Die Entwicklung der Strandrasen am Unterseeufer in den letzten 100 Jahren

Irene Strang, Michael Dienst und Markus Peintinger

Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 66
25 Seiten • 15 Abbildungen • Frauenfeld 2012

1 Einleitung

Unter dem Begriff Strandrasen wird heute meist die Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae) verstanden, die erstmals von *Oberdorfer (1957)* als für den Bodensee endemische[1] Pflanzengesellschaft beschrieben wurde. Häufig wird noch die Nadelbinsen-Gesellschaft (Littorello-Eleocharitetum acicularis) dazu gezählt *(Thomas et al. 1987)* und für *Dienst et al. (2004)* gehören auch die angrenzenden Flutrasen-Gesellschaften dazu.

Charakterarten der Strandschmielen-Gesellschaft sind neben der namensgebenden Art der Strand-Schmiele *(Deschampsia littoralis)* das Bodensee-Vergissmeinnicht *(Myosotis rehsteineri,* syn. *M. caespititia),* der Bodensee-Steinbrech *(Saxifraga oppositifolia* subsp. *amphibia)* und die Riednelke *(Armeria purpurea).* Diese vier Strandrasenpflanzen sind Endemiten[1] des präalpinen Raums, wobei die beiden letztgenannten Taxa (Arten, Unterarten) als ausgestorben oder verschollen gelten (vgl. *Lang 1968).* Hinzu kommen noch zwei weitere seltene Arten: der Strandling *(Littorella uniflora,* syn. *Plantago uniflora)* und der Ufer-Hahnenfuss *(Ranunculus reptans) (Abbildung 1).* Die genannten Strandrasenarten sind sowohl in der Schweiz wie auch in Deutschland als vom Aussterben bedroht oder stark gefährdet eingestuft und daher besonders geschützt *(BUWAL 2002, Breunig & Demuth 1999).*

Zwar gab es schon vor 1900 Angaben zu typischen Blütenpflanzen des Bodenseeufers, jedoch war Eugen Baumann nach *Schröter & Kirchner (1902)* der erste, der sich auch ausführlich mit den Wuchsorten der Arten und ihren amphibischen Besonderheiten beschäftigte. Ausserdem präsentierte er zum Reliktcharakter einiger Arten überzeugende Fakten, wie beispielsweise die Hauptverbreitung des Bodensee-Steinbrechs, die genau mit der Stirnmoräne des Rheintalgletschers übereinstimmte oder die mangelnde Schwimmfähigkeit der Samen dieser Art, die ein «Herabschwemmen» aus den Alpen unwahrscheinlich macht.

Baumanns Beschreibung des Bodensee-Vergissmeinnichts ist ein typisches Beispiel für seine exakte, aber auch ausdrucksvolle Art der Darstellung, die im heutigen, nüchternen wissenschaftlichen Sprachgebrauch unüblich geworden ist: *«Myosotis caespititia ist ein ausschließlicher Bewohner der Grenzzone auf sandig-kiesigen oder schlammigen, im Sommer längere Zeit überschwemmten Stellen. Nicht selten bildet sie isolierte, ausgedehnte, zusammenhängende Rasenpolster, die bis quadratmetergrosse Flächen überziehen. Aus den dem Boden anliegenden Blattrosetten erheben sich die kaum zollhohen, zylindrischen Stengel mit sehr reichblütigen Blütenständen, deren bis zentimetergroße Blumenkronen in lichtem Rosa oder prächtigem Azurblau gleich leuchtenden Punkten in die braunroten, über den Kiesboden hingebreiteten Rasenteppiche eingebettet erscheinen und im April und Mai eine liebliche Zierde des Seestrandes bilden» (Baumann 1911,* S. 415).

---

1 *Endemit: Pflanzen- oder Tierart (oder Unterart), die nur in einem bestimmten, räumlich klar abgegrenzten Gebiet vorkommt; sie ist in diesem Gebiet endemisch.*

In dieser Arbeit sollen die Angaben in *Baumanns* Dissertation *(1911)* mit den aktuellen Fundorten verglichen werden, um die drastische Veränderung seit damals aufzuzeigen. Zusätzlich werden aktuelle Ergebnisse des seit fast 25 Jahren laufenden Strandrasen-Monitorings dargestellt. Mit Hilfe von quantitativen Bestandserfassungen, Dauer-Transekten und Mikrokartierungen sind die Strandrasen intensiv untersucht worden.

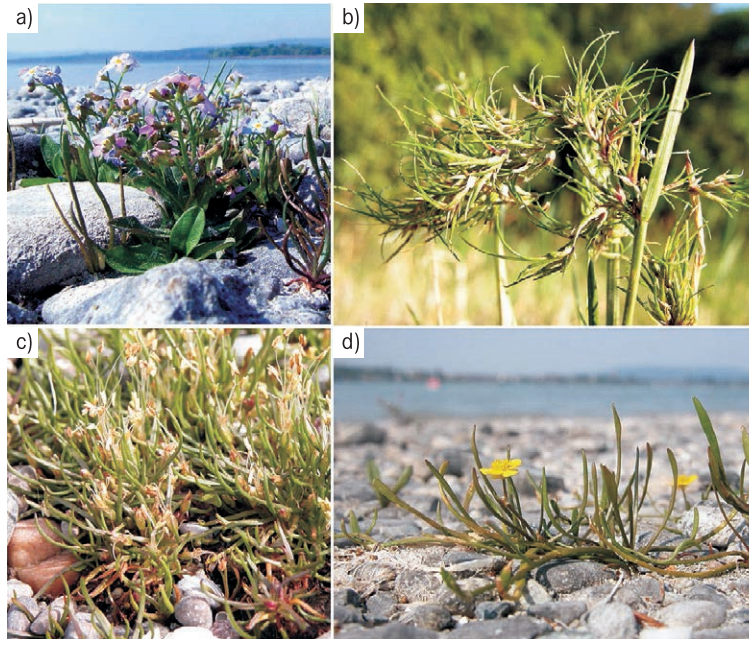


Abbildung 1: Vier typische Strandrasenarten: a) Bodensee-Vergissmeinnicht (Myosotis rehsteineri), b) Strand-Schmiele (Deschampsia littoralis), c) Strandling (Littorella uniflora) und d) Ufer-Hahnenfuss (Ranunculus reptans) (Fotos: Irene Strang a), c), d) und Michael Dienst b).

2 Wasserstände

Als amphibische Vegetation sind die Strandrasen des Bodensees durch ihren niedrigen Wuchs und die Fähigkeit zu vegetativer Vermehrung gut an die wechselnden Wasserstände angepasst. Durch Schneeschmelze und Regenfälle steigt der Bodenseespiegel im Frühjahr im Durchschnitt um rund zwei Meter an. Die Strandrasen werden einige Wochen bis mehrere Monate überschwemmt *(Abbildung 2).* Im Laufe des Sommers sinkt der Pegelwert wieder. Auch von Jahr zu Jahr schwankt die Wasserstandsganglinie sehr stark. Die Strandrasen-Vegetation ist auf die zyklische Überschwemmung angewiesen. Bliebe diese aus, würden vermehrt verschiedene Seggen-Arten, Rohrglanzgras und andere Konkurrenzpflanzen dominieren und die kleinwüchsigen Strandrasenarten verdrängen.

Der Verbreitungsschwerpunkt der Strandrasen liegt in einem Bereich, der knapp unterhalb der Mittelwasserlinie beginnt und bis ca. 40 cm oberhalb davon reicht. Besonders interessant ist daher, wie lange die Überschwemmung in diesem Höhenstreifen in den vergangenen Jahren dauerte: Für die untere Begrenzung der Strandrasen betrug dies in den letzten 32 Jahren ca. 50 bis 200 Tage, Tendenz abnehmend *(Abbildung 3)*.

Die Autoren beziehen sich bei den Strandrasen-Untersuchungen immer auf den Pegel Konstanz (Obersee), damit die Untersuchungsdaten für Unter- und Obersee vergleichbar sind. Der Nullpunkt des Pegels Konstanz liegt bei 391,894 m ü. NN (für Deutschland, Bezug Nordsee) bzw. 392,23 m ü. M (für die Schweiz, Bezug Mittelmeer). Der Wasserspiegel des Untersees liegt etwa 20 cm tiefer als der des Obersees (vgl. *Ostendorp 2012,* in diesem Band).

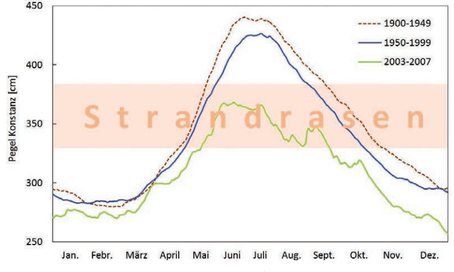


Abbildung 2: Wasserstandsganglinien am Pegel Konstanz (Obersee) in drei verschiedenen Zeitabschnitten und die ungefähre Höhenlage der Strandrasen. Der Bodenseepegel hat im letzten Jahrhundert leicht abgenommen. Extrem niedere Wasserstände gab es im Zeitraum 2003 bis 2007 (Datenquelle: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; LUBW).

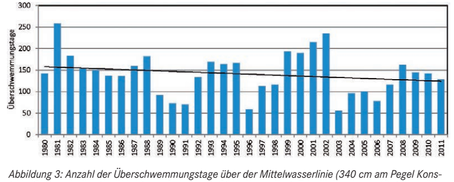


Abbildung 3: Anzahl der Überschwemmungstage über der Mittelwasserlinie (340 cm am Pegel Konstanz, Obersee), die etwa im unteren Bereich der Strandrasen liegt. Trendlinie schwarz (Datenquelle: LUBW).

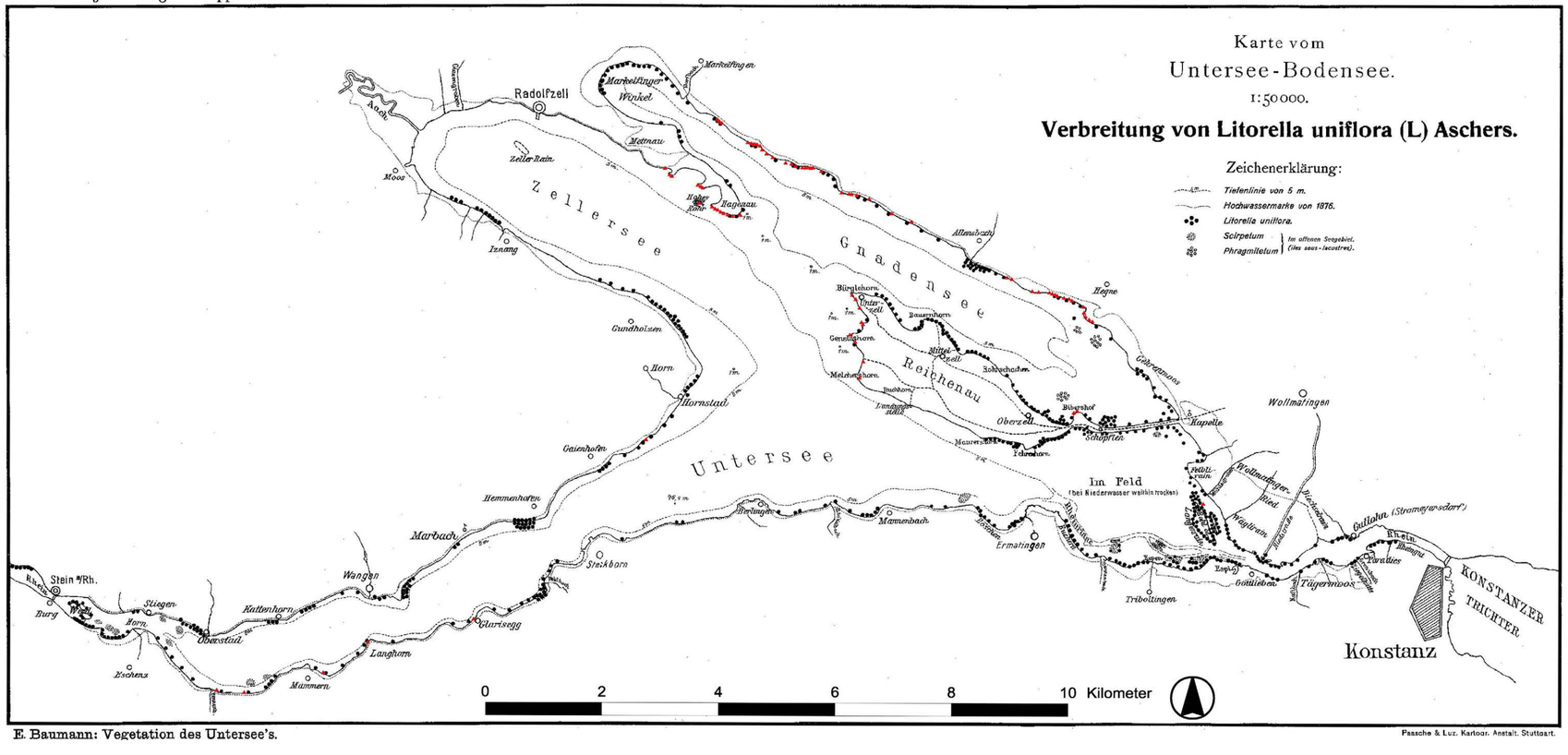


Abbildung 4: Verbreitung des Strandlings (Littorella uniflora) vor 100 Jahren (Originalkarte aus Baumann 1911) und heute (2009/2011, rote Dreiecke = eigene Daten).

3 Verbreitung der Strandrasen

In den folgenden Kapiteln wird die aktuelle Verbreitung der Strandrasenarten im Vergleich zu den historischen Vorkommen dargestellt. Hierbei werden die Angaben von *Baumann (1911)* mit denen von *Lang (1967)* und den neuesten Daten der Autoren von 2009 und 2011 verglichen. Von Baumann existieren mit Ausnahme des Strandlings nur ungenaue Fundort-Angaben – er listet bei den einzelnen Arten die Fundorte meist nur mit dem Namen des Gewanns/Gebiets (Lokalität) auf, gelegentlich macht er auch Angaben zur Häufigkeit. Diese Ortsangaben sind mitunter aber auch unscharf und kartographisch nicht gut zuzuordnen (z. B. *«Markelfinger Winkel in Menge»).*

3.1 Strandling (Littorella uniflora)

Einen besonderen Glücksfall für die Erforschung der Strandrasen stellt die Tafel XII in *Baumann (1911)* zur Verbreitung des Strandlings dar *(Abbildung 4).* In der für jene Zeit ungewöhnlich detaillierten Karte sind für den gesamten Untersee alle Fundorte des Strandlings eingezeichnet sowie das Vorkommen des *«Scirpetums»* (Seebinsen-Bestand, *Schoenoplectus lacustris)* und des *«Phragmitetums»* (Schilf-Röhricht, *Phragmites australis),* soweit sie sich im *«offenen Seegebiet»* befinden.

Erstaunlich ist die sehr weite Verbreitung des Strandlings vor 100 Jahren, der mit Ausnahme weniger Bereiche an keinem längeren Uferabschnitt fehlte. Lediglich rund um Radolfzell (Südseite der Mettnau bis östlich Moos) und auf der Südseite der Insel Reichenau kartierte Baumann keine Bestände. Letzteres dürfte ebenso wie die Bereiche um Steckborn und Berlingen an der schon damals erfolgten Verbauung des Ufers liegen (vgl. *Ostendorp 2012,* in diesem Band).

Betrachtet man die Zahl der Eintragungen, die von Baumann stammen, im Vergleich mit der aktuellen Datenmenge, so bestätigt sich die bereits von *Strang & Dienst (1995,* S.184) gemachte Annahme, dass aktuell nur noch 10 bis 20% der Strandrasen-Vorkommen wie zu Beginn des 20. Jahrhunderts existieren. Bei der heutigen Verbreitung sticht vor allem der Verbreitungsschwerpunkt am nördlichen Unterseeufer zwischen Markelfingen und Hegne ins Auge. Hier ist der Strandling, ebenso wie am Westufer der Reichenau und am Südufer der Mettnau inzwischen häufiger als zu Baumanns Zeiten. Viele Stellen, an denen Baumann den Strandling fand, scheinen heute als Wuchsorte völlig ungeeignet, da sie mit dichtem Schilfröhricht bewachsen sind und/oder das Substrat aus einer dicken Schlickschicht besteht, die nur während langer Niedrigwasserphasen besiedelt wird – und auch dann nur ganz selten mit Strandrasenarten *(Ostendorp & Dienst 2009).* Dies sind beispielsweise die Flächen beiderseits des Reichenauer Damms, der Markelfinger Winkel und das Thurgauer Ufer östlich von Steckborn. Die Hornlagen stellen mit ihrem oft kiesigen Untergrund inzwischen den günstigeren Lebensraum für Strandrasenarten dar. Buchten mit einer starken Substratanlandung sind hingegen für die Besiedlung untauglich, zumal dort heute meist dichtes Schilf wächst. Auch die Ufermorphologie entlang des Seerheins, wo starke Erosionserscheinungen sichtbar sind, macht eine Besiedlung mittlerweile sehr unwahrscheinlich; zumal auch dort – oberhalb der Erosionskanten – das Röhricht aktuell wesentlich dichter wächst als vor 100 Jahren.

3.2 Ufer-Hahnenfuss (Ranunculus reptans)

Für den Ufer-Hahnenfuss ergibt sich beim Vergleich der aktuellen Daten mit denen von Baumann ein ähnliches Bild wie beim Strandling. Auf dem überwiegenden Teil der ehemaligen Fundorte kommt der Ufer-Hahnenfuss heute nicht mehr vor, während die Uferabschnitte des jetzigen Verbreitungsschwerpunkts zwischen Markelfingen und Hegne früher offenbar kaum besiedelt waren *(Abbildung 5).* Obwohl der Ufer-Hahnenfuss am Bodensee in den letzten zwei Jahrzehnten oft als Pionier vegetationsfreie Kiesufer eroberte und sich die anderen Arten erst nach und nach einstellten, sind weite Strecken des Unterseeufers nicht wieder besiedelt worden. Auffällig ist das Fehlen der Art am Schweizer Ufer von der Grenze bei Konstanz bis östlich von Mannenbach. Im Abschnitt zwischen der Mettnau, um die Höri herum bis Stein am Rhein gibt es aktuell nur noch wenige Quadratmeter grosse Bestände des Ufer-Hahnenfusses. Dies legt die Vermutung nahe, dass sich die Art nur über kurze Entfernungen hinweg ausbreiten kann und viele der ehemaligen Fundorte zurzeit nicht zur Wiederbesiedlung geeignet sind. Möglicherweise ist auch die Samenproduktion der bestehenden Populationen zu gering.

3.3 Bodensee-Vergissmeinnicht (Myosotis rehsteineri)

Der Rückgang am Untersee in den letzten hundert Jahren ist beim Bodensee-Vergissmeinnicht massiver ausgefallen als bei den beiden zuerst besprochenen Arten. Während *Lang (1967)* in den Jahren 1959 bis 1962 zahlreiche Fundorte von Baumann bestätigen konnte, sind mittlerweile nur noch wenige Stellen übrig *(Abbildung 5).* Interessanterweise findet man die Art im Gegensatz zu Strandling und Ufer-Hahnenfuss aktuell nur selten an völlig neuen Fundorten. Wenn dies der Fall ist, handelt es sich dabei meist um unbeständige Vorkommen (z. B. *Melcherleshorn* auf der Insel Reichenau) oder Auspflanzungen (z. B. östlich Mammern). Die heutigen Verbreitungsschwerpunkte bei Hegne und im Gewann *Schlafbach* westlich Allensbach waren auch schon zu Baumanns Zeiten gut besiedelt *(«von Markelfingen gegen Allensbach mehrfach und in Menge»).*

3.4 Strand-Schmiele (Deschampsia littoralis)

Besonders bei der Strand-Schmiele ist am Untersee ein dramatischer Verlust von Fundorten zu verzeichnen. Mittlerweile wächst die Art nur noch an fünf Stellen, während Baumann rund 40 Fundorte auflistete. *Lang (1973, 1990)* konnte mehrere Fundorte von Baumann bestätigen, fand die Strand-Schmiele jedoch auch an einigen neuen Orten *(Abbildung 5).* Interessanterweise werden die heutigen Fundorte mit Ausnahme von *Mutschellern (Bihorn,* Reichenau) nicht von Baumann erwähnt, wohl aber sind sie bei *Lang (1973,* S.185) in der Verbreitungskarte eingetragen. Vermutlich erfuhren die ehemaligen Fundorte bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts solche Veränderungen, dass sie als Wuchsorte für die Strand-Schmiele nicht mehr in Frage kamen (siehe Strandling, Kap. 3.1).

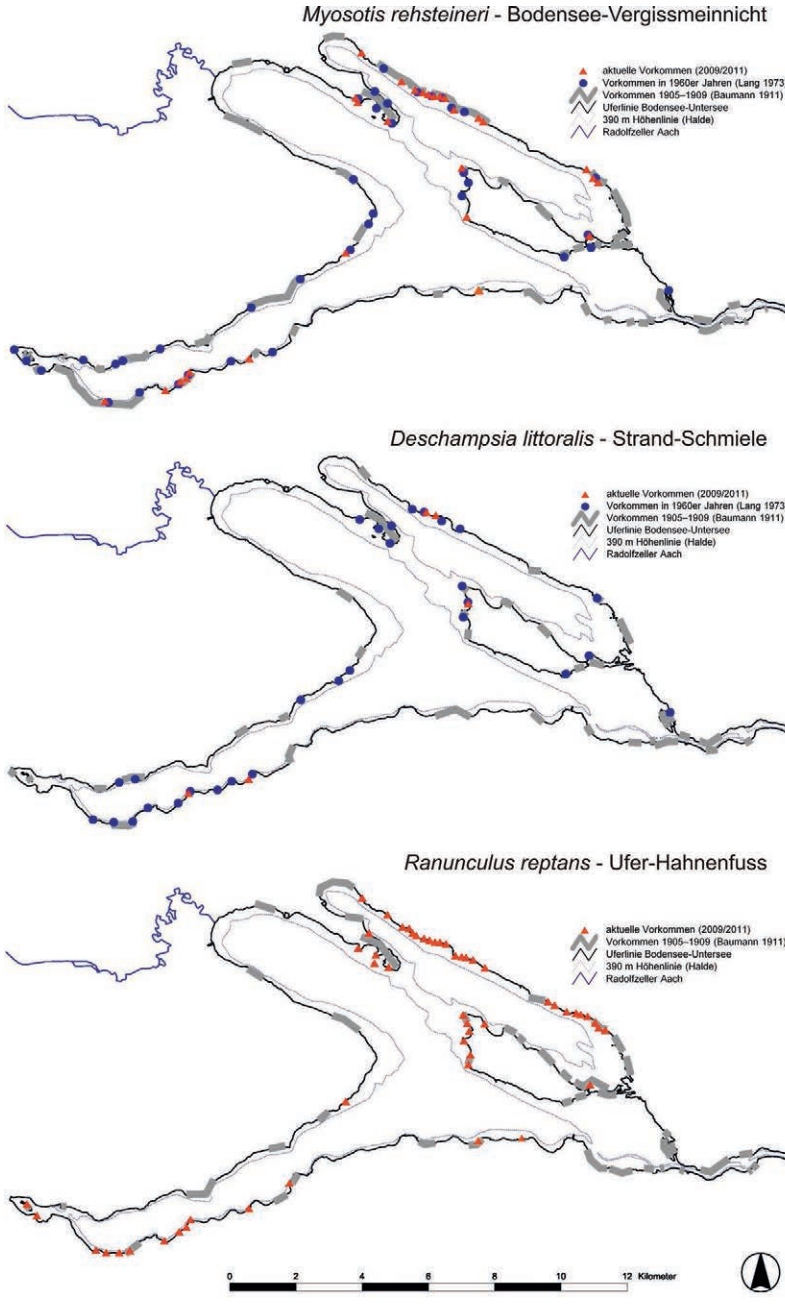


Abbildung 5: Verbreitung des Bodensee-Vergissmeinnichts (Myosotis rehsteineri), der Strand-Schmiele (Deschampsia littoralis) und des Ufer-Hahnenfusses (Ranunculus reptans) vor 100 Jahren (nach Baumann 1911), in den 60er-Jahren (nach Lang 1967) und heute (eigene Daten) am Untersee.

3.5 Entwicklung der Strandrasenarten in den letzten 20 Jahren

Seit 1989 (Kanton Thurgau) bzw. 1991 (Landkreis Konstanz) werden die Bestände der vier Strandrasenarten Bodensee-Vergissmeinnicht, Strand-Schmiele, Strandling und Ufer-Hahnenfuss regelmässig kontrolliert. Die Erfassungen am Schweizer Ufer erfolgen alle zwei bis drei Jahre im Auftrag des Amts für Raumplanung des Kantons Thurgau. Die Bestandskontrollen am deutschen Unterseeufer werden in längeren Abständen im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg durchgeführt. In den nachfolgenden Ausführungen werden die jeweiligen Ergebnisse vom Schweizer und deutschen Ufer zeitlich so zusammengestellt, dass sie miteinander verglichen werden können *(Abbildung 6* und *Abbildung 7).*

Besonders auffällig ist, dass es aktuell am östlichen Rheinsee (Thurgauer Ufer) nur einen kleinen Bestand des Ufer-Hahnenfusses gibt. Die drei anderen Strandrasenarten kommen östlich von Steckborn-Mannenbach überhaupt nicht vor. Westlich Steckborn findet man lediglich von der Strand-Schmiele und vom Ufer-Hahnenfuss grössere Bestände, Bodensee-Vergissmeinnicht und Strandling sind nur selten vorhanden. Die jeweilige Populationsgrösse der Strand-Schmiele bewegt sich in einer Grössenordnung von 4 bis 12 m^2 – Tendenz abnehmend *(Abbildung 6).* Das Verhältnis der Thurgauer Bestände zum Vorkommen am deutschen Unterseeufer hat sich seit 1991 stark vergrössert, da die Populationen am Nordufer des Gnadensees stark zurückgegangen bzw. teilweise erloschen sind. Der grösste Strandschmielen-Bestand am deutschen Unterseeufer findet sich momentan auf der Insel Reichenau mit gerade mal 0,8 m^2.

Das Bodensee-Vergissmeinnicht war Ende der 1980er-Jahre am Thurgauer Unterseeufer verschollen und ist erst Anfang der 1990er-Jahre östlich Mammern wieder aufgetaucht. Sein geringes Vorkommen ist durch eine Auspflanzung im Jahr 2005 (eigene Massnahme im Auftrag des kantonalen Amts für Raumplanung) gefördert worden (Bestandsgrösse 2009: über 2'000 Rosetten). Aber auch die natürlichen Vorkommen haben sich in den letzten Jahren wieder deutlich vergrössert (Bestandsgrösse 2009: knapp 300 Rosetten).

Vom Strandling gibt es aktuell die grössten Populationen am Südufer der Mettnau. Es folgen die Vorkommen westlich und östlich von Allensbach *(Abbildung 7).* Durch die Niedrigwasserjahre hat sich *Littorella uniflora* auch wieder auf Schnegglisand und Seekreide im Wollmatinger Ried angesiedelt *(Ostendorp & Dienst 2009).*

Beim Ufer-Hahnenfuss haben sich die Schwerpunkte seiner Vorkommen stark verlagert *(Abbildung 7).* War es früher das Ufer westlich Allensbach, ist es heute das Ufer zwischen Steckborn und den Werd-Inseln, wo die meisten Ufer-Hahnenfuss-Bestände vorkommen – und dies trotz des starken Einbruchs nach dem Hochwasser 1999 am grössten Fundort östlich von Mammern (vgl. Kapitel 4.2).

Die Populationsgrössen von Strandling und Ufer-Hahnenfuss am Untersee zeigen eine positive Tendenz. Deutlich verkleinert haben sich hingegen die Bestände der Strand-Schmiele. Bei ihr ist auch die Zahl der Fundorte stark zurückgegangen. Es gibt nur noch fünf Vorkommen *(Abbildung 5* und *Abbildung 6).*

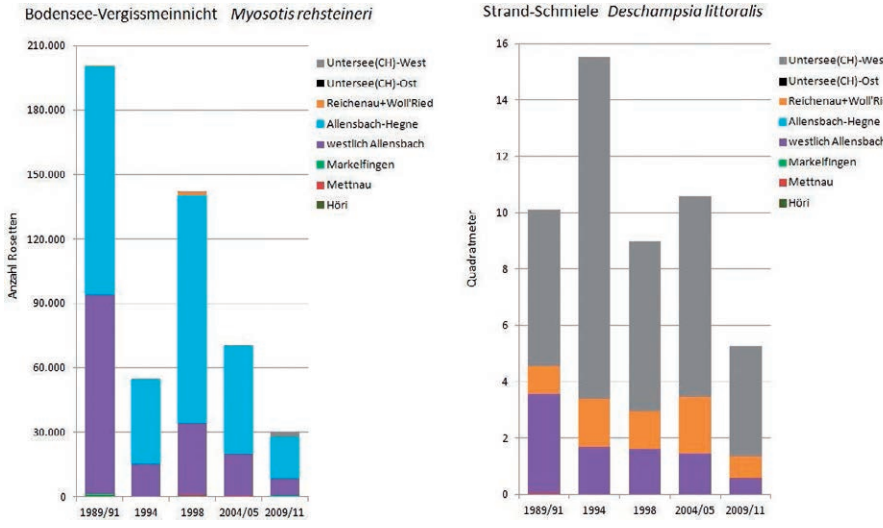


Abbildung 6: Entwicklung der Bestände von Bodensee-Vergissmeinnicht (Myosotis rehsteineri) und Strand-Schmiele (Deschampsia littoralis) von 1989/1991 bis 2009/2011 an acht Uferabschnitten des Untersees (eigene Daten).

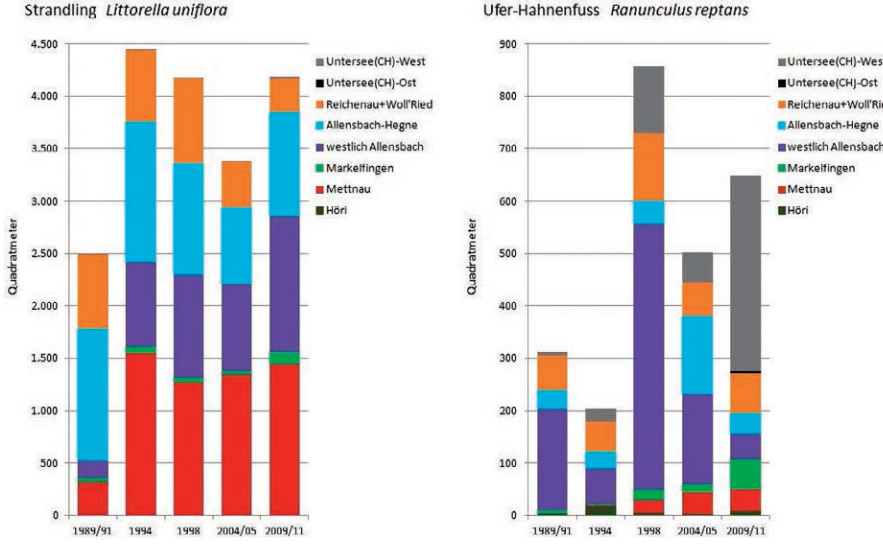


Abbildung 7: Entwicklung der Bestände von Strandling (Littorella uniflora) und Ufer-Hahnenfuss (Ranunculus reptans) von 1989/1991 bis 2009/2011 an acht Uferabschnitten des Untersees (eigene Daten).

Die Bestandsentwicklung des Bodensee-Vergissmeinnichts ist, wie in der *Abbildung 6* dargestellt, ebenfalls stark rückläufig. Dies liegt daran, dass die grössten Bestände (besonders bei Hegne) deutlich kleiner geworden sind. Tatsächlich gibt es aber an vielen Stellen – zumindest in Niedrigwasser-Perioden – eine deutlich positive Tendenz der Bestandsgrössen und der Häufigkeit der Bestände. Vor allem nach dem extremen Niedrigwasserjahr 2003 kam es zu Vergrösserungen kleiner Bestände und mehreren spontanen Neuansiedlungen. Die Entwicklung der Bestandsgrössen des Bodensee-Vergissmeinnichts wie auch die von Strandling und Ufer-Hahnenfuss verlief in den letzten 20 Jahren am gesamten Schweizer Bodenseeufer fast exponentiell *(Peintinger et al. 2010).* Allein bei der Strand-Schmiele sieht die Situation auch bodenseeweit eher ungünstig aus. Besonders dramatisch ist der Rückgang am Bayerischen Bodenseeufer, wo die gesamten Strandrasen-Bestände durch grosse Mengen an Treibgut geschädigt wurden *(Zehm et al. 2008)*. Auffallend gering sind am Untersee die Vorkommen aller Strandrasenarten an der Höri. Gründe hierfür sind starke Verbauungen im Ortsbereich und die Tatsache, dass das Ufer nur selten einen kiesigen Untergrund aufweist.

4 Dauerflächen-Monitoring

4.1 Transekte

Zur Erfassung der Zonierung und Vegetationsveränderungen in Bezug auf die Wasserstandshöhe eignet sich besonders die Transekt-Methode, die seit 1989 für die Strandrasen am Bodensee angewandt wird *(Peintinger et al. 1997).* Dabei werden die Transekte senkrecht zur Uferlinie mit einer Breite von einem Meter angelegt und dauerhaft markiert. Innerhalb des Untersuchungsstreifens werden die häufigsten Arten in einer Rastergrösse von 10 x 10 cm erfasst. Insgesamt werden hier fünf Transekte dargestellt (Radolfzell - Halbinsel Mettnau: 10 m Länge; Reichenau - *Bibershof:* 31 m; Hegne - Campinglatz: 20 m; Glarisegg: 6 m; Mammern: 12 m). Die drei zuerst genannten Transekte liegen im Landkreis Konstanz, die restlichen zwei im Kanton Thurgau. Bei der Auswertung der Transekte werden die Häufigkeitsangaben der einzelnen Arten pro Quadratmeter zusammengefasst und dann wird für die Erstellung der Flächengraphiken die Frequenz jeder Art pro Quadratmeter berechnet (Anzahl besetzter Kleinquadrate / 100 Kleinquadrate).

Die Strandrasen weisen eine starke Vegetationsdynamik auf, die aber nicht einheitlich verläuft. In den Transekten «Mettnau» und «Bibershof» nahmen Arten wie Strandling und Ufer-Hahnenfuss nach einer Phase niedriger Wasserstände zu, seit 2000 aber wieder deutlich ab *(Abbildung 8).* Auch beim Ausläufer-Straussgras *(Agrostis stolonifera)* kam es bis zum Hochwasserjahr 1999 zu einer eindeutigen Vergrösserung der Bestände, dann aber wurde diese Art durch Schlank-Segge *(Carex acuta)* und Rohrglanzgras *(Phalaris arundinacea)* verdrängt.

In *Abbildung 9* zeigt sich, dass in den Transekten «Hegne» und «Glarisegg» vor allem das Straussgras kontinuierlich zunahm. Strandling und Ufer-Hahnenfuss nahmen ebenfalls zu, während die Bestandsentwicklungen von Strand-Schmiele und Bodensee-Vergissmeinnicht keinen Trend aufweisen. Im Transekt «Mam-

mern» *(Abbildung 10)* zeigten alle Arten ausser der Strand-Schmiele und dem Schnittlauch eine Erhöhung der Bestände auf, wenn auch nach dem Hochwasser 1999 vorübergehende Bestandeseinbussen festzustellen waren.

Erstaunlich ist die uneinheitliche Entwicklung der Strandrasenbestände in den verschiedenen Transekten, die nicht genau erklärt werden kann. Auf der Mettnau und am *Bibershof* lässt sich eine Sukzession feststellen, wahrscheinlich bedingt durch die Einwanderung der Schlank-Segge. Zumindest am *Bibershof* kam es auch zu einer Auflandung durch Sedimentablagerungen. An diesen Stellen ging sogar das Straussgras zurück, das in den anderen Transekten wegen den niedrigen Wasserständen der letzten Jahre meist zunahm. Bemerkenswert ist das fast völlige Fehlen der Schlank-Segge auf der schweizerischen Uferseite. Insgesamt weisen besonders die typischen Strandrasenarten wie Bodensee-Vergissmeinnicht, Strandling und Ufer-Hahnenfuss eine starke Bestandsfluktuation auf. Eine Ausnahme bildet jedoch die Strand-Schmiele, die eher zurückgeht.

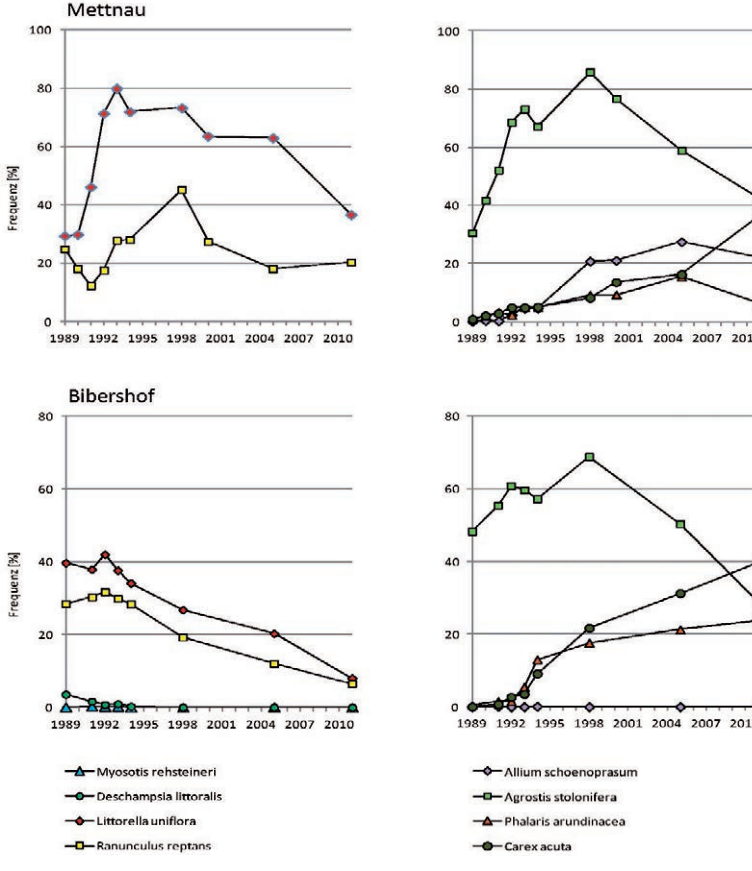


Abbildung 8: Frequenz verschiedener Strandrasen- und Konkurrenzarten in den Transekten Mettnau und Bibershof im Zeitraum von 1989 bis 2011 (eigene Daten).

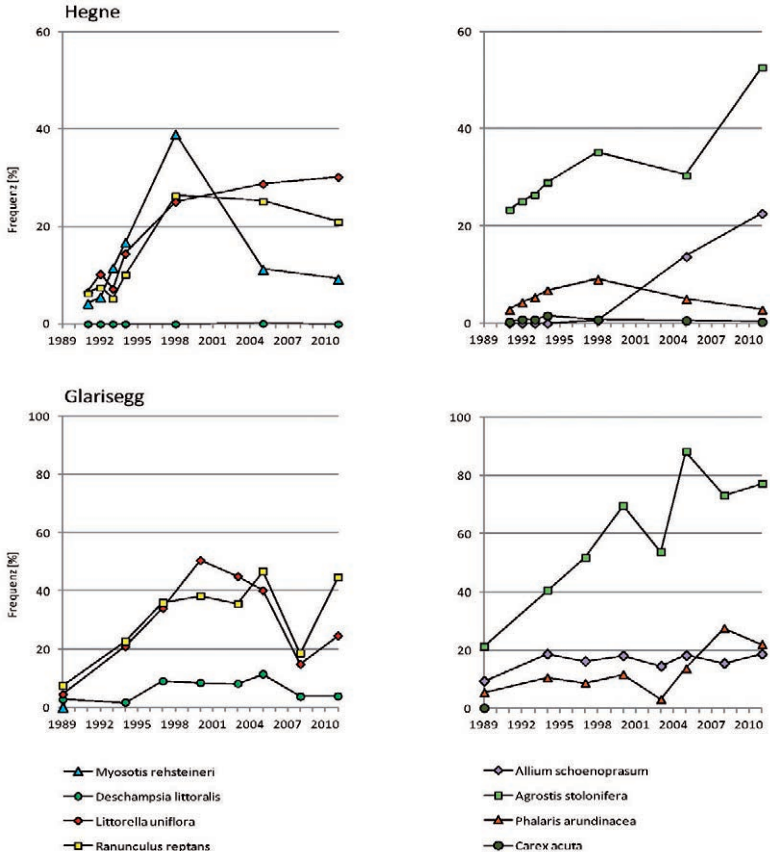


Abbildung 9: Frequenz verschiedener Strandrasen- und Konkurrenzarten in den Transekten Hegne und Glarisegg im Zeitraum von 1989 bis 2011 (eigene Daten).

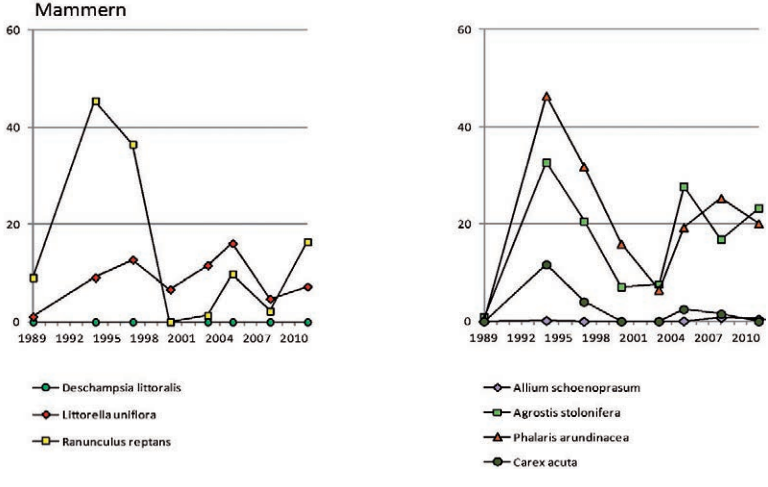


Abbildung 10: Frequenz verschiedener Strandrasen- und Konkurrenzarten im Transekt Mammern im Zeitraum von 1989 bis 2011 (eigene Daten).

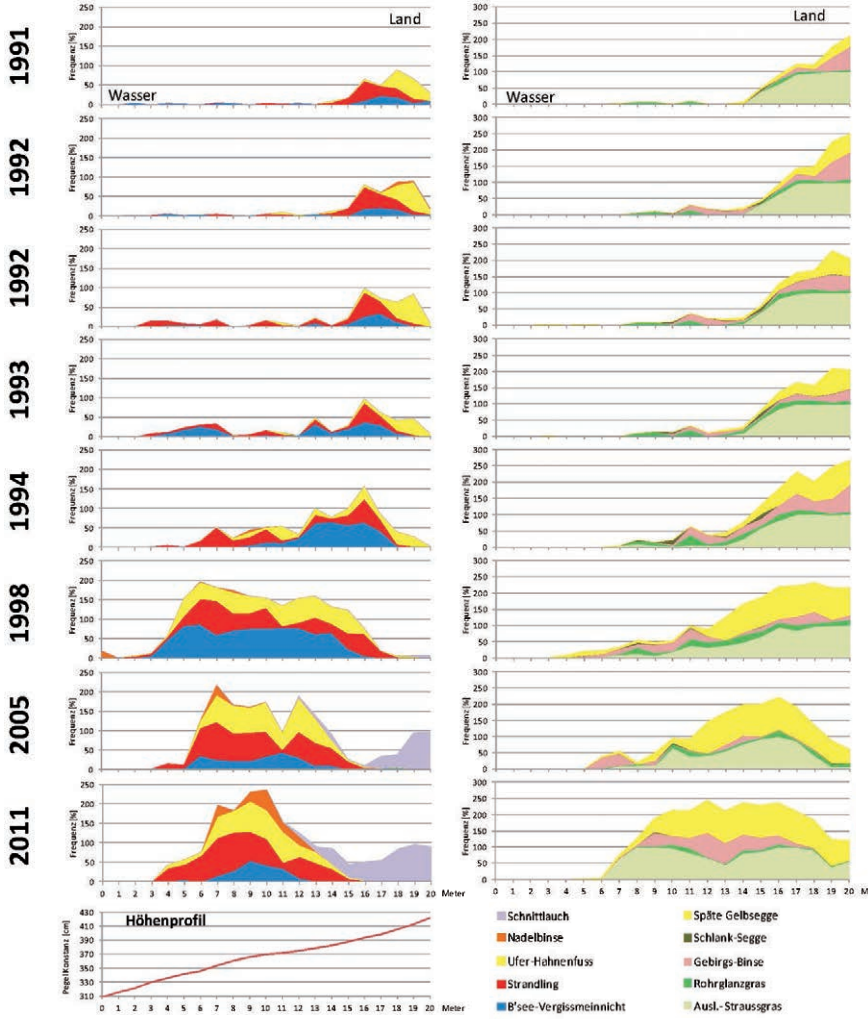


Abbildung 11: Monitoring eines 1 x 20 Meter grossen Vegetationstransekts bei Hegne im Zeitraum 1991 bis 2011; links die Strandrasenarten im weiteren Sinne (inkl. Nadelbinse – Eleocharis acicularis, Schnittlauch – Allium schoenoprasum), rechts ihre grasartigen Konkurrenten (Späte Gelbsegge – Carex viridula [syn. C. oederi], Schlank-Segge – Carex acuta, Gebirgs-Binse – Juncus alpinoarticulatus, Rohrglanzgras – Phalaris arundinacea und Ausläufer-Straussgras – Agrostis stolonifera).

Am Beispiel eines Monitoring-Transekts werden im Folgenden die starken Bestandsverschiebungen der Strandrasenarten entlang des Höhengradienten erläutert. Es handelt sich um ein 20 Meter langes Transekt bei Hegne. In *Abbildung 11* wird deutlich, dass in diesem Transekt vor 1992 Strandrasenarten nur vereinzelt unterhalb der Höhenlinie von 380 cm PK (Pegel Konstanz) vorkamen. Dann aber schoben sich die Strandrasenarten Jahr für Jahr weiter Richtung See, offensichtlich begünstigt durch die Niedrigwasserphase 1989 bis 1992 und die eher durchschnittlichen Was-

serstände in den drei folgenden Jahren (vgl. *Abbildung 3).* 1998 zeigten sich nach einer weiteren Phase mit unterdurchschnittlichen Wasserständen eine Zunahme der Bestände insgesamt sowie auch eine Ausbreitung auf tiefer gelegene Bereiche. Die Strandrasen wuchsen nun hauptsächlich zwischen 335 cm und 390 cm PK. Eingeleitet durch den Hochwassersommer 1999 folgten nun bis 2003 deutlich überdurchschnittliche Wasserstände, die dazu führten, dass die Strandrasenarten im tieferen, also länger überschwemmten Bereich wieder leicht zurückgingen. Gleichzeitig erfolgte auch eine Verdrängung durch verschiedene Gräser und Seggen weiter landeinwärts. Bis 2005 wurde so der Verbreitungsschwerpunkt der Strandrasen in diesem Transekt gegenüber 1998 eingeengt. Nur der Strandling kann in der Zeitspanne bis 2011 wieder etwas in Richtung See vordringen.

Es zeigt sich, dass die aufgenommenen Transekte aussagekräftige Informationen über Vegetationsveränderungen und Zonierungen liefern können. Die Bestandsentwicklungen (s. Kap. 3.5) können jedoch von den obengenannten Trends der Transekt-Auswertungen abweichen, da neue Bestände auch ausserhalb der einmal festgelegten Transekte entstehen können.

4.2 Mikrokartierung

Mikrokartierungen im Massstab 1:100 wurden erstmals im Jahr 1990 an 31 Abschnitten des Schweizer Bodenseeufers durchgeführt. Bis heute werden am Thurgauer Ufer bis zu 15 Flächen (je ca. 200 bis 400 m^2) im Abstand von etwa drei Jahren erfasst. Drei eindrucksvolle Beispiele sind in *Dienst & Strang (2008)* dargestellt; dort finden sich auch genauere Angaben zur Methode. Auf einer dauerhaft markierten Fläche wird die Vegetation im Massstab von 1:50 bis 1:100 auf Papier übertragen und später in einem GIS-Programm digitalisiert, sodass eine quantitative Auswertung möglich ist. Neben den Strandrasenarten werden auch der Schnittlauch und die wichtigsten Konkurrenz-Arten erfasst. Um diese Auswertung auf die Höhenstufen bezogen ausführen zu können, wurden auch Höhenlinien (bezogen auf den Pegel von Konstanz; PK) in 20 cm Vertikal-Abständen eingezeichnet.

Als Beispiel soll hier die Mikrokartierung U6 östlich von Mammern im Gebiet *Langhorn* gezeigt werden. Die Fläche wurde in den Jahren 1990, 1994, 1999, 2002, 2005 und 2011 bearbeitet *(Abbildung 12).* Dieser Strandrasen-Wuchsort liegt an einem längeren naturnahen Uferabschnitt des Untersees östlich von Mammern. Das Kiesufer geht von einer sehr schmalen Zone, die hauptsächlich mit Seggen und Rohrglanzgras bewachsen ist, in einen Gehölzstreifen über. Dieser zieht sich entlang einer extrem steilen, mehrere Meter hohen, natürlichen Uferböschung. Das Ufer war 1990 nur locker und vorwiegend oberhalb von 360 cm PK bewachsen. Neben Ufer-Hahnenfuss fand sich etwas Nadelbinse und Strandling sowie ein dichter Rasen des Ausläufer-Straussgrases oberhalb von 380 cm PK. Nach vier Jahren fiel vor allem die Verschiebung der Vegetation Richtung See und die Zunahme der gesamten Vegetationsbedeckung auf. Besonders der Ufer-Hahnenfuss konnte seine Bestandsfläche mehr als verdoppeln und besiedelte nun vor allem den Bereich unterhalb von 360 cm PK. Oberhalb dieser Linie hat in erster Linie das Rohrglanzgras zugenommen. Erstmals tauchte in der kartierten Fläche das Bodensee-Vergissmeinnicht auf, während die Nadelbinse nicht mehr zu finden war.

Bei der Kartierung im Herbst 1999, also nach dem Jahrhundert-Hochwasser, war der Ufer-Hahnenfuss komplett verschwunden und auch der Strandling hatte deutlich abgenommen. Insgesamt hat sich die Vegetation wieder auf den Bereich oberhalb der 340-cm-Linie zurückgezogen und nur Ausläufer-Straussgras, Seggen und Rohr-Glanzgras kamen im Bereich der Mittelwasserlinie noch in grösserer Menge vor.

Bis 2002 konnte sich der Ufer-Hahnenfuss wieder etablieren und der Strandling konnte seine kleinen Bestände etwas ausdehnen, während das Bodensee-Vergissmeinnicht fehlte. Dafür wuchs nun die Nadelbinse im Bereich um die 340-cm-Linie recht häufig und auch vom Schnittlauch gab es in den höher gelegenen Bereichen zahlreiche kleine Vorkommen. Seggen und Straussgras waren merklich zurückgegangen, stattdessen breitete sich das Rohrglanzgras oberhalb von 380 cm PK aus.

In den Folgejahren kam es zu einer massiven Ausdehnung der Vegetation Richtung See, sodass 2005 der Ufer-Hahnenfuss und die Nadelbinse sogar bis unterhalb 300 cm PK wuchsen. Neben der starken Zunahme von Ufer-Hahnenfuss, Strandling und Nadelbinse fällt die Ansiedlung von grasartigen Konkurrenten auf der etwas höher gelegenen Landzunge auf (in *Abbildung 12,* rechts K–N). Von der Landseite (oben) drangen Kratzbeere *(Rubus caesius)* und Sträucher in die Fläche ein.

Die Kartierung aus dem Jahr 2011 zeigt ein mittlerweile sehr komplexes Bild. Der Ufer-Hahnenfuss wächst in den tiefer gelegenen Flächen nur noch locker. Auffallend sind der enorme Zuwachs beim Strandling und die spontane Wiederbesiedlung durch das Bodensee-Vergissmeinnicht im Bereich von 320 bis 340 cm PK. Auf dem erhöhten Kieswall hat sich ein Schilfbestand von Westen her (rechts) in die Fläche hinein ausgedehnt.

Beim Vergleich der Mikrokartierungen von U6 *(Abbildung 12)* und den Pegeldaten aus dem gleichen Zeitraum *(Abbildung 3)* zeigt sich, dass die Niedrigwasserphase von 1989 bis 1992 die Ausdehnung der Vegetation Richtung See stark begünstigen konnte. Die Wasserstände lagen in diesem Zeitraum deutlich unter dem Durchschnitt, daher konnten auch tiefer gelegene Bereiche besiedelt werden. Dies ist vor allem dem Ufer-Hahnenfuss gelungen, der jedoch im Herbst 1999 komplett aus der Fläche verschwunden war. Das extreme Sommerhochwasser 1999 hat zumindest in dieser Kartierungsfläche zu einem markanten Rückgang des Strandrasens geführt, was unter anderem wohl daran liegt, dass er hier schon besonders weit seewärts vorgerückt war. Ebenfalls zurückgegangen ist das Rohrglanzgras, das im Vergleich zur Schlank-Segge weitaus empfindlicher auf längere Überschwemmungen reagiert. Entscheidend für das Überleben der Strandrasen und ihrer Konkurrenzarten ist weniger der absolute Höchststand der Überschwemmung, als vielmehr deren Dauer. So war der untere Strandrasenbereich der Mikrokartierung U6 (etwa Zonen J bis U in *Abbildung 12)* im Jahr 1999 sechs bis acht Monate lang unter Wasser.

Bedingt durch die jeweils ausserordentlich lange sommerliche Überschwemmungsdauer zwischen 1999 und 2002 verläuft die Entwicklung der Strandrasen

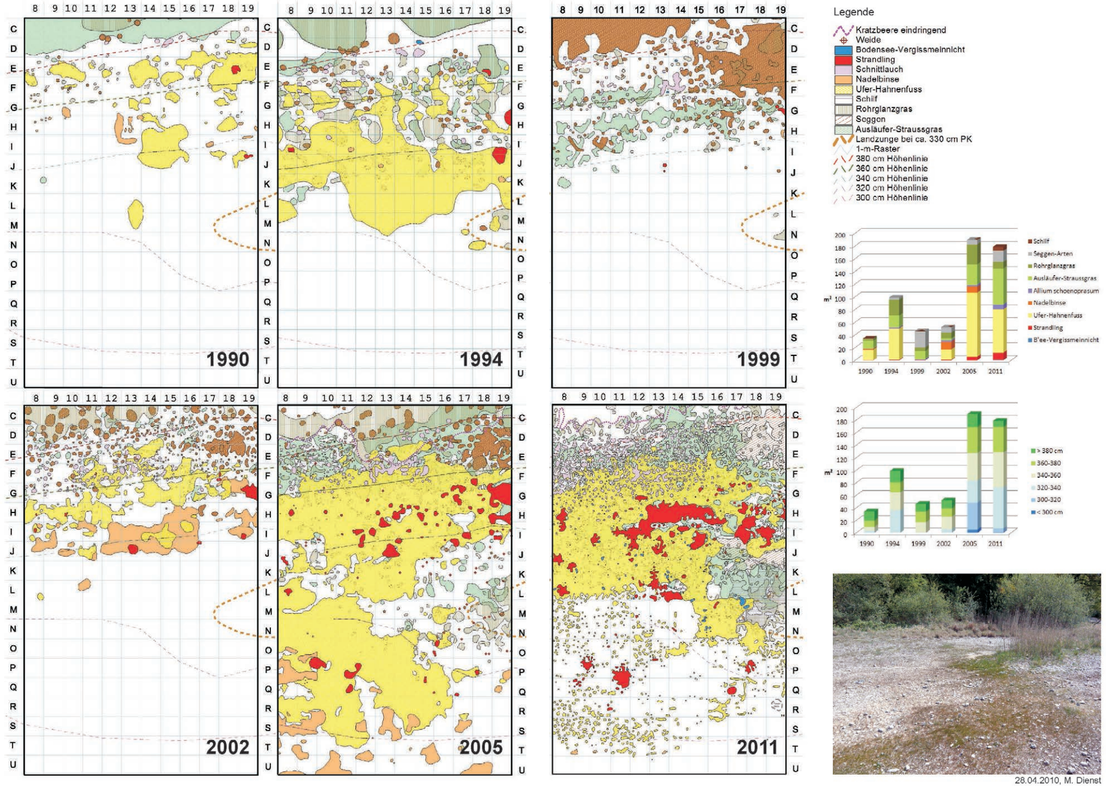
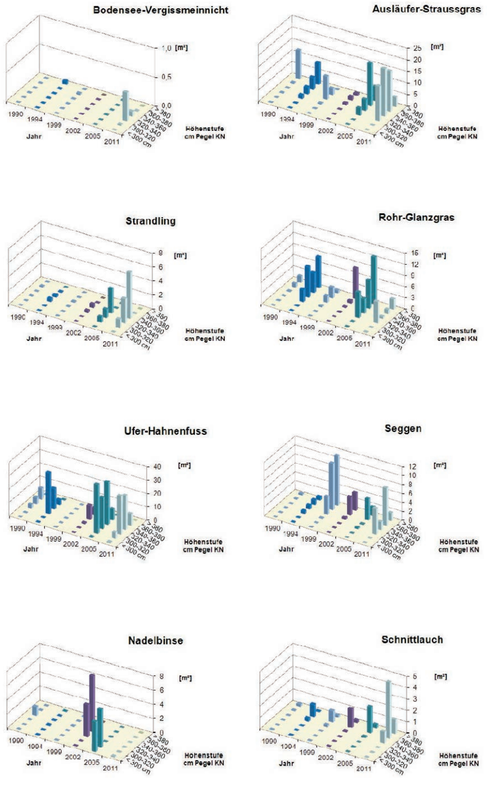


Abbildung 12: Mikrokartierung eines Strandrasens östlich Mammern in den Jahren 1990, 1994, 1999, 2002, 2005 und 2011 (oben Land, unten Wasser; Massstab ca. 1:200); Bestandsgrössen (m²) der erfassten Arten in diesen Jahren und darunter die gesamte Vegetationsfläche (m²) je Höhenstufe bezogen auf den Pegel Konstanz; Foto des kartierten Strandrasens, von links unten betrachtet; Bestandsgrössen der Arten (m²) aufgeteilt nach Jahr und Höhenstufe.



in dieser Zeit eher zögerlich. Zwar kann der Ufer-Hahnenfuss wieder Fuss fassen, aber die Linie von 340 cm PK wird auch von anderen Arten kaum überquert. Erst die Niedrigwasserphase von 2003 bis 2007 führt zu einer fast explosionsartigen Ausbreitung der Strandrasen bis unterhalb von 300 cm PK. Der Ufer-Hahnenfuss nimmt bei der Kartierung von 2005 bereits den überwiegenden Teil der Kartierungsfläche ein, lediglich oberhalb von 380 cm PK wurde die Art vom Rohrglanzgras verdrängt. Auch der Strandling profitierte von den niederen Wasserständen; bis 2011 vermehrte sich die Art stark. Oberhalb von 390 cm am Pegel Konstanz wachsen mittlerweile in dieser Fläche hauptsächlich verschiedene Gräser und zunehmend die Kratzbeere; die Strandrasen wurden aus diesem Bereich verdrängt. Insgesamt zeigt sich, dass es den Strandrasen in Niedrigwasserphasen gelingt, sich weit seewärts auszudehnen und ihre Bestände zu vergrössern. Jedoch führen überdurchschnittlich lange Überschwemmungen unweigerlich zu einem Rückgang und die Arten finden sich nur noch in höher gelegenen Bereichen. Dort sind sie allerdings einem stärkeren Konkurrenzdruck durch höherwüchsige Gräser und Seggen ausgesetzt.

5 Rückgangsursachen und aktuelle Gefährdung

5.1 Rückgangsursachen

Die Ursachen für den dramatischen Rückgang der Strandrasen im 20. Jahrhundert sind sicher vielschichtig (siehe *Thomas et al. 1987* und *Dienst et al. 2004).* Grossflächig scheinen vor allem die Eutrophierung, die Verbauung der Ufer sowie eine stärkere Ufernutzung (wie Tritt, Badebetrieb, Abbrennen von Gehölzschnitt usw.) die Strandrasen dezimiert zu haben. Die Eutrophierung bewirkte in den vorhandenen Schilfröhrichten grössere Halmdichten und eine höhere Beschattungswirkung, sodass es den kleinwüchsigen Strandrasenarten nicht mehr möglich war, hier zu gedeihen. Mittlerweile zeigt die Senkung des Nährstoffgehalts im Bodensee auch Auswirkungen auf die Röhrichte, die nun an vielen Uferabschnitten wieder lichter wachsen. Gelegentlich kommen nun wieder Strandrasen im Schilf vor, so wie es Baumann beispielsweise in Tafel XV als *«offenes Phragmitetum»* mit mehreren Strandrasenarten dargestellt hat *(Abbildung 13).* Die Eutrophierung hatte jedoch auch eine verheerende indirekte Wirkung, indem sie zu einer vermehrten Ablagerung von Schwemmgut und Algenwatten führte. Diese überdeckten besonders im Herbst die Strandrasen, was das Absterben der kleinwüchsigen Strandarten zur Folge hatte. Als weitere flächenhafte Störung ist die Zunahme des Tourismus nach dem Zweiten Weltkrieg mit Badebetrieb, Lagern und Feuerstellen zu nennen. Hierbei spielt auch der Ausbau von Hafenanlagen, Strandbädern und Campingplätzen inklusive Aufkiesungen und Bau von Gehrampen, Sitzmäuerchen etc. eine Rolle.

5.2 Aktuelle Störungen und Gefährdungsursachen

Auch wenn während den letzten zwei Jahrzehnten die Schutzbemühungen zugunsten der Strandrasen im Rahmen von Kontrollen, gezielten Informationen und Pflegemassnahmen verstärkt wurden, bleiben aktuell punktuelle Störungen nicht aus. Immer wieder wird – teils trotz Verbot – gelagert, Feuer

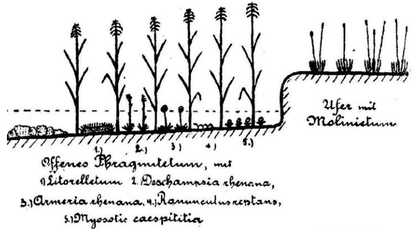


Abbildung 13: Lockeres Schilfröhricht im Wollmatinger Ried bei der Insel Langenrain mit Strandling, Strand-Schmiele, Riednelke, Ufer-Hahnenfuss und Bodensee-Vergissmeinnicht; aus Baumann (1911, Tafel XV).

gemacht, oder es werden Boote und andere Schwimmkörper auf Strandrasen angelandet. Kleinflächige Zerstörungen sind die Folge. Diese Problematik tritt besonders in Jahren mit geringen Überschwemmungen auf *(Abbildung 14).*

Durch die Zunahme von Verleihstationen werden vermehrt Kanus und Kajaks auch an Land bewegt und können unmittelbar die Vegetation am Ufer zerstören. Auch die Nutzung von Booten an Privatstränden kann ein Problem sein. Nicht selten findet man an Stränden mit Freizeitnutzung von Frühjahr bis Herbst gleich mehrere Surfbretter und Boote pro Grundstück. Geschieht die Lagerung auf Strandrasen, so werden diese durch den Lichtmangel sowie die mechanische Schädigung geschwächt und sterben mitunter auch ganz ab. Gelegentlich werden das Mäh-

Abbildung 14: Im Bereich nördlich des Freibades Hörnle (Konstanz) vor dem Lorettowald wird immer wieder im Freien übernachtet und auch Feuer gemacht. Gleichzeitig handelt es sich hier um einen ausgezeichneten Strandrasen-Fundort (Foto: Michael Dienst, 19.06.2005).

gut von Pflegemassnahmen im Uferbereich und/oder Gartenabfälle im Bereich der Strandrasen aufgehäuft und abgebrannt. An diesen Stellen wird die Vegetation komplett zerstört und manchmal dauert es Jahre bis die Fläche wieder bewachsen wird.

Der starke Rückgang der Strandrasen in den letzten hundert Jahren hat dazu geführt, dass mittlerweile oft kleine und isolierte Populationen bestehen. In solchen Fällen ist die Gefahr des Komplettverlustes sehr hoch, da bereits ein einziges Ereignis (z. B. Feuerstelle, Abdeckung mit Schwemmgut usw.) die Population auslöschen kann. Darüber hinaus kommt es zu Inzucht und genetischer Drift. Dies führt zu einer Verringerung der genetischen Vielfalt und wirkt sich negativ auf die Fitness der Pflanzen aus. Damit wird deren Anpassungsfähigkeit reduziert, was für den Ufer-Hahnenfuss nachgewiesen wurde *(Fischer et al. 2000a* und *b, Willi et al. 2005).* Letztlich kann dies die Überlebenschancen kleiner Populationen verringern.

Noch unklar ist, wie sich langfristig die Ausbreitung der Schlank-Segge *(Carex acuta)* im Bereich der Strandrasen auswirken wird. Während viele Konkurrenzarten wie Rohrglanzgras oder Ausläufer-Straussgras bei längeren Überschwemmungen zurückgehen, weist die Schlank-Segge diesbezüglich eine deutlich grössere Toleranz auf und kann somit die Strandrasenarten eher verdrängen. Zwar führte *Bacmeister (1938)* die Art in seinen Vegetationsprofilen bereits auf, jedoch wurde sie von *Lang (1967* und *1973, 1990)* überhaupt nicht für die Ufervegetation angegeben. Vermutlich ist die Schlank-Segge erst später häufiger aufgetaucht.

In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Populationsdynamik der Strandrasenarten vor allem durch den Wasserstand bestimmt wird *(Peintinger 2007, Peintinger et al. 2007, Winkler et al. 2011, Dienst & Strang 2008),* nachdem die negativen Effekte durch die Eutrophierung mittlerweile nachlassen. Eine längerfristige Prognose zur Entwicklung der Strandrasen erscheint schwierig, da Veränderungen der Wasserstandsdynamik schwer vorhersagbar sind. Die seewärtige Ausbreitung der Strandrasenarten zeigt, dass niedrige Wasserstände kurzfristig durchaus günstig sein können. Sie ermöglichen aber auch die Zunahme der Konkurrenzarten. Vor allem in Hinblick auf die Veränderungen der Wasserstände, wie sie durch die Klimaveränderung am Bodensee prognostiziert sind, könnte dies problematisch werden. Durch mildere Winter und trockenere Sommer kann es zu geringeren Wasserstandsschwankungen kommen. Dies würde unweigerlich zu einer Verschmälerung des Strandrasen-Bandes und zu einem Rückgang führen *(Ostendorp et al. 2007, Peintinger et al. 2010).*

6 Kontrolle, Pflegemassnahmen und Öffentlichkeitsarbeit

6.1 Schweiz

Seit 1994 werden die Strandrasen am gesamten Thurgauer Bodenseeufer regelmässig kontrolliert. Darüber hinaus existiert ein Monitoring-Programm, das mittels der Erhebung von Bestandsgrössen und Dauerflächen in wiederkeh-

renden Abständen Daten liefert. Diese Daten stellen eine besonders wertvolle wissenschaftliche Dokumentation dar, da nur selten exakte Bestandskontrollen über solch lange Zeiträume möglich sind (vgl. auch *Schläfli 2011).*

Wie in den vorausgegangenen Kapiteln beschrieben, sind die Strandrasen nicht nur seit Baumanns Zeiten, sondern vor allem später (Mitte des 20. Jahrhunderts) stark zurückgegangen. Parallel zu Kontrollen und Monitoring wurde daher versucht, die verbliebenen Bestände mit Hilfe von Pflegemassnahmen zu stützen. Dazu zählen insbesondere das gezielte Jäten von hochwüchsigen Gräsern und das Entfernen von Schwemmgut. Während in den Anfangsjahren noch sehr viele Stunden in die Pflege investiert wurden, ist diese in den letzten Jahren zunehmend reduziert worden. Die Bestände haben sich an vielen Stellen wieder stabilisiert und die Anschwemmung von Treibgut hat sich deutlich verringert. Seitdem rückten die Öffentlichkeitsarbeit und insbesondere die Information von Grundstücksbesitzern und Ufernutzern vermehrt in den Vordergrund. Konkret wurde dies durch drei Projekte ermöglicht: Länderübergreifend wurde bereits zweimal eine Informationsbroschüre zu den Strandrasen mit Tipps zu ihrem Schutz herausgegeben, die gezielt an Interessenten verteilt wird *(Strang & Dienst 2006).* Ausserdem wurden am Obersee an mehreren Stellen mit viel Publikumsaufkommen Infotafeln aufgestellt, die neben Erläuterungen zu den seltenen Strandrasenarten auch Hinweise zum Schutz und Verhaltensregeln liefern *(Abbildung 15).* Noch wurde am Untersee keine Tafel installiert, jedoch ist dies zumindest bei Glarisegg geplant. Eine Besonderheit stellen die sogenannten Gemeinde-Dossiers dar. Für die vier Gemeinden mit den bedeutendsten Strandrasen-Beständen am Thurgauer Ufer wurden Berichte angefertigt, die neben allgemeinen Angaben zu den Strandrasen auch Karten und Fotos der

Abbildung 15: Um direkt vor Ort über die gefährdeten Strandrasen zu informieren, wurden an einigen Stellen am Ufer, wie hier in Altnau, Informationstafeln aufgestellt. Am Untersee soll dies bald auch bei Glarisegg geschehen (Foto: Michael Dienst, 10.05.2006).

Fundorte enthalten (am Untersee für die Gemeinde Mammern). Ausserdem wurden konkrete Massnahmen auf Gemeindeebene vorgeschlagen. Begleitend wurden für die Gemeinderäte und Mitarbeiter des örtlichen Bauhofs, Anwohner sowie interessierte Bürger und Bürgerinnen Führungen angeboten.

6.2 Deutschland

Am deutschen Bodenseeufer fanden seit den 1980er-Jahren nur in unregelmässigen Abständen Untersuchungen statt. Kontrollen und eventuell anfallende Pflegemassnahmen werden seit 1997 jährlich durchgeführt. Auch hier wurden die Infobroschüren als nützliches Werkzeug verwendet. Hinweise zu den Strandrasen finden sich auf den Tafeln des Strandrasen-Pfades auf der Gemarkung Konstanz. Zudem ist das Thema Inhalt im LIFE-Pfad, einem naturkundlichen Weg am Untersee zwischen der Halbinsel Mettnau und Markelfingen, der im Rahmen des LIFE[2]-Projekts «Untersee life» eingerichtet wurde. Die Anfertigung von Gemeinde-Dossiers ähnlich wie in der Schweiz mit Schwerpunkt auf Begehungen mit den entsprechenden Verantwortlichen (Mitarbeiter des Bauhofs, Campingplatzbetreiber, Anwohner usw.) ist in Planung.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der Vergleich der Angaben von *Baumann (1911)* mit aktuellen Daten zeigt, dass die Strandrasenarten in den letzten hundert Jahren am Untersee massiv zurückgegangen sind. Der Bodensee-Steinbrech *(Saxifraga oppositifolia* subsp. *amphibia)* und die Riednelke *(Armeria purpurea)* gelten mittlerweile als ausgestorben oder verschollen. Viele ehemalige Fundorte von Bodensee-Vergissmeinnicht *(Myosotis rehsteineri),* Strand-Schmiele *(Deschampsia littoralis),* Strandling *(Littorella uniflora)* und Ufer-Hahnenfuss *(Ranunculus reptans)* kommen heute nicht mehr als Wuchsorte in Frage, da dort oft ein dichtes Schilfröhricht wächst oder eine dicke Schlickschicht die Besiedlung mit Strandrasen verhindert. Die Ursachen für den extremen Rückgang sind meist menschlichen Ursprungs, allem voran die Eutrophierung des Bodensees, aber auch die Verbauung der Ufer und die intensivere menschliche Nutzung.

In den letzten Jahrzehnten wurde mit einer verstärkten wissenschaftlichen Untersuchung der Strandrasen begonnen und die Erkenntnisse zu deren Schutz angewandt. Dies führte zusammen mit der besseren Wasserqualität des Bodensees zu einer merklichen Verbesserung der Situation und auch zu grösseren Bestandsflächen sowie einer Zunahme der Fundorte. Gerade beim Bodensee-Vergissmeinnicht ist das erfreulich, da es sich hierbei um eine endemische Art handelt. Problematisch ist nach wie vor die Lage bei der Strand-Schmiele, von der zurzeit nur noch fünf Fundorte am Untersee existieren. Da die Strandrasenarten sehr stark von den jährlichen Wasserstandsschwankungen abhängig sind,

---

2 *L'Instrument Financier pour l'Environnement (kurz: LIFE) ist ein Finanzinstrument der EU zur Förderung von Umweltmassnahmen in der gesamten EU und in ausgewählten Kandidaten-, Beitritts- und Nachbarländern der EU (Quelle: Wikipedia).*

dürften die durch die Klimaänderung prognostizierten Veränderungen (geringere Wasserstandsamplitude) in Zukunft eine der grössten Bedrohungen für die seltenen Uferpflanzen darstellen.

8 Dank

Bei unseren Bemühungen zum Erhalt und zur Erforschung der Strandrasen wurden wir in den letzten Jahrzehnten von zahlreichen Personen unterstützt, bei denen wir uns herzlich bedanken möchten. Unser besonderer Dank gilt Raimund Hipp und Rolf Niederer (Amt für Raumplanung des Kantons Thurgau), Ernst Stegmaier (Regierungspräsidium Freiburg, Ref. 56), Marlene Reichegger, Lothar Wäschle und den Mitarbeitern im Bauhof Moos (Regierungspräsidium Freiburg, Ref. 53), Eberhard Klein (NABU Naturschutzzentrum Wollmatinger Ried) und Jutta Gaukler (NABU Naturschutzzentrum Mettnau) sowie Rolf Rutishauser (Universität Zürich). Bedanken möchten wir uns auch bei Ottilie Wilmanns und Frank Klötzli, die sich erfolgreich für die regelmässige Fortführung der Strandrasen-Untersuchungen in Deutschland und der Schweiz einsetzten.

9 Literatur

- *Bacmeister, A., 1938:* Die Vergesellschaftung der Uferpflanzen des Untersees. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Band 65, 3–22.
- *Baumann, E., 1911:* Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Archiv für Hydrobiologie - Supplements, Band 1, 1–554.
- *Breunig, T. & Demuth, S., 1999:* Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. – Naturschutz-Praxis, Artenschutz 2, Karlsruhe, 161 pp.
- *BUWAL, 2002:* Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. 118 pp.
- *Dienst, M. & Strang, I., 2008:* Die Dynamik der Strandrasen am Thurgauer Bodenseeufer seit 1990 – dargestellt anhand von Mikrokartierungen. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Band 126, 215–230.
- *Dienst, M., Strang, I. & Peintinger, M., 2004:* Entdeckung und Verlust botanischer Raritäten am Bodensee – das Leiner-Herbar und die Strandrasen. – Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschlands, Beiheft 1, 209–230.
- *Fischer, M., Husi, R., Prati, D., Peintinger, M., van Kleunen, M. & Schmid, B., 2000a:* RAPD variation among and within small and large populations of the rare clonal plant *Ranunculus reptans* (Ranunculaceae). – American Journal of Botany 82, 1128–1137.
- *Fischer, M., van Kleunen, M. & Schmid, B., 2000b:* Genetic Allee effects on performance, plasticity and developmental stability in a clonal plant. – Ecology Letters, Band 3, 530–539.
- *Lang, G., 1967:* Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. – Archiv für Hydrobiologie - Supplements, Band 32, 437–574.

- *Lang, G., 1968:* Vegetationsänderungen am Bodenseeufer in den letzten hundert Jahren. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Band 86, 295–319.
- *Lang, G., 1973:* Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. – Pflanzensoziologie 17, 1. Aufl. Jena, 451 pp.
- *Lang, G., 1990:* Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. – Pflanzensoziologie 17, 2. Aufl. – Fischer, Stuttgart/New York, 462 pp.
- *Oberdorfer, E., 1957:* Süddeutsche Pflanzengesellschaften. – Fischer, Jena, 564 pp.
- *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. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Band 125, 199–244.
- *Ostendorp, W. & Dienst, M., 2009:* Vegetationsdynamik im NSG «Wollmatinger Ried–Untersee–Gnadensee» (Bodensee) unter dem Einfluss von hydrologischen Extremereignissen. – carolinea, Band 67, 93–107.
- *Ostendorp, W., 2012:* Umwelt- und Nutzungswandel am Unterseeufer: Seeregulierung, Wasserspiegeltrends und Abwasserbelastung. – Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 66, 63–109.
- *Peintinger, M., Strang, I., Dienst, M. & Meyer, C., 1997:* Veränderung der gefährdeten Strandschmielengesellschaft am Bodensee zwischen 1989 und 1994. – Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz, Band 6, 75–81.
- *Peintinger, M., 2007:* Populationsdynamik des Bodensee-Vergissmeinnichts *(Myosotis rehsteineri)* – eine Dauerflächenuntersuchung am Bodensee-Untersee 1989–2000. – carolinea, Band 65, 45–53.
- *Peintinger, M., Prati, D. & Winkler, E., 2007:* Water-level fluctuations and dynamics of amphibious plants at Lake Constance: long-term study and simulation. – Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, Band 8, 179–196.
- *Peintinger, M., Strang, I., Miller, I. & Dienst, M., 2010:* Monitoring in einem FFH-Lebensraum: Bestandsentwicklung von Strandrasenarten am Bodensee 1987–2006. – Natur & Landschaft, Band 85/11, 470–477.
- *Schläfli, A., 2011:* «Mit einem Hoch auf die Botanik...» – 200 Jahre Florenforschung im Thurgau. – Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 66, 7–53.
- *Strang, I. & Dienst, M., 1995:* Zur Ökologie und aktuellen Verbreitung der Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae) am Bodensee. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Band 113, 175–196.
- *Strang, I. & Dienst, M., 2006:* Strandrasen – Kostbarkeiten des Bodenseeufers, Tipps zu ihrem Schutz. – 12-seitiges Faltblatt.
- *Schröter, C. & Kirchner, O., 1902:* Die Vegetation des Bodensees. Teil II. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, Band 31, 1–86.
- *Thomas, P., Dienst, M., Peintinger, M. & Buchwald, R., 1987:* Die Strandrasen des Bodensees (Deschampsietum rhenanae und Littorello-Eleocharitetum

acicularis) Verbreitung, Ökologie, Gefährdung und Schutzmassnahmen. – Veröffentlichungen für Naturschutz Landschaftspflege in Baden-Württemberg, Band 62, 325–346.
- *Willi, Y., van Buskirk, J. & Fischer, M., 2005:* A threefold genetic Allee effect: Population size affects cross-compatibility, inbreeding depression and drift load in the self-incompatible *Ranunculus reptans.* – Genetics, Band 169, 2255–2265.
- *Winkler, E., Dienst, M. & Peintinger, M., 2011:* Markov simulation model: Flooding, competition, and the fate of the endemic plant *Myosotis rehsteineri.* – Basic and Applied Ecology, Band 12, 620–628.
- *Zehm, A., von Brackel, W. & Mitlacher, K., 2008:* Hochgradig bedrohte Strandrasenarten: Hilfsprogramm am bayerischen Bodenseeufer unter besonderer Berücksichtigung der Diasporenbank. – Naturschutz und Landschaftspflege, Band 40, 73–80.

Adresse der Autoren:

Irene Strang
Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU)
Eschenweg 17
D-78479 Reichenau
irene.strang@bodensee-ufer.de

Michael Dienst
Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU)
Heroséstr. 18
D-78467 Konstanz
michael.dienst@bodensee-ufer.de

Dr. Markus Peintinger
Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU)
Güttinger Str. 8/1
D-78315 Radolfzell
markus.peintinger@bodensee-ufer.de