Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensgemeinschaften am Bodenseeufer

Bereits in Natur + Mensch 6/2003 haben vier Artikel auf die Auswirkungen extremer Witterungen und Wasserstände am Bodensee und Hochrhein aufmerksam gemacht. Neben dem Äschen-Sterben aufgrund hoher Wassertemperatur wurde auf die starken Wasserstandsänderungen und deren Auswirkungen auf die Ufervegetation hingewiesen. Der Titel der Ausgabe 6/2003 lautete „Klimaextreme 2003, … Vorboten der Klimaveränderungen?". Inzwischen muss das Fragezeichen durch ein Ausrufezeichen ersetzt werden. Denn weiter steigende Luft- und Wassertemperaturen sowie sinkende Wasserstände zeigen klar: Auch die Bodenseeregion unterliegt bereits jetzt dem Klimawandel.

von Michael Dienst, Irene Strang und Wolfgang Ostendorp

Der weltweite Klimawandel ist in aller Munde und inzwischen auch von den stärksten Skeptikern anerkannt. Die globale Lufttemperatur ist seit 1861 um 0,7 °C angestiegen, das Klimagefüge aus den Fugen geraten. Die Veränderungen grossräumiger Ökosysteme, das Abschmelzen von Gletschern und des Nordpoleises sowie die Austrocknung ganzer Landstriche sind bereits Realität. Die möglichen Wandlungen am Bodensee sind demgegenüber sicherlich nicht annähernd so dramatisch. Jedoch sind auch am Dreiländersee die Symptome bereits seit mehreren Jahren sichtbar und starke negative Auswirkungen müssen auch hier befürchtet werden. Die Temperatur ist in der Bodenseeregion im letzten Jahrhundert um deutlich mehr als 1°C angestiegen, und damit stärker als der weltweite Trend. Die Zunahme ist im Winter höher als im Sommer, so dass das Frühjahr um zwei Wochen früher anfängt. Die Niederschläge nehmen im Sommer eher ab; im Winter schneit es weniger, aber es regnet umso mehr.

Bei der internationalen Tagung „Klimawandel und Bodenseeufer", die im Juli 2006 in Konstanz stattfand, haben Mitglieder der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V. und weitere Fachleute die bisherigen Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie, Archäologie und Biologie des Boden-

Noch Ende April 2007 lagen weite Uferzonen trocken, so wie hier vor dem Wollmatinger Ried (25.4.07).
Foto: Plessing – LuftundBild

Wetterkapriolen am Bodensee: Kleiner Tornado vor Friedrichshafen am 8.11.2004 (Zeitserie über ca. 2 Minuten)

sees dargestellt. Hieraus ist eine grössere Publikation entstanden (Ostendorp et al. 2007). Der folgende Beitrag fasst die wichtigsten Aspekte dieser Veröffentlichung zusammen und ergänzt sie um einige Beispiele – besonders aus dem Bereich der Ufervegetation. Falls nicht anders vermerkt, handelt es sich um eigene Untersuchungen, Beobachtungen und die Auswertung offizieller Daten. Bzgl. der Literaturzitate vgl. die o. g. Arbeit.

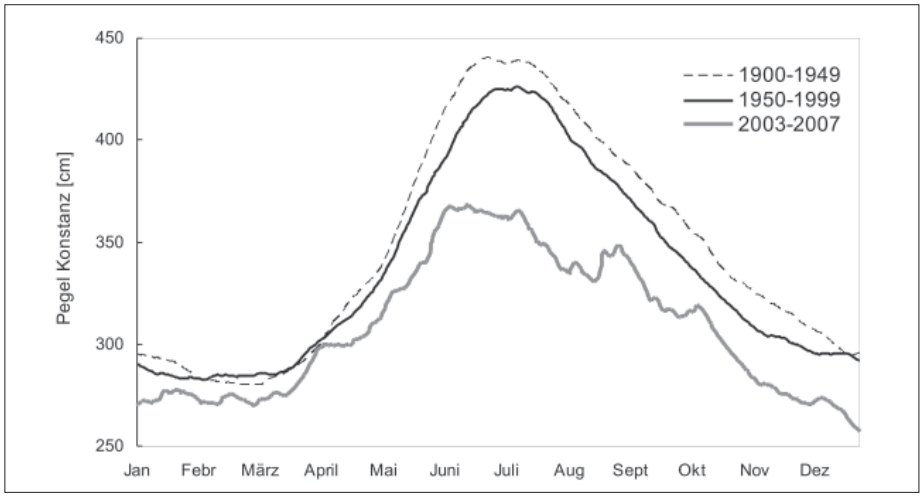
Der Wasserspiegel sinkt

Die Seespiegeltrends bis 2003 wurden bereits von Ostendorp & Jöhnk (2003) in der Ausgabe 6/2003 dieser Zeitschrift ausführlich dargestellt. Nach dem extrem starken und sehr frühen Hochwasser von 1999, das – statistisch gesehen – nur alle 5000 Jahre auftritt, folgte 2003 ein extremes Niedrigwasserjahr mit einer Jährlichkeit von 700 Jahren. Neben fallenden Wasserständen prognostizierten die Autoren eine Häufung von frühen Hochwässern, da die Schneeschmelze voraussichtlich zu früheren Zeitpunkten eintritt. Bereits in der 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts lag die durchschnittliche Wasserstandsganglinie deutlich unter jener der 1. Hälfte. In den Jahren 2003 bis 2007 war der mittlere Pegelverlauf deutlich niedriger als im 20. Jahrhundert.

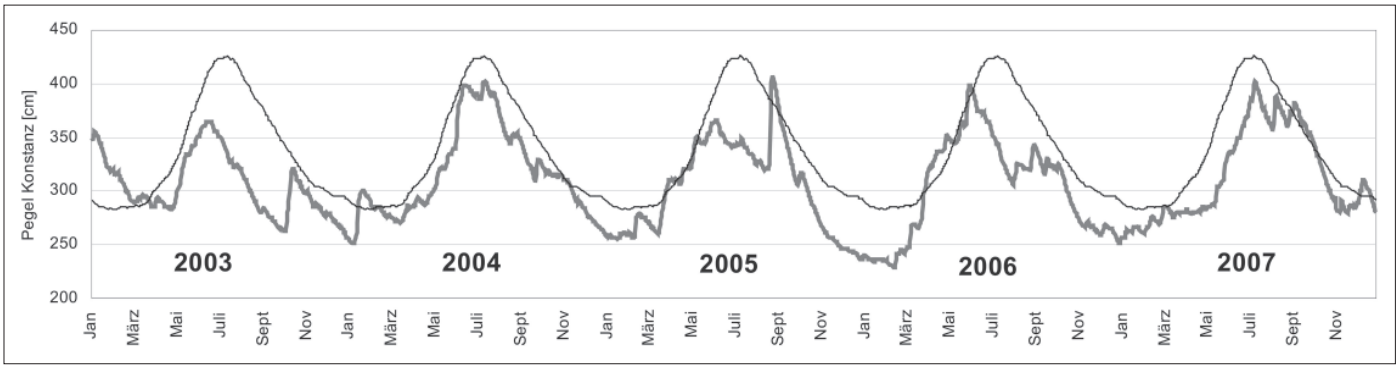
Der Pegelverlauf seit 2003 ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Es wird klar, dass innerhalb der letzten fünf Jahre 90 Prozent der Pegeltageswerte zumeist deutlich unter den langjährigen Mittelwerten lagen.

Die Senkung des Wasserstands gipfelte in dem extremen Niedrigwasserwinter von 2005/2006, als der niedrigste historisch bekannte Wert des Konstanzer Pegels von

Die Entwicklung der Wasserstandsganglinien am Obersee (Pegel Konstanz); Datenquelle: LUBW.



Wasserstandsganglinie am Pegel Konstanz (Obersee) im Vergleich zum langjährigen Mittel (1951–2000).



Rohrkolben-Bestände vor dem Schilf-Röhricht im Wollmatinger Ried, 20.7.2005.

1858 nur um 3 cm verfehlt wurde. Nach langer Zeit wurden grosse Flächen der Uferbank wieder einmal freigelegt; zum Leidwesen der Archäologen, denn die Erosion der schützenden Sedimente und Niedrigwasserstände bringen die bis 6000 Jahre alten Bauhölzer und Keramikscherben durch Luftzufuhr und Frostsprengung zum Zerfall. Überdies werden die Kulturschichten erodiert und ausgespült. Derzeit sind 80 der rund 100 bestehenden prähistorischen Pfahlbauten am Bodensee durch diese und andere Ursachen (Hafenbau, Schiffsverkehr u. a.) vom Zerfall bedroht.

Die Veränderungen des Obersee-Wasserspiegels über die letzten 100 Jahre sind in der Tabelle dargestellt.

Veränderung des Konstanzer Pegels im Zeitraum 1908 bis 2007

Jahresmittel	- 23 cm
Sommer (VI–VIII)	- 46 cm
Winter (XII–II)	- 6 cm
Jahresamplitude	- 38 cm

Die Wasserstände nahmen im Sommer deutlich stärker ab als im Jahresmittel. Besonders auffallend ist die Tatsache, dass die Differenz von höchstem und niedrigstem Wert pro Jahr deutlich sank, was die besondere Qualität des Bodensees als einem der wenigen nicht staugeregelten Voralpenseen schmälert.

Auswirkungen höherer Wassertemperaturen

Mit der Lufttemperatur ist auch das Wasser des Bodensees seit 1960 um etwa 1°C wärmer geworden. Folgende Probleme können bei höheren Wassertemperaturen entstehen bzw. sind teilweise schon aufgetreten: Eine zu geringe Abkühlung im Winter behindert oder verzögert tendenziell die Vollzirkulation – besonders im tieferen Obersee. Dies hat zur Folge, dass weniger Sauerstoff in die tieferen Wasserschichten gelangen kann und umgekehrt die dort angereicherten Nährstoffe nicht gleichmässig in der Wassersäule verteilt werden. Wärmeres Wasser verringert die Gleichgewichtskonzentration von Gasen, also auch von Sauerstoff. Da mit zunehmender Temperatur der Stoffumsatz bei Zooplankton, Zoobenthos und Fischen steigt, führt dies unter Umständen zu einer Sauerstoff-Unterversorgung. Das Äschensterben im Jahr 2003 war dafür ein Alarmzeichen. Temperaturen von über 25 °C hatten bei dieser seltenen Fischart ein Massensterben im Hochrhein zur Folge. Auch das Aalsterben von 2003 ist auf die zunehmende Wärme zurückzuführen. Denn die Erkrankung mit dem Aal-Herpesvirus, mit dem offenbar ein grosser Teil der Aal-Population durchseucht ist, bricht erst bei Temperaturen über 20 °C aus. Auch das Auftreten von Badedermatitis, die besonders 2003 ein grosses Problem war, könnte durch wärmeres Wasser begünstigt werden. Untersuchungen des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz haben ergeben, dass Wasserflöhe bei höheren Temperaturen schneller wachsen. Dadurch tritt das so genannte Klarwasserstadium, also der Zeitraum, in dem das Phytoplankton nahezu vollständig durch das Zooplankton ausfiltriert und gefressen wird, früher ein. Die Folgen für die planktische Nahrungskette im See sind derzeit noch nicht abzusehen.

Bei den Wasserpflanzen gab es eine auffallende Veränderung. Durch die Erwärmung des Wasserkörpers konnte das Mittlere Nixenkraut *(Najas intermedia)* vom Untersee in den üblicherweise kälteren Obersee einwandern. Bis 1990 gab es vom Mittleren Nixenkraut nur eine Fundstelle ausserhalb des Untersees – in der relativ seichten südlichen Mainau-Bucht. Bereits bei der Makrophytenkartierung im Jahr 1993 (Schmieder 1998) konnte diese Wärme liebende Pflanze mehrfach am Obersee nachgewiesen werden. Bis zur Jahrtausendwende hat sie sich nach eigenen Beobachtungen fast am ganzen Überlinger- und Obersee ausgebreitet.

Wenn die oberen Wasserschichten zukünftig noch wärmer werden, kann es sein, dass in zunehmendem Masse fremde, bislang südlich verbreitete Pflanzen- und Tierarten einwandern und womöglich Teile der einheimischen aquatischen Flora und Fauna verdrängen. Zumindest bei den Tieren gibt es dazu bereits gut untersuchte Beispiele: Nach der Einwanderung und rasanten Ausbreitung der Dreikant- oder Zebramuschel *(Dreissena polymorpha)* in den 1960er-Jahren wurden vor wenigen Jahren der Höckerflohkrebs *(Dikerogammarus villosus)*, die Körbchenmuschel *(Corbicula fluminea)* und die Schwebgarnele (Limnomysis benedeni) eingeschleppt. Die beiden erstgenannten Arten zeigten eine enorme Ausbreitungsgeschwindigkeit entlang des Seeufers. Die Wassererwärmung war hierfür sicher nicht der wichtigste Faktor, könnte aber bei anderen Arten, die sich bereits im Kühlwasserauslauf von Kraftwerken in „Wartestellung" befinden, für eine Einwanderung förderlich sein.

Röhrichte und Pioniervegetation

Die seenahe Ufervegetation reagiert besonders empfindlich auf Wasserstandsextreme. Zwar ist der Bodensee gerade dadurch ausgezeichnet, dass er als fast einziger Voralpensee noch annähernd natürliche Wasserstandsschwankungen aufweist. Extreme Variationen können sich jedoch auch hier nachhaltig negativ auswirken. So hatte das Extremhochwasser von 1999 zum Absterben von über 20 Prozent des aquatischen Schilfröhrichts am baden-würt-

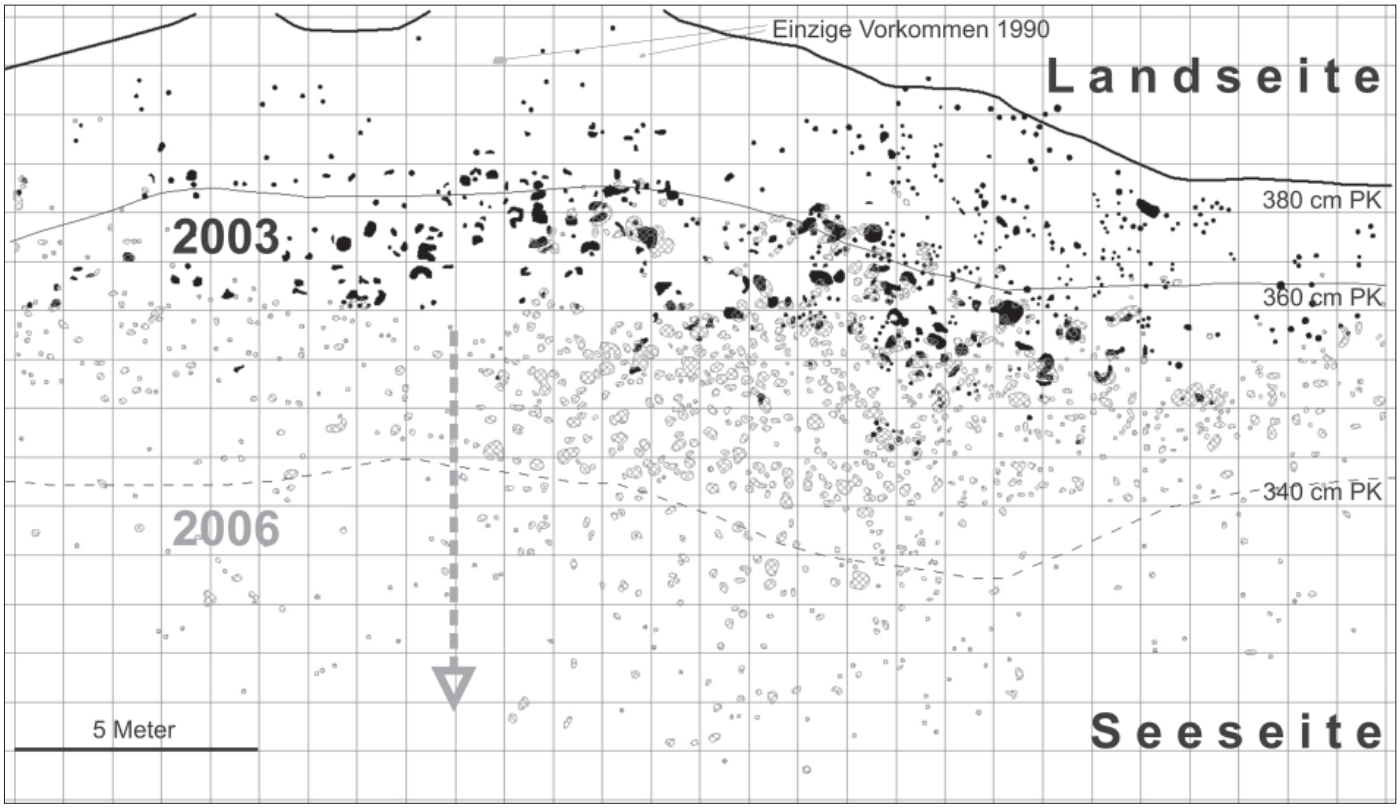
tembergischen Ufer geführt (Schmieder et al. 2003). Die Niedrigwasserstände seit 2003 lassen das Schilf zwar wieder seewärts vorwachsen, die grossen Absterbestreifen von bis zu 30 m Breite können aber nicht so schnell durch Schilf wiederbesiedelt werden. Untersuchungen der Arbeitsgruppe Bodenseeufer im Naturschutzgebiet Wollmatinger Ried-Untersee-Gnadensee belegen stattdessen die rasche und nachhaltige Besiedlung durch drei Rohrkolben-Arten, sowie durch Rohrglanzgras, Seggen und Binsen. Selbst Weiden (meist Silberweide) haben sich im Niedrigwasserjahr am Röhrichtrand angesiedelt und konnten an Stellen, an denen sie nicht von Wild verbissen wurden, in vier Jahren bis zu einer Höhe von 3 bis 5 m heranwachsen. Besonders eindrucksvoll ist das neu entstandene Silberweiden-Wäldchen an der Mündung der Stockacher Aach mit einer Fläche von mehr als 2000 m² und 4 bis 5,5 m hohen Bäumen. Die Bildung neuer Weichholzauen ist für das Landschaftsbild und die Ufer-Biozönose des Bodensees sicher ein Gewinn, da eine Verjüngung in den letzten Jahrzehnten nur im Rheindelta stattfinden konnte. Ob die neuen Rohrkolben-Röhrichte am Ostufer des Gnadensees aus Naturschutzsicht positiv zu beurteilen sind, ist fraglich. Kurz- bis mittelfristig sind sie sicherlich eine Bereicherung, zumal sie das Sediment vor Erosion schützen. Ausserdem haben Erhebungen der AGBU gezeigt, dass sie von Haubentauchern gerne als Brutplatz angenommen werden. Für Teich- und Drosselrohrsänger sind sie hingegen weniger tauglich, da diese die stabileren Schilfhalme für Ansitz und Nestanbau benötigen. Wir erwarten, dass sich die Rohrkolben-Bestände nicht dauerhaft werden halten können, sondern innerhalb des nächsten Jahrzehnts vom Schilf verdrängt werden.

Darüber hinaus ermöglichten die Niedrigwasserjahre die Ansiedlung von neuen Pflanzenarten. So sind 2006/2007 der Zungen-Hahnenfuss *(Ranunculus lingua)* und der Shuttleworth-Rohrkolben *(Typha shuttleworthii)* vor dem Schilfröhricht des Wollmatinger Rieds entdeckt worden. Beide Arten wurden zuvor noch nie am unmittelbaren Bodenseeufer beobachtet. Besonders spannend war die Ansiedlung einer ostasiatischen Schaumkraut-Art *(Cardamine spec.),* die wir zum ersten Mal Anfang 2004 am Südufer des Reichenauer Damms fanden. In Mitteleuropa scheint das Vorkommen am Bodenseeufer das bisher einzige zu sein. Hier hat sich der Neophyt bis zum Frühjahr 2007 stark ausgebreitet und 90 Stellen besiedelt. Meist wächst er in nährstoffreicheren Spülsäumen, wo er dann auch einheimische Arten wie die Wasserkresse *(Rorippa amphibia)* oder den Gift-Hahnenfuss *(Ranunculus sceleratus)* verdrängen kann. Ein Konkurrenzproblem für die bedrohten Strandrasen-Arten ist das Reisfeld-Schaumkraut bislang nicht. Eine Ausdehnung vom Überschwemmungsbereich in höher liegende Flächen wurde noch nicht beobachtet.

Strandrasen

Die Strandrasen des Bodenseeufers, zu der die endemische (d. h. nur hier vorkommende) Strandschmielen-Gesellschaft gehört, werden sowohl am deutschen wie auch am Schweizer Ufer seit 25 Jahren intensiv untersucht (z. B. Dienst et al. 2004). Viele Monitoringflächen belegen die z. T. deutlichen Veränderungen in Übereinstimmung mit den starken Wasserstandsvaria-

Bodensee-Vergissmeinnicht an einem Strandrasen bei Münsterlingen mit drei Höhenlinien. Schwarz: 2003, grau schraffiert: 2006 (PK=Pegel Konstanz).



tionen (Strang & Dienst 2004). Es hat sich gezeigt, dass die Pflanzen in der Überschwemmungszone innerhalb eines Jahres auf wechselnde Wasserstände reagieren; d. h. sie wandern strandaufwärts oder strandabwärts. Dies gilt sowohl für die typischen Strandrasen-Arten wie auch für deren Konkurrenten. Am Beispiel des Bodensee-Vergissmeinnichts *(Myosotis rehsteineri)* soll dies im Folgenden dargestellt werden. Besonders am Thurgauer Ufer konnte sich diese Charakterpflanze in den letzten zwanzig Jahren durch regelmässige Kontrollen, Pflegemassnahmen und Aufklärungsarbeit wieder gut im Bestand erholen. Auch die niedrigen Wasserstände haben zumindest kurzfristig zu deren Ausbreitung beigetragen. Am Beispiel einer der schönsten Strandrasen-Bestände östlich von Münsterlingen kann belegt werden, wie schnell sich das niedrigwüchsige Vergissmeinnicht ausbreiten kann. 1990 gab es auf der Untersuchungsfläche nur zwei kleine Polster. In den Folgejahren fand eine starke Vermehrung statt. Und allein zwischen 2003 und 2006 haben sich die Bestände ca. 8 m seewärts ausgebreitet. Dies haben sie hauptsächlich den nur geringen Überschwemmungen in diesem Zeitraum zu verdanken. Die vertikale Verlagerung der Vergissmeinnicht-Bestände betrug – bezogen auf die Höhe – etwa 25 cm.

Diese positive Entwicklung der weltweit bedrohten Art kann jedoch über die tatsächliche Gefährdung der Strandrasen insgesamt nicht hinwegtäuschen. Zum einen reagieren nicht alle Strandrasen-Arten auf die extremen Wasserstandsschwankungen so gut. Die ebenfalls vom Aussterben bedrohte und fast nur am Bodensee vorkommende Strand-Schmiele *(Deschampsia littoralis)* ist nicht so beweglich wie das Bodensee-Vergissmeinnicht und hat in den letzten Jahren vielerorts Bestandesverluste hinnehmen müssen. Ausgerechnet am weltweit grössten Vorkommen dieses pseudoviviparen Süssgrases gab es zudem starke Belastungen durch intensives Lagern und Feuerstellen, was erst durch die niederen Sommerwasserspiegel möglich wurde.

Das grösste Problem für den längerfristigen Erhalt der Strandrasen sind jedoch die geringer werdenden regelmässigen Wasserstandsschwankungen. Denn darauf ist diese amphibische Vegetation angewiesen; die regelmässige Überschwemmung im Sommer verhindert das Eindringen von höherwüchsigen und konkurrenzstärkeren Pflanzen. Die Differenz der jährlichen Höchst- und Tiefstwasserstände betrug vor 100 Jahren

Geringe Hochwässer ermöglichen Lagern und Grillieren auch im weltweit grössten Bestand der pseudoviviparen Strand-Schmiele (kleines Bild) bei Konstanz (19.6.2005).

noch deutlich über 2 m. Inzwischen ist sie um 38 cm, also ca. ein Fünftel, gesunken. Das sowieso schon schmale Strandrasen-Band am Bodenseeufer könnte also immer schmaler werden, und die vielerorts durch Uferverbau und intensive Nutzung geschundenen Bestände werden umso mehr gefährdet. Dazu käme noch folgendes Problem: Falls das Hochwasser tatsächlich – wie oben angedeutet – in Zukunft früher eintritt, könnten sich die Strandrasen-Arten nicht mehr rechtzeitig generativ reproduzieren, da sie zu früh überschwemmt würden. Ob die Fähigkeit zur vegetativen Vermehrung dann ausreicht, ist fraglich.

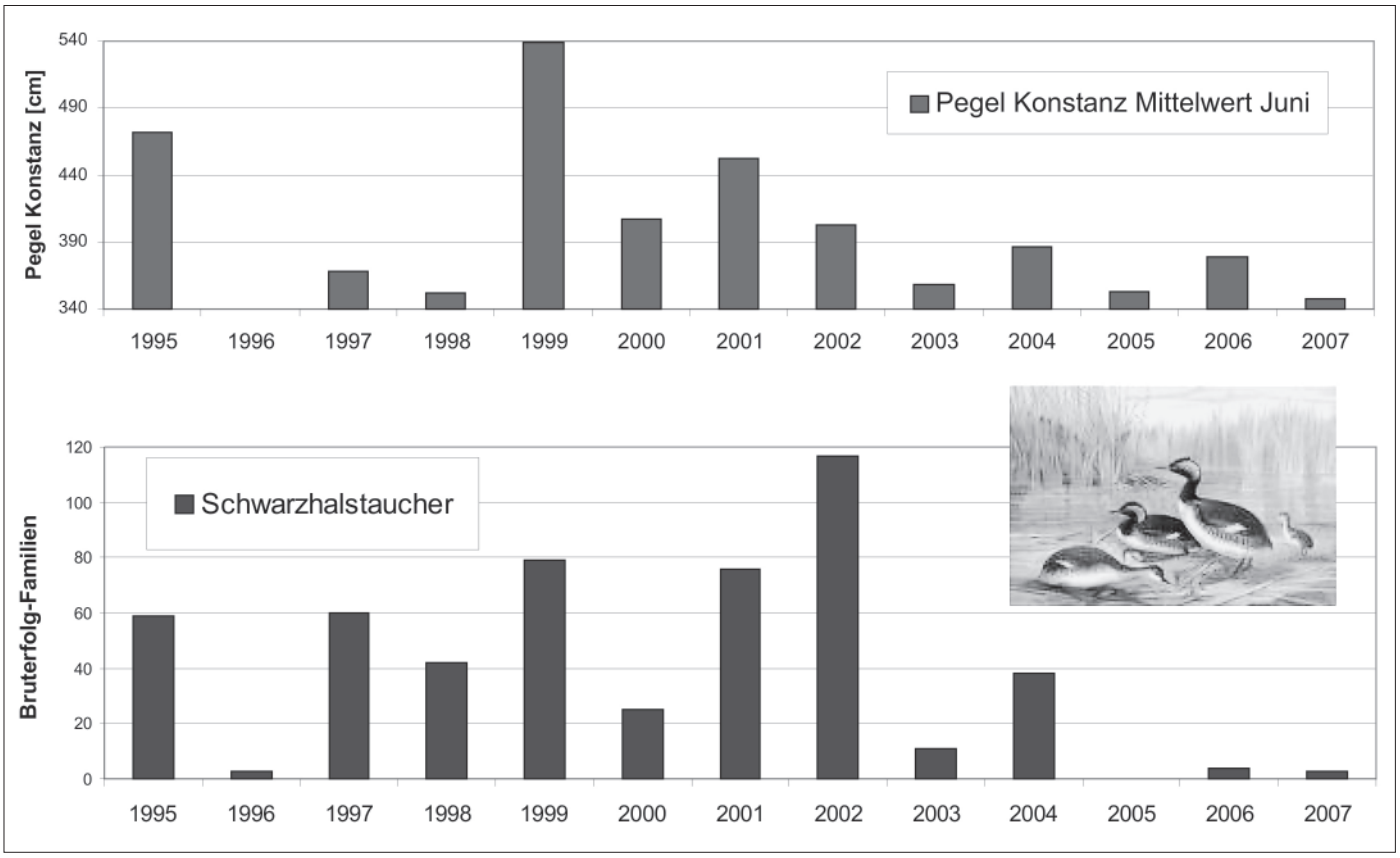
Durch die Niedrigwasserstände konnte sich eine andere, in der Schweiz sehr seltene Art am Thurgauer Ufer ausbreiten: die Salzbunge (Samolus valerandi). In den 1990er Jahren wuchs sie nur an einem Ort bei Landschlacht. Seit 2003 hat sie sich zwischen Münsterlingen und Güttingen an fünf Stellen neu angesiedelt, die alle ca. 20 bis 30 cm oberhalb der Mittelwasserlinie liegen.

Die Wasserstands-Änderungen haben also zumindest kurzzeitig auch ihre positiven Seiten. Jedoch kann wieder stärkeres Hochwasser oder die Zunahme konkurrenzstärkerer Pflanzen eine Abnahme der seltenen Pflanzenarten bewirken.

Auch die Vögel reagieren

Die Vogelwelt kann sehr feinfühlig auf Klimaveränderungen reagieren. Derzeit gibt es in Mitteleuropa Anzeichen dafür, dass sich einige südlich verbreitete Vogelarten durch die Erwärmung nach Norden ausbreiten. Als Beispiel wird oft der Bienenfresser genannt, der in Deutschland ausgestorben war, inzwischen aber an vielen geeigneten Brutstellen wieder zu finden ist. Auch die Brutgebietserweiterung des Girlitz ist hierfür ein Beispiel: Früher auf Süddeutschland beschränkt, brütet er jetzt in ganz Deutschland. Ob dafür jeweils der Klimawandel oder aber andere Faktoren verantwortlich sind, kann im Einzelnen nicht immer beantwortet werden. Auch in der Bodenseeregion gibt es deutliche Veränderungen in der Vogelwelt. Auffällig ist z. B. das Verschwinden der Bekassine aus den Bodensee-Rieden. Hierfür gibt es mehrere mögliche Ursachen: Zum einen kann in manchen Jahren die Frühjahrstrockenheit (d. h. niedriger Wasserstand und geringe

Bruterfolg des Schwarzhalstauchers im Wollmatinger Ried in den Jahren 1995 bis 2007 in Abhängigkeit vom mittleren Wasserstand im Juni.
Datenquelle: LUBW.



Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V.

Die Autoren sind Mitglieder der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V. Sie ist ein Zusammenschluss von WissenschaftlerInnen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen. Sie verbindet ForscherInnen an Universitäten mit PraktikerInnen aus Beratungsbüros, Verbänden und Behörden. Die AGBU führt eigene Forschungsprojekte durch und berät öffentliche und private Auftraggeber in Fragen des Uferschutzes und der Uferrenaturierung. Sie unterhält ein Informationsnetzwerk (www.bodensee-ufer.de), das über aktuelle Probleme und Entwicklungen am Bodenseeufer berichtet.

Niederschläge) verantwortlich sein. Zum anderen wird auch vermutet, dass die steigenden Temperaturen, die erhöhten CO_2-Konzentrationen und der stärkere Nährstoffeintrag über die Niederschläge die Vegetation in der frühen Brutzeit rascher und dichter anwachsen lassen, was für den am Boden nach Nahrung suchenden Vogel hinderlich ist.

In Bezug auf die sich seit 2003 häufenden Jahre mit vergleichsweise niedrigen Frühsommerwasserständen gibt es bei den Vögeln auch einen deutlichen Verlierer – den Schwarzhalstaucher *(Podiceps nigricollis)*. Er ist wie alle im Röhricht brütenden Taucher- und die meisten Entenarten darauf angewiesen, dass die Schilfbestände überschwemmt sind, damit er zum Brüten hinein schwimmen kann. Während aber z. B. der Haubentaucher bis in den Herbst hinein brüten kann, ist der Schwarzhalstaucher – hormonell bedingt – auf das Frühjahr angewiesen. Ist das Wasser im Juni noch nicht in die Schilfröhrichte eingedrungen, bleibt die Brut aus. Anhand der regelmässigen Brutvogelzählungen im Naturschutzgebiet „Wollmatinger Ried-Untersee-Gnadensee“ kann dies belegt werden. Wie die vorgehende Abbildung deutlich zeigt, konnte der Schwarzhalstaucher in Jahren mit geringem Juni-Wasserstand nicht oder nur mit geringem Erfolg brüten. Da diese seltene Art das Hauptbrutgebiet in Mitteleuropa am Bodensee hat (nur in Polen gibt es grössere Bestände) und andererseits die Tiere auch nur wenige Jahre alt werden, kann dies für die Populationen sehr verhängnisvoll sein.

Fazit

Die Auswirkungen des Klimawandels sind auch am Bodensee längst sichtbar. In den letzten acht Jahren gab es Wasserstandsextreme, wie sie statistisch gesehen bezüglich Ausmass und Zeitpunkt nur einmal in mehreren hundert Jahren vorkommen. Die Ufervegetation hat in diesem Zeitraum Entwicklungen durchlaufen, wie sie in den letzten 100 Jahren noch nie beobachtet wurden. Der scheinbar guten Entwicklung seltener Pflanzenarten steht das Problem gegenüber, dass die für den Bodensee typischen Wasserstandsschwankungen stark abgenommen haben und eine zeitliche Vorverlegung des Hochwassers eine mindernde generative Vermehrung stark bedrohter Pflanzenarten (z. B. Bodensee-Vergissmeinnicht) nach sich ziehen könnte. Den niedrigeren Wasserständen können die Schilfbestände nicht schnell genug folgen, so dass die Wasservögel ungünstigere Brutmöglichkeiten vorfinden. Dadurch ist derzeit namentlich der Schwarzhalstaucher im Bestand gefährdet. Höhere Wassertemperaturen an der Seeoberfläche stabilisieren die Schichtung des Wasserkörpers, behindern die Vollzirkulation im Winter und ändern das zeitliche Gefüge des planktischen Nahrungsnetzes – mit noch unbekannten Folgen. Fischkrankheiten und Sauerstoffmangel haben im extremen Niedrigwasserjahr 2003 zu einem Aal- und Äschen-Sterben geführt. Durch die Niedrigwasserjahre sind die Begehrlichkeiten nach Neubau und Verlängerung von Stegen sowie stärkeren Ausbaggerungen von Häfen und Durchfahrten gestiegen. Eine Grosszahl der prähistorischen Pfahlbauten ist durch Ufererosion und Niedrigwasserstände im Bestand stark bedroht und bedarf schneller Sicherungsmassnahmen.

Dank

An den Untersuchungsprojekten und diversen klimarelevanten Auswertungen waren auch noch folgende Personen beteiligt, denen wir hiermit herzlich danken: Klaus Jöhnk (Universität Amsterdam), Eberhard Klein (Naturschutzzentrum Wollmatinger Ried), Ingo Kramer (AGBU), Markus Peintinger (AGBU), Klaus Schmieder (Universität Hohenheim / AGBU), Dietmar Straile (Limnologisches Institut an der Universität Konstanz), Stefan Werner (AGBU).

Literatur

Bleeker, W., Klausmeyer, S., Peintinger, M. & Dienst, M. (eingereicht): DNA sequences identify invasive alien Cardamine at Lake Constance. – Biological Conservation.

Dienst, M., Strang, I. & Peintinger, M. (2004): Entdeckung und Verlust botanischer Raritäten am Bodenseeufer – das Leiner-Herbar und die Strandrasen. – Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland, Beiheft 1: 209–230.

Ostendorp, W., Brem, H.-J., Dienst, M., Jöhnk, K., Mainberger, M., Peintinger, M., Rey, P., Rossknecht, H., Schlichtherle, H., Straile, D. & Strang, I. (2007): Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Bodensee. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee Bd. 125: 199–244.

Ostendorp, W. & Jöhnk, K. (2003): Jahrhunderthochwasser 1999 – Jahrhundertniedrigwasser 2003: Seespiegeltrends und Extremwasserstände am Bodensee. – Natur + Mensch 6/2003: 6–11.

Schmieder, K. (1998): Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. – Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 46, 170 S.

Schmieder, K., Dienst, M. & Ostendorp, W. (2003): Einfluss des Wasserstandsganges auf die Entwicklung der Uferröhrichte an ausgewählten Uferabschnitten des westlichen Bodensees in den vergangenen 40 Jahren. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 121: 143–165.

Strang, I. & Dienst, M. (2004): Die Auswirkungen der Wasserstände am Bodensee auf das Deschampsietum rhenanae zwischen 1989 und 2003. – Limnologica 34: 22–28.

Michael Dienst, Irene Strang
& Wolfgang Ostendorp
Arbeitsgruppe Bodenseeufer
(AGBU) e.V.
Heroséstrasse 18
D-78467 Konstanz
www.bodensee-ufer.de