Thom '87

Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.	62	325–346	Karlsruhe 1987

Die Strandrasen des Bodensees

(Deschampsietum rhenanae und Littorello-Eleocharitetum acicularis) Verbreitung, Ökologie, Gefährdung und Schutzmaßnahmen

Von PETER THOMAS, MICHAEL DIENST, MARKUS PEINTINGER und RAINER BUCHWALD

1. Einleitung

Vor nicht ganz hundert Jahren war die Uferzone des Bodensees weitgehend naturnah: Große Flächen, vor allem über Sand und Silt, waren mit Schilfröhricht bestanden. Kleinflächig, wo z. B. mündende Bäche nährstoffreichen Schlick ablagerten, waren Rohrkolben und Wasserschwaden beigemischt. Auf Kiesufern – besonders an wellenschlagexponierten „Hornspitzen" – konnte sich jedoch kein flächiges Röhricht entwikkeln. Die starken Wasserschwankungen des Bodensees (Hochwasser im Sommer durchschnittlich 1,6 m über Niedrigwasser), die Nährstoffarmut und der Wellenschlag prägten hier einen extremen Standort, der nur lückig von niedrigwüchsigen Spezialisten, den Arten der Strandlingsgesellschaften (Littorelletea) besiedelt werden konnte.

Charakteristisch für derartige Standorte waren am Bodensee landwärts (bis 4 Monate – Mai bis August – durchschnittlich weniger als 0,9 m überflutet) die Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae OBERDORFER 1957) und seewärts (bis 5 Monate z. T. über 1 m überflutet) die Nadelbinsengesellschaft (Littorello-Eleocharitetum acicularis MALCUIT 1929, bzw. nach DIERSSEN in OBERDORFER (1977) aufgegliedert, das Eleocharitetum acicularis KOCH em. OBERD. 1957 und die *Littorella*-Gesellschaft). Etwa 4 % der Uferzone des Untersees wurde von diesen beiden Gesellschaften, die im folgenden unter dem Begriff „Strandrasen" zusammengefaßt werden, eingenommen (LANG 1973a).

Während die Röhrichtgesellschaften des Bodensees an vielen anderen Gewässern in ähnlichen Ausbildungen vorkommen, sind die Strandlingsgesellschaften der oligotrophen Standorte von Natur aus selten. Wo – über nährstoffarmem Untergrund – nach der Eiszeit oligotrophe Gewässer vorhanden waren, dominieren heute überwiegend Röhrichte. Zudem setzte oft eine Verlandung infolge von Torfbildung ein, so daß etwa im Voralpenraum nur selten offene, minerotrophe Ufer zu finden sind.

Am Bodensee erfolgte – verursacht durch die starken Wasserschwankungen – keine nennenswerte Torfbildung. Daher finden, bzw. fanden sich hier noch einige Glazialrelikte, die sicher ehemals z. B. im oberschwäbischen Jungmoränengebiet weiter verbreitet waren (z. T. belegt durch Fossilfunde, vgl. LANG 1962 und RÖSCH 1983). Hier sind insbesondere *Armeria purpurea*, *Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia*, *Deschampsia rhenana* und vermutlich auch *Myosotis rehsteineri* aufzuführen (LANG 1967: 537).

Diese Arten sind z. T. durch Isolation und wahrscheinlich relativ spät entstanden; vielfach sind die morphologischen Unterschiede zu alpinen Verwandten so gering, daß sie als Kleinarten oder nur

als Varietät behandelt werden. Stets bestehen jedoch deutliche ökologische Differenzierungen gegenüber den alpischen Arten: die frühe Blütezeit (Februar bei *Saxifraga amphibia*, sonst Mai) als Anpassung an die Überflutungszeit, die submerse Überdauerung des Sommers, Zwergwuchs und bedeutende vegetative Vermehrung (bei *Deschampsia rhenana* unechte Viviparie) sind kennzeichnend.

Saxifraga oppositifolia ssp. *amphibia*, der Bodensee-Steinbrech, war ein Endemit des Bodensees. *Deschampsia rhenana* (GREMLI), die Strandschmiele, oft nur als Varietät von *D. litoralis* (GAUDIN) REUTER aufgefaßt, ist in ihrem Vorkommen ebenfalls auf das Bodenseegebiet begrenzt. Von *Armeria purpurea*, der Purpur-Grasnelke, die innerhalb der Sammelart *A. maritima* von der alpischen *Armeria m. alpina* morphologisch kaum zu unterscheiden ist, sind nördlich der Alpen außer den Fundorten am Bodenseeufer nur noch einer in einem Kalkquellried bei Memmingen (Bayern) bekannt (bezügl. Vorkommen südlich der Alpen vgl. PIGNATTI 1982).

Myosotis rehsteineri, das Bodensee-Vergißmeinnicht, kommt auch an anderen (Vor-) Alpenseen vor: Am Lago Maggiore (erloschen, nach WELTEN & SUTTER 1982) und von dort wohl auch in den Ticino verdriftet (vgl. PIGNATTI 1982: 425), am Luganer See (erloschen, nach LANG 1967), am Genfer See (erloschen, nach WELTEN & SUTTER 1982) und einzelne Vorkommen nach BRESINSKI & GRAU (1963) am Starnberger See und nach BALTISBERGER (1981) im Rugeller Riet (FL). Vom Bodensee rheinabwärts verschwemmte Pflanzen wurden früher bis Breisach beobachtet (SEUBERT & KLEIN 1905).

Die floristischen Kostbarkeiten der Strandschmielen-Gesellschaft zogen schon früh die Aufmerksamkeit der Botaniker an, so daß wir über alte Fundorte gut informiert sind (zusammenfassende Darstellung bei SCHRÖTER & KIRCHNER 1902 für den Obersee, bei BAUMANN 1911 für den Untersee). In den 1960er Jahren wurde die Vegetation des Bodensees durch LANG intensiv bearbeitet; umfangreiches Aufnahme- und Kartenmaterial belegt den Zustand der Ufervegetation zwischen 1959 und 1967. Bereits LANG (1968) stellte bedeutende Veränderungen der Bodenseevegetation fest; LANG (1973a) weist schon darauf hin, daß die oligotrophen Gesellschaften am Bodensee – neben den Strandrasen des Eulitorals besonders auch die Armleuchteralgenrasen (Charetum asperae), die Nixenkraut-Gesellschaft (Najadetum intermediae) und die Graslaichkraut-Gesellschaft (Potametum graminei) des Sublitorals – nicht allein durch konventionelle Naturschutzmaßnahmen, wie Flächensicherung, sondern nur mit gleichzeitigen Maßnahmen gegen die Eutrophierung des Bodensees zu erhalten sind.

Nach dieser gründlichen Bearbeitung geriet die Strandschmielen-Gesellschaft fast in Vergessenheit. Lediglich in Bayern wurden durch Herrn Dr. E. SEITZ ab 1976 gezielt floristische Daten erhoben und Naturschutzmaßnahmen eingeleitet.

1980 wurde – angeregt durch Frau Prof. O. WILMANNS, Freiburg, und mit freundlicher Unterstützung durch Herrn Prof. G. LANG, Bern – von PETER THOMAS (PT), damals BUND-Naturschutzzentrum Möggingen, ein großer Teil der ehemaligen Vorkommen aufgesucht und z. T. im Hinblick auf Überschwemmungsdauer und Soziologie untersucht. 1981 erfaßte RAINER BUCHWALD (RB), Freiburg, im Rahmen der Biotopkartierung alle Vorkommen im Kreis Konstanz. Seit 1982 wird von MICHAEL DIENST (MD), MARKUS PEINTINGER (MP) und anderen Mitarbeitern des DBV-Naturschutzzentrums Wollmatinger Ried die Strandschmielen-Gesellschaft im Kreis Konstanz beobachtet und z. T. gepflegt. 1982 wurden von PT die meisten der seit 1967 nicht mehr bestätigten Vorkommen der Strandschmielen-Gesellschaft aufgesucht (im Kreis Friedrichshafen mit freundlicher Unterstützung durch Herrn J. RESCH, BUND Friedrichshafen). Für das bayerische Ufer stellte dankenswerterweise Herr Dr. E. SEITZ, Nonnenhorn, Beobachtungen zur Verfügung. 1985 fand eine

erneute Kontrolle der österreichischen Vorkommen durch Herrn Dr. G. GRABHERR, Innsbruck, statt.

Diese Arbeit faßt wesentliche Ergebnisse der genannten Untersuchungen zusammen und soll einen Überblick über den katastrophalen Rückgang der Strandrasen geben, Ursachen für diesen Rückgang diskutieren und Maßnahmen zum Erhalt der Gesellschaften und ihrer Arten anregen.

2. Aktuelle und verschollene Strandrasen-Vorkommen

2.1 Vorkommen im Kreis Konstanz

Im Kreis Konstanz liegen sowohl am Obersee wie auch am Untersee die bedeutendsten noch vorhandenen Strandrasen, obwohl auch hier in den letzten Jahrzehnten ein starker Rückgang zu verzeichnen war.

2.1.1 Höri

An den vielfach steil abfallenden Ufern der Höri waren stets nur stellenweise Strandrasen vorhanden. BAUMANN (1911) führt dennoch 8 Fundorte von *Myosotis rehsteineri* und 7 von *Deschampsia rhenana* auf. Von der Strandschmiele gibt LANG (1967) noch 3 Fundorte an.

Inzwischen sind *Deschampsia rhenana* und *Ranunculus reptans* (Ufer-Hahnenfuß) nur noch in einzelnen Exemplaren zu finden. Von *Myosotis rehsteineri* existiert ein großes Vorkommen auf einem Privatgrundstück. Die Flächen werden hier im Frühjahr und z. T. im Herbst gemäht. *Littorella uniflora* (Strandling), 1980 [PT[1])] noch in einem kleinen, durch Wellenschlagerosion gefährdeten Bestand vorhanden, ist inzwischen verschollen [MD, MP 1984].

2.1.2 Halbinsel Mettnau

Die Strandschmielen-Gesellschaft war früher auf den Kiesufern der Mettnau verbreitet (vgl. LANG 1967, 1969). Nach BAUMANN (1911) kam an der Ostspitze auch *Armeria purpurea* vor. 1984 konnten nur jeweils ein Exemplar von *Deschampsia rhenana* und *Myosotis rehsteineri* gefunden werden [MP]. *Littorella*, vor 1980 noch in einem durchgehenden schmalen Streifen am Südufer vorhanden, ist – z. T. durch wellenschlagbedingte Überkiesung (infolge von Bootsverkehr?) – seltener geworden.

2.1.3 Uferbereich Allensbach

Saxifraga amphibia, *Armeria purpurea* bis nach 1930 (nach LANG 1967), *Deschampsia rhenana* „in Menge" und *Myosotis rehsteineri* „mehrfach in Menge" (BAUMANN 1911) sind für diesen kiesigen Uferbereich aus der Literatur bekannt. Von *Deschampsia rhenana* gibt es hier heute noch drei größere Populationen mit je über 100 Rispen und etwa 4 weitere kleine, deren Fortbestand sehr kritisch ist. *Myosotis rehsteineri* kommt noch in mehreren Beständen vor, z. T. mit mehreren 100 blühenden Exemplaren,

[1]) Die Kürzel bedeuten, wie weiter vorn ausgeführt: MD MICHAEL DIENST, MP MARKUS PEINTINGER, PT PETER THOMAS, RB RAINER BUCHWALD; meist in Verbindung mit dem Jahr der jeweiligen Beobachtung.

überwiegend jedoch auf stark anthropogen beeinflußten Privatgrundstücken (s. u.). *Ranunculus reptans* und *Littorella uniflora* sind mit 4 bzw. 7 Fundstellen vergleichsweise selten.

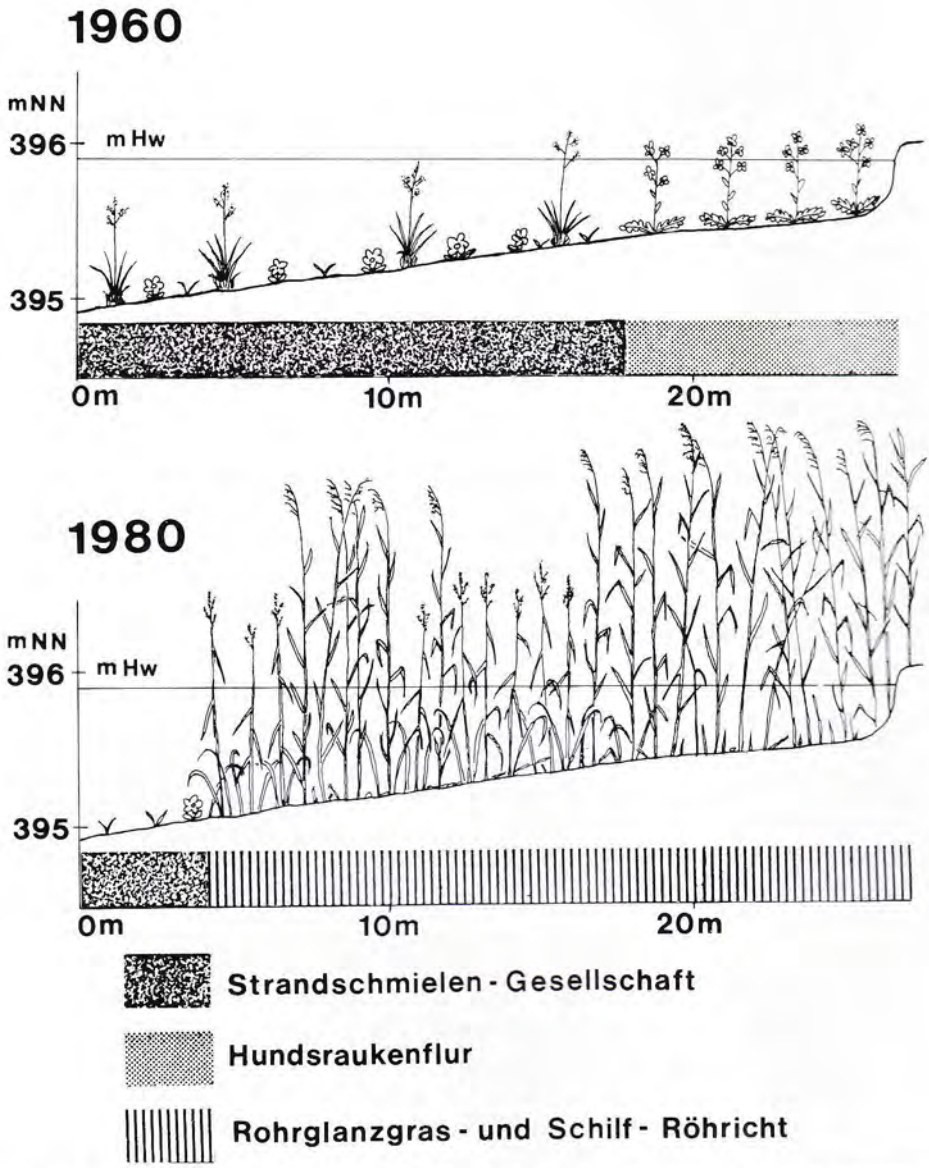

Abb. 1. Verdrängung der Strandschmielen-Gesellschaft, schematisiert am Beispiel Reichenau. 1960 enthielt die Gesellschaft die Riednelke, die Strandschmiele und das Bodensee-Vergißmeinnicht (nach LANG 1962). – 1980 waren die beiden ersten Arten ganz, das Vergißmeinnicht war fast erloschen (noch 4 Exemplare).

2.1.4 Reichenau

Von der Reichenau gibt BAUMANN (1911) 6 Fundstellen für *Saxifraga amphibia*, 7 für *Armeria purpurea*, 10 für *Deschampsia rhenana* und 7 für *Myosotis rehsteineri* an. Heute sind lediglich noch 2 größere und ein kleinerer Bestand der Strandschmiele vorhanden, die *Myosotis*-Vorkommen sind bis auf wenige Exemplare an 2 Stellen erloschen. Von *Ranunculus reptans* und *Littorella*, die ebenfalls in ihrem Bestand stark zurückgegangen sind, gibt es noch zwei bzw. drei größere Vorkommen.

2.1.5 Uferbereich Konstanz bis Hegne

Starke Veränderungen der Ufervegetation sind für diesen, vorwiegend aus Schneggli-sanden aufgebauten, Uferabschnitt kennzeichnend: Statt ehemals ausgedehnten Strandrasen (vgl. etwa die Verbreitungskarte von *Littorella* bei BAUMANN 1911) dominiert heute Schilfröhricht. Lediglich bei Hegne ist ein größerer Strandrasen noch vorhanden. Hier wächst der heute größte Bestand von *Myosotis rehsteineri* (etwa 20000 Blütenstände) zusammen mit großen Beständen von *Ranunculus reptans* und *Littorella uniflora*. Von *Deschampsia rhenana*, ehemals bei Hegne in großen Beständen (vgl. Vegetationsprofil von LANG (1967)) konnte [PT] 1980 nur noch ein kleines Exemplar finden; heute ist die Art dort, wie im übrigen Uferbereich, verschollen. Zusätzlich zu den Vorkommen in diesem Strandrasen gibt es nur noch einzelne Pflanzen von *Ranunculus reptans* und *Myosotis rehsteineri*.

2.1.6 Überlinger See

Von 22 bei LANG (1967) angegebenen Fundorten von *Myosotis rehsteineri* am Oberseeufer im Kreis Konstanz existiert heute nur noch ein einziger, mit etwa 250 Blütenständen [RB, 1985]. Bei Litzelstetten gab es 1980 [PT] noch 5 kleine Vergißmeinnicht-Pflanzen (ab 1983 verschollen); südlich Staad hat H. ERN, Berlin, 1972 noch 8 kleine Bestände registriert, von denen 1980 bis 1984 nur noch einer mit 6 Blütenständen vorhanden war (I. MAIER, [MD]). Diese wenigen Pflanzen wurden 1985 mit Schlick und Pflanzenresten überdeckt.

Deschampsia rhenana ist in ähnlichem Umfang zurückgegangen, wenn auch bei Konstanz noch ein großer Bestand mit mehreren tausend Rispen besteht [MD, 1986]. Die 1980 [PT] bedeutenden Vorkommen zwischen Wallhausen und Dingelsdorf haben seither durch Aufkiesung und Uferpflegemaßnahmen stark gelitten, die restlichen ca. 17 Fundorte zwischen Konstanz und Bodman nach LANG (1967) sind erloschen; SO Ludwigshafen existiert dagegen noch eine größere Population in einem gehölzfrei gehaltenen Uferbereich. Weitere bemerkenswerte Arten waren hier *Ranunculus reptans*, *Littorella uniflora* (spärlich), *Eleocharis acicularis* (Nadelbinse) und *Catabrosa aquatica* (Quellgras; spärlich) [RB 1981, '82, '85; PT et al. 1986].

2.2 Vorkommen im Bodenseekreis

Dieser Uferbereich, von Sipplingen bis Kressbronn, ist der längste am Obersee. Soweit die Fundortsangaben bei LANG (1967) vollständig sind (ergänzt wurde lediglich das erloschene Vorkommen von *Myosotis rehsteineri* im Eriskircher Ried nach BERTSCH 1940), kam *Myosotis rehsteineri* hier nur an 4 Stellen vor, während von *Deschampsia*

rhenana 6 Fundbereiche und 2 Einzelvorkommen, von *Saxifraga amphibia* 2 Fundbereiche und 5 Einzelvorkommen bekannt waren.

Die Ursache für das Zurücktreten von *Myosotis rehsteineri* ist möglicherweise in der überwiegend schmalen, steil abfallenden Uferzone dieses Abschnitts zu suchen. *Myosotis rehsteineri* meidet stark wellenschlagexponierte, reine Kiesufer.

Heute sind im Bodenseekreis die Strandrasen bis auf kümmerliche Reste erloschen: *Myosotis rehsteineri* ist verschollen, von *Deschampsia rhenana* existierte 1982 noch eine kleinere Population NW Sipplingen, die 1985 erloschen war [RB]; von den ehemals bedeutenden Beständen im Bereich Hagnau konnten nur noch 2 größere Pflanzen und einige Jungpflanzen gefunden werden [PT 1982]. Hier waren auch die einzigen Flächen mit zerstreut *Littorella* (zusammen 6 m^2), *Eleocharis acicularis* (2 m^2) und vereinzelt *Ranunculus reptans*.

2.3 Bayerische Vorkommen

Am bayerischen Ufer befanden sich mit mindestens 9 Fundstellen bedeutende Vorkommen der Strandrasen. Außer *Deschampsia rhenana* und – deutlich seltener – *Myosotis rehsteineri* kam an zwei der Fundorte *Saxifraga amphibia* vor. BERTSCH (1948) gibt hier noch einen dieser Fundorte als aktuell vorhanden an; dieser war damit das vorletzte noch bestätigte Vorkommen von *Saxifraga amphibia* am deutschen Bodenseeufer.

Nach SEITZ (briefl.) existiert heute nur noch *ein* Bereich mit der Strandschmielen-Gesellschaft. Hier wächst eine mittelgroße Population *Myosotis rehsteineri*, zerstreut *Deschampsia rhenana*, vereinzelt *Ranunculus reptans* und – stark im Rückgang – *Littorella uniflora*.

2.4 Österreichische Vorkommen

Die Vorkommen am österreichischen Ufer konzentrierten sich – abgesehen von einem Vorkommen an der Leiblach-Mündung – auf den Bereich um die Mündung der Bregenzer Ach, wo nach alten Angaben neben *Myosotis rehsteineri* auch *Deschampsia rhenana* an zwei Stellen vorkam. *Saxifraga amphibia* wurde dagegen von hier nicht aufgeführt (LANG 1967).

Das Vorkommen von *Myosotis rehsteineri* an der Leiblach-Mündung – noch 1977 nach DÖRR aktuell – ist heute verschollen (GRABHERR mdl. 1985). Im Bereich der Mündung Bregenzer Ach gibt es von *Myosotis rehsteineri* noch 3 Vorkommen, von denen nur eines mehrere Stöcke umfaßt (GRABHERR mdl. 1985). Im Bereich dieser Fundorte fanden sich auch die einzigen aktuellen Vorkommen von *Deschampsia rhenana* (insgesamt nur 2 m^2!). Im ganzen Gebiet um die Bregenzer-Ach-Mündung wurden zerstreute Vorkommen von *Littorella* (zusammen über 400 m^2), *Eleocharis acicularis* (zusammen über 12 m^2) und *Ranunculus reptans* (zusammen 2 m^2) gefunden [PT 1982]. – *Eleocharis acicularis* wurde in größeren Beständen auch nördlich Fußach beim Sanddelta gefunden [MP 1985].

2.5 Vorkommen am Schweizer Ufer [PT 1982]

Das Schweizer Ufer besaß von Natur aus nur relativ wenige Vorkommen der Strandrasen. Zum Teil, wie etwa am Untersee, lassen steil abfallende Ufer nur einen schmalen

Abb. 2. Bodensee-Vergißmeinnicht *(Myosotis rehsteineri)*, randlich bedrängt von Kriech-Straußgras *(Agrostis stolonifera)*. Vereinzelt, z. B. in Bildmitte, Ufer-Hahnenfuß *(Ranunculus reptans)*. – [Untersee, 15. 5. 84]. – Alle Fotos M. DIENST

Streifen Eulitoral übrig (der meist vom Ufergebüsch beschattet werden kann), z. T. fehlen die kiesigen Sedimente. So konzentrierten sich die Vorkommen von *Myosotis rehsteineri* und *Deschampsia rhenana*, abgesehen von einzelnen Vorkommen bei Kurzrickenbach und bei Rorschach, auf zwei Bereiche: nahe dem Rheinausfluß am Untersee und am Obersee auf den Bereich bei Güttingen. Hier waren auch Vorkommen von *Saxifraga amphibia* sowie – nur am Rheinausfluß – zwei *Armeria purpurea*-Vorkommen (eines schon bei BAUMANN 1911 erloschen).

1982 waren am Obersee im Bereich Rorschach alle vier Vorkommen erloschen, das Vorkommen bei Kurzrickenbach ebenfalls, nur im Bereich Güttingen fanden sich noch drei Stellen mit *Deschampsia rhenana* (1 Ex., 20 m^2 und ca. 50 m^2). In diesem Bereich wuchs noch zerstreut *Ranunculus reptans*, *Allium schoenoprasum* (Wilder Schnittlauch) und – wesentlich seltener – *Littorella uniflora* und *Eleocharis acicularis*. Dies sind die bedeutendsten Schweizer Vorkommen von *Deschampsia rhenana* und – für den Schweizer Teil des Bodensees – wohl auch von *Ranunculus reptans*, *Eleocharis acicularis* und *Littorella uniflora*.

Im Bereich des Rhein-Ausflusses konnten nur an zwei Stellen insgesamt 5 kleine Horste *Deschampsia* gefunden werden, die aufgrund ihrer Uferlage wahrscheinlich *D. rhenana* waren (von Belegen und Vergleichsexemplaren wurde hier aus Naturschutzgründen abgesehen).

An einer dieser Stellen fanden sich auch 8 Exemplare *Myosotis rehsteineri* – stark von *Phalaris arundinacea* bedrängt. *Myosotis rehsteineri*, das am Schweizer Ufer des Obersees 1982 [von PT] nicht gefunden wurde, steht somit in der Schweiz unmittelbar vor dem Aussterben. Als weitere bemerkenswerte Arten an obiger Stelle wurden *Ranunculus reptans* (vereinzelt) und *Allium schoenoprasum* (verbreitet) notiert.

2.6 Vorkommen am Hochrhein

Die Strandrasen des oberen Hochrheins wurden soziologisch leider nie umfassend beschrieben. Nach den Florenangaben handelte es sich keineswegs nur um temporäre, driftabhängige Fragmente: Etwa bei Gießen, Lottstetten, werden von KUMMER (1940) *Myosotis rehsteineri*, *Deschampsia rhenana*, *Ranunculus reptans* und *Littorella uniflora* aufgeführt. Unterhalb von Stein gibt KUMMER für *Myosotis rehsteineri* über 15 Fundstellen an – mit z. T. noch in den 1930er Jahren großen Beständen. *Deschampsia rhenana* scheint nach seinen Angaben noch häufiger gewesen zu sein. Von *Armeria purpurea* wurde dagegen nur einmal ein kleines, angeschwemmtes Vorkommen unterhalb von Stein gefunden (zit. bei KUMMER); von *Saxifraga amphibia* wurde ein Einzelvorkommen gegenüber der Aare-Mündung bei Tiengen beschrieben (SEUBERT & KLEIN 1905).

Von den seltenen Arten der Strandrasen konnte schon ISSLER-HUEBSCHER (1977/80) die Mehrzahl der Fundstellen nach KUMMER nicht mehr bestätigen. Lediglich unterhalb von Stein fand er etwa 1972 wenige Pflanzen von *Deschampsia rhenana*, *Ranunculus reptans* und *Myosotis rehsteineri*. Letztgenannte Art konnte er auch in wenigen Exemplaren 1976 bei Büsingen bestätigen. Heute sind alle Vorkommen von Arten der Strandrasen am Hochrhein verschollen [RB 1984]; Vorkommen bei Stein wurden nicht aufgesucht. Starke wasserbauliche Eingriffe (Staustufen u. a.) dürften die Hauptursachen hierfür sein (vgl. auch EGLOFF 1977).

3. Zur Bestandsentwicklung einzelner Arten

3.1 Bodensee-Steinbrech *(Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia)*

Von *Saxifraga amphibia* waren am gesamten Bodensee 29 Fundorte bekannt (LANG 1967). Die folgende Übersicht (Tab. 1) zeigt, in welchen Zeiträumen diese Vorkommen verschollen sind.

Tabelle 1. Verschollene und aktuelle Vorkommen von *Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia* am Bodensee.

Zeitraum	Obersee			Untersee		
	insg. bekannt	verschollen	abschl. aktuell	insg. bekannt	verschollen	abschl. aktuell
1900–1930	17	2	15	10	6	4
1930–1967	19	16	1	10	4	0

Auswertung anhand LANG (1967) mit einzelnen Ergänzungen aus BERTSCH (1948: 233); als Zeitpunkt für die Spalte „verschollen" wurde das Publikationsjahr der nächsten Bestätigung benachbarter Fundorte angenommen.

Während am Obersee bis 1930 kaum ein Rückgang auftrat, sind im gleichen Zeitraum über die Hälfte der Vorkommen am Untersee verschollen. In dem folgenden Zeitraum – mit Schwerpunkt auf die Zeit nach dem Krieg – sind alle Populationen bis auf eine erloschen. Für den letzten Fundort bei Konstanz gibt schon LANG (1967) an, daß nur wenige in den vorhergehenden Jahren sterile Pflanzen vorhanden waren. Nach OBERDORFER (1977) ist die Pflanze dort 1970 ausgestorben.

3.2 Purpur-Grasnelke *(Armeria purpurea)*

Armeria purpurea ist am Bodensee auf den Untersee beschränkt gewesen. BAUMANN (1911) gibt von hier 15 Vorkommen an. Von den 3 Fundorten, die BAUMANN (1911) vom Schweizer Ufer aufführt, war damals schon nur noch einer vorhanden. Ende der 1960er Jahre existierten am Untersee nur noch 4 Vorkommen, drei davon waren lediglich Restbestände (LANG 1967). Der letzte größere Bestand – bei Reichenau-Bibershof – war nach WIRTH & LANG (1977) 1975 erloschen.

3.3 Bodensee-Vergißmeinnicht *(Myosotis rehsteineri)* und Strandschmiele *(Deschampsia rhenana)*

Der Rückgang dieser Arten setzte wesentlich später ein – und dauert leider noch an! Vor 1930 ist ein Rückgang nur aus dem Eriskircher Ried bekannt, wo *Myosotis rehsteineri* und *Deschampsia rhenana* ab 1923 infolge des aufkommenden Badebetriebes von den Kiesflächen weitgehend verschwand (BERTSCH 1940). Noch LANG (1968) konnte einen nennenswerten Rückgang dieser Arten am Bodensee nur vermuten, führte aber schon das Erlöschen einzelner Fundorte an. Tatsächlich sind in den folgenden Jahren die meisten der Populationen von *Deschampsia rhenana* und *Myosotis rehsteineri* zusammengebrochen. Ohne sofortige Gegenmaßnahmen werden die Arten in Österreich, der Schweiz und im Bodenseekreis aussterben (in Bayern und auf dem Bodanrück wurden schon erfolgreich erste Hilfsmaßnahmen verwirklicht; s. u.).

Abb. 3. Blütenstand der Strandschmiele *(Deschampsia rhenana)* schon mit kleinen, durch Viviparie entstandenen Jungpflanzen. Wenn diese größer werden, knickt der Blütenhalm unter ihrem Gewicht zu Boden und die Tochterpflanzen bewurzeln sich. – [Überlinger See, 8. 6. 1984].

3.4 Sonstige gefährdete Arten

Weitere stete, nach HARMS et al. (1983) gefährdete Arten der Strandrasen sind: Ufer-Hahnenfuß (*Ranunculus reptans;* vom Aussterben bedroht), Strandling (*Littorella uniflora;* stark gefährdet), Quellgras (*Catabrosa aquatica;* stark gefährdet), Nadelbinse (*Eleocharis acicularis;* gefährdet), Oeders Gelb-Segge (*Carex oederi;* gefährdet) und Wilder Schnittlauch (*Allium schoenoprasum;* gefährdet).

Diese Einschätzung der Gefährdung trifft auch auf den Bodensee zu: *Ranunculus reptans* ist im wesentlichen auf die Stellen beschränkt, wo sich *Myosotis rehsteineri* oder *Deschampsia rhenana* noch halten konnten, während *Allium schoenoprasum* und *Carex oederi* auf die Veränderungen weniger empfindlich reagierten. *Littorella* – einst bei BAUMANN (1911) ganze Ufer deckend – ist stark zurückgegangen. Wenn auch große Bestände rar geworden sind (vielfach wurde *Agrostis stolonifera* dominant), ist am Untersee derzeit die Art dennoch keine Seltenheit.

Die Beurteilung des Rückganges von *Eleocharis acicularis* und von *Catabrosa aquatica* ist schwieriger. Einmal wurde auf diese unauffälligen Arten weniger geachtet, zum anderen sind sie pionierfreudig. So kann gerade *Eleocharis acicularis* je nach Überflutung in einem Jahr Teppiche bilden und im nächsten Jahr an gleicher Stelle nicht nachweisbar sein. Wegen ihrer Fähigkeit auch eutrophe Überschwemmungsflächen zu besiedeln (vgl. PHILIPPI 1984) ist die Art am Bodensee (besonders am Untersee, von wo hier nicht alle aktuellen Vorkommen aufgeführt werden) wohl nicht gefährdet. – *Catabrosa aquatica* liebt nährstoffreichere Ufersedimente. Nach LANG (1967) ist sie auch

Abb. 4. Kriech-Straußgras *(Agrostis stolonifera)* durchdringt einen Nadelbinsenrasen (Littorello-Eleocharitetum) mit vorherrschender Nadelbinse *(Eleocharis acicularis)* und zerstreut Ufer-Hahnenfuß *(Ranunculus reptans)* – [Untersee, 9. 5. 83].

eine Differentialart der leicht eutrophierten Strandrasen. Wo sich trotz Eutrophierung kein Röhricht gebildet hat, müßten demnach für *Catabrosa* günstige Voraussetzungen vorliegen. Dennoch sind am deutschen Unterseeufer derzeit nur 6 Fundorte bekannt (BAUMANN 1911 führt von hier 20 Fundorte an).

4. Soziologische Veränderungen der Strandschmielen-Gesellschaft

Tabelle 3 zeigt die Stetigkeit und mittlere Deckung ausgewählter Strandrasenarten von alten (1959) und neuen (1980–1984) Aufnahmen.

Die Spalten 1–4 enthalten alle alten Aufnahmen nach LANG (1962) in vier Ausbildungen gegliedert (vgl. Legende). Dabei stammen die Aufnahmen der Spalte 4 von damals schon leicht eutrophierten Standorten (= Subass. catabrosetum, die in LANG (1973) wieder aufgegeben wurde). In der Spalte 5 wurden 26 neue Aufnahmen von uns zusammengefaßt. Die Spalte 6 basiert auf den Aufnahmen des Agrostidetum stoloniferae phalaridetosum von LANG (1967).

Nach Tabelle 3 besitzen die Strandrasen heute aufgrund ihrer Begleiter eine stärkere floristische Ähnlichkeit mit der Glanzgras-Straußgras-Gesellschaft (Agrostidetum phalaridetosum, Spalte 6) als früher; bezeichnend sind: *Agrostis stolonifera* und *Phalaris arundinacea* in höherer Deckung als die Spalten 1–3 sowie *Potentilla reptans* und *Ranunculus sceleratus*, die in früheren Aufnahmen der Strandschmielen-Gesellschaft fehlten.

Tabelle 2. Die Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae), ausgewählte Aufnahmen von LANG (1967) aus dem Jahr 1959 im Vergleich mit neueren Aufnahmen von M. DIENST und P. THOMAS aus den Jahren 1980–1984

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arbeitsnummer	L1	L2	T10	T6	T7	L15	H4	L19	MD3	M3
Deckung (%)	40	10	5	90	100	10	80	80	-	35
Aufnahmefläche (qm)	3	2	1	2	4	4	4	4	6	4
Artenzahl Phanerogamen	2	3	3	11	11	8	9	9	11	14
Artenzahl Moose (unvollst.)								2		
Jahr der Aufnahme	59	59	80	80	80	59	83	59	83	84
Charakterarten										
Deschampsia rhenana	3	2	+	2	1	2	.	.	2b	2a
Myosotis rehsteineri	.	1	.	1	.	.	2a	2	.	.
Armeria purpurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Differentialarten										
Littorella uniflora	.	.	+	+	.	2	3	4	4	2a
Carex oederi	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex panicea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nasturtium officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Berula erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Caltha palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CH Verband, Ordnung, Klasse										
Ranunculus reptans	.	1	.	2	1	1	.	+	.	1
Eleocharis acicularis	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
Störzeiger										
Agrostis stolonifera	+	.	.	4	5	1	2a	+	2b	2a
Phalaris arundinacea	.	.	.	1	+	.	.	.	.	2a
Potentilla reptans	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.
Ranunculus sceleratus	.	.	.	r	+	.	.	.	+	.
Poa annua	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Begleiter										
Juncus articulatus	.	.	.	.	+	+	.	1	+	+
Cardamine pratensis	.	.	.	+	.	.	2b	+	.	.
Carex elata	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
Allium schoenoprasum	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
Galium palustre	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Leontodon autumnalis	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Rorippa amphibia	.	.	1	+	.	.	.	.	1	1
Juncus alpinus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Potamogeton gramineus	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.
Phragmites australis	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Mentha aquatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ficaria verna	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Equisetum palustre	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Calliergonella cuspidata	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
Epilobium sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Polygonum mite	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem in Nr. **5:** *Sonchus arvensis* +, *Veronica anagallis-aquatica* +; in Nr. **7:** *Cerastium fontanum* +; in Nr. **8:** Scorpidium scorpioides +; in Nr. **9:** Catabrosa aquatica 2a, Salix purpurea K. +, *Cardamine hirsuta* 1; in Nr. **10:** *Valerianella* sp. +, *Capsella bursa-pastoris* +, *Senecio viscosus* +; in Nr. **11:** *Molinia coerulea* +; in Nr. **16:** *Rorippa islandica* +, *Polygonum lapathifolium* +; in

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
L26	T1	L31	MD5	L33	L43	H7	M1	L41	T5	T4
60	90	45	70	70	95	100	20	100	85	80
18	10	100	9	50	16	4	1	2	4	5
11	11	13	12	13	16	17	11	14	13	10
					1					?
59	80	59	83	59	59	83	84	59	80	80
.	.	+	1	2	.	.	.	.	.	3
1	1	1	+	1	+	1	1	2	2	1
.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
.	.	+	1	1	+	1	.	+	1	.
3	3	2	1	2	+	+	+	+	+	.
3	3	3	.	3	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
+	+	1	1	1	+	2a	+	2	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	3	1	2a	1	5	4	2a	4	4	+
.	2	.	+	.	+	1	2a	+	+	.
.	.	.	.	.	.	2a	.	.	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
1	.	1	1	1	+	.	.	.	.	1
.	2	.	1	+	2	2a	.	1	.	2
+	1	+	+	.	1	2a	1	+	.	.
+	.	+	.	+	1	1	1	+	.	.
.	.	.	.	.	+	+	.	2	.	1
.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	+	.	.	.	+	.	1	.
+	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.
.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.
+	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.
.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.

Nr. **17:** *Cerastium fontanum* 1, *Lysimachia vulgaris* +, *Polygala amarella* +; in Nr. **18:** *Cardamine hirsuta* 1, *Stellaria media* 1; in Nr. **19:** *Polygonum persicaria* +; in Nr. **20:** *Plantago intermedia* +, *Cerastium* sp. +.

Zu Tabelle 2:

Deschampsietum rhenanae OBERDORFER 1957
Nr. 1–5: typicum, reine Variante
Nr. 6–10: typicum, Variante mit *Littorella*
Nr. 11–15: caricetosum paniceae
Nr. 16–20: caricetosum paniceae stark gestört (= „catabrosetum")
Nr. 21: Durchdringung mit Quellgesellschaften.

Herkunft der Aufnahmen (ArbeitsNr.) (LANG = aus LANG 1967 Tab. 20 ArbeitsNr. enthält SpaltenNr.):
Uferbereich (vgl. Bemerkung)
Hegne: L15, L33 und L43 von LANG; H4 und H7 von MD[2]) et al.; T 10 von PT.
Reichenau (O und W): L2 und L31 von LANG; M1, M3 und MD 5 von MD
Wallhausen: L1, L19 und L41 von LANG; MD 3 von MD
Allensbach: L26 von LANG; T1, T4, T6 und T6 von PT
Zwischen Horn und Gaienhofen: T7 von PT

Bemerkung: Aus Naturschutzgründen werden hier die genauen Aufnahmeorte nicht genannt. Diese sowie weitere Aufnahmen und Kartenunterlagen zu den Fundstellen wurden bei den Landessammlungen für Naturkunde in Karlsruhe hinterlegt.

Nomenklatur nach OBERDORFER (1983), nur anstelle von *Carex serotina* wurde *Carex oederi* RETZ. verwendet.

Unter den Charakterarten der Strandschmielen-Gesellschaft gab es die größten Veränderungen: zwei der vier Kennarten *(Armeria purpurea* und *Saxifraga amphibia)* sind am Bodensee ausgestorben; *Deschampsia rhenana* – früher in der *Littorella*-Variante und der Hirsenseggen-Ausbildung fast stets mit *Myosotis rehsteineri* gemeinsam – fehlt heute bei den meisten *Myosotis*-Vorkommen. Die Ursache hierfür ist vornehmlich in Uferpflegemaßnahmen zu suchen, die *Deschampsia rhenana* schädigen: Viele *Myosotis*-Vorkommen liegen auf Privatgrundstücken, wo einerseits der kiesige Uferbereich von Anschwemmungen und Röhricht freigehalten wird und andererseits nur eine mäßige Trittbelastung erfolgt (z. B. liegt Aufnahme Nr. 20 in Tab. 2 innerhalb eines stets kurzgemähten Gartenrasens!).

Trotz dieser wesentlichen Veränderungen – dem Rückgang der Charakterarten und dem Eindringen von Arten des Agrostidetums – läßt sich die Mehrzahl der neuen Aufnahmen noch nach der hauptsächlich durch Bodentyp und Überflutungsdauer bestimmten Gliederung von LANG (1967) einordnen (vgl. Tab. 2: alte und neue Aufnahmen, z. T. vom gleichen Uferbereich, nebeneinander gestellt). Es konnten sogar der Subassoziation von *Catabrosa* entsprechende Aufnahmen eingeordnet und interpretiert werden (Tab. 2 LfNr. 17, 18 und 20): Rückgang von *Deschampsia rhenana* (als Folge der Mahd), *Carex panicea* und *Carex oederi*: überdurchschnittliche Zunahme von *Agrostis stolonifera* und *Phalaris arundinacea*.

Die unbewirtschafteten, also heute noch „natürlichen" Standorte lassen sich in zwei Kategorien einteilen:
- Stark wellenschlagexponierte, sehr kiesige Ufer, hauptsächlich am Obersee. Hier findet man heute vorwiegend Strandschmielen-Vorkommen ohne *Myosotis rehsteineri*.

---

[2]) Kürzel vgl. Fußnote 1.

Tabelle 3. Stetigkeits-Teiltabelle der Strandschmielen-Gesellschaft: Vergleich aller Aufnahmen von LANG (1967) mit neuen Aufnahmen zwischen 1980–1984

Spalte	1		2		3		4		**5**		6	
Zeitraum	59		59		59		59		**82**		59	
Zahl der Aufnahmen	8		11		17		7		**26**		8	
Deschampsia rhenana	V	2	V	1	V	2	I	+	**II**	**1**	–	
Myosotis rehsteineri	III	+	IV	2	V	1	V	2	**IV**	**+**	I	+
Armeria purpurea	–		–		I	+	–		**–**		–	
Saxifraga amphibia	–		–		I	+	–		**–**		–	
Agrostis stolonifera	IV	+	V	+	V	1	V	4	**V**	**3**	V	2
Phalaris arundinacea	II	+	–		II	+	IV	+	**III**	**1**	V	3
Cardamine pratensis	I	+	III	+	II	+	V	+	**IV**	**2**	II	+
Potentilla reptans	–		–		–		–		**II**	**+**	IV	2
Ranunculus sceleratus	–		–		–		–		**II**	**+**	II	+
Poa annua	–		–		–		–		**II**	**+**	–	

1–5 Deschampsietum rhenanae (1–4 nach LANG 1967; 5: neue Aufn. 1980–1984)
1 typicum, reine Variante
2 typicum, Variante mit *Littorella*
3 caricetosum paniceae
4 catabrosetum
5 neue Aufnahmen, alle Ausbildungen zusammengefaßt (9 von 1980 [PT], 14 von 1983 [MD et al.], 3 von 1984 [MD]
6 Agrostidetum phalaridetosum (nach LANG 1967)

Stetigkeitsklassen nach BRAUN-BLANQUET (BR.-BL.)
mittl. Deckung verschlüsselt nach BR.-BL. außer: 1 entspricht 2–5 %

$$\text{mittl. Deckung (\%)} = \sum_{1}^{n}(x-1{,}5) \times \frac{25}{n}$$

x = BR.-BL.-Deckungszahl, wobei + und 1 ebenso wie abwesende Arten den x-Wert 1,5 zugewiesen erhalten.
n = Anzahl der Aufnahmen

– Kiesufer unterhalb von Quellaustritten, mit Schwerpunkt am Untersee (besonders Bereich Allensbach). Die stete Überrieselung spült wohl die Anschwemmungen weg. An diesen Standorten sind meist Fremdarten wie etwa *Nasturtium*, *Berula* und *Caltha* beigemischt (vgl. Tab. 2, Nr. 21).

5. Analyse des Rückganges

Wie überall, wo in einem Ökosystem viele Faktoren verändert wurden, ist es schwierig, einzelne Vorgänge als besonders relevant für eine Veränderung herauszustellen. Fest steht, daß anthropogene Eingriffe die primären Ursachen waren – schließlich haben *Saxifraga amphibia*, *Armeria purpurea*, *Deschampsia rhenana* und *Myosotis rehsteineri* Jahrtausende am Bodenseeufer überstanden. Dennoch haben „Jahrhundert-Ereignisse", wie etwa die zu kurze Überflutung nach extremem Niedrigwasser im Winter 1948, im trockenen Sommer 1949 oder die zu lange Überflutung im Sommer 1965 und 1966 die – durch andere Faktoren geschwächten – Populationen z. T. zum Erlöschen gebracht (vgl. MÜLLER-SCHNEIDER 1957).

Von großer Bedeutung ist auch die Frage, inwieweit die belegten Fundorte alle Primärstandorte waren: Zwar gibt es die für Glazialrelikte typische Fundortkonstanz – z. B. das *Saxifraga*-Vorkommen bei Konstanz war vom Zeitpunkt der Entdeckung (1799) bis nach 1967 vorhanden –, dennoch finden sich zahlreiche Beispiele für verdriftete Pflanzen:

- *Armeria purpurea* einmal angeschwemmt bei Stein (SULGER, zit. bei KUMMER 1940);
- *Myosotis rehsteineri* ehemals bei Breisach usw.;
- Vgl. auch BAUMANN 1911: 417 „Häufig sieht man auf der Seeoberfläche von den Wellen entwurzelte Stöcke von Strandpflanzen, hauptsächlich des Heleocharitetums, darunter auch *M. caespititia [= Myosotis rehsteineri]*, herumtreiben. An geeigneten Stellen abgelagert fassen sie Wurzeln und bilden eine neue Kolonie".

Im folgenden sollen bedeutende anthropogene Eingriffe und ihre mögliche Bedeutung angeführt werden:

5.1 Baumaßnahmen im Uferbereich

Die Bautätigkeit am Bodensee war bisher wesentlich geringer als etwa am Genfer See, von wo schon seit Anfang des 20. Jahrhunderts durch Uferverbauung endemische Strandrasen-Gesellschaften, ebenfalls mit *Myosotis rehsteineri*, *Ranunculus reptans*, *Littorella* und mit *Deschampsia litoralis* erloschen sind (BECHERER 1972). Unbekannt sind die Schäden durch die Rheinverlegung bei Fußach gegen 1900 (Notizen dazu etwa bei LAUTERBORN 1939: 298).

Belegte Beispiele für den Rückgang von Arten der Strandrasen durch Baumaßnahmen sind: nach SÜNDERMANN (1909) *Saxifraga amphibia* bei Wasserburg; nach MÜLLER-SCHNEIDER (1957) *Saxifraga amphibia* im Bereich Güttingen (Wochenendhäuschen); nach LANG (1967) *Armeria purpurea* an der Westspitze der Reichenau (Bau einer Sturmwarnleuchte) und nach KUMMER (1940) bei Mammern (Bau einer Ufermauer).

5.2 Aufgabe der Schilfmahd

Die Röhrichte des Bodensees wurden in früheren Jahrhunderten zur Streugewinnung genutzt. HONSELL (1879; zit. bei BAUMANN 1911: 504) berichtet vom Wollmatinger Ried, daß die Streuländer, die z. T. 2–3 Monate unter Wasser standen, einen Verkehrswert vergleichbar mit einem mittelguten Ackerland hatten. Falls jedoch tiefliegende Mahdflächen vom Hochwasser vor dem Schilfaustrieb überflutet wurden, starben Teile des Röhrichtes ab. Noch BACMEISTER (1937) erwähnt die Mahd der Riede.

Diese Mahd erstreckte sich in erster Linie auf die Röhrichte. Hier bewirkte sie neben der Förderung von *Carex elata* auch das seeseitige Auflichten des Röhrichtes, wodurch, etwa im Bereich des Wollmatinger Rieds, Arten der Strandrasen sich vermutlich anthropogen unter lückigem Schilf ansiedeln konnten. Aus diesem Teil des Untersees berichtet auch BAUMANN (1911: 452), daß z. T. *Littorella* mit der Streue mitgemäht wurde, sowie (S. 397), daß *Armeria* „im lockern Phragmitetum längs der Grenzone" mehrfach vorkommt. Nach der Aufgabe der Schilfmahd wäre an derartigen Stellen – auch ohne Eutrophierung (s. 5.4) – das flächige Schließen des Röhrichtes zu erwarten gewesen.

Abb. 5. Vegetationszonierung eines noch oligotrophen Kiesufers am Untersee: Im Vordergrund Strandrasen mit dominierend Strandling *(Littorella uniflora)*, Strandschmiele (*Deschampsia rhenana;* Horste in Bildmitte); landwärts Wilder Schnittlauch (*Allium schoenoprasum*, violett blühend) und Wasserkresse (*Rorippa amphibia*, gelb blühend). Im Hintergrund Rohrglanzgras-Röhricht *(Phalaris arundinacea)*, z. T. mit Steifsegge (*Carex elata*, horstwüchsig). – [Untersee, 8. 6. 84].

5.3 Badebetrieb

Kiesufer sind bevorzugte Bereiche bei der Anlage von Strandbädern und von Campingplätzen gewesen. Gerade dort, wo Röhrichte als Ufervegetation vorherrschten, konzentrierten sich die Freizeitaktivitäten schon früh auf die wenigen kiesigen Flächen, die gleichzeitig die besten Vorkommen der Strandrasen waren.

Schädigend wirkt sich der Badebetrieb – aufgrund der hohen sommerlichen Überflutung – besonders auf die hochgelegenen Vorkommen des Deschampsietums aus. Hier lag aber der Schwerpunkt der Vorkommen von *Saxifraga amphibia* und *Armeria purpurea*. Von den heute am Bodensee noch vorhandenen Arten weist *Deschampsia rhenana* – noch verstärkt durch grobkiesigen Untergrund – die höchste Trittempfindlichkeit auf, während *Littorella* oder *Myosotis rehsteineri*, besonders auf stärker sandigen Böden, erheblich belastbarer sind.

Verheerend auf die Strandrasen wirkten sich künstliche Kiesschüttungen (an den Badeufern zur „Strandsäuberung" vorgenommen) aus.

Beispiele für den Rückgang als Folge des Badebetriebes sind der oben aufgeführte Rückgang des Deschampsietum im Eriskircher Ried und wahrscheinlich auch das Aussterben von *Saxifraga amphibia* bei Konstanz (angrenzendes Strandbad) sowie von *Armeria purpurea* bei Hegne (Campingplatz).

5.4 Eutrophierung

In den letzten 60 Jahren vervielfachte sich der Nährstoffeintrag in den Bodensee (u. a. durch den Anschluß der Haushalte an die Kanalisation, dem Aufkommen phosphathaltiger Waschmittel, dem Einsatz von Kunstdünger und dem großflächigen Güllen in der Landwirtschaft sowie durch Industrieabwässer). Allein die Phosphatzufuhr stieg von 274 t (1930) auf 1929 t (1974) an (zit. bei DREXLER 1980). Deutliche Veränderungen in dem Ökosystem des ehemals oligotrophen Bodensees waren die Folge. Da Phosphor in limnischen Systemen Minimumfaktor ist, erfolgte seit 1924 eine Zunahme des Phytoplanktons um das 20fache (REICHELT 1974).

Innerhalb der Makrophytenvegetation reagierten die Armleuchteralgen (Characeen) als erstes: Schon Ende der 1960er Jahre sind zahlreiche Vorkommen verschiedener *Chara*-Arten am Bodensee erloschen, maßgeblicher Faktor war hierbei der Lichtmangel am Gewässergrund durch die Zunahme des Planktons (LANG 1968).

Für den Rückgang von *Saxifraga amphibia*, *Deschampsia rhenana*, *Myosotis rehsteineri* und *Armeria purpurea* dürfte der Lichtmangel nicht der ausschlaggebende Faktor gewesen sein – im Unterschied zu vielen anderen Arten periodisch überfluteter Standorte handelt es sich bei ihnen nicht um Arten, die bei Überflutung photosynthetisch wirkungsvolle Unterwasserblätter ausbilden, vielmehr wird anscheinend eine Ruhepause während der Überflutung eingelegt. Entscheidend wirkte hier vielmehr die Anschwemmung von Wasserpflanzen, die etwa seit 1970 vermehrt auftrat: wenn am Ende des Hochsommers der Wasserstand sinkt, wird im oberen Überflutungsbereich – je nach Wind und Strömung – ein Wall von Treibgut abgelagert. Dieser Wall hatte früher eine geringe Mächtigkeit und bestand überwiegend aus Schilfbruchstücken und Characeen, also langsam zersetzenden Materialien mit offensichtlich geringem Nährstoffgehalt. Heute werden in dieser Jahreszeit dicke „Algenwatten" – neben *Cladophora* vor allem *Enteromorpha flexuosa*, Characeen sowie die neueingebürgerte Gefäßpflanze *Elodea nuttallii* (Wasserpest) – angelandet. Dieses Treibgut überdeckt z. T. die niedrigwüchsige Strandrasen-Vegetation völlig, so daß deren kurze Assimilationszeit noch wesentlich vermindert wird. Möglicherweise schaden zusätzlich noch die bei der Verwesung der Algenwatten freiwerdenden Gase (insbesondere H_2S), wie dies – als Hypothese – im Zusammenhang mit dem Schilfsterben diskutiert wird.

Die bei der Zersetzung freiwerdenden Nährstoffe erlauben anspruchsvolleren Arten das Eindringen in die armen Kiesufer: Rohrglanzgras *(Phalaris arundinacea)*, z. T. auch Schilf *(Phragmites australis)* und Steifsegge *(Carex elata)* breiten sich aus. In den letzten 20 Jahren sind zwar am Bodensee große Schilfbestände abgestorben, doch gerade an Kiesufern ist – zumindest in den letzten 2 Jahren – ein deutlicher Zuwachs zu verzeichnen (vgl. DIENST 1986 und Abb. 1). Wo keine Röhrichtarten eingedrungen sind, überzog *Agrostis stolonifera* (Kriech-Straußgras) oft in dichten Rasen detritushaltige Kiesufer. Auch an diesen Stellen sind die Strandrasenarten der Konkurrenz der raschwüchsigen eutraphenten Art nicht gewachsen gewesen.

Mit dem Aufkommen der Algenwatten wurde die „Seeputzete" eingeführt, bei der die unschönen, stinkenden Anlandungen entfernt werden. Vielfach wurden Strandrasen bei derartigen, z. T. maschinenunterstützten Säuberungsaktionen mit „weggeputzt".

Abb. 6. Strandrasen wird von Treibgut überdeckt. Neben Schilfrhizomen und -halmen überziehen besonders Fadenalgen hier den Ufer-Hahnenfuß *(Ranunculus reptans)*. – [Untersee, 8. 6. 84].

6. Schutz- und Pflegemaßnahmen

Aus der Sicht des Naturschutzes sind die Strandrasen u. a. aus folgenden Gründen sehr wertvoll:

- Endemische Gesellschaft mit endemischen, gefährdeten und seltenen Arten.
- Wissenschaftlich bedeutend (u. a. als Relikt- und als Indikatorgesellschaft).
- Genetisch interessante Arten (Zwergwuchs und Viviparie gegenüber nahe verwandten Arten).
- Ästhetischer Wert *(Myosotis rehsteineri* verwandelte früher im Mai Teile des Bodenseeufers in ein blaues Blütenmeer).

6.1 Pflegemaßnahmen

Sofortmaßnahmen sollten den Bestand der vom Aussterben bedrohten Arten sichern: Flächensicherung, Abschirmung gegen Tritt, Entfernung der Algenwatten und Mahd sind hierfür notwendig.

Das Entfernen des Schwemmgutes sollte unmittelbar während des Hochwasserrückgangs Ende Sommer/Herbst durchgeführt werden, da später die Algenwatten eintrocknen und mit dem Strandrasen verfilzen. Das Schwemmgut wird mit feinen Rechen vorsichtig aufgesammelt und mit einem Schubkarren abtransportiert; größere Fahrzeuge dürfen wegen der Druckempfindlichkeit der Vegetation nicht benutzt werden. Bei erneutem Ansteigen des Wasserspiegels muß diese Arbeit wiederholt werden.

Den angelandeten Schlick abzutragen ist sehr problematisch, da bei dem Wegkratzen, etwa mit einer Schaufel, Pflanzen beschädigt werden und die Diasporen mitentfernt werden. Eine Aufkiesung von verschlammten Flächen sollte nur an Stellen durchgeführt werden, wo keine Strandrasen mehr vorhanden sind. Dabei ist zu bedenken, daß der aufgetragene Kies leicht durch Wellen weitertransportiert wird und evtl. benachbarte Strandrasen überdecken kann.

6.2 Unterdrückung von Konkurrenzpflanzen durch Mahd

Durch starkwüchsige Konkurrenzpflanzen gefährdete Strandrasen sollten 2- bis 3mal im Jahr gemäht werden. Am sinnvollsten ist es, eine Mahd kurz vor der Überflutung (April/Mai) durchzuführen. Zu dieser Zeit werden mit dem Mähgut besonders viele Nährstoffe entfernt und gleichzeitig hochwüchsigen Pflanzen die Möglichkeit der Photosynthese genommen. In die Schnittstellen dringt zudem Wasser ein, wodurch besonders bei Schilf die unteren Pflanzenteile abfaulen.

Die vom Deutschen Bund für Vogelschutz (DBV) im Winter 1983/84 durchgeführte Wintermahd bewirkte dagegen nicht die erwünschte Schwächung des Röhrichtes; Rohrglanzgras wuchs im nächsten Frühjahr sogar noch dichter!

Selbstverständlich muß bei der Mahd auf die Arten der Strandrasen Rücksicht genommen werden. *Deschampsia rhenana* ist als hochwüchsige Horstpflanze besonders mahdempfindlich. So fehlt sie z. B. auf den regelmäßig gemähten Privatgrundstücken im Uferbereich, während *Myosotis rehsteineri* in einem Grundstück sogar in den vielfach gemähten, quelligen Rasen der Gartenanlage eingewandert ist. Durch Röhricht bedrängte Strandrasen sollten daher in etwa 5 cm Höhe mit einem Balkenmäher geschnitten werden, wobei das Mähgut abgeräumt werden muß.

Durch *Agrostis stolonifera* oder *Carex elata* bedrängte Bestände können durch gezieltes Ausreißen der Konkurrenzarten gepflegt werden.

Wie sich solche diffizilen Pflegearbeiten auf einen kleinen *Myosotis rehsteineri*-Bestand auswirkten, zeigte der Pflegeerfolg der DBV-Ortsgruppe Konstanz: von 1983 bis 1985 hat sich die Anzahl der Blütenstände von 2 auf 75 erhöht.

6.3 Maßnahmen des Umweltschutzes

Die beschriebene Handarbeit kann nur als Notlösung aufgefaßt werden, um die unmittelbar vom Erlöschen bedrohten Bestände zu erhalten. Die Aktivität des Naturschutzes darf jedoch nicht auf dieser Ebene stehenbleiben. Der Rückgang des Strandrasens ist ein Zeichen für ernstzunehmende ökologische Veränderungen am Bodensee. Auch wenn die Charakterarten der empfindlichen Indikatorgesellschaft durch Pflegemaßnahmen möglicherweise mittelfristig erhalten werden könnten, ist die Strandschmielen-Gesellschaft als Ganzes gestört.

Außer den Folgen der Eutrophierung sind daher auch ihre Ursachen zu beheben. Wesentlicher Schritt hierbei ist die Reduktion des Phosphateintrages: Allein durch das Verbot von phosphorhaltigen Waschmitteln könnte die P-Zufuhr in den Bodensee um mehr als die Hälfte vermindert werden – 1974 nach DREXLER (1980) 59 % des P aus Waschmitteln! Weitere wichtige Maßnahmen sind: Verbot von unsachgemäßer Düngung (Güllen über gefrorenen Boden, Mineraldüngung von drainierten Niedermooren u. a.).

generelle Einführung der dritten Klärstufe mit Phosphatfällung und Fäkalienkompostierung.

Zusammenfassung

Nährstoffarmer Kiesuntergrund und ein besonderes Wasserregime (bis über 1 m Überflutung im Sommer) prägen am Bodensee die Standorte der Strandrasen. Dieser niedrigwüchsige, oft lückige Vegetationskomplex wird von zwei Gesellschaften aufgebaut: der Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae) und der Nadelbinsen-Gesellschaft (Littorello-Eleocharitetum acicularis).

Das Deschampsietum wird als endemische Reliktgesellschaft aufgefaßt und war einst am Bodensee relativ häufig. Heute ist die Gesellschaft sehr selten geworden, ihre charakteristischen Arten sind z. T. ausgestorben oder vom Aussterben bedroht. Auch Arten der Nadelbinsen-Gesellschaft, insbesondere *Littorella uniflora*, sind am Bodensee in ihrem Bestand stark zurückgegangen.

Eine ernste Störung der Strandrasen erfolgte seit dem Ersten Weltkrieg durch den zunehmenden Badebetrieb und Bebauung; hierdurch erloschen bis in die 1960er Jahre die meisten Vorkommen von *Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia* und *Armeria purpurea*. Ein flächiger Rückgang von *Myosotis rehsteineri* und *Deschampsia rhenana* setzte dagegen erst in den 1970er Jahren ein und wurde im wesentlichen durch die Eutrophierung des Bodensees (u. a. Algenwattenbildung) verursacht.

Heute sind in vielen Uferabschnitten nur noch kümmerliche Reste der Strandrasen vorhanden; ohne sofortige Gegenmaßnahmen werden die meisten dieser Populationen in absehbarer Zeit erlöschen. Auch wenn die beschriebenen Pflegemaßnahmen (Entfernen der Algenwatten und der Konkurrenzpflanzen, Fernhalten von Badebetrieb u. a.), wie etwa durch den DBV Konstanz durchgeführt, den Rückgang bestimmter Arten aufhalten kann, ist der wichtigste Schritt zum Erhalt der oligotraphenten Gesellschaften der Abbau der Gewässerverschmutzung. Rasch wirksame Schritte hierfür sind: Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln, Verbot von unsachgemäßer Düngung (Güllen über gefrorenen Boden, Mineraldüngung von drainierten Niedermooren u. a.), obligatorische Einführung der dritten Klärstufe mit Phosphatfällung und Fäkalienkompostierung.

Bei der Durchsetzung dieser Forderungen sind politische Widerstände zu erwarten, doch sollte der Rückgang der Strandrasen als Folge einer ungesunden Entwicklung des Bodensees gesehen werden, so daß auch ökonomische Gründe für den Erhalt der interessanten und schönen Pflanzengesellschaften am Bodensee bestehen.

Literatur

BACMEISTER, A. (1938): Die Vergesellschaftung der Uferpflanzen des Untersees. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee, **65:** 3–22; Konstanz.

BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Arch. Hydrobiol., Suppl., **1:** 1–554; Stuttgart.

BECHERER, A. (1972): Führer durch die Flora der Schweiz. – 207 S.; Basel.

BERTSCH, K. (1940): Das Eriskircher Ried. – Veröff. württ. Landesstelle Naturschutz, **17:** 57–146; Stuttgart.

– (1948): Flora von Württemberg und Hohenzollern. – 485 S.; Stuttgart.

BRESINSKY, A. (1965): Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelementes im Vorland nördlich der Alpen. – Ber. bayer. bot. Ges., **38:** 5–67; München.

– (1963): *Myosotis rehsteineri* Wartm. am Starnberger See. – Ber. bayer. bot. Ges., **36:** 64; München.

DIENST, M. (1986): Zur Dynamik der Schilffront am Bodensee-Untersee. – Natur u. Landschaft, **61:** 137–139; Bonn.

DRAXLER, A.-M. (1980): Umweltpolitik am Bodensee/Baden-Württemberg. – 301 S.; Konstanz.

DÖRR, E. (1977): Flora des Allgäus 11. – Ber. bayer. bot. Ges., **48:** 27–59; München.

EGLOFF, F.-G. (1977): Wasserpflanzen des Kantons Zürich. – Vjschr. naturforsch. Ges. Zürich, **122:** 1–140; Zürich.

FARMS, K. H., G. PHILIPPI & S. SEYBOLD (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., **32:** 1–160; Karlsruhe.

ISSLER-HÜBSCHER, K. (1977/80): Beiträge 1976 zu GEORG KUMMERS ‚Flora des Kantons Schaffhausen mit Berücksichtigung der Grenzgebiete'. – Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen, **31:** 7–121; Schaffhausen.

JACK, J. B. (1900): Flora des badischen Kreises Konstanz. – 137 S.; Karlsruhe.

KUMMER, G. (1940): Die Flora des Kantons Schaffhausen. Mit Berücksichtigung der Grenzgebiete. – Mitt. naturforsch. Ges. Schaffhausen, **20:** 71–208; Schaffhausen.

LANG, G. (1962): Vegetations- und Standortuntersuchungen in der Grenzzone des Bodenseeufers. – Ber. dt. bot. Ges., **75:** 366–377; Berlin.

– (1967): Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. – Arch. Hydrobiol., Suppl., **32:** 437–574; Stuttgart.

– (1968): Vegetationsänderungen am Bodensee in den letzten hundert Jahren. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee, **86:** 295–313; Konstanz.

– (1969): Die Ufervegetation des Bodensees im farbigen Luftbild. – Landeskdl. Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, **8:** 1–72; Bad Godesberg.

– (1973a): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – Pflanzensoziologie, **17,** 452 S.; Jena.

– (1973b): Die Makrophyten in der Uferzone des Bodensees unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand. – Ber. internat. Gewässerschutzkommission Bodensee, **12:** 1–67.

LAUTERBORN, R. (1942): Beiträge zur Flora des Oberrheins und des Bodensees. – Mitt. bad. Landesver. Naturkde. Naturschutz, N. F. **2:** 287–321; Freiburg i. Br.

MÜLLER, T. & S. GÖRS (1960): Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. – Beitr. naturkdl. Forsch. Südw.-Dtl., **19:** 60–100, Karlsruhe.

MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1957): Ist der Gegenblättrige Steinbrech am Bodensee ausgestorben? (*Saxifraga oppositifolia* L. var. *amphibia* Sünderm.). – Schweizer Naturschutz, **23:** 14–15; Basel.

OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. – 311 S.; Jena.

– (1983): Pflanzensoziologische Exkursionflora. 5. Aufl. – 1051 S.; Stuttgart.

PHILIPPI, G. (1985): Das Eleocharitetum acicularis im südlichen und mittleren Oberrheingebiet. – Tuexenia, **5:** 59–72; Stolzenau.

PIGNATTI, S. (1982): Flora d'Italia. – Bd. **2.**

REICHELT, G. (1974): Der Bodensee. – 63 S.; Berlin.

RÖSCH, M. (1983): Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. – Mitt. thurg. naturforsch. Ges., **45:** 1–110; Frauenfeld.

SCHRÖTER, C. & O. KIRCHNER (1896 u. 1902): Die Vegetation des Bodensees. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee, **25:** 1–122 u. **31:** 1–86 (Beilagen); Konstanz.

SEUBERT, M. & L. KLEIN (1905): Exkursionsflora für das Grossherzogtum Baden. – 454 S.; Ludwigsburg.

SÜNDERMANN, F. (1909): Zur Flora des Bodenseegebietes. *Saxifraga oppositifolia* var. *amphibia* m. (*S. amphibia* m.). – Mitt. bayer. bot. Ges., **2:** 190–192; München.

WELTEN, M. & R. SUTTER (1982): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. – Bd. **2,** 698 S.; Basel (Birkhäuser).

WIRTH, V. & G. LANG (1977): Bericht über die Tagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Konstanz vom 30. 5. bis 1. 6. 1975. – Mitt. florist.-soz. Arb.gem., N. F. **19/20:** 431–434; Stolzenau.

Anschrift der Verfasser:

PETER THOMAS, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1

MICHAEL DIENST und MARKUS PEINTINGER, DBV-Naturschutzzentrum Wollmatinger Ried, Fritz-Arnold-Str. 2e, D-7750 Konstanz

RAINER BUCHWALD, Oberlinden 4, D-7800 Freiburg i. Br.