

Untersuchung zur ausbleibenden Makrophytenentwicklung an neuangelegten Flussabschnitten an der Ochtum bei Bremen (Deutschland)

K.-G. Bernhardt, M. Koch, M. Spitzer und K.-F. Schreiber

Lack off reed colonization after river dislocation near Bremen (Germany)

1. Einleitung

Die Verlegung der Ochtum zählt zu den spektakulärsten Ausgleichsmaßnahmen in der Bundesrepublik (BÜCKEN, 1991). Anlass war die seit den 60er Jahren geforderte Erweiterung des Bremer Flughafens, da die Verhältnisse der Start- und Landebahn im Westteil des Flughafens nicht mehr den gestiegenen Sicherheitsansprüchen im internationalen Flugverkehr entsprachen.

Die Ufer langsamströmender Fließgewässer Nord-Westdeutschlands sind häufig von Röhrichtvegetation gesäumt, die von wenigen Arten wie *Phragmites australis* dominiert

wird. Zumindest fragmentarisch sind ihnen im Freiwasserbereich Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzengesellschaften vorgelagert.

Die neuangelegte Ochtum wies nach fünf Jahren (1994) nur geringe Besiedlungsanteile durch höhere Pflanzen im Wasserkörper auf. Obwohl mit der Fertigstellung der Ochtumverlegung zum Jahresende 1989 (BÜCKEN, 1991) bereits Initialbepflanzungen in Uferbereichen und Flachwasserzonen eingebracht wurden (HOBRECHT, 1997), hatten diese kaum Auswirkungen auf die Besiedlung der Uferbereiche zwischen 10–150 cm Wassertiefe. Auch nach fünf Jahren sind diese Uferzonen weitgehend vegetationsfrei.

Summary

After the dislocation of the river Ochtum in Bremen, the new river banks and shallow water areas were replanted with reed. But the re-vegetation efforts were not very successful: Five years after re-vegetation, the river banks bore hardly any vegetation. In the course of additional scientific monitoring, the re-vegetation potential of macrophytes especially *Phragmites australis* was studied. We aimed to assess the size and composition of the soil seed bank, the quality and quantity of imported diaspores, and their ability to establish reed species. A marked difference between the diaspore community of the new river banks and the flood basins was found. The input of reed species into the seed bank was low and reed macrophytes could not establish very successfully. After the dislocation of the river Ochtum actual vegetation as well as a seed bank pool of reed species were missing and colonization could not take place from within the side.

Keywords: plant colonization, *Phragmites australis*, re-vegetation, river-dislocation, soil seed bank.

Zusammenfassung

Nach der Verlegung eines Flussabschnittes der Ochtum bei Bremen wurde eine mangelnde Makrophytenbesiedlung der Ufer und der Wasserkörper festgestellt. Auch Röhrichtanpflanzungen, z.B. von *Phragmites australis*, waren nicht erfolgreich. Deshalb wurde die Diasporenbank im Boden, sowie der Diasporeneintrag untersucht. Als wichtige Standortfaktoren erwiesen sich insbesondere Wasserstandsschwankungen und die Abflussgeschwindigkeit. Insgesamt war die Besiedelung durch Zielarten „Makrophyten“ gering, ruderale Störzeiger dominierten hingegen. Es fand keine Etablierung der Makrophyten in der Diasporenbank statt. Folgerungen für zukünftige Maßnahmen werden diskutiert.

Schlagworte: Flussverlegung, *Phragmites australis*, Makrophytenbesiedlung, Diasporenbank, Vegetationslenkung.

Um Kenntnisse über das Ansiedlungspotential von Röhricht- und Unterwasserpflanzen zu erlangen, wurden von 1994–1997 Diasporenuntersuchungen an der Neuen Ochtum durchgeführt. Beprobte wurde der Boden im Ufer- und Flachwasserbereich – also Standorte der Röhrichte, Schwimmblatt- und Unterwasserpflanzengesellschaften. Die Bodenproben wurden insbesondere auf den Gehalt an lebensfähigen Diasporen überprüft.

Ein Ziel der Untersuchung war es, festzustellen, ob die geringe Ansiedlungsrate von Leitarten des Röhrichtes und des Wasserkörpers an der Neuen Ochtum auch auf das Fehlen von Diasporen im Boden zurückzuführen ist. Daraus kann abgeleitet werden, ob eine Aktivierung der Diasporenbank des Bodens durch gezielte Maßnahmen die Ansiedlung von Leitarten fördern kann (BERNHARDT, 1995). Ebenso wurden Formen der vegetativen Ausbreitung untersucht. Da bisher nur wenige großflächige Ausgleichsmaßnahmen vorliegen, bei denen versucht wurde, die Vegetationsansiedlung zu lenken, ist die Dokumentation von Interesse, um bei zukünftigen Maßnahmen Fehlentwicklungen entgegenzuwirken.

2. Naturraum und Ausgangszustand

2.1 Klima

Durch die räumliche Nähe zur Nordsee überwiegen im Naturraum atlantisch-maritime Klimateinflüsse mit milden Wintern (+ 0,6 °C Mitteltemperatur im Januar) und mäßig warmen und feuchten Sommern (+ 17,3 °C Mitteltemperatur im Juli) (BÄTJER und HEINEMANN, 1980). Die Niederschläge sind gleichmäßig über das Jahr verteilt.

2.2 Gewässersystem Ochtum

Die Ochtumniederung ist Teil der Bremer Wesermarsch und wurde geologisch und geomorphologisch maßgeblich durch fluviatile Erosions- und Sedimentationsvorgänge der Weser gestaltet. Die Ochtum entwässert Teile der linksseitigen Wesermarsch. Sie wird von ihren Quellbächen Hache und Süstedter Bach und weiteren Geestbächen gespeist. Das Gewässersystem Hache/Ochtum hat ein Einzugsgebiet von ca. 920 km² und umfasst insgesamt eine Länge von 59 km, davon entfallen rund 27 km auf die Ochtum. Der Ober- und Mittellauf wird von der Hache gebildet; die Ochtum als Unterlauf beginnt mit dem Zusammenfluss

von Süstedter Bach und Hache unterhalb des Kirchweyher Sees (RASPER et al., 1991). Der Fluss war im Untersuchungsgebiet in die Gewässergüteklasse II-III einzustufen und wies nur eine geringe Dynamik auf. Die Sohlsubstrate waren schlammig bis feinsandig.

Die Abflussmenge lag bei 1 m³/s Niedrigwasserabfluss, 4 m³/s Mittelwasser- und ca. 12 m³/s Hochwasserabfluss. Aus Gründen des Hochwasserschutzes ist die Ochtum im Mündungsbereich mit einem Sperrwerk ausgestattet. Es wird bei Fluten, die im Sommer höher als 50 cm und im Winter bei einem Meter über MTHW (Mittleres Tidehochwasser) liegen, geschlossen.

2.3 Vegetation

Die potentiell natürliche Vegetation des Gebietes ist der Eschen-Ulmen-Auenwald (Ulmo-Fraxinetum), der in tiefergelegenen Bereichen und auf Niedermoorstandorten Übergangsausprägungen zum Erlenbruchwald (Alnetum glutinosae) aufweist (KRAUSE und SCHRÖDER, 1979). Die historische Vegetation vor der Kulturnahme des Menschen dürfte vielfältige Vegetationsstrukturen einer typischen Auenlandschaft enthalten haben, z.B. flächige Ried- und Schilfzonen entlang mäandrierender Fließgewässer, Altwässer mit Wasserpflanzengesellschaften (Nymphaeion), Silber- und Mandelweidengehölze (Salicion albae) u.v.m. (vgl. SCHWAAR, 1990).

Der westlich des Flughafens gelegene, später verfüllte Ochtumabschnitt wurde an den Ufern durch einen geschlossenen Röhrichtsaum begleitet. Aus ehemaligen Abbrüchen und Kolken hatten sich Senken/Feuchtfelder mit wertvollem floristischem Bestand entwickelt. Der Gewässerkörper der Ochtum zeichnete sich an dieser Stelle durch einen ausgeprägten Bewuchs mit Wasserpflanzen aus (vgl. HOBRECHT, 1997).

3. Beschreibung der Ochtumverlegung

Um die Sicherheitsanforderungen zu erfüllen und die volle Länge der vorhandenen Startbahn nutzen zu können, wurde die Schutzzonen vor den Start- und Landebahnen ausgeweitet. Die Ochtum musste dazu innerhalb des zukünftigen Flughafengeländes auf ca. 850 m Länge (ca. 2,3 ha) verfüllt werden, für die Verlängerung der Start- und Landebahn wurden zusätzlich 4,6 ha Fläche versiegelt. Die unter mehreren Trassen ausgewählte Variante führt die neue

Ochtum westlich des erweiterten Flughafengeländes vorbei. Sie wurde dann entlang des Ostrand der Niederung unter der B 75 und der Bundesbahnstrecke Oldenburg-Bremen hindurchgeführt und mündet östlich des Warfeldes in die „Neue Ochtum“. Es entsteht so auf 4,5 km Länge ein neuer Flusslauf (Abb. 1). Der Verlauf der Trasse wurde überwiegend von Grünland (82 ha) eingenommen. Im Zuge der Verlegung entstanden ca. 28 ha Fluss mit ca. 12 ha Inseln, 35 ha Deichflächen und etwa 12 ha Sukzessionsflächen außendeichs.

Um die Grundwasser- und Grabenwasserstände in der Ochtumniederung zu erhalten, wurde am Ende der Verlegungsstrecke ein Stauwehr errichtet (Stauanlage Warfeld), das auf 2,40 m NN eingestellt ist. Die Stauhaltung reduziert den Tideinfluss der Weser auf winterliche Hochwasserereignisse (vgl. RIESNER-KABUS, 1997).

4. Methoden

In den Vegetationsperioden 1994 bis 1996 wurden an ausgewählten Standorten der Neuen Ochtum, Grolländer Ochtum und am Huchtinger Fleet Bodenproben entnommen, um den Diasporenghalt zu ermitteln. Die Probenah-

me geschah entlang von 4 Transekten (Abb. 1), mit jeweils 5 Probepunkten, die sich vom Feuchtgrünlandbereich über den Röhrlichtbereich in den Wasserkörper bis zu 70–80 cm Tiefe erstreckten. Der Feuchtgrünlandbereich wurde mitbeprobet, um festzustellen, ob ein Diasporeneintrag von Röhrlichtarten auch in Standorte erfolgt, die weiter vom Ufer entfernt liegen. Für die Keimfähigkeitstests wurden von *Alisma plantago-aquatica*, *Phragmites australis* und *Typha latifolia* jeweils 30 Früchte, die im Untersuchungsgebiet gesammelt wurden, verschiedenen Überstauungsregimen in einer Überstauungsanlage (vgl. BERNHARDT et al., 1999) ausgesetzt. Die Überstauungshöhen variierten von 0–20 cm, die Überstauungszeiträume zwischen 3–6 Monaten.

Zur Untersuchung des Diasporenvorrates wurden aus einer möglichst homogenen Probefläche randomisierte Bodenproben genommen. Dazu wurde ein Bohrstock (Durchmesser 5 cm) benutzt. Die Proben stammen aus einer Bodentiefe bis zu 20 cm. Für jede Probestelle wurden 2 Mischproben verwendet. Um den Aufbau des Diasporenvorrates in verschiedenen Bodenschichten zu erfassen, wurden entlang von zwei Transekten (Transekte 1–2, Abb. 1) Profilproben genommen und pro Profiltiefe gemischt. Aus der oberen Bodenschicht wurden dazu mit

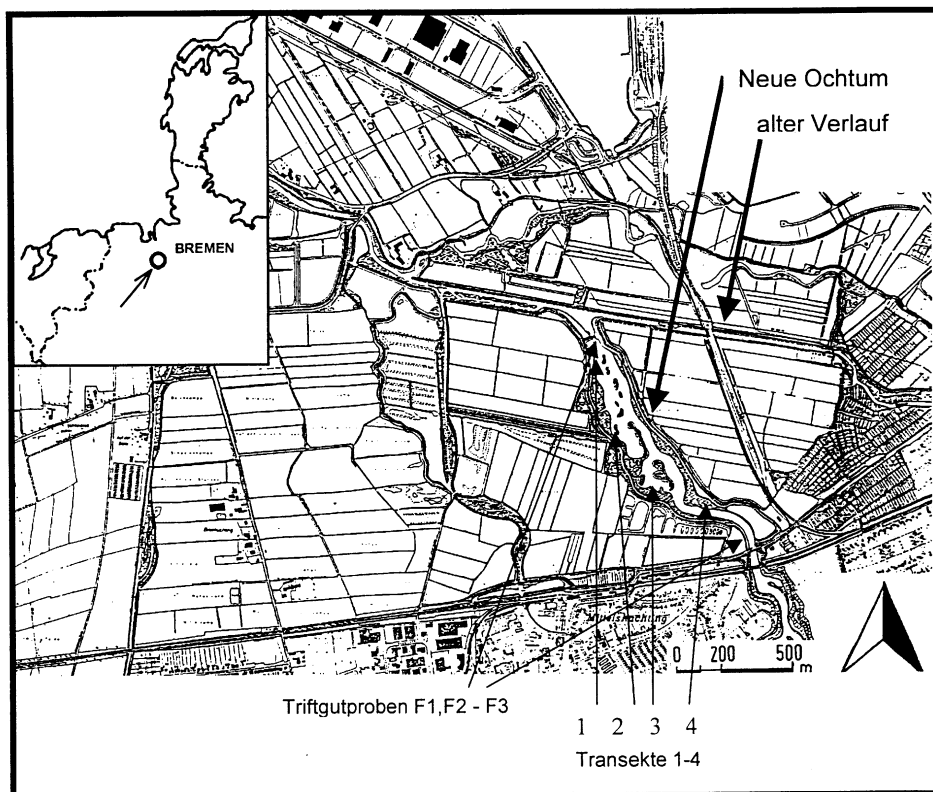


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes und Probeflächen
Figure 1: Situation of investigation area and sample sites

Hilfe einen Stechzylinders 20 cm tiefreichende Proben gezogen, die in die Profiltiefen 0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 15–20 cm unterteilt wurden. Die Proben wurden mit einem weichen Strahl kalten Wassers durch 5 Siebe mit verschiedenen Maschenweiten (2 mm; 1 mm; 0,8 mm; 0,5 mm; 0,2 mm) gespült. Danach wurden die in den jeweiligen Sieben verbliebenen Fraktionen auf ein Filterpapier gebracht und anschließend unter dem Binokular bestimmt und ausgezählt (BERNHARDT und HURKA, 1989). Von den vorherrschenden Pflanzenarten aus diesen Samenproben wurden Stichproben auf ihre Keimfähigkeit untersucht. Je nach vorhandener Samenmenge wurden dazu 20 oder 50 Samen auf Filterpapier in Petrischalen ausgelegt und mit destilliertem Wasser feucht gehalten. Die Keimschalen standen dann jeweils 30 Tage in der Vegetationshalle. Die Samen wurden als keimfähig bewertet, wenn der Keimwurzeldurchbruch zu beobachten war (vgl. BERNHARDT, 1993).

Um einen Überblick zu erhalten, welche Früchte und Samen durch die Wasserstörung entlang der Ochtum ausgebreitet werden, wurden Driftgutproben von der Wasseroberfläche genommen (Probepunkte F1, F2, F3, siehe Abb. 1). Dazu verwendeten wir einen feinmaschigen Gazecker von 39 cm Durchmesser (119 cm²). Dieser wurde über einen Zeitraum von 6 Stunden jeweils an verschiedenen Uferbereichen der Strömung ausgesetzt.

Zur Feststellung der Diasporenproduktion der Röhrichtarten wurden Fruchststände von *Phragmites australis*, *Typha latifolia* und *Scirpus lacustris* gesammelt. Die Fruchststände wurden beim Schilf z. T. direkt zum Keimen in genügend feucht gehaltenen Keimschalen ausgelegt, was einer „Rispenaat“ entspricht (vgl. BITTMANN, 1953). Daneben wurden die Fruchststände unter dem Binokular auf ausgereifte Früchte überprüft.

Neben den Untersuchungen der Diasporenbank im Uferbereich wurden im Botanischen Garten Osnabrück Versuche zur Keimung von vier Leitarten der Röhrichte (SCHREIBER und LECKE-LOPATTA, 1990) durchgeführt. Dazu wurden Früchte der vier Röhrichtarten *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Typha latifolia* und *Alisma plantago-aquatica* im Untersuchungsgebiet gesammelt und für Keimexperimente in der Überstauungsanlage im Botanischen Garten der Universität Osnabrück genutzt (BERNHARDT et al., 1999).

Um die floristischen Ähnlichkeiten von Bodensamenspeicher versus aktueller Vegetation zu bestimmen, wurde die Präsenz einer Art in der jeweiligen Aufnahme in einer Präsenz/Absenz- (0/1) Matrix kodiert. Die Distanz

zwischen zwei Aufnahmen wurde mittels folgender einfacher Berechnung bestimmt: $D_{xy} = (N_x + N_y) / (N_x + N_y + N_{xy})$, wobei N_x und N_y die Anzahl Arten sind die nur in x oder nur in y vorkommen. N_{xy} steht für die Anzahl Arten, die in x und in y auftreten. Die 0/1 Matrix wurde so in eine Distanzmatrix transformiert. Die Berechnung der Phänogramme erfolgte nach dem Neighbor-joining Prinzip. Eine statistische Absicherung der Verzweigungen erfolgte mit der Bootstrap-Methode (FELSENSTEIN, 1985). Alle Berechnungen wurden mit dem Softwarepaket TREECON for WINDOWS version 1.3b (VAN DE PEER und DE WACHTER, 1994) durchgeführt.

5. Ergebnisse

5.1 Diasporenbank

Die Untersuchungen zeigen einen sehr unterschiedlichen Gehalt an Diasporen, je nach Beprobungspunkt (Tab. 1). So finden sich im Grünland nahe den Deichen an der Neuen Ochtum neben Grünlandarten wie den häufigsten Gräsern auch einige einjährige Störzeiger wie *Chenopodium polyspermum* und *Matricaria spec.* Je näher die Probepunkte an die Uferbereiche heranrücken, desto größer wird der Anteil der *Juncus*-Arten, wobei zumeist deutlich *Juncus effusus* überwiegt. Probepunkte 1 der Transekte 1–3 liegen immer dem Deich zugewandt, wohingegen die Probepunkte 5 der Transekte 1–3 dem Wasserkörper am nächsten sind (Abb. 1). In Transekt 4, der am rechten Ochtumufer liegt, befindet sich hingegen Probepunkt 5 in Deichnähe und Probepunkt 1 in Flussnähe. Dementsprechend deutlich veränderlich sind die Anteile von Arten der unterschiedlichen Vegetationstypen am Bodensamenspeicherreservoir mit einer Zunahme von Röhricht- und Uferarten in Flussnähe (Abb. 3). Im Flachwasserbereich von Transekt 1 (siehe Abb. 1), der keine aktuelle Vegetation aufweist, sind *Juncus*-Samen vorherrschend. Leitarten des Röhrichtes wie *Scirpus lacustris* und *Phragmites australis*, die in der Umgebung wachsen (z.T. aus Anpflanzungen stammend), sind hier nur mit wenigen oder gar keinen Diasporen in der Diasporenbank vorhanden. Ähnliches gilt auch für die Diasporenverteilung entlang des Transektes 2.

Die detaillierte Auswertung der Ergebnisse der Diasporenuntersuchungen an den fünf Probepunkten entlang des Transektes 2 macht deutlich, dass die Diasporen unterschiedlichster Pflanzenarten in den ersten 5 cm Bodentiefe als Samen vorhanden sind (Abb. 2) und damit einen hohen

Ausbleibende Makrophytenentwicklung an neuangelegten Flussabschnitten

Tabelle 1: Übersicht der festgestellten Diasporen (als Summe der Jahre 1994–1996), angegeben als absolute Anzahl Samen per 1000 ml Bodenvolumen
 Table 1: Summarized findings (from 1994–1996) of the seed bank analysis along transects 1–4. Numbers represent absolute seed numbers per 1000 ml soil volume

ART \ PROBEFLÄCHE	Transekt 1					Transekt 2					Transekt 3					Transekt 4				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	-	6	2	4	-	-	13	2	45	-	45	9	2	1	-	-	5	2	-	-
<i>Alnus glutinosa</i>	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	2	-	-
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alopecurus geniculatus</i>	2	-	-	-	-	27	3	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7	1	-	-
<i>Alopecurus pratensis</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex gracilis</i>	22	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex leporina</i>	86	3	-	-	-	26	3	3	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cheopodium polyspermum</i>	2	2	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia cespitosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	30	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elatine hydropper</i>	-	1	2	36	1	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleocharis palustris</i>	14	2	9	5	5	19	-	-	3	-	-	7	4	1	-	-	-	-	2	-
<i>Epilobium hirsutum</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca pratensis</i>	3	1	-	3	3	-	2	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Glyceria maxima</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus bufonius</i>	2	160	90	84	55	65	40	96	29	2	17	55	393	14	29	563	10	6	10	-
<i>Juncus effusus</i>	-	3	16	-	-	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-	277	-	19	83	-
<i>Juncus articulatus</i>	1	-	-	-	-	1	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	-	-	-
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	-	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lycopus europaeus</i>	-	1	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	-
<i>Myosotis palustris</i>	5	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Matricaria inodora</i>	4	5	1	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phragmites australis</i>	13	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago major</i>	13	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Poa spec.</i>	16	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Polygonum amphibium</i>	9	5	-	-	-	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Polygonum aviculare</i>	-	-	-	1	3	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Ranunculus repens</i>	1	-	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rorippa palustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex crispus</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scirpus lacustris</i>	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stellaria media</i>	4	2	-	-	-	73	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Trifolium pratense</i>	3	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Trifolium repens</i>	1	-	-	3	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	3
<i>Typha latifolia</i>	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	20	63	22	3	-	-	-	-	1	-
<i>Urtica dioica</i>	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Veronica spec.</i>	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zannichellia palustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Prozentsatz der gesamten floristischen Diversität (65,4 %) ausmachen. Mit zunehmender Tiefe nimmt der Wert kontinuierlich ab, was sowohl für den Durchschnitt der floristischen Diversität als auch für die Einzelprobepunkte zutrifft. In 15–20 cm Bodentiefe finden sich nur noch 4,8 % der Gesamtarten. Interessant ist aber, dass auch die aktuelle Vegetation nur einen Ausschnitt (im Durchschnitt 37 %) der Gesamtartenzahl an dem jeweiligen Standort aufweist. Der überwiegende Anteil der Phytodiversität ist tatsächlich nur im Bodensamenspeicher lokalisiert.

Dort wo Röhrichtarten auf den Probeflächen wachsen, zeigen sich einige davon auch in der Diasporenbank. Transekt 2 verläuft durch Röhricht, welches durch einen starken Bestand an *Glyceria maxima* geprägt ist. Der Transekt geht dann in den vegetationsfreien Flachwasserbereich einer Flutmulde über. In der Diasporenbank des Transektes überwiegt *Alisma plantago-aquatica* als Röhrichtart, aber im aktuellen Vegetationsbild dominiert ein dichter Bestand von *Glyceria maxima*. Die große Diasporenbank von *Alisma plantago-aquatica* im Boden der Flutmulde hatte dem-

entsprechend einen großen Einfluss auf die Vegetationsentwicklung derselben. Durch die andauernde Trockenheit im Sommer 1995 trockneten weite Bereiche der Flutmulde aus. Damit wurden günstige Keimbedingungen für die Früchte des Froschlöffels geschaffen, und es kam zu einem gehäuftem Auftreten dieser Art in der aktuellen Vegetation. Hier zeigt sich die Beeinflussung der Vegetationsentwicklung an potentiellen Röhrichtstandorten durch eine vorhandene Diasporenbank. Durch das Austrocknen der Flutmulde wurden Pionierstandorte geschaffen, die rasch von einem Röhrichtpionier wie *Alisma* besiedelt werden können. Große Anteile an der Diasporenbank nehmen Störzeiger ein, z.B. *Juncus effusus* und *Chenopodium polyspermum*. Interessant ist das Vorkommen von *Zannichellia palustris* in der Diasporenbank. Der Teichfaden gehört bisher zu der einzigen Art submerser Wasserpflanzengesellschaften (*Potamogeton pectinatus*), die mit wenigen Früchten in der Diasporenbank an der Ochtum nachzuweisen war. Weil die Früchte sich als keimfähig erwiesen, gibt es hier ein Potential zur Bildung von submersen Wasserpflanzengesellschaft-

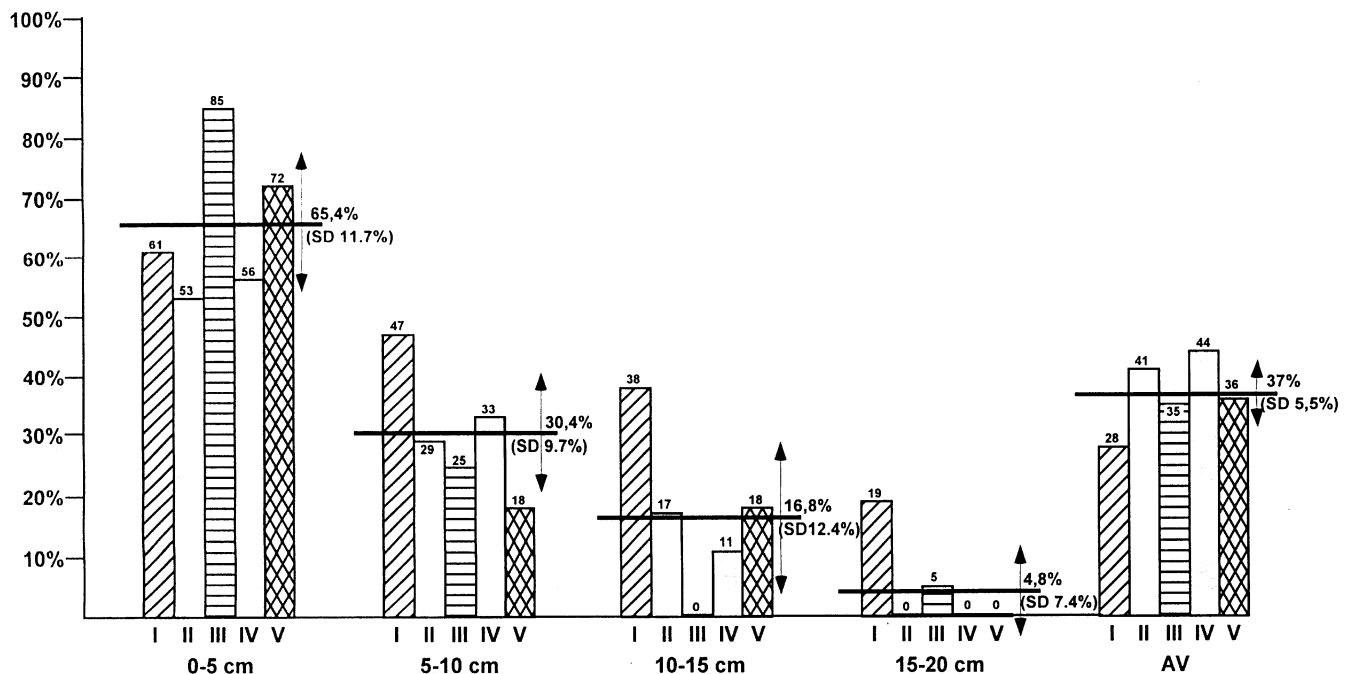


Abbildung 2: Prozentueller Artenanteil der geschichteten Diasporenbank (0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm, 15–20 cm) an den jeweiligen standörtlichen Gesamtartenzahlen (Vegetation und Diasporenbank) der fünf Probeflächen entlang des Transektes 2. Der entsprechende Mittelwert ($n = 5$) mit Standardabweichung ist angegeben. Die Gesamtartenzahl an den fünf Standorten war: I: $n = 21$, II: $n = 17$, III: $n = 20$, IV: $n = 19$, V: $n = 21$. Zum Vergleich ist auch der Anteil der Arten der aktuellen Vegetation (AV) an der jeweiligen standörtlichen Gesamtartenzahl angegeben.

Figure 2: Percentage of plant species in the soil seed bank (separated according to soil depth) and in the actual vegetation (AV) compared to the total species number (actual vegetation and soil seed bank) at all five sample sites along transect 2. The corresponding mean ($n = 5$) with its standard deviation (see arrows) is shown. Total species numbers at the five sites are as follow I: $n = 21$, II: $n = 17$, III: $n = 20$, IV: $n = 9$, V: $n = 21$.

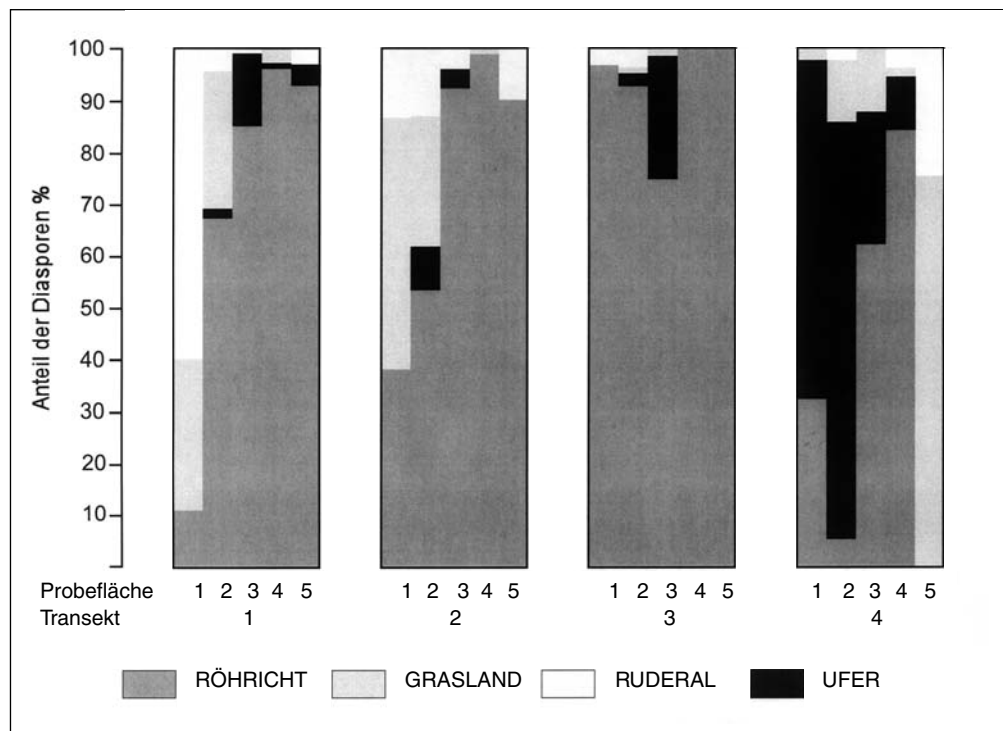


Abbildung 3: Zusammensetzung der Diasporenbank entlang der Transekte 1–4 im Boden nach Vegetationstypenzugehörigkeit
 Figure 3: Seedbank composition of soil samples along transect 1 to 4

ten. Da für diese Art die Verbreitung durch Vögel bekannt ist (MÜLLER-SCHNEIDER, 1986), kann ein Einbringen durch die vielen im Gebiet lebenden Wasservögel angenommen werden. Daneben wird für den Teichfaden auch eine Verbreitung mit der Wasserströmung angegeben. Ein Vorkommen des Teichfadens in der aktuellen Vegetation an oder in der Umgebung der Probestellen konnte, ebenso wie für andere Unterwasser- oder Schwimmblattpflanzen, nicht festgestellt werden.

In der aktuellen Vegetation war diese Art nur in den Flutmulden (Probepunkte 4 und 5) zu beobachten. Bemerkenswert ist auch das häufige Vorkommen der Diasporen von *Elatine hydro Piper*. Nachdem die Diasporen dieser Art in den Proben der Flutmulden nachgewiesen wurden, ohne dass die Art sich im stärkeren Maße im oberirdischen Vegetationsbild etablierte, änderte sich dieses Bild im Laufe des Sommers 1996. Die Diasporenanzahl von *Elatine hydro Piper* im Boden nahm ab (vgl. Tab. 1), gleichzeitig verdichteten sich der oberirdische Bestand. Diese Charakterart offener Schlammufer gilt im Untersuchungsgebiet als selten bis sehr selten und wird in der Roten Liste für Niedersachsen und Bremen mit „stark gefährdet“ geführt (vgl. GARVE, 1993). Die wenigen Nachweise von *Elatine hydro Piper* im Land Bremen werden dementsprechend von NAGLER und CORDES (1993) auch als überregional bemerkenswert eingestuft.

Von den bestandsbildenden Gräsern des Ufers der Flutmulden kommt nur *Phalaris arundinacea* mit einigen Diasporen im Boden vor. Das aus ehemaligen Anpflanzungen stammende *Phragmites australis* entwickelt sich im terrestrischen Bereich zwar allmählich zu größeren Beständen, zeigt aber weiterhin eine Rückgangstendenz im Röhrichtbereich. Diasporen dieser Art sind nur als Einzelfunde im Diasporenspeicher vorhanden.

Auf allen Untersuchungsflächen ergibt sich bei den Profilproben ein ähnliches Bild; mit zunehmender Bodentiefe nimmt die Zahl an Diasporen ab. Die Daten von *Juncus effusus* sind hier aufgrund der vergleichsweise hohen Fundzahlen besonders aussagekräftig (Abb. 4). In vielen Proben sind in dem Bereich 15–20 cm Bodentiefe nur noch wenige oder keine Diasporen zu finden. Die Arten *Juncus effusus*, *Elatine hydro Piper* und *Chenopodium polyspermum* weisen mit ihren sehr kleinen Diasporen eine Tendenz zur Tiefenverlagerung eines Teiles des Diasporenvorrates auf. In den tieferen Schichten des Bodens können diese Diasporen längere Zeit überdauern und bei eventuellen, späteren Umlagerungen des Bodens wieder zur Keimung gelangen (THOMPSON et al., 1997). Die Fähigkeit, längere Zeit mit ruhenden Diasporen im Boden zu überdauern, ist charakteristisch für Pflanzenarten, die als Pioniere das frühe Stadium von Sekundärsukzessionen kennzeichnen (vgl. THOMPSON und GRIME, 1979; FENNER, 1987; BERNHARDT, 1993).

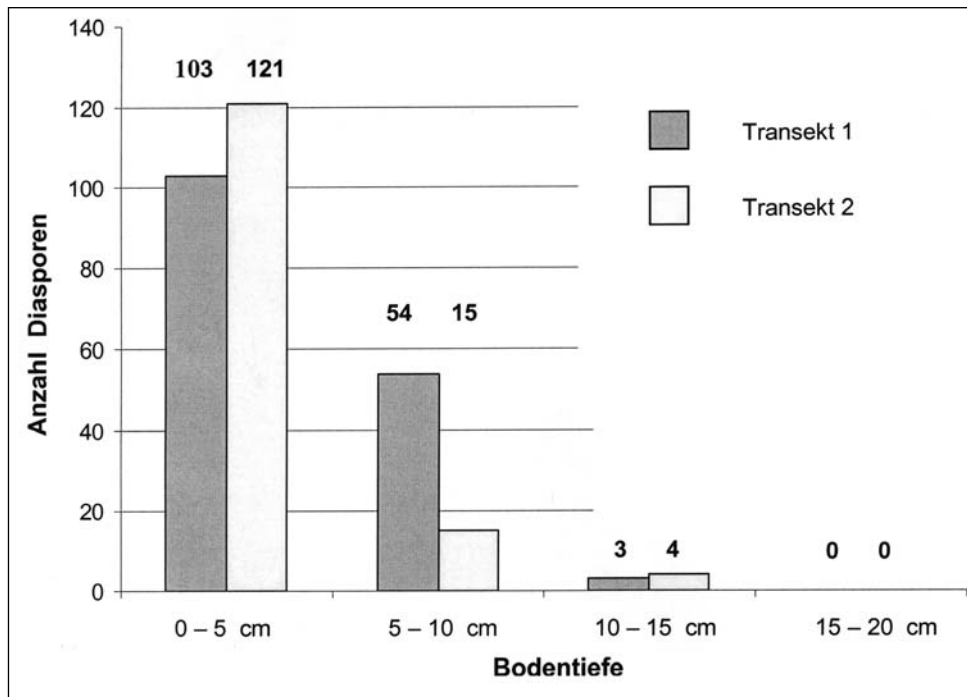


Abbildung 4: Verteilung der Diasporen in den vertikal geschichteten Proben am Beispiel von *Juncus effusus* in den Transekten 1-3

Figure 4: Distribution of seeds in the vertical soil samples, demonstrated with *Juncus effusus* along transects 1-3

Tabelle 2 zeigt, dass innerhalb des Untersuchungsgebietes nur wenige Diasporen von Röhrlichtarten ausgebreitet werden; hierzu zählen *Iris pseudacorus*, *Rumex hydrolapathum* und *Lycopus europaeus*. Ansonsten handelt es sich um Baumarten oder um Störzeiger wie *Juncus effusus* (vgl. BRUGBAUER und BERNHARDT, 1990; BERNHARDT, 1996; ANDERSON et al., 2000a; Anderson et al., 2000b; KATENHUSEN, 2001).

Tabelle 2: Diasporengehalt des Driftgutes an verschiedenen Ochtumabschnitten. Probepunkte F1-F3 in Abb. 1. Probenahme: Sept. 1996

Table 2: Trapped diaspores at different sites of the Ochtum river (F1-F3 in Fig. 3). Samples were taken during september 1996

Arten/Probepunkte	F1	F2	F3
<i>Alnus glutinosa</i>	-	-	6
<i>Betula pendula</i>	12	-	15
<i>Iris pseudacorus</i>	15	7	16
<i>Juncus effusus</i>	12	17	3
<i>Lycopus europaeus</i>	24	-	-
<i>Prunus avium</i>	1	-	-
<i>Rumex hydrolapathum</i>	39	28	22

Die Diskrepanz von aktueller Vegetation und Bodensamenspeicher ist in Abb. 5b veranschaulicht. Keiner der Probepunkte entlang Transekt 2 zeigt eine größere Ähnlichkeit zwischen sich entsprechenden Arteninventaren der aktuellen Vegetation und der Diasporenbank. Die aktuelle Vegetation unterschiedlicher Probepunkte ist sich in einer Reihe

von Fällen untereinander ähnlicher (AV1, AV2, AV3) als die einzelnen Probepunkte zum jeweiligen Bodensamenspeicher. Dieses gilt umgekehrt auch für Probepunkte des Bodensamenspeichers (DB5, DB4, DB2, DB1). Ein analoges Ergebnis erhält man, wenn man entsprechend die Arteninventare der 5 Probepunkte entlang des Transektes 1 vergleicht (Abb. 5a). Hier ist die Ähnlichkeit von Bodensamenspeicher auf der einen und aktueller Vegetation auf der anderen Seite noch ausgeprägter.

5.2 Keimversuche

Insgesamt zeigte *Phragmites australis* die geringste Anzahl an Keimlingen; bei langer Überstauungsdauer und hoher Überstauung keimte die Art nicht (vgl. Abb. 6). Demgegenüber konnten Früchte von *Alisma plantago-aquatica*, *Scirpus lacustris* und *Typha latifolia* unter verschiedenen Überstauungsregimen keimen und ihre Jungpflanzen zur Entwicklung bringen. Hohe Keimraten, auch bei langfristiger Überstauung und größeren Überstauungshöhen, wies *Alisma plantago-aquatica* auf (Abb. 6). Bei dieser Art scheint eine lange Lagerung im überfluteten Boden die Keimung zu fördern. Die Jungpflanzen entwickeln sich auch unter Wasser und schieben aus ihren unteren Blattanlagen lange, flutende Blätter an die Wasseroberfläche. Pflanzen, die sich ohne Überstauung entwickeln, bilden breitlanzett-

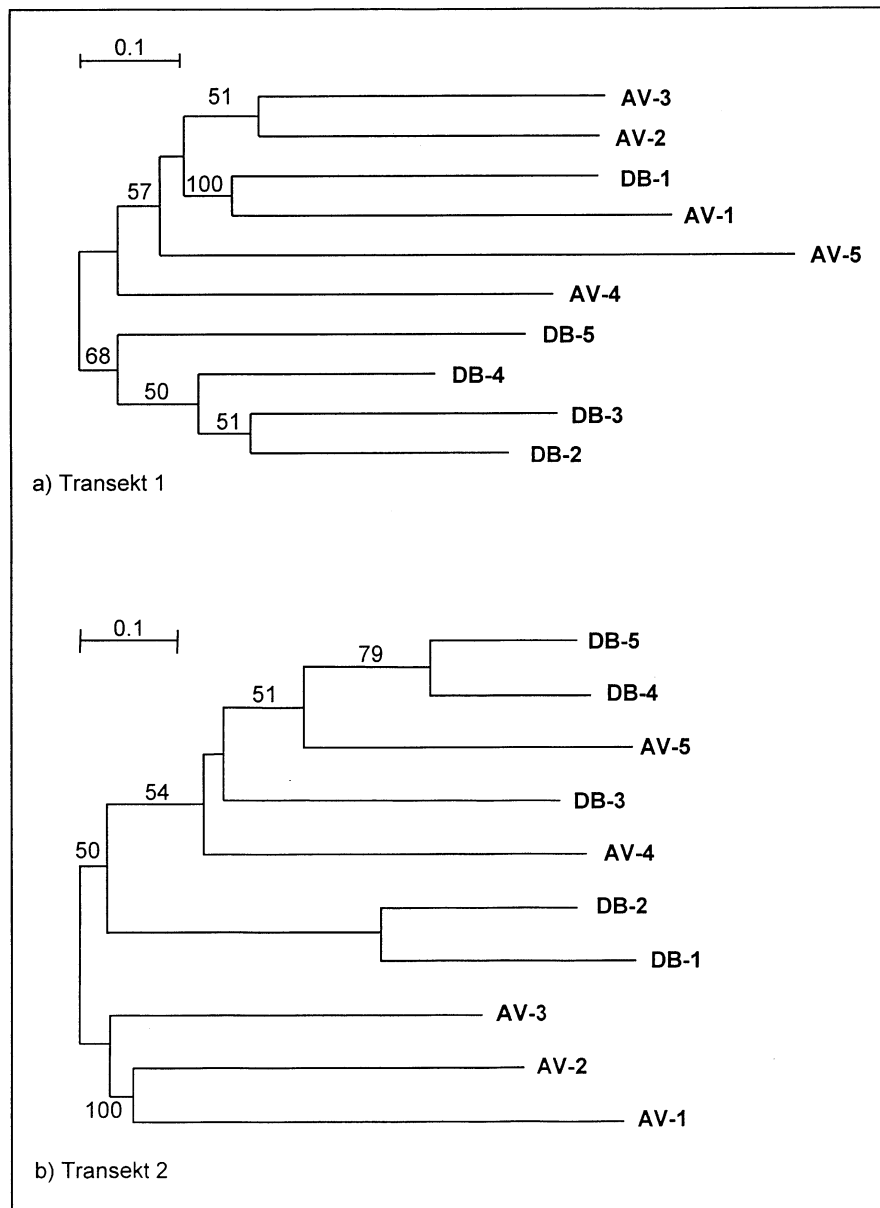


Abbildung 5: Distanzanalyse zur Darstellung der floristischen Unähnlichkeiten der fünf Probeflächen entlang des Transektes 1 (Abb. 5a) (DB = Diasporenbank, AV: Aktuelle Vegetation) und des Transektes 2 (Abb. 5b).

Figure 5: Neighbor joining analysis of floristic distances among the five sample sites along transect 1 (Abb. 5a) and transect 2 (Abb. 5b) (DB = Soil seed bank, AV: actual Vegetation). Pairwise distances have been calculated based on a 0/1 Matrix.

liche Überwasserblätter. Diese Form der Verschiedenblättrigkeit (Heterophyllie) ermöglicht es *Alisma plantago-aquatica*, sich verschiedenen Wasserverhältnissen anzupassen.

Der Breitblättrige Rohrkolben (*Typha latifolia*) ist ebenfalls in der Lage, unter allen eingerichteten Überstauungsregimen zu keimen. Allerdings liegt die Zahl der sich entwickelnden Keimlinge unter der von *Alisma plantago-aquatica*. Die Keimraten bei *Typha latifolia* liegen am höchsten im Substrat ohne Überstauung bzw. bei viermonatiger Überstauung. Die Art ist aber auch in der Lage, bei langfristiger Überstauung noch Keimlinge zu entwickeln. Beim Breitblättrigen Rohrkolben ist die hohe Zahl der in den Fruchständen gebildeten Diasporen zu berücksichtigen,

sodass auch bei geringeren Keimraten eine ausreichende Rekrutierungsmöglichkeit für Jungpflanzen besteht. Wie bei *Alisma plantago-aquatica* kommt es bei überstauten Jungpflanzen von *Typha latifolia* ebenfalls zur Entwicklung langer, flutender Blätter, die sich von den festeren, aufrechten Überwasserblättern unterscheiden.

5.3 Diasporenproduktion

Bemerkenswert ist, dass die Leitart des Röhrichtes, *Phragmites australis*, nur in Einzelfunden in der Diasporenbank nachgewiesen wurde. Neben dem klonalen Wachstum

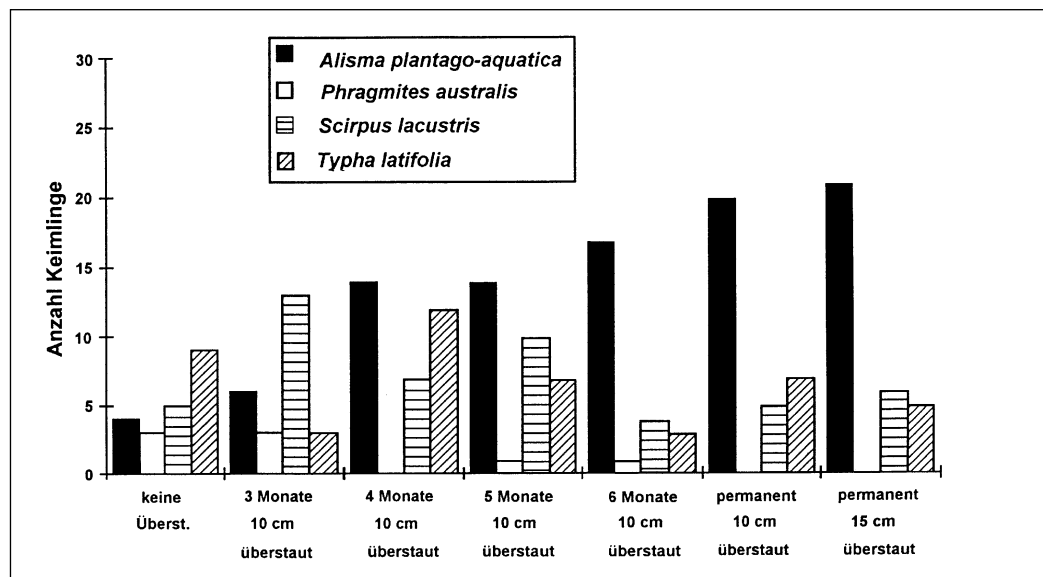


Abbildung 6: Anzahl gekeimter Früchte von vier Röhrichtarten unter verschiedenen Überstauungsbedingungen
 Figure 6: Number of germinated seeds of four reed species under different flooding conditions (simulated)

über unterirdische Ausläufer und Legehalmbildung besteht beim Schilf auch die Möglichkeit der Ausbreitung durch Früchte. Die im Gebiet der Ochtum wachsenden Schilfbestände zeigen im Herbst auch reichlich Ausbildung von Rispen. Bei den von uns im Herbst und Winter 1994 gesammelten Rispen aus Beständen entlang der Ochtumverlegung, des Polders Alte Ochtum und des Huchtinger Fleetes konnte keine Fruchtbildung festgestellt werden, ebenso nicht in den bis Ende Oktober 1995 gesammelten Rispen. In den Probeflächen des Transektes 5, der durch einen wüchsigen Schilfbestand am Huchtinger Fleet gelegt ist, konnten wir diese Art bisher nicht in der Diasporenbank feststellen. In solchen bereits bestehenden Schilfbeständen vermehrt sich das Schilf fast ausschließlich durch Ausläufer, also durch klonales Wachstum (vgl. OSTENDORP, 1993; EKSTAM et al., 1992). Dieses Phänomen wird auch von anderen Autoren beschrieben (z.B. BJÖRK, 1987). Von anderer Seite wird dagegen auf erfolgreiche Aufzucht von Schilfkeimlingen aus Früchten zum Zwecke des Auspflanzens verwiesen (BITTMANN, 1953). Auf starke Schwankungen der Produktion von Früchten beim Schilf in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen verweist BJÖRK (1987), der im gleichen Schilfbestand große Unterschiede in der Ausbildung reifer Früchte von Jahr zu Jahr feststellte. Dabei bleibt die Frage offen, ob eine Initialbesiedlung an weiter entfernten, potentiellen Wuchsorten durch generative Vermehrung aus Früchten oder vegetativ aus abgeschwemmten Sprossteilen geschieht. Mit einem Teil der 1991 bis 1996 geernteten Schilfrispen führten wir nun in der Vegetationshalle des Botanischen Gartens der

Universität Osnabrück eine Nachahmung der sogenannten Rispenfaat durch. Die Rispenfaat war nach BITTMANN (1953) früher eine durchaus gängige Bepflanzungsmethode beim Schilf. Bei den Versuchen in der Vegetationshalle wurden ganze Rispen auf geeignetem Substrat ausgelegt und feucht gehalten.

Die beernteten Populationen des Schilf (*Phragmites australis*) erwiesen sich als sehr verschieden, was die Ausbildung von fertilen Fruchtständen angeht. Im Erweiterungsgebiet der Ochtum waren die Fruchtstände (Rispen) weitgehend steril. Dagegen konnten in Untersuchungen mit dem Binokular von einer Population im Polder Alte Ochtum und einer Population vom Ochtumsperrwerk keimfähige Früchte geerntet werden.

Die grundsätzliche Möglichkeit der Anzucht von Schilf (*Phragmites australis*) aus Rispenfaat zeigte die erfolgreiche Entwicklung von Jungpflanzen aus Rispen, die in Pflanzschalen mit flacher Kultursubstratauflage in der Vegetationshalle des Botanischen Gartens Osnabrück gehalten wurden. Die im Herbst 1995 geernteten Rispen wurden im Dezember 1995 bis August 1996 kultiviert, dabei konnte der Frost als eventuell zur Keimung notwendiger Stratifikationsreiz wirksam werden. Die Keimung setzte Ende Mai 1996 ein.

6. Diskussion

Vorhergehende Ergebnisse haben gezeigt, dass die spontane Ansiedlung von Röhrichtpflanzen und Makrophyten selten und nur lokal auftritt. Ausnahmen sind Arten, die ane-

mochor (z.B. *Typha latifolia*) oder zoochor (z.B. *Zannichellia*) ausgebreitet werden. Wichtig für die Artenkombination und den Artenreichtum der Ufervegetation scheinen die Strömungs- und Ablagerungsbedingungen am jeweiligen Flussuferabschnitt sowie die Menge der dort akkumulierten Diasporen (weitgehend unabhängig von ihrer Schwimmfähigkeit) zu sein (BERNHARDT, 1996; JOHANSSON et al., 1996; ANDERSON et al., 2000a, 2000b; KATENHUSEN, 2001). Das bedeutet, dass das vorhandene floristische Potential für die Besiedelung verantwortlich ist. Bei Flussverlegungen wie im beschriebenen Fall fehlen aber in der Regel sowohl diese Voraussetzung als auch das Vorhandensein permanenter Hochwasserereignisse, die die Diasporen eintragen bzw. innerhalb der Fläche verteilen könnten (vgl. LENSSEN et al., 1999; ANDERSON et al., 2000a; KATENHUSEN, 2001). Besonders für die pflanzliche (Wieder-)Besiedelung von Uferbereichen mit einer hohen Standortdynamik als Folge derer es nach Hochwasserereignissen immer wieder zu einer Herausbildung vegetationsfreier bis vegetationsarmer Pionierflächen kommt, spielt die Hydrochorie eine wichtige Rolle (BILL et al., 1999; BERNHARDT, 1999). Häufig sind es aber Samen bythisochor ausgebreiteter Sippen wie *Juncus* oder aber Samen die im abgelagerten Sediment ausgebreitet werden, die an die Ufer gelangen ohne eine tatsächliche Schwimmfähigkeit zu besitzen (KATENHUSEN, 2001). Diese Vorgänge aber fehlen im Untersuchungsraum. Es scheint ebenfalls mit der Beschaffenheit der Ufer zusammenzuhängen, denn dort, wo Flutmulden vorhanden sind, akkumulieren sich eingetragene Diasporen und von dort können sie die übrigen Uferabschnitte nicht besiedeln (vgl. KLEINSCHMIDT und ROSENTHAL, 1995). Eine Ausnahme ist die anemochor ausgebreitete *Typha latifolia*. Ein Wechsel der Wasserstände und damit die Schaffung einer höheren Dynamik in den Flachwasserbereichen würde die Röhrichtansiedelung ebenfalls fördern.

Die Untersuchungen der Flutmulden zeigen, dass ein Wechsel des Wasserstandes sich positiv auf die Besiedlung seichter Wasserflächen auswirkt. Es werden Keimstellen geschaffen, die auf die Besiedelung durch Schlammboden- und Röhrichtpioniere, darunter auch seltene Pflanzenarten wie *Elatine hydropiper*, positiv wirken. Die Ergebnisse aus den Keimversuchen in der Überstauungsanlage machen deutlich, wie differenziert die Keimungsansprüche bei den getesteten vier Röhrichtarten hinsichtlich des Wasserstandes über dem Substrat sind. Sehr gleichmäßige Wasserstände wirken sich auch nach HARRIS und MARSHALL (1963) ungünstig auf die Röhrichtvegetation aus. Nach Möglichkeit sollte also eine variable Wasserführung angestrebt wer-

den. Der Wechsel von Überflutung und Trockenfallen ist ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung der Ufervegetation (vgl. LUKEN, 1990; BERNHARDT und POSCHLOD, 1993).

Sinnvoll ist aber auch die Förderung von *Phragmites australis*, insbesondere durch Rispenaat und Halmstecklinge (BITTMANN, 1953; EKSTAM et al., 1992; WEISNER und EKSTAM et al., 1993). Dabei ist nach Möglichkeit auf die Verwendung autochthonen Materials aus dem gleichen Landschaftsraum zu achten. Zur Gewinnung der Halmstecklinge kommen auch die bereits vorhandenen Bestände des terrestrischen Bereiches in Frage. Bei dieser Methode werden die oberen Teile junger Schilfhalme (Erntezeit Mai-Juni), die noch in der Länge sind, ausreichend sprossbürtige Wurzeln zu entwickeln, abgeschnitten. Diese können direkt in das Substrat der Flachwasserzone gepflanzt werden. Anschließend setzt eine Bewurzelung bei einem Teil der Stecklinge ein. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass abhängig vom Ausgangsmaterial und klimatischer Unwägbarkeiten sehr unterschiedliche Anwachsrate zu erwarten sind. (vgl. NEUFFER et al., 1999)

Die Tests im Botanischen Garten haben bei einigen Populationen von Schilf (*Phragmites australis*) eine erfolgreiche Keimung aus Rispenaat ergeben. Geeignete Populationen, die Rispen mit fertilen Früchten enthalten, können für die Ernte genutzt werden; damit steht Material aus der Umgebung zur Verfügung. Diese Rispen können dann in die Flachwasserbereiche der Ochtum eingesetzt werden. Ebenfalls möglich ist eine Animpfung von vegetationsfreien Uferabschnitten mit diasporenreichem Bodenmaterial aus den Flutmulden. Durch die bisherigen Untersuchungen ist der Diasporengehalt des Bodens in den Flutmulden bekannt. Hier bietet sich die einmalige Gelegenheit, autochthones, diasporenreiches Bodenmaterial in nur wenige hundert Meter aufwärts gelegene diasporenärmere Flachwasserbereiche der Ochtum zu verbringen. Bei den verarmten Standorten kann durch Diasporenbankimplantate eine Regeneration erreicht werden (BERNHARDT, 1993, 1995).

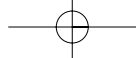
Grundsätzlich erscheint es durchaus möglich, *Phragmites australis* in größerem Umfang zu etablieren, wobei die Auswahl der Klone von großer Bedeutung ist. Hier spielen auch Fitnesswerte und genetische Variabilität eine zentrale Rolle (NEUHAUS et al., 1993; KOPPITZ et al., 1997; NEUFFER et al., 1999). Sukzessionsbeobachtungen auf großen Flächen (350 ha), die wieder überflutet werden (BERNHARDT et al., 2001), haben gezeigt, dass sich eine Vielzahl von Klonen ansiedelt, die den bereits präsenten Klonen in ihrer Ausbreitungskraft überlegen sind, dessen Samen eine relativ

hohe Keimfähigkeit aufweisen und die sich rasch ausbreiten (Guerilla-Strategen). Hierbei spielt die Ausbreitung durch Vögel eine wichtige Rolle. Negativ kann sich der Einfluss des Bisam auswirken; so wurden die Schilfpflanzungen an der Ochtum durch Schilffraß stark geschwächt (AKKERMANN, 1975; KRAUSS, 1990; BERNHARDT und SCHRÖPFER, 1992). Dabei werden von den Tieren insbesondere Knospen und junge Halme geschädigt. Aus den genannten Gründen erscheint als vegetationslenkende Maßnahme zur Schilfansiedlung eine Verpflanzung von Polykormen am sinnvollsten. Wegen des hohen Arbeitsaufwandes ist es allerdings eine sehr kostenintensive Methode. Hierbei werden Schilfsoden aus ausgesuchten Beständen ausgestochen und mit anhaftendem Substrat an die gewünschten Standorte versetzt (vgl. BERNHARDT, 1995). Durch das mitversetzte Substrat werden günstigere Ausgangsvoraussetzungen für das Anwachsen geschaffen. Gleichzeitig sorgen die rhizomgespeicherten Reservestoffe für eine Startreserve der anwachsenden Pflanzen (OSTENDORP et al., 2001). Zu berücksichtigen ist allerdings die starke Beeinflussung am Entnahmestandort, die sorgfältig abgewogen werden muss.

Literatur

- AKKERMANN, R. (1975): Untersuchungen zur Ökologie und Populationsdynamik des Bisams (*Ondathra zibethicus* L.). *Angewandte Zoologie* 2, 173–218.
- ANDERSSON, E., C. NILSSON and M. E. JOHANSSON (2000a): Effects of River fragmentation on plant dispersal riparian Flora: Regul. River Res. Megmt. 16, 83–89.
- ANDERSSON, E., C. NILSSON and M. E. JOHANSSON (2000b): Plant dispersal in boreal rivers and its relation to the diversity of riparian Flora: *Biogeography* 27 (5), 1095–1106.
- BÄTJER, D. und A. J. HEINEMANN (1980): Eineinhalb Jahrhunderte meteorologischer Beobachtungen in Bremen. *Abh. naturwiss. Ver. Bremen* 39, 185–216.
- BERNHARDT, K.-G. (1993): Untersuchungen zur Besiedlung und Dynamik der Vegetation von Sand- und Schlickpionierstandorten. *Diss. Bot.* 202, Berlin.
- BERNHARDT, K.-G. (1995): The seed bank in soil and its use for species conservation and restoration management (Re-vegetation). *Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung* 36, 274–282.
- BERNHARDT, K.-G. (1996): Unterschiedliche Besiedlungs- und Diasporenbanktypen an ausgebauten und naturnahen Flußstrecken. *Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie* (Westfälische Wilhelms-Universität) 2, 75–81.
- BERNHARDT, K.-G. (1999): Die Bedeutung der Schotterbänke und -ufer des Alpenrheins als Ausbreitungsweg für Pflanzen- und Tierpopulationen: *Ber. BZG* 26, 33–52.
- BERNHARDT, K.-G., A. FOLKOWSKI, CH. RUTH, H. SCHURBOHM, M. SUCCOW und J. TESMER (2001): Dynamik der Außendeichsvegetation des Nordmecklenburgischen Bodden. Veränderungen nach Wiederezulassung der Überflutungsdynamik im ausgedeichten Zustand. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 33, 5–17.
- BERNHARDT, K.-G. und H. HURKA (1989): Dynamik des Samenspeichers in einigen mediterranen Kulturböden. *Weed Research* 29, 241–254.
- BERNHARDT, K.-G. und P. POSCHLOD (1993): Zur Biologie semiaquatischer Lebensräume aus botanischer Sicht – eine Einführung. In: BERNHARDT, K.-G., H. HURKA und P. POSCHLOD (Hrsg.): *Symposiumsband: Biologie semiaquatischer Lebensräume*. Verlag Natur und Wissenschaft, Solingen, 5–18.
- BERNHARDT, K.-G. und R. SCHRÖPFER (1992): Der Einfluß des Bisams (*Ondathra zibethicus*) auf die Vegetationsentwicklung. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 2, 24–32.
- BERNHARDT, K.-G., M. SPITZER, M. GALL und M. RUNDE (1999): Auswirkungen künstlicher Überstauungen auf das Wachstum von ausgewählten Grünlandarten. *Bot. Jahrb. Syst.* 121 (2), 233–268.
- BILL, H.-G., P. POSCHLOD, M. REICH and H. PLACHTER (1999): Experiments and observations on seed dispersal by running Water in an Alpine floodplain. *Bull. Geobot. Inst. ETH* 65, 13–28.
- BITTMANN, E. (1953): Das Schilf und seine Verwendung im Wasserbau. *Angewandte Pflanzenökologie* 7 (Stolzenau), 1–41.
- BJÖRK, S. (1987): Steuerung von Seeökosystemen – Zielsetzung, Restaurierungsmethoden und Resultate. *Ökologie und Naturschutz* 1, 201–216.
- BRUGBAUER, R. und K.-G. BERNHARDT (1990): Auswirkungen der Hochwasser- und Windausbreitung von Samen auf die Zusammensetzung des Samenspeichers und der Pflanzendecke an Pionierstandorten des Emsufers. *Verh. GFÖ XIX/II*, 404–408.
- BÜCKEN, H.-D. (1991): Die Verlegung der Ochtum. *Wasser und Boden* 11, 684–690.
- EKSTAM, B., W. GRANELLI and S. WEISNER (1992): Establishment of reed beds. In: WARD, D. (Hrsg.): *Reed beds for Wildlife. Conference Proceedings*. Pp. 3–19.

- GARVE, E. (1993): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. Inform. d. Naturschutz Niedersachsen 1/93. Niedersächs. Landesamt f. Ökol. und Naturschutz.
- FENNER, M. (1987): Seed characteristics in relation to succession. In: GRAY, A. J., M. J. CRAWLEY and P. J. EDWARDS (Eds.): Colonisation Succession and Stability. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 103–114.
- FELSENSTEIN, J. (1985): Confidence limits on phylogenies. An approach using the bootstrap. *Evolution* 39, 783–791.
- HARRIS, S. W. and W. H. MARSHALL (1963): Ecology of waterlevel manipulations on a northern marsh. *Ecology* 44, 331–343.
- HOBRECHT, K. (1997): Vegetationskundliche Sukzessionsforschung an der Huchtinger Ochtum. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 3, 157–164.
- JOHANSSON, M. E., C. NILSSON and E. NILSSON (1996): Do rivers function as corridors for plant dispersal? *J. Veget. Science* 7, 593–598.
- KATENHUSEN, O. (2001): Die Ausbreitung von Pflanzen durch Hochwasser in norddeutschen Flusslandschaften. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 9, 225–236.
- KLEINSCHMIDT, C. und G. ROSENTHAL (1995): Samenbankpotential und Diasporenvertiefung in überschwemmten Feuchtwiesen. *Kieler Notizen zur Pflanzenkunde* 23, 40–44.
- KOPPITZ, U., H. KÜHL, K. HESSE and J.-G. KOHL (1997): Some aspects of the importance of genetic diversity in *Phragmites australis* (CAU.) Trin ex Steudel in relation to productivity. *Hydrobiologia* 251, 1–12.
- KRAUSE, A und L. SCHRÖDER (1979): Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000. Potentielle natürliche Vegetation, Blatt CC 3118 Hamburg-West. Schriftenreihe f. Vegetationskunde 14, 138 S.
- KRAUSS, M. (1990): Die Nahrung des Bisam (*Ondatra zibethicus*) an der Havel in Berlin (West) und der schädigende Einfluss auf das Röhricht. *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung (Berlin)* 71, 141–181.
- LENSEN, J., F. MENTING, E. W. VON DER PUTTEN and W. KLES BLOM (1999): Control of plant species richness and zonation of functional groups along a freshwater flooding Gradient. *Oikos* 86, 523–534
- LUKEN, W. (1990): Directing ecological succession. Chapman and Hall, London.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1986): Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. *Verh. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel (Zürich)* 85, pp. 1–92.
- NAGLER, A. und H. CORDES (1993): Atlas der gefährdeten und seltenen Farn- und Blütenpflanzen im Land Bremen und Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. *Abh. d. Naturschutz Ver. Bremen* 2/42.
- NEUFFER, B., D. LEHMANN und M. SPITZER (1999): Fingerprinting an natürlichen und angepflanzten Schilfbeständen (*Phragmites australis*) Nordwestdeutschlands. *Osnabrücker naturwissenschaftliche Mitteilungen* 25, 109–122.
- NEUHAUS, D., H. KÜHL, J.-G. KOHL, P. DÖRFEL and T. BÖRNER (1993): Investigation on the genetic diversity of *Phragmites* stands using genomic fingerprinting. *Aquatic Botany* 45, 357–364.
- OSTENDORP, W. (1993): Was tun? Perspektiven der Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung. *Limnologie Aktuell* 5, 257–267.
- OSTENDORP, W., E. TIEDGE and S. HILLE (2001): Effect of eutrophication on culm architecture of lakeshore *Phragmites* reeds. *Aquatic Botany* 69, 177–193.
- RASPER, M., P. SELLHEIM und B. STEINHARDT (1991): Das Niedersächsische Fließgewässerschutzsystem – Grundlagen für ein Schutzprogramm Einzugsgebiete von Weser und Hunte. *Naturschutz Landschaftspflege Nieders. Heft* 25/3, 1–306.
- RIESNER-KABUS, M. (1997): Die Verlegung der Ochtum – Ein Naturschutzeroberfolg? *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 3, 143–155.
- SCHREIBER, K.-F. und U. LECKE-LOPATTA (1990): Praktische Anwendung der Eingriffs- und Ausgleichsregelung aus landschaftsökologischer Sicht. *Landschaft und Stadt* 22 (4), 121–124.
- SCHWAAR, J. (1990): Natur und Vergangenheit – Bremen und sein Umland in der letzten 12000 Jahren. *Abh. naturwiss. Ver. Bremen* 49, 49–86.
- THOMPSON, K., R. M. BAKKER and P. BEKKER (1997): The Soil Seed Bank of North-West Europe Methodology density and longevity. Cambridge University Press. Cambridge.
- THOMPSON, K. and J.-P. GRIME (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecol.* 67, 893–921.
- VAN DE PEER, Y. and R. DE WACHTER (1994): TREECON for Windows: A software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment. *Comput. Applic. Biosci.* 10, 569–570.
- WEISNER, S. and B. EKSTAM (1993): Influence of germination time on juvenile performance of *Phragmites australis* on temporarily exposed bottoms – implications for the colonization of lake beds. *Aquatic Botany* 45, 107–118.



Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Marcus Koch, Heidelberger Inst. f. Pflanzenwiss.
Biodiversität und Pflanzensystematik, Im Neuenheimer
Feld 345, D-69120 Heidelberg, e-mail: Koch@urz.uni-hei-
delberg.de;

**Prof. Dr. Karl-Georg Bernhardt, Dipl. Biol. Michael
Spitzer**, Universität für Bodenkultur, Institut für Botanik,
Gregor-Mendel-Strasse 33, A-1180 Wien, Österreich;
e-mail: bernhardt@edv1.boku.ac.at

Prof. Dr. Karl-Friedrich Schreiber, Universität Münster,
Institut für Landschaftsökologie, Robert Koch-Strasse 26,
D-48157 Münster, Deutschland

Eingelangt am 13. März 2002

Angenommen am 15. Februar 2003

