraune, unterseits cremefarbene Vögel, die in dichter Rohr- und Buschvegetation leben. Als Anpassung an ihren Lebensraum sind sie besonders gute Kletterer mit langen Beinen. So lange im Sommer ausreichend viele Insekten verfügbar sind, werden ausschließlich diese gefressen. Im Herbst dagegen nehmen Rohrsänger auch gern Beeren zu sich, vor allem die des Faulbaums. Rohrsänger sind Zugvögel, die im Herbst ins tropische Afrika fliegen. Der häufigere, kleinere Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*) lebt in dichtem Schilf und auch im Weidengebüsch. Der seltene und große Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*) bevorzugt dagegen die zum See hin offene Seite des Röhrichts. Ihre Nester flechten die Rohrsänger kunstvoll zwischen einige Schilfhalm. Beide Arten sind bevorzugte Wirtsvögel für den Kuckuck.

Auch Greifvögel sind an den Flachwas-



Der etwa sperlingsgroße Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*) ist die größte heimische Rohrsängerart.

serzonen des Bodensees anzutreffen. Vor allem der Schwarzmilan (*Milvus migrans*) hat sich darauf spezialisiert, an der Wasseroberfläche treibende tote oder kranke Fische als Nahrung aufzunehmen. Ihm kommt dadurch aus der Sicht der Gewässerhygiene eine besondere Bedeutung zu. Der Schwarzmilan nistet vorzugsweise in der Nähe von Gewässern.



Die Hauptnahrung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) sind Eintagsfliegen, die sie dicht über der Wasseroberfläche erbeutet.

Die Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) gehört zu den **Säugetieren**. Ihr Körper ist etwa 5 cm lang mit einer Flügelspannweite von etwa 26 cm. In den Sommermonaten lebt sie in kleinen Gruppen in Baumhöhlen, auf Dachböden oder in Fledermauskästen. Winterschlaf hält sie von Oktober bis Ende März. Wie ihr Name schon andeutet, ist sie relativ eng an das Wasser gebunden. Sie jagt über Flachwasserzonen und entlang der Ufer. Dabei fliegen Wasserfledermäuse dicht über der Wasseroberfläche und fressen Insekten, die darauf sitzen oder darüber fliegen. Dies sind vor allem Mücken, Schnaken, Nachtfalter, Eintagsfliegen und Köcherfliegen. Der Fang der Insekten erfolgt im Flug entweder direkt mit dem Mund oder mit der Schwanzflug-

haut, aus der die gefangene Beute dann mit dem Mund entnommen wird.

## Warum ist die Uferzone besonders geschützt?

Die naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees nehmen eine wichtige Stellung sowohl im Naturhaushalt des Bodenseeraums als auch für die dort lebenden und wirtschaftenden Menschen ein.

Eine der wichtigsten Funktionen ist der **Wasserschutz**. Die Fähigkeit des Bodensees zur biologischen Selbstreinigung kommt fast ausschließlich den Ufer- und Flachwasserzonen zu. Der größte Teil des Stoffumsatzes im See findet gerade in diesen Bereichen statt. Aus dem Umland über die Zuflüsse eingeschwemmte organische Stoffe, z.B. aus Abwässern und aus der Düngung (Mist, Gülle), werden durch die am Grund lebenden Kleintiere zerlegt und von Mikroorganismen (Einzeller, Bakterien und Pilze) weiter zersetzt. Größere grüne Wasserpflanzen und das Phytoplankton liefern den hierzu notwendigen Sauerstoff. Die frei werdenden Nährstoffe werden in der Regel schnell in neuer (v.a. pflanzlicher) Biomasse festgelegt. Aufgrund der großen Kontaktbereiche mit dem Wasser ist die Reinigungskapazität dieses grünen Mantels immens und entspricht einer riesigen Kläranlage. Für den Menschen ist die Fähigkeit des Bodensees zur Selbstreinigung besonders wichtig, da der See als Trinkwasserspender genutzt wird und daher von Belastungen frei bleiben sollte.

Eine weitere wichtige Funktion naturnaher Uferbereiche ist der **Uferschutz**, der vornehmlich dem Schutz ufernaher Siedlungen dient. Die natürlichen und naturnahen Ufer sind in der Regel flach,

so dass Wellen langsam auslaufen und kaum Schäden anrichten können.

Naturnahe Ufer und Flachwasserbereiche des Bodensees beherbergen Lebensräume, die für den **Naturschutz** besonders wichtig sind. Sie umfassen die ganz bodenseetypischen Strandrasen, die bei Niedrigwasser an ein Watt erinnernden Schlammflächen, die ausgedehnten Schilfröhrichte sowie die Biotoptypen der Verlandungsbereiche stehender Gewässer. Für Fische und Amphibien sind die flach überfluteten Uferbereiche wichtige Laichplätze. Röhrichte und Seggenriede sind Brutplätze für zahlreiche Vogelarten. Manche Wasservogelarten überwintern am Bodensee oft zu Zehntausenden. Sie sind dann besonders auf die beruhigten naturnahen Flachwasserzonen und Uferbereiche angewiesen. Viele Zugvögel legen auf ihrer Wanderung an den naturnahen Uferbereichen des Bodensees eine Rast ein. Sie suchen und finden dort Nahrung und Erholung auf ihren langen Flügen.

Da viele der in naturnahen Ufer- und Flachwasserzonen des Bodensees lebenden, spezialisierten Tier- und Pflanzenarten in Mitteleuropa und darüber hinaus selten oder vom Aussterben bedroht sind, kommt diesen Zonen eine überregionale, teilweise sogar europaweite Bedeutung auch für den **Artenschutz** zu. So brütet z.B. die seltene Kolbenente in Baden-Württemberg fast nur in den dichten Röhricht- und Seggenbeständen des Bodensees. Der stark gefährdete Drosselröhrsänger baut sein Nest zwischen besonders dicken Schilfhalmen auf der Seeseite naturnaher Röhrichtufer.

Die mittlerweile sehr selten gewordene Äsche ist eine Fischart, die ihren Laich

auf Kiesbänken eingräbt, über denen eine relativ starke Wasserströmung herrscht. Die geschlüpften Fischlarven halten sich bevorzugt an naturnahen Ufern auf.

Für die Bewohner der Bodenseeregion und weit darüber hinaus sind die naturnahen Ufer- und Flachwasserbereiche auch aufgrund vielfältiger Nutzungen von großer Bedeutung. An erster Stelle steht hierbei die oben schon erwähnte **Trinkwassergewinnung**, von der Millionen von Verbrauchern bis weit außerhalb des Einzugsgebietes profitieren. Ohne die Schutzfunktion und Reinigungsleistung der Ufer- und Flachwasserbereiche könnte der hohe Qualitätsstandard nur mit sehr viel intensiveren Aufbereitungsmaßnahmen gewährleistet werden.

Die **Fischerei** versorgt sowohl die Bewohner des Seeumfeldes als auch viele Touristen mit qualitativ hochwertigen Speisefischen. Einige der häufiger gefangenen und verzehrten Fischarten wie z.B. Hecht, Flussbarsch, Sandfelchen oder Trüsche leben immer oder zumindest in bestimmten Abschnitten ihres Lebens in naturnahen Flachwasserbereichen des Sees. Auch der **Erholung** dienen die naturnahen Uferbereiche des Bodensees, sowohl von der Land- als auch von der Seeseite aus. Mit ihrer reichen Tier- und Pflanzenwelt und ihrem charakteristischen Landschaftsbild spielen sie eine wichtige Rolle für die Erlebbarkeit und die Erholungseignung der gesamten Region. Das Landschaftsbild des Boden-



Das Bild „Schlittschuhläufer auf dem Bodensee“ von Otto Dix (1941) zeigt den Untersee mit seinen naturnahen Uferbereichen von der Höri aus.

© VG Bild-Kunst, Bonn 2000

sees, insbesondere seine Schönheit und Eigenart, wird wesentlich von den naturnahen Uferbereichen geprägt. Kaum ein Bild oder Gemälde vom Bodensee räumt den Ufer- und Flachwasserzonen des Sees keine zentrale Stellung ein. Ganz offensichtlich tragen also die naturnahen Ufer- und Flachwasserbereiche wesentlich zur Identifikation der Bewohner und Besucher der Region mit dem Bodensee bei.

### Gefährdung

Die Uferzonen und Flachwasserbereiche des Bodensees waren im Laufe ihrer Geschichte in ständiger natürlicher Veränderung begriffen. Die Abtragung und Anlandung der Uferzone und der beständige Stoffeintrag aus dem Einzugsgebiet waren unter natürlichen Bedingungen sehr langfristige Prozesse, die nur in Jahrhunderten bis Jahrtausenden sichtbare



Harte Uferverbauung findet man v.a. im Siedlungsbereich oder neben Uferstraßen.

Auswirkungen zeigten. Dies hat sich im 20. Jahrhundert und vor allem in der Zeit nach dem 2. Weltkrieg entscheidend geändert.

### Verbauung der Ufer

Eine schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts aufkommende Bautätigkeit an den Ufern des Sees steigerte sich in den Jahren nach 1960 immens. Es wurden neue Häfen, Stege und Uferpromenaden, ja sogar Bahnhöfe geschaffen und es entstanden Kuranlagen, Strandbäder, Camping- und Grillplätze. Durch Wohn- und Wochenendbebauung sowie Straßenbau wurden landseitige Uferbereiche in Beschlag genommen. Die schwerwiegendsten Eingriffe erfolgten jedoch seeseitig durch großflächige Auffüllungen, Anschüttungen oder Abgrabungen und durch den harten Uferverbau mit senkrechten Mauern oder steilen Böschungen. 1982 waren in Baden-Württemberg

ca. 72 km (45 %) der Bodenseeufer verbaut. Darüber hinaus gingen Pufferzonen zwischen der freien Wasseroberfläche und dem Hinterland verloren, die für viele „Ufertiere“ bei Hochwasser wichtige Ausweichräume sind. Auch wurden die ursprünglich großflächigen und zusammenhängenden Uferbiotope rund um den See zerstückelt, wodurch die vielfältigen Wirkungsbeziehungen zwischen den ein-

zelen Lebensräumen (Biotopverbund) starke Beeinträchtigungen erlitten. So waren in Baden-Württemberg im Jahre 1981 rund 27 % der Ufer des Untersees, 42 % des Überlinger Sees und 68 % des restlichen Obersees verbaut. Im Durchschnitt war zu diesem Zeitpunkt somit rund die Hälfte des Ufers mit Erholungs- und Freizeitnutzungen im weitesten Sinne belegt.

### **Ufererosion**

Eine schwerwiegende Folge massiven Uferverbaus ist die Ufererosion. Ufermauern werfen die Wellen zurück, während sie an Flachufern unschädlich auslaufen können. Ebenso können Strömungen kanalisiert und auf naturnahe Uferbereiche umgelenkt werden. Die nährstoffreichen Sedimente werden dann in Flachuferbereichen abgeladen, also in bedrohten Röhrichten und auf Kiesufern. Verstärkt wird die Erosionswirkung auch durch erhöhten Wellenschlag infolge des zunehmenden Bootsverkehrs.

### **Nährstoffanreicherung**

Neben der vollständigen Zerstörung von Uferbereichen durch Baumaßnahmen war die immense Nährstofffracht (Eutrophierung) des Gesamtsystems Bodensee mit einem Maximum in den Jahren 1965 bis 1980 die größte Gefahr für die naturnahen Uferbereiche. Die Ursachen der Eutrophierung sind noch nicht gänzlich beseitigt und ihre Folgen noch lange nicht ausgestanden. Ausgelöst wurde die Eutrophierung durch die starke Zunahme der Einwohnerzahl im Wassereinzugsgebiet des Bodensees, die heute im unmittelbaren Bodenseeufer schon derjenigen des Ballungsraums Stuttgart entspricht. Durch die zunehmende Sied-

lungsdichte stieg auch die Menge von direkt in den See eingetragenen Abwässern. Besonders der Eintrag von Phosphor, einem Pflanzennährstoff, der als „Mangelware“ das Wachstum von Wasserpflanzen begrenzt, nahm infolge des vermehrten Verbrauchs phosphathaltiger Waschmittel dramatisch zu. Daneben steigerte sich auch der diffuse Eintrag aus den immer intensiver genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen. So betrug die Gesamtphosphor-Konzentration noch in den 50er-Jahren rund 10 mg P/m<sup>3</sup>, stieg dann auf Maximalwerte von 80–90 mg P/m<sup>3</sup> (1976–1982) und war erst 1999 wieder auf ca. 15 mg P/m<sup>3</sup> zurückgegangen. Nach 1980 konnte also die Phosphormenge im Bodenseewasser vornehmlich durch erhebliche Anstrengungen bei der Abwasserreinigung wieder stark reduziert werden. Der Rückgang der pflanzlichen Produktion erfolgt allerdings verzögert, da die Nährstoffe nur langsam aus dem ökologischen Kreislaufsystem verschwinden.

Mit der rapiden Zunahme der Phosphorkonzentration im Bodenseewasser etwa ab 1960 stieg die pflanzliche Produktion im Freiwasser stark an. Die abgestorbene pflanzliche Biomasse führte mit einiger Verzögerung zu einer erheblichen Nährstoffanreicherung und Verschlammung der ursprünglich nährstoffarmen, vornehmlich kiesigen und sandigen Flachwasser- und Uferbereiche.

Die Eutrophierung des Bodensees hatte vielfältige Wirkungen. Besonders auffallend waren sog. Artenverschiebungen. Arten mit geringen und mittleren Ansprüchen an die Nährstoffversorgung wurden von Arten mit hohen Nährstoffansprüchen verdrängt. So kam es in den wärmeren Flachwasserzonen zunächst zu

Artenverschiebungen beim Phytoplankton, den frei schwebenden Algen, die für die Produktion an Biomasse wesentlich verantwortlich sind. Vor allem Fadenalgen wie *Cladophora spec.* und *Enteromorpha flexuosa* profitierten von der erhöhten Nährstoffzufuhr, während die zuvor dominierenden Kieselalgen verschwanden. Es kam bei länger anhaltendem Sommerwetter zu Massenentwicklungen, den sog. „Algenblüten“, und zur Bildung von schwimmenden Algenteppichen auf der Wasseroberfläche.

Durch die mit der Algenblüte einhergehende Wassertrübung wurde den in der Flachwasserzone auf dem Seegrund wachsenden Armleuchteralgen, die die sog. Unterwasserwiesen bilden, das für die Photosynthese lebensnotwendige Licht entzogen (Lichtmangel). Ein starker Rückgang der Unterwasserwiesen schon Ende der 1960er Jahre war die Folge. *Chara aspera*, eine bezüglich Licht-

genuss und Nährstoffarmut besonders anspruchsvolle Art, war ganz verschollen, während *Chara fragilis* und *C. contraria* sich in geringen Beständen halten konnten. Auch das in Baden-Württemberg vom Aussterben bedrohte Mittlere Nixenkraut (*Najas marina subsp. intermedia*), eine ebenfalls untergetaucht wachsende Art, war infolge der Überdüngung fast verschwunden, konnte sich aber mit dem Rückgang der Phosphorkonzentration wieder ausbreiten.

Innerhalb der Laichkrautgesellschaften gingen an geringe Nährstoffversorgung angepasste Arten wie das Gras-Laichkraut (*Potamogeton gramineus*) stark zurück. Arten mit höheren Ansprüchen an die Nährstoffversorgung wie das Glänzende Laichkraut (*P. lucens*) und besonders das Kamm-Laichkraut (*P. pectinatus*), daneben auch Nuttalls Wasserpest (*Elodea nuttallii*) nahmen so stark zu, dass die Massenbestände dieser

„Schlingpflanzen“ den Badenden lästig und für Motorboote hinderlich wurden. Mit Hilfe von Mähbooten versuchte man diese „Schlingpflanzenwälder“ abzuräumen. Der ebenfalls auf ein hohes Nährstoffangebot angewiesene Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*) war vor der Eutrophierung zwar von zahlreichen Stellen im Untersee, aber nur mit zwei Vorkommen im Obersee bekannt. Bis etwa 1970 konnte sich diese Art auch im



Der Abbau von Biomasse kann im Sommer zu Sauerstoffmangel und Fischsterben führen. Unter dem angespülten Algenteppich „ersticken“ aber auch die Strandrasen am Ufer.

Obersee stark ausbreiten, vor allem an abwasserbelasteten Ufern und Mündungen nährstoffbelasteter Zuflüsse.

Besonders empfindlich auf die Eutrophierung reagierten die Arten der Strandrasen, die nährstoffarme, nur mäßig dem Wellenschlag ausgesetzte Kiesufer besiedeln. Diese Standorte waren schon immer nur kleinflächig verbreitet und von Natur aus selten. Durch die Anschwemmung von Algenwatten und anderem Treibgut wurden die Standorte der Strandrasen, ohnehin durch Aufschüttungen und Überbauung schon erheblich dezimiert, stark mit Nährstoffen angereichert und für die kleinwüchsigen Arten der Strandrasen entwertet, weil schnell- und hochwüchsige Arten jetzt diese Uferbereiche einnehmen konnten. Auch der bloßen Überdeckung mit Treibgut konnten die kleinwüchsigen Arten nicht standhalten. Bei geringer Eutrophierung konnte sich zunächst das an mittlere Nährstoffversorgung angepasste Quellgras (*Catabrosa aquatica*), eine mittlerweile ebenfalls gefährdete Art, ausbreiten. Bei stärkerer Eutrophierung kamen vor allem das Weiße Straußgras (*Agrostis stolonifera*) und das Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) zur Dominanz. Daneben breitete sich auch das landseitig meist anschließende Schilf (*Phragmites australis*) in die Strandrasen hinein aus.

Als Folge der Eutrophierung ihrer Standorte sind mehrere Arten der Strandrasen heute ausgestorben, verschollen oder stark gefährdet. Die Purpur-Grasnelke (*Armeria purpurea*) war ein Überbleibsel aus der letzten Eiszeit (Reliktart). Ihre Vorkommen waren ausschließlich auf das

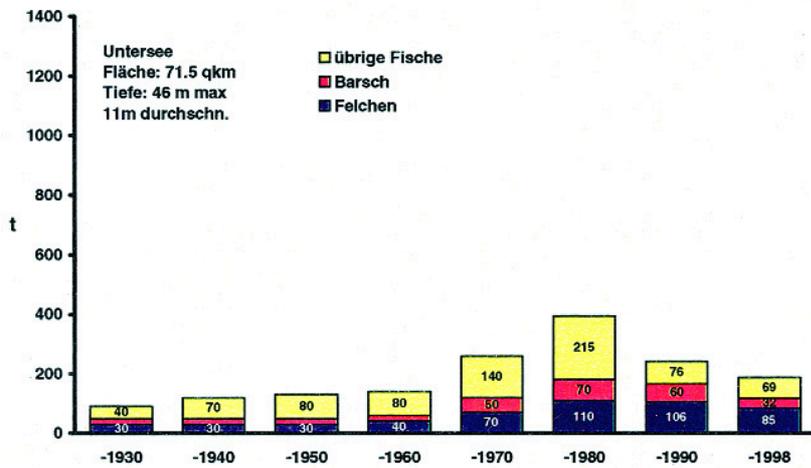
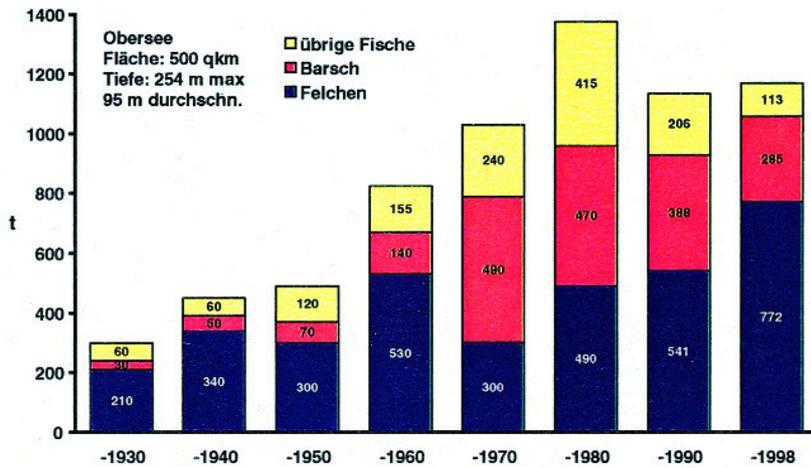
Ufer des Untersees beschränkt („endemisch“). Nachdem sie zu Beginn des Jahrhunderts noch an 15 Stränden vorhanden war, konnten anfangs der 60er-Jahre nur noch 4 Vorkommen bestätigt werden, die nach 1970 erloschen sind.

Ebenfalls auf den Bodensee beschränkt war der schon in den 1950er Jahren ausgestorbene Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia*).

Das Bodensees-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*) und die Strand-Schmiele (*Deschampsia littoralis*) kommen heute nur noch an wenigen nährstoffarmen naturnahen Kiesufern vor, während sie früher am Bodensee viel weiter verbreitet waren.

Das erhöhte Phosphorangebot im Bodenseewasser führte über die Nahrungskette zu einem üppigeren Futterangebot für Fische und schlägt sich deutlich in den Fangerträgen nieder. Verglichen mit dem Gang des Gesamtphosphorgehaltes im Wasser des Obersees (S. 12) zeigt die folgende Abbildung, dass die Fischfangerträge vermutlich aufgrund biologischer Nährstoffspeicher nicht in gleichem Maße sinken wie der Phosphorgehalt.

## Fischfangertrag im Bodensee 10-jähriges Mittel



Quelle: Institut für Seenforschung der LfU BW

### Freizeitdruck

Die Bodenseelandschaft hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einer der wichtigsten Freizeit- und Urlaubslandschaften Mitteleuropas entwickelt. Binnen zweier Jahrzehnte (1960–1980) stieg der Bootsbestand am Bodensee auf das Doppelte. Über 55.500 Vergnügungsboote und ca. 1000 gewerbliche Schiffe waren Mitte der 90er-Jahre auf dem See zugelassen. Aber auch heute noch bietet sich immer das gleiche Bild: an schönen Sommertagen drängen sich Motor-, Segel- und Ruderboote sowie zunehmend Windsurfer auf dem Wasser und rund um den See lagern Badende und Sonnenhungrige an den Ufern.

Bootfahren und Surfen haben besonders in Ufernähe vielfältige negative Wirkungen auf die naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen des Sees. Durch den Wellenschlag kann es zur Ufererosion kommen, wodurch alle Uferlebensräume direkt geschädigt werden. Durch Eintrag von Schadstoffen (Treibstoffe, Öle und Fungizide aus Schiffsanstrichen etc.) sinkt die Wasserqualität.

Die durch PS-starke Motorboote sowie den touristischen Schiffsverkehr ausgelöste unterseeische Erosion in der Uferzone und die Ausbaggerungen von Boots-/Schiffskanälen zu Hafenanlagen gefährden die Reproduktion von Fischarten wie z.B. der Äsche, die auf kiesiges Laichsubstrat angewiesen ist. Beim Ankern in

den Flachwasserzonen wird oft die Unterwasservegetation geschädigt. Auch schon mäßiger Freizeitbetrieb reicht aus, um Wasservögel beim Brutgeschäft zu stören oder davon abzuhalten.

Besonders störungsempfindlich sind auch mausernde Vögel 4–6 Wochen nach Ende der Jungenaufzucht, da sie dann flugunfähig sind. Schon einzelne Surfer im Spätherbst reichen aus, um Tausende rastender oder überwinternder Wasservögel aufzuscheuchen.

Aber auch Badende außerhalb der ausgewiesenen Badeplätze können die Uferbereiche durch Tritt und wildes Lagern schädigen. So verschwand z.B. das Bodensee-Vergissmeinnicht im Eriskircher Ried schon um 1920 infolge des Badebetriebes auf den Kiesflächen. Mit zunehmendem Badebetrieb kann es zudem zu lokaler Erosion des Ufers kommen, z.B. weil dabei Pfade im Schilf entstehen, die



Übermäßig von Erholungssuchenden beanspruchte Kiesufer sind als Standorte für Strandrasen verloren.

geschlossenen Schilfbestände aufgelöst und damit dem verstärkten Wellenangriff preisgegeben werden. In der näheren Umgebung von Badestellen kann sogar der Eintrag von Sonnenschutzmitteln schädigend auf die Lebewesen des Ufer- und Flachwasserbereichs wirken.

#### **Nutzungsaufgabe der Streuwiesen**

Bis in die 1950er Jahre hinein wurden Seggenriede und Pfeifengraswiesen zur Gewinnung von Stalleinstreu im Spätherbst und Winter gemäht. Mit dem Übergang zur Güllewirtschaft bzw. dem Rückgang der Tierhaltung war die Streu nicht mehr gefragt, weshalb die Nutzung dieser Flächen aufgegeben wurde. Infolge des dadurch ausbleibenden Nährstoffentzugs sowie der Anhäufung der Streu kam es zu einer internen Düngung

dieser ehemals mageren Standorte. Pflanzen mit höheren Nährstoffansprüchen wie Schilf (*Phragmites australis*), Mädesüß (*Filipendula ulmaria*), Land-Reitgras (*Calamagrostis epigeios*) oder fremdländische Neusiedler (Neophyten) wie die Riesen-Goldrute (*Solidago gigantea*) und das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*) breiteten sich aus und verdrängten kleinwüchsige, seltene Pflanzenarten wie z.B. die Mehl-Primel (*Primula farinosa*) oder die Davalls-Segge (*Carex davalliana*). Auch ging durch die ausbleibende Nutzung der Lebensraum typischer Tierarten der mageren Seggenriede und Pfeifengraswiesen verloren. So werden z.B. nasse Seggenriede schon durch eine geringe Zunahme des Verschilfungsgrades von bestimmten Libellen nicht mehr als Lebensraum angenommen. Auf nicht



Streuwiesen sind wichtige Lebensräume für viele Licht liebende Pflanzenarten, die einer intensiven Bewirtschaftung nicht gewachsen sind; das einzige Vorkommen der Sumpfsiegwurz (*Gladiolus palustris*) in Baden-Württemberg liegt im NSG Wollmatinger Ried.

mehr regelmäßig gemähten Streuwiesen haben sich Gebüsche aus Echem Kreuzdorn (*Rhamnus catharticus*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und Grau-Weide (*Salix cinerea*) ausgebreitet und teilweise schon innerhalb von einem Jahrzehnt die ursprüngliche Wiesenvegetation vollständig verdrängt.

#### **Seeseitiges „Schilfsterben“**

Seit der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts bis ca. 1950 breiteten sich die Schilfröhrichtbestände am Bodensee aus, vermutlich aufgrund eines ansteigenden Nährstoffgehalts im Wasser.

Zwischen 1960 und 1980 setzte dann neben der direkten Zerstörung durch Auffüllung und Überbauung ein starker Rückgang der seeseitigen Schilffront ein. So ging z.B. die Schilffläche an der Lipbachmündung von 1967 bis 1984 um ca. 33 % zurück. Gegenwärtig scheint der Trend gestoppt zu sein. Bei manchen Schilfbeständen wird seit ca. 1980 wieder ein geringes Vorwachsen der Front beobachtet.

Die Ursachen dieses „Schilfsterbens“ sind noch nicht restlos geklärt. Lange Zeit glaubte man, dass das Schilfröhricht seeseitig stark vom Frühjahrshochwasser abhängig sei. Immerhin umfassen z.B. die Wasserstandsschwankungen im Untersee (Pegel Konstanz) 160 cm bis fast 300 cm (Hochwasserjahr). Bei sommerlichem Niedrigwasser käme es zur Ausweitung, bei sommerlichem frühem und starkem Hochwasser zur Zurückdrängung der Schilffront. Die extreme Witterung mehrerer Jahre nach 1960 (frühes starkes Hochwasser, starker Hagelschlag) hätte zu den starken Einbrüchen geführt. Ein bedeutender Anteil

am Schilfsterben wird heute jedoch der Nährstoffanreicherung zugeschrieben. Diese bewirkt, dass die Schilfhalm größer, dicker und fleischiger werden und auch dichter stehen; der Anteil an festigenden Fasern in den Halmen ist jedoch nicht erhöht, wodurch sie leichter brechen. Hinzu kommt, dass anlandende Wasserpflanzenmassen und Fadenalgenfetzen in der Schilffront die mechanische Wirkung des oben erwähnten gesteigerten Wellenschlags verstärken, sich obendrein über das Schilf legen und es infolge von Fäulnisprozessen regelrecht ersticken. Die seit Ende der 80er-Jahre zu beobachtende langsame Erholung der Schilfbestände, die mit der Verminderung des Nährstoffangebots im Wasser einhergeht, spricht für den letztgenannten Erklärungsversuch.

## Die naturnahen Ufer des Bodensees brauchen unseren Schutz

Die unterschiedlichen Nutzungsansprüche vieler Interessengruppen haben den Bodensee und seine Uferbereiche an den Rand seiner Belastungsfähigkeit gebracht. Es gilt, die naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen zu erhalten, um die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts des Sees, seine Funktion als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie seine besondere Eigenart und Schönheit für die Zukunft zu sichern. Das Ziel des von der baden-württembergischen Landesregierung initiierten **Umweltprogrammes Bodenseeraum** ist es, im Rahmen eines breit angelegten Ziel- und Maßnahmenkataloges

- Belastungen abzubauen,
- vorhandene, nicht oder schwer zu beseitigende Belastungen möglichst auszugleichen und
- neue Belastungen zu vermeiden.

### Sicherung als Schutzgebiete

Die naturnahen Ufer- und Flachwasserzonen des Bodensees sind durch den § 24 a des Naturschutzgesetzes zu besonders geschützten Biotopen erklärt. Ihre Einbeziehung in Schutzgebiete kann den Schutz sogar des ganzen Bodensees fördern, wenn die Gebiete großflächig und unter Einbeziehung von Pufferbereichen abgegrenzt werden. Besonders

die Ausweisung als **Naturschutzgebiet** (NSG) ist in der Lage, den naturnahen Ufern und Flachwasserzonen einen effektiven Schutz zu verschaffen. So wurden bereits die größeren, naturnahen Uferzonen wie das Wollmatinger Ried, das Eriskircher Ried, die Halbinsel Mettnau und die Mündungsbereiche von Radolfzeller, Stockacher und Seefelder Aach sowie des Lipbachs als Naturschutzgebiete ausgewiesen. Sie umfassen ca. 30 % des gesamten Bodenseeufers von Baden-Württemberg. Der besondere Schutz der naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees nach § 24 a (NatSchG) umfasst keine speziellen Schutzmaßnahmen. Diese können jedoch im Rahmen der Schutzgebietsverordnungen und der jeweiligen Pflege- und Entwicklungspläne festgelegt werden und befassen sich z.B. mit der Lenkung der Besucherströme oder/und der Regulierung von Jagd und Fischerei. Viele Verordnungen sind allerdings schon vor mehreren Jahrzehnten erlassen worden und ihre Überarbei-



Die Einbeziehung der gesetzlich geschützten naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen in Schutzgebiete sichert deren Pflege.

tung v.a. in Bezug auf eine Ausweitung und Kennzeichnung der Gebiete in die vorgelagerte Flachwasserzone hinein ist notwendig geworden. Dies trifft umso mehr zu, als im Rahmen internationaler Verpflichtungen nach der FFH-Richtlinie (**Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie**; 92/43/EWG) und nach der **Vogelschutzrichtlinie** (79/409/EWG) Schutzgebiete für bestimmte Lebensräume und Arten einzurichten sind. Wichtige „FFH-Lebensräume“ des Bodensees sind: „oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armeleuchteralgen“ in der Flachwasserzone und „oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoeto-Nanojuncetea“ im Uferbereich (Strandrasen). Letztere sind, wie oben beschrieben, der Lebensraum des Bodensee-Vergissmeinnichts, einer Art nach Anhang II der FFH-Richtlinie. Im Anhang II sind Arten zusammengestellt, für die Schutzgebiete einzurichten sind.

Gleiches gilt für die Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie (BSG Beson-

dere Schutzgebiete bzw. SPA Special Protected Areas). Die riesigen Schilfröhrichte des Bodensees sind z.B. bedeutende Brutgebiete für die Zwergdommel, die Rohrweihe, das Kleine Sumpfhuhn und die Flussseeschwalbe.

In den Schutzgebieten am Bodensee (gleich welcher Art) ist eine Überwachung der Regelungen unbedingt erforderlich. So wird z.B. die seeseitige Flachwasserzone des Naturschutzgebietes Wollmatinger Ried durch den Naturschutzbund Deutschland (NABU) von einem schwimmenden Beobachtungsboot (s.u.) aus kontrolliert.

Größere Flächen der Uferzone und ihres Umfeldes sind als Landschaftsschutzgebiete ausgewiesen. Dieser weniger strenge Schutzstatus dient hier vornehmlich dazu, die weitere Bebauung des landseitigen Hinterlandes einzuschränken bzw. zu lenken. Derzeit sind ca. 40 % des badenwürttembergischen Bodenseeuferes Landschaftsschutzgebiet.



Kontrollboot „Netta“ des NABU im Wollmatinger Ried.

#### **Ausweisung als Schutzzonen im Rahmen der Bodenseeuferpläne**

Von den Regionalverbänden wurden die noch verbliebenen naturnahen Flachwasserbereiche des Bodensees im Rahmen von behördenverbindlichen Teilregionalplänen als Schutzzonen festgelegt (s. S. 3). Sie enthalten rechtsverbindliche Fest-

setzungen für die kommunale Bauleitplanung wie z.B. Nutzungseinschränkungen. Die Schutzzone I, die ökologisch besonders sensible Teilbereiche enthält, ist von baulichen und sonstigen Anlagen wie Aufschüttungen, Hafenanlagen, Stegen und Bojenfeldern freizuhalten. In der Schutzzone II, die ökologisch weniger empfindliche Teilbereiche beinhaltet, sind bauliche und sonstige Anlagen nur dann zugelassen, wenn sie mit den Grundsätzen zum Schutz der Flachwasserzone vereinbar sind oder wenn nach sorgfältiger Abwägung die sonstigen öffentlichen Interessen gegenüber den Belangen des Naturschutzes vorrangig sind.

#### **Auszeichnung als international bedeutende Gebiete**

Die besondere Bedeutung einzelner Schutzgebiete kann durch internationale Auszeichnungen hervorgehoben werden und damit die geleisteten Schutzmaßnahmen „entlohnen“ oder zu weiteren Bemühungen Anreiz geben. So erhielt z.B. das Wollmatinger Ried aufgrund seiner Eigenschaft als herausragender Lebensraum insbesondere für Wasservögel folgende Auszeichnungen:

- Feuchtgebiet internationaler Bedeutung aufgrund der Ramsarkonvention
- Europadiplom des Europarates (Wollmatinger Ried)
- Important Bird Area (IBA) nach Vorschlägen von Vogelexperten-Kommissionen
- Europareservat des Birdlife international.

#### **Weitere Reduzierung des Nährstoffeintrags**

Die Verminderung der Phosphorkonzentration im Wasser des Bodensees von fast 90 mg P/m<sup>3</sup> in den 70er-Jahren auf gegenwärtig unter 20 mg ist ein großer Erfolg der internationalen Bemühungen zur Reinhaltung des Sees. So führte der Rückgang der Nährstoffkonzentrationen bereits wieder zum Auftreten von Pflanzenarten wie der Armleuchteralge *Chara aspera*, die schon als ausgestorben galten. Einige Arten wie das Mittlere Nixenkraut (*Najas marina subsp. intermedia*), deren Populationsgröße stark geschrumpft war, konnten sich wieder ausbreiten. Dieser Erfolg ist im Wesentlichen auf die Sanierung der Abwasserhältnisse im Einzugsgebiet mit Fällung des Phosphats in der III. Reinigungsstufe der Kläranlagen sowie auf den Ersatz phosphathaltiger Waschmittel durch phosphatfreie Produkte zurückzuführen. Trotz der starken Verminderung der Phosphorkonzentration besteht derzeit vor allem bei günstiger Witterung immer noch eine erhöhte Biomasseproduktion, die vor allem den Lebensgemeinschaften magerer Standorte zu schaffen macht. Ziel der weiteren Sanierungsmaßnahmen ist deshalb die dauerhafte Verminderung der Phosphorkonzentration. Hierzu müssen die Kläranlagen im Einzugsgebiet weiter optimiert, der Anschlussgrad im Hinterland verbessert und die Siedlungsentwicklung stärker auf die Belastbarkeit des Sees abgestimmt werden. Daneben ist der diffuse Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft durch eine Nutzungsextensivierung im Einzugsgebiet (z.B. durch Anlage ungedüngter Gewässerrandstreifen) weiter zu vermindern. Drainagen im Ein-

zugsbereich, die in der Regel ungeklärt in Vorfluter oder direkt in den Bodensee entwässern, sollten verödet werden.

### **Verminderung von Schadstoffeinträgen**

Eine große Gefahr des Eintrags von Schadstoffen in den Bodensee geht vom motorisierten Schiff- und Bootsverkehr aus. Während die Gefahr des Auslaufens von Treibstoffen v.a. mit der Zahl der Zulassungen ansteigt, kann der Eintrag von Abgasen durch Verwendung schadstoffärmerer Motoren sowie durch den Einsatz von Solarmotoren reduziert werden. Bereits jetzt gelten die verschärften Abgasnormen III der europäischen Gemeinschaft. Die fungizidhaltigen Außenanstriche der Bootskörper sind mittlerweile verboten. Sie konnten durch giftfreie Anstriche ersetzt werden. Die Reinigung der Boote und die Entsorgung von Fäkalien muss an Land auf dafür vorgesehenen Plätzen erfolgen.

### **Verbesserung des Managements der Erholungs- und Freizeitnutzung**

Die Zahl der Motorboote auf dem See hat die Grenze der Belastbarkeit bereits überschritten. Die Zulassungen müssen auf ein erträgliches Maß beschränkt werden. Als erster Schritt zur Reduzierung der Ufer- und Unterwassererosion wurde im Uferbereich die Geschwindigkeit für Boote auf 10 km/h begrenzt. Bojenfelder (Bootsliegeplätze in der Flachwasserzone) sollen sukzessive zugunsten von Trockenliegeplätzen weiter reduziert werden. Ein wichtiger Baustein zur Verminderung des Störungspotenzials für Brut-, Rast- und Überwinterungsvögel ist die seeseitige Sperrung besonders empfindlicher Teile

der Flachwasserzone. Hierzu müssen solche Zonen mit klar erkennbaren Bojen gekennzeichnet werden. Durch Schulung von Bootseignern und Bootsverleihern kann die Akzeptanz dieser Maßnahmen verbessert werden. Baden und Lagern an nicht dafür ausgewiesenen Stellen kann durch Hinweistafeln verbunden mit Kontrollen und durch Erschweren des Zutritts (Rückbau oder Sperrung von Wegen) vermindert werden.

### **Besucherlenkung in Schutzgebieten**

Schutzgebiete dienen neben der Sicherung des Lebensraums gefährdeter Tier- und Pflanzenarten auch dem Naturerleben des Menschen. Damit dies ohne Beeinträchtigungen erfolgen kann, wurden von der Naturschutzverwaltung und von den Naturschutzverbänden Naturschutzzentren wie z.B. im Eriskircher und Wollmatinger Ried sowie auf der Halbinsel Mettnau bei Radolfzell eingerichtet. Mit Ausstellungen und anderen Informationsmöglichkeiten wie etwa Info-Tafeln oder durch naturkundliche Führungen lässt sich das Interesse und das Verständnis für die Uferzonen und ihre Lebewelt wecken und fördern. Dass dabei die Häufigkeit der Führungen und ihre Teilnehmerzahlen begrenzt sind, liegt in der Natur der Sache. Den Interessierten ermöglichen Verstecke und Plattformen die störungsfreie Beobachtung der Wasservögel, wodurch letztlich auch die Einsicht in die Notwendigkeit von Zugangsregelungen gefördert wird.

Generell stellt die Besucherlenkung für den Naturschutz ein beträchtliches Problem dar. Denn einerseits wird die Akzeptanz von Schutzmaßnahmen erhöht, wenn die Schutzobjekte frei zugänglich und erlebbar sind, andererseits werden



Beobachtungsplattform für Naturfreunde; NSG Wollmatinger Ried am Bodensee.

bei hohen Besucherzahlen oft die Schutzobjekte selbst beeinträchtigt.

Daher werden im Rahmen von Pflege- und Entwicklungsplänen Besucherlenkungs-konzepte erstellt, die auf die jeweils schutzgebiets-spezifische Problematik abgestimmt sind.

### **Spezielle Schutz- und Pflegemaßnahmen für Strandrasen**

Trotz der Beeinträchtigungen durch Überdüngung, Uferverbauung, Badebetrieb und Bootsverkehr sind noch heute vor allem am Überlinger See und am Untersee Kiesufer mit Bodensee-Strandrasen vorhanden. Sie sind allerdings gegenüber der Situation vor 100 Jahren selten geworden und ohne intensiven Schutz meist nicht mehr beständig. Sowohl kurzfristige Pflegemaßnahmen zur Sicherung von Beständen, die von unmittelbarer Zerstörung bedroht sind, als auch langfristige Schutzmaßnahmen sind notwendig:

- Entfernung von Schwemmgut (Algenwatten, Treibgut) durch Aufsammeln mit der Gabel oder von Hand unmittelbar während des spätsommerlichen Hochwasserrückgangs. Vorsicht bei intensiven „Seeputzeten“ mit der Schaufel;
- vorübergehende Rückhaltung des Treibgutes und ggf. der Algenwatten durch Fangzäune;
- Abräumen von Müll, Treibgut und Treibholz im Winter bei Niedrigwasser und gefrorenem Boden;
- mehrmalige Mahd der konkurrierenden, hochwüchsigen Vegetation, während der Vegetationsperiode, beginnend Ende April mit Entfernung des Mähgutes, um offene Flächen für die Strandrasen zu erhalten; evtl. auch gezieltes Ausreißen einzelner Konkurrenzpflanzen;
- Entfernung von Weidenaufwuchs im Umfeld der Strandrasen, um Verschattung zu vermeiden;
- weitere Absenkung der Nährstoffkonzentration im Bodenseewasser durch bessere Abwasserreinigung und Ver-

minderung der Einträge aus Landwirtschaftsflächen;

- Flächensicherung durch Ausweisung als Naturschutzgebiete;
- Vermeidung gravierender Trittschäden durch verbesserte Besucherlenkung, wobei eine geringe Trittdensität auf nur schwach mit Nährstoffen angereicherten Standorten durchaus positiv sein kann, da die hochwüchsigen Konkurrenten stärker geschädigt werden als die Strandrasenpflanzen.

#### **Pflege und extensive Nutzung der Kleinseggenriede und Pfeifengras-Streuwiesen**

Die Niedermoorvegetation der Kleinseggenriede und Pfeifengraswiesen ist durch eine starke Zunahme von Hochstauden und durch Verbuschung gefährdet, wenn sie nicht gemäht oder beweidet wird. Für ihre Erhaltung ist entweder die Wiederaufnahme einer extensiven Nutzung oder deren Nachahmung durch Pflegemaßnahmen erforderlich. Wichtig ist dabei, dass bei größeren Gebieten möglichst vielfältige horizontale, vertikale und zeitliche Nutzungsmuster entstehen, weil dies die Eignung dieser Gebiete als Lebensraum z.B. für Libellen und Wiesenbrüter fördert. Feuchtgebiete sind gegen mechanische Belastung besonders empfindlich und sollten mit möglichst leichten Maschinen gemäht werden. Günstige Zeitpunkte für die Pflegemahd sind z.B. der Winter, wenn der Boden gefroren ist oder der Hochsommer, wenn nach mehreren niederschlagsfreien Wochen die obere Bodenschicht abgetrocknet ist. Die Sommermahd empfiehlt sich v.a. dann, wenn Schilf oder Hochstauden zurückgedrängt werden sollen. Alternativ zur Mahd bietet sich eine ex-

tensive Beweidung mit einer leichten Rinderrasse (z.B. Hinterwälder) an.

#### **Uferrenaturierung**

Die Renaturierung der Ufer dient verschiedenen Zielen wie z.B.: der Sanierung der Röhrichtbestände, der Erweiterung des Biotopverbunds oder der Vergrößerung der biologisch besonders aktiven Ufer- und Flachwasserzone. Im Einzelnen werden folgende Ziele verfolgt bzw. Verfahren angewandt:

- Beseitigung von hartem Uferverbau;
  - Verringerung des mechanischen Stresses (Vorschüttungen flacher Ufer, Vorbau von Steindämmen und Zäunen);
  - Schutz vor Störungen (Sperrung zur Landseite, Sperrung seeseitig gegen Surfer und Boote);
  - Pflanzungen von Schilfröhricht und Ufergehölzen.
  - Beseitigung von Strömungshindernissen.
- Bislang wurden bereits über 20 km Seeufer renaturiert. Die verbauten, steilen Ufer können meist nur durch Vorschüttung wieder abgeflacht werden, da landseitig infolge Bebauung meist kein Raum für Abflachungen mehr vorhanden ist. Es muss also im Einzelfall eine Abwägung der Maßnahmen erfolgen, wenn die Renaturierung der Uferzone nicht auf Kosten der Flachwasserzone gehen soll.



Wie die Verbauung selbst, ist auch die Renaturierung der Bodenseeufer mit beträchtlichem technischen Aufwand verbunden; hier wird eine Ufermauer abgebaut und das Gelände anschließend mit Kies der Böschung angeglichen.

### **Dauerbeobachtung**

Der Zustand der naturnahen Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees ist von vielen Einflüssen abhängig, deren Wechselspiel ständigen Veränderungen unterworfen ist. Auch können neue, gegenwärtig noch nicht absehbare Gefährdungsfaktoren hinzukommen. Damit ist für den wirksamen Schutz der naturnahen Bodenseeufer eine regelmäßige Zustandserfassung und -bewertung unerlässlich. So hätten vielleicht die charakteristischen Strandrasenarten Purpur-Grasnelke (*Armeria purpurea*) und Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* spp. *amphibia*), die von den Bodenseeufern verschwunden sind, durch gezielte Schutzmaßnahmen erhalten werden können, wenn ihr drastischer Rückgang rechtzeitig erkannt worden wäre.

### **Internationale Zusammenarbeit**

Die Probleme im Zusammenhang mit der zunehmenden Nährstoffbelastung führten im Jahre 1959 zur Bildung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IKGB), der alle Anrainerländer angehören. Wie an der starken Reduzierung der Phosphorfrachten zu erkennen ist, war ihre Arbeit von großem Erfolg gekrönt. Für den Schutz der noch verbliebenen naturnahen Uferbereiche und naturnahen Bereiche der Flachwasserzone ist die grenzüberschreitende Zusammenarbeit vor allem hinsichtlich der zu ergreifenden Maßnahmen in den Bereichen Straßen- und Bootsverkehr, Tourismus und Naherholung sowie Siedlungsentwicklung unbedingt erforderlich.

Wie Sie sich vorschriftsgemäß verhalten und zum Schutz der naturnahen Uferbereiche beitragen

- halten Sie mit Ihrem Motorboot „auf offener See“ einen Abstand von mehr als 300 Meter zum Ufer
- fahren Sie mit Ihrem Motorboot in der Uferzone nur mit einer Geschwindigkeit unter 10 km/h
- dringen Sie mit Ihrem Boot und Surfbrett nicht in gesperrte Gebiete ein
- landen Sie mit Ihrem Boot oder vom Boot aus nicht an Naturufern an
- schonen Sie überwinternde Vögel – gönnen Sie ab dem Spätherbst Ihrem Boot oder Surfbrett auch eine Winterpause
  
- betreten Sie Schutzgebiete nur auf ausgewiesenen Wegen
- übersteigen oder beschädigen Sie keine Schutzzäune
- baden Sie nur in ausgewiesenen Strandbädern
- hinterlassen Sie keinen Müll
- entnehmen Sie kein Brennholz in der Umgebung von Camping- und Grillplätzen
  
- informieren Sie sich:  
Informationen über die Schutzgebiete am Bodensee und zu Naturschutzveranstaltungen können Sie in den Naturschutzzentren (s.u.) erhalten.

Naturschutzzentrum Eriskircher Ried

Bahnhofstr. 24  
88097 Eriskirch

Tel. 07541 / 818 88

Naturschutzzentrum Wollmatinger Ried (Ehem. Bahnhof Reichenau)

Naturschutzbund Deutschland, Ortsgruppe Konstanz e.V.  
Kindlebildstr. 8

78479 Reichenau

Tel. 07531 / 788 70

Naturschutzhaus Mettnau Naturschutzbund Deutschland, Ortsgruppe

Radolfzell – Singen – Stockach

Floerickeweg 2a  
78315 Radolfzell a.B.

Tel. 07732 / 123 39

## Literatur

- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees.- (Bodensee).- Arch. hydrobiol. Suppl., 1: 554 S., Stuttgart.
- BENZING, A., (1964): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 186 Konstanz. 44 S.
- BERNAUER, A. & H. JACOBY (1994): Bodensee. Naturreichtum am Alpenrand.- Naturerbe Verlag Jürgen Resch, Überlingen, 168 S.
- ERTEL, R. (1974): Wollmatinger Ried.- Führer durch die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 1. 60 S. Ludwigsburg.
- IBK BODENSEEFISCHEREI (Hrsg., 1993): Die ersten 100 Jahre Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei 1893–1993.- Wissenswertes über die Bodenseefischerei, 16 S.
- INTERNATIONALE GEWÄSSERSCHUTZKOMMISSION FÜR DEN BODENSEE (1987): Zur Bedeutung der Flachwasserzone des Bodensees.- Bericht Nr. 35, 49 S.
- JACOBY, H. & M. DIENST (1988): Das Naturschutzgebiet „Wollmatinger Ried – Untersee – Gnadensee“: Bedeutung, Schutz und Betreuung.- Naturschutzforum, 1/2, S. 205–306.
- KIEFER F. (1972): Naturkunde des Bodensees.- Jan Torbecke, Sigmaringen.
- LANG, G. (1990): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes.- Fischer (Stuttgart). 2. erg. Auflage, 462 S.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (1981): Grundsätze zum Schutz der Flachwasserzone des Bodensees.- 29 S. + Anhang.
- MIOTK, P. (1983): Das Eriskircher Ried, – Ein Führer durch das bedeutendste Naturschutzgebiet am nördlichen Bodenseeufer.- Führer durch die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 6. 188 S., Karlsruhe.
- ORNITHOLOGISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSEE (Hrsg., 1983): Die Vögel des Bodenseegebietes.- Deutscher Bund für Vogelschutz, LV Baden-Württemberg, 379 S.
- OSTENDORP, W. (1993): Schilf als Lebensraum.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg, 68:173-280.
- OSTENDORP, W. & P. KRUMSCHEID-PLANKERT (Hrsg., 1993): Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa.- Limnologie aktuell, Band 5, 267 S., Stuttgart.
- SCHMIEDER, K. (1996): Beispiel Bodensee.- Der Bürger im Staat, 46 (1), S. 65–73.
- SIESSEGGGER, B. & P. TREIBER (1999): Das Bodenseeufer – Ein Stiefkind des Gewässerschutzes auf dem mühsamen Weg der Besserung.- Natur + Mensch, 2/1999, S. 9–15.
- SUTER, W. & L. SCHIFFERLI (1988): Überwinternde Wasservögel in der Schweiz und ihren Grenzgebieten: Bestandsentwicklungen 1967–1987 im internationalen Vergleich.- Der Ornithologische Beobachter, 85, S.261–298.
- THOMAS, P., DIENST, M., PEINTINGER, M. & R. BUCHWALD (1987): Die Strandrasen des Bodensees (Deschampsietum rhenanae und Littorello-Eleocharitetum acicularis). Verbreitung, Ökologie, Gefährdung und Schutzmaßnahmen.- Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 62, S. 325–346.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Wir tun was für den See*.- Umweltministerium Baden-Württemberg, 20 S.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg., 1994): *Umweltprogramm Bodenseeraum*.- I. Zusammenfassung und Wertung, 110 S.

### **Anhang:**

Auszug aus dem Naturschutzgesetz\*:

#### § 24 a

##### *Besonders geschützte Biotope*

(1) Die folgenden Biotope in der in der Anlage zu diesem Gesetz beschriebenen Ausprägung sind besonders geschützt:

1. Moore, Sümpfe, naturnahe Bruch-, Sumpf- und Auwälder, Streuwiesen, Röhrichbestände und Riede, seggen- und binsenreiche Naßwiesen;
2. naturnahe und unverbaute Bach- und Flußabschnitte, Altarme fließender Gewässer, Hülen und Tümpel, jeweils einschließlich der Ufervegetation, Quellbereiche, Verlandungsbereiche stehender Gewässer sowie naturnahe Uferbereiche und naturnahe Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees;
3. offene Binnendünen, Zwergstrauch- und Wacholderheiden, Trocken- und Magerrasen, Gebüsche und naturnahe Wälder trockenwarmer Standorte einschließlich ihrer Staudensäume;
4. offene Felsbildungen, offene natürli-

che Block- und Geröllhalden;

5. Höhlen, Dolinen;
6. Feldhecken, Feldgehölze, Hohlwege, Trockenmauern und Steinriegel, jeweils in der freien Landschaft.

(2) Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung oder erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung der besonders geschützten Biotope führen können, sind verboten. Weitergehende Verbote in Rechtsverordnungen und Satzungen über geschützte Gebiete und Gegenstände bleiben unberührt.

(3) Abweichend von Absatz 2 Satz 1 ist es zulässig, (...)

4. Nutzungen fortzusetzen oder aufzunehmen, die am 31. Dezember 1991 auf Grund einer behördlichen Gestattung oder einer ausdrücklichen Regelung in einer Rechtsverordnung nach §§ 21 oder 24 ausgeübt werden oder begonnen werden durften; (...)

(4) Die Naturschutzbehörde kann Ausnahmen von den Verboten des Absatzes 2 Satz 1. zulassen, wenn

1. überwiegende Gründe des Gemeinwohls diese erfordern oder
2. keine erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen des Biotops und der Lebensstätten gefährdeter Tier- und Pflanzenarten zu erwarten sind oder wenn durch Ausgleichsmaßnahmen ein gleichartiger Biotop geschaffen wird. (...)

\*Gesetz zur Änderung des Naturschutzgesetzes (Biotopschutzgesetz) vom 19. November 1991 – Gesetzblatt für Baden-Württemberg (GBl) Nr. 29 vom 30. November 1991, S. 701–713

Anlage zu § 24 a Abs. 1

Definitionen der besonders geschützten Biotoptypen (...)

### **2.6 Naturnahe Uferbereiche und naturnahe Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees**

Maßgeblich für die Abgrenzung sind die in den Bodenseeuferplänen der Regionalverbände Hochrhein-Bodensee und Bodensee-Oberschwaben festgelegte Schutzzone I und die naturnahen und renaturierten Bereiche der Schutzzone II.

Naturnahe Uferbereiche und naturnahe Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees sind Bereiche,

- deren Ufer sich in weitgehend natürlichem Zustand befindet,
- in denen ein weitgehend geschlossener Schilfgürtel oder eine andere standortspezifische Vegetation (Strandlings- und Strandschmielen-Gesellschaften u.a. vorhanden ist,
- deren Flachwasserzone die Selbstreinigungsfunktionen weitgehend erfüllt oder Bedeutung als Fischerei- oder Laichschonbezirk hat.

Naturnahe Bereiche der Flachwasserzone reichen seewärts bis zur Halde, landseitig grenzen sie an die Uferbereiche.

Naturnahe Uferbereiche reichen landwärts bis zur Oberkante der Uferböschung einschließlich des Seehags oder, wo keine Uferböschung vorhanden ist, so weit wie die naturnahe oder, bei extensiver Nutzung, halbnatürliche Vegetation von den wechselnden Wasserständen des Bodensees beeinflusst wird.

Besondere typische Arten der naturnahen Uferbereiche und der naturnahen Bereiche der Flachwasserzone des Bodensees sind:

Schilf (*Phragmites australis*) und andere Arten der Röhrichtbestände und Riede und der Verlandungsbereiche stehender Gewässer sowie Bodensee-Vergißmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*), Strand-Schmiele (*Deschampsia rhenana*), Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans*) und Nadelbinse (*Eleocharis acicularis*).



Wasservogel in der Konstanzer Bucht im Januar; der Bodensee ist für viele Vogelarten ein bedeutsames Rast- und Überwinterungsgebiet.

**Die Reihe „Biotop in Baden-Württemberg“:**

- Nr. 1 Binnendünen und Sandrasen
- Nr. 2 Höhlen und Dolinen
- Nr. 3 Wacholderheiden
- Nr. 4 Magerrasen
- Nr. 5 Streuwiesen und Nasswiesen
- Nr. 6 Felsen und Blockhalden
- Nr. 7 Bruch-, Sumpf- und Auwälder
- Nr. 8 Kartierung und Schutz
- Nr. 9 Moore, Sümpfe, Röhrichte und Riede \*
- Nr. 10 Verlandungsbereiche stehender Gewässer, Hülen und Tümpel \*
- Nr. 11 Wälder, Gebüsche und Staudensäume trockenwarmer Standorte \*
- Nr. 12 Quellen und Quellbereiche
- Nr. 13 Naturnahe Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees
- Nr. 14 Bäche, Flüsse und Altarme \*

\* = in Bearbeitung

**Weiteres Informationsmaterial zum Biotopschutz**

- Naturschutz-Praxis. Flächenschutz 1: Gesetzlicher Biotopschutz – Vortrag mit Folien 1998 (vergriffen)
- Naturschutz-Praxis. Flächenschutz 2: Besonders geschützte Biotop – Vortrag mit Dia-Serie 1998 (vergriffen)